

**Силабус курсу "Люмінесцентні та сцинтиляційні матеріали"
2019 – 2020 навчального року**

Назва курсу	Люмінесцентні та сцинтиляційні матеріали
Адреса викладання курсу	Львів, вул..Кирила і Мефоді,8
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Фізичний факультет, кафедра експериментальної фізики
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	галузь знань: 10 Природничі науки спеціальність: 105 Прикладна фізика та наноматеріали
Викладачі курсу	Волошиновський А.С., доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри експериментальної фізики,
Контактна інформація викладачів	avolosh@ukr.net
Консультації по курсу відбуваються	Консультації в день проведення лекцій/лабораторних занять (за попередньою домовленістю). Також можливі консультації через електронну пошту.
Сторінка курсу	
Інформація про курс	Курс розроблено таким чином, щоб надати учасникам необхідні знання, обов'язкові для того, щоб здобути загальні та фахові компетентності в галузі люмінесцентного та сцинтиляційного матеріалознавства. Виходячи з цього, в пропонованій програмі розглянуто фізичні основи люмінесцентних процесів, підходи до розробки люмінесцентних пристроїв та продемонстровано можливість їх різноманітного використання в багатьох областях фундаментальних і прикладних досліджень – у фізиці високих енергій, ядерній фізиці, діагностичній медичній апаратурі, в багатьох промислових вимірювальних системах, при радіоізотопному моніторингу і т.д..
Коротка анотація курсу	Дисципліна «Люмінесцентні та сцинтиляційні матеріали» є вибірковою дисципліною з спеціальності 105. Прикладна фізика та наноматеріали освітньої програми доктора філософії, яка викладається в 4 семестрі в обсязі 3 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS). Програма навчальної дисципліни передбачає ознайомлення із загальними закономірностями випромінювальних процесів, основними механізмами люмінесцентних процесів за умови внутрішньо центрів та рекомбінаційної люмінесценції, люмінесценції екситонів, релаксації та трансформації енергії збудження за умови високоенергетичного збудження, впливу розмірних процесів та квантового обмеження на люмінесценцію. Ці основи люмінесценції будуть фундаментом для розуміння процесів у люмінофорах різного призначення та сцинтиляційних матеріалах. Запропоновані лабораторні роботи дозволять проводити оцінки люмінесцентних та сцинтиляційних параметрів..
Мета та цілі курсу	Метою навчальної дисципліни “Люмінесцентні та сцинтиляційні матеріали” є формування необхідних теоретичних знань і практичних навиків для розуміння феномену люмінесценції як фізичного явища, практичного використання люмінесцентних та сцинтиляційних матеріалів, виходячи з особливостей процесів власного

	та домішкового свічення та передачі енергії висоенергетичного збудження до центрів люмінесценції.
Література для вивчення дисципліни	<p>Основна література</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Волошиновський А.С. Основи люмінесценції / Волошиновський А.С., Неділько Г., Підзирайло М.С. – Львів, 2008. – 246с. 2. Волошиновський А.С., Родний П.О. Випромінювальні остовно-валентні переходи в широкощілинних діелектричних кристалах. Львів. Вид. ЛНУ імені Івана Франка. 2004. – 200с. 3. Rodnyi P. A. Physical Processes in Inorganic Scintillators. // CRC Press 1997 NY. – 240p. 4. Гектін О.В. Релаксація високоенергетичних збуджень у нанорозмірних матеріалах/ Гектін О.В., Волошиновський А.С., Заіченко О.С., Вістовський В.В., Малий Т.С., Жишкович А.В. – Харків: “ІСМА”, 2018.– 216 с. 5. В. В. Сердюк, Ю. Ф. Вакман. Люминесценция полупроводников / . – Одесса: Высшая школа, 1988. – 200 с. 6. Крочук А.С., Підзирайло М.С., Хапко З.А., Антоняк О.Т. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з молекулярної спектроскопії і люмінесценції. Вид. ЛНУ, Львів, 2000 – 38 с. <p>Додаткова</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. М. Е. Глобус. Неорганические сцинтиляторы / М. Е. Глобус, Б. В. Гринев. –Х.: Акта, 2001. – 408 с. 8. G. Blasse, В. С. Grabmaier Luminescent materials. – Springer-Verlag, 2001. – 121 p. 9. Scintillation materials and detectors, Catalog of the Institute for single crystals: Kharkov. 1995. 10. Агранович В.М. Перенос энергии в конденсированных средах / В.М.Агранович, М.Д. Галанин. – М.: Наука, 1978. 11. В. М. Агранович. Люминесценция молекул и кристаллов / В. М. Агранович, М. Д. Галанин. – М.: Физический институт им. П. Н. Лебедева, 1999. 12. Лакович Д. Основы флуоресцентной спектроскопии / Д.Лакович. – М, 1986. – 496 с. 13. Phosphor handbook/Shigeo Shionoya et al. CRC Press. 1999. 14. А. М. Гурвич. Введение в физическую химию кристаллофосфоров. – М.: Мир, 1982 15. В. Р. Карась. Сцинтиляционные материалы и детекторы на их основе / В. Р. Карась, Е. П. Сысоева. - Черкассы: ОНИИТЭХИМ, 1989. – 125 с <p>Періодичні видання</p> <ol style="list-style-type: none"> 16. Journal of Luminescence. 17. Вісник Львівського університету. Серія фізична. 18. Function materials. <p>Інформаційні ресурси:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. www.sciencedirect.com. 2. http://onlinelibrary.wiley.com. 3/ http://sciapse.io.
Тривалість курсу	90 год.
Обсяг курсу	48 годин аудиторних занять. З них 32 години лекцій, 16 годин

