



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»
Кафедра общей и экспериментальной физики



Рабочая программа дисциплины (модуля)

Наименование дисциплины (модуля): Б1.Б.08.05 Атомная физика

Направление подготовки: 03.03.02 Физика

Тип образовательной программы: академический бакалавриат

Направленность (профиль) подготовки: Солнечно-земная физика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Согласовано с УМК:
физического факультета
Протокол № 25 от « 21 » апреля 2020 г.

Председатель: д.ф.-м.н., профессор
Н.М. Буднев

Рекомендовано кафедрой:
общей и экспериментальной физики
Протокол № 6
от « 13 » апреля 2020 г.
Зав. кафедрой д.ф.-м.н., доцент
А.А. Гаврилюк

Иркутск 2020 г.

Содержание

	Стр.
1. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	3
4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы	4
5. Содержание дисциплины (модуля)	5
5.1 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)	5
5.2 Разделы дисциплины (модуля) и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями)	7
5.3 Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий	8
6. Перечень практических занятий.	8
6.1 План самостоятельной работы студентов.	12
6.2 Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.	15
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)	16
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):	17
а) основная литература;	17
б) дополнительная литература;	17
в) программное обеспечение;	17
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).	18
10. Образовательные технологии	18
11. Оценочные средства (ОС).	18

1. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Цель дисциплины - дать студентам целостное в рамках существующих естественнонаучных положений представление о состоянии исследований в одной из наиболее развивающихся областей физики систем взаимодействующих частиц, ознакомить с методами расчета энергетического спектра макроскопических тел.

- научить студентов ориентироваться в основных направлениях развития и проблематике физики атома и атомных явлений и ее приложений современной техники и технологиях.

Задачи дисциплины:

- ознакомление студентов с основными законами и физическими величинами, характерными; для атомной физики
- изучение теории равновесного электромагнитного излучения;
- развитие у студентов общих представлений квантовой механики;
- ознакомление студентов с основными принципами описания структуры атомов и процессами взаимодействия квантовых систем с излучением;
- изучение молекул, их структуры и спектров;

2. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Дисциплина “Атомная физика” является дисциплиной профессионального цикла и относится к базовой части. Код учебного цикла Б1.

Дисциплина “Атомная физика” опирается на математическую дисциплину ”Математический анализ”, “Теория вероятностей и математическая статистика ” школьные дисциплины “Физика” и “Химия”.

Освоение дисциплины необходимо для освоения курсов ”Физика конденсированного состояния”, ”Квантовая теория”, “Термодинамика и статистическая физика”.

3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-3. Способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные законы физики атомов и молекул;
- квантово механическое описание атомных явлений;
- основные эксперименты и основные экспериментальные результаты атомной физики

Уметь:

- решать основные задачи атомной физики (ОПК-3);
- оценивать пределы применимости основных методов описания атомных явлений;
- выполнять лабораторные работы атомного практикума;

Владеть:

- методами обработки и оценки погрешности измерений параметров атомных явлений;

-методами квантово - механического описания простейших квантовых систем;
 -методами экспериментальных исследований параметров и характеристик атомных явлений;

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы (разделяется по формам обучения)

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры
		5
Аудиторные занятия (всего)	74/2,0	74
В том числе:	-	
Лекции	34/0,9	34
Практические занятия (ПЗ)	34/0,9	34
Самостоятельная работа (всего)	34/1,0	34
В том числе:	-	-
Самостоятельная работа	34/1,0	34
Контроль самостоятельной работы	6/0,1	6
Контроль	36/1.0	36
В том числе		
<i>Подготовка к экзамену</i>	27/0.75	36
<i>Экзамен</i>	9/0,25	
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	Экзамен	Экзамен
Общая трудоемкость	часы	144
	зачетные единицы	4

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля). Все разделы и темы нумеруются.

1. ВВЕДЕНИЕ

- 1.1. Определения. Масштабы размеров, масс и энергий в атомной физике.
- 1.2. Фотон.

