

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

Кафедра общей физики
(ОФ_ИФО)

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__г.

институт, реализующий ОП ВО

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Кафедра общей физики
(ОФ_ИФО)

наименование кафедры

Г.С. Патрин

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__г.

институт, реализующий дисциплину

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ОБЩАЯ ФИЗИКА
АТОМНАЯ ФИЗИКА

Дисциплина Б1.Б.11.05 ОБЩАЯ ФИЗИКА
Атомная физика

Направление подготовки / 03.03.02 Физика Профиль 03.03.02.07
специальность Биохимическая физика

Направленность
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2018

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по укрупненной группе

030000 «ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 03.03.02 Физика Профиль 03.03.02.07 Биохимическая физика

Программу
составили

Ст. преп., М.А. Герасимова

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 и ядерной физики для решения различных задач, в том числе прикладных, методы теоретического и экспериментального исследования явлений квантовой оптики, атомной и ядерной физики, методы оценки достоверности результатов и точности измерений, приемы оценки численных значений порядков величин, характерных для данного раздела физики.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачами дисциплины являются:

- использование полученных квантовых представлений о физике микромира на уровне атомов, молекул, кристаллов и экспериментальных знаний навыков и умений по курсу для дальнейшего успешного изучения специальных дисциплин;
- применение полученных знаний, навыков и умений для выполнения индивидуальной научно-исследовательской работы по выбранной теме в рамках курсовых и выпускных работ бакалавров;
- владение физическими моделями в области атомной физики и системами единиц измерения физических величин для решения конкретных задач;
- умение разбираться в основах образования спектров групп элементов таблицы Менделеева в связи с изучением конкретных явлений взаимодействия света с атомами, молекулами и кристаллами;
- овладение стандартными инструментальными средствами извлечения информации об энергетической структуре и строении свободных и связанных атомов, ионов и молекул;
- умение работать с информацией в области атомной физики,

используя в качестве источников отечественную и зарубежную научную периодическую литературу, монографии и учебники, электронные ресурсы и Интернет;

– использование 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

ОПК-3: способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	
Уровень 1	основные понятия и инструментальные средства в физике микромира; современное представление об атоме и закономерности, определяющие свойства атомов и периодичность их изменения
Уровень 2	основные понятия и инструментальные средства в физике микромира; границы применимости классической физики для описания микромира; основные понятия и идеи квантовой механики; современное представление об атоме и закономерности, определяющие свойства атомов и периодичность их изменения; масштабы, размерности и единицы измерения атомно-молекулярного мира
Уровень 1	извлекать информацию о характеристиках атомов на основе квантомеханических моделей
Уровень 2	извлекать информацию о характеристиках атомов, молекул или кристаллов на основе квантомеханических моделей; анализировать атомные явления с учетом вероятностного характера событий и проявлений корпускулярно-волнового дуализма
Уровень 1	навыками использования методов классической и квантовой физики для решения типовых задач в масштабах микромира

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Математика
 Математика
 Общий физический практикум
 Оптика
 Механика
 Молекулярная физика
 Электричество и магнетизм
 Математический анализ
 Дифференциальные уравнения физики

Методы математической физики
Линейная алгебра. Аналитическая геометрия
Атомная физика
Методы математической физики
Общий физический практикум
Общая физика
Теоретическая механика
Теория функций комплексного переменного

Квантовые представления о микромире атомов, молекул и кристаллов в дисциплине «Атомная физика» базируются на принципах классической физики, представленной в дисциплинах:

- механика,
- молекулярная физика,
- электричество и магнетизм,
- оптика,

а также знаниях математического аппарата, полученных в ходе освоения дисциплин:

- математический анализ,
- линейная алгебра, аналитическая геометрия,
- методы математической физики,
- дифференциальные уравнения физики.

В свою очередь знания, приобретенные в ходе освоения дисциплины «Атомная физика», являются основой для формирования представлений в области общих, общетеоретических и специальных дисциплин:

- ядерная физика,
- квантовая механика,
- спектроскопия атомов и молекул,
- статистическая физика,
- физика плазмы,
- оптическая спектроскопия твёрдого тела.

