

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра неорганічної хімії**



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Декан хімічного факультету
(проф. Лендел В.Г.)
«01» вересня 2021 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ФІЗИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ»**

Рівень вищої освіти	перший
Галузь знань	01 Освіта/Педагогіка
Спеціальність	014.06 Середня освіта
Освітня програма	Хімія. Екологія
Статус дисципліни	обов'язкова
Мова навчання	українська

Ужгород – 2021

Робоча програма навчальної дисципліни «**Фізичні методи дослідження**» для здобувачів першого рівня вищої освіти галузі знань **01 Освіта/Педагогіка** спеціальності **014.06 Середня освіта Хімія** освітньої програми **Хімія. Екологія**

Розробники: Кохан О.П., доцент, кандидат хімічних наук, доцент кафедри неорганічної хімії ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

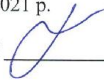
Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри неорганічної хімії

протокол № 8 від «07» червня 2021 р.

Завідувач кафедри  І.С.Барчій

Схвалено науково-методичною комісією хімічного факультету

протокол № 5 від «25» червня 2021 р.

Голова науково-методичної комісії  М.В.Кепич

© _____ 20__ р.

© ДВНЗ «Ужгородський національний університет 20__ р.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 3	Рік підготовки	
Загальна кількість годин – 90	3-й	-
Кількість модулів – 2	Семестр:	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 3	5-й	
	Лекції:	
	24	
	Практичні (семінарські):	
	-	
Вид підсумкового контролю: іспит (5-й семестр)	Лабораторні:	
	20	
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота:	
	46	

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «**Фізичні методи дослідження**» є формування у студентів базових знань в області хімії, як дисципліни, що інтегрує теоретичну і практичну підготовку хіміка. Високий рівень досліджень і цінність одержаних результатів безпосередньо пов'язані з правильністю вибору і застосуванням комплексу сучасних фізичних методів, що можуть допомогти при вирішенні поставлених перед дослідником хімічних і фізико-хімічних проблем.

Викладання даного курсу має на меті забезпечити розуміння принципів основ, практичних можливостей і обмежень найважливіших для хіміків фізичних методів дослідження, ознайомити з їх апаратним оснащенням і умовами проведення експерименту, навчити інтерпретувати і грамотно оцінювати експериментальні дані, у тому числі й ті, що публікуються у науковій літературі.

Студент повинен навчитися оптимально вибрати методи для вирішення поставлених завдань і зробити висновки на підставі аналізу і співставлення всієї сукупності наявних даних.

Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни «**Фізичні методи дослідження**» сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

– **загальні компетенції:** здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу з метою виявлення педагогічних проблем і виробляти рішення щодо їх усунення (ЗК-1); здатність застосовувати знання на практиці (ЗК-2); набуття гнучкого мислення, відкритість до застосування хімічних та екологічних знань та компетентностей в широкому діапазоні можливих місць роботи та повсякденному житті (ЗК-9);

– **фахові компетенції:** здатність ефективно працювати в областях педагогіки, психології, хімії та екології (ФК-1); здатність працювати з інформацією і знаннями з освітніх проблем (ФК-2); володіти основними поняттями хімії та екології і вміти застосовувати їх в практичній роботі в школі (ФК-11).

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «**Фізичні методи дослідження**» є опанування таких навчальних дисциплін (НД) освітньої програми (ОП):

- ОК 6 Вища математика
- ОК 7 Фізика
- ОК 8 Обчислювальна техніка і основи програмування
- ОК 9 Основи екології
- ОК 11 Неорганічна хімія
- ОК 13 Аналітична хімія
- ОК 14 Кристалохімія
- ОК 15 Будова речовини
- ОК 17 Квантова механіка і квантова хімія

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «**Хімія. Екологія**», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
На практиці застосовувати знання в області наукової організації й охорони праці.	ПРН 20.
Стежити за сучасними тенденціями науки та освіти, уявляти їхню	ПРН 21.

