

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 физика БЗ.В.3.5

Направление подготовки: 050100.62 - Педагогическое образование

Профиль подготовки: Физика и информатика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Нефедьев Л.А. , Русанова И.А.

**Рецензент(ы):**

Гарнаева Г.И.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Нефедьев Л. А.

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, д.н. (профессор) Нефедьев Л.А. кафедра образовательных технологий в физике научно-педагогическое отделение, LANefedev@kpfu.ru; старший преподаватель, б/с Русанова И.А. кафедра образовательных технологий в физике научно-педагогическое отделение, IARusanova@kpfu.ru

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью дисциплины является формирование личности будущего учителя, овладение научным методом познания; выработка у студентов навыков самостоятельной учебной деятельности, развитие у них познавательной потребности.

В целях осуществления политехнической подготовки будущих учителей в курсе на конкретных примерах раскрывается взаимосвязь физики и техники, показывая применение физических законов в производстве.

В курсе физики изучаются явления, встречающиеся в природе, причем выяснение сути этих явлений базируется на основных положениях философии. Законы, открытые физиками при изучении многих явлений, служат использованию их в пользу человечеству, применению при решении народнохозяйственных задач. Их законы лежат в основе технологических процессов производства, находят широкое применение в использовании недр для нужд человечества и для их исследования. Физические процессы играют важную роль в биологии, географии, в сельском хозяйстве. Знания физических явлений необходимы для работников многих профессий. Это позволяет характеризовать физику как основу многих рабочих профессий и воспитывать при ее изучении интерес к различным рабочим профессиям.

Задачами дисциплины являются обучение студентов научным знаниям по основным разделам физики, овладение элементарными навыками в проведении физических экспериментов, теоретическим и экспериментальным методам решения физических задач; формирование современной физической картины мира. Практические и лабораторные занятия служат привитию навыков, умения работать с приборами, установками и дают возможность студентам-выпускникам готовить в будущем их учеников к овладению различными профессиями и приобретению на их основе жизненно-активных позиций учениками.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б3.В.3 Профессиональный" основной образовательной программы 050100.62 Педагогическое образование и относится к вариативной части. Осваивается на 3 курсе, 5, 6 семестры.

Цикл Б3.В.3.5

Начальный уровень подготовки студента, изучающего дисциплину "Квантовая физика", характеризуется его способностью выполнить следующие виды деятельности, полученные при изучении разделов Механики, Молекулярной физики, электродинамики, оптики, математического анализа, теории вероятностей, геометрии, алгебры:

- выявлять существенные признаки, устанавливать характерные закономерности при наблюдении и экспериментальных исследованиях физических явлений и процессов; опознавать в природных явлениях известные физические модели;
- применять для описания физических явлений известные физические модели;
- строить математические модели для описания простейших физических явлений;
- измерять основные физические величины, указывая погрешности измерений;
- владеть физическим научным языком;
- описывать физические явления и процессы, используя физическую научную терминологию;
- владеть различными способами представления физической информации;
- выражать физическую информацию различными способами (в вербальной, знаковой, аналитической, математической, графической, схемотехнической, образной, алгоритмической формах);
- давать определения основных физических понятий и величин;

- формулировать основные физические законы и границы их применимости;
- использовать международную систему единиц измерения физических величин (СИ) при физических расчетах и формулировке физических закономерностей; владеть методом оценки порядка физических величин при их расчетах;
- владеть методом размерностей для выявления функциональной зависимости физических величин;
- получать ответы при решении физических задач, тематика которых соответствует содержанию курса; решать простейшие экспериментальные физические задачи, используя методы физических исследований,
- использовать численные значения фундаментальных физических констант для оценки результатов простейших физических экспериментов;
- применять знание физических теории для анализа незнакомых физических ситуаций;
- аргументировать научную позицию при анализе лженаучных, псевдонаучных и антинаучных утверждений; называть и давать словесное и схематическое описание основных физических экспериментов;
- называть фамилии ученых физиков, внесших существенный вклад в развитие физической науки;
- структурировать физическую информацию, используя научный метод исследования;
- проводить численные расчеты физических величин при решении физических задач и обработке экспериментальных результатов.

Изучение дисциплины необходимо для дальнейшего изучения Квантовой механики, Термодинамики и статистической физики, Факультативов и дисциплин по выбору.

