

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра неорганічної хімії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»



Заступник декана
навчальної роботи

Наталія УСЕНКО

» 07 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ЛЮМІНЕСЦЕНТНА СПЕКТРОСКОПІЯ ТА МАГНЕТОХІМІЯ
для здобувачів освіти

галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	102 Хімія
освітній рівень	магістр
освітня програма	Хімія
вид дисципліни	вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2022/2023
Семестр	<u>3</u>
Кількість кредитів ECTS	<u>6</u>
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладачі: професор, Амірханов В.М., доцент, Павленко В.О.

Пролонговано: на 20__/20__ н. р. _____ (_____) «__» _____ 20__ р.

на 20__/20__ н. р. _____ (_____) «__» _____ 20__ р.

КИЇВ - 2022

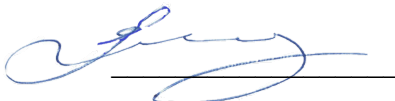
Розробники:

Амірханов Володимир Михайлович, д.х.н., професор, професор кафедри неорганічної хімії.

Павленко Вадим Олександрович, д.х.н., доцент, доцент кафедри неорганічної хімії.

ЗАТВЕРДЖЕНО

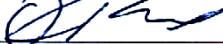
В.о. завідувача кафедри неорганічної хімії

 Ростислав ЛАМПЕКА

Протокол № 11 від «_11_» травня 2022 р.

Схвалено науково-методичною комісією хімічного факультету

Протокол № 7 від «29» червня 2022 року

Голова науково-методичної комісії  Олександр ПОЇК

« 01 » липня 2022 року

1. Мета дисципліни – засвоєння студентами теоретичних основ сучасних методів дослідження - люмінесцентної спектроскопії та магнетохімії, одержання навичок по інтерпретації результатів таких досліджень, отримання з експериментальних даних інформації щодо будови хімічних сполук, одержання масиву актуальної інформації щодо речовин та матеріалів з корисними люмінесцентними та магнітними властивостями, їх використання у сучасних технологіях, в медико-біологічних дослідженнях тощо.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни

Даний курс базується на знаннях з таких навчальних предметів, як «Неорганічна хімія», «Квантова хімія», «Координаційна хімія», «Спектроскопія неорганічних сполук», , фізичних методів дослідження, окремих розділів фізики і математики. У свою чергу він є необхідним для виконання кваліфікаційних робіт на звання магістра.

3. Анотація навчальної дисципліни

Люмінесцентні та магнетохімічні методи дослідження відіграють визначну роль у вивченні будови хімічних речовин та матеріалів. Цьому сприяє поява нової сучасної апаратури і комп'ютерних методів обробки експериментальних даних.

Програма курсу «Люмінесцентна спектроскопія та магнетизм» складається з двох частин. Частина, присвячена люмінесцентній спектроскопії містить матеріал щодо класифікації видів люмінесценції залежно від способу збудження, основних механізмів що пояснюють люмінесцентні явища; наводяться найважливіші принципи методу люмінесцентної спектроскопії, принципові схеми люмінесцентних спектрометрів. Студенти будуть ознайомлені з основними характеристиками люмінесцентних речовин та матеріалів, з підходами до інтерпретації результатів спектральних досліджень, можуть навчитися робити висновки про будову речовин на основі спектральних даних. Наводиться також інформація щодо сучасних напрямків дослідження корисних властивостей люмінесцентних речовин, придатних до створення матеріалів для новітніх технологій. У частині, присвяченій магнетохімічним дослідженням, студенти отримують уявлення про магнітні властивості речовин та їх взаємозв'язок з електронною та геометричною будовою центральних атомів координаційних сполук; методи дослідження магнітних властивостей; теоретичним прогнозуванням магнітних характеристик. При читанні курсу приділяється увага важливості досліджень біфункціональних матеріалів з люмінесцентно-магнітними властивостями.

