

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ БІОЛОГІЧНИЙ
КАФЕДРА ХІМІЇ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан біологічного факультету
О.О. Омелянчик
(ініціали та прізвище)
« 02 » Запоріжжя 2024

ФІЗИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЧОВИН
РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки бакалавра
очної (денної) та заочної (дистанційної) форм здобуття освіти
спеціальності 102 Хімія
освітньо-професійна програма «Хімія»

Укладач: Корнет Марина Миколаївна, к.б.н., доцент, доцент

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри хімії

Протокол № 6 від «25» 01 2024 р.
Завідувач кафедри хімії

(підпис) О.А. Бражко
(ініціали, прізвище)

Ухвалено науково-методичною радою
біологічного факультету

Протокол № 5 від «02» 02 2024 р.
Голова науково-методичної ради
біологічного факультету

(підпис) Н.М. Притула
(ініціали, прізвище)

Погоджено
Гарант освітньо-професійної програми

(підпис) М.М. Корнет
(ініціали, прізвище)

2024 рік

1. Опис навчальної дисципліни

1	2	3
Галузь знань, спеціальність, освітня програма рівень вищої освіти	Нормативні показники для планування і розподілу дисципліни на змістові модулі	Характеристика навчальної дисципліни
		Очна (денна) форма здобуття освіти
Галузь знань <u>10 Природничі науки</u>	Кількість кредитів – 3	Обов’язкова
		Цикл професійної підготовки спеціальності
Спеціальність <u>102 Хімія</u>	Загальна кількість годин –90	Семестр:
		8-й
Освітньо-професійна програма <u>Хімія</u>	*Змістових модулів – 4	Лекції
		14 год.
Рівень вищої освіти: бакалаврський	Кількість поточних контрольних заходів – 10	Лабораторні
		26 год.
		Самостійна робота
		50 год.
		Вид підсумкового семестрового контролю: екзамен

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Фізичні методи дослідження речовини» є: засвоєння студентами основних принципів найважливіших фізичних методів дослідження складу речовини, структури молекул; ознайомлення з класифікацією фізичних методів дослідження речовин, їх можливостями та галузями використання; порівнянням методів за метрологічними характеристиками; вивчення взаємної компліментарності різних методів; закріплення знання з фізики, аналітичної, органічної та фізколоїдної хімії, що дозволяє в процесі навчання оволодіти вмінням працювати на сучасних приладах; показати органічний взаємозв’язок фізичних та фізико-хімічних методів дослідження речовин з іншими дисциплінами фундаментального та професійно-орієнтованого напрямку; дати необхідну базу для подальшого самовдосконалення шляхом самостійної підготовки; здійснення формування професійних компетентностей майбутнього хіміка, лаборанта хімічної лабораторії тощо. Особливу увагу у даному курсі приділено оптичними методам та їх використанню на конкретних прикладах аналізу структури складних органічних молекул.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Фізичні методи дослідження речовини» є: поглиблення знань студентів стосовно класифікації фізичних методів аналізу та характеристики окремих методів, засвоєння правил обробки результатів спостережень та розуміння залежності співвідношення між складом і властивостями хімічних рівноважних систем; оволодіння навичками вимірювання фізичних параметрів систем відповідними приладами при умові засвоєння принципів роботи, знання можливостей та недоліків апаратури, меж їх використання, можливих похибок та причин їх виникнення.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати:**

- Номенклатуру та класифікацію методів досліджень.
- Теоретичні засади, що лежать в основі певних видів фізичних та фізико-хімічних методів аналізу.
 - Особливості роботи приладів, що відносяться до коливальної, електронної спектроскопії, ЯМР, ЕПР, мас-спектрометрії.
 - Особливості обробки результатів експерименту.
 - Межі використання окремих видів інструментального аналізу.
 - Алгоритм обробки дослідного матеріалу, особливості врахування різних видів похибок та їх аналізу.

вміти:

- Готувати до експерименту об'єкти дослідження.
- Виконувати заміри в межах лабораторних робіт з фізичних методів аналізу.
- Проводити структурний, якісний та кількісний аналіз за сумою методів дослідження.
 - Аналізувати одержані експериментальні результати, оформивши їх у вигляді таблиць, графіків та діаграм.
 - Використовувати фізичні методи дослідження та віртуальні методи для ідентифікації якісного та кількісного складу дослідного зразка.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути таких результатів навчання (знання, уміння тощо) та компетентностей:

Заплановані робочою програмою результати навчання та компетентності	Методи і контрольні заходи
1	2
Компетентності ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми хімії або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів природничих наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов. ЗК 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями. ЗК 3. Здатність працювати у команді. ЗК 4. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації. ЗК 5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. ЗК 9. Прагнення до збереження навколишнього середовища. ЗК 10. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. ЗК 11. Здатність бути критичним і самокритичним. ЗК 13. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя. ЗК 14. Відкритість до застосування хімічних знань та вмінь в	Методи навчання: словесний, наочний, дослідницький, пошуковий, проблемний. Контрольні заходи: поточний контроль – тестування, виконання завдань лабораторних занять; підсумковий контроль – виконання індивідуального практичного завдання, складання екзамену.

широкому діапазоні майбутніх місць роботи та в повсякденному житті.

ЗК 15. Здатність здійснювати математичні розрахунки, оцінку та аналіз

помилки, правильно використовувати одиниці та способи представлення даних.

ЗК 16. Навички до представлення комплексних даних усно та письмово.

СК 1. Здатність застосовувати знання і розуміння математики та природничих наук для вирішення якісних та кількісних проблем в хімії.

СК 2. Здатність розпізнавати і аналізувати проблеми, застосовувати обґрунтовані методи вирішення проблем, приймати обґрунтовані рішення в області хімії.

СК 3. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт виходячи із вимог хімічної метрології та професійних стандартів в галузі хімії.

СК 4. Здатність до використання спеціального програмного забезпечення та моделювання в хімії.

СК 5. Здатність здійснювати сучасні методи аналізу даних.

СК 6. Здатність оцінювати ризики.

СК 7. Здатність здійснювати типові хімічні лабораторні дослідження.

СК 8. Здатність здійснювати кількісні вимірювання фізико-хімічних величин, описувати, аналізувати і критично оцінювати експериментальні данні.

