

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Райхерт Татьяна Николаевна
Должность: Директор
Дата подписания: 16.10.2023 16:18:51
Уникальный программный ключ:
c914df807d771447164c08ee17f8e2f93dde816b

Министерство Просвещения Российской Федерации
Нижнетагильский государственный социально-педагогический институт (филиал)
Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

Факультет естествознания, математики и информатики
Кафедра информационных технологий

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Б1.О.07.03 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Направление подготовки 44.03.05 Педагогическое образование
(с двумя профилями подготовки)

Профили Все профили

Автор Попов С.Е.

Одобрена на заседании кафедры информационных технологий. Протокол от 1 декабря 2022 г. № 4.

Рекомендована к использованию в образовательной деятельности научно-методической комиссией ФЕМИ НТГСПИ(ф)РГППУ. Протокол от 6 декабря 2022 г. № 4.

Нижний Тагил
2022

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и задачи освоения дисциплины.....	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	3
3. Результаты освоения дисциплины.....	3
4. Структура и содержание дисциплины.....	4
4.1. Объем дисциплины и виды контактной и самостоятельной работы.....	4
4.2. Содержание и тематическое планирование дисциплины.....	4
4.3. Содержание разделов (тем) дисциплины.....	6
5. Образовательные технологии.....	9
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение.....	10
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	11

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель: ознакомить студентов с системой фундаментальных физических теорий, теоретически обобщить знания студентов, полученные при изучении общего курса физики, с позиций формирования единой физической картины Мира, сформировать прочную теоретическую основу для преподавания физики в средней школе.

Задачи:

1. Сформировать систему основных понятий, положений, законов и принципов современной теоретической физики.
2. Развить умения применять принципы, законы и математические методы теоретической физики для анализа конкретных физических проблем и протекания реальных процессов, в том числе, в рамках школьного курса физики.
3. Выработать умения и навыки математического моделирования физических явлений при решении задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Важная цель изучения теоретической физики будущим учителем состоит в овладении совокупностью общих ее идей, принципов, законов, общих сведений о строении, движении и взаимодействии объектов окружающего нас материального мира. Эта совокупность и есть физическая картина Мира. Материалы курса призваны показать принципиальную возможность и необходимость изучать физические теории как фрагменты единой картины.

Дисциплина «Теоретическая физика» является частью учебного плана по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки). Она включена в «Предметно-методический модуль» по профилю «Физика».

Дисциплина реализуется в НТГСПИ (ф) РГПУ на кафедре информационных технологий в 9 и 10 семестрах.

Для освоения дисциплины «Теоретическая физика» используются знания и умения, сформированные в процессе изучения всех разделов курса общей физики, а также в ходе изучения дисциплин «Высшая математика» и других разделов математики. Освоение данной дисциплины является необходимой основой для изучения таких дисциплин, как «Астрономия», «Методика обучения физике».

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование и развитие следующих компетенций:

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;

ОПК-2. Способен участвовать в разработке основных и дополнительных образовательных программ, разрабатывать отдельные их компоненты (в том числе с использованием информационно-коммуникационных технологий);

ОПК-8. Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- теоретико-методологическую базу фундаментальных физических теорий;
- основы и особенности математического аппарата различных разделов курса;
- методы решения стандартных задач.

Уметь:

- применять полученные знания в качестве теоретического и технологического средства при организации индивидуальной познавательной деятельности;

– решать стандартные задачи по разделам курса.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды контактной и самостоятельной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. ед. (216 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице. Дисциплина изучается в 9 и 10 семестрах.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Вид работы	Форма обучения
	Очная
	9 и 10 семестры
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	216
Контактная работа, в том числе:	86
Лекции	32
Практические занятия	54
Самостоятельная работа, в том числе:	103
Изучение теоретического курса	40
Самоподготовка к текущему контролю знаний	63
Подготовка к экзамену, сдача экзамена (10 сем.)	27

