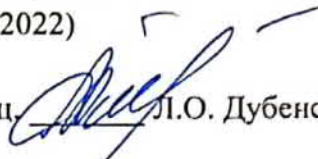


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Львівський національний університет імені Івана Франка**  
**Хімічний факультет**  
**Кафедра аналітичної хімії**

**Затверджено**

На засіданні кафедри аналітичної хімії  
хімічного факультету Львівського національного  
університету імені Івана Франка  
(протокол № 1 від 29.08.2022)

Завідувачка кафедри, доц.  Л.О. Дубенська

**Силабус з навчальної дисципліни**  
**«Фізичні методи дослідження»,**  
**що викладається в межах освітньо-професійної програми**  
**“Середня освіта (Хімія)”**  
**першого (бакалаврського) рівня вищої освіти**  
**для здобувачів зі спеціальності 014.06 Середня освіта (Хімія)**

Львів 2022 р.

<b>Назва дисципліни</b>	Фізичні методи дослідження
<b>Адреса викладання дисципліни</b>	м. Львів, вул. Кирила і Мефодія 6
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	Хімічний факультет, кафедра аналітичної хімії
<b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>	01 Освіта / Педагогіка, 014.06 Середня освіта (Хімія)
<b>Викладачі дисципліни</b>	Пацай Ігор Орестович, кандидат хімічних наук, доцент кафедри аналітичної хімії
<b>Контактна інформація викладачів</b>	ihor.patsay@lnu.edu.ua, https://chem.lnu.edu.ua/employee/patsaj-igor-orestovych, Хімічний факультет, кафедра аналітичної хімії, каб. 206 тел. +38022394047
<b>Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються</b>	Консультації в день проведення лекцій/лабораторних занять (за попередньою домовленістю). Також можливі онлайн консультації через MS Teams. Для погодження часу он-лайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача.
<b>Сторінка курсу</b>	<a href="http://chem.lnu.edu.ua/course/fizychni-metody-doslidzhennya">http://chem.lnu.edu.ua/course/fizychni-metody-doslidzhennya</a>
<b>Інформація про дисципліну</b>	Предметом вивчення навчальної дисципліни є основні фізичні методи, які використовують для дослідження будови хімічних речовин та їхніх реакцій: спектральні методи (мікрохвильова оберտальна спектроскопія, інфрачервона та Раманівська спектроскопія, електронна спектроскопія), методи магнітного резонансу та мас-спектрометрія. Значну увагу приділено вивченню аспектів точкової симетрії молекул та опису їхньої будови в термінах точкових груп симетрії. Розглянуто математичний апарат аналізу за симетрією нормальних коливань молекул.
<b>Коротка анотація дисципліни</b>	Дисципліна є нормативною зі спеціальності 102 Хімія для освітнього рівня Бакалавр хімії, яка викладається у VI семестрі в обсязі 3 кредитів (90 год за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
<b>Мета та цілі дисципліни</b>	<b>Метою</b> викладання навчальної дисципліни є засвоєння студентами основних теоретичних положень методів ЯМР, ІЧ, електронної, ЕПР і мас-спектрокопії, одержання практичних навичок з інтерпретації відповідних спектрів і їх використання для встановлення складу і будови хімічних сполук. <b>Цілі</b> вивчення дисципліни – розглянути та засвоїти основні принципи ЯМР, ІЧ, електронної, ЕПР і мас-спектрокопії; хімічні об'єкти, які можуть бути досліджені цими методами
<b>Література для вивчення дисципліни</b>	<p style="text-align: center;"><b>Основна</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Литвин Б.Л., Романюк А.Л. Фізичні методи дослідження органічних речовин: навч.-метод. посібник. – Івано-Франківськ: Прикарп. нац. ун-т. ім. В. Стефаника, 2003. – 118 с.</li> <li>Воловенко Ю.М., Туров О.В. Ядерний магнітний резонанс. – К.: Перун, 2007, –480 с.</li> <li>Умрихіна Л.К., Єрупсанова Т.В. Фізичні методи дослідження органічних речовин. Навчальний посібник. – Кіровоград.: РВЦ КДПУ ім. В.Винниченк, 2002.</li> <li>Скоробогатий Я.П. Фізико-хімічні методи аналізу. Підручник. Львів: „Каменярь”, 1993. 164 с.</li> <li>Зінчук В.К., Левицька Г.Д., Дубенська Л.О. Фізико-хімічні методи аналізу. – Львів.: Видавн. центр ЛНУ ім. І. Франка, – 2008 – 363 с.</li> </ol> <p style="text-align: center;"><b>Додаткова</b></p>

