

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования
«Центр детского научного и инженерно-технического творчества»
города Невинномысска**

СОГЛАСОВАНО
Педагогическим советом
Протокол № _____
от «__» _____ 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор
Т.В. Чилхачоян
«__» _____ 2025 г.

**Дополнительная общеобразовательная
программа естественнонаучной направленности
Физика
Подготовка к ЕГЭ**

11 класс

Срок реализации 1 год

Автор программы:
Холощак Э.А., педагог

Невинномысск, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

1. Пояснительная записка
2. Учебно-тематический план и содержание
3. Организационно-педагогические условия реализации программы
4. Список литературы
5. Формы контроля и оценочные материалы

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная общеобразовательная программа естественнонаучной направленности «Физика» (далее – программа) изучается в 11 классах образовательных центров Фонда Андрея Мельниченко (далее – ОЦФ). Программа составлена для подготовки учащихся 11 класса к единому государственному экзамену по физике.

Актуальность программы обусловлена потребностью современного общества в системе дополнительного образования учащихся выбравших физику для сдачи итоговой аттестации за курс основной общеобразовательной школы.

Программа разработана на основе следующих документов:

- закон Российской Федерации «Об образовании» (Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ);
- приказ Министерства просвещения РФ от 9 ноября 2018 г. № 196 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- концепция развития дополнительного образования детей (Распоряжение Правительства РФ от 4 сентября 2014 г. №1726-р);
- постановление Главного государственного санитарного врача от 28.09.2020г. № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно- эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодёжи»;
- постановление Главного государственного санитарного врача от 28.01.2021г. №2 «Об утверждении санитарных правил СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

Педагогическая целесообразность программы заключается в обеспечении адаптации школьников к жизни в обществе, профессиональной ориентации, а также в выявлении и поддержке учащихся, проявивших интерес к дисциплинам естественнонаучного направления, в частности к физике.

Программа может быть реализована с помощью дистанционных технологий, технологий смешанного и модульного обучения.

Цель программы – обеспечить:

- формирование у обучающихся представлений о научной картине мира – важном ресурсе научно-технического прогресса;
- ознакомление обучающихся с физическими явлениями, основными принципами работы механизмов, высокотехнологичных устройств и приборов;
- развитие компетенций в решении инженерно-технических и исследовательских задач;
- подготовка обучающихся к успешной сдаче итоговой аттестации по физике в форме ЕГЭ.

Указанная цель обуславливает **задачи** программы:

- обеспечить усвоение базовых физических понятий;
- сформировать и развить творческое мышление в предметной области
- «Физика» и навыки самостоятельного проведения лабораторного эксперимента (проектной деятельности);
- сформировать навык использования математического аппарата и основных естественнонаучных законов для решения практических и экспериментальных задач по физике;
- показать привлекательность профессий, получаемых на базе физико-математического образования.
- сформировать навыки самостоятельной работы с источниками информации
- сформировать навыки осмысленного чтения, потребность в постоянном саморазвитии;
- отработать навыки решения заданий по физике форме ЕГЭ

Объем, содержание и планируемые результаты программы определены исходя из особенностей подготовки учащихся в области естественно-математических наук. Вместе с тем при определении объема и содержания программы учитывалась сложность конкретного блока по отношению к другим блокам темы, возможность приобретения учащимися практического опыта и осуществления межпредметных связей.

Срок реализации программы – 1 год.

Общий объём программы составляет 128 часов. Продолжительность учебного года – 32 недели.

Занятия проводятся в группах; в 11 классах по 4 часа в неделю.

Формы и режим занятий

Количество участников в группе по 15 человек. При формировании групп учитываются результаты олимпиад, собеседования.

Занятия проводятся в форме теоретических, практических занятий и индивидуальных консультаций

Практические занятия проходят в форме лекций, лабораторных работ и практикумов по решению задач.

Лабораторный практикум по темам состоит из одной или двух лабораторных работ. По некоторым темам в зависимости от материально-технического обеспечения лаборатории лабораторные работы, входящие в каждый лабораторный практикум, педагог выбирает самостоятельно, исходя из предложенных в рабочей программе.

Количество часов на одну лабораторную работу в 11 классах - 2 часа.

В результате обучения по данной программе учащийся будет:

- **знать** основные законы и формулы из различных разделов физики в объёме данной программы (базовые физические понятия);
- **владеть** навыками работы с измерительными приборами; навыками самостоятельной работы с источниками информации; навыками

осмысленного чтения;

- **уметь** решать физические задачи базового, повышенного и высокого уровней.

Результаты освоения программы определяются с использованием пятибалльной системы оценивания (баллы от 1 до 5).

Контроль освоения программы: *текущий, промежуточный и итоговый*.

Текущий контроль – контроль в процессе обучения. По форме: ответы у доски, самостоятельные работы по блокам, проверка домашнего задания, лабораторный практикум, устный зачёт.

Промежуточный контроль осуществляется в форме контрольных работ по темам.

Итоговый контроль – итоговая контрольная работа в форме ЕГЭ по физике.

2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН И СОДЕРЖАНИЕ

11 класс [128 часов, 4 часа в неделю]

№	Наименование тем и блоков	Общее кол-во учебных часов	в том числе	
			теоретические часы	практические часы
Тема 1	Механика	33	9	24
Блок 1	Кинематика прямолинейного движения	4	1	3
Блок 2	Кинематика периодического движения	3	1	2
	Лабораторная работа №1	1		1
	Контрольная работа №1 «Кинематика прямолинейного движения»	2		2
Блок 3	Динамика: -силы, законы Ньютона, искусственные спутники Земли.	5	2	3
Блок 4	Статика	3	1	2
	Лабораторная работа №2	2		2
	Контрольная работа №2 « Динамика. Статика»	2		2
Блок 5	Законы сохранения импульса и энергии.	5	2	3
Блок 6	Механические волны.	2	1	1
Блок 7	Элементы релятивистской механики	2	1	1
	<i>Контрольная работа № 3 «Законы сохранения».</i>	2		2
Тема 2	Молекулярная физика	11	4	7
Блок 1	Молекулярная структура вещества.	1	1	
Блок 2.	Молекулярно кинетическая теория идеального газа	6	3	3
	Лабораторная работа: №3	2		2
	<i>Контрольная работа № 4по теме 2 «Молекулярная физика»</i>	2		2
Тема 3	Термодинамика	10	4	6
Блок 1	Внутренняя энергия и работа газа в изопроцессах	2	2	
Блок 2	Первый закон термодинамики и его применение к адиабатному и изопроцессам	3	1	2

Блок 3	Второй закон термодинамики. Тепловые машины. Циклические процессы.	3	1	2
	Контрольная работа № 5 по теме 3 «Термодинамика»	2		2
Тема 4	Фазовые переходы	9	3	6
Блок 1	Фазовый переход пар - жидкость	3	1	2
Блок 2	Твёрдое тело – жидкость.	2	1	1
Блок 3	Твёрдые тела.	2	1	1
	Контрольная работа № 6 по теме 4. «Фазовые переходы»	2		2
Тема 5	Электростатика	8	2	6
Блок 1	Силы взаимодействия неподвижных зарядов.	3	1	2
Блок 2	Энергия взаимодействия неподвижных зарядов	3	1	2
	Контрольная работа №7 по теме 5 «Электростатика».	2		2
Тема 6	Постоянный ток	11	4	7
Блок 1	Законы постоянного тока.	3	1	2
Блок 2	Тепловое действие тока. Закон Джоуля – Ленца.	2	1	1
Блок 3.	Электрический ток в различных средах..	4	2	2
	Контрольная работа № 8 по теме 6. «Постоянный ток»	2		2
Тема 7	Магнетизм	4	1	3
Блок 1	Магнитное поле	4	1	3
Тема 8	Электромагнетизм	10	5	
Блок 1	Электромагнитная индукция. Самоиндукция. Правило Ленца.	4	2	2
Блок 2	Переменный ток. Три вида нагрузки в цепи переменного тока. Свободные и вынужденные колебания в цепи переменного тока.	6	3	3
Тема 9	Электромагнитные волны	4	1	
Блок 1	Электромагнитные волны их возникновение, характеристики, свойства, виды, применение.	2	1	1
	Контрольная работа №9 по темам 8 и 9 «Электромагнетизм», «Электромагнитные волны».	2		2

Тема 10	Оптика	8	3	
Блок 1	Геометрическая оптика.	2	1	1
Блок 2	Линзы. Оптические приборы.	4	2	2
	Контрольная работа №10 по теме 10. «Геометрическая оптика»	2		2
Тема 11	Волновая оптика.	4	2	
Блок 1	Интерференция механических и электромагнитных волн.	2	1	1
Блок 2	Дифракция света. Дифракционная решётка.	2	1	1
Тема 12	Квантовая оптика.	8	2	
Блок 1	Корпускулярные свойства света.	3	1	2
Блок 2	Элементы квантовой механики.	3	1	2
	Контрольная работа №11 по темам 11 и 12 «Волновая и квантовая оптика».	2		2
Тема 13	Атомное ядро	6	4	2
Блок 1	Строение атома и его ядра. Энергия связи ядер.	2	1	1
Блок 2	Радиоактивность . Ядерные реакции и их виды. Энергетический выход ядерных реакций. Применение ядерных реакций.	2	1	1
Блок 3	Элементарные частицы, их виды и характеристики.	2	2	
Итоговый экзамен за 11 класс		2		2
Всего		128	44	84

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ 7 класс

ТЕМА 1. КИНЕМАТИКА

Блок 1. Кинематика прямолинейного движения.