СК 9. Здатність використовувати стандартне хімічне обладнання.

СК 10. Здатність до опанування нових областей хімії шляхом самостійного навчання.

СК 11. Здатність формулювати етичні та соціальні проблеми, які стоять перед хімією, та здатність застосовувати етичні стандарти досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (наукова доброчесність).

СК 12. Здатність застосовувати сучасні уявлення про теорію будови, номенклатуру, методи одержання та хімічні перетворення речовин; взаємозв'язок будови, реакційної здатності та біологічної активності речовин.

СК 13. Навички в практичному застосуванні теоретичних відомостей.

СК 14. Здатність до критичного аналізу, діагностики й корекції власної педагогічної діяльності, оцінки педагогічного досвіду.

СК 15.1. Здатність використовувати знання про властивості основних об'єктів довкілля, що впливають на строки, способи та методи відбору проб, пробопідготовки та аналіз хімічного складу для підбору хіміко-аналітичних, метрологічних, експлуатаційних характеристик найбільш поширених методів аналізу.

СК 16.1. Здатність до застосовувати уміння й навичок для проведення технічного аналізу сировини напівпродуктів і готової продукції.

СК 17.2. Здатність проводити хімічний та фізико-хімічний

аналіз органічних сполук.

СК 18.2. Здатність до інтерпретації даних, отриманих в результаті лабораторних досліджень органічних сполук, та до структурного аналізу речовин за ІЧ-, спектрами H^1 та C^{13} , мас-спектрами.

СК 15.3. Здатність демонструвати знання сучасних та класичних методів, методик інструментального контролю якості продукції.

СК 16.3. Здатність застосовувати уміння й навички для проведення органолептичних та фізико-хімічних досліджень харчових продуктів.

Результати навчання

ПРН1. Розуміти ключові хімічні поняття, основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються природничих наук та наук про життя і землю, а також хімічних технологій на рівні, достатньому для їх застосування у професійній діяльності та для забезпечення можливості в подальшому глибоко розуміти спеціалізовані області хімії.

ПРН 2. Розуміти основи математики на рівні, достатньому для досягнення інших результатів навчання, передбачених цим стандартом та освітньою програмою.

ПРН 3. Описувати хімічні дані у символічному вигляді.

ПРН 4. Розуміти основні закономірності та типи хімічних реакцій та їх характеристики.

ПРН 5. Розуміти зв'язок між будовою та властивостями речовин.

ПРН 6. Розуміти періодичний закон та періодичну систему елементів, описувати, пояснювати та передбачати властивості хімічних елементів та сполук на їх основі.

ПРН 8. Знати принципи і процедури фізичних, хімічних, фізико-хімічних методів дослідження, типові обладнання та прилади.

ПРН 9. Планувати та виконувати хімічний експеримент, застосовувати придатні методики та техніки приготування розчинів та реагентів.

ПРН 10. Застосовувати основні принципи термодинаміки та хімічної кінетики для вирішення професійних завдань.

ПРН 11. Описувати властивості аліфатичних, ароматичних, гетероциклічних та органометалічних сполук, пояснювати природу та поведінку функціональних груп в органічних молекулах.

ПРН 12. Знати основні шляхи синтезу в органічній хімії, включаючи функціональні групові взаємоперетворення та формування зв'язку карбон-карбон, карбон-гетероатом.

ПРН 13. Аналізувати та оцінювати дані, синтезувати нові ідеї, що стосуються хімії та її прикладних застосувань.

ПРН 14. Здійснювати експериментальну роботу з метою перевірки гіпотез та дослідження хімічних явищ і закономірностей.

ПРН 15. Спроможність використовувати набуті знання та вміння для розрахунків, відображення та моделювання хімічних систем та процесів, обробки експериментальних даних.

ПРН 16. Виконувати комп'ютерні обчислення, що мають відношення до хімічних проблем, використовуючи стандартне

та спеціальне програмне забезпечення, навички аналізу та відображення результатів.

ПРН 17. Працювати самостійно або в групі, отримати результат у межах обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність та наукову добросовісність.

ПРН 18. Демонструвати знання та розуміння основних фактів, концепцій, принципів та теорій з хімії.

ПРН 19. Використовувати свої знання, розуміння, компетенції та базові інженерно-технологічні навички на практиці для вирішення задач та проблем відомої природи.

ПРН 20. Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії.

ПРН 21. Здійснювати моніторинг та аналіз наукових джерел інформації та фахової літератури.

ПРН 22. Обговорювати проблеми хімії та її прикладних застосувань з колегами та цільовою аудиторією державною та іноземною мовами.

ПРН 23. Грамотно представляти результати своїх досліджень у письмовому вигляді державною та іноземною мовами з урахуванням мети спілкування.

ПРН 24. Використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації даних.

ПРН 25. Оцінювати та мінімізувати ризики для навколишнього середовища при здійсненні професійної діяльності.

ПРН 28.1. Знати та вміти використовувати основні підходи та методи аналізу хімічного складу різноманітних за природою агрегатним станом та хімічним складом об'єктів.

ПРН 30.2. Мати уявлення щодо стратегії і тактики сучасного органічного синтезу, принципів використання фізичних методів дослідження для контролю перебігу хімічних процесів; принципів виявлення відповідності між структурою речовини, її фізико-хімічними властивостями, реакційною здатністю та методами її синтезу та щодо основних положень теорії планування експерименту.

Міждисциплінарні зв'язки. Знання, отримані студентами з дисципліни «Фізичні методи дослідження речовин» дозволяють закріпити знання з фізики, аналітичної, органічної та фізколоїдної хімії, що надалі сприяє формуванню у студентів умінь працювати на сучасних приладах; показати органічний взаємозв'язок фізичних методів дослідження з іншими дисциплінами фундаментального та професійно-орієнтованого напрямку; дати необхідну базу для подальшого самовдосконалення шляхом самостійної підготовки.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Рефрактометрія, поляриметрія та основи спектроскопії

Тема 1. Загальне поняття про фізичні методи дослідження. Рефрактометрія. Поляриметрія.

