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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Проф. Д.А. Таюрский
_____ «___»_____20__г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Квантовая механика Б3.Б.4

Направление подготовки: 011800.62 - Радиофизика
Профиль подготовки: Радиофизические методы по областям применения (Биофизика)
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский

Автор(ы):

Байбеков Э.И. , Малкин Б.З.

Рецензент(ы):

Кочелаев Б.И.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Прошин Ю. Н.
Протокол заседания кафедры No ___ от "____" _____ 201__г
Учебно-методическая комиссия Института физики:
Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 201__г

Регистрационный No 675517

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

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

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. Байбеков Э.И. Кафедра теоретической физики Отделение физики , 1Edward.Baibekov@kpfu.ru ; профессор, д.н. (профессор) Малкин Б.З. Кафедра теоретической физики Отделение физики , Boris.Malkin@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Квантовая теория" являются:

изучение основных методов описания эволюции и стационарных состояний систем микрочастиц;

знание основ математического аппарата квантовой теории;

овладение основами теории электронного строения атомов, молекул и конденсированных сред, необходимыми для дальнейшего изучения базовых дисциплин (физика сплошных сред Б8, квантовая радиофизика Б14) и дисциплин по выбору (основ и методов оптической и магнитной спектроскопии и современных средств информатики ДВ 2, ДВ5, ДВ10).

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б3.Б.4 Профессиональный" основной образовательной программы 011800.62 Радиофизика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 3 курсе, 6 семестр.

Дисциплина "Квантовая теория" входит в число базовых курсов теоретической физики (Б4), составляющих основу современного физического мировоззрения. Для освоения дисциплины обучающиеся должны владеть аппаратом дифференциального и интегрального исчисления, методами решения дифференциальных уравнений (в том числе, в частных производных), знать основы теории вероятностей, владеть методами классической аналитической механики, владеть Лагранжевым и Гамильтоновым формализмами.

Освоение Квантовой теории необходимо для последующего изучения Статистической физики, твердотельной электроники, Квантовой радиофизики

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК 4 (общекультурные компетенции)	способность критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости профиль своей профессиональной деятельности;
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способность к грамотной письменной и устной коммуникации на русском языке;
ОК-10 (общекультурные компетенции)	способность самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии;
ОК-11 (общекультурные компетенции)	способность собирать, обобщать и интерпретировать с использованием современных информационных технологий информацию, необходимую для формирования суждений по соответствующим специальным, научным, социальным и этическим проблемам;
ОК-12 (общекультурные компетенции)	способность к правильному использованию общенаучной и специальной терминологии;

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-3 (общекультурные компетенции)	способность к постановке цели и выбору путей её достижения, настойчивость в достижении цели;
ОК-6 (общекультурные компетенции)	способность работать самостоятельно и в коллективе, способность к культуре социальных отношений;
ОК-8 (общекультурные компетенции)	способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности;
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-6 (профессиональные компетенции)	способностью к профессиональному развитию и саморазвитию в области радиофизики и электроники.

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

способы квантово-механического описания состояний физических систем;

2. должен уметь:

решать уравнения движения квантовой механики для волновых функций и операторов физических величин;

3. должен владеть:

навыками решения простейших задач о нахождении энергетического спектра и волновых функций микросистем.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

к дальнейшему обучению

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 6 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

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практи-ческие занятия	Лабора-торные работы	
1.	Тема 1. Постулаты квантовой механики.	6	1	2	2	0	Письменное домашнее задание
2.	Тема 2. Матричная квантовая механика.	6	2	2	2	0	Письменное домашнее задание
3.	Тема 3. Уравнение Шредингера.	6	3	2	2	0	Письменное домашнее задание
4.	Тема 4. Соотношения неопределенности Гейзенберга.	6	4	2	2	0	Письменное домашнее задание
5.	Тема 5. Спектр линейного гармонического осциллятора. Контрольная работа №1 по темам 1-4	6	5	2	2	0	Контрольная работа Письменное домашнее задание
6.	Тема 6. Квантование момента импульса.	6	6	2	2	0	Письменное домашнее задание
7.	Тема 7. Задача двух тел в КМ. Спектр и волновые функции связанных состояний электрона в атоме водорода.	6	7	2	2	0	Письменное домашнее задание
8.	Тема 8. Теория стационарных возмущений.	6	8	2	2	0	Письменное домашнее задание
9.	Тема 9. Нестационарная теория возмущений.	6	9	2	2	0	Письменное домашнее задание
10.	Тема 10. Уравнение Дирака. Контрольная работа №2 по темам 5-9.	6	10	2	2	0	Контрольная работа Письменное домашнее задание

