

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. Минзарипов Р.Г.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Квантовая механика Б3.В.4.3

Направление подготовки: 050100.62 - Педагогическое образование

Профиль подготовки: Физика и информатика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Мокшин А.В.

Рецензент(ы):

Сафаров Р.Х.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой:

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

Учебно-методическая комиссия Института физики:

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

Регистрационный No

Казань
2014

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) заведующий кафедрой, к.н. (доцент) Мокшин А.В. кафедра вычислительной физики и моделирования физических процессов научно-педагогическое отделение, Anatolii.Mokshin@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Цель курса квантовой механики состоит в овладении студентами закономерностей и основных положений физики квантовых процессов в микромире, изучении основных физических свойств квантовых систем на атомарном, ядерном и молекулярном уровнях описания. Студенты должны овладеть математическим аппаратом, привлекаемым для исследования и описания физических явлений в микромире в рамках нерелятивистской квантовой механики. Одной из задач дисциплины является изучение основных идей, понятий и представлений, характерных для физических свойств микроскопических квантовых систем. Студенты должны научиться воспринимать физические свойства микрочастиц, микросистем и систем частиц на основе универсальной квантовой парадигмы, двуединой концепции корпускулярных и волновых свойств микрообъектов. Обучаемые должны овладеть математическим аппаратом квантовой механики на уровне, позволяющем самостоятельно решать простейшие физические задачи атомной и ядерной физики, а также простейших одночастичных и многочастичных квантовых систем.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.В.4 Профессиональный" основной образовательной программы 050100.62 Педагогическое образование и относится к вариативной части. Осваивается на 4 курсе, 7, 8 семестры.

Содержание дисциплины соответствует Государственному образовательному стандарту, предусматривающему

- 1) обязательный минимум, необходимый для подготовки бакалавров по специальности 050100.62,
- 2) сроки освоения основной образовательной программы,
- 3) требования к разработке и условиям реализации программы подготовки выпускника, а также к уровню его подготовки.

Квантовая механика является одним из фундаментальных разделов современной физики. Поэтому учебный курс квантовой механики занимает одно из существенных мест в системе подготовки учителя физики и имеет как мировоззренческое, так и прикладное значение. Квантовая механика - направление теоретической физики, имеющее основополагающий характер, содействующее развитию других направлений физики и математики, и тем самым выполняющее интегративную функцию в комплексе наук физико-математического профиля.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:
 - основные законы механики;
 - условия применимости законов механики в том или ином случае;
 - особенности планирования и руководства учебно-исследовательской работой школьников по разработке механических моделей физических явлений.

2. должен уметь:

- строить механическую модель физического явления;
- применять законы механики для решения конкретных задач.

3. должен владеть:

- навыками работы с литературой по классической механике и смежным дисциплинам;
- навыками математической формулировки физических проблем;
- методикой руководства самостоятельной работой учащихся по разработке и исследованию моделей физических явлений

решать задачи по квантовой механике

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

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

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 7 семестре; экзамен в 8 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. Основы квантовой теории. Основы квантовой механики. Изображение квантово механических величин операторами. Изменение состояния во времени. Изменение во времени механических величин. Теория движения микрочастиц в поле потенциальных сил.	7	1-8	0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Прохождение микрочастиц через потенциальные барьеры. Квантомеханическая теория возмущений. Правила отбора. Собственный, механический и магнитный моменты электрона. Ансамбли квантовых частиц. Квантовая механика многоэлектронных атомов. Квантовая механика молекул. Связь законов сохранения с симметрией пространства и времени.	7	9-16	0	0	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	зачет
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	экзамен
	Итого			0	0	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Основы квантовой теории. Основы квантовой механики. Изображение квантово механических величин операторами. Изменение состояния во времени. Изменение во времени механических величин. Теория движения микрочастиц в поле потенциальных сил.

Тема 2. Прохождение микрочастиц через потенциальные барьеры. Квантомеханическая теория возмущений. Правила отбора. Собственный, механический и магнитный моменты электрона. Ансамбли квантовых частиц. Квантовая механика многоэлектронных атомов. Квантовая механика молекул. Связь законов сохранения с симметрией пространства и времени.