Визначення поняття фізичних методів дослідження. Пряма й обернена задача фізичних методів дослідження. Їх метрологічні характеристики, вимоги до фізичних методів досліджень Чутливість. Селективність. Вибірковість. Класифікація фізичних методів аналізу. Предмет і завдання інструментальних методів аналізу. Рефрактометрія та поляриметрія. Апаратура та обладнання. Загальні поняття. Заломлення. Абсолютний та відносний показники заломлення. Рефрактометри Аббе та Пульфріха. Оптично активні речовини. Асиметричний атом карбону. Поляриметри. Молекулярна рефракція в аналізі хімічних об'єктів. Екзальтація молекулярної рефракції.

Тема 2. Основи спектроскопії. Методи атомної спектроскопії.

Основи спектроскопії. Класифікація спектроскопічних методів та спектрів. Методи атомної спектроскопії. Схема реалізації методів атомної спектроскопії. Переваги та недоліки методів атомної спектроскопії. Атомно-емісійна спектроскопія, атомно-абсорбційна спектроскопія, атомно-флуоресцентна спектроскопія

Змістовий модуль 2. Оптичні методи дослідження

Тема 3. Методи оптичної молекулярної спектроскопії (коливальна спектроскопія).

Коливальна спектроскопія. Інфрачервона спектроскопія, Фур'є-спектроскопія. Спектроскопія комбінаційного розсіювання. Загальні поняття: електромагнітне випромінювання, фотони, спектри, коливальна спектроскопія, ІЧ-спектроскопія, спектроскопія КР, Фур'є-спектроскопія, спектральні сигнали, спектральні діапазони, закон Ламберта-Бугера-Бера. Апаратура. Комплексне використання. Спектри дослідження. Близня та дальня інфрачервоні області вимірювання. Деформаційні та валентні коливання. Рівняння Нерста. Виготовлення зразків. Дослідження ІЧ-спектру. Фур'є приставки. Проведення ідентифікації та кількісного аналізу.

Тема 4. Методи оптичної молекулярної спектроскопії (електронна спектроскопія)

Електронна спектроскопія. УФ-спектроскопія. Люмінесцентний, флуоресцентний аналізи. Загальні поняття. Апаратура. Виготовлення зразків. Дослідження УФ-спектрів. Молярний та відносний коефіцієнт екстинкції. Проведення ідентифікації та кількісного аналізу. Використання для дослідження хімічних речовин.

Змістовий модуль 3. Резонансні методи дослідження

Тема 5. Спектроскопія ядерного магнітного резонансу.

Основні поняття спектроскопії ядерного магнітного резонансу. Походження спектрів ЯМР. Хімічний зсув. Спін-спінова взаємодія. Спектри ЯМР, зокрема спектри ПМР. ЯМР-спектрометри. Загальні принципи розшифровки спектрів в ЯМР при проведенні структурного аналізу. Дослід структури комплексних сполук, благородних газів, швидко протікаючи процесів (протонний обмін, таутомерія). Прилади.

Тема 6. Мас-спектрометрія.

Основні поняття мас-спектрометрії та хромато-мас-спектрометрії. Теоретичні основи методу мас-спектрометрії. Апаратура для проведення мас-спектроскопії. Розшифровка мас-спектрів. Хромато-мас-спектроскопія. Проведення ідентифікації та кількісного аналізу. Комплексне використання ЯМР-спектроскопія.

Змістовий модуль 4. Хроматографічні методи дослідження

Тема 7. Хроматографічні методи аналізу. Основи процесу. Газова хроматографія.

Загальні поняття. Загальна характеристика хроматографічних методів та їх класифікація. Фізико-хімічні основи хроматографії. Матеріали, апаратура та обладнання. Рухома фаза, нерухома фаза, елюент, сорбат, сорбент, адсорбція, хроматограма. Газова хроматографія. Проведення ідентифікації та кількісного аналізу. Використання для дослідження хімічних об'єктів. Комплексне використання.

Тема 8. Хроматографічні методи аналізу. Рідинна хроматографія.

Загальні поняття. Класифікація. Матеріали, апаратура та обладнання. Хроматографічні константи. Рідинна хроматографія. Паперова хроматографія. Тонкошарова хроматографія. Іонообмінна хроматографія. Проведення ідентифікації та кількісного аналізу. Використання для дослідження різних сполук. Комплексне використання.

4. Структура навчальної дисципліни

Змістовий модуль	Усього годин	Аудиторні (контактні) години						Самостійна робота, год		Система накопичення балів		
		Усього годин		Лекційні заняття, год		Практичні заняття, год				Теор. зав-ня, к-ть балів	Практ. зав-ня, к-ть балів	Усього балів
				о/д ф.	з/дист ф.	о/д ф.	з/дист ф.	о/д ф.	з/дист ф.			
1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11	12
		о/д ф.	з/дист ф.									
1	15	10	-	3	-	7	-	5	-	4	6	10
2	15	10	-	4	-	6	-	5	-	11	9	20
3	15	10	-	3	-	7	-	5	-	4	6	10
4	15	10	-	4	-	6	-	5	-	11	9	20
Усього за змістові модулі	60	40	-	14	-	26	-	20	-	30	30	60
Підсумковий семестровий контроль екзамен										40		
Загалом										100		

5. Теми лекційних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин
		о/д ф.
1	2	3
1	Загальне поняття про фізичні методи дослідження. Рефрактометрія. Поляриметрія.	1
1	Основи спектроскопії. Методи атомної спектроскопії.	2
2	Методи оптичної молекулярної спектроскопії (коливальна спектроскопія).	2
2	Методи оптичної молекулярної спектроскопії (електронна спектроскопія)	2
3	Спектроскопія ядерного магнітного резонансу.	1
3	Мас-спектрометрія.	2
4	Хроматографічні методи аналізу. Основи процесу. Газова хроматографія.	2
4	Хроматографічні методи аналізу. Рідинна хроматографія.	2
	Всього	14

6. Теми лабораторних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин
		о/д ф.
1	Загальні поняття фізичних методів дослідження. Рефрактометрія. Поляриметрія.	3
1	Основи спектроскопії. Методи атомної спектроскопії.	4
2	Методи оптичної молекулярної спектроскопії (коливальна спектроскопія).	3
2	Методи оптичної молекулярної спектроскопії (електронна спектроскопія)	3
3	Спектроскопія ядерного магнітного резонансу.	3
3	Мас-спектрометрія.	4
4	Хроматографічні методи аналізу. Основи процесу. Газова хроматографія.	3
4	Хроматографічні методи аналізу. Рідинна хроматографія.	3
	Всього	26