2. РАЗВИТИЕ КВАНТОВЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ

- 2.1. Опыты Резерфорда. Формула Резерфорда. Модель атома по Резерфорду.
- 2.2. Общие сведения об атомных и молекулярных спектрах. Комбинационный принцип Ритца. Обобщённая формула Бальмера.
- 2.3. Квантовая гипотеза Планка.
- 2.4. Кванты света по Эйнштейну, Эренфесту и Дебаю. Фотоэффект. Эффект Комптона.
- 2.5. Постулаты Бора.
- 2.6. Интерпретация спектроскопических данных и комбинационного принципа Ритца в свете постулатов Бора. Опыты Франка и Герца.
- 2.7. Боровская модель водородоподобных атомов. Принцип соответствия.
- 2.8. Характеристики круговых орбит.
- 2.9. Уровни энергии и спектр атома водорода.
- 2.10. Изотопический сдвиг уровней и спектральных линий. Представление о лазерном разделении изотопов.
- 2.11. Недостатки теории Бора. Современный взгляд на постулаты Бора.
- 2.12. Нарушение резонанса между испусканием и поглощением света из-за явления «отдачи». Понятие об эффекте Мёссбауэра.
- 2.13. Гипотеза де Бройля. Связь длины волны и энергии для волн де Бройля.
- 2.14. Экспериментальные подтверждения волновых свойств у электрона. Опыты Дэвиссона и Джермера. Метод Томсона. Представления об электронографии, нейтронографии и дифракции молекулярных пучков.
- 2.15. Квантовая дифракция. Существование корпускулярных и волновых свойств у микрообъектов. Вероятностная интерпретация волн де Бройля.
- 2.16. Волновое уравнение для волн де Бройля.

3. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ ОДНОЙ ЧАСТИЦЫ

3.1. Постулаты квантовой механики

- 3.1.1. Основные положения классической механики и нерелятивистской квантовой механики в формулировке Шрёдингера.
- 3.1.2. Собственные состояния и спектр физической величины. Принцип суперпозиции.
- 3.1.3. Операторы в квантовой механике. Способ нахождения спектров и собственных значений любой физической величины.
- 3.1.4. Свойства операторов квантовой механики и их собственных функций. Примеры операторов различных физических величин.
- 3.1.5. Собственные значения и собственные функции операторов координаты, проекции импульса и проекции момента импульса.
- 3.1.6. Состояния с определёнными и неопределёнными значениями физической величины.
- 3.1.7. Средние значения физических величин и отклонения от них. Соотношения неопределённостей Гейзенберга.
- 3.1.8. Стационарные и нестационарные состояния. Стационарное и нестационарное

уравнение Шрёдингера.

3.1.9. Постулаты квантовой механики

3.2. Одномерные задачи квантовой механики

3.2.1. Формулировка и примеры задач.

3.2.2. Частица в пустом пространстве и на участке с постоянным потенциалом.

3.2.3. Поведение волновой функции в области изменения потенциальной энергии.

3.2.4. Задача о потенциальной ступеньке в квантовой механике.

3.2.5. Частица в прямоугольной потенциальной яме конечной и бесконечной глубины.

3.2.6. Прохождение частицы над прямоугольной потенциальной ямой. Эффект Рамзауэра.

3.2.7. Прямоугольный потенциальный барьер, разделяющий две области инфинитного движения. Туннельный эффект.

3.2.8. Потенциальный барьер, разделяющий две области финитного движения.

Расщепление уровней энергии.

3.2.9. Нестационарный процесс перехода электрона из одной области финитного движения во вторую.

3.2.10. Потенциал, моделирующий взаимодействие между атомами. Линейный гармонический осциллятор. Ангармонический осциллятор.

3.2.11. Итоги решения одномерных задач. Общие закономерности квантовомеханического поведения частиц.

3.3. Элементы теории углового момента

3.3.1. Квантование квадрата модуля и проекции углового момента.

3.3.2. Орбитальный магнитный момент атомной системы и его квантование. Магнетон Бора. Прецессия момента в магнитном поле. Ларморова частота. Энергия магнитного момента в магнитном поле.

3.3.3. Опыты Штерна и Герлаха. Спин электрона.

3.3.4. Векторные схемы сложения моментов. Общепринятые спектроскопические обозначения состояний.

3.3.5. Сложение магнитных моментов. Фактор Ланде.

3.4. Основы теории квантовых переходов

3.4.1. Формулировка задачи.