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практи-ческие занятия	Лабора-торные работы	
11.	Тема 11. Момент импульса релятивисткой частицы.	6	11	2	2	0	Письменное домашнее задание
12.	Тема 12. Спин-орбитальное взаимодействие.	6	12	2	0	0	Письменное домашнее задание
13.	Тема 13. Магнитный момент электрона.	6	13	2	0	0	Письменное домашнее задание
14.	Тема 14. ВФ системы тождественных частиц.	6	14	2	0	0	Письменное домашнее задание
15.	Тема 15. Метод центрального поля в теории атомов.	6	15	2	2	0	Письменное домашнее задание
16.	Тема 16. Квантование электромагнитного поля	6	16	2	0	0	Письменное домашнее задание
17.	Тема 17. Электрическое дипольное излучение.	6	17	2	2	0	Письменное домашнее задание
18.	Тема 18. Теория столкновений. Метод Борна. Фазовая теория рассеяния. Контрольная работа №3 по темам 11-18	6	18	2	2	0	Письменное домашнее задание Контрольная работа
.	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	Экзамен
	Итого			36	28	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Постулаты квантовой механики.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Постулаты квантовой механики (КМ). Волновая функция (ВФ) и её свойства. Принцип суперпозиции. ВФ непрерывного спектра. Операторы физических величин. Наблюдаемые физические величины и их описание в КМ

практическое занятие (2 часа(ов)):

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Собственные функции коммутирующих операторов. Оператор координаты. Оператор импульса. Оператор Гамильтона. Задачи по теме из книг [1,2,3] из списка основной литературы (см. п. 7.1)

Тема 2. Матричная квантовая механика.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Матричная КМ. Преобразование ВФ и операторов в КМ. Теория представлений.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Матрица плотности. Чистые и смешанные состояния. Задачи по теме из книг [1,2,3] из списка основной литературы (см. п. 7.1)

Тема 3. Уравнение Шредингера.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Уравнение Шредингера. Скорости изменения физических величин в КМ. Теоремы Эренфеста. Стационарные состояния.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Частица в одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме. Потенциальный барьер, коэффициенты прохождения и отражения. Задачи по теме из книг [1,2,3] из списка основной литературы (см. п. 7.1)

Тема 4. Соотношения неопределенности Гейзенберга.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Плотность потока вероятности. Соотношения неопределенности Гейзенберга.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Представление Гейзенберга. Задачи по теме из книг [1,2,3] из списка основной литературы (см. п. 7.1)

Тема 5. Спектр линейного гармонического осциллятора. Контрольная работа №1 по темам 1-4

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Спектр линейного гармонического осциллятора. Волновые функции линейного гармонического осциллятора. Решение задачи о линейном осцилляторе матричным методом.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Контрольная работа по темам 1-4 (примеры задач см. в п. 6).

Тема 6. Квантование момента импульса.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Квантование момента импульса. Собственные функции операторов проекций момента импульса и квадрата момента импульса.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Матричное представление оператора момента импульса. Задачи по теме из книг [1,2,3] из списка основной литературы (см. п. 7.1)

Тема 7. Задача двух тел в КМ. Спектр и волновые функции связанных состояний электрона в атоме водорода.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Задача двух тел в КМ. Спектр и волновые функции связанных состояний электрона в атоме водорода.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Вероятности значений физических наблюдаемых в основном и возбужденном состояниях атома водорода. Задачи по теме из книг [1,2,3] из списка основной литературы (см. п. 7.1)

Тема 8. Теория стационарных возмущений.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Вариационный метод в КМ. Теория стационарных возмущений. Случай невырожденного спектра. Теория возмущений в случае вырожденного спектра. Квазиклассическое приближение. Получение условий квантования Бора.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Эффект Штарка для атома водорода. Задачи по теме из книг [1,2,3] из списка основной литературы (см. п. 7.1)

Тема 9. Нестационарная теория возмущений.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Нестационарная теория возмущений. Переходы в непрерывном спектре. Теория естественной ширины линии.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Периодические и внезапные возмущения. Задачи по теме из книг [1,2,3] из списка основной литературы (см. п. 7.1)

Тема 10. Уравнение Дирака. Контрольная работа №2 по темам 5-9.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Уравнение Дирака. Решение уравнения Дирака для свободной частицы.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Контрольная по темам 5-9 (примеры задач см. в п. 6).

