

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 теория Б1.Б.15

Специальность: 03.05.01 - Астрономия

Специализация: не предусмотрено

Квалификация выпускника: Астроном. Преподаватель

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Кочелаев Б.И.

Рецензент(ы):

Малкин Б.З.

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 6419

Казань
2019

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) Кочелаев Б.И. Кафедра теоретической физики Отделение физики, Boris.Kochelaev@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Квантовая теория" являются изучение физических основ и математического аппарата квантовой теории нерелятивистского и квазирелятивистского движения частицы во внешнем поле, теории квантовых переходов, основ теории атома и химической связи, основ квантовой электродинамики

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.Б.15 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.05.01 Астрономия и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 3 курсе, 6 семестр.

Для освоения дисциплины необходимы знания дисциплин: математический анализ, линейная алгебра, теория вероятностей и математическая статистика, теоретическая механика, электродинамика, атомная физика. Освоение дисциплины будет способствовать успешной профессиональной деятельности, позволит в дальнейшем изучать курсы основной образовательной программы специалитета.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-7 (общекультурные компетенции)	готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	способность ориентироваться в базовых астрономических и физико-математических теориях и применять их в научных исследованиях
ПК-1 (профессиональные компетенции)	владение методами астрономического, физического и математического исследования при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных физико-математических дисциплин
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способность к интенсивной научной и научно-исследовательской деятельности

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основы квантово-механического описания состояний физических систем и математического аппарата квантовой теории

2. должен уметь:

формулировать и доказывать основные результаты квантовой теории

3. должен владеть:

навыками решения простейших задач о нахождении энергетического спектра и волновых функций квантовых систем и вычисления вероятностей их переходов в другие состояния под влиянием возмущений

4. должен демонстрировать способность и готовность:
к дальнейшему обучению

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) 216 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

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. Основные понятия квантовой теории	6	1-2	6	6	0	Письменное домашнее задание
2.	Тема 2. Теория представлений.	6	3	3	3	0	Письменное домашнее задание
3.	Тема 3. Контрольная работа ♦1 по темам 1-2	6	4	0	2	0	
4.	Тема 4. Эволюция квантовых состояний во времени	6	4-5	6	4	0	Письменное домашнее задание
5.	Тема 5. Одномерное движение	6	6-7	6	6	0	Письменное домашнее задание
6.	Тема 6. Движение в центрально-симметрическом поле	6	8	3	3	0	Письменное домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
7.	Тема 7. Теория возмущений	6	9-10	6	6	0	Письменное домашнее задание
8.	Тема 8. Теория рассеяния	6	11	3	3	0	Письменное домашнее задание
9.	Тема 9. Контрольная работа ♦2 по темам 4-8	6	11	0	2	0	
10.	Тема 10. Вариационный метод	6	12	3	3	0	Письменное домашнее задание
11.	Тема 11. Квазиклассическое приближение	6	13	3	3	0	Письменное домашнее задание
12.	Тема 12. Многочастичные системы	6	14	3	3	0	Письменное домашнее задание
13.	Тема 13. Многоэлектронные атомы и молекулы	6	15	3	3	0	Письменное домашнее задание
14.	Тема 14. Основы квантовой электродинамики	6	16	3	3	0	Письменное домашнее задание
15.	Тема 15. Основы релятивистской механики.	6	17-18	6	2	0	Письменное домашнее задание
16.	Тема 16. Контрольная работа ♦3 по темам 10-15	6	18	0	2	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	Экзамен
	Итого			54	54	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Основные понятия квантовой теории

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Дуализм явлений микромира: дискретные свойства волн, волновые свойства частиц. Принципы неопределенности и суперпозиции. Пространство Гильберта. Операторы наблюдаемых физических величин и их свойства. Собственные функции и собственные значения операторов. Дискретный и непрерывный спектр. Собственные функции коммутирующих операторов. Соотношение неопределенностей Гайзенберга для физических величин.

практическое занятие (6 часа(ов)):

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

Тема 2. Теория представлений.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Унитарные преобразования волновых функций и операторов. Матричный метод. Матрица плотности. Чистые и смешанные состояния.

практическое занятие (3 часа(ов)):

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

Тема 3. Контрольная работа ♦1 по темам 1-2

практическое занятие (2 часа(ов)):

Контрольная работа по темам 1-2 (примеры задач см. в п. 6)

Тема 4. Эволюция квантовых состояний во времени

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Уравнение Шредингера. Плотность потока вероятности и уравнение непрерывности. Оператор производной по времени от динамической переменной. Представление Гайзенберга. Стационарные состояния. Интегралы движения как следствие свойств симметрии квантовой системы.