### 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)	способен использовать в познавательной деятельности и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук
ОК-6 (общекультурные компетенции)	способен логически верно строить устную и письменную речь
ОК-9 (общекультурные компетенции)	способен работать с информацией в глобальных компьютерных сетях
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	осознает социальную значимость своей будущей профессии, обладает мотивацией к осуществлению профессиональной деятельности. Способность осуществлять профессиональное и личностное самообразование, проектировать дальнейший образовательный маршрут и профессиональную карьеру
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	владеет основами речевой профессиональной культуры
ОПК-4 (профессиональные компетенции)	способен нести ответственность за результаты своей профессиональной деятельности
ОПК-6 (профессиональные компетенции)	способен к подготовке и редактированию текстов профессионального и социально значимого содержания

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способен реализовывать учебные программы базовых и электривных курсов в различных образовательных учреждениях, использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач, руководить исследовательской работой обучающихся
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способен реализовывать учебные программы базовых и электривных курсов в различных образовательных учреждениях, использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач, руководить исследовательской работой обучающихся
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способен применять на практике базовые профессиональные навыки, современные методики и технологии, в том числе и информационные, для обеспечения качества учебно-воспитательного процесса на определенной образовательной ступени конкретного образовательного учреждения
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способен эксплуатировать современную физическую аппаратуру и оборудование, применять современные методы диагностирования достижения обучающихся и воспитанников
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способен анализировать результаты научных исследований и применять их при решении конкретных образовательных и исследовательских задач, осуществлять педагогическое сопровождение процессов социализации и профессионального самоопределения обучающихся, подготовки их к сознательному выбору профессии
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способен анализировать результаты научных исследований и применять их при решении конкретных образовательных и исследовательских задач, осуществлять педагогическое сопровождение процессов социализации и профессионального самоопределения обучающихся, подготовки их к сознательному выбору профессии
СК-2	понимает, что фундаментальное знание является основой компьютерных наук, готов применять знания теоретической информатики, фундаментальной и прикладной математики для анализа и синтеза информационных систем и процессов

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

физические законы и теории с применением адекватного математического аппарата; количественное описание свойств модельных систем; строить физические модели, решать конкретные задачи заданной степени сложности и анализировать получающиеся решения.

2. должен уметь:

- проводить физический эксперимент и выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах;
- применять для описания физических явлений известные физические модели;
- строить математические модели для описания простейших физических явлений;
- измерять основные физические величины, указывая погрешности измерений;
- описывать физические явления и процессы, используя физическую научную терминологию;

- владеть различными способами представления физической информации;
- формулировать основные физические законы и границы их применимости.

### 3. должен владеть:

- владеть физическим научным языком;
  - выражать физическую информацию различными способами (в вербальной, знаковой, аналитической, математической, графической, схемотехнической, образной, алгоритмической формах);
  - давать определения основных физических понятий и величин;
  - использовать международную систему единиц измерения физических величин (СИ) при физических расчетах и формулировке физических закономерностей; владеть методом оценки порядка физических величин при их расчетах;
  - владеть методом размерностей для выявления функциональной зависимости физических величин;
  - использовать численные значения фундаментальных физических констант для оценки результатов простейших физических экспериментов
- 
- выявлять существенные признаки, устанавливать характерные закономерности при наблюдении и экспериментальных исследованиях физических явлений и процессов;
  - опознавать в природных явлениях известные физические модели;
  - применять для описания физических явлений известные физические модели;
  - строить математические модели для описания простейших физических явлений;
  - измерять основные физические величины, указывая погрешности измерений;
  - владеть физическим научным языком;
  - описывать физические явления и процессы, используя физическую научную терминологию;
  - владеть различными способами представления физической информации;
  - выражать физическую информацию различными способами (в вербальной, знаковой, аналитической, математической, графической, схемотехнической, образной, алгоритмической формах);
  - давать определения основных физических понятий и величин;
  - формулировать основные физические законы и границы их применимости;
  - использовать международную систему единиц измерения физических величин (СИ) при физических расчетах и формулировке физических закономерностей; владеть методом оценки порядка физических величин при их расчетах;
  - владеть методом размерностей для выявления функциональной зависимости физических величин;
  - получать ответы при решении физических задач, тематика которых соответствует содержанию курса;
  - решать простейшие экспериментальные физические задачи, используя методы физических исследований;
  - использовать численные значения фундаментальных физических констант для оценки результатов простейших физических экспериментов;
  - применять знание физических теории для анализа незнакомых физических ситуаций;
  - аргументировать научную позицию при анализе лженаучных, псевдонаучных и антинаучных утверждений;