сутність та враховувати в навчальному процесі.	
--	--

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «**Фізичні методи дослідження**»:

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
Володіння методикою навчання хімії та екології в загальноосвітніх навчальних закладах.	ПРН 22.
Передбачати труднощі, які можуть виникати в освітньому процесі та виробляти прийоми їх уникнення та попередження	ПРН 23.
Співвідносити мету і завдання вивчення хімії та екології з цілями і завданнями вивчення кожної навчальної теми	ПРН 25.

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є:

- поточний контроль успішності,
- модульний контроль,
- підсумковий контроль.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Поточний контроль може реалізовуватись у формі виконання та захисту лабораторних робіт, проведення контрольних робіт, колоквіумів тощо.

Модульне контрольне оцінювання може проводитись в усній формі, у формі письмової контрольної роботи та/або тестування (комп'ютерного, письмового).

Контроль самостійної роботи здійснюється шляхом перевірки виконаних завдань на практичних, лабораторних заняттях, захисту лабораторних робіт, написання рефератів, есе тощо.

Форми поточного контролю: виконання практичних завдань, колоквіуми.

Форми модульного контролю: Модульна контрольна робота

Форми підсумкового семестрового контролю: Іспит

Форми поточного контролю:

- вибіркове усне опитування перед початком лабораторних занять;
- фронтальне стандартизоване усне та/або письмове опитування за основними питаннями теми заняття у вигляді колоквіуму;
- захист лабораторних робіт;
- перевірка якості виконання завдань для самостійної роботи, зокрема за конспектами матеріалів;
- оцінювання якості та повноти виконання завдань модульної контрольної роботи.

Форма модульного контролю: виконання модульної контрольної роботи, результати якої оцінюються за 100-бальною шкалою за кожний модуль.

Форма підсумкового семестрового контролю: екзамен (5-й семестр). До екзамену допускаються студенти, які відпрацювали пропущені заняття і виконали модульні контрольні роботи.

Розподіл балів, які отримують здобувачі третього рівня вищої освіти (модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота				Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	50	100
10	15	10	15		

T1, T2, T3, – теми

Розподіл балів, які отримують здобувачі третього рівня вищої освіти (модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота					Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	50	100
15	15	5	10	5		

T1, T2, T3, T4, T5 – теми

Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Лабораторні заняття (допуск, виконання та захист)	3	15	2	10
Комп'ютерне тестування при тематичному оцінюванні				
Письмове тестування при тематичному оцінюванні	3	35	2	40
Модульна контрольна робота		50		50
Разом		100		100

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Модульна контрольна робота здійснюється у письмовій формі шляхом відповідей на питання тестових завдань та розв'язування задач. Кожна правильна відповідь оцінюється певною кількістю балів. Максимальна кількість балів за кожний модуль становить 100 балів. Мінімальна кількість балів, за якої робота вважається виконаною, становить 60 балів.

Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

Підсумковий семестровий контроль з дисципліни «**Фізичні методи дослідження**» здійснюється у виді екзамену. Екзамен проводиться в усній формі шляхом відповіді на питання екзаменаційного білета. Результати екзамену оцінюються за шкалою: «відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно» та у 100-бальній шкалі **ECTS**

Підсумкова оцінка визначається наступними критеріями:

Оцінка *відмінно* (**A**) виставляється, коли студент дає абсолютно правильні відповіді на теоретичні питання з викладенням оригінальних висновків, отриманих на основі програмного, додаткового матеріалу та нормативних документів. При виконанні практичного завдання студент застосовує системні знання навчального матеріалу, передбачені навчальною програмою.

Оцінка *добре* (**B**) виставляється студенту, який повністю розкрив теоретичні питання на основі програмного та додаткового матеріалу. При виконанні практичних завдань студент застосовує узагальнені знання навчального матеріалу, передбачені навчальною програмою.

Оцінка *добре* (**C**) виставляється студенту, який повністю розкрив теоретичні питання, а програмний матеріал викладено у відповідності до вимог. Практичні завдання виконані в цілому правильно, але мають місце окремі неточності.

Оцінка *задовільно* (**D**) виставляється, коли студент розкрив теоретичні питання, проте при викладенні програмного матеріалу допущені окремі помилки. При виконанні практичних завдань студент припускається помилок, за рахунок недостатнього розуміння програмного матеріалу.