4.2. Содержание и тематическое планирование дисциплины

Тематический план дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Семестр	Всего, часов	Контактная работа		Самост. работа	Формы текущего контроля успеваемости
			Лекции	Практ. занятия		
Введение к курсу «Основы теоретической физики».	9	4	2	—	2	Опрос
Раздел 1. Классическая механика.	9					
Тема 1. Кинематика точки. Элементы кинематики сложного движения.	9	12	2	3	7	Опрос, доклад на семинаре
Тема 2. Динамика материальной точки.	9	14	2	4	8	Опрос, доклад на семинаре
Тема 3. Общие теоремы динамики материальной точки. Законы сохранения.	9	8	1	3	4	Опрос, доклад на семинаре
Тема 4. Динамика системы материальных точек.	9	9	1	3	5	Опрос, доклад на семинаре
Тема 5. Элементы аналитической механики.	9	13	3	3	7	Опрос, доклад на семинаре
Тема 6. Типичные задачи классической механики.	9	13	3	3	7	Опрос, доклад на семинаре
Раздел 2. Квантовая механика.	9					
Тема 7. Физические основы квантовой механики.	9	6	1	2	3	Опрос, доклад на семинаре
Тема 8. Одномерные задачи квантовой механики.	9	10	1	3	6	Опрос, доклад на семинаре
Тема 9. Математический ап-	9	11	2	3	6	Опрос, доклад

парат и основные законы квантовой механики.						на семинаре
Тема 10. Атом водорода. Спин электрона.	10	6	1	2	3	Опрос, доклад на семинаре
Тема 11. Элементы теории представлений. Теория возмущения.	10	7	1	2	4	Опрос, доклад на семинаре
Тема 12. Элементы теории излучения.	10	6	1	2	3	Опрос, доклад на семинаре
Тема 13. Системы тождественных частиц. Многоэлектронные атомы и молекулы.	10	11	2	3	6	Опрос, доклад на семинаре
Раздел 3. Статистическая физика и термодинамика.	10					
Тема 14. Основные положения статистической физики.	10	9	1	3	5	Опрос, доклад на семинаре
Тема 15. Статистическая термодинамика.	10	15	3	4	8	Опрос, доклад на семинаре
Тема 16. Классическая статистика идеальных газов.	10	7	1	2	4	Опрос, доклад на семинаре
Тема 17. Квантовые статистики идеального газа.	10	11	2	3	6	Опрос, доклад на семинаре
Тема 18. Равновесие фаз и фазовые переходы.	10	6	1	2	3	Опрос, доклад на семинаре
Тема 19. Вопросы теории неравновесных процессов.	10	11	1	4	6	Опрос, доклад на семинаре
Экзамен	10	27			27	
Всего		216	32	54	130	

Практические занятия

№ темы	Наименование практических занятий	Кол-во ауд. часов
	Раздел 1. Классическая механика.	
1	1. Основные понятия кинематики материальной точки (МТ).	2
1	2. Абсолютное, относительное и переносное движения МТ.	2
2	3. Основная задача динамики. Дифференциальные уравнения движения	2
2	4. Уравнение динамики относительного движения МТ.	2
3	5. Закон сохранения импульса и момента импульса.	2
3	6. Закон сохранения полной механической энергии МТ.	2
4	7. Дифференциальные уравнения движения системы МТ.	2
4	8. Теорема об изменении импульса и момента импульса системы МТ.	2
4	9. Полная механическая энергия системы МТ. Задача двух тел.	2
5	10. Уравнения Лагранжа для обобщенно-потенциальных сил.	2
5	11. Функция Гамильтона. Первые интегралы уравнений Лагранжа.	2
5	12. Канонические уравнения Гамильтона. Интегралы уравнений.	2
6	13. Одномерный гармонический осциллятор.	2
6	14. Уравнения движения точки в центрально-симметричном поле.	2
	Раздел 2. Квантовая механика.	
7	15. Гипотеза Планка о квантах. Теория атома Резерфорда - Бора.	1
7	16. Гипотеза де Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.	1

8	17. Волновая функция. Уравнение Шредингера.	1
8	18. Частица в глубокой потенциальной яме. Потенциальный барьер.	1
8	19. Гармонический осциллятор. Свойства одномерного движения.	2
9	20. Линейные самосопряженные операторы и их свойства.	1
9	21. Операторы координат и импульса. Оператор Гамильтона.	1
9	22. Изменение во времени средних значений физических величин.	2
10	23. Атом водорода, его энергетический спектр и волновые функции.	1
10	24. Волновая функция электрона с учетом спина.	1
11	25. Волновые функции и операторы в произвольном представлении.	1
11	26. Стационарная теория возмущений.	1
12	27. Полуклассическая теория излучения. Коэффициенты Эйнштейна.	1
12	28. Соотношение неопределенностей для энергии и времени.	1
13	29. Фермионы и бозоны. Принцип Паули.	1
13	30. Атом гелия. Обменная энергия.	1
13	31. Состояния электронов в атоме. Периодическая система элементов.	2
	Раздел 3. Статистическая физика и термодинамика.	
14	32. Статистическое описание состояний. Функция распределения.	1
14	33. Микроканоническое распределение.	2
15	34. Каноническое распределение Гиббса.	2
15	35. Основное термодинамическое равенство.	2
15	36. Метод термодинамических потенциалов.	2
16	37. Термодинамические функции одноатомного идеального газа.	1
16	38. Теория теплоемкостей одноатомных и двухатомных газов.	1
17	39. Распределения Ферми – Дирака и Бозе – Эйнштейна.	2
17	40. Электронный газ в металлах. Равновесное излучение.	2
18	41. Фазовые переходы.	2
19	42. Молекулярно-кинетическая теория явлений переноса.	2
19	43. Термодинамические потоки и силы.	2
19	44. Критерий эволюции для открытых систем.	1