Тема 11. Момент импульса релятивисткой частицы.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Момент импульса релятивисткой частицы. Спин. Спиноры.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Матрицы Паули. Задачи по теме из книг [1,2,3] из списка основной литературы (см. п. 7.1)

Тема 12. Спин-орбитальное взаимодействие.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Спин-орбитальное взаимодействие.

Тема 13. Магнитный момент электрона.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Магнитный момент электрона.

Тема 14. ВФ системы тождественных частиц.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

ВФ системы тождественных частиц. Представление вторичного квантования. Бозоны. Фермионы. Обращение времени в КМ. Вырождение Крамерса.

Тема 15. Метод центрального поля в теории атомов.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Метод центрального поля в теории атомов. Связь Рассела-Саундерса. Тонкая структура спектров. Метод Хартри-Фока в теории атомов. Химическая связь. Молекула водорода.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Расчет термов конфигураций неэквивалентных электронов. Задачи по теме из книг [1,2,3] из списка основной литературы (см. п. 7.1)

Тема 16. Квантование электромагнитного поля

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Квантование электромагнитного поля. Решение уравнений Максвелла, нормальные координаты, гамильтониан. Квантование. Операторы рождения и уничтожения фотонов.

Тема 17. Электрическое дипольное излучение.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Поглощение и излучение фотонов атомами, соотношения Эйнштейна.

практическое занятие (2 часа(ов)):

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Электрическое дипольное излучение. Задачи по теме из книг [1,2,3] из списка основной литературы (см. п. 7.1)

Тема 18. Теория столкновений. Метод Борна. Фазовая теория рассеяния. Контрольная работа №3 по темам 11-18

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Теория столкновений. Метод Борна. Фазовая теория рассеяния.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Контрольная по темам 11-18 (примеры задач см. в п. 6).

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
1.	Тема 1. Постулаты квантовой механики.	6	1	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
2.	Тема 2. Матричная квантовая механика.	6	2	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
3.	Тема 3. Уравнение Шредингера.	6	3	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Раздел дисциплины	Се-местр	Неде-ля семе стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самосто-ятельной работы
4.	Тема 4. Соотношения неопределенности Гейзенберга.	6	4	подготовка домашнего задания	2	домаш-нее задание
5.	Тема 5. Спектр линейного гармонического осциллятора. Контрольная работа №1 по темам 1-4	6	5	подготовка домашнего задания	2	домаш-нее задание
				подготовка к контрольной работе	2	контроль-ная работа

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Раздел дисциплины	Се-местр	Неде-ля семе стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самосто-ятельной работы
6.	Тема 6. Квантование момента импульса.	6	6	подготовка домашнего задания	2	домаш-нее задание
7.	Тема 7. Задача двух тел в КМ. Спектр и волновые функции связанных состояний электрона в атоме водорода.	6	7	подготовка домашнего задания	2	домаш-нее задание
8.	Тема 8. Теория стационарных возмущений.	6	8	подготовка домашнего задания	4	домаш-нее задание

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Раздел дисциплины	Се-местр	Неде-ля семе стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самосто-ятельной работы
9.	Тема 9. Нестационарная теория возмущений.	6	9	подготовка домашнего задания	2	домаш-нее задание
10.	Тема 10. Уравнение Дирака. Контрольная работа №2 по темам 5-9.	6	10	подготовка домашнего задания	2	домаш-нее задание
				подготовка к контрольной работе	2	контроль-ная работа