Оцінка *задовільно* (**E**) виставляється, коли студент неповністю розкрив теоретичні питання, відповідь містить суттєві помилки. При виконанні практичних завдань студент припускається значних помилок, а виконання завдань викликає значні труднощі у студента.

Оцінка *незадовільно* (**FX**) виставляється студенту, який не розкрив теоретичні питання і не може виконати практичні завдання. Як правило такий студент виявляє здатність до викладення думки лише на елементарному рівні.

Оцінка *незадовільно* (**F**) виставляється студенту, який не виконав навчальну програму або якийсь елемент її складової, має фрагментарні знання, які не дозволяють розкрити теоретичні питання і виконати практичні завдання. Такий студент не може викласти свою думку навіть на елементарному рівні.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Шкала оцінювання: національна та ECTS			
Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1

Тема 1 Загальна характеристика фізичних методів дослідження та їх місце серед інших дисциплін. Місце, роль і значення фізичних методів дослідження в розвитку фундаментальних наук. Пряма і обернена задача методу. Поняття про коректно і некоректно поставлену задачу. Загальна характеристика і класифікація методів. Спектроскопічні, дифракційні, електричні і магнітні методи. Енергетичні характеристики різних методів. Загальна характеристика спектроскопічних методів. Шкала електромагнітних хвиль. Загальна характеристика дифракційних методів. Співвідношення амплітуд розсіювання. Чутливість і роздільна здатність методу. Характеристичний час методу. Інтеграція методів.

Тема 2. Методи мас-спектрометрії. Теоретичні основи методу мас-спектрометрії. Методи іонізації молекул, розділення іонів по масам. Методи іонізації: електронний удар, фотоіонізація, неоднорідне електростатичне поле, хімічна іонізація, термоіонізація. Комбіновані методи. Іонний струм і перетин іонізації. Потенціали з'явлення іонів. Дисоціативна іонізація. Типи іонів в мас-спектрометрах. Принципова схема статичного мас-спектрометра Демпстера. Фокусуюча дія однорідного поперечного магнітного поля, електростатичне фокусування, подвійне фокусування. Роздільна здатність мас-спектрометра. Іонне джерело. Система напуску. Принципові схеми динамічних мас-спектрометрів: час-прольотного, квадрупольного, мас-спектрометра іон-циклотронного резонансу.

Застосування мас-спектрометрії. Ідентифікація речовини. Роль роздільної здатності, потенціалів з'явлення, методів іонізації, метастабільних іонів. Співвідношення ізотопів. Кореляція між молекулярною структурою і мас-спектрами. Вимірювання потенціалів з'явлення іонів і визначення потенціалів іонізації й енергії розриву зв'язків, переваги фотоіонізації. Термодинамічні дослідження. Визначення парціальних тисків компонентів газових сумішей. Ефузивна комірка Кнудсена; зв'язок іонного струму з парціальним тиском пари в комірці Кнудсена. Визначення теплоти сублимації, теплоти реакції і константи рівноваги.

Тема 3. Методи визначення дипольних моментів молекул. Взаємодія полярної молекули з електростатичним полем. Орієнтаційна поляризація і її зв'язок із діелектричною проникністю і дипольним моментом молекул; рівняння Ланжевена-Дебая. Молекулярна рефракція. Визначення дипольного моменту в газах (перший метод Дебая) і у розчинах (другий метод Дебая).. Метод молекулярних пучків. Дефокусування і зміщення молекулярного пучка в неоднорідному електричному полі. Застосування даних для визначення симетрії і конформації молекул, енергетики внутрішнього обертання і комплексоутворення. Приклади галогенідів другої і третьої груп. Метод електричного резонансу. Визначення дипольних моментів і структури молекул важколетких сполук і нестабільних молекул.

