Форма № Н - 3.03

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені ІВАНА ФРАНКА

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Декан фізичного факультету

_____ проф. Якібчук П.М.

"17" _____06_____ 2019 року

СПЕКТРОСКОПІЯ ЕКСИТОНІВ

ПРОГРАМА
дисципліни вільного вибору аспіранта

підготовки **доктор філософії**
з галузі знань **10 Природничі науки** за спеціальністю
104 Фізика та астрономія

Львів – 2019 рік

Розробник програми:

доктор фізико-математичних наук, професор кафедри експериментальної фізики Франів А.В.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри експериментальної фізики

Протокол від “ 26 ” червня 2019 року № 19

Завідувач кафедри експериментальної фізики

_____ (Волошиновський А.С.)

(підпис) (прізвище та ініціали)

“26” червня 2019 року.

Схвалено Вченою радою фізичного факультету

Протокол від “ 27 ” червня 2019 року №

Голова _____ (Якібчук П.М.)

(підпис) (прізвище та ініціали)

“ 27 ” червня 2019 року

© Франів А.В. 2019

1. Опис навчальної дисципліни

(Витяг з робочої програми навчальної дисципліни **"**Спектроскопія екситонів**"**)

<table>
<tr><td>Найменування показників</td><td>Галузь знань, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень</td><td>Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 3</td><td>Галузь знань:
10 Природничі науки</td><td>Денна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Модулів – 1</td><td rowspan="2">Спеціальність:
104 Фізика та астрономія</td><td>Вибіркова</td></tr>
<tr><td>Блоків змістових модулів – 1</td><td>Рік підготовки – другий</td></tr>
<tr><td>Загальна кількість годин – 90</td><td rowspan="3">Спеціалізація:
фізика напівпровідників та діелектриків</td><td>Семестр – 3</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Тижневих годин:
аудиторних – 3
самостійної роботи – 2,625</td><td>Лекції – 32 год.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Освітньо-кваліфікаційний рівень:
доктор філософії</td><td>Лабораторні – 16 год.</td></tr>
<tr><td>Самостійна робота – 42 год.</td></tr>
<tr><td>Вид контролю – іспит</td></tr>
</table>

Примітка.
Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить – 1,143.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою і завданням навчальної дисципліни "Спектроскопія екситонів" є формування необхідних теоретичних знань і практичних навиків, які дозволять інтерпретувати фізичні властивості кристалічних сполук з позиції реалізації у них різноманітних збуджень, зокрема таких, як екситони. Ці знання можуть стати основою для усвідомлення процесів релаксації квазічастинкових збуджень в різноманітних кристалічних середовищах з метою створення на їх основі нових квантових матеріалів з наперед заданими характеристиками.

У результаті вивчення цього курсу аспірант повинен

знати:

моделі екситонних збуджень, механізми взаємодії екситонів з різноманітними квазічастинками і збудженнями, особливості безвипромінювального перенесення енергії екситонних збуджень, особливості люмінесцентних параметрів екситонної люмінесценції.

вміти:

інтерпретувати природу та структуру екситонних резонансів, враховувати температурні зміни параметрів екситонних збуджень, структуру енергетичних переходів, що відповідальні за утворення екситонних станів, передбачати вплив температури, концентрації, розмірних ефектів екситонних збуджень в тих чи інших кристалах.

Програма навчальної дисципліни

1. Історичні етапи теорії та спектроскопії екситонів. Ідеалізована модель кристалу. Одноелектронне наближення. Збуджені стани кристалу.

2. Сильний зв'язок. Екситон Френкеля. Поперечні та повздовжні екситони Френкеля. Давидівське розщеплення. Слабкий зв'язок. Екситони Ваньє-Мотта. Вільні, локалізовані та автолокалізовані стани.

3. Проміжний зв'язок. Модель переносу електрона. Вільні та автолокалізовані стани екситонів в анізотропних напівпровідниках та лужно-галоїдних кристалах.

4. Екситон-фононна взаємодія. Температурний зсув і правило Урбаха. Непрямі фотопереходи в кристалах з участю екситонів.

5. Світло-екситонні переходи (поляритони). Необхідність і проблема граничних умов. Поверхневі поляритони. Релаксація поляритонів та властивості поляритонного випромінювання.

6. Колективні властивості екситонів. Біекситони. Електрон-діркова рідина. Бозе-Енйштейнівська конденсація екситонів.