7. Види і зміст поточних контрольних заходів *

№ змістового модуля	Вид поточного контрольного заходу	Зміст поточного контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
1	Теоретичне завдання Усне обговорення питань	<p>Питання для підготовки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Які фізичні явища лежать в основі ФМД в хімії? 2. Дайте визначення прямої та оберненої задачі фізичного методу. 3. У чому полягає інтеграція ФМД? 4. Дайте визначення поняття «аналітичний рефрактометричний фактор». Яким чином його можна визначити? 5. Напишіть формулу для визначення молекулярної рефракції та її розмірність. Які властивості має молекулярна рефракція? 6. Що називається абсолютним і відносним показником заломлення? Від чого він залежить? 7. Що називається екзальтацією молекулярної рефракції? 8. Що таке показник заломлення, від яких факторів він залежить, за якою формулою вираховується? 9. Поясніть залежність кута повороту площини поляризації від довжини хвилі. 10. Що таке поляризація світла, її види та характеристики? 11. Назвіть переваги і недоліки рефрактометричного та поляриметричного методів. 12. Яке застосування рефрактометрії та поляриметрії в біології та хімії? 	<p>0-0,5 бали – студент не знає значної частини програмного матеріалу, є суттєві помилки при висвітленні понять, на додаткові питання відповідає не по суті; студент в загальній формі розбирається у матеріалі, відповідь неповна, неглибока, містить неточності, робить помилки при формулюванні понять, відчуває труднощі, застосовуючи знання при наведенні прикладів.</p> <p>0,5-1,5 бали – відповідь досить повна, логічна, з елементами самостійності, але містить деякі неточності або пропуски в неосновних питаннях, недостатня чіткість у визначенні понять.</p> <p>2 балів – відповідь студента бездоганна за змістом, формою, обсягом; студент у повній мірі засвоїв увесь програмний матеріал, показує знання не лише основної, але й додаткової літератури, наводить власні міркування, робить узагальнюючі висновки, вдало наводить приклади.</p>	2 + 2

		<p>13. За якими ознаками можна класифікувати методи спектроскопії?</p> <p>14. Охарактеризуйте спектри флюоресценції та фосфоресценції.</p> <p>15. Які є одиниці вимірювання довжини хвилі?</p> <p>16. Як визначається частота й довжина хвилі для монохроматичної спектральної лінії?</p> <p>17. Якою формулою виражається інтенсивність світла, випромінюваного при електронному переході з рівня T на основний рівень?</p> <p>18. Який закон діє в атомно-абсорбційній спектрометрії?</p> <p>19. Яких умов потрібно дотримуватись для вимірювання величини атомного поглинання A?</p> <p>20. Як визначають інтенсивність флуоресцентного випромінювання?</p> <p>21. Опишіть атомно-флуоресцентну спектрометрію.</p> <p>22. Які переваги методів атомної спектроскопії?</p> <p>23. Які недоліки методів атомної спектроскопії?</p>		
Практичне завдання Лабораторне заняття 1 і 2	Письмове розв'язування розрахункових завдань та оформлення протоколу лабораторної роботи		<p>2,5 – 3 бали – здобувач освіти отримує за виконання всіх поставлених завдань лабораторного заняття,</p> <p>1 – 2,5 бали – здобувач освіти отримує за виконання поставлених завдань лабораторного заняття. В оформленні роботи є незначні помилки.</p>	3 + 3

			<p>0,5 – 1 бал – здобувач освіти отримує за виконання завдань лабораторного заняття в неповному обсязі. В оформленні роботи є значні помилки.</p> <p>0 – 0,5 бал – здобувач освіти отримує за виконання менше 30% поставлених завдань лабораторного заняття. В оформленні роботи є значні помилки.</p>	
Усього за ЗМ 1 контр. заходів	2			10
2	Теоретичне завдання Усне обговорення питань	<p>Питання для підготовки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Дайте визначення поняття «ІЧ-спектроскопія». 2. Опишіть алгоритм приготування зразків для проведення ІЧ-спектроскопії. Навіщо при зйомці ІЧ-спектрів поглинання порошкоподібних або дрібнокристалічних речовин використовуються імерсійні середовища (вазелинове масло) або KBr? 3. Сформулюйте основний закон, який використовується для кількісного аналізу в ІЧ-спектроскопії. 4. Яку інформацію можна отримати з ІЧ-спектрів? Яким чином можна провести якісний і кількісний аналіз за ІЧ-спектрами? 5. Які переваги та недоліки методу ІЧ-спектроскопії Вам відомі? 6. Що таке Фур'є-спектроскопія? Який спектр використовується при Фур'є-перетворенні? 7. Чому при всій складності отримання 	<p>0-0,5 бали – студент не знає значної частини програмного матеріалу, є суттєві помилки при висвітленні понять, на додаткові питання відповідає не по суті; студент в загальній формі розбирається у матеріалі, відповідь неповна, неглибока, містить неточності, робить помилки при формулюванні понять, відчуває труднощі, застосовуючи знання при наведенні прикладів.</p> <p>0,5-1,5 бали – відповідь досить повна, логічна, з елементами самостійності, але містить деякі неточності або пропуски в неосновних питаннях, недостатня чіткість у визначенні понять.</p> <p>2 балів – відповідь студента бездоганна за змістом, формою, обсягом; студент у повній мірі засвоїв увесь програмний матеріал, показує знання не лише основної, але й додаткової літератури, наводить власні міркування, робить узагальнюючі висновки, вдало наводить приклади.</p>	2