Тема 4. Основи методів електронної спектроскопії. Теоретичні основи методу електронної спектроскопії. Характеристики електронних станів багатоатомних молекул: енергія, хвильові функції, мультиплетність, час життя. Класифікація і віднесення електронних переходів. Концепція хромофорів та ауксохромів. Правила добору і порушення заборони. Принцип Франка - Кондона. Інтенсивності смуг різних переходів. Сила осцилятора. Взаємодія випромінювання з речовиною, закон Бугера-Ламберта-Бера.

Абсорбційна спектроскопія у видимій та УФ областях як метод дослідження електронних спектрів багатоатомних молекул. Техніка спектроскопії у видимій й УФ областях. Оптичні методи розкладання випромінювання (заломлення, дифракція), прилади однопроменеві і двопроменеві. Будова монохроматора. Джерела випромінювання, дзеркала, кювети, діапазони випромінювання, роздільна здатність приладу, відтворюваність і точність результатів. Обробка спектрів. Диференціальна та двохвильова спектроскопія. Ізобестична точка. Застосування електронних спектрів поглинання в якісному, структурному і кількісному аналізах. Специфіка електронних спектрів поглинання різних класів сполук.

Модуль 2

Тема 1. Основи методів коливної ІЧ та КР-спектроскопії. Коливання двохатомної молекули. Рівні енергії, їх класифікація, фундаментальні, обертонні і складові частоти. Класична задача про коливання багатоатомних молекул. Природні і нормальні координати. Нормальні коливання, класифікація нормальних коливань молекули за формою і симетрією. Симетрія нормальних коливань, координати симетрії. Коефіцієнти кінематичної взаємодії. Силкові постійні.

Апаратура і методики ІЧ спектроскопії. Джерела випромінювання, дзеркала, кювети, монохроматори (призми, дифракційні ґратки), детектори ІЧ діапазону. Методи підготовки зразків. Апаратура спектроскопії КР, її особливості, переваги лазерних джерел збудження.

Задачі якісного і кількісного аналізів, що вирішуються методами коливальної спектроскопії. Групові коливання. Аналіз нормальних коливань молекули за експериментальними даними. Зіставлення ІЧ і КР спектрів. Правило альтернативної заборони і висновки про симетрію молекули. Характеристичність нормальних коливань. Обмеження концепції групових частот. Специфічність коливальних спектрів. Дослідження динамічної ізомерії, рівноваги, кінетики реакцій.

Тема 2. Теоретичні основи методу ядерного магнітного резонансу (ЯМР) Фізичні основи явища ядерного магнітного резонансу. Зняття виродження спінових станів у постійному магнітному полі. Умова ядерного магнітного резонансу. Заселеність рівнів енергії, насичення, релаксаційні процеси і ширина сигналу. Хімічний зсув і спин-спінове розщеплення в спектрах ЯМР. Константа екранування ядра. Відносний хімічний зсув, його визначення і використання в хімії. Спин-спінова взаємодія ядер, його природа, число компонент мультиплетів, розподіл інтенсивності, правило сум. Аналіз спектрів ЯМР першого і не першого порядків. Метод подвійного резонансу. Застосування спектрів ЯМР у хімії, техніка і методика експерименту. Блок-схема спектрометра ЯМР, типи спектрометрів. Протонний магнітний резонанс ^1H ЯМР, методика експерименту, характер зразків. Магнітний резонанс на ядрах ^{13}C і структурний аналіз. Хімічна поляризація ядер..

Тема 3. Основи методу електронного парамагнітного резонансу (ЕПР). Теоретичні основи методу ЕПР, g-фактор. Надтонке розщеплення сигналу ЕПР при взаємодії з одним та кількома ядрами. Число компонент в мультиплеті, розподіл інтенсивностей. Тонке розщеплення. Ширина ліній. Використання методу ЕПР в хімії. Вивчення механізмів хімічних реакцій. Хімічна поляризація електронів. Визначення вільних радикалів і інших парамагнітних центрів. Використання спінових міток. Блок-схема спектрометра ЕПР, особливості експерименту. Порівняння методів ЯМР та ЕПР з іншими методами, їх переваги і обмеження.

