

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.Б.11.05 ОБЩАЯ ФИЗИКА

Атомная физика

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

03.03.02 ФИЗИКА

Направленность (профиль)

03.03.02.01 Фундаментальная физика

Форма обучения

очная

Год набора

2019

Красноярск 2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили _____

ст. преподаватель, Герасимова Марина Анатольевна

должность, инициалы, фамилия

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Цель изучения дисциплины состоит в формировании мировоззренческих представлений о микромире, его пространственно-временных масштабах и основных законах на основе квантовых представлений.

В результате освоения дисциплины «Атомная физика» приобретаются знания об ограниченности теорий и моделей классической физики, опытных обоснованиях и основных принципах квантовой теории, истории формирования представлений о структуре микромира, фундаментальных взаимодействиях и областях их проявления, об использовании явлений квантовой физики в современных высоких технологиях.

В ходе изучения разделов должны быть сформированы умения использовать фундаментальные понятия, законы и модели квантовой теории, атомной физики для решения различных задач, в том числе прикладных, методы теоретического и экспериментального исследования явлений квантовой оптики, атомной физики, методы оценки достоверности результатов и точности измерений, приемы оценки численных значений порядков величин, характерных для данного раздела физики.

1.2 Задачи изучения дисциплины

- Познакомить студентов с квантовыми принципами и законами, границей применимости классического подхода для описания объектов микромира на уровне атомов, молекул, кристаллов.

- Дать представление о физических моделях в области атомной физики и системах единиц измерения физических величин для решения конкретных задач.

- Проанализировать специфику описания движения микрочастиц с волновыми свойствами, в том числе, электрона в атомах.

- Обеспечить формирование навыков извлечения информации о строении, энергетической структуре и спектрах свободных и связанных атомов, ионов и молекул.

- Научить студентов работать с информацией в области атомной физики, используя в качестве источников отечественную и зарубежную научную периодическую литературу, монографии и учебники, электронные ресурсы и Интернет.

- Рассмотреть примеры применения полученных знаний и навыков для выполнения индивидуальной научно-исследовательской работы по выбранной теме в рамках курсовых и выпускных работ бакалавров.

- Показать возможности применения знаний физических законов, работающих в области атомной физики, в последующей профессиональной деятельности.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
ОПК-3: способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	
ОПК-3: способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	<p>решение уравнения Шредингера для атома водорода; законы фотоэффекта; принципы описания многоэлектронных атомов</p> <p>решение уравнения Шредингера для атома водорода, для частиц в одномерных потенциальных ямах и барьерах; законы фотоэффекта; принципы описания многоэлектронных атомов; модели для интерпретации колебательно-вращательной структуры электронных переходов в молекулах</p> <p>определять энергетические уровни и частоты спектральных линий атома водорода; выявлять серийные закономерности в спектрах атомов; написать спектральный терм для конфигурации электронов; изобразить схему переходов атома в магнитном поле</p> <p>определять энергетические уровни и частоты спектральных линий атома водорода, щелочных металлов; выявлять серийные закономерности в спектрах атомов и молекул; написать спектральный терм для конфигурации электронов; изобразить схему переходов атома в магнитном поле; рассчитать колебательные и вращательные характеристики молекул</p> <p>методами решения типовых задач, связанных с нахождением свойств атомных состояний; базовыми принципами заполнения электронных состояний в элементах таблицы Менделеева</p> <p>методами решения задач, связанных с нахождением свойств атомных состояний; принципами заполнения электронных состояний в элементах таблицы Менделеева; графическими методами представления и анализа атомно-молекулярных переходов</p>

1.4 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	е
		1
Контактная работа с преподавателем:	2 (72)	
занятия лекционного типа	1 (36)	
практические занятия	1 (36)	
Самостоятельная работа обучающихся:	1 (36)	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	
Промежуточная аттестация (Экзамен)	1 (36)	