- называть и давать словесное и схемотехническое описание основных физических экспериментов;
- называть фамилии ученых физиков, внесших существенный вклад в развитие физической науки;
- структурировать физическую информацию, используя научный метод исследования;
- проводить численные расчеты физических величин при решении физических задач и обработке экспериментальных результатов.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных(ые) единиц(ы) 288 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 5 семестре; 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. Введение	5	1	2	0	6	отчет
2.	Тема 2. Квантовые свойства излучения	5	2,3,4,5	4	4	8	отчет
3.	Тема 3. Строение и свойства атомов. Классические модели атомов	5	6,7,8,9	4	4	8	контрольная работа
4.	Тема 4. Волновые свойства микрочастиц	5	10,11,12	3	4	6	отчет
5.	Тема 5. Физика атомов и молекул	5	13,14,15,1	7	4	6	контрольная работа
6.	Тема 6. Квантовые явления в твердых телах	6	1,2,3,4	9	4	4	отчет
7.	Тема 7. Колебания решетки и тепловые свойства кристаллов	6	5,6,7,8	9	4	4	контрольная работа
8.	Тема 8. Физика атомного ядра	6	9-13	10	5	5	отчет

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
9.	Тема 9. Физика элементарных частиц	6	14-18	10	5	5	контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	5		0	0	0	экзамен
	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	экзамен
	Итого			58	34	52	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Введение

#### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

обзор

#### **лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Лабораторная работа ♦ 1. Изучение фотоэффекта.

### Тема 2. Квантовые свойства излучения

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

История возникновения квантовых идей. Тепловое излучение. Закон Кирхгофа. Законы излучения абсолютно черного тела. Гипотеза Планка. Формула Планка. Оптическая пирометрия. Фотоэффект. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Гипотеза световых квантов. Применения фотоэффекта. Опыты Вавилова. Давление света. Опыты Лебедева. Давление света в рамках теории фотонов. Рентгеновское излучение. Эффект Комптона. Теория эффекта Комптона.

#### **практическое занятие (4 часа(ов)):**

Законы излучения абсолютно черного тела. Примерные виды задач: 1. Начальная температура теплового излучения 2000 К. На сколько кельвинов изменилась эта температура, если наиболее вероятная длина волны в его спектре увеличилась на 260 нм. 2. Солнечный спектр достаточно близок к спектру излучения абсолютно черного тела с наиболее вероятной длиной волны 0.48 мкм. Найти мощность теплового излучения Солнца. Оценить время, за которое его масса уменьшится на один процент (за счет теплового излучения). Масса Солнца  $2 \cdot 10^{30}$  кг, радиус  $7 \cdot 10^8$  м. 3. Определить с помощью формулы Планка, во сколько раз возрастает спектральная интенсивность излучения с длиной волны 0.6 мкм при увеличении температура от 2000 К до 2300 К. 4. Найти длину волны фотона, импульс которого равен импульсу электрона с кинетической энергией 0.3 МэВ. 5. Лазерный импульс света частотой  $\nu$  и энергией 7.5 Дж падает на зеркальную пластинку с коэффициентом отражения  $R=0.6$ . Угол падения 30 градусов. Найти импульс, переданный пластинке. 6. Вычислить максимальные скорости фотоэлектронов, освобождаемых с поверхности цинка, серебра и никеля электромагнитным излучением с длиной волны 270 нм. Работа выхода электрона цинка 3.74 эВ, серебра 4.28 эВ, никеля 4.84 эВ соответственно.

#### **лабораторная работа (8 часа(ов)):**

Лабораторная работа ♦ 2. Изучение излучения абсолютно черного тела.

### Тема 3. Строение и свойства атомов. Классические модели атомов

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Опыты Резерфорда. Формула Резерфорда. Постулаты Бора. Модель атома водорода и водородоподобных ионов по Бору. Спектральные серии водорода. Пространственное квантование. Магнитные моменты атомов. Опыт Франка и Герца. Опыт Штерна и Герлаха. Историческая роль модели атома Резерфорда-Бора. Принцип соответствия.

#### **практическое занятие (4 часа(ов)):**



Модель атома водорода и водородоподобных ионов по Бору. Спектральные серии водорода. Примерные виды задач: 1. Оценить время, за которое электрон, движущийся вокруг ядра атома водорода по орбите радиусом  $0.5 \cdot 10^{-8}$  см, упал на ядро, если бы он терял энергию на излучение в соответствии с классической теорией. 2. Наличие еще каких спектральных линий можно предсказать в спектре некоторого водородоподобного иона, если известны длины волн трех линий этого иона 99.2 нм, 108.5 нм и 121.5 нм соответственно, принадлежащих одной и той же серии? 3. Найти длины волн первых трех спектральных линий серии Бальмера для атомарного водорода. 4. Электромагнитное излучение с длиной волны 18 нм вырывает электроны из ионов He<sup>+</sup>. Найти их скорость. 5. Найти угол между направлением движения атома водорода ( $v=3/26$  м/с) и направлением вылета излученного фотона. Фотон излучается при переходе атома из первого возбужденного в основное состояние. Считать, что кинетическая энергия атома осталась прежней. 6. Вычислить расстояние между электроном и позитроном в позитронии (системе, состоящей из электрона и позитрона) в состоянии с наименьшей энергией.