4.3. Содержание разделов (тем) дисциплины

Введение к курсу «Основы теоретической физики».

Физическая картина Мира. Задачи и структура курса. Предмет и метод теоретической физики. Свойства пространства и времени. Фундаментальные взаимодействия. Законы сохранения. Фундаментальные физические теории.

Раздел 1. Классическая механика.

Тема 1. Кинематика точки. Элементы кинематики сложного движения.

Основные понятия кинематики точки. Векторный, координатный и естественный способы задания движения. Скорость и ускорение движения. Классификация движений точки.

Неподвижная и подвижная системы отсчета. Абсолютное, относительное, переносное движения точки, их кинематические характеристики. Сложение скоростей. Сложение ускорений. Ускорение Кориолиса. Преобразования Галилея.

Тема 2. Динамика материальной точки.

Основания механики Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Масса и сила. Законы Ньютона. Свойства симметрии пространства и времени. Принцип относительности Галилея.

Основная задача динамики. Дифференциальные уравнения движения. Начальные условия. Принцип причинности. Понятие о первых интегралах уравнений движения.

Движение несвободной материальной точки. Понятие связей. Сила реакции связи.

Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции. Уравнение динамики относительного движения точки. Поступательно ускоренные системы отсчета. Понятие о принципе

эквивалентности. Равномерно вращающиеся системы отсчета. Влияние вращения Земли на равновесие и движение тел. Маятник Фуко.

Тема 3. Общие теоремы динамики материальной точки. Законы сохранения.

Теорема об изменении импульса материальной точки. Закон сохранения импульса.

Момент силы. Момент импульса. Теорема об изменении момента импульса материальной точки. Закон сохранения момента импульса.

Работа силы. Потенциальные силы. Потенциальная энергия точки в силовом поле.

Кинетическая энергия. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки. Закон сохранения полной механической энергии материальной точки. Инфинитное и финитное движение.

Тема 4. Динамика системы материальных точек.

Механическая система материальных точек. Внутренние и внешние силы. Замкнутая и изолированная система. Дифференциальные уравнения движения системы. Условия равновесия. Центр масс. Импульс системы. Момент импульса. Кинетическая и потенциальная энергия системы.

Теорема об изменении импульса системы. Закон сохранения импульса. Теорема об изменении момента импульса системы. Закон сохранения момента импульса. Теорема об изменении кинетической энергии системы. Закон сохранения полной механической энергии.

Задача двух тел. Приведенная масса. Движение двух материальных точек в системе центра масс.

Тема 5. Элементы аналитической механики.

Несвободные механические системы. Виртуальные перемещения. Вариации координат и функций. Обобщенные координаты. Принцип виртуальных перемещений. Обобщенные силы.

Принцип Даламбера. Общее уравнение механики. Уравнения Лагранжа.

Потенциальные силы. Лагранжиан. Уравнения Лагранжа для обобщенно-потенциальных сил.

Функция Гамильтона системы. Первые интегралы уравнений Лагранжа. Симметрии пространства и времени и законы сохранения.

Канонические уравнения Гамильтона. Интегралы уравнений Гамильтона. Скобки Пуассона.

Функция Лагранжа и действие. Принцип экстремального действия.

Тема 6. Типичные задачи классической механики.

Одномерный гармонический осциллятор. Малые колебания одномерной консервативной системы вблизи положения устойчивого равновесия. Фазовые траектории гармонического осциллятора. Свободные затухающие колебания при наличии силы вязкого трения. Вынужденные колебания гармонического осциллятора.

Задача Кеплера. Уравнения движения точки в центрально-симметричном поле. Одномерный эффективный потенциал. Движение в поле силы тяготения. Законы Кеплера.

