



Методи аналізу в біотехнології

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>162 «Біотехнології та біоінженерія»</i>
Освітня програма	<i>«Біотехнології»</i>
Статус дисципліни	<i>нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс / весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, письмовий, МКР, ДКР</i>
Розклад занять	<i>2 год. лекція/тиждень, 2 год. лабораторне заняття/тиждень</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., доцент, Щурська Катерина Олександрівна</i> , shchurska.kateryna@ill.kpi.ua , телеграм @shchurska Лабораторні: <i>к.т.н., доцент, Щурська Катерина Олександрівна</i> , shchurska.kateryna@ill.kpi.ua , телеграм @shchurska <i>К.б.н., ст.н.с., Гринюк Ірина Іванівна</i> grynyuk.iryana@ill.kpi.ua
Розміщення курсу	Код курсу wg766hc на https://classroom.google.com/

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Вивчення біотехнологічних виробництв нерозривно пов'язано із застосуванням інструментальних методів аналізу для контролю біотехнологічних процесів. Оволодіння методологією оцінки властивостей сировини та готової продукції для інженерів-біотехнологів має вкрай важливе значення. Курс присвячено вивченню методів виділення та аналізу біологічних речовин, теоретичним та практичним аспектам таких методів: хроматографічних (адсорбційна, тонкошарова, колонкова, іонообмінна, гель-проникаюча, афінна тощо), електрохімічних (вольтамперометрія, потенціометрія, кондуктометрія), оптичних (ультрафіолетова, інфрачервона, видима спектроскопія, поляриметрія, рефрактометрія, нефелометрія, турбідиметрія), імуноферментних.

Мета навчальної дисципліни - ознайомлення майбутніх біотехнологів з методами фізико-хімічних досліджень, які використовуються в процесі виробництва та контролю виробництва продуктів біотехнології, теоретичними основами хроматографічних, спектроскопічних, електрохімічних та інших методів дослідження.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми здобувачі вищої освіти повинні засвоїти компетентності, якими повинен оволодіти здобувач:

ЗК 5 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями

ФК 6. Здатність проводити аналіз сировини, матеріалів, напівпродуктів, цільових продуктів біотехнологічного виробництва

ФК 16. Здатність комплексно аналізувати біологічні та біотехнологічні процеси на молекулярному та клітинному рівнях

Програмні результати навчання.

ПРН 2. Вміти здійснювати якісний та кількісний аналіз речовин неорганічного, органічного та біологічного походження, використовуючи відповідні методи.

ПРН 3. 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.

ПРН 6. Вміти визначати та аналізувати основні фізико-хімічні властивості органічних сполук, що входять до складу біологічних агентів (білки, нуклеїнові кислоти, вуглеводи, ліпіди).

ПРН 7. Вміти застосовувати знання складу та структури клітин різних біологічних агентів для визначення оптимальних умов культивування та потенціалу використання досліджуваних клітин у біотехнології.

ПРН 12. 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.

ПРН 24. Вміти аналізувати біотехнологічні процеси на молекулярному та клітинному рівнях

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Пререквізити: загальні природничо-наукові знання; базові знання з хімії, фізики, біохімії; рівень володіння англійською мовою не нижче A2;

Постреквізити: отримані результати навчання є підґрунтям для подальшого вивчення дисциплін: Промислова біотехнологія, Процеси, устаткування та апарати біотехнологічних виробництв-1.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Вступ. Методи виділення біологічних речовин.

Вступ. Загальні питання проведення та організації досліджень в біотехнології

Седиментація. Центрифугування

Розділ 2. Хроматографія та електрофорез.

Основні поняття хроматографічного процесу

Газова хроматографія.