		<p>спектрів при Фур'є-спектроскопії вона має переваги над іншими спектральними приладами?</p> <p>8. Які прилади входять до Фур'є-спектроскопії?</p> <p>9. Дайте визначення спектроскопії комбінаційного розсіювання світла.</p> <p>10. Охарактеризуйте спектри КР органічних матеріалів.</p> <p>11. Охарактеризуйте переваги спектроскопії комбінаційного розсіювання світла.</p> <p>12. У яких ділянках спектра проявляються переходи між оберतालними, коливальними та електронними станами молекули?</p> <p>13. Як пов'язане хвильове число з довжиною хвилі?</p> <p>14. Яке значення дифракційної решітки в спектральному приладі?</p> <p>15. Опишіть взаємодію електромагнітного випромінювання зі сполукою.</p> <p>16. Дайте визначення УФ-спектроскопії.</p> <p>17. З чим пов'язано формування широких смуг, а не чітких ліній у молекулярних абсорбційних спектрах в УФ-ділянці?</p> <p>18. Для чого потрібен диспергуючий елемент?</p> <p>19. Який принцип роботи спектрофотометра?</p> <p>20. Дайте загальну характеристику спектральним приладам, назвіть принципи їх класифікації.</p> <p>21. Яке випромінювання застосовуються в електронній спектроскопії?</p> <p>22. Яке застосування електронної спектроскопії?</p>		
--	--	--	--	--

		<p>23. Які фактори впливають на інтенсивність люмінесценції?</p> <p>24. Дайте характеристику наступним поняттям – флуоресценція, фосфоресценція, загальмована флуоресценція.</p> <p>25. Розрахуйте частоту, хвильове число та енергію квантів світла з довжиною хвилі: 50 нм; 120 нм; 220 нм; 300 нм; 450 нм; 550 нм; 620 нм; 780 нм; 900 нм.</p> <p>26. Розрахуйте молярний коефіцієнт світлопоглинання міді (II), якщо оптична щільність розчину, який містить 0,24 мг міді в 250 мл, при довжині кювети 0,050 м складає 0,14.</p>		
Практичне завдання Лабораторне заняття 3	Письмове розв'язування розрахункових завдань та оформлення протоколу лабораторної роботи	<p>2,5 – 3 бали – здобувач освіти отримує за виконання всіх поставлених завдань лабораторного заняття,</p> <p>1 – 2,5 бали – здобувач освіти отримує за виконання поставлених завдань лабораторного заняття. В оформленні роботи є незначні помилки.</p> <p>0,5 – 1 бал – здобувач освіти отримує за виконання завдань лабораторного заняття в неповному обсязі. В оформленні роботи є значні помилки.</p> <p>0 – 0,5 бал – здобувач освіти отримує за виконання менше 30% поставлених завдань лабораторного заняття. В оформленні роботи є значні помилки.</p>	3	
Тестовий контроль в СЕЗН ЗНУ на платформі Moodle	Вибіркові тестові запитання з однією правильною відповіддю за темами першого і другого змістового модулю.	Автоматичне оцінювання тестового контролю максимально в 3 бали (за умови виконання тестів не менше ніж на 85%. Кількість спроб – 2 спроби. Час	3	

			проходження до першої атестації.	
	Атестаційна робота №1	Атестаційна робота №1 виконується студентом за індивідуальним варіантом у визначений час. Кожна робота містить опис, тести і теоретичні і практичні завдання.	<p>11-12 балів – студент самостійно виконує не менше 90% завдань; письмова робота оформлена акуратно та у відповідності до вимог.</p> <p>7-10 балів – студент самостійно виконує не менше 60% завдань.</p> <p>3-6 бали(ів) – студент самостійно виконує не менше 30% завдань.</p> <p>1-2 бал(и) – студент самостійно виконує близько 10% завдань.</p>	12
Усього за ЗМ 2 контр. заходів	3			20
3	Теоретичне завдання Усне обговорення питань	<p>Питання для підготовки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. У чому сутність методу ЯМР-спектроскопії? 2. У чому полягає явище ядерного магнітного резонансу? 3. Дайте визначення поняття «хімічний зсув». Які фактори впливають на величину хімічного зсуву? 4. Чим характеризують положення сигналу в спектрах ЯМР? 5. Опишіть спін-спінову взаємодію. 6. Охарактеризуйте основні вузли ЯМР спектрометрів. 7. Яке джерело випромінювання в ЯМР-спектрометрі? 8. Опишіть спектроскопію протонного магнітного резонансу та ПМР-спектр. 9. Які речовини-еталони в спектроскопії ЯМР, 	<p>0-0,5 бали – студент не знає значної частини програмного матеріалу, є суттєві помилки при висвітленні понять, на додаткові питання відповідає не по суті; студент в загальній формі розбирається у матеріалі, відповідь неповна, неглибока, містить неточності, робить помилки при формулюванні понять, відчуває труднощі, застосовуючи знання при наведенні прикладів.</p> <p>0,5-1,5 бали – відповідь досить повна, логічна, з елементами самостійності, але містить деякі неточності або пропуски в неосновних питаннях, недостатня чіткість у визначенні понять.</p> <p>2 балів – відповідь студента бездоганна за змістом, формою, обсягом; студент у повній мірі засвоїв увесь програмний матеріал, показує знання не лише основної, але й</p>	2+2

		<p>яким вимогам вони повинні відповідати?</p> <p>10. Для яких досліджень використовують ЯМР-спектроскопію?</p> <p>11. Дайте визначення поняття «мас-спектроскопія»? Наскільки точним і чутливим є метод?</p> <p>12. На чому засновані якісний та кількісний мас-спектральний аналіз сумішей?</p> <p>13. Яка межа виявлення (чутливість) мас-спектрометрії?</p> <p>14. Наведіть принципову блок-схему мас-спектрометра та поясніть принцип його роботи.</p> <p>15. До яких методів відноситься мас-спектроскопія?</p> <p>16. Назвіть способи іонізації, за якими класифікують мас-спектрометри.</p> <p>17. З якими іншими методами можна поєднати мас-спектрометрію?</p> <p>18. Дайте визначення поняття «хромато-мас-спектроскопія»?</p> <p>19. Який найбільш зручний газ-носіє для методу мас-спектрометрії і які функції газу-носія?</p> <p>20. У яких галузях використовується метод мас-спектрометрії та хромато-мас-спектрометрії?</p>	<p>додаткової літератури, наводить власні міркування, робить узагальнюючі висновки, вдало наводить приклади.</p>	
<p>Практичне завдання Лабораторне заняття 4 і 5</p>		<p>Письмове розв'язування розрахункових завдань та оформлення протоколу лабораторної роботи</p>	<p>2,5 – 3 бали – здобувач освіти отримує за виконання всіх поставлених завдань лабораторного заняття, 1 – 2,5 бали – здобувач освіти отримує за виконання поставлених завдань лабораторного заняття. В оформленні роботи</p>	<p>3+3</p>

