

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА  
ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра неорганічної хімії



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана  
навчальної роботи

Наталія УСЕНКО

«30» 06 2022 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
ЛЮМІНЕСЦЕНТНІ ЯВИЩА В ХІМІЇ  
для здобувачів освіти**

галузь знань  
спеціальність  
освітній рівень  
освітня програма  
вид дисципліни

**10 Природничі науки  
102 Хімія  
бакалавр  
Хімія  
вибіркова**

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2022/2023
Семестр	8
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладачі: професор, Амірханов В.М.

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н. р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

на 20\_\_/20\_\_ н. р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

КИЇВ - 2022

Розробник:

Амірханов Володимир Михайлович, д.х.н., професор, професор 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 від «29» червня 2022 року № 7

Голова науково-методичної комісії  Олександр РОЇК

« 30 » червня 2022 року

**1. Мета дисципліни** – засвоєння студентами теоретичних основ методу люмінесцентної спектроскопії, одержання навичок по інтерпретації результатів люмінесцентних спектральних досліджень, отримання зі спектральних даних інформації щодо будови хімічних сполук, одержання масиву сучасної інформації щодо класифікації речовин та матеріалів з люмінесцентними властивостями, їх використання для створення енергозберігаючих світло випромінюючих матеріалів, ознайомлення з люмінесцентними методами 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”, „Координаційна хімія”, „Квантова хімія”, окремих розділів фізики і математики. Курс є корисним для виконання кваліфікаційних робіт бакалавра та магістра.

## **3. Анотація навчальної дисципліни**

Спектральні методи дослідження відіграли визначну роль у вивченні будови хімічних речовин, і на сьогодні вони продовжують залишатись найпоширенішими методами їх дослідження. Цьому сприяє поява нової сучасної апаратури і комп'ютерних методів обробки спектрів, що значно розширює можливості спектральних методів.

Програма курсу «Люмінесцентні явища в хімії» складається з декількох розділів. Вступний розділ присвячений матеріалу щодо класифікації видів люмінесценції залежно від способу збудження, основних механізмів що пояснюють люмінесцентні явища, наводяться принципи методу люмінесцентної спектроскопії. У подальших розділах студенти знайомляться з основними характеристиками люмінесцентних речовин, з підходами до інтерпретації результатів спектральних досліджень, і навчаються робити висновки про будову речовин на основі спектральних даних. Наводиться також інформація щодо сучасних напрямків наукових досліджень в області синтезу люмінесцентних речовин, придатних до створення матеріалів для новітніх технологій, та огляд найрозповсюджених галузей їх застосування.

## **4. Завдання (навчальні цілі):**

- сформулювати загальні уявлення про характер взаємодії речовин з електромагнітним випромінюванням, що обумовлює виникнення люмінесцентних явищ;
- навчити студентів проводити інтерпретацію результатів спектральних досліджень методом люмінесцентної спектроскопії і робити висновки про будову люмінесцентних часточок;
- сформулювати основні критерії віднесення смуг до електронно-коливальних переходів у спектрах люмінесценції та збудження люмінесценції;
- дати принципи виникнення сенсibiliзованої люмінесценції та обговорити механізми безвипромінювального перенесення енергії;
- обговорити застосування методу люмінесцентної спектроскопії для встановлення способу координації лігандів;
- розглянути спектри люмінесценції комплексів деяких лантаноїдів та запропонувати будови відповідних координаційних сполук лантаноїдів в твердому стані та в розчинах.

## 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, самостійна робота	<i>ПТК*</i> , залік	10
1.2	Знати основні принципи і поняття методу люмінесцентної спектроскопії.	Лекції, самостійна робота	<i>ПТК</i> , залік	5
1.3	Знати природу виникнення сенсibiliзованої люмінесценції та механізми безвипромінювального внутрішньо молекулярного перенесення енергії.	Лекції, самостійна робота	<i>ПТК</i> , залік	10
1.4	Знати та розуміти основні принципи застосування методу люмінесцентної спектроскопії для встановлення способу координації лігандів.	Лекції, самостійна робота	<i>ПТК</i> , залік	10
1.5	Знати як інтерпретувати спектри люмінесценції та збудження люмінесценції комплексів лантаноїдів з метою встановлення будови відповідних координаційних сполук лантаноїдів в твердому стані та в розчинах.	Лекції, самостійна робота	<i>ПТК</i> , залік	10