**лабораторная работа (8 часа(ов)):**

Лабораторная работа ♦ 3. Экспериментальное открытие ядерной модели атома.

**Тема 4. Волновые свойства микрочастиц**

**лекционное занятие (3 часа(ов)):**

Уравнение Шредингера. Простейшие задачи квантовой механики: квантование энергии частицы в потенциальной яме, квантование энергии линейного гармонического осциллятора, туннельный эффект. Волны де Бройля, их физический смысл. Опыты по дифракции электронов, атомов и молекул. Основные представления квантовой механики. Дифракция электронов на двух щелях. Волновая функция и ее физический смысл. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Уравнение Шредингер

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Примерные виды задач: 1. Определить дебройлевскую длину волны молекулы водорода, движущейся в газе с наиболее вероятной скоростью при температуре 0 градусов по Цельсию. 2. Найти кинетическую энергию, при которой дебройлевская длина волны электрона равна его комптоновской длине волны. 3. Найти кинетическую энергию электронов, падающих нормально на диафрагму с двумя узкими щелями, если на экране, отстоящем от диафрагмы на расстояние 75 см, расстояние между соседними максимумами 7.5 мкм. Расстояние между щелями 25 мкм. 4. Показать, что измерение координаты  $x$  частицы с помощью микроскопа вносит неопределенность в её импульс согласно принципу неопределенности Гейзенберга. Разрешение микроскопа  $d$  равно отношению длины волны используемого света к синусу угла. 5. Установить связь между волновыми функциями, характеризующими свободное движение нерелятивистской частицы массы  $m$  в инерциальных  $K$  и  $K'$  системах отсчета, если  $K'$  - система движется со скоростью  $v_0$  в положительном направлении оси  $x$   $K$ -системы. Считать, что скорость частицы в  $K'$  - системе совпадает по направлению с  $v_0$ . 6. Частица массы  $m$  движется слева направо в потенциальном поле, которое в точке  $x=0$  и испытывает скачок  $U_0$ . Слева от точки  $x=0$  энергия частицы  $E$

**лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Лабораторная работа ♦ 4. Экспериментальное подтверждение волновых свойств элементарных частиц.

**Тема 5. Физика атомов и молекул**

**лекционное занятие (7 часа(ов)):**

Квантово механическая модель атома. Спин и магнитный момент электрона.. Принцип Паули. Векторная модель атома. Периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Природа характеристических рентгеновских спектров. Химическая связь. Валентность. Молекулярные спектры. Комбинационное рассеяние света. Люминесценция. Правило Стокса. Спонтанное и вынужденное излучение. Лазеры и их применение.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Векторная модель атома. Примерные виды задач: 1. Определить возможные термы атома, содержащего кроме заполненных оболочек два электрона  $p$  и  $d$ . 2. Определить возможную мультиплетность термов атомов лития, бериллия, бора и углерода, если возбуждаются электроны только внешних, незамкнутых, оболочек. 3. Считая поправку в законе Мозли  $a=1$ , определить какому элементу принадлежит Ка-линия с длиной волны 193.5 пм. 4. Определить напряжение на рентгеновской трубке с никелевым антикатодом, если разность длин волн Ка-линии и коротковолновой границы сплошного рентгеновского спектра равна 84. 5. Найти энергию, необходимую для возбуждения молекулы водорода из основного состояния на первый колебательный уровень ( $v=1$ ). Во сколько раз эта энергия больше энергии возбуждения данной молекулы на первый вращательный уровень ( $J=1$ ).

**лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Лабораторная работа ♦ 5. Экспериментальное подтверждение постулатов Бора.

**Тема 6. Квантовые явления в твердых телах**

**лекционное занятие (9 часа(ов)):**

Зонная теория твердых тел. Металлы, полупроводники, диэлектрики. Уровень Ферми. Энергия Ферми. Функция Ферми. Легирование полупроводников. Контактная разность потенциалов.  $p$  и  $n$  переходы. Применение полупроводников

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Энергия Ферми. Функция Ферми.

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Лабораторная работа ♦ 6. Изучение атомных спектров.

**Тема 7. Колебания решетки и тепловые свойства кристаллов**

**лекционное занятие (9 часа(ов)):**

Квантовая теория теплоемкости кристаллов. Модель Эйнштейна. Модель Дебая. Теплоемкость электронного газа в металлах. Теплопроводность и электропроводность твердых тел. Понятие о квантовых статистиках. Сверхпроводимость. Сверхтекучесть

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Теплопроводность и электропроводность твердых тел

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Лабораторная работа ♦ 7. Лазер. Определение длины волны излучения гелий-неонового лазера методом дифракции.