			<p>є незначні помилки.</p> <p>0,5 – 1 бал – здобувач освіти отримує за виконання завдань лабораторного заняття в неповному обсязі. В оформленні роботи є значні помилки.</p> <p>0 – 0,5 бал – здобувач освіти отримує за виконання менше 30% поставлених завдань лабораторного заняття. В оформленні роботи є значні помилки.</p>	
Усього за ЗМ 3 контр. заходів	2			10
4	Теоретичне завдання Усне обговорення питань	<p>Питання для підготовки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Яка роль рухомої та не рухомої фаз? Наведіть приклади рухомих та нерухомих фаз в ТШХ. 2. Наведіть класифікацію хроматографічних методів за агрегатним станом фаз, апаратним оформленням процесу, механізмом розподілу та способом отримання хроматограм. 3. Назвіть позитивні та негативні риси паперової хроматографії. 4. Як отримують одно- та двовимірну хроматограми? 5. Що таке константа розподілу? Охарактеризуйте величину R_f. 6. Які переваги методу ТШХ? 7. Які теоретичні основи методу ТШХ? 8. На чому ґрунтується іонообмінна хроматографія? 9. Які речовини використовують у газовій хроматографії як рухому фазу? 	<p>0-0,5 бали – студент не знає значної частини програмного матеріалу, є суттєві помилки при висвітленні понять, на додаткові питання відповідає не по суті; студент в загальній формі розбирається у матеріалі, відповідь неповна, неглибока, містить неточності, робить помилки при формулюванні понять, відчуває труднощі, застосовуючи знання при наведенні прикладів.</p> <p>0,5-1,5 бали – відповідь досить повна, логічна, з елементами самостійності, але містить деякі неточності або пропуски в неосновних питаннях, недостатня чіткість у визначенні понять.</p> <p>2 балів – відповідь студента бездоганна за змістом, формою, обсягом; студент у повній мірі засвоїв увесь програмний матеріал, показує знання не лише основної, але й додаткової літератури, наводить власні міркування, робить узагальнюючі висновки,</p>	2

		<p>10. На чому ґрунтується поділ у газо-адсорбційній хроматографії?</p> <p>11. На які види ділиться рідинна хроматографія за механізмом розділення речовин нерухомою фазою?</p> <p>12. На скільки (нм) детектори ВЕРХ органічних речовин поглинають світло?</p> <p>13. Опишіть основні елементи обладнання, яке використовується для визначення ВЕРХ.</p> <p>14. Які переваги методу гель-фільтрації порівняно з іншими методами хроматографії?</p> <p>15. Який вид рідинної хроматографії найбільш ефективний для поділу оптичних ізомерів?</p> <p>16. Чим відрізняються між собою газова та рідинна хроматографія?</p>	вдало наводить приклади.	
Практичне завдання Лабораторне заняття 6	Письмове розв'язування розрахункових завдань та оформлення протоколу лабораторної роботи	<p>2,5 – 3 бали – здобувач освіти отримує за виконання всіх поставлених завдань лабораторного заняття,</p> <p>1 – 2,5 бали – здобувач освіти отримує за виконання поставлених завдань лабораторного заняття. В оформленні роботи є незначні помилки.</p> <p>0,5 – 1 бал – здобувач освіти отримує за виконання завдань лабораторного заняття в неповному обсязі. В оформленні роботи є значні помилки.</p> <p>0 – 0,5 бал – здобувач освіти отримує за виконання менше 30% поставлених завдань лабораторного заняття. В оформленні роботи є значні помилки.</p>		3
Тестовий контроль в СЕЗН	Вибіркові тестові запитання з однією правильною відповіддю за темами третього і	Автоматичне оцінювання тестового контролю максимально в 3 бали (за умови		3

	ЗНУ на платформі Moodle	четвертого змістового модулю.	виконання тестів не менше ніж на 85%. Кількість спроб – 2 спроби. Час проходження до другої атестації.	
	Атестаційна робота №2	Атестаційна робота №2 виконується студентом за індивідуальним варіантом у визначений час. Кожна робота містить опис, тести і теоретичні і практичні завдання.	11-12 балів – студент самостійно виконує не менше 90% завдань; письмова робота оформлена акуратно та у відповідності до вимог. 7-10 балів – студент самостійно виконує не менше 60% завдань. 3-6 бали(ів) – студент самостійно виконує не менше 30% завдань. 1-2 бал(и) – студент самостійно виконує близько 10% завдань.	12
Усього за ЗМ 4 контр. заходів	3			20
Усього за змістові модулі контр. заходів	10			60

8. Підсумковий семестровий контроль

Форма	Види підсумкових контрольних заходів	Зміст підсумкового контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
Екзамен	Теоретичне завдання	<p>Питання для підготовки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Класифікація фізико-хімічних методів аналізу. 2. Чутливість, селективність та вибірковість інструментальних методів аналізу. 3. Які фізичні явища лежать в основі фізичних та фізико-хімічних методів дослідження? 4. Дайте визначення прямої та оберненої задачі, предмет і завдання фізичних методів дослідження. 5. Загальна характеристика рефрактометрії. 6. Що називається абсолютним і відносним показником заломлення та від яких факторів він залежить? 7. Як визначити показник заломлення за допомогою рефрактометра? 8. Яка будова, оптична схема рефрактометра Аббе і принцип його дії? 9. Як розрахувати концентрацію речовини за показником заломлення? Що показує аналітичний рефрактометричний фактор? 10. Молекулярна рефракція в аналізі хімічних об'єктів та екзальтація молекулярної рефракції. 11. Назвіть переваги та недоліки рефрактометричного методу та його застосування в хімії. 12. Що таке поляризація світла, її види та характеристики? 13. Загальна характеристика поляриметрії. Що таке оптично активні речовини та асиметричний атом 	<p>Екзаменаційний білет складається з чотирьох завдань: 3 теоретичних та одного практичного. Результат виконання теоретичного та практичного екзаменаційних завдань оцінюється кожне за такою шкалою:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 5 балів передбачає високий рівень знань і навичок. При цьому відповідь повні, логічна, з елементами самостійності, доцільно використовує вивчений матеріал при наведенні прикладів. Студент показує знання додаткової літератури. – 4 бали передбачає досить високий рівень знань і навичок. При цьому відповідь логічна, містить деякі неточності при формулюванні узагальнень, наведенні прикладів. Можливі труднощі при формулюванні узагальнюючих висновків, слабке знання додаткової літератури. Додаткова література недостатньо пророблена. – 3 бали передбачає наявність знань лише основної літератури, студент відповідає по суті питання і в загальній формі розбирається у матеріалі, але відповідь неповна і містить неточності, порушується послідовність викладання матеріалу, виникають труднощі, застосовуючи знання при наведенні прикладів. – 2 бали передбачає неповні знання студента основної літератури. Студент лише в 	20