	<p>1. S. Huettel, A. Song, G. McCarthy. Functional Magnetic Resonance Imaging. – Sinauer Associates, 2004. - 492 p.</p> <p>2. R. Silverstein, F. Webster, D. Kiemle. Spectrometric Identification of Organic Compounds. - Wiley, 2005. - 512 p.</p> <p>3. H. Friebolin. Basic One- and Two-Dimensional NMR Spectroscopy. - Wiley-VCH, 2005. - 430 p.</p> <p>4. B. Stuart. Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications. - Wiley, 2004. - 224 p.</p> <p>5. E. Hoffmann, V. Stroobant. Mass Spectrometry: Principles and Applications. 3rd Edition. - Wiley-Interscience, 2007. - 512 p.</p> <p style="text-align: center;"><b>Інформаційні ресурси</b></p> <p>1. <a href="http://tft.kpi.ua/ua/2-uncategorised/169-fizychni-metody-doslidzhen.html">http://tft.kpi.ua/ua/2-uncategorised/169-fizychni-metody-doslidzhen.html</a></p> <p>2. <a href="https://eduportal.kau.org.ua/course/view.php?id=11">https://eduportal.kau.org.ua/course/view.php?id=11</a></p> <p>3. <a href="https://chem.lnu.edu.ua/course/fizychni-metody-doslidzhennya">https://chem.lnu.edu.ua/course/fizychni-metody-doslidzhennya</a></p> <p>4. <a href="https://chemistry.snu.edu.in/content/physical-methods-chemistry">https://chemistry.snu.edu.in/content/physical-methods-chemistry</a></p>
<b>Обсяг курсу</b>	<b>90</b> годин. З них <b>32</b> годин лекцій, 16 годин лабораторних занять та <b>26</b> годин самостійної роботи
<b>Очікувані результати навчання</b>	<p>Після завершення цього курсу студент буде</p> <p><b>Знати:</b> характеристики, особливості та можливості практичного використання основних фізичних методів дослідження – ЯМР, ІЧ, електронної, ЕПР і мас-спектрометрії.</p> <p><b>Вміти:</b> здійснювати інтерпретацію спектрів ЯМР, ІЧ, електронної, ЕПР і мас-спектроскопії; розв’язувати типові задачі.</p> <p>В результаті успішного проходження курсу студент набуде <b>загальні компетентності:</b></p> <p><b>ЗК 1.</b> Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.</p> <p><b>ЗК 5.</b> Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.</p> <p><b>ЗК 6.</b> Здатність застосовувати набуті знання в практичних ситуаціях.</p> <p>та спеціальні <b>фахові компетентності:</b></p> <p><b>ПК 4.</b> Здатність застосовувати основні методи дослідження для встановлення складу, будови і властивостей речовин, інтерпретувати результати досліджень.</p> <p style="text-align: center;"><b>Програмні результати навчання (ПРН):</b></p> <p><b>ПРЗ 7.</b> Знає методи хімічного та фізико-хімічного аналізу, синтезу хімічних речовин, у т.ч. лабораторні та промислові способи одержання важливих хімічних сполук.</p> <p><b>ПРУ 2.</b> Уміє застосовувати знання сучасних теоретичних основ хімії для пояснення будови, властивостей і класифікації неорганічних і органічних речовин, періодичної зміни властивостей хімічних елементів та їх сполук, утворення хімічного зв'язку, направленості (хімічна термодинаміка) та швидкості (хімічна кінетика) хімічних процесів.</p>
<b>Ключові слова</b>	Ядерний магнітний резонанс, інфрачервона спектрометрія, електронна спектрометрія, спектрометрія комбінаційного розсіювання, мас-спектрометрія.
<b>Формат курсу</b>	Очний Проведення лекцій, лабораторних занять та консультації для кращого розуміння тем