Гель-хроматографія. Розподільна хроматографія

Іонообмінна та афінна хроматографії

Методи електрофорезу

Розділ 3. Електрохімічні методи аналізу

Вольтамперометрія. Кулонометрія. Кондуктометрія

Потенціометрія

Біологічні та хімічні сенсорні системи

Розділ 4. Спектроскопічні методи аналізу

Спектроскопія: теорія, класифікація, застосування
Інфрачервона спектроскопія
Видима спектроскопія. Ультрафіолетова, або електронна спектроскопія
Оптичні методи дослідження.
Мас-спектрометрія
Розділ 5. Імуноферментний аналіз
Імуноферментний аналіз

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Кучеренко М.Е., Бабенюк Ю.Д. та ін. Сучасні методи біохімічних досліджень : навчальний посібник. - Київ: Фітосоціоцентр, 2001. - 424 с.
2. Манько В.В., Гальків М.О., Клевець М.Ю. Основи техніки лабораторних робіт у фізіологічних дослідженнях : навчальний посібник. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2005. – 133 с.
3. О.С. Волошина, М.М. Антонюк Методи досліджень в біотехнології: Конспект лекцій для студ. напрям 6.051401 «Біотехнологія» ден. та заоч. форм навч. – К.: НУХТ, 2012. – 157 с.
4. Методичні вказівки до вивчення курсу “Хроматографічні методи розділення органічних сполук” для студентів спеціальності “Хімічна технологія органічних речовин”. Укладачі: О.Г.Юрченко, В.М.Родіонов. - К.: ІВЦ “Видавництво «Політехніка»”, 2008. - 130 с.
5. Бєлих І. А. Біологічні та хімічні сенсорні системи : навч. посібник / І. А. Бєлих, М. Ф. Клещев ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : НТУ "ХПІ", 2011. – 144 с.
6. Іванська Н.В., Кислих О.М., Максименко О.В., Сергєєва Т.А Практичний посібник з імуноферментного аналізу. – Київ. 2005. – 63 с.

Допоміжна література:

7. Мchedlov-Петросян М.О., Лебідь В.М., Глазкова О.М., Ельцов С.В., Дубина О.М., Панченко В.Г. Колоїдна хімія. – Харків: Фоліо, 2005. – 304 с
8. Волошина О.С. Методи контролю біотехнологічних, фармацевтичних і харчових виробництв [Електронний ресурс]: конспект лекцій для студ. напрям підготовки 6.051401 «Біотехнологія» ден. та заоч. форм навч. / О.С.Волошина – К.: НУХТ, 2015. – 206 с.
9. Федорченко С. В. Хроматографічні методи аналізу : навч. посіб. / Федорченко Софія Володимирівна, Курта Сергій Андрійович. – Івано-Франківськ :Прикарп. нац. ун-т ім. В. Стефаника, 2012. – 146 с
10. Масленко С.Н., Величко В.В., Великонська Н.М., Перескока В.В. Аналітична хімія і методи аналізу: Навч. посібник. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2011. – 162 с
11. Дзядевич С.В., Солдаткін О.П.. Наукові та технологічні засади створення мініатюрних електрохімічних біосенсорів. / За науковою редакцією акад. НАН України Г.В.Єльської, Київ: Наукова думка, 2006, 255 с.
12. М.І. Цьомко, Г.О. Сіренко, І.В. Мазєпа Фізичні методи дослідження речовин: Техніка ІЧ-спектроскопічних досліджень (огляд) / Вісник Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. Серія “Хімія”. – 2012. - В. XIV.- С.109 – 129.
13. Мінаєва В. О. Хроматографічний аналіз: Підручник для студентів вищих навчальних закладів. – Черкаси: Вид. від. ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2013. – 284 с.
14. Хроматографічні та тестові методи аналізу: навчальний посібник: у 2 ч. Ч.1. Тестові методи аналізу / О.О. Решетняк, Н. О. Нікітіна. Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2012. - 92 с.