Тема 4. Фотоелектронна і рентгеноелектронна спектроскопія. Загальні принципи одержання фотоелектронних і рентгеноелектронних спектрів. Рентгеноелектронна і фотоелектронна спектроскопія для хімічного аналізу (ЕСХА). Техніка і методики експерименту (апаратура, джерела випромінювання, зразки, стандарти). Структурно-аналітичні аспекти (елементний аналіз, кількісний аналіз, структурна інформація за хімічними зсувами). Метод ЕСХА як безпосередній експериментальний метод вимірювання величини енергії хімічного зв'язку (зв'язок з ефективним зарядом і ступенем окиснення). Можливості ЕСХА для аналізу поверхні твердих тіл.

Тема 5. Дифракційні методи. Природа рентгенівських спектрів. Краї поглинання. Взаємозв'язок рентгенівських спектрів поглинання і характеристичних спектрів випромінювання. Залежність частоти переходу країв поглинання або ліній випромінювання від порядкового номера елемента (закон Мозлі). Класифікація рентгенівських методів аналізу. Основи методів рентгенівських дифракційних досліджень. Принципова схема рентгенівського дифрактометра. Рентгенівський фазовий аналіз, його використання для фізико-хімічних досліджень. Особливості методу електронно-дифракційних досліджень. Основи методу нейтронографічних досліджень, його особливості.

.....

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання:					
	Усього	у тому числі				
лекції		практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота	
5-й семестр						
Модуль 1						
Тема 1. Загальна характеристика фізичних методів дослідження та їх місце серед інших дисциплін		2				2
Тема 2. Методи мас-спектрометрії		4				4
Тема 3. Методи визначення дипольних моментів молекул.		2		4		2
Тема 4. Основи методів електронної спектроскопії.		2		8		6
Модульна контрольна робота						2
Разом за модуль		10		12		16
Модуль 2						
Тема 1. Основи методів коливної ІЧ та КР-спектроскопії		4		4		8
Тема 2. Теоретичні основи методу ядерного магнітного резонансу (ЯМР)		4		4		10
Тема 3. Основи методу електронного парамагнітного резонансу (ЕПР).		2				4
Тема 4. Фотоелектронна і рентгеноелектронна спектроскопія.		2				2
Тема 5. Дифракційні методи.		2				4
Модульна контрольна робота						2
Разом за модуль		14		8		30
Разом за семестр		24		20		46

6.3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Встановлення будови молекули за молекулярною рефракцією	4	
2	Градуювання спектрофотометра за допомогою стандартних розчинів	4	
3	Визначення основних характеристик електронних смуг поглинання	4	
4	Ідентифікація органічних сполук за їх ІЧ-спектрами поглинання. Структурно-груповий аналіз за ІЧ-спектрами поглинання.	4	
5	Ідентифікація органічних сполук за їх ЯМР-спектрами (^1H та ^{13}C – спектри) Використання комплексу фізичних методів для встановлення структури молекули	4	
	Разом	20	

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Розв'язування задач на знаходження енергетичних характеристик різних методів, їх чутливість, роздільну здатність, характеристичний час методу.	2	
2	Розв'язування задач на ідентифікацію речовин за мас-спектрами. Встановлення хімічної будови. Визначення термодинамічних характеристик речовин і реакцій.	4	
3	Розрахунки дипольних моментів за даними для першого і другого методів Дебая.	2	
4	Принципова схема спектроскопічних вимірів у будь-якій області спектра. Основні вузли спектральної установки. Блок-схеми спектрометрів, їхня класифікація. Джерела електромагнітного випромінювання (нагріті тіла, газорозрядні джерела, полум'я, лазери, рентгенівські трубки, γ -випромінювачі), конкретні приклади використання різних джерел випромінювання в різних спектральних областях	2	
5	Монохроматизація випромінювання (монохроматори, поліхроматори, світлофільтри). Характеристики спектральних приладів - роздільна здатність, дисперсія, світлосила, апаратна функція. Приймачі випромінювання (фотоелектричні, лічильники фотонів). Переваги і недоліки фотоелектричних детекторів. Поняття про шуми, різні типи шумів. Реєстрація окремих фотонів (лічильник фотонів)	4	
6	Визначення силових полів молекули і проблема їхньої неоднозначності (ІЧ). Використання ізотопних різновидів молекул. Кореляція силових постійних з іншими параметрами і властивостями молекул. Застосування методів коливальної спектроскопії для якісного і кількісного аналізів, специфічність коливальних спектрів. Інші застосування ІЧ-спектроскопії в хімії (дослідження динамічної ізомерії, рівноваги, кінетики реакцій).	6	