Рассеяние частиц на силовом центре. Сечение рассеяния. Формула Резерфорда.

Раздел 2. Квантовая механика.

Тема 7. Физические основы квантовой механики.

Экспериментальные и теоретические предпосылки квантовой теории. Проблема стабильности атомов. Ультрафиолетовая катастрофа. Гипотеза Планка о квантах. Теория атома Резерфорда - Бора. Гипотеза де Бройля. Корпускулярно-волновой дуализм.

Вероятностное толкование волн де Бройля. Невозможность траекторного описания движения частицы. Волновая функция. Принцип суперпозиции состояний.

Волновой пакет. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Проблема измерения физических величин в микромире.

Тема 8. Одномерные задачи квантовой механики.

Принцип причинности в квантовой механике. Уравнение Шредингера. Стационарные состояния. Плотность потока вероятности. Закон сохранения числа частиц. Волновая функция свободного движения частицы.

Финитное и инфинитное движение. Задача о частице в глубокой потенциальной яме. Прямоугольный потенциальный барьер. Туннельный эффект.

Гармонический осциллятор. Волновые функции. Энергетический спектр. Общие свойства одномерного движения. Квазиклассическое приближение.

Тема 9. Математический аппарат и основные законы квантовой механики.

Разложение функций в ряд и интеграл Фурье. Линейные операторы. Коммутатор операторов. Собственные значения и собственные функции операторов. Линейные самосопряженные операторы и их свойства. Полная ортонормированная система собственных функций.

Операторы и допустимые значения физических величин. Операторы координат и импульса. Оператор Гамильтона. Описание состояния квантовой системы и его изменения со временем. Вероятности отдельных значений физической величины. Вычисление средних значений физических величин. *Условия совместной измеримости различных физических величин. Принцип неопределенности.* Понятие о полном наборе физических величин. *Принцип дополнительности. Проблема измерения в квантовой механике.*

Изменение во времени средних значений физических величин. Квантовые интегралы движения. Уравнения Эренфеста. Предельный переход к классической механике. Законы сохранения и их связь с симметрией пространства-времени.

Тема 10. Атом водорода. Спин электрона.

Общие свойства движения в центрально-симметричном поле. Операторы момента импульса, их собственные функции и собственные значения. Радиальное уравнение Шредингера.

Атом водорода, его энергетический спектр и волновые функции. Классификация состояний с помощью квантовых чисел. *Пространственная структура атома водорода. Водородоподобные системы.*

Гипотеза о спине электрона. Операторы спина, их собственные функции. Волновая функция электрона с учетом спина. Полный набор физических величин для описания состояний электрона в атоме.

Тема 11. Элементы теории представлений. Теория возмущения.

Координатное представление. Волновые функции и операторы в произвольном представлении. Уравнение Шредингера в матричной форме. Стационарная теория возмущений. Понятие о квазиклассическом приближении.

Тема 12. Элементы теории излучения.

Полуклассическая теория излучения. Коэффициенты Эйнштейна. Вероятности переходов под действием внешнего возмущения. Правила отбора для излучения и поглощения света атомом. Соотношение неопределенностей для энергии и времени. Естественная ширина уровней.

Тема 13. Системы тождественных частиц. Многоэлектронные атомы и молекулы.

Принцип тождественности частиц. Симметричные и антисимметричные состояния. Фермионы и бозоны. Принцип Паули. Атом гелия. Обменная энергия. Понятие о методе самосогласованного поля. Классификация состояний электронов в атоме. Периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Молекула водорода. Природа химической связи.

Раздел 3. Статистическая физика и термодинамика.

Тема 14. Основные положения статистической физики.

Микро- и макро- состояния макроскопической системы. Статистическое описание состояний макросистемы. Функция распределения. Макроскопические величины как средние по микросостояниям.

Классическое и квантовое описание состояния системы. Вероятность состояния. Два метода статистической физики. Принцип детального равновесия. Микроканоническое распределение.

Тема 15. Статистическая термодинамика.

Статистическое распределение для системы в термостате. Каноническое распределение Гиббса. Свойства канонического распределения. Энтропия. Квазиклассическое приближение. Основные применения распределения Гиббса. *Энергия идеального одноатомного газа.*

Первое начало термодинамики (ПНТ). Статистическое обоснование ПНТ.

Обратимые и необратимые процессы. Энтропия в термодинамике. Второе начало термодинамики (ВНТ) для обратимых процессов. Основное термодинамическое равенство. Принцип возрастания энтропии. Статистический смысл ВНТ. Границы применимости законов классической термодинамики.