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Раздел дисциплины	Се-местр	Неде-ля семе стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самосто-ятельной работы
11.	Тема 11. Момент импульса релятивисткой частицы.	6	11	подготовка домашнего задания	2	домаш-нее задание
12.	Тема 12. Спин-орбитальное взаимодействие.	6	12	подготовка домашнего задания	2	домаш-нее задание
13.	Тема 13. Магнитный момент электрона.	6	13	подготовка домашнего задания	2	домаш-нее задание
14.	Тема 14. ВФ системы тождественных частиц.	6	14	подготовка домашнего задания	2	домаш-нее задание

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Раздел дисциплины	Се-местр	Неде-ля семе стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самосто-ятельной работы
15.	Тема 15. Метод центрального поля в теории атомов.	6	15	подготовка домашнего задания	2	домаш-нее задание
16.	Тема 16. Квантование электромагнитного поля	6	16	подготовка домашнего задания	2	домаш-нее задание
17.	Тема 17. Электрическое дипольное излучение.	6	17	подготовка домашнего задания	2	домаш-нее задание

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Раздел дисциплины	Се-местр	Неде-ля семе стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самосто-ятельной работы
18.	Тема 18. Теория столкновений. Метод Борна. Фазовая теория рассеяния. Контрольная работа №3 по темам 11-18	6	18	подготовка домашнего задания	2	домаш-нее задание
				подготовка к контрольной работе	2	контроль-ная работа
	Итого				44	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Курс лекций и практические занятия в группах, содержащих до 25 студентов

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

Тема 1. Постулаты квантовой механики.

домашнее задание , примерные вопросы:

Коммутаторы операторов. Задачи по теме из книг [1,2,3] из списка основной литературы (см. п. 7.1)

Тема 2. Матричная квантовая механика.

домашнее задание , примерные вопросы:

Импульсное представление. Матрица плотности в энергетическом представлении. Задачи по теме из книг [1,2,3] из списка основной литературы (см. п. 7.1)

Тема 3. Уравнение Шредингера.

домашнее задание , примерные вопросы:

Туннельный эффект. Задачи по теме из книг [1,2,3] из списка основной литературы (см. п. 7.1)

Тема 4. Соотношения неопределенности Гейзенберга.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

домашнее задание , примерные вопросы:

Представление взаимодействия. Задачи по теме из книг [1,2,3] из списка основной литературы (см. п. 7.1)

Тема 5. Спектр линейного гармонического осциллятора. Контрольная работа №1 по темам 1-4

домашнее задание , примерные вопросы:

Задачи по теме из книг [1,2,3] из списка основной литературы (см. п. 7.1)

контрольная работа , примерные вопросы:

Примеры задач см. ниже в пункте Прочее

Тема 6. Квантование момента импульса.

домашнее задание , примерные вопросы:

Сложение моментов. Задачи по теме из книг [1,2,3] из списка основной литературы (см. п. 7.1)

Тема 7. Задача двух тел в КМ. Спектр и волновые функции связанных состояний электрона в атоме водорода.

домашнее задание , примерные вопросы:

Непрерывный спектр состояний электрона в атоме водорода. Задачи по теме из книг [1,2,3] из списка основной литературы (см. п. 7.1)

Тема 8. Теория стационарных возмущений.

домашнее задание , примерные вопросы:

Секулярное уравнение. Метод Ритца. Метод линейных комбинаций. Задачи по теме из книг [1,2,3] из списка основной литературы (см. п. 7.1)

Тема 9. Нестационарная теория возмущений.

домашнее задание , примерные вопросы:

Адиабатические возмущения. Задачи по теме из книг [1,2,3] из списка основной литературы (см. п. 7.1)

Тема 10. Уравнение Дирака. Контрольная работа №2 по темам 5-9.

домашнее задание , примерные вопросы:

Алгебра матриц Дирака. Задачи по теме из книг [1,2,3] из списка основной литературы (см. п. 7.1)

контрольная работа , примерные вопросы:

Примеры задач см. ниже в пункте Прочее

Тема 11. Момент импульса релятивисткой частицы.

домашнее задание , примерные вопросы:

Свойства операторов спина. Задачи по теме из книг [1,2,3] из списка основной литературы (см. п. 7.1)

Тема 12. Спин-орбитальное взаимодействие.

домашнее задание , примерные вопросы:

Матричные элементы гамильтониана спин-орбитального взаимодействия. Задачи по теме из книг [1,2,3] из списка основной литературы (см. п. 7.1)

Тема 13. Магнитный момент электрона.

