

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Атомная физика

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика квантовых систем и квантовые технологии

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. Хамадеев М.А. (Кафедра оптики и нанофотоники, Отделение физики), Marat.Khamadeev@kpfu.ru ; Гайнутдинов Ренат Хамитович ; Мутыгуллина Айгуль Ахмадулловна

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;
ПК-4	Способность разрабатывать учебно-методические материалы и участвовать в реализации образовательных программ

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- экспериментальные основы современной атомной физики и квантовой механики;
- закономерности атомной физики, определяющие свойства атомов и периодичность их изменения;
- основные свойства атома водорода.

Должен уметь:

вычислять энергетические уровни и частоты спектральных линий атома водорода; определять свойства атомов в зависимости от состояний, в которых они находятся.

Должен владеть:

- методами решения задач, связанных с нахождением свойств атомных состояний;
- современной физической аппаратурой и оборудованием;
- методами работы с современными образовательными и информационными технологиями

Должен демонстрировать способность и готовность:

- к решению задач, связанных с нахождением свойств атомных состояний;
- эксплуатировать современную физическую аппаратуру и оборудование;
- работать с современными образовательными и информационными технологиями

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.17 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.03.02 "Физика (Физика квантовых систем и квантовые технологии)" и относится к обязательной части ОПОП ВО.

Осваивается на 3 курсе в 5 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 53 часа(ов), в том числе лекции - 34 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 19 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 5 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Корпускулярные свойства электромагнитных волн.	5	4	0	2	0	0	0	6
2.	Тема 2. Волновые свойства микрочастиц.	5	4	0	2	0	0	0	6
3.	Тема 3. Дискретность атомных состояний.	5	4	0	2	0	0	0	6
4.	Тема 4. Квантовомеханическое описание атомных систем.	5	4	0	2	0	0	0	1
5.	Тема 5. Квантовая механика системы тождественных частиц.	5	4	0	2	0	0	0	0
6.	Тема 6. Атом водорода и водородоподобные атомы.	5	4	0	2	0	0	0	0
7.	Тема 7. Многоэлектронные атомы.	5	4	0	2	0	0	0	0
8.	Тема 8. Строение и свойства молекул.	5	4	0	2	0	0	0	0
9.	Тема 9. Атом во внешнем поле.	5	2	0	2	0	0	0	0
	Итого		34	0	18	0	0	0	19

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Корпускулярные свойства электромагнитных волн.

Корпускулярные свойства электромагнитных волн. Корпускулярно-волновой дуализм. Открытие фотоэффекта. Противоречие законов фотоэффекта законам классической физики. Энергия и импульс фотона. Томсоновское рассеяние. Опыты Баркла. Опыты Комптона. Рассеяние света с корпускулярной точки зрения. Эффект Комптона.

Тема 2. Волновые свойства микрочастиц.

Волновые свойства микрочастиц. Дифракционный опыт и квантовое поведение электронов. Явление квантовой интерференции. Опыты Дэвсона и Джермера. Эффект Рамзауэра-Таунсенда. Гипотеза Луи де Бройля. Уравнения де Бройля. Уравнения Гельмгольца и Шредингера для волн де Бройля. Необходимость вероятностной интерпретации квантовых явлений.

Тема 3. Дискретность атомных состояний.

Дискретность атомных состояний. Классическая теория излучения черного тела. Дискретность атомных состояний. Атомные спектры. Экспериментальные закономерности в линейчатых спектрах. Несовместимость закономерностей излучения с классическими представлениями. Магнитные свойства атомов. Опыты Штерна и Герлаха. Открытие спина электрона. Модель атома Томсона. Опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц. Планетарная модель атома. Постулаты Бора. Объяснение комбинационного принципа. Модель атома Бора

Тема 4. Квантовомеханическое описание атомных систем.

Квантовомеханическое описание атомных систем. Понятие квантового состояния. Принцип суперпозиции. Понятие об операторах физических величин. Статистические свойства наблюдаемых. Среднее значение физических величин. Уравнение Шредингера. Представления Шредингера и Гейзенберга. Стационарные состояния. Стационарное уравнение Шредингера. Прямоугольная потенциальная яма

Тема 5. Квантовая механика системы тождественных частиц.