7	Техніка і методики ІЧ спектроскопії і спектроскопії КР. Апаратура ІЧ спектроскопії: джерела випромінювання, дзеркала, кювети, монохроматори (призми, дифракційні ґратки), детектори ІЧ діапазону, прозорі матеріали, підготування зразків. Апаратура спектроскопії КР, переваги лазерних джерел збудження	4	
8	Визначення структури молекули по хімічних зсувах і спин-спіновому розщепленню в спектрах ЯМР. Розв'язування задач на ідентифікацію речовин за ЯМР-спектрами. Хімічне зміщення і спин-спінове розщеплення в спектрах ЯМР. Відносне хімічне зміщення, його визначення і використання в хімії. Спин-спінова взаємодія ядер, число компонент мультиплетів, розподіл інтенсивності, правило сум. Аналіз спектрів ЯМР першого і не першого порядків.	4	
9	Використання комплексу спектральних методів (мас-спектр, ІЧ-спектр, УФ-спектр, ^1H і ^{13}C спектри) для встановлення будови молекули	6	
10	Використання методу ЕПР в хімії. Вивчення механізмів хімічних реакцій. Хімічна поляризація електронів. Визначення вільних радикалів і інших парамагнітних центрів. Використання спінових міток. Блок-схема спектрометра, особливості експерименту ЕПР.	4	
11	Рентгенівська фотоелектронна спектроскопія (електронна спектроскопія для хімічного аналізу - ЕСХА). Метод ЕСХА як безпосередній експериментальний метод вимірювання величини енергії хімічного зв'язку. Можливості ЕСХА для аналізу поверхонь.	4	
12	Закон Брегга - Вульфа. Принципова схема рентгенівського дифрактометра. Рентгенівський фазовий аналіз, його використання для фізико-хімічних досліджень. Особливості методу електронно-дифракційних досліджень. Основи методу нейтронографічних досліджень, його особливості	4	
	Разом	46	

7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

Технічні засоби: Мультимедійний проєктор.

Обладнання: ваги AD-200, рефрактометр ИРФ-22, спектрофотометри СФ-18, UV-1700, персональні комп'ютери, ноутбуки.

Програмне забезпечення: Windows 10, Microsoft PowerPoint.

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Вилков Л.В., Пентин Ю.А. Физические методы исследования в химии. М.: «Мир», - 2003. – 683 с.
2. Воловенко Ю.М., Туров О.В. Ядерный магнитный резонанс. К.: Ірпінь, ВТП „Перун”, 2007. – 480 с.
3. Лебедев А. М. Мас-спектрометрия органических веществ, М., 2005. – 520 с.
4. Драго Р. Физические методы в химии. В 2х т.-М.: Мир.-т.1.-1981.- 422 с. -Т.2.-1981.-456 с.
5. Сильверстейн Р., Басслер Г. Моррил Т. Спектрометрическая идентификация органических соединений. М.: Мир, 1987. - 590 с.
6. Кузьменко Н.Е. Гл. 11. Спектроскопические методы // Основы аналитической химии. Кн. 2. Методы химического анализа. М.: Высш. шк., 1996. С. 199-352.
7. Бенуэлл К. Основы молекулярной спектроскопии. - М.: Мир, 1985. – 384 с.

8. Бахшиев Н.Г. Введение в молекулярную спектроскопию. – Л.: Химия, 1987.-332с.