3.4.2. Процесс квантового перехода.

3.4.3. Взаимодействие атома с электромагнитным полем. Дипольное приближение.

3.4.4. Вычисление вероятности вынужденного перехода. Матричный элемент перехода.

3.4.5. Спонтанное излучение. Коэффициенты Эйнштейна. Интенсивность спектральных линий. Правила отбора.

3.4.6. Время жизни возбуждённых состояний. Уширение уровней энергии и спектральных линий

4. СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА АТОМОВ И МОЛЕКУЛ

4.1. Одноэлектронный атом (атом водорода и водородоподобные ионы). Функция эффективной потенциальной энергии. Квантовые числа, характеризующие состояния электрона в атоме. Специфическое кулоновское вырождение уровней энергии. Кратность вырождения состояний. Волновые функции. Радиальное и угловое распределение электронной плотности. Схема уровней энергии. Спектр.

4.2. Тонкая структура уровней энергии и спектральных линий атома водорода и водородоподобных ионов. Формула Дирака. Релятивистские поправки. Спин-орбитальное взаимодействие. Лэмбовский сдвиг уровней. Сверхтонкая структура уровней.

4.3. Система частиц в квантовой механике. Тожественные частицы. Фермионы и бозоны. Принцип Паули. Определитель Слэтера.

4.4. Многоэлектронный атом. Приближение самосогласованного поля (ССП). Метод Хартри. Метод Хартри-Фока. Обменная энергия.

4.5. Одноэлектронные состояния в сферически-симметричном поле. Экранирование.

Квантовые числа, характеризующие состояния электрона в атоме. Спин-орбиталь, орбиталь, подболочка, слой. Принцип Паули и числа заполнения подболочек и слоёв. Электронная конфигурация. Общий характер зависимости энергии одноэлектронных уровней в многоэлектронном атоме от квантовых чисел n и l . Учёт релятивистских поправок и спин-орбитального взаимодействия.

4.6. Состояние электронной оболочки атома в целом. Иерархия взаимодействий в электронной оболочке атома. Типы связи. Свойства замкнутых подболочек. Случай эквивалентных электронов.

4.7. Причина влияния спина электронной оболочки на её энергию. Характер влияния орбитального момента оболочки на её энергию. Зависимость энергии от взаимной ориентации векторов M_L и M_S .

4.8. Конфигурации основных состояний атомов. Последовательность заполнения подболочек в периодической системе Менделеева. Правило Клечковского.

4.9. Нахождение основного состояния. Правила Хунда.

4.10. Рентгеновские состояния атомов. Рентгеновские уровни и характеристические спектры. Закон Мозли. Эффект Оже. Сплошной рентгеновский спектр и рентгеновский спектр поглощения.

4.11. Уровни энергии и спектр атома гелия.

4.12. Уровни энергии и спектры атомов щелочных металлов.

4.13. Атом в магнитном поле. Магнитный резонанс. Расщепление спектральных линий в слабом и сильном магнитных полях. Простой и сложный эффект Зеемана.

4.14. Виды движения в молекуле. Разделение её энергии на электронную, колебательную и вращательную. Адиабатическое приближение.

4.15. Электронные, колебательные и вращательные уровни энергии и спектры двухатомной молекулы.

ОСНОВЫ ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА.

5.1. Типы связи в твердом теле.

5.2. Кристаллическая решетка. Фононы.

5.3. Основы зонной теории.

5.4. Металлы. Полупроводники. Диэлектрики

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми

(последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин (вписываются разработчиком)								
		2	3	7	9					
1.	Физика конденсированного состояния									
2.	Термодинамика и статистическая физика	1	4	7	9					
3	Квантовая теория	1	2	3	4	5	6	7	8	9