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

На лекциях и практических занятиях при изучении курса используется проекционная видеотехника и иные технические средства обучения. Поэтому занятия желательно проводить в оборудованных аудиториях.

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

Тема 1. Основы квантовой теории. Основы квантовой механики. Изображение квантово механических величин операторами. Изменение состояния во времени. Изменение во времени механических величин. Теория движения микрочастиц в поле потенциальных сил.

Тема 2. Прохождение микрочастиц через потенциальные барьеры. Квантомеханическая теория возмущений. Правила отбора. Собственный, механический и магнитный моменты электрона. Ансамбли квантовых частиц. Квантовая механика многоэлектронных атомов. Квантовая механика молекул. Связь законов сохранения с симметрией пространства и времени.

Тема . Итоговая форма контроля

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету и экзамену:

Экзаменационные вопросы по квантовой механике

1. Предмет и метод квантовой механики. Эффект Комптона.
2. Уравнение непрерывности в квантовой механике (для плотности потока вероятности)
3. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.
4. Экспериментальные основы квантовой механики.
5. Принцип причинности в квантовой механике.
6. Решение уравнения Шредингера для радиальной волновой функции в кулоновском поле (атом водорода).
7. Основы квантовой теории света законы сохранения.
8. Изображение физических величин в квантовой механике линейными самосопряженными операторами.
9. Интегралы движения в квантовой механике (определение, свойства и примеры).
10. Волновая функция, ее физический смысл и свойства.
11. Свойства линейных самосопряженных операторов.
12. Уравнение Шредингера для линейного гармонического осциллятора (его запись и способ решения). Операторы рождения и уничтожения.
13. Свойства средних значений физических величин.
14. Принцип соответствия. Принцип тождественности частиц.
15. Нулевая энергия и возбужденные энергетические состояния линейного гармонического осциллятора
16. Опыты Франка и Герца. Экспериментальные основы квантовой механики.
17. Собственные значения и собственные функции линейных самосопряженных операторов (определения, теоремы, свойства, примеры).
18. Исследование асимптотического поведения радиальной волновой функции (атом водорода) на малых и больших расстояниях. Квантовое движение частицы в поле центральных сил.
19. Собственные функции и собственные значения оператора энергии для линейного гармонического осциллятора.
20. Опыты Штерна-Герлаха.
21. Волновой пакет де Бройля.
22. Длина волны де Бройля.
23. Угловое и радиальное распределение электронного облака в атоме водорода.
24. Периодическая система элементов Д.М. Менделеева. Заполнение электронных оболочек в атомах. Рентгеновские спектры.
25. Элементарная квантовая теория взаимодействия света с веществом.
26. Волновые функции и энергетический спектр линейного гармонического осциллятора.

27. Расщепление спектральных линий в магнитном поле. Эффект Зеемана. Аномальный эффект Зеемана.
28. Волны де Бройля, фазовая скорость, групповая скорость.
29. Теорема ортогональности собственных функций линейных самосопряженных операторов.
30. Волновые функции и энергетический спектр электрона в атоме водорода (из решения уравнения Шредингера).
31. Длина волны де Бройля.
32. Общая формула вероятности отдельного измерения.
33. Квантовая теория молекулы водорода (возникновения сил притяжения).
34. Дифракционные свойства микрочастиц. Опыты Дэвиссона и Джермера.
35. Условие одновременной измеримости физических величин.
36. Квантовая теория колебательно-вращательного спектра двухатомной молекулы.
37. Дифракционные опыты Тартаковского, Штерна и Эстермана, Лауэ.
38. Оператор импульса и его свойства. Средние значения функций координат и импульсов частиц.
39. Приближенная количественная теория атома гелия.
40. Физический смысл волн де Бройля.
41. Оператор механического орбитального момента (момента импульса) и его свойства.
42. Качественное квантово-механическое описание атома гелия.
43. Определение средних значений функций координат и импульсов частиц.
44. Квантовое движение частицы в кулоновском поле.
45. Вероятности переходов под влиянием периодически действующих возмущений.
46. Соотношение неопределенности Гейзенберга. Физический смысл соотношений неопределенностей Гейзенберга.
47. Угловое и радиальное распределение электронного облака в атоме водорода.
48. Приближенная количественная теория атома гелия.
49. Интегралы движения в квантовой механике.
50. Прохождение частиц через потенциальный барьер. Туннельный эффект.
51. Классификация состояний электронов в атоме.
52. Принцип суперпозиции состояний.
53. Аномальный эффект Зеемана. Расщепление спектральных линий в слабом магнитном поле.
54. Обменная энергия. Обменные процессы в электронной системе.
55. Холодная эмиссия электронов из металла (на основе туннельного эффекта).
56. Вероятность импульса микрочастицы.
57. Нормальный эффект Зеемана. Расщепление спектральных линий в сильном магнитном поле.
58. Средние значения функций и импульсов частиц (определения и следствия).
59. Свойства оператора механического момента.
60. Правила отбора для ЛГО.
61. Классификация состояний электронов в атоме (с учетом 4-х квантовых чисел и с учетом полного механического момента).
62. Квантово-механическая теория возмущений (постановка задачи).
63. Вывод уравнения для производной по времени оператора. Интегралы движения в квантовой механике.
64. Уравнения движения в квантовой механике, уравнения Эренфеста.
65. Оператор полного механического момента и его свойства.
66. Теория возмущений в невырожденном спектре.
67. Теория возмущений для вырожденного спектра.