практическое занятие (4 часа(ов)):

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

Тема 5. Одномерное движение

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Примеры сведения стационарного уравнения Шредингера для трехмерных систем к одномерной задаче. Частица в одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме. Гармонический осциллятор.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Потенциальный барьер, коэффициенты прохождения и отражения. Туннельный эффект. Задачи по теме из книг [1,2,3] из списка основной литературы (см. п. 7.1)

Тема 6. Движение в центрально-симметрическом поле

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Общая теория движения в центрально-симметрическом поле. Момент импульса, собственные функции и собственные значения. Атом водорода.

практическое занятие (3 часа(ов)):

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

Тема 7. Теория возмущений

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Теория стационарных возмущений для дискретного спектра. Возмущения при наличии вырождения. Эффект Штарка для атома водорода. Возмущения, зависящие от времени. Переходы системы в новые состояния под влиянием возмущения. Переходы в состояния с непрерывным спектром. Соотношение неопределенности для энергии и времени.

практическое занятие (6 часа(ов)):

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

Тема 8. Теория рассеяния

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Сечение рассеяния в Борновском приближении. Кулоновский и короткодействующий потенциалы.

практическое занятие (3 часа(ов)):

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

Тема 9. Контрольная работа ♦2 по темам 4-8

практическое занятие (2 часа(ов)):

Контрольная работа по темам 4-8 (примеры задач см. в п. 6)

Тема 10. Вариационный метод

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Стационарное уравнение Шредингера как следствие вариационного принципа.

практическое занятие (3 часа(ов)):

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

Тема 11. Квазиклассическое приближение

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Предельный переход от квантовой механики к классической. Квазиклассическая волновая функция, граничные условия. Квантование Бора-Зоммерфельда.

практическое занятие (3 часа(ов)):

Квазиклассическое движение в центрально-симметричном поле. Задачи по теме из книг [1,2,3] из списка основной литературы (см. п. 7.1)

Тема 12. Многочастичные системы

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Принцип тождественности частиц. Симметричные и антисимметричные волновые функции. Бозоны и фермионы. Вторичное квантование.

практическое занятие (3 часа(ов)):

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

Тема 13. Многоэлектронные атомы и молекулы

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Метод самосогласованного поля Хартри и Хартри-Фока. Метод Томаса-Ферми. Атом гелия. Спектральные термы. Таблица Менделеева. Адиабатическое приближение. Молекула водорода

практическое занятие (3 часа(ов)):

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

Тема 14. Основы квантовой электродинамики

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Решения уравнений Максвелла, нормальные координаты, гамильтониан. Квантование. Взаимодействие электронов и фотонов. Поглощение и излучение фотонов атомами, соотношения Эйнштейна.

практическое занятие (3 часа(ов)):

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

Тема 15. Основы релятивистской механики.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Уравнение Клейна-Фока-Гордона. Свободное движение бозона. Уравнение Дирака. Свободное движение электрона. Спин, полный момент количества движения. Нейтрино. Уравнение Паули, магнитный момент электрона. Спин-орбитальное взаимодействие.

практическое занятие (2 часа(ов)):

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

Тема 16. Контрольная работа ♦3 по темам 10-15**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Контрольная работа по темам 10-15 (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. Основные понятия квантовой теории	6	1-2	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
2.	Тема 2. Теория представлений.	6	3	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
4.	Тема 4. Эволюция квантовых состояний во времени	6	4-5	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
5.	Тема 5. Одномерное движение	6	6-7	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
6.	Тема 6. Движение в центрально-симметрическом поле	6	8	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
7.	Тема 7. Теория возмущений	6	9-10	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
8.	Тема 8. Теория рассеяния	6	11	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
10.	Тема 10. Вариационный метод	6	12	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
11.	Тема 11. Квазиклассическое приближение	6	13	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
12.	Тема 12. Многочастичные системы	6	14	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
13.	Тема 13. Многоэлектронные атомы и молекулы	6	15	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
14.	Тема 14. Основы квантовой электродинамики	6	16	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
15.	Тема 15. Основы релятивистской механики.	6	17-18	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
	Итого				54	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Используются следующие формы учебной работы: лекции, практические занятия в группах, самостоятельная работа студента (выполнение домашних заданий), консультации.

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

Тема 1. Основные понятия квантовой теории

домашнее задание , примерные вопросы:

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

Тема 2. Теория представлений.