4. Завдання (навчальні цілі):

- сформулювати загальні уявлення про природу виникнення люмінесцентних явищ;
- надати уявлення про блок-схеми сучасних спектрометрів та принципи їх роботи.
- навчити студентів проводити інтерпретацію результатів спектральних досліджень методом люмінесцентної спектроскопії і робити висновки про будову люмінесцентних часточок.
- дати принципи виникнення сенсibilізованої люмінесценції та обговорити механізми безвипромінювального перенесення енергії;
- обговорити застосування методу люмінесцентної спектроскопії для встановлення будови люмінофорних сполук в твердому стані та в розчинах.
- надати уявлення про магнітні властивості, їх зв'язок з будовою атомів та молекул;
- уміти прогнозувати магнітні характеристики речовин за будовою координаційних центрів та природою координаційного оточення;

- вміти отримувати інформацію про структурні особливості координаційних і інших сполук на підставі магнетохімічних досліджень.

Навчальна дисципліна «Люмінесцентна спектроскопія та магнетохімія» спрямована на досягнення наступних загальних й фахових компетентностей: ЗК1, ЗК2, ЗК4, ЗК14 та ФК1, Ф63, ФК8, ФК9.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результати навчання (1. знати; 2, вміти; 3, комунікація; 4, автономність та відповідальність)		Форма (та/або методи і технології) викладання і навчання)	Методи оцінювання* та порогів критерій оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результати навчання			
1.1	Знати та розуміти основні закони взаємодії речовин з електромагнітним випромінюванням; правила відбору для люмінесцентної спектроскопії, фактори, які впливають на інтенсивність і ширину спектральних ліній.	Лекції, практичні та самостійні роботи	<i>МКР, ПІ</i>	15
1.2	Знати основні принципи і поняття методу люмінесцентної спектроскопії, умови виникнення сенсibilізованої люмінесценції та механізми безвипромінювального внутрішньомолекулярного перенесення енергії.	Лекції, практичні та самостійні роботи	<i>МКР, ПІ</i>	15
1.3	Знати основні види магнітної поведінки речовин, їх залежність від зовнішніх факторів та внутрішньої будови.	Лекції, практичні та самостійні роботи	<i>МКР, ПІ</i>	15
1.4	Знати методи вимірювання магнітної сприйнятливості речовин та матеріалів та способи інтерпретації результатів магнетохімічних досліджень.	Лекції, практичні та самостійні роботи	<i>МКР, ПІ</i>	15
2.1	Здійснювати експериментальну роботу з метою перевірки гіпотез та встановлення будови хімічних сполук.	Лекції, практичні та самостійні роботи	<i>МКР, ПІ</i>	5
2.2	Застосовувати люмінесцентну спектроскопію для встановлення геометричної	Лекції, практичні та самостійні роботи	<i>МКР, ПІ</i>	5

	будови люмінофорних речовин та матеріалів			
2.3	Здійснювати систематизацію та критичний аналіз даних магнетохімічних досліджень.	Лекції, практичні та самостійні роботи	<i>МКР, ПІ</i>	5
2.4	Планувати, організовувати та проводити дослідження магнітної поведінки речовин та виконувати обробку результатів магнетохімічних досліджень з використанням спеціального програмного забезпечення..	Лекції, практичні та самостійні роботи	<i>МКР, ПІ</i>	5
3.1	Здатність до фахового спілкування в діалоговому режимі з колегами та цільовою аудиторією.	Лекції, практичні та самостійні роботи	<i>МКР, ПІ</i>	5
3.2	Коректно використовувати мовні засоби в професійній діяльності залежно від мети спілкування.	Лекції, практичні та самостійні роботи	<i>МКР, ПІ</i>	5
4.1	Здатність вести професійну діяльність з найменшими ризиками для навколишнього середовища.	Лекції, практичні та самостійні роботи	<i>МКР, ПІ</i>	5
4.2	Здатність вчитись самостійно та самовдосконалюватися, нести відповідальність за власні судження та результати.	Лекції, практичні та самостійні роботи	<i>МКР, ПІ</i>	5