7. Екситони в електричних та магнітних полях. Електрооптика екситонів, оптична орієнтація в магнітному полі, вплив зовнішнього тиску на структуру і динаміку екситонів.

8. Оптичні методи дослідження енергетичної структури екситонів по спектрах поглинання, відбивання та фотолюмінесценції. Блок-схеми установок для дослідження екситонних спектрів.

9. Фотоелектричні методи дослідження енергетичної структури екситонів та динаміки екситонних збуджень. Блок-схеми для фотоелектричних досліджень екситонних спектрів.

10. Методика вивчення енергетичної та фазової релаксації поляритонів. Особливості методики дослідження фазової релаксації екситонів в анізотропних кристалах.

4. Структура навчальної дисципліни

№	Назви змістових модулів і тем	Кількість годин			
		лк	пр	лаб	ср
МОДУЛЬ 1					
1	Історичні етапи теорії та спектроскопії екситонів.	2	–	4	2
2	Сильний зв'язок.	2			4
3	Проміжний зв'язок.	2	–		4
4	Екситон-фононна взаємодія.	4	–	6	4
5	Світло-екситонні переходи (поляритони).	2	–		4
6	Колективні властивості екситонів.	4	–		4
7	Екситони в електричних та магнітних полях.	4	–		4
8	Оптичні методи дослідження енергетичної структури екситонів по спектрах поглинання, відбивання та фотолюмінесценції.	4	–	6	4
9	Фотоелектричні методи дослідження енергетичної структури екситонів та динаміки екситонних збуджень.	4	–		6
10	Методика вивчення енергетичної та фазової релаксації поляритонів.	4	–		6
	ВСЬОГО	**32**	**–**	**16**	**42**

5. Теми лабораторних занять

№	Назва теми	Кількість годин
МОДУЛЬ 1		
1	Дослідження спектрів відбивання основного n=1 та збудженого n= 2 стану екситону в кристалах PbJ_2.	4

2	Вивчення екситонної фотолюмінесценції в кристалах GaSe.	6
3	Дослідження спектрів резонансного комбінаційного розсіювання екситонів в кристалах InI.	6
	ВСЬОГО	**16**

6. Методи навчання

Використовуються такі методи навчання:

а) *словесні* – лекція, пояснення, бесіда, інструктаж (вступний та поточний) під час виконання лабораторних робіт;

б) *наочні* – ілюстрування лекційного матеріалу таблицями, схемами та графіками;

в) *лабораторні* – виконання лабораторних робіт, що передбачає організацію навчальної роботи для отримання нових знань, перевірки певних наукових гіпотез на рівні досліджень, узагальнень та аналізу та формування вмінь і навичок інтерпретації результатів досліджень різноманітних нанооб'єктів.

7. Розподіл балів, що присвоюються студентам

Контроль знань здійснюється за результатами іспиту.

Шкала оцінювання: вузу, національна та ECTS

Оцінка ЄКТС	Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	
		Екзамен	
A	90–100	5	відмінно
B	81–89	4	дуже добре
C	71–80		добре
D	61–70	3	задовільно
E	51–60		достатньо

8. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова:

1. Нокс Р. Теория экситонов. М.: Мир, 1966. – 218 с.
2. Агранович В. Теория экситонов. М.: Наука, 1968. – 382 с.
3. Рашба Е., Стердж М. Экситони. М.: Наука, 1985, – 605 с.
4. Джефрис К., Келдиш Л. ЭДК в полупроводниках. М.: Наука, 1988. – 610 с.
5. Бродин М.С., Блонский И.В. Экситонные процессы в слоистых кристаллах. К.: Наукова думка, 1986. – 256 с.
6. Дмитрук М.Л., Литовченко В.Г. Поверхносные поляритоны в полупроводниках и диэлектриках. К.: Наукова думка, 1989. – 374 с.

7. Грибковский В.П. Теория испускания ы поглощения света в полупроводниках. Минск: Наука и Техника, 1975. – 461 с.
8. Бойчук В.І. Основи теорії твердого тіла. Дрогобич: Коло, 2010, – 260 с.

Допоміжна:

Періодичні видання

1. Journal of Luminescence.
2. Вісник Львівського університету. Серія фізична.
3. Function materials.

Інформаційні ресурси:

1. www.sciencedirect.com.
2. http://onlinelibrary.wiley.com.