

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Тагиров Д.А.



_____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Квантовая теория взаимодействия излучения с веществом М2.Б.4

Направление подготовки: 011800.68 - Радиофизика

Профиль подготовки: Квантовая радиофизика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Еремин М.В.

Рецензент(ы):

-

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Тагиров М. С.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No 639717

Казань

2017

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Еремин М.В. Кафедра квантовой электроники и радиоспектроскопии Отделение радиофизики и информационных систем, Mikhail.Eremin@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Изучить квантовую теорию излучения.теорию

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.Б.4 Профессиональный" основной образовательной программы 011800.68 Радиофизика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 1 курсе, 1 семестр.

Дисциплина входит в профессиональный цикл (блок Б3) бакалавров по направлению 011200.62 - "Физика" и является обязательной для изучения.

Изучение данной дисциплины базируется на подготовке по физике и математике в рамках Государственного стандарта общего образования, дисциплин подготовки бакалавров по направлению 011200.62 - "Физика": Б3.Б.5 "Атомная и ядерная физика", Б2.Б.4 "Квантовая механика".

Дисциплина является базовой для последующего изучения дисциплин по профилю "Квантовая электроника". Она предшествует курсам (Б3.В.9 "Спинтроника", В3.ДВ1 "Лазерные кристаллы", В3.ДВ2 "Основы магнитного резонанса", Б3.ДВ4 "Фемтосекундная спектроскопия", для выполнения лабораторных работ в рамках занятий по дисциплине Б3.ДВ3 "Лаборатория по квантовой электроники "

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способность использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способность использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способность применять на практике базовые профессиональные навыки
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью применять на практике базовые общепрофессиональные знания теории и методов физических исследований (в соответствии с профилем подготовки)

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные эксперименты, способствующие становлению квантовой теории света и ее основные положения.

2. должен уметь:

применять квантовую теорию излучения

3. должен владеть:

методами квантовой теории излучения

4. должен демонстрировать способность и готовность:

К решению прикладных задач

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет зачетных(ые) единиц(ы) 180 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 1 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. История развития квантовой теории излучения	1	1	2	0	0	
2.	Тема 2. Представление энергии свободного электромагнитного поля в виде суперпозиции невзаимодействующих осцилляторов	1	2	2	2	0	Письменное домашнее задание
3.	Тема 3. Квантование свободного электромагнитного поля, Операторы энергии и импульса поля.	1	3	2	2	0	Письменное домашнее задание
4.	Тема 4. Матричные элементы операторов рождения и уничтожения фотонов	1	4	2	2	0	Контрольная работа
5.	Тема 5. Оператор взаимодействия света с веществом.	1	5	2	2	0	Устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
6.	Тема 6. Вероятности переходов. Вынужденные и спонтанные переходы.	1	6-7	2	2	0	Письменное домашнее задание
7.	Тема 7. Диаграмма излучения электрического диполя	1	8	2	0	0	Письменное домашнее задание
8.	Тема 8. Методы расчета интенсивности переходов.	1	9-10	4	0	0	Письменное домашнее задание
9.	Тема 9. Вынужденные электрические дипольные переходы в кристаллах без центра инверсии	1	11-12	4	0	0	Письменное домашнее задание
10.	Тема 10. Операторы амплитуды и фазы.	1	13-14	2	2	0	Коллоквиум
11.	Тема 11. Когерентные состояния поля	1	15-16	2	2	0	Контрольная работа
12.	Тема 12. Мультипольное излучение	1	17	2	0	0	Устный опрос
	Тема . Итоговая форма контроля	1		0	0	0	Экзамен
	Итого			28	14	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. История развития квантовой теории излучения

лекционное занятие (2 часа(ов)):

История развития квантовой теории излучения

Тема 2. Представление энергии свободного электромагнитного поля в виде суперпозиции невзаимодействующих осцилляторов

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Представление энергии свободного электромагнитного поля в виде суперпозиции невзаимодействующих осцилляторов

практическое занятие (2 часа(ов)):

Векторы электрического и магнитного поля . Вектор Пойнтинга.

Тема 3. Квантование свободного электромагнитного поля, Операторы энергии и импульса поля.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Квантование свободного электромагнитного поля. Операторы энергии и импульса поля.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Операторы векторного потенциала, магнитного и электрических полей.

Тема 4. Матричные элементы операторов рождения и уничтожения фотонов

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Матричные элементы операторов рождения и уничтожения фотонов

практическое занятие (2 часа(ов)):

Волновые функции электромагнитного поля в представлении вторичного квантования.

Тема 5. Оператор взаимодействия света с веществом.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Оператор взаимодействия света с веществом.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Градиентная инвариантность оператора взаимодействия. Правила отбора.

Тема 6. Вероятности переходов. Вынужденные и спонтанные переходы.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Вероятности переходов. Вынужденные и спонтанные переходы.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Расчет матричных элементов.

Тема 7. Диаграмма излучения электрического диполя

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Диаграмма излучения электрического диполя.

Тема 8. Методы расчета интенсивности переходов.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Сила линии.

Тема 9. Вынужденные электрические дипольные переходы в кристаллах без центра инверсии

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Оператор эффективного дипольного момента. Правила отбора.

Тема 10. Операторы амплитуды и фазы.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Операторы амплитуды и фазы.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Матричные элементы оператора фазы.