<b>Теми</b>	Наведено у Таблиці 1
<b>Підсумковий контроль, форма</b>	Письмовий іспит в кінці семестру
<b>Пререквізити</b>	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисциплін "Аналітична хімія", "Фізика ", "Органічна хімія", достатніх для сприйняття категоріального апарату та розуміння джерел
<b>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</b>	пояснення, розповідь, лекція, бесіда, робота з друкованими та електронними навчальними матеріалами; ілюстрування, демонстрування, самостійне спостереження, вправи, лабораторні роботи, навчальна дискусія, створення проблемної ситуації у процесі викладання, створення ситуації новизни.
<b>Необхідне обладнання</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- мультимедійний проектор;</li> <li>- проекторний екран;</li> <li>- ноутбук;</li> <li>- ІЧ-спектрофотометр Specord-75IR;</li> <li>- Рентгенівський дифрактометричний комплекс STOE Transmission Diffractometer System STADI P;</li> <li>- Скануючий електронний мікроскоп Tescan Vega 3 LMU, оснащений стандартним SE детектором вторинних електронів та детектором зворотно розсіяних електронів BSE;</li> <li>- Скануючий спектрофотометр HACH-DR 400;</li> <li>- Скануючий спектрофотометр Spekord-M40 – 1 шт;</li> <li>- Програмне забезпечення "NMR <sup>1</sup>H simulator AMX" (власне виробництво, безліцензійна версія з необмеженим використанням для навчальних цілей).</li> </ul>
<b>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</b>	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• лабораторні/самостійні тощо : 24% семестрової оцінки; максимальна кількість балів <b>24</b></li> <li>• контрольні заміри (модулі): 26% семестрової оцінки; максимальна кількість балів <b>26</b></li> <li>• іспит: 50% семестрової оцінки. Максимальна кількість балів <b>50</b></li> </ul> <p>Підсумкова максимальна кількість балів <b>100</b></p> <p><b>Політика виставлення балів.</b> Враховуються бали набрані на поточному тестуванні, самостійній роботі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час лабораторного заняття; недопустимість пропусків та запізнень на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>
<b>Питання до екзамену</b>	<p>Класифікація та характеристика фізичних методів дослідження.</p> <p>Взаємодія випромінювання з речовиною.</p> <p>Застосування перетворення Фур'є у спектроскопії.</p> <p>Значення симетрії для розв'язку спектроскопічних проблем.</p> <p>Симетрія молекул, елементи та операції симетрії. Точкові групи симетрії.</p> <p>Кількісний опис симетрії на основі теорії груп.</p> <p>Обертальна енергія молекули як частина кінетичної енергії молекули.</p> <p>Обертання молекул в наближенні моделі жорсткого ротатора.</p>

	<p>Обертальні переходи у молекулах.  Застосування оберտальної спектроскопії.  Основи методів коливальної спектроскопії.  Абсорбційна коливальна спектроскопія (ІЧ-спектроскопія).  Спектроскопія комбінаційного розсіювання світла.  Застосування коливальної спектроскопії.  Апаратура методів коливальної спектроскопії і методика експерименту.  Основи теорії електронних спектрів молекул.  Застосування абсорбційної електронної спектроскопії.  Емісійна електронна спектроскопія.  Апаратура і методики електронної спектроскопії.  Взаємодія магнітного поля з речовиною.  Ядерний магнітний резонанс.  Електронний парамагнітний резонанс.  Мас-спектроскопія.</p>
<b>Опитування</b>	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Таблиця 1. Схема курсу