Радиус-вектор. Уравнения движения тела в общем случае. Частные случаи. Равномерное движение. Работа с графиками. Нахождения мгновенной скорости. Траектория, путь, перемещение. Скорость. Средняя скорость. Относительное движение.

Ускорение среднее и мгновенное. Равноускоренное движение. Зависимость скорости от времени. Графики. Проблема вычисления пути при неравномерном движении.

Свободное падение. Горизонтальный бросок. Движение тела, брошенного под углом к горизонту.

Блок 2 Кинематика периодического движения

Поступательное и вращательное движение. Кинематика вращательного движения. Угловые характеристики. Связь с линейными характеристиками. Нормальное и тангенциальное ускорение.

Механические колебания – определение, примеры, виды. Определение, формулы - периода, частоты, циклической частоты, координаты, скорости, ускорения, фазы. Колебательная система – определение, примеры. Свободные и вынужденные колебания. Резонанс. Автоколебания. Математический и пружинный маятник – примеры. Формулы периода Гармонические колебания. Амплитуда, период, частота и фаза колебаний. Их роль. Кинематика колебаний. Энергия колебаний. Роль начальных условий. Критерии гармоничности. Малые колебания.

Механические колебания. Свободные колебания. Примеры простейших колебательных систем: гармонический осциллятор; математический маятник; физический маятник.

Вынужденные колебания. Учет затухания. Резонанс.

Лабораторная работа № 1. Определение ускорения свободного падения на машине Атвуда.

Контрольная работа № 1 по теме «Кинематика прямолинейного движения».

Блок 3. Динамика: силы, законы Ньютона, искусственные спутники Земли.

Инерциальные системы отсчета, первый закон Ньютона. Силы. Измерение сил. Второй закон Ньютона. Инертная масса. Третий закон Ньютона.

Гравитационная сила. Закон всемирного тяготения. Движения спутников. Законы Кеплера. Гравитационное взаимодействие. Свободное падение. Вес.

Инертная и гравитационная массы. Принцип эквивалентности. Космические скорости.

Сила трения. Трение покоя. Трение скольжения. Трение качения. Сила сопротивления движению (жидкое трение). Движение с сопротивлением вязкой среды. Закон Гука. Упругая сила, её природа. Виды деформаций. Силы натяжения. Блоки.

Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции. Центробежная сила. Эквивалентность сил инерции и сил тяготения. Центробежная сила инерции. Сила Кориолиса.

Блок 4 Статика

Три условия равновесия – формулировка, формула, область применения. Методы нахождения положения центра тяжести. Теорема о координатах центра тяжести. Виды равновесия. Момент силы. Центр тяжести. Статика при действии непараллельных сил, условие отсутствия вращения тела. Метод виртуальных перемещений.

Лабораторная работа №2. Определение коэффициента трения покоя.

Контрольная работа №2 по теме «Динамика», «Статика».

Блок 5. Закон сохранения импульса и энергии.

Импульс материальной точки и системы тел. Закон изменения и сохранения импульса. Запись второго закона Ньютона через импульс. Реактивное движение. Понятие «центр масс». Теорема о центре масс. Система отсчета центра масс. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела. Закон сохранения момента импульса.

Работа силы, теорема об изменении кинетической энергии. Скалярное произведение векторов. Мощность. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии. Потенциальные силы. Потенциальность силы тяжести. Однородное и стационарное силовое поле – поле потенциальных сил. Упругие и неупругие столкновения. Использование системы центра масс.

Блок 6. Механические волны

Механическая волна. Продольные и поперечные волны. Стоячая волна. Звук. Волна – определение. Возмущение и их виды. Какие бывают волны в зависимости от вида возмущения. Механизм возникновения и распространения механической волны продольной и поперечной. Характеристики волн – длина волны, скорость распространения, период, частота, поляризация (определения, обозначения, формула для вычисления).

Стоячие волны – определение, механизм возникновения. Характеристики – пучности, узлы, моды.

Звуковые волны – определение, механизм возникновения. Характеристики – скорость распространения, высота, громкость, тембр. Интенсивность звука – определение, единицы измерения.

Блок 7 Элементы релятивистской механики.

Предмет изучения раздела. Опыт Майкельсона – Морли. СТО и ОТО. Постулаты теории относительности. Радиус Шварцшильда. Следствия постулатов теории относительности – относительность времени, одновременности событий, порядок следования событий, относительность длины, массы, релятивистский закон сложения скоростей, масса покоя, масса в движении, связь массы и энергии.

Контрольная работа №3 по теме «Законы сохранения»

ТЕМА 2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА.

Блок 1.Молекулярная структура вещества.

Строение газообразных, жидких и твердых тел. Масштаб величин: размеры, масса, промежутки, концентрация молекул. Степень свободы молекулы. Молярная постоянная Авогадро. Броуновское движение. Скорости молекул.

Блок 2 Молекулярно-кинетическая теория идеального газа.
Экспериментальные доказательства МКТ. Абсолютная шкала температур. Другие шкалы. Термометры. Длина свободного пробега. Частота столкновений. . и вязкости.

Модель идеального газа. Связь между давлением и средней кинетической энергией теплового движения молекул идеального газа. Понятие термодинамической системы. Макро- и микросостояния. Термодинамические параметры системы. Уравнение состояния идеального газа. Газовый термометр. Применение газов в технике. Газовые законы.

Парциальное давление. Закон Дальтона. Смеси различных газов.

Блок 4. Лабораторный практикум: "МКТ"

Лабораторная работа. №3 «Изучение закона Бойля –Мариотта».

Контрольная работа №4 по теме «Молекулярная физика»

ТЕМА 3. ТЕРМОДИНАМИКА

Блок 1. Внутренняя энергия и работа газа в изопроцессах

Работа газа. Внутренняя энергия. Первое начало термодинамики. Классические опыты. Анализ изопроцессов.

Блок 2. Первый закон термодинамики и его применение к адиабатному и изопроцессам.

Адиабатический процесс. Закон сохранения энергии для тепловых процессов изобарного , изохорного , изотермического, адиабатного.

Блок 3. Второй закон термодинамики. Тепловые машины. Циклические процессы

Обратимые и необратимые процессы. Второе начало термодинамики. Формулировки Клаузиуса и Томсона. Тепловые машины. Коэффициент

полезного действия. Цикл Карно. Теорема Карно. КПД цикла Карно. Холодильная машина.

Контрольная работа №5 по теме. «Термодинамика»

ТЕМА 4. ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ

Блок 1. Фазовый переход пар – жидкость

Испарение. конденсация, влажность воздуха. Перенос тепла: теплопроводность, конвекция, излучение. Понятие о диффузии. Насыщенный, ненасыщенный пар. Изотермы реального газа. Влажность. Абсолютная и относительная влажность.

Теплоемкость. Зависимость от вида процесса. Теплоемкость газов.

Особые условия на поверхности. Коэффициент поверхностного натяжения. Поверхностная энергия, силы поверхностного натяжения. Модельная оценка поверхностного натяжения воды. Поверхностно-активные вещества. Смачивание. Краевой угол. Кипение. Пузырьковая камера. Капиллярные явления.

Блок 2. Твёрдое тело – жидкость.

Плавление, отвердевание. Виды твёрдых тел. Удельная теплота плавления.

Блок 3. Твёрдые тела.

Структура и механические свойства твёрдых тел. Напряжение, относительное удлинение. Закон Гука, модуль Юнга

Контрольная работа №6 по теме: «Фазовые переходы».

ТЕМА 5. ЭЛЕКТРОСТАТИКА

Блок 1. Силы взаимодействия неподвижных зарядов.

Электрический заряд и элементарные частицы. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Электрическое поле. Закон Кулона. Опытные обоснования закона Кулона.

Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции. Электрический диполь. Поле диполя.

Блок 2. Энергия взаимодействия неподвижных зарядов.

Потенциальность электростатического поля. Потенциальная энергия заряда в однородном электрическом поле. Потенциал электростатического поля и разность потенциалов. Связь между напряженностью электростатического поля и разностью потенциалов. Теорема Гаусса. Работа сил электрического поля. Потенциал поля точечного заряда. Суперпозиция потенциалов. Связь потенциала и напряженности поля. Силовые линии и эквипотенциальные поверхности.

Работа в электрическом поле. Свободные носители заряда. Ограничение поверхностью тела. Работа выхода. Электростатическая индукция. Поле и заряды внутри и на поверхности проводника. Заземление. Экранировка. Поля и

потенциалы систем, обладающих симметрией: заряженной сферы, однородного шара, прямой, плоскости, пары плоскостей.