** групові письмові тематичні контрольні роботи (МКР)
письмовий іспит (ПІ)*

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни(код)	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	4	4

	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	1	2
Програмні результати навчання (назва)												
P1. Знати та розуміти наукові концепції та сучасні теорії хімії, а також фундаментальні основи суміжних наук.	+	+	+			+	+					+
P2. Глибоко розуміти основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються предметної області, опанованої у ході магістерської програми, використовувати їх для розв'язання складних задач і проблем, а також проведення досліджень з відповідного напрямку хімії.			+	+	+			+	+	+		
P3. Застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення нових якісних та кількісних задач хімії.				+	+	+	+					
P9. Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи відповідні методи та інструменти роботи з даними.				+	+			+			+	+

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання студентів:

Семестрове оцінювання:

Максимальна/мінімальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом: **60 балів /36 балів**, а саме:

1. Модульна контрольна робота №1: РН 1.1, РН 1.2, РН 1.3, РН 1.4 – **30/18 балів**.
2. Модульна контрольна робота №2: РН 2.1, РН 2.2, РН 2.3 – **30/18 балів**.

Підсумкове оцінювання (у формі іспиту):

Максимальна/мінімальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом: **40 балів /24 бали**.

Результати навчання які будуть оцінюватись: РН 1.1, РН 1.2, РН 1.3, РН 1.4, РН 2.1, РН 2.2, РН 2.3, .

Форма проведення: письмова робота.

Види завдань: два теоретичних питання по 15 балів, одно практичне - 10 балів.

Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за екзамен не може бути меншою 24 балів.

Студент допускається до іспиту, якщо протягом семестру він набрав не менше, ніж **36 балів**.

7.2. Організація оцінювання:

Терміни проведення оцінювання:

Модульна контрольна робота №1: не раніше **8 тижня** семестру;

Модульна контрольна робота №2: не раніше **15 тижня** семестру;

Оцінювання самостійної роботи: впродовж семестру.

Оцінка за дисципліну = Σ балів змістовних модулів + бали за письмовий іспит

7.3. Шкала відповідності оцінок

Відмінно/Excellent	90-100
Добре/Good	75-89
Задовільно/Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН.

№	Назва	Кількість годин		
		Лекції	Прак тичні	Самостій на робота
ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ I «Основи люмінесцентної спектроскопії»				
1	Природа процесу люмінесценції. Способи збудження емісії. Класифікація видів люмінесценції. Механізми люмінесценції. Можливі процеси дезактивації збудженого стану молекули.	2		8
2	Принципи реєстрації спектрів люмінесценції. Загальна схема люмінесцентного спектрометра. Блок-схема реального люмінесцентного спектрометра. Спектри люмінесценції та збудження люмінесценції.	2	2	8
3	Морзе для основного та збудженого станів двохатомної молекули. Принцип Франка – Кондона. Правило Каша. Електронно-коливальні переходи у спектрах поглинання та випромінювання. Основні характеристики молекулярної флуоресценції. Правила відбору і інтенсивність смуг в спектрах, що обумовлені електронними переходами.	2	2	8
4	Синглетні та триплетні стани. Діаграма Яблонського. Кінетика люмінесценції. Час життя люмінесценції.	2	2	8