**Тема 8. Физика атомного ядра**

**лекционное занятие (10 часа(ов)):**

Экспериментальные методы ядерной физики. Счетчики частиц, трековые камеры, фотоэмульсии, масс-спектрометры, ускорители. Состав ядра. Заряд и массовое число ядра. Изотопы, изобары, изотоны. Нуклон и понятие о формализме изоспина. Энергия связи и удельная энергия связи ядер. Спин. Электромагнитные моменты ядер. Форма и размеры ядер, методы их измерения. Капельная модель ядра. Формула Вейцеккера. Оболочечная модель ядра. Магические числа. Ядерные силы и их основные свойства. Зарядовая симметрия и зарядовая независимость ядерных сил. Обменный механизм ядерного взаимодействия. Пионы и их свойства. Проявление свойств ядерных сил в характеристиках дейтона. Типы радиоактивных превращений. Правила смещения. Механизмы и распадов. Механизм излучения ядер. Ядерные реакции и их классификация. Прямые процессы и реакции через составное ядро. Резонансные процессы. Трансурановые элементы. Вынужденное и спонтанное деление ядер. Деление тяжелых ядер под действием нейтронов. Цепная реакция деления. Ядерные реакторы. Реакции синтеза. Управляемый термоядерный синтез. Критерий Лоусона.

**практическое занятие (5 часа(ов)):**

Состав ядра. Примерные виды задач: 1. Найти энергию связи на один нуклон в ядре Na ( $Z=11$ ,  $A=23$ ). Дефект массы равен  $-0.010227$  а.е.м. 2. Вычислить энергию связи нейрона в ядре N ( $A=14$ ), если энергия связи ядер N ( $A=14$ ) и N ( $A=13$ ) равны 104.66 и 94.1 МэВ. 3. Какая доля первоначального количества ядер Sr ( $A=90$ ) останется через 10 и 100 лет, распадется за одни сутки, за 15 лет. 4. Вычислить количество ядер Na ( $Z=11$ ,  $A=24$ ), распавшихся в 1 мг за 10 часов. Период полураспада 14.8 часа. 5. Найти скорость продуктов реакции  $B(A=10)$  ( $n$ , альфа-частица)  $Li(A=7)$ , если ядра бора первоначально покоились и кинетическая энергия нейтронов пренебрежимо мала.

**лабораторная работа (5 часа(ов)):**

Лабораторная работа ♦ 8. Моделирование радиоактивного распада.

**Тема 9. Физика элементарных частиц**

**лекционное занятие (10 часа(ов)):**

Общие сведения об элементарных частицах. Классификация частиц. Лептоны и адроны, резонансы, мезоны, барионы, изомультиплеты. Характеристики частиц: масса, спин, четность, время жизни, электрический заряд, лептонный и барионный заряд, изоспин, его проекция, странность, очарование, красота. Квантовые числа элементарных частиц. Законы сохранения. Четность. Закон сохранения четности. Не сохранение четности в слабом взаимодействии. Комбинированная четность, ее несохранение в слабом взаимодействии, связь с необратимостью времени. Кварки и их характеристики. Кварковый состав мезонов и барионов. Пленение кварков. Кварк-лептонная симметрия. Обменный механизм фундаментальных взаимодействий. Частицы - переносчики фундаментальных взаимодействий. Кварк - глюонная модель сильного взаимодействия. Природа слабого взаимодействия. Промежуточные бозоны.. Единые теории взаимодействий. Нестабильность протона. Современная картина строения материи

**практическое занятие (5 часа(ов)):**

Кварки и их характеристики. Примерные виды задач: 1. Нейтрон с энергией 4.6 МэВ в результате столкновения с протоном замедляется. Считая, что нейтрон отклоняется при столкновении на угол 45 градусов, найти сколько столкновений он должен испытать, чтобы его энергия уменьшилась до 0.23 эВ. 2. Электрон ускорен разностью потенциалов 180 кВ. Учитывая поправки теории относительности, найти его массу, скорость, кинетическую энергию и отношение заряда к массе электрона. 3. При образовании электрона и позитрона из фотона, энергия фотона была 2.62 МэВ. Чему была равна в момент возникновения полная кинетическая энергия электрона и позитрона. 4. Максимальный радиус кривизны траектории частиц в циклотроне 0.5 м. Индукция магнитного поля 1 Тл. Какую постоянную разность потенциалов должны были бы пройти протоны, чтобы получить такое же ускорение как в данном циклотроне. 5. В лабораторной системе координат найти среднее время жизни мюонов, образующихся при распаде остановившихся каонов:  $K^+$  распался на мюон (+) и нейтрино.