Поле при наличии диэлектрика. Диэлектрическая проницаемость. Полярные диэлектрики. неполярные диэлектрики.

Понятие «электрическая емкость». Емкость уединенного проводника. Системы заряженных плоскостей. Емкость плоского конденсатора. Различные типы конденсаторов. Соединения конденсаторов. Расчеты зарядов, напряжений на конденсаторах в установившемся режиме.

Энергия заряженного конденсатора. Энергия электрического поля. Применения конденсаторов. Работа источников. Выделение тепла в RC -цепях.

Контрольная работа №7 по теме: «Электростатика».

ТЕМА 6. ПОСТОЯННЫЙ ТОК

Блок 1. Законы постоянного тока

Плотность тока. Электрическое сопротивление. Плотность тока в проводящих средах. Связь с напряженностью. Закон Ома для участка цепи. Соединение проводников. Закон Ома для полной цепи. Условия поддержания электрического тока в цепи. ЭДС. Сторонние силы. Цепь при наличии источника тока. Виды вольт-амперных характеристик.

Блок 2. Тепловое действие тока. Закон Джоуля – Ленца

Работа в цепи электрического тока. Закон Джоуля-Ленца. Формулы мощности электрического тока..

Блок 3 Электрический ток в различных средах

Металлы, диэлектрики, полупроводники: экспериментальные различия. Величина проводимости, ее зависимость от температуры, Электроны и дырки. Примесные полупроводники.

Выпрямляющее действие контакта двух полупроводников. Реализация p-n перехода на практике. Полупроводниковый триод (транзистор).

Электрический ток в газах. Тип проводимости. Механизм электрического разряда. Виды разрядов. Где встречаются в технике, природе. Электрически ток в вакууме.(где и как создаётся и применяется)

Контрольная работа №8 по теме: «Постоянный ток».

ТЕМА 7. МАГНЕТИЗМ

Блок 1. Магнитное поле

Вектор магнитной индукции, пронизывающий замкнутый контур. Угол между вектором B и нормалью к контуру. Поток вектора магнитной индукции.

Взаимодействие проводов с токами. Опыт Эрстеда. Сила Ампера. Правило левой руки для силы Ампера. Силовая характеристика магнитного поля - вектор

магнитной индукции B . Правило правого винта. Гальванометр. Рамка с током в магнитном поле. Электродвигатель.

Действие магнитного поля на движущиеся заряды. Сила Лоренца. Правило левой руки для силы Лоренца. Работа силы Лоренца. Движение заряда в однородном магнитном поле. Движение зарядов в скрещенных полях.

Магнитное поле тока. Определение направления вектора B прямого тока. Закон Био-Савара-Лаплас

Магнитные моменты электронов и атомов, Атом в магнитном поле. Магнитное поле в веществе. Основные отличия магнитных свойств ферромагнетиков. Доменная структура.

ТЕМА 8. ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ.

Блок 1. Электромагнитная индукция. Самоиндукция. Правило Ленца

Закон электромагнитной индукции, правило Ленца, Трактовки Фарадея и Максвелла. Магнитоэлектрическая индукция. Генератор.

Поле соленоида с током. Индуктивность. Энергия магнитного поля. ЭДС самоиндукции.

Блок 2. Переменный ток. Три вида нагрузки в цепи переменного тока. Свободные и вынужденные колебания в цепи переменного тока.

Электрические колебания. Свободные колебания в колебательном контуре. Формула Томсона. Период свободных электрических колебаний.

Вынужденные колебания. Резонанс токов. Переменный электрический ток. Получение, измерение, эффективные значения. реактивные сопротивления. Резонанс токов и резонанс напряжений.

Цепи с нелинейными элементами. Активное сопротивление, емкость и индуктивность в цепи переменного тока. Мощность в цепи переменного тока. Резонанс в электрической цепи.

ТЕМА 9: ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ

Блок1 Электромагнитные волны их возникновение, характеристики, свойства, виды, применение..

Следствия из уравнений Максвелла. Скорость распространения. Поперечность волн. Опыты Герца. Элементы радиотехники. Принципы радиосвязи. Модуляция и демодуляция. Выпрямители. Антенна.

Контрольная работа №9 по темам 8, 9: «Электромагнетизм.» «Электромагнитные волны»

ТЕМА 10. ОПТИКА

Блок 1. Геометрическая оптика

История вопроса о природе света. Прямолинейное распространение света. Законы геометрической оптики.

Блок 2 Линзы. Оптические приборы

Элементарные оптические системы: зеркала, призмы, линзы. Оптическая сила линзы. Формула тонкой линзы. Построение изображений.

Контрольная работа №10 по теме: «Геометрическая оптика».

ТЕМА 11. ВОЛНОВАЯ ОПТИКА

Блок 1. Интерференция механических и электромагнитных волн

Интерференция света. Условие когерентности. Опыт Юнга. Интерференция в тонких пленках. Интерференция от двух точечных источников. Просветление оптики. Взаимодействие света с веществом Естественный и поляризованный свет. Поляризация света при отражении. Дисперсия света. Применение интерференции.

Блок 2. Дифракция света. Дифракционная решётка

Дифракция света. Дифракция Френеля. Метод зон Френеля. Дифракция на прямоугольной щели. Дифракция на N щелях. Дифракционная решетка. Рассеяние света. Поглощение света.

ТЕМА 12. КВАНТОВАЯ ОПТИКА

Блок 1. Корпускулярные свойства света

Абсолютно чёрное тело (АЧТ). Законы теплового излучения АЧТ. Гипотеза Планка. Фотоэффект. Виды фотоэффекта. Законы внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Давление света. Корпускулярно-волновой дуализм света.

Блок 2. Элементы квантовой механики

Модель атома Томсона. Опыт Резерфорда. Планетарная модель атома. Постулаты Бора. Опыты Франка и Герца. Корпускулярно-волновой дуализм объектов микромира. Гипотеза де Бройля. Опыты Девиссона и Джермера. Опыт Боте. Соотношение неопределенностей. Смысл соотношений. Отказ от представлений классической физики.

Контрольная работа №11 по теме: «Волновая и квантовая оптика».

ТЕМА 13. АТОМНОЕ ЯДРО

Блок 1. Строение атома и ядра. Энергия связи ядер.

Состав и характеристики атомных ядер. Масса и энергия связи ядра. Размеры атомных ядер. Электрические свойства и форма атомных ядер. Нуклон-нуклонное взаимодействие и свойства ядерных сил. Модели атомных ядер. Оболочечная модель ядра. Зарядовая независимость ядерных сил.

Блок 2. Радиоактивность. Ядерные реакции и их виды. Энергетический выход ядерных реакций. Применение ядерных реакций.

Общие закономерности радиоактивного распада. Альфа-распад. Бета- распад. Спектр бета- частиц. Проблема массы нейтрино. К-захват. Гамма-излучение ядер. Внутренняя конверсия. Спонтанное деление ядер. Протонная активность. Радиоактивные семейства. Трансурановые элементы.

Деление и синтез атомных ядер. Деление ядер под действием нейтронов. Цепная реакция. Синтез легких ядер. Проблемы ядерной энергетики.

Блок 3. Элементарные частицы

Виды элементарных частиц, характеристики и свойства

ИТОГОВЫЙ ЭКЗАМЕН ЗА 11 КЛАСС.

3 ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Формы и режим занятий

Занятия проводятся в группах, сформированных по возрастному принципу. Количество участников в группе до 15 человек. При формировании групп учитываются результаты олимпиад, экзаменов и собеседования.

Занятия проводятся в 5–6 классах по 2 часа в неделю, в 7-8 классах по 4 часа в неделю, в 9-11 классах по 4 часа в неделю. Продолжительность учебного года – 32 недели.

Занятия проводятся в форме теоретических, практических и индивидуальных занятий и консультаций (проектная деятельность, подготовка к олимпиадам, конференциям).

Практические занятия проходят в форме лабораторных практикумов и практикумов по решению задач.

Лабораторный практикум по каждой теме состоит из нескольких лабораторных работ. По некоторым темам в зависимости от материально-технического обеспечения лаборатории лабораторные работы, входящие в каждый лабораторный практикум, педагог выбирает самостоятельно, исходя из предложенных в рабочей программе.

Количество часов на одну лабораторную работу: в 5-7 классах – 1 час, в 8 классе 1 – 2 часа, в 9 -11 классах 2 часа.

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ

Инструкция по проведению занятий в учебных лабораториях

Перед выполнением лабораторных работ все учащиеся должны пройти инструктаж по технике безопасности и расписаться в журнале инструктажа техники безопасности.

Подготовка к лабораторным занятиям

Подготовка к работе проводится в часы самостоятельной работы. При подготовке нужно использовать описание работ и литературу. Задания для выполнения лабораторных работ раздаются на отдельных листочках (условие можно вклеить в тетрадь, но в любом случае требуется краткая запись данных задачи при оформлении работы). В конце описания каждой лабораторной работы в помощь для подготовки указана литература, необходимая для изучения данного физического явления или закона, а также вопросы для самоконтроля. На выполнение лабораторной работы отводится определенное время.

