|  |
| --- |
| МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  федеральное государственное АВТОНОМНОЕ образовательное учреждение высшего образования  «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» |
| **Озерский технологический институт –**  филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  **(ОТИ НИЯУ МИФИ)** |

|  |
| --- |
| «УТВЕРЖДАЮ» |
| Зам. директора ОТИ НИЯУ МИФИ |
| О.В. Федорова |
| «30» августа 2021 |
|  |
|  |

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Физика**

|  |  |
| --- | --- |
| Направление подготовки (специальность) | 13.03.02 |
|  | «Электроэнергетика и электротехника»» |
| Профиль подготовки (при его наличии) |  |
|  | Электроснабжение |
| Наименование образовательной программы (специализация) |  |
|  |  |
| Квалификация (степень) выпускника | бакалавр |
|  |  |
| Форма обучения | очная |

г. Озерск, 2021 г.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Семестр | Трудоем-кость.,  кр. | Общий  объем курса,  час. | Лекции,  час. | Практич.  занятия,  час. | Лаборат.  работы,  час. | СРС,  час. | Контроль,  час. | Интер.,  час. | Форма  Контроля,  Экз./зачет |
| 4 | 16 | 576 | 118 | 106 | 104 | 104 | 144 |  | экзамен |

АННОТАЦИЯ

Рабочая программа дисциплины «Физика» составлена в соответствии с требованиями ФГОС по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника» и уровню высшего образованияБакалавр, утверждённый приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 №913; образовательного стандарта высшего образования НИЯУ МИФИ, утверждённого решением Учёного совета федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (НИЯУ МИФИ) Протокол №18/03 от 31.05.2018 (далее - ОС НИЯУ МИФИ), актуализирован решением Учёного совета НИЯУ МИФИ (протокол №21/11 от 27.07.2021);

Физика создаёт универсальную базу для изучения общепрофессиональных и специальных дисциплин, закладывает фундамент для изучения технических дисциплин. Она даёт цельное представление о физических законах окружающего мира в их единстве и взаимосвязи, вооружает бакалавров необходимыми знаниями для решения научно-технических задач в теоретических и прикладных аспектах

1. **Цели освоения учебной дисциплины**

Целями освоения учебной дисциплины физика являются

- формирование личности студентов, развитие их интеллекта и способностей к логическому мышлению;

- знание сущности физических законов и явлений, умение истолковать физический смысл величин и понятий, а также умение применять теоретический материал к решению задач, используя стандартный математический аппарат;

- умение проводить простейшие эксперименты и измерения физических величин, анализировать результаты экспериментов, оценивать точность полученных результатов;

- выработка навыков самостоятельного изучения литературы по физике.

**2. Место учебной дисциплины в структуре ООП**

Данная дисциплина относится к циклу естественнонаучных дисциплин.

Для усвоения курса физики студентам необходимо знание элементарной математики в объеме средней школы, а также основ векторной алгебры, математического анализа и теории обыкновенных дифференциальных уравнений.

Студент должен уметь решать алгебраические уравнения, знать свойства элементарных функций, уметь строить их графики, уметь вычислять производные и интегралы, решать простейшие дифференциальные уравнения, выполнять простейшие приближённые вычисления с помощью дифференциала.

Курс является фундаментом для изучения теоретической механики, электротехники, электроники, физических основ получения информации и других инженерных дисциплин.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

|  |  |
| --- | --- |
| **Код и наименование компетенции** | **Код и наименование индикатора достижения компетенции** |
| УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | З-УК-1 Знать методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа  У-УК-1 Уметь применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников  В-УК-1 Владеть методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач |
| УКЕ-1 Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах | З-УКЕ-1 Знать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования  У-УКЕ-1 Уметь использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчётные задачи  В-УКЕ-1 Владеть методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчёта характеристик физических систем, основными приёмами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами |
| ОПК-3 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач | З-ОПК-3 Знать: математический аппарат, физические законы необходимые для решения профессиональных задач в области электроэнергетики и электротехники, основные теоретические положения смежных естественнонаучных дисциплин  У-ОПК-3 Уметь: определять необходимость привлечения дополнительных знаний из специальных разделов математических и естественнонаучных дисциплин для решения профессиональных задач, применять полученные теоретические знания и математический аппарат для самостоятельного освоения специальных разделов математики и естественнонаучных дисциплин, необходимых в профессиональной деятельности, применять знания математики и естественнонаучных дисциплин для анализа и моделирования систем электроэнергетики и электротехники  В-ОПК-3 Владеть: навыками использования теоретических основ базовых разделов математики и естественнонаучных дисциплин при решении задач в области электроэнергетики и электротехники |

1. **СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 16 з.е., 576 часов.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Название дисциплины | **Физика** | | | |
| 2 | Семестры | 1234 | | | |
| 3 | Объем часов | всего | аудиторных | сам. работа | Контроль |
| 576 | 328 | 104 | 144 |
| 4 | Распределение числа часов по семестрам и видам занятий | лекции | лаб. работы | пр. занятия | Контроль |
| 118 | 104 | 106 | 144 |
| 5 | Форма отчётности | Экзамен (1234) | | | |
| 6 | Трудоёмкость (в ЗЕТ) | 16 | | | |
| 7 | В интерактивной форме (час.) |  | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Раздел учебной дисциплины | | Недели | Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах) | | |  | Текущий контроль успеваемости *(неделя, форма)* | Аттестация раздела *(неделя, форма)* | Максимальный балл за раздел \* |
| Лекции | Практ. занятия/ семинары | Лаб. работы | СРС |
|  | | 1 семестр (4 з.е.) | | | | | | | | |
| 1 | Кинематика | | 1-2 | 4 | 4 | 0 | 5 | семинар,  приём ЛР | 7-8 недели приём домашнего задания (ДЗ) | 5 |
| 2 | Динамика материальной точки. Законы сохранения в механике | | 3-7 | 6 | 6 | 8 | 5 | семинар,  приём ЛР | 7-8 недели  контр. раб. (КР)  ДЗ по разд. 1-2  приём ЛР | 12 |
| 3 | Движение твёрдого тела | | 8-10 | 8 | 8 | 8 | 8 | семинар,  приём ЛР | 13-14 недели  приём ДЗ, приём ЛР | 20 |
| 4 | Силы инерции | | 11 | 2 | 2 | 0 | 2 | семинар | 13-14 недели  приём ДЗ  КР по разд. 3-4 | 6 |
| 5 | Колебания | | 12-14 | 4 | 4 | 10 | 4 | семинар,  приём ЛР | 17 недели  приём ДЗ,  приём ЛР | 4 |
| 6 | Основы СТО | | 15-17 | 4 | 4 | 0 | 2 | семинар | 17 недели приём ДЗ  по разд 5-6 | 3 |
| Итого за 1 семестр: | | |  | 28 | 28 | 26 | 26 |  |  | 50 |
|  | | Экзамен | | | | | | | | 50 |
|  | | Итого макс. балл: | | | | | | | | 100 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Раздел учебной дисциплины | | Недели | Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах) | | | | Текущий контроль успеваемости *(неделя, форма)* | Аттестация раздела *(неделя, форма)* | Максимальный балл за раздел \* |
| Лекции | Практ. занятия/ семинары | Лаб. работы | СРС |
|  | | 2 семестр (4 з.е.) | | | | | | | | |
| 1 | Основные положения молекулярно-кинетической теории. Температура. Идеальный газ. Распределения Максвелла и Больцмана. | | 1-3 | 4 | 4 | 4 | 5 | семинар,  приём ЛР | 5-6 недели  контр. раб.  (КР)  приём ДЗ  по разд. 1-2  приём ЛР | 10 |
| 2 | 1-е начало термодинамики. Термодинамика идеальных газов. Теплоёмкость твёрдых тел. | | 4-5 | 4 | 4 | 4 | 4 | семинар,  приём ЛР | 10 |
| 3 | Тепловые процессы. 2-е начало термодинамики. Энтропия. | | 6-7 | 4 | 4 | 2 | 3 | семинар,  приём ЛР | 10-11 недели  приём ДЗ и КР по разд. 3-5 на 8 неделе,  приём ЛР | 8 |
| 4 | Фазовые превращения. | | 7-8 | 2 | 2 | 4 | 3 | семинар,  приём ЛР | 6 |
| 5 | Неидеальные газы. | | 9-10 | 4 | 4 | 0 | 3 | семинар | 4 |
| 6 | Явления переноса. Коэффициенты переноса в идеальных газах. | | 11-12 | 2 | 2 | 4 | 3 | семинар,  приём ЛР | 15-16 недели приём ДЗ  по разд. 6-9 приём ЛР | 2 |
| 7 | Движение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли. Вязкие жидкости. Турбулентность. | | 13-14 | 2 | 2 | 4 | 2 | семинар,  приём ЛР | 4 |
| 8 | Поверхностное натяжение. | | 14-15 | 4 | 4 | 4 | 2 | семинар,  приём ЛР | 4 |
| 9 | Упругие свойства твёрдых тел. | | 16-17 | 2 | 2 | 0 | 1 | семинар,  приём ЛР | 2 |
| Итого за 2 семестр: | | |  | 28 | 28 | 26 | 26 |  |  | 50 |
|  | | Экзамен | | | | | | | | 50 |
|  | | Итого макс. балл: | | | | | | | | 100 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Раздел учебной дисциплины | | Недели | Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах) | | | | Текущий контроль успеваемости *(неделя, форма)* | Аттестация раздела *(неделя, форма)* | Максимальный балл за раздел \* |
| Лекции | Практ. занятия/ семинары | Лаб. работы | СРС |
|  | | 3 семестр (4 з.е.) | | | | | | | | |
| 1 | Электрическое поле в вакууме. Теорема Гаусса. Потенциал. | | 1-3 | 4 | 4 | 2 | 2 | семинар,  приём ЛР | 5-6 недели  контр. раб.  (КР),  приём ДЗ  по разд. 1-2  на 6-7 неделях, приём ЛР | 8 |
| 2 | Электрическое поле в веществе. Электроёмкость. Энергия электрического поля. | | 4-5 | 6 | 4 | 4 | 4 | семинар,  приём ЛР | 10 |
| 3 | Постоянный ток. Сила и плотность тока. Сторонние силы. ЭДС. Работа и мощность тока. | | 6 | 2 | 2 | 4 | 2 | семинар,  приём ЛР | 10-11 недели  приём ДЗ и КР по разд. 3-5,  приём ЛР | 6 |
| 4 | Магнитное поле в вакууме. Сила Лоренца. Вектор магнитной индукции. Теорема о циркуляции вектора **В** | | 7 | 2 | 2 | 4 | 2 | семинар,  приём ЛР  8 неделя КР по разд. 3-5 | 8 |
| 5 | Магнитное поле в веществе. Теорема о циркуляции в веществе. | | 8-9 | 2 | 2 | 4 | 2 | семинар,  8 неделя КР по разд. 3-5 | 6 |
| 6 | Явление электромагнитной индукции. Индуктивность контура. Энергия магнитного поля. Электрические машины. | | 10-11 | 2 | 2 | 4 | 2 | семинар,  приём ЛР | Приём ДЗ по разд. 6-9,  на 15-16 неделях,  приём ЛР | 4 |
| 7 | Уравнения Максвелла. Вектор Пойнтинга. Электромагнитные волны. Законы геометрической оптики. | | 12-13 | 2 | 2 | 4 | 2 | семинар,  приём ЛР | 2 |
| 8 | Волны в струне. Звуковые волны. Гравитационные и капиллярные волны на воде. | | 14 | 2 | 2 | 2 | 2 | семинар,  приём ЛР | 2 |
| 9 | Интерференция. Когерентность. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция. Поляризация света. Формулы Френеля. Дисперсия света. Поглощение и рассеяние света. | | 15-17 | 8 | 6 | 2 | 8 | семинар,  приём ЛР | 4 |
| Итого за 3 семестр: | | |  | 30 | 26 | 30 | 26 |  |  | 50 |
|  | | Экзамен | | | | | | | | 50 |
|  | | Итого макс. балл: | | | | | | | | 100 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Раздел учебной дисциплины | | Недели | Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах) | | | | Текущий контроль успеваемости *(неделя, форма)* | Аттестация раздела *(неделя, форма)* | Максимальный балл за раздел \* |
| Лекции | Практ. занятия/ семинары | Лаб. работы |  |
|  | | 4 семестр (4 з.е.) | | | | | | | | |
|  | Тепловое излучение. Формула Планка. Термодинамика излучения | | 1-2 | 2 | 4 | 4 | 2 | семинар,  приём ЛР | 5-6 недели  приём ДЗ  по разд. 1-2  приём ЛР | 4 |
|  | Корпускулярные свойства света | | 3 | 2 | 4 | 0 | 2 | семинар,  приём ЛР | 4 |
|  | Ядерная модель атома. Боровская теория водородоподобных атомов. | | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | семинар,  приём ЛР | 10-11 недели  приём ДЗ, КР по разд. 3-5 на 8 неделе,  приём ЛР | 4 |
|  | Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Гипотеза де Бройля. Волновая функция микрочастиц. Операторы квантовой механики. | | 5 | 2 | 2 | 0 | 2 | семинар,  приём ЛР | 6 |
|  | Уравнение Шредингера. | | 6-7 | 4 | 4 | 0 | 2 | семинар | 8 |
|  | Момент импульса в квантовой механике. Спин. Принцип Паули. | | 8 | 2 | 2 | 0 | 2 | семинар,  приём ЛР | Приём ДЗ по разд. 6-13 на 15-16 неделях, приём ЛР | 6 |
|  | Строение многоэлектронных атомов. Тонкая структура спектральных линий. Правила отбора для излучения. | | 9 | 2 | 2 | 0 | 2 | семинар,  приём ЛР | 4 |
|  | Строение и тепловые свойства твёрдых тел. Распределение Ферми. | | 10 | 2 | 2 | 0 | 2 | семинар | 4 |
|  | Термоэлектрические явления | | 11 | 2 | 0 | 4 | 1 | семинар,  приём ЛР | 2 |
| 10. | Магнетизм. Сверхпроводимость. | | 12 | 4 | 0 | 2 | 2 | семинар | 2 |
| 11. | Полупроводники | | 13 | 2 | 0 | 2 | 3 | семинар,  приём ЛР | 3 |
| 12. | Строение атомного ядра. Распад ядра. | | 14 | 4 | 2 | 0 | 2 | семинар,  приём ЛР | 1 |
| 13. | Взаимодействие ядерных излучений с веществом. | | 15 | 1 | 2 | 4 | 1 | семинар,  приём ЛР | 1 |
| 14. | Основы физики ядерных реакторов. | | 16-17 | 1 | 0 | 0 | 1 |  | 1 |
| Итого за 4 семестр: | | |  | 32 | 26 | 20 | 26 |  |  | 50 |
|  | | Экзамен | | | | | | | | 50 |
|  | | Итого макс. балл: | | | | | | | | 100 |