Допоміжна література

1. Вилков Л.В., Пентин Ю.А. Физические методы исследования в химии. Резонансные и электрооптические методы. М.: Высш. шк., 1989. 288 с ...
2. Д. Браун, А. Флорид, М. Сейнзбери. Спектроскопия органических веществ. М., МИР, 1992, – 300 с.
3. Корнілов М.Ю., Туров О.В., Клейнпетер Е., Борсдорф Р. Ядерний магнітний резонанс у запитаннях і відповідях. К.: , 1995. – 315с.
4. Берсукер И.Б. Электронное строение и свойства координационных соединений. - Л.: Химия, 1986. – 288 с.
5. Тюлин В.И. Колебательные и вращательные спектры многоатомных молекул. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. – 204 с.
6. . Пентин Ю. А. Основы молекулярной спектроскопии – М. : Мир, 2008. – 400 с.
7. Лакович Дж. Основы флуоресцентной спектроскопии. М.: Мир, 1986.- 496 с.
8. Бучаченко А.Л. Химическая поляризация электронов и ядер. М.: Наука, 1974. – 246 с.
9. Гюнтер Х. Введение в курс спектроскопии ЯМР. М.: Мир, 1984. - 478 с.
10. Семин Г.К., Бабушкина Т.А., Якобсон Г.Г. Применение ядерного квадрупольного резонанса в химии. Л.: Химия, 1972. - 536 с.
11. Зенкевич И.Г., Иоффе Б.В. Интерпретация масс-спектров органических соединений. Л.: Химия, 1986. - 174 с.
12. Сидоров Л.Н., Коробов М.В., Журавлева Л.В. Масс-спектральные термодинамические исследования. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985. – 208 с.
13. Вульфсон Н.С., Заикин В.Г., Микая А.И. Масс-спектрометрия органических соединений. М.: Химия, 1986. – 311 с.
14. Бейнон А. Таблицы соотношений интенсивностей изотопных ионов. М., 1972, – 666 с.
15. Иоффе Б.В., Костиков Р.Р., Разин В.В. Физические методы определения строения органических соединений.-М.: Высшая школа, 1984.-336 с.
16. Казицына Л.А., Куплетская Н.Б. Применение УФ-, ИК-, ЯМР- и масс-спектроскопии в органической химии. - М.: МГУ, 1979. - 338 с.
17. Кохан О.П. Методичні вказівки до проведення лабораторних робіт з курсу “Фізичні методи дослідження в хімії” Ужгород, 2010. – 44 с.
18. Кохан О.П., Сливка М.В., Сабов М.Ю. Лендел В.Г. Фізико-хімічні методи дослідження. Протонний магнітний резонанс. (Збірник задач). Частина 1 Ужгород, 2004. Вид-во УжНУ. – 57 с

Інформаційні ресурси в мережі Інтернет

1. www.nbu.gov.ua (бібліотека ім.В.І.Вернадського)
2. <http://riodb.ibase.aist.go.jp/riohomee.html> (бази даних спектрів ІЧ, КР, ЯМР, мас-спектрів неорганічних та органічних речовин)
3. chemo.univer.kharkov.ua
4. dspace.nbu.gov.ua (Український хімічний журнал)
5. chemunion.org.ua
6. www.mon.gov.ua (МОНМС України)
-

**Результати перегляду
робочої програми навчальної дисципліни**

Робоча програма перезатверджена на 20 __/20__ н.р. без змін; зі змінами (Додаток __)
(потрібне підкреслити)

протокол № __ від «__» _____ 20__ р. Завідувач кафедри _____ (І.Є.Барчій)

Робоча програма перезатверджена на 20 __/20__ н.р. без змін; зі змінами (Додаток __)
(потрібне підкреслити)

протокол № __ від «__» _____ 20__ р. Завідувач кафедри _____ (І.Є.Барчій)

Робоча програма перезатверджена на 20 __/20__ н.р. без змін; зі змінами (Додаток __)
(потрібне підкреслити)

протокол № __ від «__» _____ 20__ р. Завідувач кафедри _____ (І.Є.Барчій)

Робоча програма перезатверджена на 20 __/20__ н.р. без змін; зі змінами (Додаток __)
(потрібне підкреслити)

протокол № __ від «__» _____ 20__ р. Завідувач кафедри _____ (І.Є.Барчій)