

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Федеральное
государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова»

УТВЕРЖДАЮ



Проректор по УР

А.М. Дигурова

« 20 » апреля 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Общая физика (Атомная физика)»**

Направление 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Профили: Физика. Математика.

Квалификация (степень) выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная

(год начала подготовки 2016 год)

Владикавказ 2020

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению 44.03.05 – Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки. Профиль подготовки – Физика, математика), утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 9 февраля 2016 г. №91, учебным планом подготовки бакалавра по направлению 44.03.05 – Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки. Профиль подготовки – Физика, математика), утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «СОГУ» (протокол № 9 от 30 апреля 2020 г.).

Составитель: Райцев А.В.

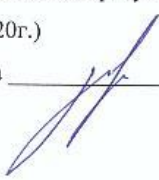
Рабочая программа обсуждена и утверждена на заседании кафедры физики конденсированного состояния

(протокол № 9 от 18 июля 2020г.)

Зав. кафедрой  Т.Т. Магкоев

Одобрена советом физико-технического факультета

(протокол № 6 от «27» июня 2020г.)

Председатель совета факультета  И.В. Тваури

	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Курс	3	
Семестр	5	
Лекции	36	
Практические (семинарские) занятия	36	
Лабораторные занятия	36	
Консультации		
Итого аудиторных занятий	108	
Самостоятельная работа	54	
Курсовая работа		
Форма контроля	экзамен	
Экзамен		
Зачет		
Общее количество часов	162	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Курс	3	

1. Структура и общая трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 162 академических часа.

2. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) атомная физика являются изучение фундаментальных физических закономерностей, лежащих в основе теорий, образующих современную физическую картину мира и формирующих естественнонаучное мировоззрение. Развитие умений видеть взаимосвязи между различными процессами и явлениями природы на базе полученных знаний, уметь строить физические и математические модели, а также производить необходимые оценки и расчеты для решения конкретных естественнонаучных задач.

3. Место дисциплины в структуре ОПОП

4. Дисциплина атомная физика относится к числу дисциплин профессионального цикла (базовой части) Б1.Б.08.05 учебного плана программы подготовки по профилю 44.03.05, педагогическое образование (с двумя профилями подготовки. Профили: физика, математика) и реализуется в 5 семестре.

Дисциплина «атомная физика» логически связана с математическими и естественнонаучными дисциплинами и должна быть изложена на соответствующем математическом уровне. Поэтому обучающимся будут необходимы знания основ математического анализа, аналитической геометрии, теории функций комплексного переменного, векторного и тензорного анализа, теории вероятностей. Студенты должны иметь навыки самостоятельной работы с учебными пособиями и монографической учебной литературой, уметь решать физические задачи, требующие применения дифференциального и интегрального математического аппарата, уметь производить приближенные преобразования аналитических выражений. Знания, приобретаемые студентами при изучении данной дисциплины, опираются на знания, полученные при изучении предыдущих дисциплин общей физики: электричество и магнетизм, математический анализ, теоретическая механика, квантовая физика.

Для освоения данной учебной дисциплины «атомная физика» студент должен
Знать: основы атомной физики (ОКЗ), (ПК2)

Уметь: использовать математический аппарат для освоения теоретических основ и практического использования физических методов (ОК-3, ПК-2, ПК-7)

Владеть: навыками использования экспериментальных методов для решения физических задач.(ОК-3, ОК-6).

Приобретенные теоретические знания и практические навыки позволят студентам самостоятельно ставить и решать конкретные физические задачи по атомной физике.

4. Требования к результатам освоения дисциплины (компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля))

Общим средством контроля является введенная в университете балльно-рейтинговая система оценки успеваемости студентов специалитета и направлений бакалавриата.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- единую, стройную, логически непротиворечивую физическую картину окружающего нас мира природы (ОК-1);

Уметь:

- на основе полученной фундаментальной базы знаний, развивать более углубленное и детализированное изучение всех разделов физики в рамках цикла курсов по теоретической физике и специализированных курсов (ОК-3);

- обобщать экспериментальные данные и на их основе производить построение моделей наблюдаемых явлений, со строгим обоснованием приближений и рамок, в которых эти модели действуют (ПК-1).

Владеть:

- основами постановки и проведения физического эксперимента с последующим анализом и оценкой полученных результатов (ОК-3, ПК-4);

5. Содержание и учебно-методическая карта дисциплины

Номер недели	Наименование разделов дисциплины	Занятия			Самостоятельная работа студентов		Формы контроля	Количество баллов		Пере чень комп етенц ий	Ли т е р а т у р а
		л	пр	лр	Содержание	Ча сы		min	max		
1	Развитие атомистических представлений о веществе Доказательства атомного строения вещества. (Закон Гей-Люсака, закон кратных отношений, закон Авогадро, экспериментальные доказательства дискретной структуры электрических зарядов, перенос электрического заряда в газах). Движение нерелятивистской заряженной частицы в постоянных и однородных электрическом и магнитном полях. Определение электрического заряда электрона. (Опыт Томсона. Опыт Милликена). Основы релятивистской динамики частицы. Зависимость массы от скорости. Сила и импульс. Взаимосвязь между массой и	2	2		Доказательства атомного строения вещества. (Закон Гей-Люсака, закон кратных отношений, закон Авогадро, экспериментальные доказательства дискретной структуры электрических зарядов, перенос электрического заряда в газах).	3	Конспект, вопросы в рубежной контрольной работе			ОК-3, ОК-6, ОК-5, ПК-1 ПК-7	[1], [2], [4]