1.5 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)	Семестр
		5
Общая трудоемкость дисциплины	4 (144)	4 (144)
Контактная работа с преподавателем:	2 (72)	2 (72)
занятия лекционного типа	1 (36)	1 (36)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	1 (36)	1 (36)
практикумы		
лабораторные работы		
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
Самостоятельная работа обучающихся:	1 (36)	1 (36)
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
Промежуточная аттестация (Экзамен)	1 (36)	1 (36)

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Основы квантовых представлений атомной физики	6	6	0	6	ОПК-3
2	Волновые свойства частиц. Основы квантовой механики	10	8	0	6	ОПК-3
3	Одноэлектронный атом	6	8	0	10	ОПК-3
4	Многоэлектронные атомы. Молекулы	10	11	0	10	ОПК-3
5	Макроскопические квантовые явления	4	3	0	4	ОПК-3
Всего		36	36	0	36	

3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Масштабы и особенности описания микромира	2	0	0
2	1	Волны и кванты. Тепловое излучение	2	0	0

3	1	Квантовые свойства света.	2	0	0
4	2	Частицы и волны. Корпускулярно-волновой дуализм	2	0	0
5	2	Экспериментальная проверка гипотезы де Бройля	2	0	0
6	2	Соотношение неопределенностей: применение и следствия	2	0	0
7	2	Волновая функция и её физический смысл. Уравнение Шрёдингера. Описание движения свободной частицы	2	0	0
8	2	Уравнение Шрёдингера для описания частиц в потенциальных ямах. Туннельный эффект	2	0	0
9	3	Закономерности в атомных спектрах. Модель водородоподобного атома Резерфорда - Бора	2	0	0
10	3	Квантовомеханическое описание атома водорода. Квантовые числа	2	0	0
11	3	Магнитные свойства электрона. Пространственное квантование. Гипотеза о спине. Спин-орбитальное взаимодействие	2	0	0
12	3	Атом во внешнем магнитном поле. Эффект Зеемана	0	0	0
13	4	Спектральные термы многоэлектронных атомов. Сложение моментов.	2	0	0
14	4	Уровни энергии и спектры атомов щелочных металлов	2	0	0

15	4	Квантовая статистика. Заполнение электронных оболочек. Принцип Паули. Периодический закон Д.И. Менделеева	3	0	0
16	4	Молекула. Вращательная и колебательная структура спектров. Комбинационное рассеяние света	3	0	0
17	5	Энергетические зоны в кристаллах	2	0	0
18	5	Принципы оптического усиления и генерации. Лазеры	2	0	0
Итого			26	0	0

3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисципли ны	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Микромир атомно- молекулярных масштабов	2	0	0
2	1	Тепловое излучение. Квантование энергии	2	0	0
3	1	Квантовые свойства света: давление света, фотоэффект, эффект Комптона	2	0	0
4	2	Волновые свойства микрочастиц: дебройлевские длины волн	2	0	0
5	2	Соотношение неопределенностей. Дифракция электронов	2	0	0
6	2	Основы квантовой механики. Волновая функция. Средние величины. Уравнение Шрёдингера	2	0	0

7	2	Уравнение Шрёдингера для описания движения микрочастиц в потенциальных ямах и барьерах	2	0	0
8	3	Модели атома. Рассеяние частиц. Формула Резерфорда	2	0	0
9	3	Модель Резерфорда – Бора одноэлектронного атома. Постулаты Бора	2	0	0
10	3	Спектральные серии атома водорода и водородоподобных ионов	2	0	0
11	3	Рентгеновские спектры. Закон Мозли	2	0	0
12	4	Квантовые числа. Сложение моментов и термы многоэлектронных атомов	2	0	0
13	4	Спектры щелочных металлов. Правила отбора	2	0	0
14	4	Механический и магнитный моменты атома. Атом во внешнем магнитном поле. Эффект Зеемана	2	0	0
15	4	Заполнение электронных оболочек. Принцип Паули. Правила Хунда. Периодический закон Менделеева	2	0	0
16	4	Молекулы. Колебательные и вращательные спектры	3	0	0
17	5	Кристаллы. Комбинационное рассеяние света	3	0	0
Итого			26	0	0

3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Итого					

4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Проворов А. С., Салмин В. В., Владимирова Е. С.	Физика атомов и атомных явлений: сб. задач с решениями	Красноярск: ИПК СФУ, 2007
Л1.2	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, 2008
Л1.3	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, 2008