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

5.1 Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	Розділ 1. Вступ. Методи виділення біологічних речовин. Вступ. Загальні питання проведення та організації досліджень в біотехнології Мета і завдання курсу. Обладнання хімічної та біохімічної лабораторій. Реактиви: класифікація, правила користування і зберігання. Поняття про розчини. Їхня класифікація. Способи вираження складу розчинів. Обладнання для приготування розчинів Література: 1, 2
2	Седиментація. Центрифугування Методи седиментаційного аналізу. Коефіцієнт седиментації, константа седиментації. Метод седиментаційної рівноваги. Метод наближення до седиментаційної рівноваги. Аналіз субклітинних фракцій. Застосування методу Література:1, 7
3	Розділ 2. Хроматографія та електрофорез. Основні поняття хроматографічного процесу Основні терміни й поняття в хроматографії. Класифікація хроматографічних методів аналізу. Хроматограма та її характеристики. Теоретичне підґрунтя хроматографічного розділення речовин. Теорія еквівалентних тарілок та дифузійна (кінетична) теорія. Ефективність і селективність хроматографічної колонки. Хроматографічна система та представлення результатів хроматографії. Приклади застосування хроматографічного методу Література:3, 4
4	Газова хроматографія. Вплив різних факторів на хроматографічне розділення суміші речовин. Апаратне оформлення газової хроматографії. Характеристика газової хроматографії. Якісний і кількісний аналіз. Практичне застосування газової хроматографії Література: 3, 4.
5	Гель-хроматографія. Розподільна хроматографія Хроматографічні системи. Розподільна хроматографія. Принцип методу. Сфери застосування. Тонкошарова хроматографія. Гель-хроматографія. Принцип методу. Сфери застосування. Література: 3, 4
6	Іонообмінна та афінна хроматографії Загальні відомості. Іонний обмін як принцип розділення. Класифікація та властивості іонообмінних сорбентів. Основні властивості іонітів. Застосування іонообмінної хроматографії. Афінна хроматографія. Принцип методу. Сфери застосування. Література: 4, 3,
7	Методи електрофорезу Теоретичне підґрунтя методу електрофорезу. Електрофоретична рухливість. Методи електрофорезу: фронтальний, зональний, ізоелектричного фокусування, імуноелектрофорез, ізотахофорез. Типи носіїв. Спеціальні електрофоретичні методи: високовольтний, безперервний (проточний). Практичне застосування методів електрофорезу в біотехнології. Література: 1
8	Розділ 3. Електрохімічні методи аналізу

	Вольтамперометрія. Теоретичні основи та класифікація електрохімічних методів аналізу. Комірки та електроди для електрохімічного аналізу. Прямі та непрямі електрохімічні методи. Література:1, 3
9	Кулонометрія. Кондуктометрія Теоретичні основи та класифікація електрохімічних методів аналізу. Комірки та електроди для електрохімічного аналізу. Прямі та непрямі електрохімічні методи. Література:1, 3
10	Потенціометрія Рівняння Нернста. Індикаторний електрод. Електроди порівняння. Іон-селективні електроди. Прямая потенціометрія. Потенціометричне титрування. Література: 1, 3
11	Біологічні та хімічні сенсорні системи Будова та принцип роботи біологічних та хімічних сенсорів. Етапи розробки сенсорів. Сфери застосування. Література: 5, 11
12	Розділ 4. Спектроскопічні методи аналізу Спектроскопія: теорія, класифікація, застосування Суть спектроскопічних методів аналізу. Основні характеристики електромагнітного випромінювання. Класифікація спектроскопічних методів аналізу. Використання спектроскопії в аналізі. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Література: 1, 3
13	Інфрачервона спектроскопія Фізичні основи ІЧ-спектрального методу дослідження. Підготовка зразка. Прилади для методу ІЧ-спектроскопії. Розшифровка ІЧ-спектрів поглинання Література: 1, 3
14	Видима спектроскопія. Ультрафіолетова, або електронна спектроскопія Історія відкриття методів. Сутність методів. Апаратурне обладнання. Сфери застосування. Способи зображення електронних спектрів. Взаємозв'язок електронних спектрів і структури органічних молекул. Література: 1, 3
15	Оптичні методи дослідження. Рефрактометричний метод аналізу. Застосування рефрактометрії в якісному та кількісному аналізі. Нефелометрія і турбіметрія. Поляриметрія. Література: 1, 3
16	Мас-спектрометрія Основи мас-спектрометрії. Принципова будова мас-спектрометра. Способи введення зразка. Механізми іонізації Література: 1
17	Розділ 5. Імуноферментний аналіз Імуноферментний аналіз Основні поняття і принцип методу імуноферментного аналізу. Фізико-хімічні закономірності взаємодії антиген-антитіло. Ферменти як мітки в імуноаналізі. Реакції з використанням поліклональних або моноклональних антитіл. Література: 6
18	Імуноферментний аналіз Ферменти як мітки в імуноаналізі. Реакції з використанням поліклональних або моноклональних антитіл. Література: 6