5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах			
			Лек.	ПЗ	СРС/К	Всего
1.	Введение	1.1. Определения. Масштабы размеров, масс и энергий в атомной физике. 1.2. Фотон.	2	2	2/2	8
2.	Развитие квантовых представлений	2.1. Опыты Резерфорда. Формула Резерфорда. Модель атома по Резерфорду. 2.2. Общие сведения об атомных и молекулярных спектрах. Комбинационный принцип Ритца. Обобщённая формула Бальмера. 2.3. Квантовая гипотеза Планка. 2.4. Кванты света по Эйнштейну, Эренфесту и Дебаю. Фотоэффект. Эффект Комптона. 2.5. Постулаты Бора. 2.6. Интерпретация спектроскопических данных и комбинационного принципа Ритца в свете постулатов Бора. Опыты Франка и Герца. 2.7. Боровская модель водородоподобных атомов. Принцип соответствия. 2.8. Характеристики круговых орбит. 2.9. Уровни энергии и спектр атома водорода. 2.10. Изотопический сдвиг уровней и спектральных линий. Представление о лазерном разделении изотопов. 2.11. Недостатки теории Бора. Современный взгляд на постулаты Бора. 2.12. Нарушение резонанса между испусканием и поглощением света из-за явления «отдачи». Понятие об эффекте Мёссбауэра. 2.13. Гипотеза де Бройля. Связь длины волны и энергии для волн де Бройля. 2.14. Экспериментальные подтверждения волновых свойств у электрона. Опыты Дэвиссона и Джермера. Метод Томсона. Представления об электронографии, нейтронографии и дифракции молекулярных пучков. 2.15. Квантовая дифракция. Существование корпускулярных и волновых свойств у микрообъектов. Вероятностная интерпретация волн де Бройля. 2.16. Волновое уравнение для волн де Бройля.	4	4	4/4	16
3.	Основные положения квантовой механики	3.1. Постулаты квантовой механики 3.1.1. Основные положения классической механики и нерелятивистской квантовой механики в формулировке Шрёдингера. 3.1.2. Собственные состояния и спектр физической величины. Принцип суперпозиции. 3.1.3. Операторы в квантовой механике. Способ нахождения спектров и собственных значений любой физической	6	6	6/6	24

		<p>величины.</p> <p>3.1.4. Свойства операторов квантовой механики и их собственных функций. Примеры операторов различных физических величин.</p> <p>3.1.5. Собственные значения и собственные функции операторов координаты, проекции импульса и проекции момента импульса.</p> <p>3.1.6. Состояния с определёнными и неопределёнными значениями физической величины.</p> <p>3.1.7. Средние значения физических величин и отклонения от них. Соотношения неопределённостей Гейзенберга.</p> <p>3.1.8. Стационарные и нестационарные состояния. Стационарное и нестационарное уравнение Шрёдингера.</p> <p>3.1.9. Постулаты квантовой механики</p> <p>3.2. Одномерные задачи квантовой механики</p> <p>3.2.1. Формулировка и примеры задач.</p> <p>3.2.2. Частица в пустом пространстве и на участке с постоянным потенциалом.</p> <p>3.2.3. Поведение волновой функции в области изменения потенциальной энергии.</p> <p>3.2.4. Задача о потенциальной ступеньке в квантовой механике.</p> <p>3.2.5. Частица в прямоугольной потенциальной яме конечной и бесконечной глубины.</p> <p>3.2.6. Прохождение частицы над прямоугольной потенциальной ямой. Эффект Рамзауэра.</p> <p>3.2.7. Прямоугольный потенциальный барьер, разделяющий две области инфинитного движения. Туннельный эффект.</p> <p>3.2.8. Потенциальный барьер, разделяющий две области финитного движения. Расщепление уровней энергии.</p> <p>3.2.9. Нестационарный процесс перехода электрона из одной области финитного движения во вторую.</p> <p>3.2.10. Потенциал, моделирующий взаимодействие между атомами. Линейный гармонический осциллятор. Ангармонический осциллятор.</p> <p>3.2.11. Итоги решения одномерных задач. Общие закономерности квантовомеханического поведения частиц.</p> <p>3.3. Элементы теории углового момента</p> <p>3.3.1. Квантование квадрата модуля и проекции углового момента.</p> <p>3.3.2. Орбитальный магнитный момент атомной системы и его квантование. Магнетон Бора. Прецессия момента в магнитном поле. Ларморова частота. Энергия магнитного момента в магнитном поле.</p> <p>3.3.3. Опыты Штерна и Герлаха. Спин</p>				
--	--	---	--	--	--	--