Квантовая механика системы тождественных частиц. Темы: Симметричные и антисимметричные волновые функции. Слэтеровский детерминант. Бозоны и фермионы. Понятие о распределении Бозе-Эйнштейна и о распределении Ферми-Дирака. Связь спина со статистикой. Принцип запрета Паули. Связь между заполнением групп электронов в атоме и сложной структурой спектров.

Тема 6. Атом водорода и водородоподобные атомы.

Атом водорода и водородоподобные атомы. Квантование момента количества движения. Сферические функции. Уровни энергии и квантовые числа электрона в атоме водорода. Орбитальный и полный моменты количества движения. Квантовомеханическое правило сложения угловых моментов. Спин-орбитальное взаимодействие и тонкая структура. Лэмбовский сдвиг. Схема уровней энергии водородоподобного атома. Четность. Взаимодействие атомов с полем излучения. Спектры атомов. Правила отбора.

Тема 7. Многоэлектронные атомы.

Многоэлектронные атомы. Темы: Приближенная характеристика отдельных электронов квантовыми числами n и l . Понятие о электронной конфигурации. Применение принципа Паули. Электронные оболочки атома и их заполнение. Векторное сложение угловых моментов и типы связи. Нормальная и jj связи. Распределение термов при нормальной связи. Правило Хунда. Физическое объяснение периодического закона. Взаимодействие электронов в многоэлектронном атоме. Уровни энергии атома гелия. Уширение спектральных линий. Рентгеновские спектры. Закон Мозели. Явление Оже. Уровни энергии и спектры атомов щелочных металлов.

Тема 8. Строение и свойства молекул.

Строение и свойства молекул. Виды движения в молекуле. Форма и размер молекул. Электронные оболочки и химическая связь. Взаимодействие атомов при образовании молекулы. Вращательные, колебательные и электронные спектры молекул. Электрические, магнитные и оптические свойства молекул. Спектры молекул.

Тема 9. Атом во внешнем поле.

Атом во внешнем поле. Связь между механическим и магнитным моментами атомов. Опыт Эйнштейна-де Газа. Расщепление энергетических уровней при помещении атома в магнитное поле. Расщепление линий излучения. Нормальный и аномальный эффект Зеемана. Электронный парамагнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс.

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

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Гайнутдинов, Р.Х. Парадоксы квантовой механики: квантовый парадокс Зенона / Р.Х. Гайнутдинов, А.А. Мутыгуллина. Учебно-методическое пособие для магистрантов первого года обучения физического факультета. Научный редактор - М.Х. Салахов. - 2009. - Казань, КГУ. - 18 с.(1.5 п.л.), 50 экз. - <http://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F1341557413/Zeno.paradox.pdf>

Коновалова О.А., Гайнутдинов Р.Х., Ильин Г.Г., Сибгатуллин М.Э Методические указания к выполнению лабораторной работы по атомной физике ?Гелий-неоновый лазер? //Учебно-методическое пособие.- Казань, 2012, 60 с. - Коновалова О.А., Гайнутдинов Р.Х., Ильин Г.Г., Сибгатуллин М.Э Методические указания к выполнению лабораторной работы по атомной физике ?Гелий-неоновый лазер? //Учебно-методическое пособие.- Казань, 2012, 60 с.

Электронный парамагнитный резонанс. Методические указания к выполнению лабораторных работ по физике атомных явлений/ Р.Х. Гайнутдинов, Г.Г. Ильин, Д.И. Камалова, Е.В. Сарандаев, М.Х. Салахов. Учебно-методическое пособие для студентов третьего курса физического факультета. - 2005. - Казань, КГУ. - 22 с.(1.5 п.л.), 50 экз. - http://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F545596313/ZeemanEff_EPR.pdf

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемому результату обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;

- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Гайнутдинов Р.Х., Калачев А.А., Мутыгуллина А.А., Хамадеев М.А., Салахов М.Х. Взаимодействие атомов с полем лазерного излучения и резонансная флуоресценция. Казань 2013, 32 с. -