<b>1.6</b>	Знати сучасні напрямки наукових досліджень в області синтезу нових люмінесцентних речовин, придатних до створення матеріалів для новітніх технологій, та найрозповсюджені галузі їх застосування.	Лекції, самостійна робота	<i>ПТК, залік</i>	<b>10</b>
<b>2.1</b>	Здійснювати експериментальну роботу з метою перевірки гіпотез та встановлення будови хімічних сполук.	Лекції, самостійна робота	<i>ПТК, залік</i>	<b>5</b>
<b>2.2</b>	Визначати основні критерії віднесення смуг до електронно-коливальних переходів у спектрах люмінесценції та збудження люмінесценції.	Лекції, самостійна робота	<i>ПТК, залік</i>	<b>5</b>
<b>2.3</b>	Використовувати діаграму Яблонського для аналізу спектрів люмінесценції та збудження люмінесценції.	Лекції, самостійна робота	<i>ПТК, залік</i>	<b>5</b>
<b>2.4</b>	Застосовувати люмінесцентної спектроскопії для встановлення геометричної будови координаційних сполук лантаноїдів.	Лекції, самостійна робота	<i>ПТК, залік</i>	<b>5</b>
<b>3.1</b>	Здатність до фахового спілкування в діалоговому режимі з колегами та цільовою аудиторією.	Лекції, самостійна робота	<i>ПТК, залік</i>	<b>5</b>
<b>4.1</b>	Здатність вести професійну діяльність з найменшими ризиками для навколишнього середовища.	Лекції, самостійна робота	<i>ПТК, залік</i>	<b>3</b>
<b>4.2</b>	Здатність вчитись самостійно та самовдосконалюватися, нести відповідальність за власні судження та результати.	Лекції, самостійна робота	<i>ПТК, залік</i>	<b>4</b>

\* *письмові тематичні контрольні роботи (ПТК)*

**6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання.**

<b>Результати навчання дисципліни(код)</b>	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	4	4
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	1	1	2
<b>Програмні результати навчання (назва)</b>													
<b>Знання</b>													
P04. Розуміти основні закономірності та типи хімічних реакцій та їх характеристики.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
P05. Розуміти зв'язок між будовою та властивостями речовин.				+	+	+	+	+	+	+			
P08. Знати принципи і процедури фізичних, хімічних, фізико-хімічних методів дослідження, типові обладнання та прилади.	+	+	+	+	+		+	+	+				
P16. Виконувати комп'ютерні обчислення, що мають відношення до хімічних проблем, використовуючи стандартне та спеціальне програмне забезпечення, навички аналізу та відображення результатів.				+	+	+				+			
P20. Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії.				+	+	+				+			
P21. Здійснювати моніторинг та аналіз наукових джерел інформації та фахової літератури.							+	+	+	+	+	+	

## 7. Схема формування оцінки.

### 7.1. Форми оцінювання студентів:

#### Семестрове оцінювання:

Максимальна/мінімальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом: **100 балів / 60 балів**, а саме:

1. Контрольна робота №1: **50/30 балів**.
2. Контрольна робота №2: **50/30 балів**.

### 7.2. Організація оцінювання:

Терміни проведення оцінювання:

Контрольна робота №1: не раніше **8 тижня** семестру;

Контрольна робота №2: не раніше **15 тижня** семестру;

Оцінювання самостійної роботи: впродовж семестру.