		<p>электрона.</p> <p>3.3.4. Векторные схемы сложения моментов. Общепринятые спектроскопические обозначения состояний.</p> <p>3.3.5. Сложение магнитных моментов. Фактор Ланде.</p> <p>3.4. Основы теории квантовых переходов</p> <p>3.4.1. Формулировка задачи.</p> <p>3.4.2. Процесс квантового перехода.</p> <p>3.4.3. Взаимодействие атома с электромагнитным полем. Дипольное приближение.</p> <p>3.4.4. Вычисление вероятности вынужденного перехода. Матричный элемент перехода.</p> <p>3.4.5. Спонтанное излучение. Коэффициенты Эйнштейна. Интенсивность спектральных линий. Правила отбора.</p> <p>3.4.6. Время жизни возбуждённых состояний. Уширение уровней энергии и спектральных линий</p>				
4.	Строение и свойства атомов	<p>4.1. Одноэлектронный атом (атом водорода и водородоподобные ионы). Функция эффективной потенциальной энергии. Квантовые числа, характеризующие состояния электрона в атоме. Специфическое кулоновское вырождение уровней энергии. Кратность вырождения состояний. Волновые функции. Радиальное и угловое распределение электронной плотности. Схема уровней энергии. Спектр.</p> <p>4.2. Тонкая структура уровней энергии и спектральных линий атома водорода и водородоподобных ионов. Формула Дирака. Релятивистские поправки. Спин-орбитальное взаимодействие. Лэмбовский сдвиг уровней. Сверхтонкая структура уровней.</p> <p>4.3. Система частиц в квантовой механике. Тожественные частицы. Фермионы и бозоны. Принцип Паули. Определитель Слэтера.</p> <p>4.4. Многоэлектронный атом. Приближение самосогласованного поля (ССП). Метод Хартри. Метод Хартри-Фока. Обменная энергия.</p> <p>4.5. Одноэлектронные состояния в сферически-симметричном поле. Экранирование. Квантовые числа, характеризующие состояния электрона в атоме. Спин-орбиталь, орбиталь, подболочка, слой. Принцип Паули и числа заполнения подболочек и слоёв. Электронная конфигурация. Общий характер зависимости энергии одноэлектронных уровней в многоэлектронном атоме от квантовых чисел n и l. Учёт релятивистских поправок и спин-орбитального взаимодействия.</p> <p>4.6. Состояние электронной оболочки атома в целом. Иерархия взаимодействий в</p>	4	4	4/4	16

		электронной оболочке атома. Типы связи. Свойства замкнутых подоболочек. Случай эквивалентных электронов. 4.7. Причина влияния спина электронной оболочки на её энергию. Характер влияния орбитального момента оболочки на её энергию. Зависимость энергии от взаимной ориентации векторов M_L и M_S . 4.8. Конфигурации основных состояний атомов. Последовательность заполнения подоболочек в периодической системе Менделеева. Правило Клечковского. 4.9. Нахождение основного состояния. Правила Хунда.				
5.	Рентгеновские спектры атомов	4.10. Рентгеновские состояния атомов. Рентгеновские уровни и характеристические спектры. Закон Мозли. Эффект Оже. Сплошной рентгеновский спектр и рентгеновский спектр поглощения. 4.11. Уровни энергии и спектр атома гелия. 4.12. Уровни энергии и спектры атомов щелочных металлов.	4	4	4/4	16
6.	Атом в магнитном поле	4.13. Атом в магнитном поле. Магнитный резонанс. Расщепление спектральных линий в слабом и сильном магнитных полях. Простой и сложный эффект Зеемана.	4	4	4/4	16
7.	Строение и свойства молекул	4.14. Виды движения в молекуле. Разделение её энергии на электронную, колебательную и вращательную. Адиабатическое приближение.	4	4	2/2	12
8.	Молекулярные спектры	4.15. Электронные, колебательные и вращательные уровни энергии и спектры двухатомной молекулы.	4	4	2/2	12
9.	Основы физики твердого тела	5.1. Типы связи в твердом теле. 5.2. Фононы. 5.3. Основы зонной теории. 5.4. Металлы. Полупроводники. Диэлектрики	2	2	2/2	8
10	Экзамен				6/12	6
Всего:			34	34	34/42	144

СРС – самостоятельная работа студента, К – контроль.