68. Описание спиновых состояний с помощью спиновых волновых функций.
69. Собственные функции и собственные значения оператора механического момента.
70. Оператор полной энергии - Гамильтониан.
71. Теория зависящих от времени возмущений.
72. Межмолекулярные Ван-дер-Ваальсовы силы (с точки зрения квантовой механики).
73. Вывод общего уравнения Шредингера.
74. Вероятности переходов под действием возмущений, зависящих от времени.
75. Квантовая теория колебательно-вращательного энергетического спектра двухатомной молекулы.
76. Определение средних значений функций координат и импульсов частиц.
77. Спиновые волновые функции.
78. Квантовая механика многоэлектронных атомов. Качественная теория атома гелия.
79. Собственный спиновый механический и магнитный моменты электрона.
80. Волновой пакет де Бройля, фазовая и групповая скорость.
81. Приближенная количественная теория атома гелия.
82. Философские выводы из квантовой механики. Границы применимости и затруднения квантовой механики. Принцип причинности в квантовой механике.
83. Различные спиновые состояния электронов в атоме гелия: орто-гелий и пара-гелий.
84. Волновые функции и энергетический спектр ЛГО.
85. Эффект Комптона. Комptonовская длина волны электрона.
86. Законы сохранения в квантовой механике. Интегралы движения.
87. Свойства симметрии пространства и времени в квантовой механике с законами сохранения (однородность и изотропность пространства, однородность и изотропность времени, преобразование инверсии).
88. Волновой пакет де Бройля, групповая скорость.
89. Ансамбли квантовых частиц. Принцип тождественности частиц.
90. Холодная эмиссия электронов из металла.

Практические занятия по квантовой механике, их содержание и объем в часах.

Тема 1: Экспериментальные основы квантовой механики.

Содержание: Корпускулярные свойства света. Волновые свойства частиц. Соотношения неопределенностей Гейзенберга.

Используемые методические пособия: Методическая разработка по квантовой механике: "Корпускулярные свойства света. Волновые свойства микрочастиц. Соотношения неопределенностей Гейзенберга"

Самостоятельная работа: 1.8,11,12. 2.1,7,9. 3.4,6,16

Количество часов: 6

Тема 2: Математический аппарат квантовой механики.

Содержание1: Операторы. Вычисление коммутаторов.

Используемые методические пособия: Методическая разработка по квантовой механике к разделам: "Квантово-механические операторы и их свойства".

Самостоятельная работа: 4.3,6,9,10,11,13,15,17,19,21,22,25

Количество часов: 4

Содержание 2: Линейные, самосопряженные операторы.

Самостоятельная работа: 4.31(2),32,33(б, г),38(а, д)

Количество часов: 4

Содержание 3: Собственные функции и собственные значения.

Используемые методические пособия: Методическая разработка по квантовой механике к разделам: "Собственные функции и собственные значения".