Организация учебного процесса в лаборатории

Для выполнения лабораторных работ используется специальная тетрадь – лабораторный журнал, в который заносятся все результаты измерений, с

проведением измерений. Лабораторный журнал ведется отдельно и сдается на проверку. Обучающийся имеет возможность, получая проверенный журнал, несколько раз за отведенное время попытаться исправить указанные ошибки. К работе в лаборатории допускаются учащиеся, которые имеют лабораторный журнал, подготовленный к работе, изучили описание работы, имеют представление о том, что и каким методом требуется измерить, как устроена и работает установка.

Проведение лабораторной работы

Выполнение лабораторной работы начинается с изучения приборов и установки, основ их работы. В лабораторном журнале, в подготовленную таблицу «Приборы и оборудование», необходимо записать технические характеристики приборов: пределы измерения, цену деления шкалы, погрешность прибора (класс его точности), режим его работы и т.д.

Измерения должны проводиться аккуратно и с соблюдением правил техники безопасности. После проведения измерений экспериментальные данные, полученные в ходе выполнения работы, должны быть подписаны преподавателем, ведущим занятие. По окончании всех измерений производятся расчеты значений искомых величин, косвенных измерений, погрешностей прямых и косвенных измерений, используются при этом правила округления и строятся графики. Построенные графики вклеиваются в лабораторный журнал. Все промежуточные расчеты делаются в лабораторном журнале. Все записи в журнале делаются шариковой ручкой. Схемы, рисунки и графики выполняются карандашом. Графики выполняются на миллиметровой бумаге. В конце работы учащийся должен написать вывод и сдать лабораторный журнал преподавателю для защиты лабораторной работы.

4 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Учебники и учебные пособия

1. Астахов, А.В. Курс физики. Том 1. Механика. Кинетическая теория материи: учеб. пособие для школьников / А. В. Астахов. – М.: Физматлит, 1977. – 382 с.
 2. Бутиков, Е.И. Физика для поступающих в вузы: учеб. пособие для школьников и абитуриентов / Е.И. Бутиков, А.Л. Быков, А.С. Кондратьев. – М.: Наука, 1982. – 608 с.
 3. Дик, Ю.И., Кабардин, О.Ф., Орлов, В.А. Физический практикум для классов с углубленным изучением физики. 10-11 класс: учеб. пособие для школьников / Ю.И. Дик, О.Ф. Кабардин, В.А. Орлов. – М.: Просвещение, 2002 и др. – 157 с.
 4. Кикоин, А.К. Физика. Механика. 10 класс: учеб. пособие для школьников / А.К. Кикоин. – М.: Просвещение, 2012. – 128 с.
 5. Матвеев, А. Н. Молекулярная физика: учеб. пособие для вузов / А. Н. Матвеев. – М.: Высшая школа, 1981. – 400 с.
 6. Матвеев, А. Н. Электричество и магнетизм: учеб. пособие для вузов / А. Н. Матвеев. – 3-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2010. – 400 с.
 7. Матвеев, А. Н. Механика и теория относительности: учеб. для вузов / А. Н. Матвеев. – 3-е изд. – М.: ООО «Издательский дом "ОНИКС 21 век"», ООО «Издательство "Мир и Образование"», 2003. – 432 с.
 8. Мякишев, Г.Е. Физика. 10 класс: учеб. пособие для школьников / Г.Е. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский. – М.: Просвещение, 2010 и др. – 366 с.
 9. Мякишев, Г.Е. Физика. 11 класс: учеб. пособие для школьников / Г.Е. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский. – 3-е изд. – М.: Просвещение, 2014 и др. – 400 с.
 10. Ландсберг, Г.С. Оптика / Г.С. Ландсберг: учеб. пособие для вузов – М.: Наука, 1976. – 928 с.
 11. Пинский, А.А. Физика. 10 класс: учеб. пособие для школьников / А.А. Пинский, О.Ф. Кабардин. – М.: 2011 и др. – 431 с.
 12. Савельев, И.В. Курс общей физики. В 3 томах. Том 1. Механика. Молекулярная физика: учебное пособие / И. В. Савельев. 5-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Лань, 2006. – 352 с.
 13. Савельев, И.В. Курс общей физики. В 3 томах. Том 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика: учебное пособие / И. В. Савельев. – СПб.: Лань, 2006. – 500 с.
 14. Савельев, И.В. Курс общей физики. В 3 томах. Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элемента: учебное пособие / И. В. Савельев. – СПб.: Лань, 2007. – 308 с.
 15. Сивухин, Д.В. Общий курс физики: учеб. пособие для вузов / Д.В. Сивухин. – М.: Наука, 1979. – 520 с.
 16. Широков, Ю.М. Курс физики, том 2. Электромагнитное поле: учеб. пособие для вузов / Ю.М. Широков, А.В. Астахов. – М.: Наука, 1980. – 360 с.
 17. Широков, Ю.М. Курс физики в 3-х томах. Том 3. Квантовая физика: учеб. пособие для вузов / Ю.М. Широков, А.В. Астахов. – М.: Наука, 1983. – 240 с.
 18. Яворский, Б.М. Основы физики. Том 1: учеб. пособие для вузов / Б.М. Яворский, А.А. Пинский. – М.: Наука, 2003. – 453 с.
- Яворский, Б.М., Пинский, А.А. Основы физики. Том 2: учеб. пособие для вузов / Б.М. Яворский, А.А. Пинский. – М.: Наука

Сборники задач

1. Бендриков, Г.А. Физика. Задачи для поступающих в вузы: учеб. пособие для школьников и абитуриентов / Г.А. Бендриков, Б.Б. Буховцев, Г.Я. Мякишев. – М.: МГУ, 2000. – 397 с.

- 2.Бутиков, Е.И. Физика в примерах и задачах: учеб. пособие для школьников и абитуриентов / Е.И. Бутиков, А.А. Быков, А.С. Кондратьев. – СПб.: Издательство ЛГУ, 1989. –463с.
- 3.Варламов, С.Д. Экспериментальные задачи на уроках физики и физических олимпиадах: учеб. пособие для школьников / Варламов С.Д., Зильберман А.Р., Зинковский В.И. – М.: МЦНМО, 2017. –184 с.
- 4.Гельфгат, И.М. 1001 задача по физике с решениями: учеб. пособие для школьников/ Гельфгат И.М., Генденштейн Л.Э., Кирик Л.А. –Харьков-Москва: Наука, 1996. – 596с.
- 5.Гольдфарб, Н.И. Сборник задач по физике: учеб. пособие для школьников / Н.И. Гольдфарб. – М.: Высшая школа, 1982. – 351 с.
- 6.Задачи по физике: учеб. пособие для школьников / Савченко О.Я. [и др.]// под ред. Савченко О.Я. – Новосибирск: НГУ, 1999. –370 с.
- 7.Зильберман, А. Р. Раз задача, два задача: учеб. пособие для школьников / Зильберман А. Р., Буздин А. И., Кротов С. С. –М.: Наука. Гл. ред. Физматлит, 1990. –240с.
- 8.Малинин, А.Н. Сборник вопросов и задач по физике. 10-11 класс: учеб. пособие для школьников / А.Н. Малинин. – М.: Просвещение, 2002. – 220 с.
- 9.Меледин, Г.Ф. Физика в задачах: экзаменационные задачи с решениями: учеб. пособие для школьников / Г.Ф. Меледин. –М.: Наука. Гл. ред. Физматлит, 1990. – 272с.
- 10.Сборник задач по физике: для 10-11 классов с углубленным изучением физики: учеб. пособие для школьников / Козел С.М. [и др.]// под редакцией С.М. Козела. – М.: Вербум-М, 2003. – 264 с.
- 11.Тепловые явления. Постоянный ток. Оптика. Сборник задач для подготовки к олимпиадам по физике. 8 класс: учеб. пособие для школьников / Замятин М.Ю [и др.]// под редакцией Замятина М.Ю. – М.: Шанс, 2018. – 358 с.
- 12.3800 задач по физике для школьников и поступающих в вузы: учеб. пособие для школьников и абитуриентов / Н.В. Турчин, [и др.]// под редакцией Н.В. Турчина. – М.: Дрофа, 2000. – 672 с.