	<p>карбону?</p> <p>14. Перелічіть фактори, які заважають при поляриметричних вимірах.</p> <p>15. Поясніть залежність кута повороту площини поляризації від довжини хвилі.</p> <p>16. Спектральний сигнал та його основні характеристики.</p> <p>17. Опишіть взаємодію електромагнітного випромінювання зі сполукою.</p> <p>18. У яких ділянках спектру проявляються переходи між оберतालними, коливальними та електронними станами молекули?</p> <p>19. Класифікація спектроскопічних методів та спектрів.</p> <p>20. Методи атомної спектроскопії та схема їх реалізації.</p> <p>21. Атомно-емісійна спектроскопія.</p> <p>22. Атомно-абсорбційна спектроскопія. Який закон діє в атомно-абсорбційній спектрометрії?</p> <p>23. Атомно-флуоресцентна спектроскопія. Як визначають інтенсивність флуоресцентного випромінювання?</p> <p>24. Загальна характеристика коливальної спектроскопії.</p> <p>25. Загальна характеристика спектрофотометрії в інфрачервоній області спектру. Деформаційні та валентні коливання.</p> <p>26. Опишіть алгоритм приготування зразків для проведення ІЧ-спектроскопії?</p> <p>27. Яку інформацію можна отримати з ІЧ-спектрів? Якісний і кількісний аналіз за ними.</p> <p>28. Які переваги та недоліки методу ІЧ-спектроскопії Вам відомі? Рівняння Нерста.</p>	<p>загальній формі розбирається у матеріалі, відповідь неповна і неглибока. Студент дає недостатньо правильні формулювання, порушує послідовність викладення матеріалу, відчуває труднощі при наведенні прикладів. Відповідь оформлена неохайно, зі значною кількістю помилок.</p> <p>– 1 бал ставиться, коли студент не знає значної частини програмного матеріалу, допускає суттєві помилки при формулюванні та висвітленні понять, на додаткові питання відповідає не по суті, робить велику кількість помилок при відповіді.</p> <p>– 0 балів ставиться, коли студент не розкрив поставлені питання, не засвоїв матеріал в обсязі, достатньому для подальшого навчання.</p>	
--	--	---	--

	<p>29. Що таке Фур'є-спектроскопія? Який спектр використовується при Фур'є-перетворенні?</p> <p>30. Чому при всій складності отримання спектрів при Фур'є-спектроскопії вона має переваги над іншими спектральними приладами?</p> <p>31. Дайте визначення спектроскопії комбінаційного розсіювання світла та його застосування.</p> <p>32. Охарактеризуйте спектри комбінаційного розсіювання органічних сполук.</p> <p>33. Загальна характеристика електронної спектроскопії (УФ і видима області).</p> <p>34. УФ-спектроскопія та її основні поняття. Молярний та відносний коефіцієнт екстинкції.</p> <p>35. На чому базується фотоелектроколориметричний метод аналізу. Принцип роботи на фотоелектроколориметрі.</p> <p>36. Який принцип роботи спектрофотометра?</p> <p>37. Структура органічних молекул і електронні спектри. Хромофори і ауксохроми.</p> <p>38. Загальне уявлення про люмінесценцію: визначення, класифікація в залежності від способу збудження, від природи люмінесцюювальних речовин та ін.</p> <p>39. Дайте характеристику наступним поняттям – флуоресценція, фосфоресценція, загальмована флуоресценція.</p> <p>40. Хроматографія: загальна характеристика та її класифікація.</p> <p>41. Основні поняття хроматографічних методів аналізу (рухома фаза, нерухома фаза, елюент, сорбат, сорбент, адсорбція, хроматограма).</p> <p>42. Хроматографія на папері. Класифікація. Яка роль рухомої та не рухомої фаз?</p>		
--	--	--	--

	<p>43. Опишіть метод тонкошарової хроматографії (ТШХ) та коротко охарактеризуйте її види.</p> <p>44. Як розрахувати коефіцієнт R_f для тонкошарової хроматографії? Які фактори впливають на його величину?</p> <p>45. На чому базується адсорбційна хроматографія? Що називається адсорбцією та які типи її вам відомі?</p> <p>46. Фізико-хімічні основи іонообмінної хроматографії та її характеристика.</p> <p>47. Підготовка катіоніту і аніоніту в іонообмінній хроматографії та регенерація колонки.</p> <p>48. Характеристика гель-фільтрації та її використання.</p> <p>49. На які види ділиться рідинна хроматографія за механізмом розділення речовин нерухою фазою?</p> <p>50. У чому полягає явище ядерного магнітного резонансу?</p> <p>51. У чому сутність методу ЯМР-спектроскопії?</p> <p>52. Загальна характеристика спектрів протонного магнітного резонансу. Спін-спінова взаємодія.</p> <p>53. Загальні принципи розшифровки спектрів ^{13}C в ЯМР при проведенні структурного аналізу.</p> <p>54. Дайте визначення поняття «хімічний зсув». Які фактори впливають на величину хімічного зсуву? Чим характеризують положення сигналу в спектрах ЯМР?</p> <p>55. Охарактеризуйте основні вузли ЯМР-спектрометрів. Яке джерело випромінювання в ЯМР-спектрометрі?</p> <p>56. Мас-спектроскопія: загальна характеристика та основні поняття. Наскільки точним і чутливим є метод?</p> <p>57. Назвіть способи іонізації, за якими класифікують мас-спектрометри.</p>		
--	--	--	--