5.2 Лабораторні заняття

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	Тонкошарова хроматографія Література: інструкція до виконання лабораторної роботи.	6
2	Потенціометричне визначення вмісту нітратів у продуктах харчування Література: інструкція до виконання лабораторної роботи.	6
3	Визначення вмісту органічних кислот у воді методом потенціометричного титрування Література: інструкція до виконання лабораторної роботи.	6
4	Визначення концентрації етанолу рефрактометричним методом Література: інструкція до виконання лабораторної роботи.	4
5	Фотометричне визначення Fe^{3+} в розчині сульфату заліза (III). Література: інструкція до виконання лабораторної роботи.	4
6	Спектрофотометричне визначення перманганату калію і дихромату калію при сумісній присутності Література: інструкція до виконання лабораторної роботи.	6
	МКР	2
	Залік	2

5.3. Самостійна робота студента

Для самостійної роботи студента передбачено 48 годин. Для очної (денної)/дистанційної форми пропонується такий розподіл годин за темами і видами робіт:

- 1) На підготовку ДКР - 10 год.
- 2) На підготовку до заліку - 6 год.
- 3) На підготовку до МКР - 4 год.
- 4) На підготовку до лабораторних занять та розрахунки за первинними даними, отриманими на них – 7 год.
- 5) На підготовку до лекційних занять – 21 год.

Політика та контроль

6 Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які ставляться перед студентом:

- відвідування лекційних та лабораторних занять є обов'язковою складовою вивчення матеріалу;
- на лекції викладач користується власним презентаційним матеріалом; використовує клас на платформі G suite for education для викладання матеріалу поточної лекції, додаткової інформації, протоколів лабораторних робіт, методичних вказівок до виконання завдань та інше;
- до лабораторного заняття студент допускається лише після проходження інструктажу з техніки безпеки, при наявності лабораторного халату, після допуску викладачем за результатами опитування ходу роботи;
- після виконання лабораторної студент аналізує отримані результати, оформлює протокол, формулює висновки та захищає роботу, відповідаючи на питання викладача за темою; бали за

лабораторну роботу враховуються лише за наявності оформленого звіту та при умові отримання більше половини можливих балів за роботу;

- написання модульної контрольної роботи відбувається на заняттях без застосування допоміжних засобів (мобільні телефони, планшети та ін.);
- штрафні бали виставляються за: несвоєчасний захист лабораторних робіт та за кожную невдачу спробу здачі лабораторної роботи (- 0,5 балу).

Неприйнятними у навчальній діяльності для студентів є:

1) Плагіат – навмисне чи усвідомлене оприлюднення (опублікування), повністю або частково, чужого твору (тексту або ідей) під іменем особи, яка не є автором цього твору, без належного оформлення посилань.

2) Шахрайство, а саме:

- фальсифікація або фабрикація інформації, наукових результатів та наступне використання їх в академічній роботі;
- підписка підписів в документах (заликових книжках, протоколах лабораторних);
- використання під час контрольних заходів заборонених допоміжних матеріалів або технічних засобів (шпаргалки, мікронавушники, телефони, планшети тощо);
- посилання на літературні джерела, які не було використано в роботі;
- списування при складанні будь-якого виду контролю;
- проходження процедур контролю знань підставними особами.