6. Перечень практических занятий.

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование практических работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1.	Тема 1 Разделы 1.1-1.2	Введение.	2	Контрольные вопросы. Контрольная работа.	ОПК-3

2.	Тема 2 Разделы 2.1-2.16	Развитие квантовых представлений	4	Контрольные вопросы.	ОПК-3
3.	Тема 3 Разделы 3.1-3.16	Основные положения квантовой механики.	6	Контрольные вопросы.	ОПК-3
4.	Тема 4 Разделы 4.1-4.5	Строение и свойства атомов.	4	Контрольные вопросы.	ОПК-3
5.	Тема 5 Разделы 4.6-4.13	Рентгеновские спектры.	4	Контрольные вопросы.	ОПК-3
6.	Тема 6 Разделы 4.13	Атом в магнитном поле.	4	Контрольные вопросы.	ОПК-3
7.	Тема 7 Разделы 4.14	Строение и свойства молекул.	2	Контрольные вопросы.	ОПК-3
8.	Тема 8 Разделы 4.15	Молекулярные спектры.	2	Контрольные вопросы.	ОПК-3
9.	Тема 9 Разделы 5.1-5.4	Основы физики твердого тела.	2	Контрольные вопросы.	ОПК-3
10.		Экзамен.	4		ОПК-3

6.1 План самостоятельной работы студентов

№ нед .	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1	Введение	Внеаудиторная работа.	Изучение научной и специальной литературы, подготовка к занятиям, выполнение заданий по темам, вынесенным на самостоятельное изучение, конспектирование ответов на контрольные вопросы.	Из списка основной и дополнительной литературы.	2
2	Развитие квантовых представлений.	Внеаудиторная работа.	Изучение научной и специальной литературы, подготовка к занятиям, выполнение заданий по темам, вынесенным на	Из списка основной и дополнительной литературы.	4

			самостоятельное изучение, конспектирование ответов на контрольные вопросы.		
3	Основные положения квантовой механики.	Внеаудиторная работа.	Изучение научной и специальной литературы, подготовка к занятиям, выполнение заданий по темам, вынесенным на самостоятельное изучение, конспектирование ответов на контрольные вопросы.	Из списка основной и дополнительной литературы.	6
4	Строение и свойства атомов.	Внеаудиторная работа.	Изучение научной и специальной литературы, подготовка к занятиям, выполнение заданий по темам, вынесенным на самостоятельное изучение, конспектирование ответов на контрольные вопросы.	Из списка основной и дополнительной литературы.	4
5	Рентгеновские спектры.	Внеаудиторная работа.	Изучение научной и специальной литературы, подготовка к занятиям, выполнение заданий по темам, вынесенным на самостоятельное изучение, конспектирование ответов на	Из списка основной и дополнительной литературы.	4

			контрольные вопросы.		
6	Атом в магнитном поле.	Внеаудиторная работа.	Изучение научной и специальной литературы, подготовка к занятиям, выполнение заданий по темам, вынесенным на самостоятельное изучение, конспектирование ответов на контрольные вопросы.	Из списка основной и дополнительной литературы.	2
7	Строение и свойства молекул.	Внеаудиторная работа.	Изучение научной и специальной литературы, подготовка к занятиям, выполнение заданий по темам, вынесенным на самостоятельное изучение, конспектирование ответов на контрольные вопросы.	Из списка основной и дополнительной литературы.	2
8	Динамика магнитной решётки. Спиновые волны	Внеаудиторная работа.	Изучение научной и специальной литературы, подготовка к занятиям, выполнение заданий по темам, вынесенным на самостоятельное изучение, конспектирование ответов на контрольные вопросы.	Из списка основной и дополнительной литературы.	4
8	Молекулярные спектры.	Внеаудиторная работа.	Изучение научной и	Из списка основной и	2

			специальной литературы, подготовка к занятиям, выполнение заданий по темам, вынесенным на самостоятельное изучение, конспектирование ответов на контрольные вопросы.	дополнительно й литературы.	
9	Основы физики твердого тела.		Изучение научной и специальной литературы, подготовка к занятиям, выполнение заданий по темам, вынесенным на самостоятельное изучение, конспектирование ответов на контрольные вопросы.		2
	Подготовка к экзамену. Экзамен			Из списка основной и дополнительной литературы.	4