5 Формы контроля и оценочные материалы
Примерный перечень вопросов и задач к итоговому экзамену
Механика

1. Системы координат: декартова.
 2. Радиус-вектор. Уравнения движения тела в общем случае. Частные случаи.
 3. Равномерное движение. Траектория, путь, перемещение. Скорость. Средняя скорость
 4. Ускорение. Равноускоренное движение. Зависимость скорости от времени. Графики.
 5. Свободное падение. Движение тела, брошенного под углом к горизонту.
 6. Поступательное и вращательное движение. Кинематика вращательного движения. Угловые характеристики. Связь с линейными характеристиками. Нормальное и тангенциальное ускорение.
 7. Инерциальные системы отсчета, первый закон Ньютона. Классический закон сложения скоростей.
 8. Сила. Измерение сил. Второй закон Ньютона. Инертная масса. Третий закон Ньютона.
 9. Гравитационная сила. Закон всемирного тяготения. Движения спутников.
 10. Законы Кеплера.
 11. Гравитационное взаимодействие. Свободное падение. Вес.
 12. Закон Гука, закон Кулона. Упругая сила, её природа. Виды деформаций.
 13. Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции. Центробежная сила. Эквивалентность сил инерции и сил тяготения. Центробежная сила инерции. Сила Кориолиса.
 14. Импульс материальной точки и системы тел. Закон изменения и сохранения импульса. Запись второго закона Ньютона через импульс. Реактивное движение
 15. Понятие «Центр масс». Теорема о центре масс. Система отсчета центра масс.
 16. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела. Закон сохранения момента импульса.
 17. Работа силы, теорема об изменении кинетической энергии. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии. Мощность.
 18. Упругие и неупругие столкновения. Использование системы центра масс. Баллистический маятник.
 19. Условия равновесия твердого тела. Момент силы. Центр тяжести. Виды равновесия
- Молекулярная физика. Термодинамика. Электростатика. Постоянный ток.**

1. Строение газообразных, жидких и твердых тел. Молекулярно-кинетическая теория. Экспериментальные доказательства МКТ.
2. Масштаб величин: размеры, масса, промежутки, концентрация молекул.
3. Степень свободы молекул.
4. Абсолютная шкала температур. Другие шкалы. Термометры.
5. Моль. Постоянная Авогадро.
6. Броуновское движение.
7. Скорости молекул. Длина свободного пробега. Частота столкновений.
8. Явления переноса. Перенос тепла: теплопроводность, конвекция, излучение. Понятие о диффузии и вязкости.
9. Модель идеального газа. Связь между давлением и средней кинетической энергией теплового движения молекул идеального газа. Понятие термодинамической системы.
10. Макро- и микросостояния. Термодинамические параметры системы. Уравнение состояния идеального газа.
11. Газовые законы.
12. Парциальное давление. Закон Дальтона. Смеси различных газов.
13. Насыщенный, ненасыщенный пар. Изотермы реального газа.

14. Влажность. Абсолютная и относительная влажности.
15. Работа газа.
16. Внутренняя энергия.
17. Первое начало термодинамики. Анализ изопроцессов.
18. Адиабатический процесс. Расширение газа в пустоту. Теплоемкость.
19. Обратимые и необратимые процессы. Второе начало термодинамики. Формулировки Клаузиуса и Томсона.
20. Тепловые машины. Коэффициент полезного действия. Цикл Карно. Теорема Карно. Холодильная машина.
21. Коэффициент поверхностного натяжения. Поверхностная энергия, силы поверхностного натяжения.
22. Модельная оценка поверхностного натяжения воды.
23. Смачивание. Краевой угол.
24. Механические свойства твердых тел. Закон Гука, модуль Юнга.
25. Электрический заряд и элементарные частицы. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона, условия применимости.
26. Электрическое поле. Силовые линии. Напряженность
27. Поле точечного заряда. Закон Кулона в полевой форме.
28. Принцип суперпозиции для вектора E .
29. Потенциальность электростатического поля. Потенциальная энергия заряда в однородном электрическом поле.
30. Потенциал. Разность потенциалов. Связь между напряженностью электростатического поля и разностью потенциалов.
31. Работа сил электрического поля. Потенциал поля точечного заряда.
32. Силовые линии вектора напряжённости и эквипотенциальные поверхности.
33. Свободные носители заряда. Теорема единственности. Электростатическая индукция.
34. Поле и заряды внутри и на поверхности проводника. Заземление.
35. Поля и потенциалы систем, обладающих симметрией.
36. Поле при наличии диэлектрика. Диэлектрическая проницаемость среды. Полярные диэлектрики. неполярные диэлектрики.
37. Понятие «электрическая емкость». Емкость уединенного проводника. Системы заряженных плоскостей.
38. Емкость плоского конденсатора. Различные типы конденсаторов. Соединения конденсаторов.
39. Энергия заряженного конденсатора. Энергия электрического поля.
40. Плотность тока. Плотность тока в проводящих средах. Связь с напряженностью.
41. Условия поддержания электрического тока в цепи. ЭДС. Сторонние силы.
42. Закон Ома для однородного участка цепи и закон Ома для замкнутой цепи.
43. Работа в цепи электрического тока. Закон Джоуля-Ленца. Мощность цепи постоянного тока.

Магнетизм. Электромагнетизм.

1. Магнитное поле тока. Определение направления вектора B прямого тока, правило правого винта. Закон Био-Савара-Лапласа.
2. Явление электромагнитной индукции. Правило Ленца.
Самоиндукция. Индуктивность. Энергия магнитного поля тока.
3. Основные отличия магнитных свойств ферромагнетиков. Доменная структура.
4. Металлы, диэлектрики, полупроводники: экспериментальные различия, величина проводимости, ее зависимость от температуры
5. Электроны и дырки. Примесные полупроводники.
6. Выпрямляющее действие контакта двух полупроводников. Реализация p-n перехода на практике.

7. Свободные электрические колебания в контуре. Превращение энергии в колебательном контуре.
8. Трансформатор. Передача энергии на большие расстояния. Перспективы развития энергетики.
9. Распространение колебаний в упругой среде. Поперечные и продольные волны. Длина и скорость волны.
10. Звуковые волны, скорость звука, громкость и высота.
11. Электромагнитное поле. Колебательный контур.
12. Переменный электрический ток. Получение, измерение, эффективные значения. Фазовые соотношения в цепи переменного тока, реактивные сопротивления, импеданс.

Электромагнитные волны. Оптика.

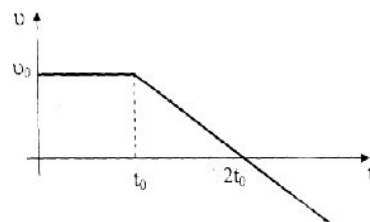
1. Электромагнитные волны, их свойства и применение. Принцип радиосвязи.
- 2.. Законы отражения и преломления света.
3. Дисперсия света.
4. Явление интерференции света.
5. Явление дифракции света. Дифракционная решетка.
6. Взаимодействие света с веществом Естественный и поляризованный свет.
7. Закон Брюстера. Двойное лучепреломление.
8. Абсолютно чёрное тело (АЧТ). Законы теплового излучения АЧТ. Гипотеза Планка.
9. Фотоэффект и его законы. Объяснение фотоэффекта и его применение.
10. Развитие представлений о строении атома. Квантовые постулаты Бора.
11. Электромагнитная природа света. Волновые и квантовые свойства света.

Атомное ядро.

1. Экспериментальные методы регистрации ионизирующих излучений.
2. Радиоактивность. Виды радиоактивных излучений и их свойства.
3. Состав атомного ядра. Изотопы. Взаимосвязь массы и энергии. Энергия связи атомных ядер.
4. Деление ядер урана. Цепная ядерная реакция. Термоядерная реакция. Применение ядерной энергии

Перечень задач к практической части итогового экзамена

1. Мотоциклист проехал четверть пути по горизонтальному участку шоссе со скоростью $V_1 = 80$ км/ч. Следующие три четверти пути он ехал в гору, двигаясь с постоянным по модулю ускорением, причем конечная скорость оказалась равной $V_2 = 40$ км/ч. Каково среднее значение $\langle V \rangle$ показаний спидометра мотоцикла? Ответ представить в км/ч.
2. Колона автомобилей движется по шоссе со скоростью 90 км/ч. Длина l каждого автомобиля равна 10 м. На ребристом участке шоссе автомобили движутся со скоростью 15 км/ч. Каким должен быть минимальный интервал Δx между автомобилями, чтобы они не сталкивались при въезде на ребристый участок шоссе? Ответ представьте в единицах СИ.
3. Автомобиль за время t набрал скорость V и сразу стал тормозить. Найти пройденный до остановки путь, если при торможении ускорение вдвое больше, чем при разгоне?
4. Брошенное тело пролетело мимо точки А вверх, а через время t_1 мимо нее вниз. Насколько выше точки А находится точка В, если время пролета мимо нее и вниз рано
- t₂. Ускорение свободного падения g .
5. Частица начинает движение из начала координат. График зависимости скорости от времени приведен на рисунке. Найдите время, через которое частица вернется в начало координат.



6. Тело, имея некоторую начальную скорость, движется равноускоренно. За время t тело

прошло путь S , причем его скорость увеличилась в n раз. Найти ускорение тела.

7. Кот Леопольд бежал по прямой дороге из пункта А. Вначале он в течение промежутка времени $\tau = 1$ с бежал с ускорением $a = 1 \text{ м/с}^2$ (без начальной скорости). После этого он начал тормозить так, что его ускорение стало равным по величине $2a$, и спустя некоторое время он вернулся назад в пункт А. Чему равна средняя путевая скорость кота Леопольда?