<http://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F1215185736/metodichka.VZAIMODEJSTVIE.ATOMOV.S.POLEM..pdf>

Гайнутдинов, Р.Х. Парадоксы квантовой механики: квантовый парадокс Зенона / Р.Х. Гайнутдинов, А.А. Мутыгуллина. Учебно-методическое пособие для магистрантов первого года обучения физического факультета. Научный редактор - М.Х. Салахов. - 2009. - Казань, КГУ. - 18 с.(1.5 п.л.), 50 экз. -

<http://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F1341557413/Zeno.paradox.pdf>

Дополнительные материалы - http://en.wikipedia.org/wiki/Hydrogen_atom

Коновалова О.А., Гайнутдинов Р.Х., Ильин Г.Г., Сибгатуллин М.Э. Методические указания к выполнению лабора-торной работы по атомной физике ?Гелий-неоновый лазер? //Учебно-методическое пособие.- Казань, 2012, 60 с. -

http://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F1793730712/He_Ne.pdf

Электронный парамагнитный резонанс. Методические указания к выполнению лабораторных работ по физике атомных явлений/ Р.Х. Гайнутдинов, Г.Г. Ильин, Д.И. Камалова, Е.В. Сарандаев, М.Х. Салахов. Учебно-методическое пособие для студентов третьего курса физического факультета. - 2005. - Казань, КГУ. - 22 с.(1.5 п.л.), 50 экз. -

http://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F545596313/ZemanEff_EPR.pdf

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	<p>В ходе подготовки к практическим занятиям изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.</p>
самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа включает в себя изучение основной литературы, ознакомление с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. Студентам рекомендуется получить в Библиотечно-информационном центре института учебную литературу по дисциплине, необходимую для эффективной работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины. Успешное освоение курса предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.</p>
экзамен	<p>Для успешной подготовки к экзаменам студенту необходимо посещать лекционные, практические занятия, вести конспектирование учебного материала, изучать основную и дополнительную литературу по курсу предмета. Успешное освоение курса предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.</p>

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 03.03.02 "Физика" и профилю подготовки "Физика квантовых систем и квантовые технологии".

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика квантовых систем и квантовые технологии

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Основная литература:

1. Шпольский, Э. В. Атомная физика : учебник : в 2 томах / Э. В. Шпольский. - 8-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022 - Том 1 : Введение в атомную физику - 2022. - 560 с. - ISBN 978-5-8114-1005-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210398> (дата обращения: 07.09.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Шпольский, Э. В. Атомная физика : учебник : в 2 томах / Э. В. Шпольский. - 6-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022 - Том 2 : Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома - 2022. - 448 с. - ISBN 978-5-8114-1006-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210401> (дата обращения: 07.09.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Фриш, С. Э. Курс общей физики : учебник : в 3 томах / С. Э. Фриш, А. В. Тиморева. - 10-е изд. - Санкт-Петербург : Лань, 2022 - Том 3 : Оптика. Атомная физика - 2022. - 656 с. - ISBN 978-5-8114-0665-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210167> (дата обращения: 07.09.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Паршаков, А. Н. Введение в квантовую физику : учебное пособие / А. Н. Паршаков. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 352 с. - ISBN 978-5-8114-0982-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210335> (дата обращения: 07.09.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Зисман, Г. А. Курс общей физики : учебное пособие : в 3 томах / Г. А. Зисман, О. М. Тодес. - 7-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022 - Том 3 : Оптика. Физика атомов и молекул. Физика атомного ядра и микрочастиц - 2022. - 504 с. - ISBN 978-5-8114-4103-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/206297> (дата обращения: 07.09.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Стерлядкин, В. В. Физика : учебное пособие / В. В. Стерлядкин, К. В. Куликовский, М. В. Лихачёва. - Москва : РТУ МИРЭА, 2022 - Часть 3 : Оптика. Атомная и ядерная физика - 2022. - 73 с. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/240113> (дата обращения: 07.09.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика квантовых систем и квантовые технологии

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.