домашнее задание , примерные вопросы:

Взаимодействие электрона с магнитным полем. Задачи по теме из книг [1,2,3] из списка основной литературы (см. п. 7.1)

Тема 14. ВФ системы тождественных частиц.

домашнее задание , примерные вопросы:

Операторы физических величин в представлении вторичного квантования. Задачи по теме из книг [1,2,3] из списка основной литературы (см. п. 7.1)

Тема 15. Метод центрального поля в теории атомов.

домашнее задание , примерные вопросы:

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Расчет термов конфигураций эквивалентных электронов. Задачи по теме из книг [1,2,3] из списка основной литературы (см. п. 7.1)

Тема 16. Квантование электромагнитного поля

домашнее задание , примерные вопросы:

Калибровочная инвариантность. Задачи по теме из книг [1,2,3] из списка основной литературы (см. п. 7.1)

Тема 17. Электрическое дипольное излучение.

домашнее задание , примерные вопросы:

Спонтанные электрические дипольные переходы. Вынужденные электрические дипольные переходы. Задачи по теме из книг [1,2,3] из списка основной литературы (см. п. 7.1)

Тема 18. Теория столкновений. Метод Борна. Фазовая теория рассеяния. Контрольная работа №3 по темам 11-18

домашнее задание , примерные вопросы:

Формула Резерфорда. Задачи по теме из книг [1,2,3] из списка основной литературы (см. п. 7.1)

контрольная работа , примерные вопросы:

Примеры задач см. ниже в пункте Прочее

Итоговая форма контроля

экзамен (в 6 семестре)

Примерные вопросы к итоговой форме контроля

Регламент балльно-рейтинговой системы:

Контрольная работа №1 - 15 баллов

Контрольная работа №2 - 20 баллов

Контрольная работа №3 - 15 баллов

Экзамен - 50 баллов

Примерные задачи для контрольных работ.

1. Вычислить коммутатор [pz,lz^2], где lz - оператор проекци момента импульса, и pz - компоненты импульса частицы в декартовой системе координат.

2. Найти значение функции F(x)=exp(ia*px)*(x-2)^2 при x=1 (px - оператор проекции импульса на ось x).

3. Найти среднее значение кинетической энергии электрона в атоме водорода в основном состоянии.

4. Оператор Гамильтона частицы со спином S=1/2 равен H=a*Sx+b*Sy, волновая функция частицы равна (A; B). С какой вероятностью частица находится в основном состоянии?

5. Найти распределение вероятностей для компонент импульса частицы, если её волновая функция равна A*exp(-a*(x^2+y^2)-ib*z).

6. Найти распределение вероятностей для компонент импульса линейного гармонического осциллятора с массой m и частотой w в основном состоянии.

7. Найти распределение вероятностей для компонент импульса линейного гармонического осциллятора с массой m и частотой w в первом возбужденном состоянии.

8. Найти энергию состояний с нулевым моментом импульса для частицы с массой m, если потенциальная энергия частицы равна нулю внутри сферы с радиусом a и бесконечно большая вне этой сферы.

9. Найти вероятность пребывания электрона в классически запрещенной области (т.е. в области, в которой его полная энергия меньше потенциальной энергии) в основном состоянии атома водорода.

10. Найти уровни энергии и волновые функции частицы с моментом импульса l=1, если гамильтониан частицы равен H=b*lz^2+b*(lx^2-ly^2),

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

где a и b - постоянные.

11. Найти среднее значение потенциальной энергии электрона в атоме водорода в основном состоянии.

12. Найти коэффициент отражения частицы с массой m от потенциальной ямы (потенциальная энергия частицы при движении вдоль оси x равна нулю везде, кроме области 0<x<a, где она равна -U, U>0).

13. Волновая функция частицы с массой M равна Cexp(-r/p). Найти среднее значение кинетической энергии частицы.

14. Потенциальная энергия частицы с массой m равна V(x)=a|x|. Оценить энергию основного состояния, используя соотношение неопределенности.

15. Гамильтониан частицы в электромагнитном поле с потенциалами A(r,t), phi(r,t) равен H=(p-eA/c)^2/2m+e*phi. Найти оператор ускорения частицы.

БИЛЕТЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Теория рассеяния. Метод Борна.