8. Камень брошен вертикально вверх с поверхности земли со скоростью 5 м/с , на какую высоту поднимется камень, когда его скорость уменьшится до 3 м/с ?

9. Поезд через 10 с после начала движения приобретает скорость $0,6 \text{ м/с}$. Через какое время от начала движения скорость поезда станет равна 3 м/с ?

10. За какое время автомобиль, двигаясь из состояния покоя с ускорением $0,6 \text{ м/с}^2$, пройдет путь 30 м ?

11. Из крана капает капли воды, вторая капля начала движение через $0,2$ с после первой. Какова скорость движения первой капли относительно второй через $0,6$ с после начала движения первой капли и в какую сторону направлен вектор этой скорости? Сопротивлением воздуха пренебречь.

12. Камень, массой 3 кг , бросили с начальной скоростью V_0 под углом α к горизонту. Найти дальность полёта, максимальную высоту подъёма и продолжительность полёта камня.

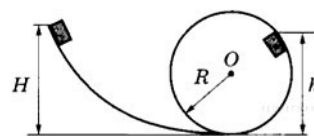
13. По горизонтальной шероховатой поверхности равномерно толкают брусок массой 20 кг , прикладывая к нему силу, под углом 60° к вертикали (сверху вниз). Модуль силы равен 100 Н . Чему равен модуль силы, с которой брусок давит на поверхность?

14. Найдите скорость движения спутника Земли по круговой орбите, на высоте, равной радиусу Земли.

15. Известно, что один оборот вокруг своей оси Луна совершает примерно за 28 земных суток, а масса Луны составляет $1/81$ массы Земли. На орбиту какого радиуса надо вывести спутник Луны, чтобы он всё время «висел» над одной и той же точкой поверхности? Известно, что спутники Земли, «висящие» над одной и той же точкой поверхности, летают по орбите радиусом $R_3 = 42000 \text{ км}$.

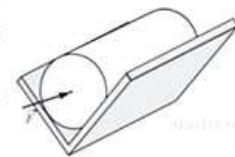
16. В аттракционе человек массой 60 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мертвую петлю» в вертикальной плоскости по круговой траектории радиусом 25 м . Какова сила давления человека на сидение тележки при скорости прохождения нижней точки 10 м/с ? Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .

17. Небольшой брусок массой $m = 1 \text{ кг}$ начинает соскальзывать с высоты H по гладкой горке, переходящей в мёртвую петлю (см. рисунок). Определите высоту горки H , если на высоте $h = 2,5 \text{ м}$ от нижней точки петли брусок давит на её стенку с силой $F = 5 \text{ Н}$, радиус окружности $R = 2 \text{ м}$.



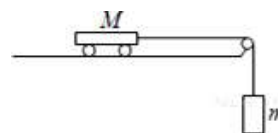
Сделайте рисунок с указанием сил, поясняющий решение.

18. Из двух равных досок сделан желоб, представляющий собой двугранный угол с раствором $2\alpha = 90^\circ$. Желоб закреплен так, что его ребро горизонтально, а доски симметричны относительно вертикали. В желобе на боковой поверхности лежит цилиндр массой $m = 1 \text{ кг}$.



Коэффициент трения между досками и цилиндром равен $\mu = 0,2$. К торцу цилиндра приложена горизонтально направленная сила $F = 3 \text{ Н}$. Найдите модуль ускорения цилиндра.

19. Вагонетка массой $M = 900 \text{ г}$ связана невесомой и нерастяжимой нитью с грузом массой m . Если вагонетку толкнуть влево, то она будет двигаться с ускорением 2 м/с^2 , если толкнуть вправо, то её скорость будет постоянной. Найти массу груза m .

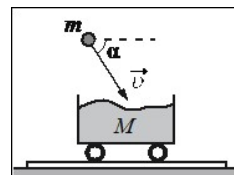


20. Рыбак, массой 80 кг, двигаясь по лодке сделал 6 шагов. На сколько шагов переместится лодка относительно неподвижной воды, если масса лодки 240 кг.
21. Шар, массой m , двигаясь со скоростью V_0 сталкивается с другим неподвижным шаром, массой $2m$. Какова скорость обоих шаров после столкновения, если удар прямой, центральный, абсолютно упругий?
22. Склон холма имеет угол наклона $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. В сторону вершины бросают камень под углом $\alpha > 30^\circ$ к горизонту, и начальной скоростью V_0 . Найти расстояние на которое улетит камень от места бросания.
23. Теннисный мяч бросают под углом α к горизонту с начальной скоростью V_0 в сторону идеально гладкой стены, расстояние до которой L . На каком расстоянии от места бросания упадёт мяч?

24. Начальная скорость снаряда, выпущенного из пушки вертикально вверх, равна $v_0 = 20$ м/с. В точке максимального подъема снаряд разорвался на два осколка, массы которых относятся как 1:4. Осколок меньшей массы полетел горизонтально со скоростью $v_1 = 10$ м/с. На каком расстоянии от точки выстрела упадет второй осколок? Считать поверхность Земли плоской и горизонтальной.

25. Снаряд массой $2m$ разрывается в полёте на две равные части, одна из которых продолжает движение по направлению движения снаряда, а другая — в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличивается за счёт энергии взрыва на величину ΔE . Модуль скорости осколка, движущегося по направлению движения снаряда, равен v_1 , а модуль скорости второго осколка равен v_2 . Найдите ΔE .

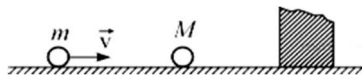
26. Камень массой 6 кг падает со скоростью 8 м/с в тележку с песком общей массой 18 кг, покоящуюся на гладких горизонтальных рельсах (см. рисунок). Вектор скорости камня непосредственно перед падением составляет 60° с горизонтом. Определите кинетическую энергию тележки с камнем после падения в неё камня.



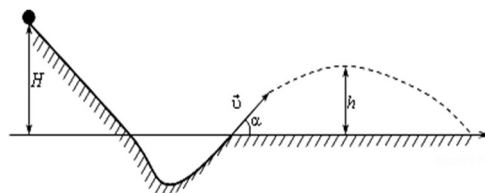
27. Брусок массой $m_1 = 500$ г соскальзывает по наклонной плоскости с высоты $h = 0,8$ м и, двигаясь по горизонтальной поверхности, сталкивается с неподвижным бруском массой m_2

$= 300$ г. Считая столкновение абсолютно неупругим, определите общую кинетическую энергию брусков после столкновения. Трением при движении пренебречь. Считать, что наклонная плоскость плавно переходит в горизонтальную.

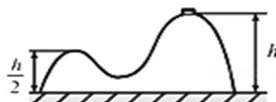
28. По гладкой горизонтальной плоскости скользит шарик массой $m = 1$ кг со скоростью $v = 5$ м/с. Он испытывает лобовое абсолютно упругое столкновение с другим шариком массой $M = 2$ кг, который до столкновения покоился (см. рис.). После этого второй шарик ударяется о массивный кусок пластилина, приклеенного к плоскости, и прилипает к нему. Какое количество теплоты выделилось в процессе прилипания второго шарика к куску пластилина?



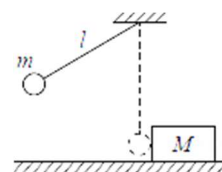
29. При выполнении трюка «Летающий велосипедист» гонщик движется по трамплину под действием силы тяжести, начиная движение из состояния покоя с высоты H . На краю трамплина скорость гонщика направлена под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. Пролетев по воздуху, гонщик приземляется на горизонтальный стол, находящийся на той же высоте, что и край трамплина. Какова максимально возможная высота полета h гонщика? Соппротивлением воздуха и трением пренебречь.



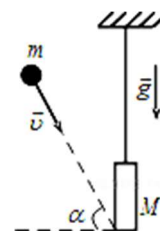
30. Горка с двумя вершинами, высоты которых h и $h/2$, покоится на гладкой горизонтальной поверхности стола (см. рис.). На правой вершине горки находится монета. От незначительного толчка монета и горка приходят в движение, причём монета движется влево, не отрываясь от гладкой поверхности горки, а поступательно движущаяся горка не отрывается от стола. В некоторый момент времени монета оказалась на левой вершине горки, имея скорость V . Найдите скорость горки в этот момент.



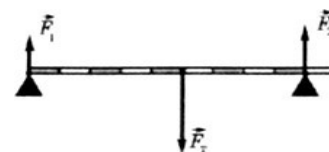
31. Маленький шарик массой $m=0,3$ кг подвешен на лёгкой нерастяжимой нити длиной $l=0,9$ м, которая разрывается при силе натяжения $T_0 = 6$ Н. Шарик отведён от положения равновесия (оно показано на рисунке пунктиром) и отпущен. Когда шарик проходит положение равновесия, нить обрывается, и шарик тут же абсолютно неупруго сталкивается с бруском массой $M= 1,5$ кг, лежащим неподвижно на гладкой горизонтальной поверхности стола. Какова скорость u бруска после удара? Считать, что брусок после удара движется поступательно.