**Наименование тем и содержание лекционных занятий**:

**Семестр № 1**

**ЛЕКЦИИ**

**Лекция 1**

Материальная точка. Описание движения материальной точки. Система отсчёта. Траектория. Радиус-вектор точки. Перемещение. Средняя скорость. Мгновенная скорость. Проекция скорости на координатные оси. Модуль скорости. Путь, проходимый точкой при неравномерном движении. Ускорение материальной точки. Нормальное и тангенциальное ускорение.

**Лекция 2**

Кинематика вращательного движения. Угловые скорость и ускорение. Векторное произведение. Связь между линейной и угловой скоростями и ускорениями. Относительность движения. Правило сложения скоростей. Принцип относительности Галилея. Инерциальные системы отсчёта. Импульс точки и системы. Закон сохранения импульса.

**Лекция 3**

Сила. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона. Центр инерции системы частиц. Теорема о движении центра инерции. Работа. Кинетическая энергия. Ц-система. Внутренняя энергия системы частиц. Теорема Кёнига.

**Лекция 4**

Поле. Потенциальные силы. Потенциальная энергия. Связь между силой и потенциальной энергией. Критерий устойчивости равновесия материальной точки. Закон сохранения энергии. Границы движения частицы в потенциальном поле. Непотенциальные силы. Теорема об изменении полной энергии.

**Лекция 5**

Момент импульса. Момент силы. Связь между ними. Закон сохранения момента импульса. Преобразование моментов при изменении начала отсчёта. Движение в центральном поле. Закон всемирного тяготения. Потенциальная энергия в поле тяготения. Законы Кеплера. Космические скорости.

**Лекция 6**

Движение твёрдого тела. Разложение плоского движения твёрдого тела на поступательное и вращательное. Кинетическая энергия вращающегося твёрдого тела. Момент инерции. Моменты инерции простейших тел. Теорема Штейнера.

**Лекция 7**

Момент импульса твёрдого тела. Главные оси инерции. Уравнение движения вращающегося тела. Уравнения динамики произвольного движения твёрдого тела. Гироскопы.

**Лекция 8**

Равнодействующая сила. Точка приложения равнодействующей. Пара сил. Центр тяжести тела. Уравнения равновесия твёрдого тела.

**Лекция 9**

Движение в неинерциальных системах отсчёта. Силы инерции. Их эквивалентность силам тяготения. Силы инерции во вращающейся системе отсчёта.

**Лекция 10**

Колебания. Гармонические колебания. Уравнение гармонических колебаний. Упругий маятник. Амплитуда, фаза и частота колебаний. Математический и физический маятники. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний. Фигуры Лиссажу.

**Лекция 11**

Затухающие колебания. Уравнение затухающих колебаний. Декремент затухания. Добротность. Апериодическое движение. Вынужденные колебания. Уравнение вынужденных колебаний. Резонанс. Движение вблизи резонанса. Биения.

**Лекция 12**

Основы специальной теории относительности. Принцип относительности Эйнштейна. Интервал. Инвариантность интервала. Преобразования Лоренца. Изменение длин и промежутков времени в СТО. Правило сложения скоростей в СТО.

**Лекция 13**

Энергия и импульс в СТО. Частицы с нулевой массой. Столкновения релятивистских частиц. Основные представления общей теории относительности.

**Лекция 14**

Однородность и изотропность пространства-времени и законы сохранения в механике.

**ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ**

1. Кинематика материальной точки и вращательного движения.
2. Динамика точки.
3. Закон сохранения импульса.
4. Работа. Мощность. Кинетическая энергия.
5. Движение в потенциальном поле. Закон сохранения энергии. Столкновения частиц.
6. Контрольная работа (1час). Момент импульса точки и момент силы. Закон сохранения момента импульса.
7. Движение в центральном поле.
8. Вращение твёрдого тела.
9. Сложное движение твёрдого тела.
10. Силы инерции.
11. Контрольная работа.
12. Гармонические колебания. Физический маятник. Энергия колебаний.
13. Кинематика СТО.
14. Энергия и импульс в СТО.

В течение семестра студенты выполняют домашнее задание, которое выдаётся на первой неделе и сдаётся по частям в течение семестра.

**Лабораторные занятия. Их содержание и объем в часах.**

По разделу **Механика** каждый студент должен выполнить в течение семестра 6 лабораторные работы из следующего перечня:

1. Определение плотности твёрдых тел и жидкостей.
2. Измерение ускорения свободного падения.
3. Центральный удар шаров.
4. Проверка закона сохранения импульса.
5. Определение скорости полёта пули при помощи баллистического маятника.
6. Измерение момента инерции с помощью маятника Максвелла
7. Измерение момента инерции с помощью маятника Обербека
8. Определение коэффициента трения качения методом наклонного маятника
9. Определение момента инерции и проверка теоремы Штейнера.
10. Определение момента инерции маховика методом колебаний
11. Изучение колебаний математического и упругого маятников
12. Определение ускорения силы тяжести с помощью оборотного маятника
13. Изучение затухающих колебаний физического маятника.

