

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра квантової радіофізики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Перший проректор

“_____” _____ 2016_ р.

Програма навчальної дисципліни

КОЛИВАЛЬНІ СПЕКТРИ МОЛЕКУЛ

(назва навчальної дисципліни)

спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали
(шифр, назва спеціальності)

спеціалізація квантова радіофізика та фотоніка
(шифр, назва спеціалізації)

факультет радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

2016_ / 2017_ навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

Протокол від “ 21 ” червня 2016 року № 6

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: (вказати авторів, їхні наукові ступені, вчені звання та посади)
професор кафедри квантової радіофізики, д.ф. - м.н. Баскаков Олег Ігорович

Програму схвалено на засіданні кафедри квантової радіофізики

Протокол від “ 21 ” червня 2016 року № 8

Завідувач кафедри квантової радіофізики

_____ проф. Маслов В.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією
факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

Протокол від “ 16 ” червня 2016 року № 6

Голова методичної комісії факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

_____ (проф. Черногор Л. Ф.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “Квантова електроніка” складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки

магістр

(назва рівня вищої освіти, освітньо-кваліфікаційного рівня)

спеціальності (напряму) 105 Прикладна фізика та наноматеріали (радіофізика, біофізика)

спеціалізації

квантова радіофізика та фотоніка

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є дати студентам сучасне уявлення про основні теоретичні положення формування спектрів поглинання квантових систем, в тому числі і коливальних спектрів багатоатомних молекул.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є засвоєння студентами засад взаємодії атомів та молекул з електромагнітним полем та способів використання отриманих знань в промисловості і науці.

1.3. Кількість кредитів – 4

1.4. Загальна кількість годин – 120

1.5. Характеристика навчальної дисципліни

За вибором
Денна форма навчання
Рік підготовки
5-й
Семестр
9-й
Лекції
22 год.
Практичні, семінарські заняття
10 год.
Лабораторні заняття

Самостійна робота
88 год.
Індивідуальні завдання

1.6. Заплановані результати навчання

Знати:

- матричні подання;
- закони взаємодії квантової системи з монохроматичним електромагнітним полем;
- наближення дворівневої системи;

- структуру рівнів енергії молекул різного типу;
- параметри спектральних ліній;

Уміти:

- вивести вираз для ймовірностей переходів, як за допомогою теорії збурювань, так і в наближенні дворівневої системи;
- пояснити поведінку квантової системи під дією зовнішнього монохроматичного електромагнітного поля;
- пояснити роль зіткнень в формуванні спектральних ліній.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Взаємодія квантової системи з електромагнітним полем.

Тема 1. Вступ до курсу. Коротка історія. Головні задачі.

Тема 2. Короткий виклад основних законів квантової механіки. Оператори фізичних величин і їхні властивості. Головний оператор квантової механіки – гамільтоніан (оператор енергії). Три головних етапи розв'язання квантово-механічних задач. а) побудова гамільтоніану; б) розв'язання рівняння Шредінгера; в) обчислення фізичних величин.

Тема 3. Матричні подання. Схема перетворення операторів і рівнянь у матричну форму.

Тема 4. Енергетичне подання. Математичні й фізичні властивості коефіцієнтів хвильової функції в енергетичному поданні. Рівняння Шредінгера в енергетичному поданні. Поняття про ймовірність переходу.

Тема 5. Взаємодія у дипольному наближенні. Вид оператора взаємодії в дипольному наближенні. Парність і непарність хвильових функцій вільної квантової системи. Властивості матричних елементів дипольного моменту. Дозволені й заборонені переходи.

Тема 6. Метод теорії збурювань. (Метод послідовних наближень). Фізичні передумови. Рішення в першому наближенні. Резонансний характер взаємодії. Межі застосування. Рішення у другому порядку. Багатоквантові переходи.

Тема 7. Наближення дворівневої системи. Фізичні передумови. Хід розв'язання. Нехтування високочастотними членами. Фізична інтерпретація отриманих рішень. Коливальний характер. Частота Рабі.

Тема 8. Урахування зіткнень. Середня енергія, поглинена квантовою системою в одиницю часу.

Тема 9. Розширення й форма спектральних ліній. Однорідне розширення. Насичення середовища. Коефіцієнт поглинання. Неоднорідне розширення. Окремий випадок - доплеровське розширення. Природне розширення.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усьог о	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7
Розділ 1. Взаємодія квантової системи з електромагнітним полем.						
Тема 1. Вступ до курсу. Коротка історія. Головні задачі.	6	2				4
Тема 2. Основні закони квантової механіки.	17	3	2			12
Тема 3. Матричні подання.	11	2	1			8
Тема 4. Енергетичне подання.	13	2	1			10
Тема 5. Взаємодія у дипольному наближенні.	10	2				8
Тема 6. Метод послідовних наближень.	17	3	2			12
Тема 7. Наближення дворівневої системи.	17	3	2			12
Тема 8. Урахування зіткнень між атомами.	13	3				10
Тема 9. Розширення й форма спектральних ліній.	16	2	2			12
Разом за розділом 1	120	22	10			88
Усього годин	120	22	10			88

4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Оператори фізичних величин квантової механіки та їхні властивості.	2
2	Матричні подання.	1
3	Енергетичне подання.	1
4	Метод послідовних наближень у теорії взаємодії поля й атома.	2
5	Наближення дворівневої системи.	2
6	Форма ліній поглинання й посилення.	2
	Разом	10

Лабораторні роботи не заплановані.

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Закони квантової механіки.	8
2	Матричні подання.	10
3	Рівняння Шредінгера в енергетичному поданні.	8
4	Взаємодія атома і поля у дипольному наближенні.	12
5	Метод теорії збурювань у теорії взаємодії атома і поля.	12
6	Наближення дворівневої системи.	10
7	Статистична теорія Айнштейна випромінювання абсолютно чорного тіла.	10
8	Форма спектральних ліній	10
9	Методи експериментального дослідження коливальних спектрів молекул.	8
	Разом	88

6. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання не заплановані.

7. Методи контролю

Бали по кожній темі нараховуються з урахуванням опитування кожного студента по раніше пройденому матеріалу на початку заняття, виконанню домашніх завдань і розв'язуванню задач на практичних заняттях і участю у семінарах. Перед заліком студент повинен мати зошит з усіма задачами, які розв'язувались в аудиторії та вдома.

8. Розподіл балів, які отримують студенти

9-й семестр. Залік.

Поточний контроль та самостійна робота									Сума
Розділ 1									
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	100
5	10	10	15	10	15	15	10	10	

T1, T2 ... – теми розділів.

9. Рекомендована література

Основна література

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.Н. Квантовая механика. – М.: Наука, 1963. – 704 с.
2. Давыдов А.С. Квантовая механика. – М. Наука, 1973. – 793 с.
3. Таунс Ч., Шавлов А. Радиоспектроскопия. – М.: ИЛ, 1959. – 756 с.
4. Блохинцев Д.И. Основы квантовой механики. – М. Наука, 1976. – 664 с.

Допоміжна література

1. Летохов В.С., Чеботаев В.П. Нелинейная лазерная спектроскопия сверхвысокого разрешения. – М. Наука, 1990. – 512 с.
2. Горди В., Смит В., Трамбаруло Р. Радиоспектроскопия. – М.: Гостехиздат, 1955. – 448 с.
3. Стрендберг М. Радиоспектроскопия. – М.: ИЛ, 1956. – 195 с.