	энергией, импульсом и энергией.										
2	Развитие атомистических представлений об излучении. Виды излучения. Энергетические величины излучения. Интегральные и спектральные характеристики излучения. Тепловое равновесное излучение. Испускательная и поглощательная способности тела. Абсолютно черное тело. Законы теплового излучения: законы Кирхгофа, Стефана Больцмана и Вина. Формула Рэлея-Джинса. «Ультрафиолетовая катастрофа». Гипотеза квантов энергии. Формула Планка и следствия, вытекающие из нее. Явление внешнего фотоэффекта и его законы. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта и его экспериментальная проверка. Внутренний фотоэффект. Фотоны, их энергия, масса и импульс. Эффект Комптона.	4	6	8	Тепловое равновесное излучение. Явление внешнего фотоэффекта. Эффект Комптона. Экспериментальное подтверждение формулы Планка для теплового излучения. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам	10		0	15		[1], [2], [4]
3	Волновые свойства частиц. Корпускулярно-волновой дуализм в световых явлениях. Гипотеза де-Бройля о двойственной корпускулярно-волновой природе частиц вещества и ее подтверждение. (Опыт Девиссона и Джермера). Свойства волн де Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.	2	4		Волновые свойства частиц. Подготовка к практическим занятиям	3					[1], [2], [4]
4	Строение атома и теория Бора.	4	4	8	Строение атома	4		0	15		[1],

	Атомные спектры и их закономерности. Постоянная Ридберга. Обобщенная формула Бальмера. Спектральные термы. Комбинационный принцип Ридберга. Модель атома Томсона и ее неприменимость для описания линейчатых оптических спектров. Опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц. Планетарная модель атома, ее проверка и ее недостатки. Квантовые постулаты Бора и их экспериментальное подтверждение (Опыт Франка и Герца). Теория строения водородоподобных атомов по Бору. Учет движения ядра в теории Бора. Магнитные свойства атома в теории Бора. Недостатки теории Бора.				и теория Бора. Опыт Франка-Герца. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам						[2], [4]
5	Физические основы квантовой механики. Основные положения квантовой механики. (волновая функция, ее нормировка, средние значения, операторы импульса и энергии). Волновое уравнение Шредингера. Стационарное уравнение Шредингера. Применение квантовой механики к простейшим задачам о стационарных состояниях частицы (Частица в прямоугольной потенциальной яме. Прохождение частицы через прямоугольный потенциальный барьер.	6	10		Волновое уравнение Шредингера. Стационарное уравнение Шредингера. Частица в прямоугольной потенциальной яме. Прохождение частицы через прямоугольный потенциальный барьер.	8	Конспект, вопросы в рубежной контрольн	0	30		[1], [2], [3], [5]

	Коэффициенты отражения и прозрачности). Квантово-механическая теория атома. Электрон в водородоподобном атоме. Энергетический спектр электрона. Квантовые числа: главное, орбитальное и магнитное орбитальное.				Коэффициенты отражения и прозрачности. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам. Подготовка к рубежной контрольной работе.						
6	Орбитальный, спиновый и полный механический и магнитный моменты электрона в атоме. Орбитальный, спиновый и полный механический и магнитный моменты электрона в атоме. Орбитальный момент количества движения, магнитный орбитальный момент. Опыт Штерна и Герлаха. Собственный момент количества движения электрона (спин), магнитный спиновый момент. Спиновое и магнитное спиновое квантовые числа. Полный механический момент электрона, полный и эффективный магнитные моменты. Внутреннее и магнитное внутреннее квантовые числа. Фактор Ланде. Спин-орбитальное взаимодействие. Тонкая структура спектра.	4	4	8	Моменты электрона в атоме. Изучение спин-орбитального взаимодействия электрона в атоме натрия по мультиплетной структуре спектра. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам	6	Конспект, вопросы в рубежной	0	20		[1], [2], [5]

7	Структура и спектры сложных атомов. Определение энергетических состояний электронов в сложных атомах. Сложение моментов и типы связи электронов в атоме. Застройка электронных оболочек в атоме. Принцип Паули. Правило Хунда. Оптические спектры сложных атомов. Энергетические уровни и оптический спектр атома во внешнем постоянном магнитном поле. (Нормальный и аномальный эффект Зеемана, эффект Пашена-Бака).	5	2		Сложные атомы. Застройка электронных оболочек в атоме. Принцип Паули. Подготовка к практическим занятиям.	4	Конспект, вопросы в рубежной контрольной работе				[1], [2], [5]
8	Молекулярные спектры. Элементарные сведения о строении молекул. Особенности молекулярных спектров. Квантование колебательных и вращательных уровней. Спектры поглощения и комбинационного рассеяния света	4	2	4	Комбинационное рассеяние света. Изучение структуры молекулярного спектра и определение энергии диссоциации молекул йода. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам.	8	Конспект, вопросы в рубежной контрольной работе				[1], [2], [5]
9	Рентгеновское излучение.	5	2	8	Рентгеновские		Конспект,	0	20		

	Открытие рентгеновских лучей. Рентгеновские спектры. Закон Мозли. Дифракция и интерференционное отражение рентгеновских лучей. Уравнение Лауэ. Условие Вульфа-Брэгга.				спектры и проверка закона Мозли. Определение параметра кубической решетки чистого металла и числа Авогадро. Определение постоянной Планка по коротковолновой границе сплошного рентгеновского спектра. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам, рубежной контрольной работе.	8	вопросы в рубежной контрольной работе				[1], [2], [5]
	ИТОГО	36	36	36		54		0	100		

Таблица 5.1

6. Образовательные технологии

Лекции – основное методическое руководство при изучении дисциплины, наиболее оптимальным образом структурированное и скорректированное на современный материал; в лекции глубоко и подробно, аргументированно и методологически строго рассматриваются главные проблемы темы, в лекции даются необходимые разные подходы к исследуемым проблемам.

Лабораторные занятия - один из видов самостоятельной практической работы учащихся в высшей, средней специальной и общеобразовательной школе: имеют целью углубление и закрепление теоретических знаний, развитие навыков самостоятельного экспериментирования. Включают подготовку необходимых для опыта (эксперимента) приборов, оборудования, реактивов и др., составление схемы-плана опыта, его проведение и описание.

Практические занятия - это занятия, проводимые под руководством преподавателя в учебной аудитории, направленные на углубление научно- теоретических знаний и овладение определенными методами самостоятельной работы.

Презентации на основе современных мультимедийных средств - самый эффективный способ донесения важной информации при публичных выступлениях. Слайд-презентации с использованием мультимедийного оборудования позволяют эффективно и наглядно представить содержание изучаемого материала, выделить и проиллюстрировать сообщение, которое несет поучительную информацию, показать ее ключевые содержательные пункты. Использование интерактивных элементов позволяет усилить эффективность публичных выступлений, являющихся частью профессиональной деятельности преподавателя.