### 7.3. Шкала відповідності оцінок

<b>Зараховано/ Passed</b>	<b>60-100</b>
<b>Не зараховано/ Fail</b>	<b>0-59</b>

## 8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.

### ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН.

№	Назва	Кількість годин	
		Лекції	Самостійна робота
<b><i>ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ I «Основи люмінесцентної спектроскопії»</i></b>			
1	Основні визначення у люмінесцентній спектроскопії. Класифікація видів люмінесценції залежно від способу збудження. Механізми люмінесценції.	2	4
2	Криви Морзе для основного та збудженого станів двохатомної молекули. Принцип Франка – Кондона. Правило Каша. Електронно-коливальні переходи у спектрах поглинання та випромінювання.	2	4
3	Основні характеристики молекулярної флуоресценції. Правила відбору і інтенсивність смуг в спектрах, що обумовлені електронними переходами.	2	4
4	Синглетні та триплетні стани на прикладі молекули формальдегіду. Діаграма Яблонського.	2	8

5	Кінетика люмінесценції. Час життя люмінесценції. Квантовий вихід люмінесценції та методи його кількісної оцінки.	4	8
6	Основні міжмолекулярні фотофізичні процеси гасіння люмінесценції. Ексимери та експлекси.	4	10
	<b>ПТК1: „<i>Основи люмінесцентної спектроскопії</i>”</b>		
<b><i>ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ II «Інтерпретація спектрів люмінесценції та галузі застосування люмінесцентних сполук»</i></b>			
8	Сенсибілізована люмінесценція. Механізми безвипромінювального перенесення енергії. Основні процеси впливу гасників на люмінесценцію.	2	4
9	Електролюмінесценція. Вимоги до матеріалів катоду та аноду електролюмінесцентної комірки. Вимоги до матеріалів емісійного шару OLED. Характеристики флуорофорів на основі координаційних сполук s-, p- та d- металів.	2	6
10	Фосфоресцентні комплекси d-металів з незавершеним d-підрівнем.	4	6
11	Металоцентрована люмінесценція. Основні типи електронних переходів для тризарядних іонів лантаноїдів. Чинники, що забезпечують ефективність люмінесценції комплексів йонів Ln <sup>3+</sup> . Сенсибілізація (ефект антени). Вимоги до лігандів як до “антен”.	4	6
12	Діаграма шляхів міграції енергії у координаційних сполуках лантаноїдів (III). Безвипромінювальна дезактивація іонів Eu(III) та Tb(III) O-H та O-D коливаннями. Оцінка симетрії оточення центрального атому на основі кількості штарківських компонент у спектрах Ln(III).	4	6
13	Сучасні напрямки наукових досліджень в області синтезу люмінесцентних речовин, придатних до створення матеріалів для новітніх технологій	4	6
14	Огляд найрозповсюджених галузей практичного застосування люмінесцентних речовин та матеріалів на їх основі.	4	6
	<b>ПТК2: «<i>Інтерпретація спектрів люмінесценції та галузі застосування люмінесцентних сполук</i>»</b>		2

Загальний обсяг **120 год.**, в тому числі:

Лекцій –**40 год.**

Самостійна робота - **80 год.**



## 9. Рекомендовані джерела.

### Основні:

1. Люмінесценція координаційних сполук лантаноїдів / Амірханов В.М. // ВПЦ «Київський університет», 2017. 110 с
2. Bünzli J-C. G. Lanthanide Luminescence: From a Mystery to Rationalization, Understanding and Applications // Handbook on the Physics and Chemistry of Rare Earths. -2016.
3. Bünzli J-C. G., S. V. Eliseeva Photophysics of Lanthanoid Coordination Compounds // 2013. - Elsevier Ltd.
4. S. Faulkner, S. J. A. Pope and P. B-P. Benjamin // Applied Spectroscopy Reviews. – 2005. – V. 40. – P. 1–31.

### Додаткові:

1. Tu N. Nguyen ↑, Fatmah Mish Ebrahim, Kyriakos C. Stylianou Photoluminescent, upconversion luminescent and nonlinear optical metal-organic frameworks: From fundamental photophysics to potential applications. Coordination Chemistry Reviews 2018. 377, P. 259–306.
2. Jérôme Long, Yannick Guari, Rute A.S. Ferreira, Luis D. Carlos, Joulia Larionova Recent advances in luminescent lanthanide based Single-Molecule Magnets. Coordination Chemistry Reviews 2018. 363, P. 57–70.
3. Luminescence. From Theory to Applications/ Edited by Cees Ronda. Wiley VCH. 2008. 260 p.