3) Несанкціонована співпраця, а саме:

- надання допомоги для здійснення акту академічної нечесності – навмисна чи усвідомлена допомога або спроба допомоги іншому вчинити акт академічної нечесності;
- придбання в інших осіб чи організацій з наступним поданням як власних результатів навчальної та наукової діяльності (звітів, ДКР, контрольних).

4) Пропонування чи отримання неправомірної винагороди при оцінюванні результатів успішності, виконання навчальних чи дослідницьких завдань.

5) Використання родинних або службових зв'язків для отримання позитивної або вищої оцінки при складанні будь-якого виду підсумкового контролю або переваг у роботі.

7 Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: написання МКР, ДКР, виконання і захист лабораторних робіт.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: залік.

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за виконання і захист усіх лабораторних робіт та семестровий рейтинг більше 40 балів.

Рейтинг студента складається з балів, що він отримує за:

- 1) виконання та захист 6 лабораторних робіт;
- 2) написання МКР;
- 3) відповіді на експрес-опитування на лекційних заняттях.
- 4) написання ДКР

7.1. Критерії нарахування балів:

№ п/п	Вид контролю	Бал	Кількість занять	Сума балів
1.	Лабораторні заняття		6	30

	- ваговий бал r_k :	5		
	- допуск	1		
	- опрацювання результатів і залік: правильно оформлена робота з повним висновком- повна відповідь на експрес контроль – неповна відповідь-	4 1 3 1-2		
2.	Модульна контрольна робота		1	45
	-ваговий бал r_k :	45		
	- якість виконання*	0-45		
3.	Експрес-опитування	1	10	10
4.	ДКР	15	1	15

Модульна контрольна робота складається з 9 питань по 5 балів за кожне.

Повна і вірна відповідь на питання – 5 балів,

відповідь містить певні неточності, дрібні помилки в пояснення – 4 бали;

відповідь містить вагомні неточності або є неповною – 0-3 балів.

Домашня контрольна робота містить 4 завдання: 2 теоретичних питання, які оцінюються по 5 балів, 2 задачі, кожна з яких оцінюється в 2,5 бали. Загалом 15 балів.

При написанні теоретичних питань мають бути описані такі пункти:

сутність методу – 1 бал,

теоретичні основи методу – 1 бал,

сфери застосування методу (зокрема в біотехнології) – 1 бал,

стисла будова обладнання – 1 бал,

список використаних джерел – 1 бал.

Експрес опитування містить коротке питання за матеріалами лекцій у вигляді гугл форми:

правильна відповідь – 1 бал

неправильна відповідь – 0 балів.

Заохочувальні бали

№	Вид роботи	Бал	Кількість	Сума балів
1.	Виконання завдань з удосконалення дидактичних матеріалів з кредитного модуля	+5	1	5

Штрафні бали

№	Вид роботи	Бал
1	Невдалий захист лабораторної роботи	-1

Розрахунок шкали (R) рейтингу

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$R_c = 30 + 45 + 10 + 15 = 100$ балів.

Для одержання атестації студент повинен набрати балів не менше: перша – 20 балів (максимум 40), друга – 40 балів (максимум 80).

Необхідною умовою одержання заліку є зарахування усіх лабораторних робіт, ДКР та МКР і стартовий рейтинг R_c - не менше 60.

100-бальна рейтингова система	Університетська шкала
$95 < RD < 100$	Відмінно
$85 < RD < 94$	Дуже добре

75<RD<84	Добре
65<RD<74	Задовільно
60<RD<64	Достатньо
RD<60	Незадовільно
Rc<40 або не виконані інші умови одержання заліку	Недопущений

Максимальна сума балів складає 100. Необхідною умовою допуску до заліку є захист всіх лабораторних робіт і виконання ДКР на оцінку вище 60% від максимуму (9 балів). Для отримання заліку з кредитного модуля «автоматом» потрібно мати рейтинг не менше 60 балів.

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку в системі ECTS, виконують залікову контрольну роботу. Попередній рейтинг анулюється для студентів, що бажають підвищити оцінку написанням залікової роботи.