Онлайн-семинар – разновидность веб-конференции, проведение онлайн-встреч или презентаций через Интернет в режиме реального времени. Каждый из участников находится у своего компьютера (средства связи), а связь между ними поддерживается через Интернет посредством загружаемого приложения, установленного на компьютере каждого участника (Zoom, Meet, Skype и др.).

Видеоконференция – сеанс видеоконференцсвязи (ВКС) – это технология интерактивного взаимодействия двух и более участников образовательного процесса для обмена информацией в реальном режиме времени.

Используются интерактивные методы обучения: ситуационные задачи, исследовательский метод обучения, деловые игры, подготовка и публичная защита рефератов. Используются рейтинговая технология, технологии дистанционного обучения.

Используются интерактивные методы обучения: ситуационные задачи, исследовательский метод обучения, деловые игры, подготовка и публичная защита рефератов.

Технология электронного обучения (реализуется при помощи электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС) СОГУ при использовании ресурсов ЭБС, при проведении автоматизированного компьютерного тестирования и т. д.).

Используются балльно-рейтинговая система оценки знаний, технологии с применением дистанционного обучения на платформе <http://lms.nosu.ru/>.

Примечания:

- Все виды учебной работы могут проводиться дистанционно на основе локальных

нормативных актов.

- В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по индивидуальной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины может осуществляться через индивидуальные консультации преподавателя очно, в часы консультаций, по электронной почте, а также с использованием Cisco Webex Meetings, платформы дистанционного обучения Moodle, личный кабинет студента на портале СОГУ, других элементов ЭИОС СОГУ.

7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающихся является одним из видов учебных занятий. Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется на протяжении изучения всей дисциплины в соответствии с утвержденной в учебном плане трудоемкостью и состоит из:

- работы студентов с лекционными материалами, поиска и анализа литературы и электронных источников информации по заданной теме;
- выполнения заданий для самостоятельной работы в ЭИОС СОГУ;
- изучения теоретического и статистического материала для подготовки к семинарским занятиям;
- подготовки к экзамену.

Самостоятельная работа студентов проводится в виде письменных домашних заданий (в том числе, разноуровневых заданий), подготовки конспектов по темам практических занятий. Студенты письменно выполняют задания для самостоятельной работы, пользуясь теоретическим материалом (лекции, учебная литература и интернет-ресурсы по данной теме), после чего проводится обсуждение данной темы под руководством преподавателя.

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение, а также учебная литература и методический материал по организации самостоятельной работы студентов отражены в Учебно-методической карте дисциплины «Атомная физика» (Табл. 5.1.), а также на сайте дистанционного обучения СОГУ площадка системы «MOODLE» по ссылке: <http://lms.nosu.ru/>.

По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе, студентам следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме.

При подготовке заданий по самостоятельной работе студентам необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу.

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы:

проводить поиск в различных системах, таких как общие поисковые системы: www.yandex.ru, www.google.ru. Например, [https://studypoint.ru/zadachi/fizika/trofimova/6897 – element –sovremennoj-fiziki-atomov – i- molekul](https://studypoint.ru/zadachi/fizika/trofimova/6897-element-sovremennoj-fiziki-atomov-i-molekul)

8. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, рубежной аттестации и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Рабочая программа предусматривает проведение лекционных и практических занятий, а также следующие виды работ: самостоятельную работу студентов по подготовке устных сообщений, написанию докладов, подготовку презентаций и обсуждений по темам дисциплины - работу в активной и интерактивной формах.

Рабочая программа предполагает текущий и промежуточный контроль знаний.

Текущий контроль – это непрерывно осуществляемый мониторинг уровня усвоения знаний и формирования умений и навыков в течение семестра или учебного года. Текущий контроль знаний, умений и навыков студентов осуществляется в ходе учебных (аудиторных) занятий, проводимых по расписанию. Формами текущего контроля выступают опросы на семинарских и практических занятиях, а также короткие (до 15 мин.) задания, выполняемые студентами в начале лекции с целью проверки наличия знаний, необходимых для усвоения нового материала или в конце лекции для выяснения степени усвоения изложенного материала.

Рубежный контроль осуществляется по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра проводится два таких контрольных мероприятия по графику.

Контрольные задания (демоверсии) для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

1) Типовые задания для практических (семинарских) занятий

1. История развития теории строения атома
2. Основные положения теории Бора.
3. Вывод формулы постоянной Ридберга, без учета движения ядра.
4. Какие серии в спектре водорода Вам известны?
5. Какие квантовые числа Вы знаете и каков их физический смысл?
6. Что называется работой выхода электрона?
7. Нарисуйте и объясните вольтамперную характеристику вакуумного фотоэлемента.
8. Что такое ток насыщения и как он зависит от температуры?
9. Объясните физическую природу закона трех вторых.
10. С какой стационарной орбиты на какую переходит электрон в атоме водорода при испускании волны с наименьшей частотой в видимой области спектра?
 - 1) Со второй на первую
 - 2) С третьей на первую
 - 3) С третьей на вторую
 - 4) С четвертой на первую
 - 5) С четвертой на вторую
11. Сколько возможных квантов с различной энергией может испустить атом водорода, если электрон находится на 3-й стационарной орбите?
 - 1) 1
 - 2) 2
 - 3) 3
 - 4) 4
 - 5) 5
12. Излучение какой длины волны поглотил атом водорода, если полная энергия электрона в атоме увеличилась на $3 \cdot 10^{-19}$ Дж?
 - 1) 0,46 мкм
 - 2) 0,66 мкм
 - 3) 0,58 мкм
 - 4) 0,32 мкм
 - 5) 0,86 мкм.
13. Электрон вылетает из пластины цезия с кинетической энергией 1,3 эВ. Какова длина волны света, вызывающего фотоэффект, если работа выхода электрона из цезия равна 1,8 эВ ($1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$)?
 - 1) 760 нм;
 - 2) 640 нм;
 - 3) 520 нм;
 - 4) 400 нм;
 - 5) 350 нм
14. Работа выхода электрона из металла равна $6,6 \cdot 10^{-19}$ Дж. Определите частоту ν света, вырывающего с поверхности этого металла электроны, полностью задерживающиеся разностью потенциалов 5 В.
 - 1) $2,2 \cdot 10^{15}$ Гц;
 - 2) $3,6 \cdot 10^{15}$ Гц;
 - 3) $1,6 \cdot 10^{14}$ Гц;
 - 4) $4,2 \cdot 10^{15}$ Гц;
 - 5) $2,2 \cdot 10^{14}$ Гц.
15. Максимальная длина волны света, вызывающего фотоэффект с поверхности металлической