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Ельяшевич М. А., Грибов Л. А.	Атомная и молекулярная спектроскопия: Ч. 2. Атомная спектроскопия: в 3-х ч.	Москва: URSS, 2008
Л1.2	Ельяшевич М. А., Грибов Л. А.	Атомная и молекулярная спектроскопия: Ч. 3. Молекулярная спектроскопия: в 3-х ч.	Москва: URSS, 2008
Л1.3	Иродов И. Е.	Квантовая физика. Основные законы: учеб. пособие для вузов	Москва: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2007
Л1.4	Проворов А.С., Салмин В.В., Сизых А.Г., Герасимова М.А.	Физика атомов и атомных явлений: учебное пособие	Красноярск, 2007
Л1.5	Матвеев А. Н.	Атомная физика: учебное пособие для студентов вузов	Москва: Оникс, 2007

6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Сущинский М. М., Галанин М. Д.	Комбинационное рассеяние света и строение вещества: научно-популярная литература	Москва: Наука, 1981
Л2.2	Гольдин Л. Л., Новикова Г. И.	Введение в квантовую физику: учебное руководство	Москва: Наука, 1988
Л2.3	Солоухин Р. И.	Оптика и атомная физика: монография	Новосибирск: Наука. Сибирское отделение [СО], 1983
Л2.4	Фано У., Фано Л., Пономарев Л. И.	Физика атомов и молекул: перевод с английского	Москва: Наука. Главная редакция физико-математической литературы [Физматлит], 1980
Л2.5	Звелто О.	Принципы лазеров: перевод с английского	Санкт-Петербург: Лань, 2008
Л2.6	Гарднер Д., Китайгородский А. И.	Атомы сегодня и завтра: перевод с английского	Москва: Знание, 1979
Л2.7	Борн М., Медведев Б. В., Боголюбов Н. Н.	Атомная физика: перевод с английского	Москва: Мир, 1970
Л2.8	Иродов И. Е.	Атомная и ядерная физика: сборник задач	Санкт-Петербург: Лань, 2002
Л2.9	Веселов М. Г., Лабзовский Л. Н.	Теория атома: строение электронных оболочек	Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986
Л2.10	Горяга Г. И.	Конспект лекций по атомной физике: учебное пособие	Москва: МГУ им. М. В. Ломоносова, 1974
Л2.11	Китайгородский А. И.	Молекулярные кристаллы: монография	Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1971
Л2.12	Вихман Э. Х., Шальников А. И., Вайсенберг А. О.	Квантовая физика: [учебное руководство]	Москва: Наука. Главная редакция физико-математической литературы [Физматлит], 1986

Л2.1 3	Фриш С. Э.	Оптические спектры атомов: монография	Ленинград: Государственное издательство физико- математической литературы [Физматгиз], 1963
Л2.1 4	Ахиезер А.И.	Атомная физика: справ. пособие	Киев: Наукова думка, 1988
Л2.1 5	Шпольский Э. В.	Атомная физика. В 2 т. Т. 1. Введение в атомную физику: учеб. пособие для вузов	М.: Наука, 1984
Л2.1 6	Шпольский Э. В.	Атомная физика. В 2 т. Т. 2. Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома: учеб. пособие для вузов	М.: Наука, 1984
Л2.1 7	Сивухин Д.В.	Общий курс физики: учеб. пособие для студ. вузов	М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Салмин В. В.	Физика атомов и атомных явлений: [презентационные материалы]	Красноярск: ИПК СФУ, 2007
Л3.2	Проворов А. С., Салмин В. В., Владимирова Е. С.	Физика атомов и атомных явлений: сб. задач с решениями	Красноярск: ИПК СФУ, 2007
Л3.3	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, 2008
Л3.4	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, 2008

7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Э1	тесты по физике	http://тестыпофизике.рф
----	-----------------	---

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Курс «Атомная физика» играет особую роль в цикле курсов по общей физике. Дело в том, что ему выпала важная миссия – обеспечить

переход в сознании от физики макроскопических явлений к физике микроскопических. Предмет сочетает в себе обстоятельное описание первых ключевых экспериментов по взаимодействию с атомными средами электромагнитного и различных корпускулярных излучений с началами строгой теоретической интерпретации событий микромира с помощью квантовомеханических представлений, базирующихся на вероятностном подходе. Исторически сложилось так, что первые представления о дискретности электрических зарядов, о дискретности состояний электронов в атомах, о существовании квантов энергии возникли в атомной физике. И не только! Первые данные о существовании атомного ядра были получены в экспериментах по рассеянию альфа-частиц на твердотельных и газообразных мишенях. Поэтому атомная физика явилась стартовой площадкой для формирования и развития представлений о строении атомного ядра.