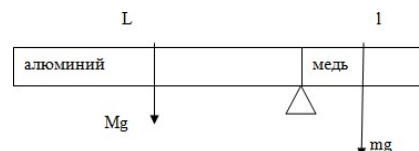
32. Доска массой $0,8$ кг шарнирно подвешена к потолку на легком стержне. На доску со скоростью 10 м/с налетает пластилиновый шарик массой $0,2$ кг и прилипает к ней. Скорость шарика перед ударом направлена под углом 60° к нормали к доске (см. рисунок). Чему равна высота подъема доски относительно положения равновесия после соударения? Ответ укажите в метрах с точностью до двух знаков после запятой



33. Стержень массой $m = 9$ кг и длиной $l = 1$ м лежит на двух опорах. Одна из них находится у левого края стержня, а другая - на расстоянии $a = 10$ см от правого края. С какой силой действует на стержень каждая из опор?



34. Стержень постоянного сечения, левая часть которого изготовлена из алюминия ($\rho_{\text{ал}} = 2700$ кг/м³), а правая из меди ($\rho_{\text{мед}} = 8900$ кг/м³), уравновешен на опоре. Длина части из алюминия равна 50 см. Какова длина всего стержня?



35. На рычаге массой $3m$ висят две льдинки (см. рис.). Точка опоры делит рычаг в соотношении $1:2$. К короткому плечу рычага подвешена льдинка массой $4m$

36. Какую массу должна иметь льдинка, подвешенная к длинному плечу, чтобы система находилась в равновесии? 2. Льдинки одновременно начали нагревать. Во сколько раз



должны отличаться мощности подводимого к льдинкам тепла, чтобы равновесие сохранилось? Льдинки находятся при температуре плавления.

37. Неравноплечие весы находятся в равновесии. Если на левую их чашку положить груз, то он уравнивается гирей массы 20 г. на правой чашке. Если этот же груз положить на правую чашку весов, то он уравнивается гирей массы 45 г на левой чашке. Какова масса груза?

38. На земле лежит бревно, торцы бревна имеют разные диаметры. Объем бревна = 0,2 м³, средняя плотность 450 кг/м³. Чтобы поднять один край бревна необходима сила $F_1 = 350$ Н. Найти силу F_2 , которую необходимо приложить, чтобы приподнять второй край.

Молекулярная физика. Термодинамика. Электричество.

1. В калориметре смешали десять порций воды. Первая порция имела массу $m = 1$ г и температуру $t = 1$ °С, вторая – массу $2m$ и температуру $2t$, третья – $3m$ и $3t$, и так далее, а десятая – массу $10m$ и температуру $10t$. Определите установившуюся температуру смеси. Потерями теплоты пренебречь.

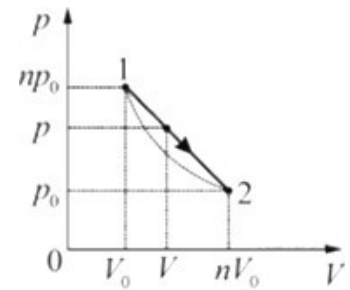
2. Для поддержания в доме постоянной температуры $T = +20$ °С в печку всё время подкладывают дрова. При похолодании температура воздуха на улице понижается на $\Delta t = 15$ °С, и для поддержания в доме прежней температуры приходится подкладывать дрова в 1,5 раза чаще. Определите температуру воздуха на улице при похолодании. Какая температура установилась бы в доме, если бы дрова подкладывали с прежней частотой? Считайте, что мощность передачи теплоты от комнаты к улице пропорциональна разности их температур.

3. Сосуд в форме куба с ребром 1 дм на $2/3$ заполнен льдом, имеющим температуру 0 °С. Туда быстро долили воду, имеющую температуру +100 °С, и сосуд оказался заполненным доверху. Считая, что теплообмен с окружающей средой отсутствует и что лед не всплывает, определите, весь ли лед растает и на сколько опустится уровень воды в сосуде к тому времени, когда система придет в состояние теплового равновесия. Плотности воды и льда 1000 кг/м³ и 900 кг/м³ соответственно, удельные теплоемкости воды и льда 4200 Дж/(кг × °С) и 2100 Дж/(кг × °С) соответственно, удельная теплота плавления льда 335 кДж/кг.

4. Для отопления обычной московской квартиры площадью $S = 63$ м² в месяц требуется при сильных морозах, судя по квитанциям ЖКХ, примерно 1 гигакалория теплоты (1 кал = 4,2 Дж). Она получается в основном при сжигании на московских теплоэлектростанциях природного газа — метана с КПД η преобразования энергии экзотермической реакции в теплоту около 50 %. Уравнение этой химической реакции имеет вид: $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + Q$, где $Q = 1,33 \cdot 10^{-18}$ Дж. Представим себе, что пары воды, получившиеся в результате сжигания метана, сконденсировались, замёрзли на морозе и выпали в виде снега на крыше дома, равной по площади квартире. Будем считать плотность такого снега равной 100 кг/м³. Какова будет толщина h слоя снега, выпавшего за месяц в результате этого процесса?

5. Два сосуда объёмами 20 л и 30 л, соединённые трубкой с краном, содержат влажный воздух при комнатной температуре. Относительная влажность в сосудах равна соответственно 30% и 40%. Если кран открыть, то какой будет относительная влажность воздуха в сосудах после установления теплового равновесия, считая температуру постоянной?

6. Процесс 1–2 с идеальным газом, изображённый на p – V -диаграмме, имеет вид прямой линии $p(V)$, соединяющей две точки (1 и 2), лежащие на одной изотерме. Во сколько раз максимальная температура T_m в этом процессе превышает температуру T_0 на изотерме? Параметры точек 1 и 2 (давления и объёмы) приведены на рисунке, $n = 3$.



7 Один моль одноатомного идеального газа переводят из состояния 1 в состояние 2 таким образом, что в ходе процесса давление газа возрастает прямо пропорционально его объёму. В результате плотность газа уменьшается в $\alpha = 2$ раза. Газ в ходе процесса получает количество теплоты $Q = 20$ кДж. Какова температура газа в состоянии 1?

8. Для изобарного нагревания газа, количество вещества которого 800 моль, на 500 К ему сообщили количество теплоты 9,4 МДж. Определить приращение его внутренней энергии.

9. Двигаясь между двумя точками в электрическом поле, электрон приобрел скорость $V = 2000$ км/с. Чему равно напряжение между этими точками $m_e = 9,1 \times 10^{-31}$ кг, $e = 1,6 \times 10^{-19}$ Кл.

10. Между двумя точечными заряженными телами сила электростатического взаимодействия равна 12 мН. Если заряд одного тела увеличить в 3 раза, а заряд другого тела уменьшить в 4 раза и расстояние между телами уменьшить в 2 раза, то какова будет сила взаимодействия между телами.

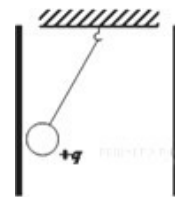
11. Четыре одинаковых заряда величиной q расположены на одной прямой на расстоянии a друг от друга. Найти энергию взаимодействия этих зарядов.

12. Потенциал электрического поля поверхности металлической заряженной сферы радиусом 10 см равен 4 В. Каковы значения потенциала на расстоянии 5 см от центра сферы и на расстоянии 20 см от центра сферы?

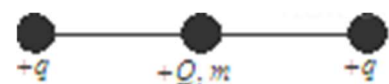
13. В результате некоторого процесса средняя кинетическая энергия поступательного теплового движения молекул идеального газа уменьшилась в 3 раза, а давление возросло в 2 раза. Во сколько раз изменилась концентрация молекул газа, если число молекул осталось неизменным?

14. Один моль идеального одноатомного газа, находящегося при температуре $+27^\circ\text{C}$, изохорически нагревают. Определите, во сколько раз изменится температура этого газа, если в этом процессе сообщить газу количество теплоты 11218 Дж. Ответ округлите до целого числа.

15. Маленький шарик с зарядом $q = 4 \cdot 10^{-8}$ Кл и массой 3 г, подвешенный на невесомой нити с коэффициентом упругости 100 Н/м, находится между вертикальными пластинами плоского воздушного конденсатора. Расстояние между обкладками конденсатора 5 см. Какова разность потенциалов между обкладками конденсатора, если удлинение нити 0,5 мм?

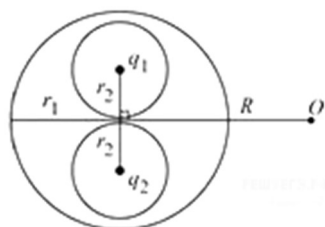


16. По гладкой горизонтальной направляющей длиной $2l$ скользит бусинка с положительным зарядом $Q > 0$ и массой m . На концах направляющей находятся положительные заряды $q > 0$ (см. рисунок). Бусинка совершает малые колебания относительно положения равновесия, период которых равен T . Чему будет равен период колебаний бусинки, если ее заряд уменьшить в 2 раза?



17. Полый шарик массой $m = 0,3\text{ г}$ с зарядом $q = 6\text{ нКл}$ движется в однородном горизонтальном электрическом поле из состояния покоя. Траектория шарика образует с вертикалью угол $\alpha = 45^\circ$. Чему равен модуль напряжённости электрического поля E ?