Тема 11. Когерентные состояния поля

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Когерентные состояния поля

практическое занятие (2 часа(ов)):

Матричные элементы. Квазиклассическое представление когерентных состояний.

Тема 12. Мультипольное излучение

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Правила отбора. Диаграммы излучения.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Представление энергии свободного электромагнитного поля в виде					

суперпозиции невзаимодействующих осцилляторов

1

2

подготовка
домашнего
задания

4

домашнее
задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Квантование свободного электромагнитного поля, Операторы энергии и импульса поля.	1	3	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
4.	Тема 4. Матричные элементы операторов рождения и уничтожения фотонов	1	4	подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа
5.	Тема 5. Оператор взаимодействия света с веществом.	1	5	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
6.	Тема 6. Вероятности переходов. Вынужденные и спонтанные переходы.	1	6-7	подготовка домашнего задания	9	домашнее задание
7.	Тема 7. Диаграмма излучения электрического диполя	1	8	подготовка к отчету	10	отчет
8.	Тема 8. Методы расчета интенсивности переходов.	1	9-10	подготовка домашнего задания	20	домашнее задание
9.	Тема 9. Вынужденные электрические дипольные переходы в кристаллах без центра инверсии	1	11-12	подготовка домашнего задания	20	домашнее задание
10.	Тема 10. Операторы амплитуды и фазы.	1	13-14	подготовка к коллоквиуму	7	коллоквиум
11.	Тема 11. Когерентные состояния поля	1	15-16	подготовка к коллоквиуму	6	коллоквиум
12.	Тема 12. Мультипольное излучение	1	17	подготовка к письменной работе	6	письменная работа
	Итого				102	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Лекции

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Введение. История развития квантовой теории излучения

Тема 2. Представление энергии свободного электромагнитного поля в виде суперпозиции невзаимодействующих осцилляторов

домашнее задание , примерные вопросы:

Векторный потенциал

Тема 3. Квантование свободного электромагнитного поля, Операторы энергии и импульса поля.

домашнее задание , примерные вопросы:

Операторы рождения и уничтожения

Тема 4. Матричные элементы операторов рождения и уничтожения фотонов

контрольная работа , примерные вопросы:

Расчет матричных элементов

Тема 5. Оператор взаимодействия света с веществом.

устный опрос , примерные вопросы:

Функция Лагранжа

Тема 6. Вероятности переходов. Вынужденные и спонтанные переходы.

домашнее задание , примерные вопросы:

частотная зависимость энергии излучения

Тема 7. Диаграмма излучения электрического диполя

отчет , примерные вопросы:

сопоставление с классической теорией

Тема 8. Методы расчета интенсивности переходов.

домашнее задание , примерные вопросы:

Теорема Вигнера-Эккарта

Тема 9. Вынужденные электрические дипольные переходы в кристаллах без центра инверсии

домашнее задание , примерные вопросы:

Правила отбора

Тема 10. Операторы амплитуды и фазы.

коллоквиум , примерные вопросы:

опрос

Тема 11. Когерентные состояния поля

коллоквиум , примерные вопросы:

опрос

Тема 12. Мультипольное излучение

письменная работа , примерные вопросы:

расчет матричных элементов

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

Вопросы :

1. Квантование свободного электромагнитного поля,
2. Операторы энергии и импульса поля.
3. Вероятности переходов

4. Когерентные состояния поля
5. Вынужденные электрические дипольные переходы в кристаллах без центра инверсии
6. Мультипольное излучение

7.1. Основная литература:

1. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Теоретическая физика. Е.М. Лифшиц., т. 3 Квантовая механика. Нерелятивистская теория. М. Наука, 2009
2. А.С. Давыдов Квантовая механика: учебное пособие. - СПб: БХВ Петербург, 2011. - 704 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=351130> .

7.2. Дополнительная литература:

1. Дж.Клоудер, Э.Саудершан. Основы квантовой оптики. М.: Мир. 1970
2. Р.Лоудон. Квантовая теория света. М.: Мир. 1978.
3. Берестецкий В.Б., Е.М.Лифшиц, Л.П.Питаевский - Квантовая электродинамика. М.: Мир. 1970

Можно скачать по адресу <http://padabum.com/d.php?id=5482>

7.3. Интернет-ресурсы:

- Учебник. Квантовая электродинамика - <http://padabum.com/d.php?id=5482>
Лоудон. Квантовая теория света - <http://www.twirpx.com/file/203357/>
Программа расчета 3-j и 6-j символов - <http://plasma-gate.weizmann.ac.il/369j.html>
Таблицы 3-j символов - <http://www.svengato.com/threej.html>
Таблицы 6-j символов - <http://www.svengato.com/sixj.html>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Квантовая теория взаимодействия излучения с веществом" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "КнигаФонд", доступ к которой предоставлен студентам. Электронно-библиотечная система "КнигаФонд" реализует легальное хранение, распространение и защиту цифрового контента учебно-методической литературы для вузов с условием обязательного соблюдения авторских и смежных прав. КнигаФонд обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям новых ФГОС ВПО.

Лекционная аудитория, учебники, методички, Интернет

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011800.68 "Радиофизика" и магистерской программе Квантовая радиофизика .

Автор(ы):

Еремин М.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

"__" _____ 201__ г.