домашнее задание , примерные вопросы:

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

Тема 3. Контрольная работа ♦1 по темам 1-2

Тема 4. Эволюция квантовых состояний во времени

домашнее задание , примерные вопросы:

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

Тема 5. Одномерное движение

домашнее задание , примерные вопросы:

Решение задачи о линейном осцилляторе матричным методом. Задачи по теме из книг [1,2,3] из списка основной литературы (см. п. 7.1)

Тема 6. Движение в центрально-симметрическом поле

домашнее задание , примерные вопросы:

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

Тема 7. 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 8. Теория рассеяния

домашнее задание , примерные вопросы:

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

Тема 9. Контрольная работа ♦2 по темам 4-8

Тема 10. Вариационный метод

домашнее задание , примерные вопросы:

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

Тема 11. Квазиклассическое приближение

домашнее задание , примерные вопросы:

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

Тема 12. Многочастичные системы

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 13. Многоэлектронные атомы и молекулы

домашнее задание , примерные вопросы:

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

Тема 14. Основы квантовой электродинамики

домашнее задание , примерные вопросы:

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

Тема 15. Основы релятивистской механики.

домашнее задание , примерные вопросы:

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

Тема 16. Контрольная работа ♦3 по темам 10-15

Итоговая форма контроля

экзамен (в 6 семестре)

Примерные вопросы к экзамену:

При изучении данной дисциплины используются следующие оценочные средства, которые позволяют проверить полученные компетенции студентов

- домашнее задание (ОК-7, ОПК-1, ПК-1, ПК-3);
- контрольные работы (ОК-7, ОПК-1, ПК-1, ПК-3);
- ответ на экзамене (ОК-7, ОПК-1, ПК-1).

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 $[p_z, l_z^2]$, где l_z - оператор проекции момента импульса, и p_z - компоненты импульса частицы в декартовой системе координат.
2. Найти значение функции $F(x) = \exp(ia \cdot p_x) \cdot (x-2)^2$ при $x=1$ (p_x - 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 $H = a \cdot S_x + b \cdot S_y$, 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 $A \cdot \exp(-a \cdot (x^2 + y^2) - ib \cdot z)$.
6. Найти распределение вероятностей для компонент импульса линейного гармонического осциллятора с массой m и частотой ω в основном состоянии.
7. Найти распределение вероятностей для компонент импульса линейного гармонического осциллятора с массой m и частотой ω 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 $H=b \cdot l_z^2 + b' \cdot (l_x^2 - l_y^2)$, 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 $C \exp(-r/p)$. 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.
Представление взаимодействия.
4. Условия квантования Бора.
Стационарные состояния.
5. Уровни энергии линейного гармонического осциллятора.
Собственные функции операторов l_z , l^2
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

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. - [2-е изд., перераб., доп. и испр.]. - Казань: Казанский университет, 2013. - 222 с. - Режим доступа:

http://kpfu.ru/portal/docs/F1738320152/Quantum_Theory.pdf

2. Соловьев, О.В. Задачник для физиков. Часть I. [Электронный ресурс] / О.В. Соловьев, Э.И. Байбеков, С.И. Белов // Учебное пособие. Казань: Казанский университет, 2015. - 102 с. -

Режим доступа: <http://dspace.kpfu.ru/xmlui/handle/net/20301>

3. Давыдов А.С. Квантовая механика: учебное пособие. - СПб: БХВ Петербург, 2011. - 704 с.

Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=351130>

7.2. Дополнительная литература:

1. Ландау, Л.Д. Теоретическая физика : в 10 томах : учебное пособие для студентов физических специальностей университетов / Л.Д. Ландау и Е.М. Лифшиц ; под ред. Л.П. Питаевского .- Изд. 8-е, стер. - Москва : Физматлит, Т. 2: Теория поля .- 2006 .- 533 с.

2. Блохинцев, Д.И. Основы квантовой механики [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д.И. Блохинцев. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2004. - 672 с. - Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/619>

7.3. Интернет-ресурсы:

методические материалы кафедры ТФ - http://www.kpfu.ru/main_page?p_sub=8205

Образовательный проект А.Н. Варгина - <http://www.ph4s.ru/index.html>

Сайт кафедры с методическим обеспечением - http://www.kpfu.ru/main_page?p_sub=5721

ЭБС КнигаФонд - <http://www.knigafund.ru>

ЭОР на www.twirpx.com - http://www.twirpx.com/files/#Category_42

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Квантовая теория" 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 оборудование 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 специальности: 03.05.01 "Астрономия" и специализации не предусмотрено.

Автор(ы):

Кочелаев Б.И. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Малкин Б.З. _____

"__" _____ 201__ г.