Самостоятельная работа: 42(а, б),39. 5.1(в),2(б), 3(а, в),4(б)

Количество часов: 4

Содержание 4: Средние значения физических величин. Вероятность результата измерения. Используемые методические пособия: Средние значения физических величин. Вероятность результата измерения".

Самостоятельная работа: 5.5(3,4),6(1)

Количество часов: 4

Содержание 5: Дифференцирование операторов по времени и законы сохранения.

Используемые методические пособия: Методическая разработка по квантовой механике к разделам: "Изменение во времени квантовых состояний и механических величин. Плотность тока вероятности".

Самостоятельная работа: 5.22,36(б), 20(в),30. 6.1,2,6,9(б, г),12

Количество часов: 2

Тема 3: Контрольная работа

Содержание: Контрольная работа

Количество часов: 2

Тема 4: Одномерные квантово-механические задачи.

Содержание 1: Стационарное уравнение Шредингера. Плотность вероятности.

Используемые методические пособия: Методическая разработка по квантовой механике к разделу: "Уравнение Шредингера, и применение квантовой механики к решению простейших задач".

Самостоятельная работа: 7.1,5,7,8,10,13,21,22

Количество часов: 2

Содержание 2: Движение в центрально-симметричном поле.

Используемые методические пособия: Методическая разработка по квантовой механике к разделу: "Уравнение Шредингера и применение квантовой механики к решению простейших задач".

Самостоятельная работа: 7.36,37

Количество часов: 2

Тема 5: Теория возмущений и ее приложения.

Содержание: Теория возмущений. Стационарная теория возмущений в отсутствие и при наличии вырождения.

Самостоятельная работа: 7.40,41,45

Количество часов: 2

Тема 6: Спин электрона

Содержание: Опыт Штерна-Герлаха. Спин. Спиновый оператор. Матрицы Паули.

Используемые методические пособия: Методическая разработка по квантовой механике к разделу: "Спин и магнитные свойства атомов. Системы из одинаковых частиц".

Самостоятельная работа: 8.1(б,е,ж). 3.10,13,34,37, 38,39,40.

8.17,19,21,25,28,31,43,48,52,56,58,65.

Количество часов: 4

7.1. Основная литература:

1. Блохинцев Д.И. Основы квантовой механики. М, 1963, 1976 г.
2. Иродов И.Е. Сборник задач по атомной и ядерной физике, М., 1971.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Краткий курс теоретической физики. М, 1971, 1972. Книга 2-я.
4. Соколов А.А., Тернов И.М. Квантовая механика и атомная физика, М.,1970; Соколов А.А., Лоскутов Ю.М., Тернов И.М. Квантовая механика, М.,1965 г.

5. Шпольский Э.В. Атомная физика, тома 1 и 2, М.,1974.

7.2. Дополнительная литература:

6. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика, Нерелятивистская теория. М.,1963 г.
7. Давыдов А.С. Квантовая механика. М.,1973.
8. Флюгге З. Задачи по квантовой механике. тома 1 и 2, М.,1974.
9. Галипкий В.М. Карнаков Б.М. , Коган В.И. Задачи по квантовой механике, М. 1981
10. Тарасов Л.В. Основы квантовой механики. М.,1978.
11. Грашин А. Квантовая механика, М.,1974.
12. Фейнман Р., Лейтон Р.,Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Вып. 8 и 9, М.,1966.
13. Дирак П.А. М. Принципы квантовой механики.М.,1960.
14. Шифф Л. Квантовая механика, М, 1957.
15. Елютин П.В. , Кривченков В.Д. Квантовая механика.М.,1976.
16. Матвеев А.Н. Квантовая механика и строение атома. М.,1965.
17. Абаренков И.В., Загуляев С.Н. Простейшие модели в квантовой механике: Учеб. пособие. - СПб.: Издательство С.-Петербур. унив-та, 2004. - 128 с.
18. Карлов Н.В., Кириченко Н.А. Начальные главы квантовой механики. - М.: Физматлит, 2004. - 360 с.

7.3. Интернет-ресурсы:

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 050100.62 "Педагогическое образование" и профилю подготовки Физика и информатика .

Автор(ы):

Мокшин А.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Сафаров Р.Х. _____

"__" _____ 201__ г.