**лабораторная работа (5 часа(ов)):**

Лабораторная работа ♦ 9. Определение коэффициента поглощения радиоактивного 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
1.	Тема 1. Введение	5	1	подготовка к отчету	2	отчет
2.	Тема 2. Квантовые свойства излучения	5	2,3,4,5	подготовка к отчету	9	отчет

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Строение и свойства атомов. Классические модели атомов	5	6,7,8,9	подготовка к контрольной работе	9	контрольная работа
4.	Тема 4. Волновые свойства микрочастиц	5	10,11,12	подготовка к отчету	9	отчет
5.	Тема 5. Физика атомов и молекул	5	13,14,15,1	подготовка к контрольной работе	9	контрольная работа
6.	Тема 6. Квантовые явления в твердых телах	6	1,2,3,4	подготовка к отчету	9	отчет
7.	Тема 7. Колебания решетки и тепловые свойства кристаллов	6	5,6,7,8	подготовка к контрольной работе	9	контрольная работа
8.	Тема 8. Физика атомного ядра	6	9-13	подготовка к отчету	9	отчет
9.	Тема 9. Физика элементарных частиц	6	14-18	подготовка к контрольной работе	7	контрольная работа
	Итого				72	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

1. Компьютерные лабораторные работы Kvant\_Phys\_Lab.
2. Компьютерные лекционные демонстрации с моделированием физических процессов.
3. Электронный задачник по квантовой физике.

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

### Тема 1. Введение

отчет , примерные вопросы:

Тестовые задания. Задачи.

### Тема 2. Квантовые свойства излучения

отчет , примерные вопросы:

Тестовые задания. Задачи. 1. Вычислить с помощью формулы Планка мощность излучения единицы поверхности абсолютно черного тела в интервале длин волн, отличающихся не более чем на 0.5% от наиболее вероятной длины волны при 2000 К. 2. Длины волн фотонов 0.25 нм и 2.0 пм. Вычислить их импульсы в эВ/с, где  $c$  - скорость света. 3. Найти силу светового давления, которую оказывает плоский световой поток с интенсивностью  $1 \text{ Вт/см}^2$  на плоскую зеркальную поверхность, если угол падения  $30$  градусов и площадь освещаемой поверхности  $10 \text{ см}^2$ . 4. Вычислить скорость электронов, подлетающих к антикатоде рентгеновской трубки, если длина волны коротковолновой границы сплошного рентгеновского спектра  $15.7 \text{ пм}$ . 5. Электромагнитное излучение с длиной волны  $50 \text{ нм}$  вырывает с поверхности титана фотоэлектроны, которые попадают в однородное магнитное поле с индукцией  $15 \text{ ГТл}$ , параллельное поверхности данного металла. Найти максимальный радиус кривизны фотоэлектронов, которые вылетают перпендикулярно магнитному полю. 6. В результате столкновения фотона с покоившимся свободным электроном углы, под которыми рассеялся фотон и отлетел электрон отдачи, оказались одинаковыми и угол между направлениями из разлета  $100$  градусов. Найти длину волны налетающего фотона. 7. Показать, что свободный электрон не может поглотить фотон. 8. Найти энергию налетающего фотона, если при рассеянии под углом  $60$  градусов на покоящемся свободном электроне он приобрел кинетическую энергию  $450 \text{ кэВ}$ .

### **Тема 3. Строение и свойства атомов. Классические модели атомов**

контрольная работа , примерные вопросы:

Задачи

### **Тема 4. Волновые свойства микрочастиц**

отчет , примерные вопросы:

Тестовые задания

### **Тема 5. Физика атомов и молекул**

контрольная работа , примерные вопросы:

Задачи

### **Тема 6. Квантовые явления в твердых телах**

отчет , примерные вопросы:

Тестовые задания

### **Тема 7. Колебания решетки и тепловые свойства кристаллов**

контрольная работа , примерные вопросы:

Задачи

### **Тема 8. Физика атомного ядра**

отчет , примерные вопросы:

Тестовые задания

### **Тема 9. Физика элементарных частиц**

контрольная работа , примерные вопросы:

Задачи

### **Тема . Итоговая форма контроля**

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к экзамену:

Утверждаю: ФГАОУ ВПО "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Кафедра образовательных технологий в физике

Экзаменационный билет ♦ 1

1. Законы излучения абсолютно черного тела.

2. Кварки, их характеристики.

Утверждаю: ФГАОУ ВПО "Казанский (Приволжский) федеральный университет"



Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Кафедра образовательных технологий в физике

Экзаменационный билет ♦ 2

1. Фотоэлектрический эффект. Законы фотоэффекта.
2. Обменный механизм фундаментальных взаимодействий.