Тижде нь	Тема, план, короткі тези	Форма діяльн.	Література
1	Загальні основи фізичних методів дослідження	1 лк	<p><b>Основна</b></p> <p>1. Литвин Б.Л., Романюк А.Л. Фізичні методи дослідження органічних речовин: навч.-метод. посібник. – Івано-Франківськ: Прикарп. нац. ун-т. ім. В. Стефаніка, 2003. – 118 с.</p> <p>2. Воловенко Ю.М., Туров О.В. Ядерний магнітний резонанс. – К.: Перун, 2007, – 480 с.</p> <p>3. Умрихіна Л.К., Єрупсанова Т.В. Фізичні методи дослідження органічних речовин. Навчальний посібник. – Кіровоград.: РВЦ КДПУ ім. В.Винниченк, 2002.</p> <p>4. Скоробогатий Я.П. Фізико-хімічні методи аналізу. Підручник. Львів: „Каменяр”, 1993. 164 с.</p> <p>5. Зінчук В.К., Левицька Г.Д., Дубенська Л.О. Фізико-хімічні методи аналізу. – Львів.: Видавн. центр ЛНУ ім. І. Франка, – 2008 – 363 с.</p> <p><b>Додаткова</b></p> <p>1. S. Huettel, A. Song, G. McCarthy. Functional Magnetic Resonance Imaging. – Sinauer Associates, 2004. - 492 p.</p> <p>2. R. Silverstein, F. Webster, D. Kiemle. Spectrometric Identification of Organic Compounds. - Wiley, 2005. - 512 p.</p>
1	Характеристики електромагнітного випромінювання, заселеність енергетичних рівнів, розподіл Больцмана, ефективність перетворення світлової енергії в акумульовану хімічну	1 лб	
2-3	Симетрія молекул	2 лк	
2	Визначення точкової групи симетрії молекул	1 лб	
3	Розклад звідних представлень	1 лб	
4	Мікрохвильовий метод дослідження оберտальних спектрів молекул	1 лк	
4	Розрахунок міжатомної віддалі за даними оберտальної спектроскопії	1 лб	

5-8	Коливальна спектроскопія	4 лк	<p>3. H. Friebolin. Basic One- and Two-Dimensional NMR Spectroscopy. - Wiley-VCH, 2005. - 430 p.</p> <p>4. B. Stuart. Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications. - Wiley, 2004. - 224 p.</p> <p>5. E. Hoffmann, V. Stroobant. Mass Spectrometry: Principles and Applications. 3rd Edition. - Wiley-Interscience, 2007. - 512 p.</p> <p style="text-align: center;"><b>Інформаційні ресурси</b></p> <p>1. <a href="http://lftf.kpi.ua/ua/2-uncategorised/169-fizychni-metody-doslidzen.html">http://lftf.kpi.ua/ua/2-uncategorised/169-fizychni-metody-doslidzen.html</a></p> <p>2. <a href="https://eduportal.kau.org.ua/course/view.php?id=11">https://eduportal.kau.org.ua/course/view.php?id=11</a></p> <p>3. <a href="https://chem.lnu.edu.ua/course/fizychni-metody-doslidzhennya">https://chem.lnu.edu.ua/course/fizychni-metody-doslidzhennya</a></p> <p>4. <a href="https://chemistry.snu.edu.in/content/physical-methods-chemistry">https://chemistry.snu.edu.in/content/physical-methods-chemistry</a></p>
5-6	Аналіз за симетрією нормальних коливань молекули	2 лб	
7-8	Інтерпретація ІЧ спектрів	2 лб	
9-11	Методи електронної УФ-, видимої спектроскопії	3 лк	
9-11	Дозволеність електронних та вібронних переходів за симетрією та мультиплетністю	3 лб	
12-15	Методи магнітної резонансної спектроскопії	4 лк	
12-15	Передбачення та інтерпретація спектрів ПМР, спин-спінова взаємодія	4 лб	
16	Мас-спектроскопія	1 лк	
16	Інтерпретація мас-спектрів	1 лб	