пластины, равна 0,5 мкм. Если на эту пластину подать задерживающий потенциал, равный 2 В, то фотоэффект начнется при минимальной частоте света, равной:

1) $5 \cdot 10^{14}$ Гц; 2) $1,1 \cdot 10^{15}$ Гц; 3) $2,2 \cdot 10^{15}$ Гц; 4) $3,3 \cdot 10^{15}$ Гц; 5) $5 \cdot 10^{15}$ Гц.

16. Лучеиспускательная способность абсолютно черного тела при температуре 20° С равна:

1) 560 Дж; 2) 270 Дж; 3) 420 Дж; 4) 780 Дж; 5) 200 Дж.

17. Как изменится длина волны, соответствующая максимальному излучению, если температуру абсолютно черного тела уменьшить в 3 раза?

1) Не изменится; 2) Уменьшится в 9 раз; 3) Увеличится в 9 раз; 4) Увеличится в 3 раза; 5) Уменьшится в 3 раза.

18. Если наибольшая длина волны излучения, способного вызвать фотоэффект у пластины, равна 0,234 мкм, то при облучении пластины излучением с частотой $1,5 \cdot 10^{15}$ Гц наибольшая кинетическая энергия вырываемых электронов будет равна:

1) $8,16 \cdot 10^{-19}$ Дж; 2) $5,24 \cdot 10^{-19}$ Дж; 3) $3,64 \cdot 10^{-19}$ Дж; 4) $2,18 \cdot 10^{-19}$ Дж;

5) $1,44 \cdot 10^{-19}$ Дж.

19. Какова температура абсолютно черного тела, если максимум излучения приходится на длину волны $\lambda = 2,9$ мкм (инфракрасное излучение)?

Великие и решающие эксперименты в физике. Оценка	Критерий оценки устного и письменного ответа на практическом занятии
5	Содержание ответа соответствует освещаемому вопросу, полностью раскрыта в ответе тема, ответ структурирован, даны правильные аргументированные ответы на уточняющие вопросы, демонстрируется высокий уровень участия в дискуссии.
4	Содержание ответа соответствует освещаемому вопросу, полностью раскрыта в ответе тема, даны правильные, аргументированные ответы на уточняющие вопросы, но имеются неточности, при этом ответ неструктурирован и демонстрируется средний уровень участия в дискуссии.
3	Содержание ответа соответствует освещаемому вопросу, но при полном раскрытии темы имеются неточности, даны правильные, но не аргументированные ответы на уточняющие вопросы, демонстрируется низкий уровень участия в дискуссии, ответ неструктурирован, информация трудна для восприятия.
2	Содержание ответа соответствует освещаемому вопросу, но при полном раскрытии темы имеются неточности, демонстрируется слабое владение категориальным аппаратом, даны правильные, но не аргументированные ответы на уточняющие вопросы, участие в дискуссии отсутствует, ответ неструктурирован, информация трудна для восприятия.

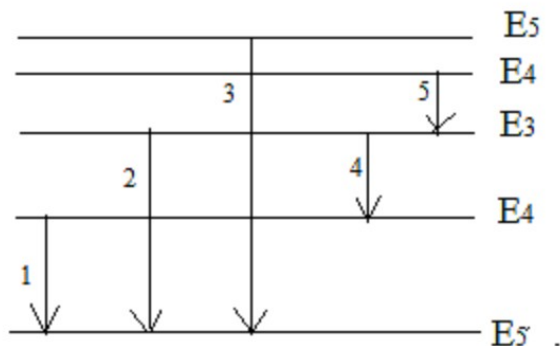
2) Тематика рефератов (для формирования компетенций ОПК-1, ОПК-3)

Не предусмотрены

2) Вопросы к рубежным контрольным работам (ОПК-1, ОПК-3):

Вопросы к 1 рубежной работе

1. Эффект Комптона. Вывод зависимости изменения длины волны фотона от угла рассеяния.
3. Спектры излучения атома водорода. Спектральные серии и их характеристика. Водородоподобный атом.
4. Определить, во сколько раз частота головной линии серии Лаймана больше частоты головной линии серии Бальмера?
5. Корпускулярно-волновой дуализм. Эффект Комптона. Вывод зависимости изменения длины волны рассеянного на электроны фотона от угла рассеяния.
6. Спектры излучения атома водорода. Спектральные серии и их характеристика. Водородоподобный атом.
7. Постулаты Бора. Теория Бора атома водорода и водородоподобного атома. Успехи и недостатки теории Бора.
8. Определить, чему равна длина второй боровской орбиты атома водорода в длинах волн де Бройля?
9. Каким видом излучения сопровождается переход электрона в атоме водорода на 1-ую стационарную орбиту?
1)инфракрасным 2)ультрафиолетовым 3)радиоволнами 4)видимым светом 5) рентгеновским.
10. На рисунке представлена схема энергетических уровней атома водорода. Какой цифрой обозначен переход с излучением фотона, имеющего максимальный импульс?