	лабораторних робіт та 42 години самостійної роботи
Очікувані результати навчання	<p>Після завершення цього курсу студент буде :</p> <p>знати :</p> <p>Теоретичні основи люмінесценції як фізичного процесу. Діаграми енергетичних рівнів індивідуальних активаторних центрів свічення та вплив на них структури матеріалів. Класифікацію люмінесцентних та сцинтиляційних матеріалів за типом збудження, часовими характеристиками та механізмом елементарних процесів. Характеристики широкоживаних фосфорів для виготовлення освітлювальних ламп, реєстрації катодного і рентгенівського випромінювання. Сцинтиляційні характеристики широкоживаних сцинтиляторів і механізми сцинтиляційних процесів.</p> <p>вміти:</p> <p>Робити порівняльну оцінку спектрометричних характеристик люмінесцентних матеріалів. Вимірювати та розраховувати часові параметри люмінесцентних та сцинтиляційних матеріалів залежно від енергії збуджуючих квантів. Вносити корективи у люмінесцентні та сцинтиляційні параметри залежно від спектральної чутливості детекторів та енергії світлових квантів.</p>
Ключові слова	Люмінесценція, люмінофори, сцинтилятори, швидкодія, роздільна здатність, енергетичний вихід, міграція та трансформація енергії, наночастинки.
Формат курсу	Очний
	Проведення лекцій, лабораторних робіт та консультації для поглибленого розуміння тем
Теми	Наведено у таблиці
Підсумковий контроль, форма	іспит в кінці семестру усний
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисциплін атомна фізика, квантова механіка, спектроскопія атомів, молекул та кристалів для сприйняття категоріального апарату
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Презентація, лекції, дискусія, виконання лабораторних робіт, підготовка доповідей, рефератів.
Необхідне обладнання	Персональний комп'ютер, загальноживані комп'ютерні програми і операційні системи, проектор, наукове обладнання для проведення лабораторних робіт
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • лабораторні: 30% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 20 • контрольні заміри (модулі): 20% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 20 • іспит: 50% семестрової оцінки. Максимальна кількість балів 50 <p>Підсумкова максимальна кількість балів 100</p>
Питання до заліку чи екзамену.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Особливості люмінесценції атомів, молекул, кристалів. 2. Модель конфігураційних координат для пояснення люмінесцентних переходів.

3. Спектроскопія іонів перехідних металів з 4dⁿ електронною конфігурацією
4. Діаграми Сугано-Танабе для інтерпретації спектрів іонів перехідних металів.
5. Люмінесценція іонів з ns² – електронною конфігурацією.
6. Вільні та автолокалізовані екситони.
7. Екситонна люмінесценція лужногалоїдних кристалів.
8. Основно-валентна люмінесценція.
9. Люмінесценція іонів лантанідів у випадку 4f-4f переходів.
10. 5d-4f люмінесценція іонів лантанідів.
11. Люмінесценція двовалентних іонів лантанідів.
12. Люмінесценція з перенесенням заряду.
13. Ступінчата люмінесценція іонів лантанідів.
14. Механізми резонансного перенесення енергії взаємодії між донором та акцептором.
15. Обмінна та мультипольна взаємодія.
16. Закони загасання внутрішньо центральної та рекомбінаційної люмінесценції.
17. Термолюмінесценція та термодозиметри.
18. Концентраційне гасіння люмінесценції.
19. Температурне гасіння люмінесценції. Формула Мотта.
20. Лампові люмінофори.
21. Люмінофори для світлодіодів.
22. Люмінофори для візуалізації іонізуючого випромінювання.
23. Нанолюмінофори для біомедичних тестувань.
24. Механізми стинціалізаційного процесу.
25. Сцинтилятори на основі лужногалоїдних кристалів.
26. Сцинтилятори для досліджень в галузі фізики високих енергій.
27. Швидкі сцинтилятори з іонами лантанідів.
28. Сцинтилятори для томографів

	<p>29. Сцинтилятори з найбільшим енергетичним виходом.</p> <p>30. Апконверсійні процеси та матеріали.</p> <p>31. Фізичні процеси в основі швидкісних сцинтиляторів.</p> <p>32. Полімерні нанокompозитні сцинтилятори.</p>
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Таблиця 1

Схема курсу "Люмінесцентні та сцинтиляційні матеріали"

Тиждень..-	Тема занять	Форма діяльності та обсяг годин	Додаткова література / ресурс для виконання завдань (за потреби)	Термін виконання
1	Поглинання люмінесцентними матеріалами енергії збудження	Лекції – 2 год, самостійна робота – 4 год		1 тиждень
2,3,	Випромінювальні переходи в люмінесцентних центрах.	Лекції – 4год, лабораторні – 4 год самостійна робота – 4 год		2 тижні
4,5	Безвипромінювальні переходи.	Лекції – 4 год, самостійна робота – 4 год		2 тижні
6,7	Передача енергії збудження	Лекції – 4 год, лабораторні – 4 год самостійна робота – 4год		2 тижні
8,9	Практичне використання люмінесцентних матеріалів.	Лекції – 4 год, самостійна робота –4 год		2 тижні
10,11	Традиційні неорганічні сцинтиляційні матеріали.	Лекції – 4 год, лабораторні – 4 год, самостійна робота –6 год		2 тижні
12,13	Нові швидкодіючі сцинтилятори	Лекції – 4 год, лабораторні – 4 год, самостійна робота – 6 год		2 тиждень
14,15	Інше використання.	Лекції – 4 год, самостійна робота – 6год		2 тиждень
16	Деякі закономірності збирання свігла і формування спектрометричних характеристик	Лекції – 2 год, самостійна робота – 4 год		2 тиждень