Представление Гейзенберга.

2. Плотность потока вероятности.

Вынужденные электрические дипольные переходы.

3. Молекула водорода.

Теоремы Эренфеста.

4. Условия квантования Бора.

Стационарные состояния

5. Уровни энергии линейного гармонического осциллятора

Собственные функции операторов lz, l2

6. Теория естественной ширины линий

Квантование электромагнитного поля. Энергия и импульс фотонов

7. Теория стационарных возмущений. Вырожденный уровень энергии

Свойства операторов физических величин

8. Вторичное квантование. Фермионы

Соотношения неопределенностей Гейзенберга

9. Теория нестационарных возмущений

Задача двух тел в квантовой механике

10. Момент количества движения релятивистской частицы. Спин. Спиноры.

Теория представлений

11. Спонтанные электрические дипольные переходы

Квантование момента количества движения

12. Спин-орбитальное взаимодействие

Оператор импульса

13. Уравнение Паули. Магнитный момент электрона

Четность состояний частицы в центральном поле

14. Оператор обращения времени. Теорема Крамерса

Решение уравнения Дирака для свободной частицы

15. Дискретный энергетический спектр атома водорода

Уравнение Дирака

16. Вторичное квантование. Бозоны

Матричное представление операторов компонент момента импульса

17. Волновые функции системы тождественных частиц

Квантовые переходы в непрерывном спектре

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

18. Теория самосогласованного поля в атомах
Операторы скоростей изменения физических величин
19. Фазовая теория рассеяния
Туннелирование
20.Операторы скоростей изменения физических величин
Вариационный метод в квантовой механике
21. Теория стационарных возмущений. Невырожденный уровень энергии
Сложение моментов.
22. Теория стационарных возмущений. Вырожденный уровень энергии
Обменное взаимодействие

7.1. Основная литература:

1. Кочелаев Б.И. Квантовая теория: конспект лекций / Б. И. Кочелаев; Казан. федер. ун-т, Ин-т физики, Каф теорет. физики.-[2-е изд., перераб., доп. и испр.].-Казань: [Казанский университет], 2013.-222 с.

2. Давыдов А.С. Квантовая механика: учебное пособие. [Электронный ресурс] - СПб: БХВ Петербург, 2011. - 704 с. Режим доступа: - http://znanium.com/bookread.php?book=351130

3. Физика. Волновая оптика. Квантовая природа излучения. Элементы атомной и ядерной физики: Учеб. пос. / С.И.Кузнецов, А.М.Лидер - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Вузов. учеб.: НИЦ ИНФРА-М, 2015 - 212 с.: 60x90 1/16.(п) ISBN 978-5-9558-0350-0, 500 экз. http://znanium.com/bookread.php?book=438135

7.2. Дополнительная литература:

1. Соловьев О.В. Задачи по квантовой механике: волновые функции и операторы (уч.-метод. пособие). [Электронный ресурс] - 2013. - Казань. - КПФУ. Режим доступа: http://kpfu.ru/docs/F1064181181/Zadachi_po_kvantovoi_mehanike.Volnovie_funkcii_i_operatori.pdf

2. Борисёнок С.В., Кондратьев А.С. Квантовая статистическая механика. М.: Физматлит, 2011. - 136 с. http://e.lanbook.com/view/book/2672/

7.3. Интернет-ресурсы:

Lecture notes in Quantum Mechanics. D Cohen - arXiv:quant-ph/0605180
методические материалы кафедры ТФ - http://www.kpfu.ru/main_page?p_sub=8205
Новая электронная библиотека - http://www.newlibrary.ru
Образовательный проект А.Н. Варгина - http://www.ph4s.ru/index.html
Сайт кафедры теоретической физики - http://www.kpfu.ru/main_page?p_sub=5721
ЭБС КнигаФонд - http://www.knigafund.ru

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Квантовая механика" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB,audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудованием имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе " БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС " БиблиоРоссика " представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011800.62 "Радиофизика" и профилю подготовки Радиофизические методы по областям применения (Биофизика) .

Автор(ы):
Малкин Б.З. _____
Байбеков Э.И. _____
"__" _____ 201 __ г.

Рецензент(ы):
Кочелаев Б.И. _____
"__" _____ 201 __ г.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