- 1.1 2)2 3)3 4)4 5)5
11. Определите длину волны, соответствующую границе серии Бальмера.
1) 364 нм 2)458 нм 3)532 нм 4)624нм

12. Определите максимальную и минимальную энергии фотона в ультрафиолетовой серии спектра атома водорода (серии Лаймана). Ответ выразите в электронвольтах

- 1) $E_{\text{тах}} = 13,2 \text{ эВ}$, $E_{\text{min}} = 10,2 \text{ эВ}$
2) $E_{\text{тах}} = 15,1 \text{ эВ}$, $E_{\text{min}} = 12,4 \text{ эВ}$
3) $E_{\text{тах}} = 16,2 \text{ эВ}$, $E_{\text{min}} = 11,3 \text{ эВ}$
4) $E_{\text{тах}} = 9,2 \text{ эВ}$, $E_{\text{min}} = 7,7 \text{ эВ}$

13. Максимальная длина волны света, вызывающего фотоэффект с поверхности металлической пластины, равна 0,5 мкм. Если на эту пластину подать задерживающий потенциал, равный 2 В, то фотоэффект начнется при минимальной частоте света, равной:

- 1) $5 \cdot 10^{14}$ Гц; 2) $1,1 \cdot 10^{15}$ Гц; 3) $2,2 \cdot 10^{15}$ Гц; 4) $3,3 \cdot 10^{15}$ Гц;
5) $5 \cdot 10^{15}$ Гц.

14. Если наибольшая длина волны излучения, способного вызвать фотоэффект у пластины, равна 0,234 мкм, то при облучении пластины излучением с частотой $1,5 \cdot 10^{15}$ Гц наибольшая кинетическая энергия вырываемых электронов будет равна:

- 1) $8,16 \cdot 10^{-19}$ Дж; 2) $5,24 \cdot 10^{-19}$ Дж; 3) $3,64 \cdot 10^{-19}$ Дж; 4) $2,18 \cdot 10^{-19}$ Дж;

- 5) $1,44 \cdot 10^{-19}$ Дж.

15. Во сколько раз энергия фотона, соответствующего гамма-излучению с частотой $\nu = 3 \cdot 10^{21}$ Гц больше энергии фотона рентгеновского излучения с длиной волны $\lambda = 3 \cdot 10^{-10}$ м?

- 1) 30; 2) 90; 3) 200; 4) 900; 5) 3000.

25. Какова температура абсолютно черного тела, если максимум излучения приходится на длину волны $\lambda = 2,9$ мкм (инфракрасное излучение)?

- 1) 727°C ; 2) 1000°C ; 3) 273°C ; 4) 2000°C ; 5) 527°C .

16. Как изменится полная лучеиспускательная способность абсолютно черного тела, если температуру тела увеличить в 2 раза?

- 1) Увеличится в 2 раза; 2) Уменьшится в 2 раза;
3) Увеличится в 4 раза; 4) Увеличится в 8 раз;
5) Увеличится в 16 раз.

17. Температура на поверхности Солнца равна 6000°C . Максимум излучения приходится на длину волны λ , равную:

- 1) 0,76 мкм; 2) 1,3 мкм; 3) 0,2 мкм; 4) 0,9 мкм; 5) 0,46 мкм.

18. С какой стационарной орбиты на какую переходит электрон в атоме водорода при испускании волны с наименьшей частотой в видимой области спектра?

- 2) Со второй на первую 2) С третьей на первую 3) С третьей на вторую 4) С четвертой на первую 5) С четвертой на вторую

19. Сколько возможных квантов с различной энергией может испустить атом водорода, если электрон находится на 3-й стационарной орбите?

- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4 5) 5

20. Излучение какой длины волны поглотил атом водорода, если полная энергия электрона в атоме увеличилась на $3 \cdot 10^{-19}$ Дж?

- 1) 0,46 мкм 2) 0,66 мкм 3) 0,58 мкм 4) 0,32 мкм 5) 0,86 мкм.

21. Электрон вылетает из пластины цезия с кинетической энергией 1,3 эВ. Какова длина волны света, вызывающего фотоэффект, если работа выхода электрона из цезия равна 1,8 эВ ($1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж)?

- 2) 760 нм; 2) 640 нм; 3) 520 нм; 4) 400 нм; 5) 350 нм

22. Работа выхода электрона из металла равна $6,6 \cdot 10^{-19}$ Дж. Определите частоту ν света, вырывающего с поверхности этого металла электроны, полностью задерживающиеся разностью потенциалов 5 В.

- 1) $2,2 \cdot 10^{15}$ Гц; 2) $3,6 \cdot 10^{15}$ Гц; 3) $1,6 \cdot 10^{14}$ Гц; 4) $4,2 \cdot 10^{15}$ Гц; 5) $2,2 \cdot 10^{14}$ Гц.

23. Максимальная длина волны света, вызывающего фотоэффект с поверхности металлической пластины, равна 0,5 мкм. Если на эту пластину подать задерживающий потенциал, равный 2 В, то фотоэффект начнется при минимальной частоте света, равной:

- 1) $5 \cdot 10^{14}$ Гц; 2) $1,1 \cdot 10^{15}$ Гц; 3) $2,2 \cdot 10^{15}$ Гц; 4) $3,3 \cdot 10^{15}$ Гц; 5) $5 \cdot 10^{15}$ Гц.
24. Лучеиспускательная способность абсолютно черного тела при температуре 20° С равна:
3) 560 Дж; 2) 270 Дж; 3) 420 Дж; 4) 780 Дж; 5) 200 Дж.

25. Как изменится длина волны, соответствующая максимальному излучению, если температуру абсолютно черного тела уменьшить в 3 раза?

- 1) Не изменится; 2) Уменьшится в 9 раз; 3) Увеличится в 9 раз; 4) Увеличится в 3 раза; 5) Уменьшится в 3 раза.

26. Если наибольшая длина волны излучения, способного вызвать фотоэффект у пластины, равна 0,234 мкм, то при облучении пластины излучением с частотой $1,5 \cdot 10^{15}$ Гц наибольшая кинетическая энергия вырываемых электронов будет равна:

- 1) $8,16 \cdot 10^{-19}$ Дж; 2) $5,24 \cdot 10^{-19}$ Дж; 3) $3,64 \cdot 10^{-19}$ Дж; 4) $2,18 \cdot 10^{-19}$ Дж;
5) $1,44 \cdot 10^{-19}$ Дж.

27. Какова температура абсолютно черного тела, если максимум излучения приходится на длину волны $\lambda = 2,9$ мкм (инфракрасное излучение)?

- 1) 727° С; 2) 1000° С; 3) 273° С; 4) 2000° С; 5) 527° С.