**Семестр № 2**

**ЛЕКЦИИ**

**Лекция 1**.

Основные представления молекулярно-кинетической теории. Число Авогадро. Размеры и масса молекул. Броуновское движение. Абсолютная температура. Постоянная Больцмана. Уравнение кинетической теории газов для давления. Газовые законы. Универсальная газовая постоянная.

**Лекция 2.**

Идеальный газ во внешнем поле. Формула Больцмана. Барометрическая формула. Опыт Штерна. Распределение молекул по скоростям. Распределение Максвелла. Средняя арифметическая, средняя квадратичная и наиболее вероятная скорости молекул.

**Лекция 3.**

Основные представления термодинамики. Состояние системы. Процесс. Внутренняя энергия системы. Работа и количество тепла. Первое начало термодинамики.

Внутренняя энергия и теплоёмкость идеального газа. Энергия многоатомных молекул. Недостаточность классической теории теплоёмкости газов.

**Лекция 4.**

Классическая теория теплоёмкости твёрдых тел. Закон Дюлонга и Пти. Тепловое расширение твёрдых тел.

**Лекция 5.**

Политропические процессы. Работа, совершаемая идеальным газом в политропических процессах.

**Лекция 6.**

Обратимые и необратимые процессы. Тепловые машины. КПД тепловых машин. Цикл Карно. Второе начало термодинамики. КПД идеальных и неидеальных тепловых машин.

**Лекция 7.**

Неравенство Клаузиуса. Энтропия. Теорема Нернста и следствия из нее. Энтропия и вероятность. Статистический смысл второго начала термодинамики.

**Лекция 8.**

Явления переноса. Коэффициенты переноса. Связь между ними. Средняя длина свободного пробега молекул в газах. Ее зависимость от давления и температуры.

Диффузия в газах. Внутреннее трение и теплопроводность газов. Соотношения между кинетическими коэффициентами в газах. Ультраразреженные газы. Процессы переноса в ультраразреженных газах.

**Лекция 9.**

Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона − Клаузиуса. Испарение и конденсация. Критическое состояние вещества. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Кристаллизация и плавление. Понятие о фазовых переходах второго рода.

**Лекция 10.**

Реальные газы. Отступление от идеальности газов. Уравнение Ван-дер-Ваальса и изотермы реальных газов. Расслоение на две фазы. Критические величины и их связь с параметрами уравнения Ван-дер-Ваальса. Приведённое уравнение Ван-дер-Ваальса и следствия из него. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса.

**Лекция 11.**

Методы получения низких температур. Процесс Джоуля-Томсона. Температура инверсии.

Стационарный поток. Уравнение Бернулли. Гидростатика. Гидродинамика. Уравнение неразрывности. Давление в потоке жидкости. Возникновение волн на поверхности жидкости.

**Лекция 12.**

Движение вязкой жидкости. Формула Стокса. Число Рейнольдса. Турбулентность. Понятие о методах подобия и размерностей в гидродинамике.

**Лекция 13.**

Свободная поверхностная энергия. Механизм возникновения поверхностного натяжения. Термодинамика поверхностного натяжения. Капиллярные явления. Краевые углы, смачивание и несмачивание. Давление под изогнутой поверхностью жидкости. Влияние капиллярных явлений на протекание фазовых переходов. Природа метастабильных состояний. Капиллярные волны.

**Лекция 14.**

Симметрия твёрдых тел. Кристаллические решётки. Упругость твёрдых тел. Закон Гука. Модуль Юнга. Модуль Пуассона. Сдвиг. Модуль сдвига. Всестороннее сжатие. Дефекты в кристаллах: примеси, вакансии, дислокации. Пластическая деформация.

**ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.**

1. Основные представления молекулярно-кинетической теории. Уравнение состояния идеального газа.
2. Формула Больцмана.
3. Распределение Максвелла.
4. Число ударов молекул газа о единицу площади поверхности стенки в единицу времени. Средняя энергия поступательного движения, сталкивающихся со стенкой.
5. Контрольная работа.
6. Теплоёмкость. Работа, совершаемая газом в различных процессах. Первое начало термодинамики.
7. Второе начало термодинамики. Энтропия. Круговые процессы.
8. Контрольная работа.
9. Явления переноса.
10. Фазовые переходы.
11. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
12. Гидродинамика.
13. Поверхностное натяжение. Капиллярные явления.
14. Упругость твёрдых тел. Закон Гука. Модуль Юнга. Модуль Пуассона.

Домашние задания сдаются на 4, 9, 14 неделях.

**ЛАБОРАТОРНЫЕРАБОТЫ.**

По разделу «Молекулярная физика» в течение семестра по индивидуальному графику каждый студент должен выполнить 6 лабораторных работ из следующего перечня:

1. Проверка законов идеального газа.
2. Измерение отношения Cp/Cv для воздуха.
3. Изучение распределения Максвелла на механической модели
4. Измерение коэффициента вязкости воздуха по истечению из капилляра.
5. Измерение вязкости жидкости капиллярным вискозиметром Пинкевича.
6. Измерение вязкости жидкости методом Стокса.
7. Измерение удельной теплоёмкости твёрдых тел калориметрическим методом.
8. Измерение коэффициента теплового расширения твёрдых тел.
9. Измерение температуры плавления и кристаллизации твёрдых тел.
10. Измерение удельной теплоты испарения воды.
11. Измерение коэффициента теплопроводности твёрдых тел.
12. Измерение коэффициента поверхностного натяжения методом взвешивания капель.
13. Измерение коэффициента поверхностного натяжения жидкости по высоте поднятия в капиллярных трубках.
14. Изучение зависимости коэффициента поверхностного натяжения от температуры.
15. Измерение коэффициента поверхностного натяжения жидкости методом отрыва кольца.
16. Измерение модуля сдвига динамическим методом.
17. Измерение модуля Юнга по изгибу стержня.
18. Моделирование броуновского движения на ЭВМ.
19. Молекулярная динамика (компьютерная лаб. работа)

**Семестр № 3**

**ЛЕКЦИИ**

**Лекция 1**

Электрический заряд. Закон сохранения заряда. Закон Кулона. Системы единиц в электростатике. Напряжённость электрического поля. Принцип суперпозиции полей. Силовые линии электрического поля.

Теорема Гаусса для электрического поля в вакууме. Поле заряженной плоскости, заряженной сферы.

**Лекция 2**

Работа сил поля. Потенциальность электростатического поля. Теорема о циркуляции вектора напряжённости электрического поля. Потенциал. Связь между напряжённостью поля и потенциалом. Энергия системы зарядов.

**Лекция 3**

Проводники в электростатическом поле. Условия на поверхности проводника. Электроёмкость проводника. Энергия заряженного проводника. Конденсаторы. Энергия заряженного конденсатора. Энергия электрического поля.

**Лекция 4**

Электрический диполь. Поле диполя. Силы, действующие на диполь. Диэлектрики. Вектор поляризации. Теорема Гаусса в диэлектрике. Вектор электрической индукции. Граничные условия на поверхности раздела двух диэлектриков. Диэлектрическая проницаемость вещества. Энергия электрического поля в веществе. Сегнетоэлектрики. Петля гистерезиса. Температура Кюри.

**Лекция 5**

Постоянный ток. Сила и плотность тока. Уравнение непрерывности. Закон Ома в интегральной и дифференциальной формах. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца. Сторонние силы. ЭДС. Законы Кирхгофа.

**Лекция 6**

Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Сила Лоренца. Движение зарядов в магнитном поле. Эффект Холла. Силы, действующие на контур с током в магнитном поле. Магнитный момент контура с током. Энергия контура с током в магнитном поле.

**Лекция 7**

Закон Био - Савара -Лапласа. Магнитное поле прямого и кругового токов. Взаимодействие токов. Закон Ампера. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции. Поле в соленоиде.

**Лекция 8**

Описание магнитного поля в веществе. Вектор намагниченности. Теорема о циркуляции магнитного поля в веществе. Вектор напряжённости магнитного поля. Граничные условия на поверхности раздела двух магнетиков. Магнитная проницаемость вещества. Диа–, пара–, и ферромагнетики.

**Лекция 9**

Явление электромагнитной индукции. ЭДС индукции. Правило Ленца. Индуктивность контура. Установление тока в цепи. Энергия магнитного поля. Взаимная индукция контуров.

**Лекция 10**

Ток смещения. Уравнения Максвелла. Закон сохранения энергии в системе "заряды + поле". Вектор Пойнтинга. Вывод волнового уравнения из уравнений Максвелла. Показатель преломления среды. Плоские электромагнитные волны. Отражение и преломление волн на границе раздела двух сред.

**Лекция 11**

Поляризация света. Степень поляризации. Поляризация при отражении и преломлении. Формулы Френеля. Угол Брюстера. Изменение фазы отражённого луча. Поток энергии при полном отражении. Поляризация при двойном лучепреломлении. Обыкновенный и необыкновенный лучи.

**Лекция 12**

Интерференция. Когерентность. Способы получения когерентных источников. Опыт Юнга. Интерференция в тонких плёнках. Кольца Ньютона.

**Лекция 13**

Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля. Дифракция Френеля на круглом отверстии и экране. Дифракция Френеля на щели. Спираль Корню. Разрешающая способность оптических приборов.

**Лекция 14**

Дифракционная решётка. Дисперсия и разрешающая способность решётки. Дифракция рентгеновских лучей. Формула Вульфа-Брэгга.

**Лекция 15**

Волновые процессы. Звуковые волны. Колебания струн и пластин. Волны в длинных линиях.

**ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.**

1. Напряжённость электрического поля. Принцип суперпозиции. Поле шара, сферы, бесконечной нити, плоскости.
2. Теорема Гаусса для вектора напряжённости электрического поля.
3. Потенциал электрического поля. Энергия системы зарядов.
4. Проводники в электрическом поле. Метод зеркальных изображений.
5. Диэлектрики в электрическом поле.
6. Контрольная работа (1 час). Постоянный ток. Правила Кирхгофа.
7. Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях.
8. Закон Био - Савара - Лапласа. Теорема о циркуляции вектора индукции магнитного поля.
9. Магнитное поле в веществе.
10. Явление электромагнитной индукции.
11. Контрольная работа (1 час). Электромагнитные волны.
12. Интерференция света. Дифракция Френеля.
13. Дифракция Фраунгофера. Дифракционная решётка. Разрешающая способность оптических приборов.