Завдання залікової роботи складається з п'яти питань різних розділів робочої програми.

Кожне питання залікової роботи оцінюється у 20 балів відповідно до системи оцінювання:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 95% потрібної інформації) – 19-20 балів;
- «дуже добре» та «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) – 15-18 балів;
- «достатньо» та «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 12-14 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Сума балів за кожне з п'яти запитань залікової роботи переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею:

100-бальна рейтингова система	Університетська шкала
95<RD<100	Відмінно
85<RD<94	Дуже добре
75<RD<84	Добре
65<RD<74	Задовільно
60<RD<64	Достатньо
RD<60	Незадовільно
Rc<40 або не виконані інші умови одержання заліку	Недопущений

8 Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- перелік теоретичних питань, які виносяться на семестровий контроль (залік) наведено в додатку 1.
- Перелік питань на ДКР (додаток 2)
- Перелік питань на МКР (додаток 3)

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри біоенергетики, біоінформатики та екобіотехнології, к.т.н., доц., Щурською Катериною Олександрівною.

Ухвалено кафедрою біоенергетики, біоінформатики та екобіотехнології (протокол № 15 від 29.06.2022 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 9 від 30.06.22 р.)

Перелік теоретичних питань, які виносяться на залік:

1. Аналіз субклітинних фракцій. Застосування методу
2. Апаратурне оформлення газової хроматографії.
3. Афінна хроматографія. Принцип методу. Сфери застосування.
4. Біологічні та хімічні сенсорні системи
5. Будова та принцип роботи біологічних та хімічних сенсорів. Етапи розробки сенсорів. Сфери застосування.
6. Видима спектроскопія.
7. Використання спектроскопії в аналізі.
8. Вольтамперометрія.
9. Вплив різних факторів на хроматографічне розділення суміші речовин.
10. Газова хроматографія.
11. Гель-хроматографія.
12. Електроди порівняння.
13. Ефективність і селективність хроматографічної колонки.
14. Загальні питання проведення та організації досліджень в біотехнології
15. Закон Бугера-Ламберта-Бера.
16. Застосування іонообмінної хроматографії.
17. Імуноферментний аналіз
18. Індикаторний електрод.
19. Інфрачервона спектроскопія
20. Іонний обмін як принцип розділення.
21. Іонообмінна та афінна хроматографії
22. Іон-селективні електроди.
23. Класифікація та властивості іонообмінних сорбентів.
24. Класифікація хроматографічних методів аналізу.
25. Кондуктометрія
26. Кулонометрія.
27. Метод наближення до седиментаційної рівноваги.
28. Метод седиментаційної рівноваги.
29. Методи виділення біологічних речовин.
30. Методи електрофорезу: фронтальний, зональний, ізоелектричного фокусування, імуноелектрофорез, ізотахофорез. Типи носіїв.
31. Методи седиментаційного аналізу. Коефіцієнт седиментації, константа седиментації.
32. Нефелометрія и турбіметрія.
33. Обладнання для приготування розчинів
34. Обладнання хімічної та біохімічної лабораторій.
35. Основи мас-спектрометрії. Принципова будова мас-спектрометра. Способи введення зразка. Механізми іонізації
36. Основні властивості іонітів.
37. Основні терміни й поняття в хроматографії.
38. Поляриметрія.
39. Поняття про розчини. Їхня класифікація.
40. Потенціометрія
41. Практичне застосування газової хроматографії
42. Практичне застосування методів електрофорезу в біотехнології.
43. Приклади застосування хроматографічного методу
44. Пряма потенціометрія. Потенціометричне титрування.
45. Реактиви: класифікація, правила користування і зберігання.