6.2 Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

Цель самостоятельной работы студента – осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою профессиональную квалификацию.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная – самостоятельная работа выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.
- внеаудиторная – самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа помогает студентам:

1) Овладеть знаниями:

- чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы и т.д.);
- составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста и т.д.;
- работа со справочниками и другой справочной литературой;
- ознакомление с нормативными и правовыми документами;
- учебно – методическая и научно-исследовательская работа;
- использование компьютерной техники, Интернета и др.;

2) Закреплять и систематизировать знания:

- работа с конспектом лекций;
- обработка текста, повторная работа над учебным материалом учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей;
- подготовка плана;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- подготовка ответов на контрольные вопросы;
- заполнение рабочей тетради;
- аналитическая обработка текста;
- подготовка мультимедиа презентации и докладов к выступлению на семинаре (конференции, круглом столе и т.п.);
- подготовка реферата;
- составление библиографии использованных источников;
- тестирование и др.;

3) Формировать умения:

- решение ситуационных задач и упражнений по образцу;
- выполнение расчетов(графические и расчетные работы);
- подготовка к контрольным работам;
- подготовка к тестированию;
- опытно-экспериментальная работа;
- подготовка к выпускной квалификационной работе.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:
ОПК-3. Способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач.

7.Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):*Основная литература:*

1. Шпольский Э.В. Атомная физика. Том 1. Введение в атомную физику [Электронный ресурс]: учеб. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2010. – 560 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/442>
2. Иродов, И.Е. Квантовая физика [Текст] : основные законы / И.Е. Иродов. - 2-е изд., доп. - М. : Бинوم. Лаборатория знаний, 2004. - 256 с. : граф. ; 22 см. - (Технический университет). - Предм. указ.: с. 252-256. - ISBN 5-94774-058-3. – (28 экз.)
3. Савельев И.В. Курс общей физики [Электронный ресурс]: учебное пособие: в 5 т. Т. 5: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц / И.В. Савельев. – СПб.: Лань, 2011. – 384 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/708/#authors>

Дополнительная литература:

1. Иродов И.Е. Задачи по квантовой физике [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов / И. Е. Иродов. - 2-е изд., испр. - М. : Лаб. Базовых Знаний, 2006. - 215 с. - (Технический университет).
2. Душутин Н.К. Физика. Физика атомных явлений: Учеб. пособие / Н. К. Душутин, В. М. Калихман, Ю. Н. Переляев; Сибирский ин-т права, экон. и упр. - Иркутск : Изд-во СИПЭУ, 2007. - 219 с.

сверено с ГИБ ЧГУ

в) программное обеспечение

Интернет источники:

научные публикации в реферативных журналах по актуальным проблемам физики; материалы научных конференций. В частности научная электронная библиотека elibrary.ru; электронная библиотека «Труды ученых ИГУ» (<http://elib.library.isu.ru>); Электронные версии журналов: “Успехи физических наук”, “Известия вузов (серия физика)”, “Физика твердого тела”, “Физика и техника полупроводников” www.nanodigest.ru – Интернет журнал о нанотехнологиях

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

информационная система доступа к российским физическим журналам и обзорам ВИНТИ РАН (<http://www.viniti.ru>); электронная библиотека Томского госуниверситета (<http://ido.tsu.ru/cd-dvd/19/>).

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Курс поддерживается лабораторным практикумом по общей физике, включающим в себя ряд стендов по атомной физике.

Для проведения занятий лекционного типа в качестве демонстрационного оборудования используется меловая доска. Наглядность обеспечивается путем изображения схем, диаграмм и формул с помощью мела. Использование глобальной компьютерной сети позволяет обеспечить доступность Интернет-ресурсов и реализовать самостоятельную работу студентов, в ходе которой они могут вычитывать научные статьи по темам курса. На лекциях могут использоваться мультимедийные средства: переносной проектор, переносной экран, ноутбук. На факультете имеется компьютеризированная аудитория, предназначенная для самостоятельной работы, с неограниченным доступом в Интернет.