В течение семестра студенты выполняют домашнее задание, которое выдаётся на первой неделе и сдаётся по частям в течение семестра.

**ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ**

По разделу **Электричество и магнетизм** каждый студент должен выполнить 4 лабораторные работы по индивидуальному графику из следующего перечня:

1. Изучение электростатического поля
2. Компьютерное моделирование электрических полей точечных зарядов
3. Измерение ёмкости конденсатора
4. Измерение температуры кюри сегнетоэлектрика
5. Изучение гистерезиса сегнетоэлектрика
6. Исследование цепи постоянного тока
7. Измерение величины постоянного магнитного поля
8. Измерение магнитной восприимчивости диа- и парамагнетиков
9. Определение температуры кюри ферромагнетика
10. Изучение гистерезиса ферромагнетика
11. Измерение магнитной проницаемости ферромагнетика
12. Компьютерное моделирование ферромагнетиков
13. Измерение удельного заряда электрона
14. Измерение индуктивности катушки
15. Резонанс в колебательном контуре
16. Изучение трансформатора
17. Изучение тока смещения

По разделу **Оптика** каждый студент должен выполнить 3 лабораторные работы по индивидуальному графику из следующего перечня:

1. Определение длины световой волны с помощью колец Ньютона.
2. Определение длины световой волны с помощью бипризмы Френеля.
3. Определение показателя преломления плоскопараллельной пластинки.
4. Определение малых концентраций растворов интерференционным методом.
5. Исследование оптического спектра, полученного с помощью дифракционной решётки.
6. Определение размеров малых частиц дифракционным методом.
7. Изучение дифракции Френеля.
8. Определение концентрации сахара в растворе по углу поворота плоскости поляризации.
9. Изучение поляризованного света.
10. Волновые процессы.
11. Определение показателя преломления и средней дисперсии с помощью дисперсионного рефрактомера.

**Семестр № 4**

**ЛЕКЦИИ**

**Лекция 1**

Дисперсия света. Групповая и фазовая скорости. Эффект Вавилова-Черенкова. Электронная теория дисперсии. Распространение электромагнитных волн в плазме и металлах. Поглощение и рассеяние света. Зависимость рассеяния света от длины волны в мутных средах. Молекулярное рассеяние. Голубой цвет неба. Эффект Допплера.

**Лекция 2**

Испускательная и поглощательная способность тел. Закон Кирхгофа. Абсолютно чёрное тело. Понятие о квантовой природе теплового излучения. Формула Планка. Законы Стефана-Больцмана, Вина. Термодинамика излучения. Роль давления излучения в эволюции звёзд. Формула для коротковолновой границы тормозного рентгеновского излучения. Опыт Боте. Фотоэффект. Эффект Комптона.

**Лекция 3**

Опыты Резерфорда с альфа-частицами. Ядерная модель атома. Постулаты Бора. Теория Бора водородоподобных атомов. Постоянная Ридберга. Серии линий водорода. Гипотеза де Бройля. Правило квантования Бора-Зоммерфельда. Применение формулы Бора-Зоммерфельда к определению спектра энергии. Энергия ионизации атома водорода и водородоподобных атомов. Оценка энергии химических реакций, сравнение с энергией ядерных реакций.

**Лекция 4**

Соотношение неопределённостей Гейзенберга. Волновая функция микрочастиц и её физический смысл. Операторы квантовой механики. Импульс. Движение свободной частицы. Волновой пакет

**Лекция 5**

Гамильтониан. Уравнение Шредингера. Движение частицы в одномерной потенциальной яме. Рассеяние частиц на потенциальном барьере. Туннельный эффект. Автоэлектронная эмиссия. Уровни энергии гармонического осциллятора. Вклад колебаний молекул в теплоёмкость газов. Сравнение с результатами, полученными с формулой Бора-Зоммерфельда.

**Лекция 6**

Момент импульса в квантовой механике. Оператор момента. Собственные значения момента. Ротатор. Вклад вращения молекул в теплоёмкость газов. Сложение моментов.

**Лекция 7**

Электрон в центральном поле. Атом водорода. Спектры щелочных атомов. Рентгеновские спектры. Закон Мозли.

**Лекция 8**

Спин. Магнитный момент частицы. Принцип Паули. Тонкая структура спектральных линий. Правила отбора при переходах в атоме. Эффект Зеемана. Периодическая система элементов Менделеева. Валентность. Основные представления теории химической связи. Энергия связи молекул при различных видах химической связи.

**Лекция 9**

Движение электрона в периодическом поле. Электронные спектры проводников и диэлектриков. Распределение Ферми. Теплоёмкость электронного газа. Давление и сжимаемость электронного газа.

**Лекция 10**

Электроны и дырки в полупроводниках. Собственные и примесные полупроводники. Зависимость электропроводности металлов и полупроводников от температуры. *P-N* переход. Полупроводниковый диод. Транзистор.

**Лекция 11**

Термоэлектрические явления. Работа выхода. Термоэлектронная эмиссия. Контактная разность потенциалов. Термоэдс. Эффекты Зеебека, Пельтье, Томсона. Теплоёмкость твёрдых тел. Теория теплоёмкости Дебая. Закон Дюлонга и Пти. Закон кубов Дебая. Интерполяционная формула Дебая.

**Лекция 12**

Магнетики. Природа диа- и парамагнетизма. Формула Ланжевена. Ферромагнетизм. Теория Вейсса ферромагнетизма.

**Лекция 13**

Сверхпроводимость. Эффект Мейсснера. Сверхпроводники первого и второго рода. Куперовские пары. Квантовые макроскопические эффекты в сверхпроводниках. Эффект Джозефсона.

**Лекция 14**

Состав атомного ядра. Энергия связи ядер. Деление и синтез ядер. Природа ядерных сил. Мезоны. Кварковая модель строения адронов. Капельная и оболочечная модель ядра. «Магические» ядра.

**Лекция 15**

Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Альфа-распад, бета-распад и нейтрино. Гамма-излучение ядер. Взаимодействие заряженных частиц с веществом. Характер движения лёгких и тяжёлых частиц в веществе. Взаимодействие гамма-излучения с веществом.

**Лекция 16**

Взаимодействие нейтронов с веществом. Размножение нейтронов. Цепная реакция деления. Оценка критических размеров размножающей среды. Ядерная бомба. Ядерные реакторы. Ядерные реакторы на тепловых нейтронах. Воспроизводство ядерного горючего. Атомные электростанции. Реакторы на быстрых нейтронах.

Реакция синтеза. Водородно-углеродный цикл и энергия звёзд. Проблема управляемого термоядерного синтеза.

**ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ**

1. Дисперсия света. Групповая и фазовая скорости. Поглощение и рассеяние света. Эффект Допплера.
2. Электронная теория дисперсии. Распространение электромагнитных волн в плазме и металлах.
3. Поглощение и рассеяние света. Эффект Вавилова-Черенкова
4. Излучение света. Формула Планка.
5. Формула для коротковолновой границы тормозного рентгеновского излучения. Опыт Бёте. Фотоэффект. Эффект Комптона.
6. Контрольная работа. (1 час). Атом Резерфорда-Бора.
7. Волновые свойства микрочастиц. Гипотеза де Бройля. Правило квантования Бора-Зоммерфельда. Соотношение неопределённостей.
8. Уравнение Шредингера. Движение частиц в потенциальных полях. Потенциальная яма и потенциальный барьер. Туннельный эффект.
9. Уровни энергии гармонического осциллятора. Вклад колебаний молекул в теплоёмкость газов.
10. Момент импульса в квантовой механике. Оператор момента. Собственные значения момента. Ротатор.
11. Электрон в центральном поле. Атом водорода. Спектры щелочных атомов. Спин. Магнитный момент частицы. Принцип Паули. Тонкая структура спектральных линий. Правила отбора при переходах в атоме.
12. Контрольная работа (1 час). Электроны в металле. Термоэлектронные явления. Полупроводники. Колебания кристаллической решётки.
13. Состав атомного ядра. Энергия связи ядер. Деление и синтез ядер. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Альфа-распад, бета-распад. Ядерные реакции.

**ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ**

Каждый студент в течение семестра должен выполнить 5 лабораторные работы из следующего перечня:

1. Определение показателя преломления и средней дисперсии с помощью дисперсионного рефрактомера.
2. Исследование светопропускаемости прозрачных тел с помощью фотометра.
3. Измерение высоких температур оптическим методом.
4. Исследование спектра излучения абсолютно черного тела.
5. Изучение серии Бальмера.
6. Изучение тонкой структуры спектра щелочных металлов.
7. Статистический характер радиоактивного распада.
8. Определение максимальной энергии бета-излучения радиоактивных веществ.
9. Градуировка термоэлемента и определение его чувствительности.
10. Изучение зависимости сопротивления полупроводников от температуры.
11. Исследование эффекта Холла
12. Изучение зависимости сопротивления металлов от температуры.
13. Изучение термоэлектронной эмиссии.

**5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Основной формой изложения материала является лекция. Знакомство с физическими явлениями происходит с помощью лекционных демонстраций. Повышение информативности лекционных демонстраций достигается благодаря применению компьютера, который даёт возможность видеть наряду с качественной стороной явления также и количественные характеристики явления. Для тех явлений, которые невозможно наблюдать непосредственно (движение небесных тел, движение атомов и молекул, квантовые эффекты) применяются компьютерные демонстрации (компьютерные эксперименты). Семинары и практические занятия посвящаются решению задач, значительное число которых связано с рассмотрением (качественных и количественных) различных физических явлений с помощью известных законов физики.

Лабораторный практикум проводится по всем разделам курса физики и учит студентов методам наблюдений и измерений различных физических величин. При допуске к выполнению лабораторной работы и сдаче её результатов студенты в беседе с преподавателем разбираются с методикой измерений, оценкой погрешностей эксперимента, физических законах, проявляющихся в данном эксперименте и т.п. Ряд экспериментов, выполняется на автоматизированных установках с применением компьютеров. В целом методика лабораторных работ основана на методах интерактивного обучения.