Утверждаю: ФГАОУ ВПО "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Кафедра образовательных технологий в физике

Экзаменационный билет ♦ 3

1. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Гипотеза световых квантов.
2. Единые теории фундаментальных взаимодействий.

Утверждаю: ФГАОУ ВПО "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Кафедра образовательных технологий в физике

Экзаменационный билет ♦ 4

1. Опыты Вавилова, подтверждающие фотонную теорию света.
2. Четность. Закон сохранения четности.

Утверждаю: ФГАОУ ВПО "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Кафедра образовательных технологий в физике

Экзаменационный билет ♦ 5

1. Давление света. Опыты Лебедева.
2. Не сохранение четности в слабом взаимодействии. Комбинированная четность.

Утверждаю: ФГАОУ ВПО "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Кафедра образовательных технологий в физике

Экзаменационный билет ♦ 6

1. Тормозное и характеристическое рентгеновское излучение.
2. Общие сведения об элементарных частицах, их классификация.

Утверждаю: ФГАОУ ВПО "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Кафедра образовательных технологий в физике

Экзаменационный билет ♦ 7

1. Эффект Комптона.
2. Квантовые числа элементарных частиц. Законы сохранения.

Утверждаю: ФГАОУ ВПО "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Кафедра образовательных технологий в физике

Экзаменационный билет ♦ 8

1. Опыты Резерфорда. Формула Резерфорда.
2. Деление тяжелых ядер под действием нейтронов.

Утверждаю: ФГАОУ ВПО "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Кафедра образовательных технологий в физике

Экзаменационный билет ♦ 9



1. Постулаты Бора. Модель атома водорода по Бору.

2. Цепная реакция деления. Ядерные реакторы.

Утверждаю: ФГАОУ ВПО "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Кафедра образовательных технологий в физике

Экзаменационный билет ♦ 10

1. Пространственное квантование. Магнитные моменты атомов.

2. Ядерные реакции, их классификация.

Утверждаю: ФГАОУ ВПО "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Кафедра образовательных технологий в физике

Экзаменационный билет ♦ 11

1. Опыт Штерна и Герлаха.

2. Реакции синтеза. Критерий Лоусона. Управляемый термоядерный синтез.

Утверждаю: ФГАОУ ВПО "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Кафедра образовательных технологий в физике

Экзаменационный билет ♦ 12

1. Опыт Франка и Герца.

2. Радиоактивность. Типы радиоактивных превращений.

Утверждаю: ФГАОУ ВПО "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Кафедра образовательных технологий в физике

Экзаменационный билет ♦ 13

1. Волны де Бройля, их физический смысл.

2. Правила смещения при радиоактивном распаде.

Утверждаю: ФГАОУ ВПО "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Кафедра образовательных технологий в физике

Экзаменационный билет ♦ 14

1. Опыты по дифракции электронов.

2. Механизм  $\beta^-$  - распада.

Утверждаю: ФГАОУ ВПО "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Кафедра образовательных технологий в физике

Экзаменационный билет ♦ 15

1. Волновая функция и ее физический смысл. Принцип неопределенностей Гейзенберга.

2. Механизм  $\beta^+$  распада.

Утверждаю: ФГАОУ ВПО "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Кафедра образовательных технологий в физике

Экзаменационный билет ♦ 16

1. Уравнение Шредингера.

2. Нейтрино и его свойства.

Утверждаю: ФГАОУ ВПО "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Кафедра образовательных технологий в физике

Экзаменационный билет ♦ 17

1. Квантование энергии частицы в потенциальной яме.
2. Свойства ядерных сил.

Утверждаю: ФГАОУ ВПО "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Кафедра образовательных технологий в физике

Экзаменационный билет ♦ 18

1. Квантование энергии линейного гармонического осциллятора.
2. Обменный механизм ядерного взаимодействия. Пионы и их свойства.

Утверждаю: ФГАОУ ВПО "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Кафедра образовательных технологий в физике

Экзаменационный билет ♦ 19

1. Туннельный эффект.
2. Экспериментальные методы ядерной физики (счетчики частиц, трековые камеры, фотоэмульсии, масс - спектрометры).

Утверждаю: ФГАОУ ВПО "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Кафедра образовательных технологий в физике

Экзаменационный билет ♦ 20

1. Основы квантовой теории атомов.
2. Ускорители частиц.

Утверждаю: ФГАОУ ВПО "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Кафедра образовательных технологий в физике

Экзаменационный билет ♦ 21

1. Векторная модель атома.
2. Нуклон и понятие о формализме изотопического спина.

Утверждаю: ФГАОУ ВПО "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Кафедра образовательных технологий в физике

Экзаменационный билет ♦ 22

1. Природа характеристических рентгеновских спектров.
2. Состав ядра. Заряд, массовое число, изотопы, изотоны, изобары.