Приступая к освоению материала по дисциплине «Атомная физика» надо знать и помнить, что по-настоящему глубокие, крепкие знания и практические умения приобретаются только в процессе настойчивого самостоятельного труда в режиме сопряжения ранее полученных знаний с практическими действиями, направленными на приобретение новых знаний.

Методические указания к изучению теоретического курса

Для закрепления знаний, полученных в процессе лекционных занятий, рекомендуется:

1) самостоятельная проработка каждой темы лекций, с использованием конспектов и рекомендуемой учебной литературы. При этом студент составляет перечень вопросов, с которыми можно обратиться к лектору на консультации. Для самоконтроля качества усвоения теоретических знаний студент выполняет тестовых заданий по каждому из разделов курса.

2) активное использование теоретических знаний при решении задач на семинарских занятиях и в ходе выполнения домашних заданий. Основные методические рекомендации к выполнению этого вида самостоятельной работы изложены в методических рекомендациях к решению задач. Особое внимание следует обратить на понимание физических явлений, структуру моделей, представляющих физические объекты или явления, постоянный контроль согласования размерностей физических величин в теоретических формулах и получаемых в результате решения задач численных значений. Должны быть замечены все несоответствующие реальности результаты.

3) востребование теоретических знаний при выполнении заданий лабораторного практикума как в ходе сдачи допуска, так и при анализе

полученных результатов. Методической особенностью самостоятельной работы по закреплению теоретических знаний является реальная возможность убедиться в значении порядков физических величин микромира: постоянной Планка, удельного заряда электрона, изотопического сдвига, величины расщепления линий в постоянном магнитном поле, размеры молекул и порядки величин энергии, соответствующим разным движениям в микромире. Сверяя полученный экспериментальный результат со справочными данными, студент оценивает его достоверность.

Методические указания для решения задач при выполнении индивидуального задания (расчетно-графической работы)

Физические задачи весьма разнообразны, и дать единый рецепт их решения невозможно. Но существуют общие положения, которыми необходимо руководствоваться при решении практически всех задач.

1. Прежде всего, следует понять, какие явления или процессы происходят по условию задачи.

2. Уяснить, какие законы определяют эти процессы и явления.

3. Уяснить смысл физических величин, описывающих данные процессы и входящих в формулы соответствующих законов.

4. Если это необходимо (а именно так бывает в большинстве случаев), нарисовать схему или чертеж, на котором указать соответствующие величины, направления векторных величин, расположение энергетических уровней.

5. Выяснить, какие величины, входящие в выбранные формулы законов, даны и какие надо определить. Найти необходимые для расчетов табличные величины в справочной литературе.

6. Последовательно используя формулы для нахождения неизвестных величин, получить окончательные рабочие расчетные формулы для величин, которые требуется определить. Как правило, задачи следует решать в общем виде, т.е. в буквенных выражениях. При этом не производятся вычисления промежуточных величин: числовые значения подставляются только в окончательные рабочие формулы, выражающие искомые величины.

7. Произвести расчеты, подставляя числовые данные в системе СИ, или в других единицах (например, часто используются внесистемные единицы).

8. Проверить, дает ли общая формула правильную размерность (единицу измерения) искомой величины. Для этого в формулу следует подставить размерность всех величин и произвести необходимые действия. Если полученная таким путем размерность не совпадает с размерностью искомой величины, то задача решена неверно.

9. Оценить физическую реальность полученных величин.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации в зависимости от нозологии. Кроме упомянутых выше, на разных этапах реализации дисциплины могут использоваться электронные ресурсы для лиц с ОВЗ:

<http://тестыпофизике.рф>

<http://physics.nad.ru/task.html>

http://www.ztrc.ru/doc/beor/beor.files/pr_18.htm

http://physics.susu.ru/end_mex/mu_files/lit2.html

<http://www.ilt.kharkov.ua/bvi/ogurtsov/ln.htm>

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

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

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	Не используется.
-------	------------------

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

1. Лекционная аудитория должна быть оснащена современной маркерной доской размером не менее 240 x 120 см, видеопроекционным оборудованием для презентаций с возможностью воспроизведения звуковых записей.
2. Помещения для проведения семинарских занятий должны иметь маркерные или интерактивные доски, современную учебную мебель.
3. Библиотека должна иметь рабочие места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных, выход в локальную сеть университета и Интернет.
4. Наглядные материалы (схемы экспериментальных установок и оптических устройств, диаграммы переходов в атомах и молекулах).