Важную роль играет также выполнение домашних заданий по решению задач и их сдача преподавателю в ходе индивидуального собеседования.

В целом методика преподавания физики нацелена на умение применять знание известных физических законов к самостоятельному решению физических задач, измерению различных физических величин, умению качественно объяснять различные физические явления.

**6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

В течение 1- 4-го семестров студенты выполняют по 5-7 лабораторных работы, тематика которых охватывает основные разделы курса физики, изучаемого в соответствующем семестре.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Семестр | Виды занятий | Тематика экспериментов |
| 1 | Лаб.  работы | Кинематика точки. Динамика точки. Законы сохранения в механике  Момент импульса точки. Момент силы. Закон сохранения момента импульса. Движение в центральном поле. Силы инерции. Вращение твёрдого тела. Сложное движение твёрдого тела. Гармонические колебания. Физический маятник. Энергия колебаний. Затухающие и вынужденные колебания. |
| 2 | Лаб.  работы | Основные представления молекулярно-кинетической теории. Уравнение состояния идеального газа. Формула Больцмана. Распределение Максвелла.  Первое начало термодинамики. Теплоёмкость. Второе начало термодинамики. Явления переноса. Фазовые переходы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Основы гидродинамики. Поверхностное натяжение. Капиллярные явления. Упругие свойства твёрдых тел. |
| 3 | Лаб.  работы | Изучение электростатического поля. Электростатика диэлектриков. Законы постоянного тока. Изучение постоянного магнитного поля в вакууме и в веществе. Определение удельного заряда электрона. Изучение явления электромагнитной индукции. Основы физической оптики. |
| 4 | Лаб.  работы | Исследование спектра излучения абсолютно черного тела. Изучение спектра излучения водорода. Изучение тонкой структуры спектра щелочных металлов. Изучение свойств радиоактивного распада и взаимодействия бета излучения с веществом. Термоэлектронные явления. Изучение свойств металлов и полупроводников. Изучение термоэлектронной эмиссии. |

Также оценивается качество выполнения и сдачи каждой лабораторной работы, о чём делается запись в лабораторном журнале.

В течение каждого семестра студенты выполняют домашнее задание объёмом 30-40 задач, которое сдаётся по частям (1-я часть на 5-6 неделях, 2-я часть на 9-10 неделях, 3-я часть на 15-16 неделях). Задание выдаётся на 1-й неделе и публикуется на странице кафедры институтского сайта.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Семестр | Задание №  и срок сдачи | Тема задания |
| 1 | №1, сдача на 5–6 неделях | Кинематика и динамика материальной точки. Кинематика вращательного движения. Закон сохранения импульса. Работа. Мощность. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия. Закон сохранения энергии. |
| №2, сдача на 11–12 неделях | Момент импульса точки. Момент силы. Закон сохранения момента импульса. Движение в центральном поле. Силы инерции. Вращение твёрдого тела. Сложное движение твёрдого тела. |
| №3, сдача на 16–17 неделях | Гармонические колебания. Физический маятник. Энергия колебаний. Затухающие и вынужденные колебания. Кинематика СТО. |
| 2 | №1, сдача на 4–5 неделях | Основные представления молекулярно-кинетической теории. Уравнение состояния идеального газа. Формула Больцмана. Распределение Максвелла. |
| №2, сдача на 10–11 неделях | Первое начало термодинамики. Теплоёмкость. Второе начало термодинамики. Энтропия. Круговые процессы (циклы). |
| №3, сдача на 14–15 неделях | Явления переноса. Фазовые переходы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Гидродинамика. Поверхностное натяжение. Капиллярные явления. Упругие свойства твёрдых тел. |
| 3 | №1, сдача на 5–6 неделях | Напряженность и потенциал электрического поля. Принцип суперпозиции полей. Теорема Гаусса для вектора напряженности электрического поля. Проводники в электрическом поле. Метод зеркальных изображений. Диэлектрики в электрическом поле. Энергия системы зарядов. Энергия поля. Конденсаторы. |
| №2, сдача на 11–12 неделях | Законы постоянного тока. Магнитное поле. Теорема о циркуляции вектора индукции магнитного поля. Магнитное поле в веществе. Закон электромагнитной индукции. |
| №3, сдача на 16–17 неделях | Уравнения Максвелла. Геометрическая оптика. Поляризация света. Интерференция света. Дифракция света. |
| 4 | №1, сдача на 5–6 неделях | Дисперсия света. Поглощение и рассеяние света. Излучение света. Формула Планка. Атом Резерфорда-Бора. |
| №2, сдача на 11–12 неделях | Волновые свойства микрочастиц. Уравнение Шредингера. Движение частиц в потенциальных полях. Момент импульса в квантовой механике. Спин. Многоэлектронные атомы. Статистика электронов. |
| №3, сдача на 15–16 неделях | Электронный газ в металлах и полупроводниках. Колебания кристаллической решётки. Закон радиоактивного распада. Ядерные реакции. |

Также студенты в каждом семестре пишут контрольные работы, соответствующие тематике первого и второго домашних заданий.

Темы контрольных работ.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Семестр | Контрольная № | Тема работы |
| 1 | 1 | Кинематика и динамика материальной точки. Законы сохранения энергии и импульса. |
| 2 | Закон сохранения момента импульса. Движение в центральном поле. Силы инерции. Вращение твёрдого тела. Сложное движение твёрдого тела. |
| 2 | 1 | Основные представления молекулярно-кинетической теории. Формула Больцмана. Распределение Максвелла. |
| 2 | Первое начало термодинамики. Теплоёмкость. Второе начало термодинамики. Энтропия. Круговые процессы (циклы). |
| 3 | 1 | Напряженность и потенциал электрического поля. Теорема Гаусса. Электрическое поле в веществе. Энергия поля. Конденсаторы |
| 2 | Постоянный ток. Теорема о циркуляции вектора индукции магнитного поля. Магнитное поле в веществе. Закон электромагнитной индукции. |
| 4 | 1 | Атом Резерфорда-Бора. Волновые свойства микрочастиц. Уравнение Шредингера. Момент импульса в квантовой механике. Спин. Многоэлектронные атомы. Принцип Паули. |

Все студенты полностью обеспечиваются учебниками, задачниками и сборниками лабораторных работ.

**ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ ПО МЕХАНИКЕ**

1. Дайте определения перемещения, пути, средней скорости, мгновенной скорости, ускорения материальной точки.
2. Дайте определения нормального и тангенциального ускорений материальной точки. Как связаны полное, тангенциальное и нормальное ускорения?
3. Сформулируйте принцип относительности Галилея. Сформулируйте законы Ньютона.
4. Дайте определение импульса материальной точки, импульса системы материальных точек. Сформулируйте закон сохранения импульса.
5. Дайте определение центра инерции системы материальных точек. Как связаны импульс системы материальных точек и скорость ее центра инерции?
6. Сформулируйте теорему о движении центра инерции системы материальных точек.
7. Дайте определение работы силы. Дайте определение мощности силы. Как связана мощность силы со скоростью движения тела, на которое эта сила действует?
8. Дайте определение кинетической энергии материальной точки. Сформулируйте теорему об изменении кинетической энергии материальной точки.
9. Дайте определение кинетической энергии системы материальных точек. Сформулируйте теорему Кёнига.
10. Что называется силовым полем? Какие поля называются потенциальными? Какие силы называются потенциальными? Дайте определение потенциальной энергии. Как связаны сила и потенциальная энергия?
11. В каких точках потенциального поля частица может находиться в равновесии? Когда это равновесие устойчиво? Когда неустойчиво?
12. Что называется механической энергией материальной точки? Как ведёт себя механическая энергия при движении материальной точки в потенциальном поле? Что происходит с механической энергией, если действуют ещё и непотенциальные силы?
13. В каких случаях движение материальной точки в потенциальном поле является финитным, в каких инфинитным? Где находятся точки остановки частицы?
14. Какой процесс в физике называется столкновением? Какие столкновения называются упругими? Какие законы сохранения выполняются при столкновениях?
15. Дайте определение момента импульса материальной точки. Дайте определение момента силы. Как связаны эти величины?
16. Как зависит момент системы сил, приложенных к телу от выбора полюса, относительно которого этот момент определяется? При каких условиях момент системы сил не зависит от выбора полюса?
17. Дайте определение момента импульса системы материальных точек. Как зависит момент импульса системы материальных точек от выбора полюса, относительно которого определяется этот момент?
18. Как зависит момент импульса системы материальных точек от выбора системы отсчёта? Чем определяется изменение момента импульса системы материальных точек? Напишите уравнение моментов для системы материальных точек.
19. Какое поле называется центральным? Какие законы сохранения справедливы при движении частицы в центральном поле? Каковы следствия этих законов?
20. По каким траекториям может двигаться частица в центральном поле? От чего зависит вид траектории частицы?
21. Сформулируйте закон всемирного тяготения. Что называется первой и второй космической скоростью? Как вычислить эти скорости?
22. Дайте определение вектора угловой скорости. Как связаны векторы линейной и угловой скоростей?
23. Какое движение твёрдого тела называется поступательным? Какое вращательным?
24. Чему равна кинетическая энергия:
    * поступательно движущегося твёрдого тела?
    * вращающегося твёрдого тела?
    * твёрдого тела, движущегося произвольным образом?
25. Как связаны работа и момент силы при бесконечно малом повороте твёрдого тела?
26. Дайте определение момента инерции твёрдого тела. Докажите теорему Штейнера.
27. Чему равен импульс твёрдого тела? Чему равен момент импульса твёрдого тела? Когда направление момента импульса совпадает с направлением вектора угловой скорости? Что такое главные оси инерции?
28. Напишите динамические уравнения, описывающие движение твёрдого тела. Напишите уравнения, описывающие равновесие твёрдого тела.
29. Что называется, прецессией гироскопа? Чем определяется угловая скорость прецессии?
30. Какие системы отсчёта называются неинерциальными? Какие силы инерции действуют в поступательно движущейся неинерциальной системе отсчёта?
31. Какие силы инерции действуют во вращающейся системе отсчёта? Опишите свойства центробежной силы инерции. Является ли эта сила потенциальной?
32. Какие силы инерции действуют во вращающейся системе отсчёта? Опишите свойства силы Кориолиса. Какова мощность этой силы?
33. Какое движение называется колебательным? Какие колебания называются гармоническими? Дайте определение амплитуды, частоты и фазы колебаний.
34. Под действием каких сил возникают гармонические колебания? Каким дифференциальным уравнением описываются гармонические колебания?
35. Найдите период колебаний, а) упругого осциллятора, б) математического маятника, в) физического маятника. Какими параметрами определяется период колебаний во всех этих примерах?
36. Что называется, а) приведенной длиной, б) центром качания физического маятника? Докажите свойство взаимности точки подвеса и центра качания физического маятника
37. Выведите уравнение затухающих колебаний. Каковы его решения? Что называется, логарифмическим декрементом затухания? Каков его физический смысл?
38. Выведите уравнение вынужденных колебаний. Каковы его решения? Что такое резонанс? Чем определяется резонансная амплитуда? Какова ширина резонансной кривой?
39. Что называется биениями? Когда они возникают? Как ведёт себя амплитуда колебаний при биениях?
40. Что называется фигурами Лиссажу? Рассмотрите простейшие фигуры Лиссажу.
41. Сформулируйте принцип относительности Эйнштейна. Что такое интервал? Каковы свойства интервала? Напишите формулы преобразований Лоренца. Как изменяются длины и промежутки времени при переходе к новой системе отсчета?
42. Напишите выражения для импульса и энергии релятивистской частицы. Как связаны между собой эти величины? Могут ли существовать релятивистские частицы с нулевой массой? А классические?

**ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ ПО МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКЕ**

1. Сформулируйте основные положения молекулярно-кинетической теории. Какими опытами они подтверждаются?
2. Дайте определение моля. Что такое число Авогадро, чему оно равно? Оцените размер и массу молекулы воды.
3. Дайте определение абсолютной температуры. Что такое постоянная Больцмана? Оцените среднюю скорость теплового движения молекул воздуха при *Т*=290 К.
4. Дайте определение идеального газа. При каких условиях реальные газы близки по своим свойствам к идеальным? Напишите уравнение состояния идеального газа.
5. Как зависит от координат плотность идеального газа, находящегося во внешнем поле? Выведите формулу Больцмана. Получите с её помощью зависимость давления насыщенного пара от температуры.
6. Сформулируйте задачу о распределении молекул по скоростям. Каково решение этой задачи, данное Максвеллом? Изобразите график функции распределения Максвелла и покажите, как он изменяется при изменении температуры?
7. Дайте определение наиболее вероятной, средней и средней квадратичной скорости. Как эти скорости связаны с функцией распределения Максвелла?
8. Каково число ударов молекул газа о единицу площади поверхности стенки в единицу времени? Какова средняя энергия поступательного движения молекул, сталкивающихся со стенкой? Почему она больше 3/2*кТ*?
9. Дайте определение внутренней энергии тела. Сформулируйте первое начало термодинамики. Дайте определение теплоёмкости тела.
10. Какую работу совершает тело при изменении своего объёма? Как найти работу в некотором процессе, если известен график зависимости давления тела от его объёма в этом процессе?
11. Чему равна внутренняя энергия идеального газа? Как она зависит от числа степеней свободы молекулы этого газа? Почему теплоёмкость многоатомных газов обычно меньше той, что предсказывает теория?
12. Какие процессы называются политропическими? Приведите примеры политропических процессов для идеального газа. Докажите, что для идеального газа в политропическом процессе *PVn=const*. Как связаны показатель политропы *n* и теплоёмкость газа в этом процессе?
13. Какую работу совершает газ в политропическом процессе? Рассмотрите в качестве примеров адиабатического и изотермического процессов.
14. Дайте определение обратимого и необратимого процессов. Приведите примеры таких процессов.
15. Что называется тепловой машиной? Можно ли построить тепловую машину, которая полностью превращает тепло в работу? Сформулируйте второе начало термодинамики.
16. Дайте определение коэффициента полезного действия тепловой машины. Каков максимально возможный КПД? Какой цикл должен быть реализован в тепловой машине с таким КПД? Зависит ли КПД от рабочего тела в такой машине?
17. Дайте определение энтропии. Как зависит изменение энтропии тела от приведённого количества тепла, полученного телом в обратимом процессе? А в необратимом? Как ведёт себя энтропия теплоизолированного тела?
18. Как связаны энтропия и вероятность соответствующего состояния тела? Как с помощью этого соотношения объяснить возрастание энтропии при необратимых процессах?
19. Напишите уравнения, описывающие перенос вещества, тепла, импульса. Как соответствующие коэффициенты переноса связаны друг с другом?
20. Дайте определение средней длины свободного пробега молекул. Как эта величина зависит в газе от температуры и давления? Как связаны с длиной свободного пробега коэффициенты переноса в газе? Что такое вакуум? Как зависят от давления и температуры коэффициенты переноса в сильно разреженных газах?
21. Дайте определение удельной теплоты фазового перехода. Как она связана с изменением энтальпии тела при фазовом переходе? Как выглядят области равновесия фаз на диаграммах (*P,T*) и (*P,V*)? Докажите «правило рычага».
22. Чем определяется наклон кривой фазового равновесия на диаграмме (*P,T*)? Выведите уравнение Клапейрона - Клаузиуса. Объясните с его помощью почему коньки легко скользят по льду.
23. С помощью уравнения Клапейрона-Клаузиуса получите соотношение между давлением насыщенного пара и температурой. Как это соотношение объясняет, почему кипение при заданном давлении происходит при строго определённой температуре?
24. Какое состояние вещества называется критическим? Какова теплота испарения в критической точке? Как объясняется критическая опалесценция?
25. Выведите уравнение Ван-дер-Ваальса. Изобразите изотермы газа Ван-дер-Ваальса. Какие состояния описывают различные участки этих изотерм? Описывает ли уравнение Ван-дер-Ваальса фазовые переходы? Где на изотерме находится участок соответствующий фазовому переходу? Как он выглядит?
26. Как связаны параметры уравнения Ван-дер-Ваальса с критическими температурой, давлением и объёмом? Напишите приведённое уравнение Ван-дер-Ваальса. Какие результаты можно получить с его помощью?
27. Какой процесс называется процессом Джоуля-Томсона? При каких начальных условиях газ в процессе Джоуля-Томсона охлаждается?
28. Выведите уравнение Бернулли. Выведите уравнение неразрывности. Объясните с помощью этих уравнений причину образования волн на поверхности воды под действием ветра.
29. Какой эффект называется эффектом Магнуса? Как объясняется возникновение подъёмной силы при обтекании потоком воздуха крыла самолёта?
30. Какие силы действуют на тело в потоке вязкой жидкости? Получите формулу Стокса методом размерностей. Как изменится ваш результат, если скорость потока достаточно велика?
31. Какое течение называется турбулентным? Каков критерий возникновения турбулентности? Каков механизм диссипации энергии и импульса в турбулентном потоке?
32. Что называется поверхностной энергией? Что называется коэффициентом поверхностного натяжения? Как этот коэффициент зависит от температуры?
33. Что такое краевой угол? От чего зависит его величина?
34. Какое давление оказывает искривлённая поверхность жидкости? Как объяснить подъём/опускание жидкости в капиллярах?
35. Какие состояния вещества называются метастабильными? Какова природа этих состояний?
36. Чему равна молярная теплоёмкость кристаллов при высоких температурах? Как ведёт себя эта величина в области низких температур? Какой вклад вносят электроны в теплоёмкость металла?
37. Сформулируйте закон Гука. Что называется модулем Юнга, модулем Пуассона? В каких пределах может находиться значение модуля Пуассона?
38. Что называется пределом упругости, пределом прочности? Можно ли повысить величину предела упругости с помощью пластической деформации? Каков механизм пластической деформации?
39. Чем объясняется тепловое расширение твёрдых тел?