	Квантовий вихід люмінесценції та методи його кількісної оцінки.			
5	Основні міжмолекулярні фотофізичні процеси гасіння люмінесценції. Основні процеси впливу гасників на люмінесценцію. Ексимери та ексіплекси. Сенсibiliзована люмінесценція. Механізми безвипромінювального перенесення енергії.	2	2	8
6	Спектральні властивості органічних флуорофорів, комплексів <i>s</i> -, <i>p</i> - та <i>d</i> - металів. Металоцентована люмінесценція. Основні типи електронних переходів для тризарядних іонів лантаноїдів. Чинники, що забезпечують ефективність люмінесценції комплексів йонів Ln ³⁺ . Сенсibiliзація (ефект антени). Вимоги до лігандів як до “антен”.	2	2	8
7	Сучасні дослідження люмінесцентних речовин, придатних до створення матеріалів для новітніх технологій.	3	6	12
	МКР1: „ Основи люмінесцентної спектроскопії ”			
	ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ II «Основи магнетохімії»			
8	Магнетохімія, як розділ хімії, що вивчає електронну будову й структуру хімічних сполук, завдання магнетохімії, області застосування, можливості.	2		8
9	Джерела магнетизму: електрони, що перебувають на внутрішніх заповнених оболонках, неспарені електрони зовнішніх оболонок, делокалізовані електрони. Взаємодії між електронами. Основні види магнітної поведінки речовин.	2	2	8
10	Діамагнітна складова магнітної сприйнятливості. Дія магнітного поля на електрони, що перебувають на заповнених оболонках атомів і іонів. Теорема Лармора. Формула Ланжевена. Діамагнітна складова МС як функція атомного (молекулярного) радіуса. Зміна сприйнятливості атомів і іонів у групах і у періодах. Адитивна схема Паскаля.	2	2	8
11	Парамагнітна складова магнітної сприйнятливості. Приклади парамагнітних систем: атоми, молекули, іони й дефекти решітки з непарним числом електронів, органічні вільні радикали; деякі об'єкти з парним числом електронів, включаючи молекули кисню й органічні бірадикали.	2	2	8
12	Вплив кристалічного поля на магнітні властивості координаційних сполук. Розкладання енергії за ступенями зовнішнього магнітного поля. Рівняння для намагніченості й статичної сприйнятливості.	2	2	8
13	Магнетизм обмінних кластерів. Поняття обмінного кластера. Загальна схема одержання інформації про обмінні кластери з даних по магнітній сприйнятливості.	2	2	8
14	Молекулярні магнітні матеріали. Молекулярний підхід для створення нанорозмірних магнітів та полі функціональних	3	4	12

	матеріалів. Спінові переходи. Умови спінових переходів. Критичне значення сили поля лігандів. Кінетика спінових переходів. Органічні магнітні матеріали.			
	МКР2: «Основи магнетохімії»			

Загальний обсяг **180 год.**, в тому числі:

Лекцій –**30 год.**

Практичні заняття – **30 год.**

Самостійна робота - **120 год.**

9. Рекомендовані джерела

Основні:

1. Люмінесценція координаційних сполук лантаноїдів : навч. посіб. / В. М. Амірханов. - К. : ВПЦ "Київський університет", 2017.-79 с
2. Bünzli J.-C. G. Lanthanide Photonics: Shaping the Nanoworld // Trends in Chemistry. – 2019. – V. 1, Issue 8, P. 751-762.
3. Bünzli J.-C. G. On the design of highly luminescent lanthanide complexes // Coordination Chemistry Reviews 293–294 (2015) 19–47.
4. В.О.Павленко, І.О. Фрицький. Вступ до магнетохімії. К.: ВПЦ «Київський університет», 2012. 167 с.

Додаткові:

1. Shinde K.N., Dhoble S.J., Swart H.C., Park K. (2012) Basic Mechanisms of Photoluminescence. In: Phosphate Phosphors for Solid-State Lighting. Springer Series in Materials Science, vol 174. Springer, Berli, Heidelberg
2. Релаксація високоенергетичних збуджень у нанорозмірних матеріалах: монографія / Волошановський В.А. – Харків: “ІСМА”, 2018.– 216 стр..
3. P. Gawryszewska, J. Sokolnicki, J. Legendziewicz Photophysics and structure of selected lanthanide compounds // Coordination Chemistry Reviews. – 2005. – V. 249, P. 2489–2509
4. Drago R. S. Physical methods for chemists. Surfside, 1992 (second edition).