10. Образовательные технологии:

№ п/п	Виды учебной работы	Образовательные технологии
1.	Лекция	Вводная лекция, информация лекция, лекция с элементами дискуссии, интерактивная лекция (лекция диалог), информационная лекция с элементами обратной связи.
2.	Практическое занятие	Занятие – решение задач.

11. Оценочные средства (ОС)

Фонд оценочных средств представлен в Приложении к программе.

* Текущий контроль осуществляется в устной и письменной форме при выполнении студентами учебных заданий - решении задач и выполнении контрольных работ на протяжении всего курса.

* Промежуточный контроль – экзамен.

Пример тестовых заданий для проверки сформированности компетенций, указанных выше п.3:

1. Эффект Комптона заключается в

- 1) взаимодействие о электромагнитного излучения с веществом, в результате которого энергия фотонов передается электронам вещества.*
- 2) расщепление линий атомных спектров в магнитном поле.*
- 3) рассеяние электромагнитного излучения на свободном электроны, сопровождающееся уменьшением частоты излучения*
- 4) эмиссия электрона из атома, происходящая в результате безызлучательного перехода при наличии в атоме вакансии на внутренней электронной оболочке.*

2. В модели атома Томсона:

- 1) электрон считается неподвижным;*
- 2) положительно заряженная часть атома считается неподвижной, так как значительно тяжелее электрона;*
- 3) размер положительно заряженного «пудинга» значительно больше размера электрона;*
- 4) электроны находятся на поверхности положительно заряженного большого «пудинга», притягиваясь им;*
- 5) электроны находятся внутри положительно заряженного «пудинга» и могут совершать колебания относительно положения равновесия;*
- 6) электроны совершают движение вокруг положительно заряженной части атома*

3. После опытов по рассеянию α -частиц Резерфорд сделал выводы:

- 1) существует ядерная модель атома;*
- 2) опыт подтвердила модель Томсона;*
- 3) существует планетарная модель атома;*
- 4) в ядре сконцентрирована практически вся масса атома;*
- 5) размеры ядра сопоставимы с размерами атома;*
- 6) размеры ядра значительно меньше размеров атома.*

4. Каков физический смысл эффективного сечения рассеяния?

- 1) в механической модели: это площадка (мишень), попав в которую частица испытывает отклонение;*
- 2) в статистической интерпретации: это вероятность испытать рассеяние одной частице;*
- 3) эта величина физического смысла не имеет;*
- 4) сечение пучка рассеянных частиц в опыте Резерфорда;*
- 5) сечение пучка падающих частиц;*
- 6) отношение сечения пучка рассеянных частиц к интенсивности падающих частиц;*
- 7) отношение числа рассеянных частиц к интенсивности падающих частиц.*

5. Из соотношения неопределенностей следует

- 1) частица с определенным значением энергии характеризуется определенным значением импульса
- 2) точно измерить время жизни частицы можно лишь в том случае, если у нее точно определен импульс
- 3) у частицы могут быть одновременно точно измерены положение и импульс
- 4) точно измерить энергию у системы можно лишь в том случае, если система живет бесконечно долго

6. Гипотеза де Бройля заключалась в том, что

- 1) ядро имеет малые по сравнению с атомом размеры
- 2) частица, обладающая импульсом, имеет как волновые так и корпускулярные свойства
- 3) точно измерить время жизни частицы можно лишь в том случае, если у нее точно определен импульс
- 4) электронные орбиты могут располагаться на определенных расстояниях от ядра

7. Луи де Бройль применил свою гипотезу к модели атома Бора. Указать верное утверждение

- 1) изменение скорости электрона не приводит его к переходу на другую орбиту
- 2) в атоме на «разрешенных» электронных орбитах укладывается полуцелое число длин волн де Бройля
- 3) при движении по стационарным орбитам скорость электрона меняется
- 4) стационарные орбиты Бора соответствуют стоячим электронным волнам де Бройля в атоме

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки 03.03.02 «Физика».

Разработчик:

 _____ доцент Семибратова В.А.

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и экспериментальной физики

«13» апреля 2020 г.

Протокол № 6

Зав. кафедрой

 _____

д.ф.-м.н., профессор А.А. Гаврилюк

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.