28. Электрон вылетает из пластины цезия с кинетической энергией 1,3 эВ. Какова длина волны света, вызывающего фотоэффект, если работа выхода электрона из цезия равна 1,8 эВ (1 эВ = $1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж)?

29. Максимальная длина волны света, вызывающего фотоэффект с поверхности металлической пластины, равна 0,5 мкм. При минимальной частоте света начнется фотоэффект, если на эту пластину подать задерживающий потенциал, равный 2 В?

30. Какова температура абсолютно черного тела, если максимум излучения приходится на длину волны $\lambda = 2,9$ мкм (инфракрасное излучение)?

31. Определите лучеиспускательную способность абсолютно черного тела при температуре 20° С.

32. Излучение какой длины волны поглотил атом водорода, если полная энергия электрона в атоме увеличилась на $3 \cdot 10^{-19}$ Дж?

Вопросы ко 2 рубежной работе

1. Уравнение Шредингера. Волновая функция и её физический смысл. Наглядное представление решения уравнения Шредингера для водородоподобного атома.
2. Волновые свойства частиц. Гипотеза Луи де Бройля.
3. Корпускулярно-волновой дуализм. Волновые свойства частиц. Эффект Дэвисона-Джермера. Длина волны де Бройля.
4. Принцип Паули и правило Маделунга. Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева.
5. Квантовые числа и их физический смысл. Связь квантовых чисел друг с другом. Правила отбора.

6. Рассчитать, во сколько раз энергия водородоподобного атома в состоянии с главным квантовым числом $n=5$, больше энергии состояния с $n=2$.
7. Полный механический, орбитальный и спиновой моменты атома. Квантовые числа полных моментов и их взаимосвязь друг с другом. Правила отбора для полных моментов.
8. Волновая функция и ее статистический смысл.
9. Общее уравнение Шредингера.
10. Уравнение Шредингера для стационарных состояний.
11. Наглядное представление решения уравнения Шредингера для водородоподобного атома.
12. Принцип причинности в квантовой механике.
13. Движение свободной частицы.
14. Частица в одномерной прямоугольной «потенциальной яме» с бесконечно высокими «стенками».
15. Прохождение частицы сквозь потенциальный барьер. Туннельный эффект.
16. Линейный гармонический осциллятор в квантовой механике.
17. Атом водорода в квантовой механике.
18. $1s$ -Состояние электрона в атоме водорода. Спин электрона. Спиновое квантовое число.
19. Принцип неразличимости тождественных частиц. Фермионы и бозоны.
20. Принцип Паули. Распределение электронов в атоме по состояниям.
21. Периодическая система элементов Менделеева.
22. Молекулы: химические связи, понятие об энергетических уровнях.
23. Молекулярные спектры. Комбинационное рассеяние света.
24. Рентгеновское излучение атомов. Тормозной и характеристический рентгеновские спектры.
25. Взаимодействие полных орбитальных и спиновых моментов атома. LS -связь.
26. Записать все состояния атома, имеющего электронную конфигурацию незаполненной оболочки p^1d^1 для связи Рассела-Саундерса.
27. Атом в магнитном поле. Нормальный и аномальный эффект Зеемана. Продольный и поперечный эффект Зеемана. Фактор Ланде.
28. Типы связей в молекулах. Ковалентная связь и её характеристики.
29. Используя принцип Паули и правило Маделунга распределить электроны по электронным оболочкам в атоме алюминия.
30. Вращательные спектры молекул. Расчёт энергии вращательных уровней двухатомных молекул.
31. Модели атомных ядер. Капельная модель ядра и её обоснование. Вывод полуэмпирической формулы Вайцзеккера.
32. Электрон с энергией $E=25$ эВ встречает на своем пути потенциальный барьер высотой $U=9$ эВ. Определить коэффициент преломления n волн де Бройля на границе барьера.
33. Электрон в атоме находится в d - состоянии. Определите: 1) момент импульса (орбитальный) L_i электрона.
34. Электрон с энергией $E=100$ эВ попадает на потенциальный барьер высотой $U=64$ эВ. Определить вероятность того, что электрон отразится от барьера.

35. Определите во сколько раз орбитальный момент импульса электрона L_i , находящегося в f-состоянии, больше чем для электрона в p-состоянии.
36. Частица в потенциальном ящике шириной l находится в возбужденном состоянии ($n=2$). Определить, в каких точках интервала ($0 < x < l$) плотность вероятности нахождения частицы имеет максимальное и минимальное значения.
37. 1s электрон атома водорода, проглотив фотон с энергией $E=12,1$ эВ, перешел в возбужденное состояние с максимально возможным орбитальным квантовым числом. Определите изменение момента импульса L_i орбитального движения электрона.
38. Определите числовое значение 1) собственного момента импульса (спина) L_s ; 2) проекции спина L_{sz} на направление внешнего магнитного поля.
39. Частица в потенциальном ящике находится в основном состоянии. Какова вероятность обнаружить частицу в средней трети ящика.
40. Заполненной электронной оболочке соответствует главное квантовое число $n=3$ / Определите число электронов на этой оболочке, которые имеют одинаковые квантовые числа : 1) $m_s = -1/2$; 2) $m_l = 0$; 3) $m_l = 1$, $m_s = 1/2$
41. Электрон находится в потенциальном ящике шириной $l=0,5$ нм. Определить наименьшую разность ΔE энергетических уровней электрона. Ответ выразить в электрон-вольтах.
42. Определите наименьшую длину волны рентгеновского излучения, если рентгеновская трубка работает при напряжении $U=150$ кВ.
43. Частица в потенциальном ящике шириной l находится в возбужденном состоянии ($n=2$). Определить, в каких точках интервала ($0 < x < l$) плотность вероятности нахождения частицы имеет максимальное и минимальное значения.
44. Минимальная длина волны рентгеновских лучей, полученных от трубки, работающей при напряжении $U = 60$ кВ, равна $20,7$ пм. Определите по этим данным постоянную Планка.
45. Определите порядковый номер элемента в периодической системе элементов Д.И. Менделеева, если граничная частота K-серии характеристического рентгеновского излучения составляет $5,55 \cdot 10^{18}$ Гц.
46. Протон с энергией $E=1$ МэВ изменил при прохождении потенциального барьера дебройлевскую длину волны на 1%. Определить высоту потенциального барьера U .
47. Определите числовое значение 1) собственного момента импульса (спина) L_s ; 2) проекции спина L_{sz} на направление внешнего магнитного поля.