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Контактная работа, ак. час.							
		Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
1. Основы квантовых представлений атомной физики									
	1. Масштабы и особенности описания микромира	2							
	2. Волны и кванты. Тепловое излучение	2							
	3. Квантовые свойства света	2							
	4. Микромир атомно-молекулярных масштабов			2					
	5. Тепловое излучение. Квантование энергии			2					
	6. Квантовые свойства света: давление света, фотоэффект, эффект Комптона			2					
	7. Спектральная чувствительность глаза							2	
	8. Решение задач по разделу 1 в рамках индивидуальной расчетно-графической работы							4	
2. Волновые свойства частиц. Основы квантовой механики									
	1. Частицы и волны. Корпускулярно-волновой дуализм	2							
	2. Экспериментальная проверка гипотезы де Бройля	2							

3. Соотношение неопределенностей: применение и следствия	2							
4. Волновая функция и её физический смысл. Уравнение Шрёдингера. Описание движения свободной частицы	2							
5. Уравнение Шрёдингера для описания частиц в потенциальных ямах. Туннельный эффект	2							
6. Волновые свойства микрочастиц: дебройлевские длины волн			2					
7. Соотношение неопределенностей. Дифракция электронов			2					
8. Основы квантовой механики. Волновая функция. Средние величины. Уравнение Шрёдингера			2					
9. Уравнение Шрёдингера для описания движения микрочастиц в потенциальных ямах и барьерах			2					
10. Гидродинамические аналоги уравнения Шрёдингера							2	
11. Решение задач по разделу 2 в рамках индивидуальной расчетно-графической работы							4	
3. Одноэлектронный атом								
1. Закономерности в атомных спектрах. Модель водородоподобного атома Резерфорда - Бора	2							
2. Квантовомеханическое описание атома водорода. Квантовые числа	2							
3. Магнитные свойства электрона. Пространственное квантование. Гипотеза о спине. Спин-орбитальное взаимодействие	2							
4. Атом во внешнем магнитном поле. Эффект Зеемана	2							
5. Модели атома. Рассеяние частиц. Формула Резерфорда			2					

6. Модель Резерфорда – Бора одноэлектронного атома. Постулаты Бора			2					
7. Спектральные серии атома водорода и водородоподобных ионов			2					
8. Рентгеновские спектры. Закон Мозли			2					
9. Сверхтонкая структура. Лэмбовский сдвиг							2	
10. Линейный и квадратичный эффекты Штарка							2	
11. Решение задач по разделу 3 в рамках индивидуальной расчетно-графической работы							6	
4. Многоэлектронные атомы. Молекулы								
1. Спектральные термы многоэлектронных атомов. Сложение моментов.	2							
2. Уровни энергии и спектры атомов щелочных металлов	2							
3. Квантовая статистика. Заполнение электронных оболочек. Принцип Паули. Периодический закон Д.И. Менделеева	2							
4. Молекула. Вращательная и колебательная структура спектров. Комбинационное рассеяние света	2							
5. Квантовые числа. Сложение моментов и термы многоэлектронных атомов			2					
6. Спектры щелочных металлов. Правила отбора			2					
7. Механический и магнитный моменты атома. Атом во внешнем магнитном поле. Эффект Зеемана			2					
8. Заполнение электронных оболочек. Принцип Паули. Правила Хунда. Периодический закон Менделеева			3					
9. Молекулы. Колебательные и вращательные спектры			3					

10. Спектры щелочноземельных атомов							2	
11. Ван-дер-ваальсовы силы притяжения в молекулярных системах							2	
12. Решение задач по разделу 4 в рамках индивидуальной расчетно-графической работы							6	
5. Макроскопические квантовые явления								
1. Энергетические зоны в кристаллах	2							
2. Принципы оптического усиления и генерации. Лазеры	2							
3. Кристаллы. Комбинационное рассеяние света			2					
4. Коэффициенты Эйнштейна и связь между ними							2	
5. Решение задач по разделу 5 в рамках индивидуальной расчетно-графической работы							2	
Всего	36		36				36	