46. Рефрактометричний метод аналізу. Застосування рефрактометрії в якісному та кількісному аналізі
47. Рівняння Нернста.
48. Розподільна хроматографія
49. Спектроскопія: теорія, класифікація, застосування
50. Спеціальні електрофоретичні методи: високовольтний, безперервний (проточний).
51. Способи вираження складу розчинів.
52. Суть спектроскопічних методів аналізу. Основні характеристики електромагнітного випромінювання. Класифікація спектроскопічних методів аналізу.
53. Теоретичне підґрунтя методу електрофорезу. Електрофоретична рухливість.
54. Теоретичне підґрунтя хроматографічного розділення речовин.
55. Тонкошарова хроматографія. Принцип методу. Сфери застосування.
56. Ультрафіолетова, або електронна спектроскопія
57. Характеристика газової хроматографії. Якісний і кількісний аналіз.
58. Хроматограма та її характеристики.
59. Хроматографічна система та представлення результатів хроматографії.

Перелік питань на ДКР**Варіант №1**

1. Електрохімічні методи аналізу. Потенціометрія.
2. Оптичні методи аналізу. Видима спектроскопія.

Варіант №2

1. Оптичні властивості високодисперсних систем. Нефелометрія та турбідиметрія.
2. Електрохімічні методи аналізу. Кондуктометрія.

Варіант №3

1. Електрохімічні методи аналізу. Вольтамперометрія.
2. Оптичні методи аналізу. Поляриметрія.

Варіант №4

1. Оптичні методи аналізу. УФ-спектроскопія
2. Теоретичні основи рефрактометричного аналізу.

Варіант 5

1. Оптичні методи дослідження дисперсних систем. Метод нефелометрії та турбідиметрії.
2. Електрохімічні методи аналізу. Електрохімічні біосенсиори.

Варіант 6

1. Рефрактометричний аналіз. Використання методу рефрактометричного аналізу в біотехнології.
2. Оптичні методи аналізу. ІЧ-спектроскопія

Варіант №7

1. Мас-спектрометрія.
2. Методи електрофорезу: фронтальний, зональний, ізоелектричного фокусування.

Варіант №8

1. Оптичні методи аналізу. Поляриметрія.
2. Електрохімічні методи аналізу. Потенціометрія.

Варіант №9

1. Колориметрія. Фотоелектроколориметрія, спектрофотометрія.
2. Електрохімічні методи аналізу. Полярографія.

Варіант 10

1. Електрофорез. Методи електрофорезу. Теоретичне підґрунтя методу. Електрофоретична рухливість.
2. Мас-спектрометрія.

Варіант №11

1. Потенціометрія. Індикаторний електрод. Електроди порівняння. Іон-селективні електроди.
2. Оптичні методи аналізу. ІЧ-спектроскопія

Варіант №12

1. Оптичні методи дослідження дисперсних систем
2. Електрохімічні методи аналізу. Кулонометрія.

Варіант №13

1. Електрохімічні методи аналізу. Потенціометрія
2. Оптичні методи аналізу. УФ-спектроскопія

Варіант №14

1. Теорія хроматографічних процесів.
2. Оптичні методи аналізу. ІЧ-спектроскопія

Варіант №15

1. Потенціометрія. Потенціометричне титрування кислоти лугом, потенціометрична крива титрування.
2. Оптичні властивості дисперсних систем Визначення розмірів частинок дисперсних систем, що не підкоряються рівнянню Релея.

Варіант №16

1. Електрохімічні методи аналізу. Кондуктометрія.
2. Оптичні методи аналізу. УФ-спектроскопія

Варіант №17

1. Мас-спектроскопія.
2. Нефелометрія і турбідиметрія

Варіант №18

1. Теоретичні основи електрохімічних методів аналізу. рН-метрія.
2. Оптичні методи аналізу. Нефелометрія і турбідиметрія

Варіант №19

1. Електрохімічні методи аналізу. Кулонометрія.
2. Мас-спектроскопія.