БАЛЛЬНАЯ СТРУКТУРА ОЦЕНКИ

Форма контроля	Макс. кол-во баллов
<i>Текущая оценка студента в течение 1-8 недели состоит из:</i>	25
• Выполнения заданий на практических занятиях	15
• Выполнения домашних заданий	5
• Самостоятельных работ	5

1-я рубежная письменная контрольная работа	25
Текущая оценка студента в течение 10-15 недель состоит из:	25
• Выполнения заданий на практических занятиях	15
• Выполнения домашних заданий	5
• Самостоятельных работ	5
2-я рубежная письменная контрольная работа	25
Итого	100

Методика формирования результирующей оценки¹

В ходе текущего контроля студенты могут набрать 0-100 баллов:

1-я рубежная аттестация – максимально 50 баллов; из них:

От 0 до 25 баллов (рубежная аттестация) – тестирование в центре тестирования СОГУ или контрольная работа;

От 0 до 25 баллов (текущая оценка) – активная работа за данный период на семинарских (практических) занятиях

2-я рубежная аттестация – максимально 50 баллов; из них:

От 0 до 25 баллов (рубежная аттестация) – тестирование в центре тестирования СОГУ;

От 0 до 25 баллов (текущая оценка) – активная работа за данный период на семинарских (практических) занятиях

Промежуточный контроль:

Для экзамена:

За устный ответ на экзамене студент получает 0-50 баллов.

Студенты, получившие в ходе текущего и рубежного контроля 56-100 баллов, автоматически получают «Экзамен».

Результирующая оценка складывается по соответствующей БРС формуле.

Шкала итоговой академической успеваемости студентов по дисциплине

Система оценок СОГУ		
Форма контроля	Сумма баллов	Название
Экзамен	86 - 100	отлично
	71-85	хорошо
	56-70	удовлетворительно

Вопросы для подготовки к экзамену (ОПК-1, ОПК-3):

1. Доказательства атомного строения вещества. (Закон Гей-Люсака, закон кратных отношений, закон Авогадро, экспериментальные доказательства дискретной структуры электрических зарядов, перенос электрического заряда в газах).
2. Движение нерелятивистской заряженной частицы в постоянных и однородных электрическом и магнитном полях.
3. Определение электрического заряда электрона. (Опыт Томсона. Опыт Милликена).
4. Основы релятивистской динамики частицы. Зависимость массы от скорости. Сила и импульс. Взаимосвязь между массой и энергией, импульсом и энергией.
5. Виды излучения. Энергетические величины излучения. Интегральные и спектральные характеристики излучения.
6. Тепловое равновесное излучение. Испускательная и поглощательная способности тела. Абсолютно черное тело.
7. Законы теплового излучения: законы Кирхгофа, Стефана Больцмана и Вина.

¹ В соответствии с Положением о БРС оценивания обучающихся очной формы по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата и специалитета в ФГБОУ ВО СОГУ (от 05.03.2018 г., пр. № 47)

8. Формула Рэлея-Джинса. «Ультрафиолетовая катастрофа».
9. Гипотеза квантов энергии. Формула Планка и следствия, вытекающие из нее.
10. Явление внешнего фотоэффекта и его законы.
11. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта и его экспериментальная проверка. Внутренний фотоэффект.
12. Фотоны, их энергия, масса и импульс. Эффект Комптона.
13. Корпускулярно-волновой дуализм в световых явлениях.
14. Гипотеза де-Бройля о двойственной корпускулярно-волновой природе частиц вещества и ее подтверждение. (Опыт Девиссона и Джермера).
15. Свойства волн де Бройля.
16. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.
17. Атомные спектры и их закономерности. Постоянная Ридберга. Обобщенная формула Бальмера.
18. Модель атома Томсона и ее неприменимость для описания линейчатых оптических спектров.
19. Опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц. Планетарная модель атома, ее проверка и ее недостатки.
20. Квантовые постулаты Бора и их экспериментальное подтверждение (Опыт Франка и Герца).
21. Теория строения водородоподобных атомов по Бору.
22. Учет движения ядра в теории Бора.
23. Магнитные свойства атома в теории Бора. Недостатки теории Бора.
24. Основные положения квантовой механики. (волновая функция, ее нормировка, средние значения, операторы импульса и энергии).
25. Волновое уравнение Шредингера.
26. Стационарное уравнение Шредингера.
27. Применение квантовой механики к простейшим задачам о стационарных состояниях частицы (Частица в прямоугольной потенциальной яме.)
28. Применение квантовой механики к простейшим задачам о стационарных состояниях частицы (Прохождение частицы через прямоугольный потенциальный барьер. Коэффициенты отражения и прозрачности).
29. Квантово-механическая теория атома.
30. Электрон в водородоподобном атоме. Энергетический спектр электрона.
31. Квантовые числа: главное, орбитальное и магнитное орбитальное. Орбитальный, спиновый и полный механический и магнитный моменты электрона в атоме.
32. Орбитальный момент количества движения, магнитный орбитальный момент. Опыт Штерна и Герлаха.
33. Собственный момент количества движения электрона (спин), магнитный спиновый момент. Спиновое и магнитное спиновое квантовые числа.
34. Полный механический момент электрона, полный и эффективный магнитные моменты. Внутреннее и магнитное внутреннее квантовые числа. Фактор Ланде.
35. Определение энергетических состояний электронов в сложных атомах. Сложение моментов и типы связи электронов в атоме.

36. Застройка электронных оболочек в атоме. Принцип Паули.
37. Оптические спектры сложных атомов.
38. Энергетические уровни и оптический спектр атома во внешнем постоянном магнитном поле. (Нормальный и аномальный эффект Зеемана, эффект Пашена-Бака).
39. Элементарные сведения о строении молекул. Особенности молекулярных спектров.
40. Квантование колебательных и вращательных уровней. Спектры поглощения и комбинационного рассеяния света.
41. Открытие рентгеновских лучей. Рентгеновские спектры. Закон Мозли.
42. Дифракция и интерференционное отражение рентгеновских лучей. Уравнение Лауэ. Условие Вульфа-Брэгга.

**Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования,
описание шкал оценивания**

Уровень сформированности компетенций			
«Минимальный уровень не достигнут» (менее 55 баллов)	«Минимальный уровень» (56-70 баллов)	«Средний уровень» (71-85 баллов)	«Высокий уровень» (86-100 баллов)
<u>Компетенции не сформированы.</u> Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы.	<u>Компетенции сформированы.</u> Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	<u>Компетенции сформированы.</u> Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.	<u>Компетенции сформированы.</u> Знания твердые, аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка
Описание критериев оценивания			
Обучающийся демонстрирует: - существенные пробелы в знаниях учебного материала; - допускаются	Обучающийся демонстрирует: - знания теоретического материала; - неполные ответы на	Обучающийся демонстрирует: - знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного	Обучающийся демонстрирует: - глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного

<p>принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий;</p> <p>- непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий;</p> <p>- отсутствие умения выполнять практические задания, предусмотренные программой дисциплины;</p> <p>- отсутствие готовности (способности) к дискуссии и низкую степень контактности.</p>	<p>основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов;</p> <p>- неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы;</p> <p>- недостаточное владение литературой, рекомендованной программой дисциплины;</p> <p>- умение без грубых ошибок решать практические задания, которые следует выполнить.</p>	<p>материала;</p> <p>- твердые знания теоретического материала.</p> <p>- способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития;</p> <p>- правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы;</p> <p>- умение решать практические задания, которые следует выполнить;</p> <p>- владение основной литературой, рекомендованной программой дисциплины;</p> <p>- наличие собственной обоснованной позиции по обсуждаемым вопросам. Возможны незначительные оговорки и неточности в раскрытии отдельных положений вопросов, присутствует неуверенность в ответах.</p>	<p>материала;</p> <p>- полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий в рамках обсуждаемых заданий;</p> <p>- способность устанавливать и объяснять связь практики и теории;</p> <p>- логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания, а также дополнительные вопросы экзаменатора;</p> <p>- умение решать практические задания;</p> <p>- свободное использование в ответах на вопросы материалов рекомендованной основной и дополнительной литературы.</p>
<p>Оценка «неудовлетворительно» / не зачтено</p>	<p>Оценка «удовлетворительно» / «зачтено»</p>	<p>Оценка «хорошо» / «зачтено»</p>	<p>Оценка «отлично» / «зачтено»</p>

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Рекомендуемая литература

1. Савельев И.В. Курс общей физики/ И.В. Савельев – М.: Изд-во АСТ, 2004. Т.5- 368 с.
2. Сивухин Д.В. Атомная и ядерная физика/ Д.В.Сивухин-М: Физматлит, 2002. Т.5-784 с.
3. Гольдин Л.Л., Новикова Г.И. Введение в квантовую физику/ Л.Л. Гольдин, Г.И. Новикова.- М.: Наука, 1988.-656 с.
4. Шпольский Э.В. Атомная физика /Э.В.Шпольский - М.: Наука, 1984. Т.1.-552 с.
5. Шпольский Э.В. Атомная физика /Э.В. Шпольский.-М.:Наука,1984. Т.2.- 447 с.

Дополнительная литература

1. Добрецов Л.Н. Атомная физика/Л.Н. Добрецов. -М.:Физматгиз, 1960.-348 с.
2. Фриш С.Э. Курс общей физики/ С.Э. Фриш, А.В. Тиморева. – М.: ГИТ-ТЛ, 1957. Т.3.- 608 с.
3. Иродов И.Е. Сборник задач по атомной физике и ядерной физике/ И.Е.Иродов.-М.: Энергоатомиздат, 1984.-215с.

В процессе изучения дисциплины используются раздаточный материал для изучения лекционного материала, учебный материал в электронном виде.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Ауд. 21 Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа:

преподавательский стол; стул; столы обучающихся; стулья; кафедра; классная доска

Ауд. 21 Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также самостоятельной работы обучающихся: преподавательский стол; стул; столы обучающихся; стулья; кафедра; классная доска

Ауд. 27 Лаборатории: компьютерные классы: преподавательский стол, преподавательский стул, столы обучающихся, стулья, классная доска, мультимедийный комплекс (проектор, экран), колонки, ПК преподавателя, ПК обучающихся, программное обеспечение: Adobe flash player 31; Adobe reader 10; Java 6.0; Win rar; Microsoft Office 10; Microsoft Visio 10; Kaspersky TotalSecurity

Ауд. 19 Интерактивная доска Smart Board – 1 шт; Рабочая станция RU Ergo Home 123/ Keyboard USB/mouse optical USB/400 W 17 – 1 шт. с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную образовательную среду СОГУ. Проекционное мультимедийное оборудование (мультимедийный проектор Optoma Dx 327 с потолочным креплением-кронштейн Kromax PROJOTOR-10 для проекторов 3 ст. наклон; Экран DINON Manual 180x180 MW- 1 шт.

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office Standard 2016; 7-zip; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; STDU Viewer; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Free (Свободное ПО); Система тестирования Sunrav WEB Class (Бессрочное ПО).

Библиотека, в том числе читальный зал: столы , стулья, ПК обучающихся, программное обеспечение: Adobe flash player 31; Adobe reader 10; Java 6.0; K-Lite Codec Pack; Win rar; Microsoft Office 10; Microsoft Visio 10; Microsoft Visual studio; Kaspersky Endpoint Security

11. Лист обновления/актуализации

(Если программа была обновлена, то следует добавить следующее (выбрать нужный вариант))

Программа обновлена.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры физики и астрономии

наименование кафедры

от «25» _____ 06 _____ 2020 г., протокол № _____ 10 _____.

Программа одобрена на заседании совета _____
факультета от «_____» _____ 20 _____ г., протокол № _____.

или

Программа актуализирована.

Внесенные изменения и дополнения утверждены на заседании кафедры

Протокол заседания кафедры от « ____ » _____ 20__ г. № _____.