	<p>58. На чому засновані якісний та кількісний мас-спектральний аналіз сумішей?</p> <p>59. Будова і принцип роботи мас-спектрометра.</p> <p>60. Що таке хромато-мас-спектрометрія та у яких галузях вона використовується?</p>		
Практичне завдання	<ol style="list-style-type: none"> 1. Використання рефрактометрії для аналізу. 2. Використання молекулярної рефрактометрії для аналізу. 3. Використання поляриметрії для аналізу. 4. Використання тонкошарової хроматографії для аналізу. 5. Використання атомноадсорбційної хроматографії для аналізу. 6. Використання газо-рідинної хроматографії для аналізу. 7. Використання гель-хроматографії для аналізу. 8. Використання мас-спектрометрії для аналізу. 9. Використання хромато-мас-спектрометрії для аналізу. 10. Використання газової хроматографії для аналізу. 11. Використання рідинної хроматографії для аналізу. 12. Використання газо-рідинної хроматографії для аналізу. 13. Використання гель-фільтрації для аналізу. 14. Використання йонообмінної хроматографії для аналізу. 15. Використання паперової хроматографії для аналізу. 16. Використання радіальної хроматографії для аналізу. 17. Використання капілярної хроматографії для аналізу. 18. Використання колоночної хроматографії для аналізу. 	<p><i>Результати</i> виконання студентом індивідуального практичного завдання оцінюється за такою <u>шкалою</u>:</p> <p>Вступ (2 бал): формулювання необхідності зазначених знань для професійного становлення майбутнього хіміка.</p> <p>Основна частина (1-12 балів): повнота розкриття питання (1-2 бали); опрацювання сучасних наукових інформаційних джерел (1-5 бали); цілісність, систематичність, логічна послідовність викладу (1-5 бали).</p> <p>Висновки (2 бал): уміння формулювати власне ставлення до проблеми, робити аргументовані висновки.</p> <p>Акуратність оформлення письмової роботи (1-2 бали).</p> <p>Підготовка комп'ютерної презентації (1-4 бали). уміння користуватися Інтернет ресурсом (1 бал); підбір і логічне розміщення графічних і фотозображень (1 бал); слайд-шоу (близько 15 слайдів) (1-2 бали).</p> <p>Загальна оцінка визначається як сума балів, отриманих студентом за кожним пунктом. Виконання індивідуального завдання оцінюється 0-20 балів.</p>	20

	<p>19. Використання турбідиметрії для аналізу. 20. Використання нефелометрії хроматографії для аналізу. роботи: Робота оформлюється у вигляді презентації - обсяг 15-20 слайдів. Обов'язкова наявність слайдів за наступними темами: 1. 1 слайд – титульна сторінка з зазначення теми, індивідуальних даних студента і року виконання. 2. 2 слайд – план 3. Слайд – характеристика методу 4. Слайд – теоретичні основи методу або особливості методу 5. Слайд – прилади 6. Слайд – блок-схема з поясненням приладів 7. Слайд – переваги методу 8. Слайд – недоліки методу 9. Слайд – метрологічні характеристики методу 10. Слайд – висновки 11. Слайд – 5 перевірочних запитань або тестів з відповідями. 12. Слайд – література (кількість проробленої літератури 5-10 джерел, обов'язкова наявність джерел за останні п'ять років). Інші слайди на вибір студента. - роботу завантажують до мудлу). Дедлайн до екзаменаційної сесії. У назві файлу – прізвище, група, коротко – тема.</p>		
Усього за підсумковий семестровий контроль			40

9. Рекомендована література

Основна:

1. Корнет М. М., Бражко О. А., Омелянчик Л. О. Фізичні методи в біології : навчально-методичний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра напряму підготовки «Біологія». Запоріжжя : ЗНУ, 2015. 102 с.
2. Мінаєва В. О. Хроматографічний аналіз : підручник для студентів вищих навчальних закладів. Черкаси : вид. від. ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2013. 284 с.

Додаткова:

1. Практикум з аналітичної хімії : посіб. / за заг. ред. В.В. Болотова. Х.: вид-во НФАУ, Золоті сторінки, 2003. 240 с
2. Теоретичні основи та способи розв'язання задач з аналітичної хімії : навчальний посібник / О.А. Бугаєвський та ін. Харків : ХНУ, 2003. 180 с.
3. Richards S. A. and Hollerton J. C. Essential Practical NMR for Organic Chemistry. John Wiley & Sons, Ltd. 2011. 217 p. ISBN: 978-0-470-71092-0
4. Kandiah M, Urban PL. Advances in ultrasensitive mass spectrometry of organic molecules. Chemical Society Reviews. 2013. 42 (12): 5299–322. doi:10.1039/c3cs35389c.
5. Calmes, Jordan. Mass spec: the biography of a scientific instrument (MS). Massachusetts Institute of Technology. 2011.

Інформаційні ресурси

1. Gravimetric determination of water contained in certain foods (Volatilization procedure). URL: <http://www.federica.unina.it/agraria/analytical-chemistry/gravimetric-analysis> (дата звернення: 20.08.2018).
2. Комплексонометрия. Титранты. Их стандартизация. Индикаторы. Условия определения. URL: <http://www.ftchemistry.dsmu.edu.ua/ana> (дата звернення: 20.08.2018).
3. CAS Common chemistry Substance Search: <http://www.commonchemistry.org/>
4. ChemBioFinder: <http://chembiofinder.cambridgesoft.com/>
5. Chemical Synthesis Database: <http://www.chemsynthesis.com/>
6. Integrated Spectral Data Base System: http://riodb01.ibase.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/direct_frame_top.cgi
7. MassBank: <http://www.massbank.jp/>
8. NIST Chemistry Webbook: <http://webbook.nist.gov/>
9. Organic Compounds Database: <http://www.colby.edu/chemistry/cmp/cmp.html>
10. Organic Syntheses Website: <http://www.orgsyn.org/>
11. Reaxys (керівництво користувача): http://elsevierscience.ru/files/pdf/Reaxys_Guide_Russ.pdf
12. SciFinder (навчальні матеріали): <http://cas.org/support/scifi/tutorials.html>
13. SciVerse Scopus (керівництво користувача): http://elsevierscience.ru/files/pdf/SciVerse_Scopus_User_Guide_RUS.pdf
14. Інформаційні ресурси видавництва Thomson Reuters для наукових досліджень : <http://wokinfo.com/media/pdf/science-resources-Paramonov.pdf>
15. Структурно-хімічна БД Chemspider (Royal Society of Chemistry): <http://www.chemspider.com>