Методы термодинамики. Метод циклов. Метод термодинамических потенциалов. Внутренняя энергия, свободная энергия, энтропия, энтальпия, термодинамический потенциал Гиббса. Соотношение термодинамических величин. *Экспериментальное определение термодинамических потенциалов.* Связь термодинамических функций со статистической суммой. Вывод основного термодинамического тождества.

Химический потенциал. Каноническое распределение Гиббса для систем с переменным числом частиц.

Тема 16. Классическая статистика идеальных газов.

Статистическая сумма идеального газа. Термодинамические функции и уравнения состояния одноатомного идеального газа. *Распределения Максвелла и Больцмана.*

Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Классическая теория теплоемкостей. Квантовая теория теплоемкостей одноатомных и двухатомных газов.

Тема 17. Квантовые статистики идеального газа.

Распределения Ферми – Дирака и Бозе – Эйнштейна. Критерий вырождения газа. Условия перехода к классической статистике. Поведение Ферми и Бозе газов при низких температурах. Статистика электронного газа в металлах. Равновесное электромагнитное излучение.

Тема 18. Равновесие фаз и фазовые переходы.

Фаза. Условия равновесия фаз и его устойчивость. Фазовые переходы первого рода. Кривая равновесия фаз. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Критическая точка. Равновесие трех фаз вещества, тройная точка. Диаграмма состояния вещества. Фазовые переходы второго рода. Применение термодинамических функций для изучения фазовых переходов.

Тема 19. Вопросы теории неравновесных процессов.

Молекулярно-кинетическая теория явлений переноса. Среднее число столкновений и средняя длина свободного пробега молекул. Диффузия. Вязкость. Теплопроводность.

Локальное равновесие. Производство энтропии. Термодинамические потоки и силы. Кинетические коэффициенты. Явления переноса. Соотношения взаимности Онсагера. Критерий эволюции для открытых систем.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Проблемное, практико-ориентированное обучение. Математическое моделирование физических явлений, практикум по решению задач.

При реализации образовательной программы с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения:

- состав видов контактной работы по дисциплине (модулю), при необходимости, может быть откорректирован в направлении снижения доли занятий лекционного типа и соответствующего увеличения доли консультаций (групповых или индивидуальных) или иных видов контактной работы;

- информационной основой проведения учебных занятий, а также организации самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) являются представленные в электронном виде методические, оценочные и иные материалы, размещенные в электрон-

ной информационно-образовательной среде (ЭИОС) филиала, в электронных библиотечных системах и открытых Интернет-ресурсах;

– взаимодействие обучающихся и педагогических работников осуществляется с применением ЭИОС филиала и других информационно-коммуникационных технологий (видеоконференцсвязь, облачные технологии и сервисы, др.);

– соотношение контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю) может быть изменено в сторону увеличения последней, в том числе самостоятельного изучения теоретического материала.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБСПЕЧЕНИЕ

Основная литература:

1. Ансельм, А. И. Основы статистической физики и термодинамики : учебное пособие / А. И. Ансельм. — 2-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-0756-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210215> (дата обращения: 18.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Савельев, И. В. Основы теоретической физики : учебник для вузов / И. В. Савельев. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Том 1 : Механика. Электродинамика — 2022. — 496 с. — ISBN 978-5-8114-9042-4 (том 1), 978-5-8114-0618-0 (общий). — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/183764> (дата обращения: 18.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Савельев, И. В. Основы теоретической физики. В 2-х тт. Том 2. Квантовая механика : учебник для вузов / И. В. Савельев. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-9395-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/193423> (дата обращения: 18.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

4. Аплеснин, С. С. Задачи и тесты по оптике и квантовой механике : учебное пособие / С. С. Аплеснин, Л. И. Чернышова, Н. В. Филенкова. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 336 с. — ISBN 978-5-8114-1231-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210797> (дата обращения: 18.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Кузнецов, С. И. Курс физики с примерами решения задач : учебное пособие / С. И. Кузнецов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022 — Часть III : Оптика. Основы атомной физики и квантовой механики. Физика атомного ядра и элементарных частиц — 2022. — 336 с. — ISBN 978-5-8114-1719-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211748> (дата обращения: 18.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. 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: 18.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

<http://fizzzika.narod.ru>

<http://www.school.mipt.ru>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционная аудитория – 209А.
2. Мультимедиапроектор.
3. Кодограммы, учебные фильмы и таблицы, презентации к лекциям и семинарам.