**ВОПРОСЫ К ЗАЧЁТУ ПО ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМУ И ОПТИКЕ**

1. Что называется точечным зарядом? Сформулируйте закон сохранения электрического заряда. Сформулируйте закон Кулона.
2. Дайте определение напряжённости электрического поля. Какова напряжённость поля, созданного точечным зарядом на расстоянии r от него? Сформулируйте принцип суперпозиции для электрического поля.
3. Как изображается электрическое поле? Как выглядят силовые линии точечного заряда?
4. Дайте определение потока вектора напряжённости электрического поля. Сформулируйте теорему Гаусса. Найдите с её помощью напряжённость электрического поля равномерно заряженной сферы.
5. Найдите с помощью теоремы Гаусса напряжённость поля бесконечной нити и бесконечной плоскости.
6. Какую работу совершает электрическое поле над зарядом при переносе его вдоль замкнутого контура? Дайте определение потенциала электрического поля. Как связаны потенциал и напряжённость? Найдите с помощью этого соотношения потенциал точечного заряда на расстоянии *r* от него.
7. Что называется электрическим диполем? Найдите потенциал, созданный диполем в точке с радиус-вектором ***r***, начало которого выбрано в середине диполя.
8. Какие силы действуют на диполь в электрическом поле? Какова его потенциальная энергия?
9. Какой энергией обладает система точечных зарядов?
10. Какие тела называются проводниками? Какова напряжённость поля внутри проводника? Как направлены силовые линии на поверхности проводника?
11. Как связаны напряжённость поля на поверхности проводника и поверхностная плотность зарядов? Как изменяется потенциал вдоль поверхности проводника?
12. Дайте определение ёмкости конденсатора. Вычислите ёмкость плоского и сферического конденсаторов. Чему равна ёмкость системы последовательно соединённых конденсаторов? Чему равна ёмкость системы параллельно соединённых конденсаторов?
13. Какие вещества называются диэлектриками? Дайте определение вектора поляризации. Как связаны вектор поляризации и плотность поляризационных зарядов на поверхности диэлектрика? Как связаны вектор поляризации и объёмная плотность поляризационных зарядов?
14. Какие граничные условия выполняются на границе раздела двух диэлектриков?
15. Сформулируйте теорему Гаусса в диэлектрике. Как связаны векторы напряжённости, поляризации и индукции в диэлектрике? Что называется диэлектрической восприимчивостью, проницаемостью?
16. Какие вещества называются сегнетоэлектриками? Какими свойствами они обладают? Как зависят свойства сегнетоэлектрика от температуры? Что такое температура Кюри?
17. Что такое сегнетоэлектрические домены? Как зависит поляризация сегнетоэлектрика от напряжённости электрического поля в нём?
18. Что называется электрическим током? Дайте определение силы тока, плотности тока.
19. Сформулируйте закон Ома в дифференциальной форме. Получите из него закон Ома в интегральной форме. Получите из закона Ома закон Джоуля - Ленца.
20. При каких условиях возможно протекание тока в замкнутой цепи? Какие силы называются сторонними? Что такое ЭДС? Сформулируйте закон Ома для замкнутой цепи.
21. Получите из закона Джоуля - Ленца закон Ома для неоднородного участка цепи. Сформулируйте и докажите правила Кирхгофа.
22. Напишите выражение для вектора индукции магнитного поля, созданного точечным зарядом. Получите отсюда закон Био - Савара - Лапласа. Сформулируйте теорему Гаусса для магнитного поля.
23. Получите из закона Био - Савара - Лапласа формулу для индукции магнитного поля бесконечного прямолинейного тока.
24. Сформулируйте теорему о циркуляции вектора магнитной индукции. Найдите с её помощью индукцию магнитного поля в соленоиде.
25. Какая сила действует на точечный заряд в магнитном поле? Опишите свойства этой силы. Получите отсюда выражение для силы Ампера, действующей на проводник с током в магнитном поле. По какой траектории движется заряд в однородном магнитном поле?
26. Какая сила действует на замкнутый контур с током в магнитном поле? Какой момент сил действует на него? Какой энергией обладает замкнутый контур с током в магнитном поле?
27. Что такое эффект Холла? Получите выражение для ЭДС Холла. Опишите принцип действия МГД - генераторов и магнитных насосов.
28. Дайте определение вектора намагниченности. Сформулируйте теорему о циркуляции магнитного поля в веществе. Как связаны векторы индукции магнитного поля, намагниченности и напряжённости?
29. Что называется магнитной восприимчивостью, проницаемостью? Сформулируйте и получите граничные условия на поверхности раздела двух магнетиков.
30. Какие вещества называются диа-, парамагнетиками? Какие вещества называются ферромагнетиками? Как зависят свойства ферромагнетиков от температуры? Что называется температурой Кюри?
31. Что такое ферромагнитные домены? Как зависят от напряжённости магнитного поля намагниченность и магнитная восприимчивость ферромагнетика?
32. В чем состоит явление электромагнитной индукции? Чем определяется ЭДС индукции? Сформулируйте правило Ленца. Какова трактовка явления электромагнитной индукции, данная Максвеллом?
33. Дайте определение индуктивности контура. Какой индуктивностью обладает соленоид? Какую работу необходимо совершить при включении тока в контуре? На что расходуется эта работа? Где запасается соответствующая энергия? Чему она равна?
34. Что называется коэффициентом взаимной индукции контуров? Докажите симметричность коэффициентов взаимной индукции двух контуров.
35. Что называется током смещения? Чему равна циркуляция напряжённости магнитного поля с учётом тока смещения? Запишите это уравнение также и в дифференциальной форме.
36. Напишите систему уравнений Максвелла. Получите из неё уравнение непрерывности.
37. Чем определяется изменение энергии в системе «заряды+поле»? Каков физический смысл вектора Пойнтинга? Покажите на примере прямолинейного проводника с током, что количество тепла, выделяющееся в нём равно потоку вектора Пойнтинга через поверхность этого проводника.
38. Напишите систему уравнений Максвелла в отсутствие зарядов и токов. Есть ли у этой системы ненулевые решения? Каков вид этих решений?
39. Как направлены векторы ***E****,* ***H*** и ***S*** в плоской электромагнитной волне? С какой скоростью распространяются плоские электромагнитные волны? Как они ведут себя при переходе через границу раздела двух сред? Что называется полным отражением? Когда оно происходит? Как направлен поток энергии при полном отражении в каждой из сред?
40. Какие волны называются когерентными? Как их получить? Какова ширина интерференционных полос в опыте Юнга? Как влияют размеры источника на интерференционную картину?
41. Опишите явление интерференции в тонкой плёнке. Как изменяется наблюдаемая картина при изменении толщины плёнки? При какой минимальной толщине плёнки наблюдается интерференция в ней?
42. Сформулируйте принцип Гюйгенса-Френеля. Как строятся зоны Френеля в случае дифракции на круглом отверстии? Какой вид имеет дифракционная картина в этом случае?
43. Как строятся зоны Френеля в случае дифракции на щели? Как выглядит дифракционная картина Френеля в случае дифракции на щели?
44. Дифракция на больших расстояниях от преграды (дифракция Фраунгофера). Как выглядит дифракционная картина Фраунгофера в случае дифракции на щели? Что получится, если имеется система одинаковых периодически расположенных щелей?
45. Что называется разрешающей способностью дифракционной решётки? Что называется дисперсией дифракционной решётки? Как они связаны с параметрами решётки?
46. Как наблюдать дифракцию рентгеновских лучей? Выведите формулу Вульфа-Брэгга.
47. Покажите с помощью формул Френеля, что степень поляризации света при отражении изменяется. Когда отражённый свет оказывается полностью поляризованным? Каково при этом направление поляризации отражённого света?
48. Покажите с помощью формул Френеля, что коэффициент отражения света зависит от угла его падения. Может ли коэффициент отражения света быть равным единице?
49. Напишите формулы Френеля. Покажите с их помощью, что при падении света на границу с оптически менее плотной средой возможно полное отражение света. Как направлен поток энергии при полном отражении в каждой из сред?
50. Напишите формулы Френеля. Покажите с их помощью, что фаза отражённого луча, вообще говоря, изменяется. Как изменяется фаза волны при отражении?
51. Напишите волновое уравнение для звуковых волн в сплошной среде. От чего зависит скорость звука в среде? Оцените скорость звука в воздухе.
52. Напишите волновое уравнение для волн в струне. От чего зависит скорость звука в струне? Какие частоты колебаний может издавать струна?
53. Как скорость капиллярных волн зависит от длины волны?

**ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ ПО ОПТИКЕ, АТОМНОЙ И ЯДЕРНОЙ ФИЗИКЕ**

1. Что называется дисперсией света? Что называется групповой скоростью? Как она связана с фазовой скоростью волны?
2. Получите на основе электронной теории дисперсии зависимость диэлектрической проницаемости вещества от частоты электромагнитной волны. Что означает тот факт, что диэлектрическая проницаемость, вообще говоря, комплексна?
3. Получите выражение для диэлектрической проницаемости плазмы. Волны каких частот могут распространяться в плазме? Что такое плазменная частота?
4. Получите выражение для диэлектрической проницаемости металла. На какую глубину проникает электромагнитное поле в металл?
5. Какие процессы приводят к рассеянию света? Как интенсивность рассеяния зависит от частоты света? Почему небо голубое, а солнце на закате красное?
6. Что называется эффектом Вавилова-Черенкова? Приведите примеры проявления аналогичных ему эффектов в акустике и гидродинамике. Покажите, что законы отражения и преломления света связаны с эффектом Вавилова-Черенкова.
7. Сформулируйте закон Кирхгофа для излучения. Что называется абсолютно чёрным телом? Напишите формулу Планка. Что она выражает? При каких условиях получена?
8. Получите из формулы Планка законы Вина и Стефана-Больцмана.
9. Найдите с помощью закона Стефана-Больцмана энергию теплового излучения в полости. Получите отсюда теплоёмкость и давление теплового излучения.
10. Сформулируйте законы фотоэффекта. Выведите уравнение Эйнштейна.
11. Что называется красной границей фотоэффекта?
12. Что называется эффектом Доплера? Как используя этот эффект можно измерить температуру газа?
13. Что называется, эффектом Комптона? Как зависит относительное изменение длины волны фотона от угла рассеяния? Что такое комптоновская длина волны? Может ли свободный электрон поглотить фотон?
14. Сформулируйте постулаты Бора. Получите с их помощью формулу Бальмера. Вычислите потенциал ионизации водорода.
15. Сформулируйте гипотезу де Бройля. Получите из неё правило квантования Бора-Зоммерфельда. Найдите с помощью этого правила значения энергии гармонического осциллятора.
16. В чём состоит принцип неопределённости квантовой механики? Напишите соотношение неопределённостей Гейзенберга. Оцените с его помощью значение энергии основного состояния частицы в бесконечно глубокой прямоугольной потенциальной яме.
17. Сформулируйте принцип суперпозиции квантовой механики. Как ставятся задачи квантовой механики? Что такое волновая функция?
18. Что такое оператор? Что такое собственные значения и собственные функции оператора? Найдите собственные значения и собственные функции оператора импульса.
19. Как выглядит оператор энергии (гамильтониан) частицы? Найдите собственные значения и собственные функции оператора энергии частицы в одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме. Сравните полученные вами результаты с аналогичными результатами для частицы, подчиняющейся законам классической механики.
20. Рассмотрите одномерное движение частицы в прямоугольной яме конечной глубины. Как объяснить тот факт, что волновая функция не обращается в нуль на стенках ямы? Что такое туннельный эффект?
21. Напишите уравнение Шредингера для гармонического осциллятора. Каковы значения энергии, которыми может обладать осциллятор? Что такое нулевые колебания? Как полученные результаты объясняют малый вклад колебаний атомов в теплоёмкость многоатомных газов?
22. Напишите выражение для оператора момента импульса. Каковы собственные значения проекции момента на какую-либо ось? Каковы значения квадрата момента? Можно ли одновременно определить все три проекции момента? Что можно определить одновременно с проекцией момента? Как можно наглядно интерпретировать эти результаты?
23. Напишите уравнение Шредингера для электрона в атоме водорода. Напишите выражение для волновой функции основного состояния электрон в атоме водорода. Какова энергия основного состояния? Можно ли говорить, что электрон в атоме движется по какой-то орбите? Можно ли определить характерный размер атома? Зависит ли энергия электрона в атоме водорода от его момента импульса?
24. Каковы характерные особенности спектра излучения щелочных атомов? Чем они объясняются?
25. Каковы характерные особенности рентгеновского спектра излучения атомов? Как получить закон Мозли?
26. Что называется спином частицы? Как обнаружить спин частицы? Какие значения может принимать спин электрона?
27. Что называется тонкой структурой спектральных линий? Чем вызвана тонкая структура? Всегда ли эта структура действительно тонкая?
28. В чём состоит и как объясняется эффект Зеемана?
29. Сформулируйте принцип Паули. Как с помощью этого принципа объяснить периодические свойства химических элементов?
30. Что определяет тип проводимости того или иного кристалла? Почему полупроводники являются диэлектриками при нулевой температуре?
31. Что такое энергия Ферми? Чем определяется величина этой энергии? Как она зависит от температуры? Оцените давление электронного газа в металле.
32. Как теплоёмкость электронного газа зависит от температуры? Чем объясняется такая зависимость?
33. Как проводимость собственного полупроводника зависит от температуры? Как объясняется такая зависимость? Как получить полупроводник с *N*- или *P*-типом проводимости? Какими свойствами обладает *P-N* переход?
34. Что называется термоэлектронной эмиссией? Как объясняется это явление? Что такое работа выхода? Как объясняется возникновение контактной разности потенциалов? Как внутренняя контактная разность потенциалов зависит от температуры? Как объясняется возникновение термоэдс?
35. Что такое эффекты Пельтье и Томсона? Как они объясняются?
36. Как теплоёмкость кристаллической решётки зависит от температуры? Что такое температура Дебая? Как она связана с межатомным расстоянием и скоростью звука в кристалле?
37. Какие атомы являются диамагнитными? Вычислите диамагнитную восприимчивость диамагнетика.
38. Какие атомы являются парамагнитными? Как намагниченность парамагнетика зависит от температуры? Выведите формулу Ланжевена. Проанализируйте её при высоких и низких температурах.
39. Как объясняется ферромагнетизм? Как теория Вейсса объясняет переход в ферромагнитное состояние? Как с помощью этой теории найти температуру Кюри?
40. Что такое сверхпроводимость? Чем она объясняется? Что такое эффект Мейсснера?
41. Из чего состоит атомное ядро? Какие силы действуют между нуклонами в ядре? Каковы свойства ядерных сил? Какую роль играют пи-мезоны в ядерных взаимодействиях? Как оценить массу пи-мезона?
42. Какие утверждения лежат в основе капельной модели ядра? Как объясняется процесс деления ядра с точки зрения этой модели?
43. Какие утверждения лежат в основе оболочечной модели ядра? Что такое магические ядра? Почему они особенно устойчивы?
44. Сформулируйте закон радиоактивного распада. Что называется периодом полураспада? Как связано среднее время жизни ядра с постоянного распада?
45. Что такое альфа-распад? Как он происходит? Как зависит время жизни альфа активных ядер от энергии испускаемых ими альфа частиц?
46. Что такое бета-распад? Какие виды бета распада существуют? Как объясняется непрерывный энергетический спектр бета частиц?
47. Чем объясняется гамма-излучение ядер?
48. При каких условиях возможна цепная реакция деления ядер? Что такое «тепловые» нейтроны? Почему в ядерных реакторах используются преимущественно они?
49. Как работает реактор на быстрых нейтронах? Почему в таких реакторах возможно расширенное воспроизводство ядерного топлива?
50. Какие реакции протекают в ядерной бомбе? Что такое критическая масса заряда?
51. Когда реакция термоядерного синтеза является экзоэнергетической? В чём состоит проблема управляемого термоядерного синтеза?
52. Каковы источники энергии звёзд?

**7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Основная литература:**

**Учебники.**

1. И.В. Савельев. Курс общей физики,в 3-х т. СПб. Издательство «Лань», 2006 и др. издания.
2. С. Э. Фриш, и А. В. Тиморева Курс общей физики. В 3-х т. СПб; М; Краснодар «Лань», 2009.
3. С.Э. Хайкин Физические законы механики С-Пб. «Лань» 2015
4. И.Е. Иродов Механика. Основные законы. М: Бином, 2014
5. Р.В. Телеснин. Молекулярная физика. СПб «Лань», 2009 и др. издания..
6. И.К. Кикоин, А.К. Кикоин. Молекулярная физика. СПб «Лань» , 2008. и др. издания
7. [А.Н. Паршаков. Физика в ключевых задачах. Тепловые явления и молекулярная физика](http://www.id-intellect.ru/books/section-9/p_products-1/product-269/). ИД Интеллект, 2018 г.
8. Г.Е. Зильберман Электричество и магнетизм. ИД Интеллект, 2015.
9. И.Е. Иродов Электромагнетизм. Основные законы М: Бином, 2014.
10. И.Е. Иродов Волновые процессы. М. Бином, 2014.
11. С.Г. Лисицын Электромагнетизм в техническом университете. Теория и решение задач. ИД Интеллект, 2018.
12. А.Н. Паршаков Квантовая физика в избранных задачах: учебное пособие для вузов. -Долгопрудный: ИД Интеллект, 2020.
13. Е.З. Мейлихов Общая физика конденсированного состояния: учебное пособие. Долгопрудный: ИД Интеллект, 2018
14. Л.Л.Гольдин, Г.И. Новикова. Квантовая физика. Вводный курс. ИД Интеллект, Долгопрудный 2016.
15. И.Е. Иродов. Физика макросистем. М. Физматлит. 2001.
16. И.Е. Иродов. Квантовая физика. М. Физматлит, 2001.

**Задачники.**

1. И.Е. Иродов. Задачи по общей физике. Изд. 11, С-Пб..»Лань», 2006 г.
2. Сборник задач по общему курсу физики под ред. В.А. Овчинкина, часть 2, МФТИ 2000.
3. И.В. Савельев. Сборник вопросов и задач по общему курсу физики. М, Наука. 1982
4. И.Е. Иродов, И.В Савельев, О.И. Замша. Сборник задач по общей физике. М., Наука.1975
5. С.Г. Лисицын. Механика в задачах. НИЯУ МИФИ. 2011
6. С.Г. Лисицын Молекулярная физика в задачах. НИЯУ МИФИ, 2014.
7. А.Н. Паршаков Ключевые задачи физики. Механика, Колебания. Акустика. ИД Интеллект, 2017 г.
8. [А.Н. Паршаков. Физика в ключевых задачах. Тепловые явления и молекулярная физика](http://www.id-intellect.ru/books/section-9/p_products-1/product-269/). ИД Интеллект, 2018 г.
9. А.Н. Паршаков Электромагнетизм в ключевых задачах. ИД Интеллект 2015.
10. А.Н. Паршаков Оптика в ключевых задачах : учебное пособие для вузов. Долгопрудный, Интеллект, 2016.

**Сборники лабораторных работ.**

1. Механика. ОТИ НИЯУ МИФИ, 2019.
2. Молекулярная физика. НИЯУМИФИ, 2019.
3. Электричество и магнетизм. ОТИ МИФИ, 2019.
4. Оптика. ОТИ МИФИ, 2019.
5. Квантовая физика. ОТИ МИФИ, 2003.

**Дополнительная литература:**

1. Л.Д. Ландау, А.И. Ахиезер, Е.М. Лифшиц. Курс общей физики. ИД Интеллект, 2017 и др. издания.
2. Д.В. Сивухин. Общий курс физики, в 5 т., Наука, 1977 и др. издания.
3. С.Г. Калашников. Электричество. М., Наука, 1977 и др. издания.
4. А.Н. Матвеев. Механика. М., Высшая школа, 1981.
5. А.Н. Матвеев. Молекулярная физика. М., Высшая школа, 1981.
6. А.Н. Матвеев. Электричество и магнетизм. М., Высшая школа, 1981.
7. Г.С. Ландсберг. Оптика. М., Наука, 1965 и др. издания.
8. В.Л. Бонч-Бруевич, С.Г. Калашников. Физика полупроводников. М. Наука. 1977 г. и др. издания.
9. Ч. Китель. Элементарная физика твёрдого тела. М. Наука. 1966 г. и др. издания.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Колебания (разработка СПбГУ)
2. Движение планет и спутников (разработка СПбГУ)
3. Открытая физика. М. ФИЗИКОН.
4. Квантовая механика на ПК (разработка МГУ)
5. Атомная и ядерная физика (разработка МГУ)
6. Колебания (разработка СПбГУ)
7. Молекулярная физика на ПК (собственная разработка)
8. Электростатика на ПК (собственная разработка)

**8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Учебная дисциплина обеспечена учебно-методической документацией и материалами. Ее содержание должно быть представлено в локальной интернет-сети вуза. Имеется доступ к сети Интернет (во время самостоятельной подготовки).

Кафедра имеет 350 кв.м. учебно-лабораторных площадей, специализированную аудиторию № 204 ‑ 84 кв.м на 54 посадочных места, три лаборатории (101 – лаборатория механики и молекулярной физики, 209 – лаборатория электромагнетизма и оптики, 103 – лаборатория атомной и ядерной физики) общей площадью 250 кв.м. Лабораторный практикум насчитывает порядка 60 лабораторных работ, тематика которых охватывает все основные темы курса общей физики. Часть из этих работ автоматизирована. В качестве резерва имеются также компьютерные работы по молекулярной физике и электромагнетизму.

В учебном процессе используются 10 персональных компьютеров, подключённых к ЛВС и Интернету.

Лекционная аудитория оснащена видеопроектором и компьютером, имеющиеся лекционные демонстрации позволяют показать физические опыты, демонстрирующие все основные физические законы.

Все студенты полностью обеспечены учебной литературой.

**Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС 3++ по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника»**

Автор зав. кафедрой физики ОТИ ОТИ С.Г. Лисицын

Рецензент к.т.н. В.Л. Кириллов

Программа одобрена на заседании кафедры физики 30.08.2021