Утверждаю: ФГАОУ ВПО "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Кафедра образовательных технологий в физике

Экзаменационный билет ♦ 23

1. Понятие о химической связи и валентности.
2. Энергия связи ядер.

Утверждаю: ФГАОУ ВПО "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Кафедра образовательных технологий в физике

### Экзаменационный билет ♦ 24

1. Молекулярные спектры.
2. Удельная энергия связи ядер.

Утверждаю: ФГАОУ ВПО "Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Кафедра образовательных технологий в физике

### Экзаменационный билет ♦ 25

1. Комбинационное рассеяние света, люминесценция и правило Стокса.
2. Капельная модель ядра. Формула Вейцзекера.

Утверждаю: ФГАОУ ВПО "Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Кафедра образовательных технологий в физике

### Экзаменационный билет ♦ 26

1. Спонтанное и вынужденное излучение. Лазеры.
2. Магические числа. Модель ядерных оболочек.

## 7.1. Основная литература:

Задачи по общей физике, Иродов, Игорь Евгеньевич, 2007г.

Квантовая физика. Основные законы, Иродов, Игорь Евгеньевич, 2007г.

Курс общей физики, Кн. 5. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц, Савельев, Игорь Владимирович, 2005г.

Сборник вопросов и задач по общей физике, Савельев, Игорь Владимирович, 2005г.

## 7.2. Дополнительная литература:

Фейнмановские лекции по физике, Вып. 8-9. Квантовая механика, , 2004г.

Общий курс физики, Т. 5. Атомная и ядерная физика, Сивухин, Дмитрий Васильевич, 2006г.

Диалоги о квантовой механике. Гейзенберг, Фейнман, Академус, Кандидо и хамелеон на ветке, Аккарди, Луиджи; Баранов, А. А.; Волович, И. В.; Арефьева, А. Я., 2004г.

Оптика, Ландсберг, Григорий Самуилович, 2006г.

Фейнмановские лекции по физике, Вып. 3. Излучение. Волны. Кванты, , 2004г.

Э.В. Шпольский, Атомная физика, 2010г.

Х.-Г. Шепф. От Кирхгофа до Планка. М. Мир. 1981. 190 с.

Р. Фейнман. КЭД странная теория света и вещества. М. Наука. 1988. 144 с.

С.Э. Фриш, А.В. Тиморева. Курс общей физики. Т.3. М. 1961. 608 с.

А.С. Компанеец. Теоретическая физика. М. 1955. 532 с.

В. Гейзенберг. Физика и философия. Часть и целое. М. Наука. 1989. 400 с.

Е.М. Гершензон, Н.Н. Малов, А.Н. Мансуров. Курс общей физики (оптика и атомная физика), М. Просвещение. 1992 г. 319 с.

Дж. Орир. Физика. Т.2. М. Мир. 1981. 622 с.

Фейнмановские лекции по физике, Фейнман, Ричард Филлипс; Лейтон, Роберт Б; Сэндс, Мэтью, 2004г.

## 7.3. Интернет-ресурсы:

Видеолекции для студентов. Квантовая теория атомных и молекулярных спектров (СПГУ Физический факультет) - <http://www.phys.spbu.ru/library/studentlectures/chirtzov.html>

Видеолекции для студентов. Квантовая физика (МФТИ каф. Общей физики) -

<http://lectoriy.mipt.ru/course/Physics-Quantum-UMT-Lects>

Квантовая механика. Лекция Физической энциклопедии -

[http://www.femto.com.ua/articles/part\\_1/1557.html](http://www.femto.com.ua/articles/part_1/1557.html)

Учебное пособие: История атомного ядра (МГУ Физический факультет) -

<http://nuclphys.sinp.msu.ru/histan/index.html>

Электронно-образовательный ресурс. Квантовая физика (К(П)ФУ Институт физики, кафедра образовательных технологий в физике) - <http://tulpar.kpfu.ru/course/view.php?id=1414>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

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

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

Чтение лекций сопровождается демонстрацией с помощью мультимедийных средств рисунков, фотографий, чертежей, образцов, часть из которых выполнена в динамической постановке.

Для повышения уровня усвоения лекционного материала и приобретения практических навыков проектирования предусматривается активная форма проведения практических занятий в виде решения задач и выполнение лабораторных работ.

В часы самостоятельной работы студенты имеют возможность работать с конспектом лекций и учебными пособиями, выполнять индивидуальное расчетно-графическое задание в компьютерном классе.

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):

Нефедьев Л.А. \_\_\_\_\_

Русанова И.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Гарнаева Г.И. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.