Варіант №20

1. Фотоелектроколориметрія. Основи методу. Закон Бугера-Ламберта-Бера.
2. Електрохімічні методи аналізу. рН-метрія

Варіант № 21

1. Мас-спектроскопія
2. Електрохімічні методи аналізу. рН-метрія

Варіант № 22

1. Електрохімічні методи аналізу. Вольтамперометрія.
2. Оптичні методи аналізу. УФ-спектроскопія

Варіант № 23

1. Мас-спектрометрія.
2. Електрохімічні методи аналізу. Класифікація методів. Теоретичні основи потенціометрії

Варіант № 24

1. Колориметрія. Фотоелектроколориметрія, спектрофотометрія.
2. Електрохімічні методи аналізу. Поляррографія.

Варіант №25

1. Фотоелектроколориметрія. Основи методу. Закон Бугера-Ламберта-Бера.
2. Електрохімічні методи аналізу. рН-метрія

Перелік питань на МКР

1. Методи виділення біологічних речовин.
2. Загальні питання проведення та організації досліджень в біотехнології
3. Обладнання хімічної та біохімічної лабораторій.
4. Реактиви: класифікація, правила користування і зберігання.
5. Поняття про розчини. Їхня класифікація.
6. Способи вираження складу розчинів.
7. Обладнання для приготування розчинів
8. Методи седиментаційного аналізу. Коефіцієнт седиментації, константа седиментації.
9. Метод седиментаційної рівноваги.
10. Метод наближення до седиментаційної рівноваги.
11. Аналіз субклітинних фракцій. Застосування методу
12. Основні терміни й поняття в хроматографії.
13. Класифікація хроматографічних методів аналізу.
14. Хроматограма та її характеристики.
15. Теоретичне підґрунтя хроматографічного розділення речовин.
16. Ефективність і селективність хроматографічної колонки.
17. Хроматографічна система та представлення результатів хроматографії.
18. Приклади застосування хроматографічного методу
19. Газова хроматографія.
20. Вплив різних факторів на хроматографічне розділення суміші речовин.
21. Апаратурне оформлення газової хроматографії.
22. Характеристика газової хроматографії. Якісний і кількісний аналіз.
23. Практичне застосування газової хроматографії
24. Гель-хроматографія.
25. Розподільна хроматографія
26. Тонкошарова хроматографія. Принцип методу. Сфери застосування.
27. Іонообмінна та афінна хроматографії
28. Іонний обмін як принцип розділення.
29. Класифікація та властивості іонообмінних сорбентів.
30. Основні властивості іонітів.
31. Застосування іонообмінної хроматографії.
32. Афінна хроматографія. Принцип методу. Сфери застосування.
33. Теоретичне підґрунтя методу електрофорезу. Електрофоретична рухливість.
34. Методи електрофорезу: фронтальний, зональний, ізоелектричного фокусування, імуноелектрофорез, ізотахофорез. Типи носіїв.
35. Спеціальні електрофоретичні методи: високовольтний, безперервний (проточний).
36. Практичне застосування методів електрофорезу в біотехнології.
37. Вольтамперометрія.
38. Кулонометрія.
39. Кондуктометрія
40. Потенціометрія
41. Рівняння Нернста.
42. Індикаторний електрод.
43. Електроди порівняння.
44. Іон-селективні електроди.
45. Пряма потенціометрія. Потенціометричне титрування.
46. Біологічні та хімічні сенсорні системи
47. Будова та принцип роботи біологічних та хімічних сенсорів. Етапи розробки сенсорів. Сфери застосування.

48. Спектроскопія: теорія, класифікація, застосування
49. Суть спектроскопічних методів аналізу. Основні характеристики електромагнітного випромінювання. Класифікація спектроскопічних методів аналізу.
50. Використання спектроскопії в аналізі.
51. Закон Бугера-Ламберта-Бера.
52. Інфрачервона спектроскопія
53. Видима спектроскопія.
54. Ультрафіолетова, або електронна спектроскопія
55. Рефрактометричний метод аналізу. Застосування рефрактометрії в якісному та кількісному аналізі
56. Нефелометрія и турбіметрія.
57. Поляриметрія.
58. Основи мас-спектрометрії. Принципова будова мас-спектрометра. Способи введення зразка. Механізми іонізації
59. Імуноферментний аналіз