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Гольдин Л. Л., Новикова Г. И. Введение в квантовую физику: учебное руководство(Москва: Наука).
2. Сивухин Д. В. Общий курс физики: Т. 5. Атомная и ядерная физика: учебное пособие для физических специальностей вузов: [в 5-ти т.] (Москва: Физматлит).
3. Проворов А.С., Салмин В.В., Сизых А.Г., Герасимова М.А. Физика атомов и атомных явлений: учебное пособие(Красноярск).
4. Шпольский Э. В. Атомная физика. В 2 т. Т. 1. Введение в атомную физику: учеб. пособие для вузов(М.: Наука).
5. Шпольский Э. В. Атомная физика. В 2 т. Т. 2. Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома: учеб. пособие для вузов(М.: Наука).
6. Матвеев А. Н. Атомная физика: учебное пособие для студентов вузов (Москва: Оникс).
7. Сущинский М. М., Галанин М. Д. Комбинационное рассеяние света и строение вещества: научно-популярная литература(Москва: Наука).
8. Солоухин Р. И. Оптика и атомная физика: монография(Новосибирск: Наука. Сибирское отделение [СО]).
9. Фано У., Фано Л., Пономарев Л. И. Физика атомов и молекул: перевод с английского(Москва: Наука. Главная редакция физико-математической литературы [Физматлит]).
10. Звелто О. Принципы лазеров: перевод с английского(Санкт-Петербург: Лань).
11. Гарднер Д., Китайгородский А. И. Атомы сегодня и завтра: перевод с английского(Москва: Знание).
12. Борн М., Медведев Б. В., Боголюбов Н. Н. Атомная физика: перевод с английского(Москва: Мир).
13. Иродов И. Е. Атомная и ядерная физика: сборник задач(Санкт-Петербург: Лань).
14. Веселов М. Г., Лабзовский Л. Н. Теория атома: строение электронных оболочек(Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит.).
15. Горяга Г. И. Конспект лекций по атомной физике: учебное пособие (Москва: МГУ им. М. В. Ломоносова).
16. Китайгородский А. И. Молекулярные кристаллы: монография(Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит.).
17. Вихман Э. Х., Шальников А. И., Вайсенберг А. О. Квантовая физика: [учебное руководство](Москва: Наука. Главная редакция физико-математической литературы [Физматлит]).
18. Фриш С. Э. Оптические спектры атомов: монография(Ленинград: Государственное издательство физико-математической литературы [Физматгиз]).
19. Ельяшевич М. А., Грибов Л. А. Атомная и молекулярная спектроскопия: Ч. 2. Атомная спектроскопия: в 3-х ч.(Москва: URSS).

20. Ельяшевич М. А., Грибов Л. А. Атомная и молекулярная спектроскопия: Ч. 3. Молекулярная спектроскопия: в 3-х ч.(Москва: URSS).
21. Ахиезер А.И. Атомная физика: справ. пособие(Киев: Наукова думка).
22. Иродов И. Е. Квантовая физика. Основные законы: учеб. пособие для вузов(Москва: БИНОМ, Лаборатория знаний).
23. Салмин В. В. Физика атомов и атомных явлений: [презентационные материалы](Красноярск: ИПК СФУ).
24. Проворов А. С., Салмин В. В., Владимирова Е. С. Физика атомов и атомных явлений: сб. задач с решениями(Красноярск: ИПК СФУ).
25. Герасимова М.А., Сизых А.Г., Слюсарева Е. А., Салмин В.В. Общая физика. Физика атомов и атомных явлений: организационно-методические указания по освоению дисциплины(Красноярск: СФУ).
26. Герасимова М.А., Сизых А.Г., Слюсарева Е. А., Салмин В.В. Общая физика. Физика атомов и атомных явлений: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов(Красноярск: СФУ).

4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):

1. ОС Microsoft Windows 7, 8.1 или 10, Microsoft Office 2013, OriginLab OriginPro 2015, MathWorks MATLAB R2016b, Adobe Acrobat X

4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Не используется.

5 Фонд оценочных средств

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционная аудитория должна быть оснащена современной маркерной доской размером не менее 240 x 120 см, видеопроекционным оборудованием для презентаций с возможностью воспроизведения звуковых записей.

Помещения для проведения семинарских занятий должны иметь маркерные или интерактивные доски, современную учебную мебель.

Библиотека должна иметь рабочие места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных, выход в локальную сеть университета и Интернет.

Наглядные материалы (схемы экспериментальных установок и оптических устройств, диаграммы переходов в атомах и молекулах).