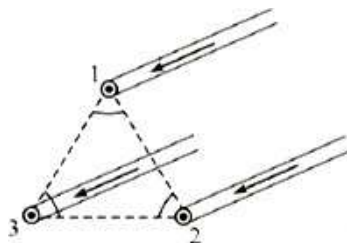
18. Внутри незаряженного металлического шара радиусом $r_1 = 40\text{ см}$ имеются две сферические полости радиусами $r_2 < \frac{r_1}{2}$, расположенные таким образом, что их поверхности почти соприкасаются в центре шара. В центре одной полости поместили заряд $q_1 = +1\text{ нКл}$, а затем в центре другой — заряд $q_2 = +2\text{ нКл}$ (см. рисунок). Найдите модуль и направление вектора напряжённости E электростатического поля в точке O находящейся на расстоянии $R = 1\text{ м}$ от центра шара на перпендикуляре к отрезку, соединяющему центры полостей.



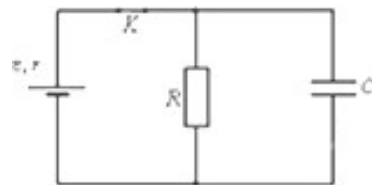
19. Плоское диэлектрическое кольцо радиусом $R = 1\text{ м}$ заряжено зарядом $q = 1\text{ нКл}$, равномерно распределённым по периметру кольца. В некоторый момент из кольца удаляют маленький заряженный кусочек длиной $R\Delta\phi$, где $\Delta\phi = 0,05\text{ рад}$ — угол, под которым виден этот кусочек из центра кольца, причём распределение остальных зарядов по кольцу не меняется. На сколько после этого изменится по модулю напряжённость электрического поля в центре кольца?

20. Плоское диэлектрическое кольцо радиусом $R = 1\text{ м}$ заряжено зарядом $q = 1\text{ нКл}$, равномерно распределённым по периметру кольца. В некоторый момент из кольца удаляют маленький заряженный кусочек длиной $R\Delta\phi$, где $\Delta\phi = 0,05\text{ рад}$ — угол, под которым виден этот кусочек из центра кольца, и заменяют его на другой, несущий такой же по модулю, но противоположный по знаку заряд. На сколько после этого изменится по модулю напряжённость электрического поля в центре кольца?

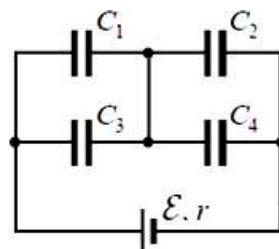
21. Три параллельных тонких длинных провода в сечении перпендикулярной им плоскости находятся в вершинах равностороннего треугольника (см. рисунок), и по ним текут в одном направлении одинаковые токи. Во сколько раз изменится по модулю сила Ампера, действующая на единицу длины провода № 1 со стороны проводов № 2 и 3, если направление тока в проводе № 2 изменить на противоположное?



27. В электрической схеме, показанной на рисунке, ключ K замкнут. Заряд конденсатора $q = 2\text{ мКл}$. ЭДС батарейки 24 В , её внутреннее сопротивление $r = 5\text{ Ом}$, сопротивление резистора $R = 25\text{ Ом}$. Найдите количество теплоты, которое выделяется на резисторе после размыкания ключа K в результате разряда конденсатора. Потерями на излучение пренебречь.



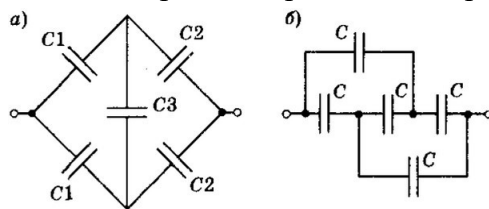
28. Батарея из четырёх конденсаторов электроёмкостью $C_1 = 2\text{ С}$, $C_2 = \text{С}$, $C_3 = 4\text{ С}$ и $C_4 = 2\text{ С}$ подключена к источнику постоянного тока с ЭДС E и внутренним сопротивлением r (см. рисунок). Определите энергию конденсатора C_1



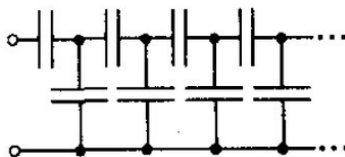
29. Два плоских конденсатора, ёмкостью C каждый, соединили параллельно. В один из

них вставили диэлектрическую пластину с проницаемостью ϵ , заполнившую весь объем конденсатора. Какой емкости и как необходимо подключить третий конденсатор, чтобы емкость системы стала равной $3C$?

30. Найти емкость системы конденсаторов, изображенной на рисунке.



31. Определить емкость C_x бесконечно длинной системы одинаковых конденсаторов, емкостью C каждый, соединенных друг с другом, как показано на рисунке.



32. К воздушному конденсатору, напряжение на котором $U_0 = 210$ В, присоединили параллельно такой же незаряженный конденсатор, но с диэлектриком из стекла. Какова диэлектрическая проницаемость стекла, если напряжение на зажимах батареи стало $U = 30$ В?

33. Батарея гальванических элементов с ЭДС 15 В и внутренним сопротивлением 5 Ом замкнута проводником, имеющим сопротивление 10 Ом. К зажимам батареи подключен конденсатор емкостью 1 мкф. Определите заряд конденсатора.

34. В схеме на рисунке сопротивление резистора и полное сопротивление реостата равны R , ЭДС батарейки равна E , её внутреннее сопротивление ничтожно ($r=0$). Как ведут себя (увеличиваются, уменьшаются, остаются постоянными) показания идеального вольтметра при перемещении движка реостата из крайнего верхнего в крайнее нижнее положение? Ответ поясните, указав, какие

физические закономерности Вы использовали для объяснения.

35. Сопротивления всех резисторов в цепи, схема которой изображена на рис., одинаковы и равны $R = 15$ Ом. Найдите сопротивление цепи между точками А и В после того, как был удалён проводник, соединявший точки O' и O'' .

36. Вольтамперные характеристики газовых ламп Л1, Л2 и Л3 при достаточно больших токах хорошо описываются квадратичными зависимостями $U_1 = \alpha I^2$, $U_2 = 3\alpha I^2$, $U_3 = 6\alpha I^2$, где α — некоторая известная размерная константа. Лампы Л2 и Л3 соединили параллельно, а лампу Л1 — последовательно с ними (см. рис.). Определите зависимость напряжения от силы тока, текущего через такой участок цепи, если токи через лампы таковы, что выполняются вышеуказанные квадратичные зависимости.

37. На рисунке представлен участок электрической цепи. Каково отношение количеств теплоты Q_1/Q_2 , выделившихся на резисторах R_2 и R_3 за одно и то же время? Округлите до десятых.

38. Участок цепи, схема которого изображена на рисунке, состоит из трёх резисторов. Сопротивление резистора R_1 равно 7 Ом, сопротивление резистора R_2 , в 2 раза меньше сопротивления резистора R_1 , а сопротивление резистора R_3 в 2 раза меньше сопротивления R_2 . Чему равно общее сопротивление этого участка цепи?

39. Электрическая цепь состоит из двух одинаковых вольтметров и двух амперметров. Их показания $U_1 = 10$ В, $U_2 = 10,5$ В, $I_1 = 50$ мА, $I_2 = 70$ мА соответственно. Определите сопротивление резистора R . (Получите для R общую алгебраическую формулу.)

40. Имеются источник тока напряжением 6 В, реостат сопротивлением 30 Ом и две лампочки, на которых написано: 3,5 В, 0,35 А и 2,5 В, 0,5 А. Как собрать цепь, чтобы лампочки работали в нормальном режиме?

41. Электродвигатель подъемного крана работает под напряжением 380 В, при этом сила

тока в его обмотке равна 20 А. Каков КПД установки, если груз массой 1 т кран поднимает на высоту 19 м за 50 с?

40. Троллейбус массой 11 т движется равномерно со скоростью 36 км/ч. Найти силу тока в обмотке двигателя, если напряжение равно 550 В и КПД 80%. Коэффициент сопротивления движению равен 0,02.

41. Электрокипятильник со спиралью сопротивлением $K = 160$ Ом поместили в сосуд, содержащий воду массой 0,5 кг при 20°C , и включили в сеть напряжением 220 В. Какая масса воды выкипит за 20 мин, если КПД кипятильника 80%?

42. При коротком замыкании выводов гальванического элемента сила тока в цепи равна 2 А. При подключении к выводам гальванического элемента электрической лампы электрическим сопротивлением 3 Ом сила тока в цепи равна 0,5 А. По результатам этих экспериментов определите внутреннее сопротивление гальванического элемента.

Магнетизм. Электромагнетизм. Оптика. Атомная физика.

1. Прямолинейный проводник длиной 0,5 м, по которому течёт ток 6 А, находится в однородном магнитном поле. Модуль вектора магнитной индукции 0,2 Тл, проводник расположен под углом 30° к $\mathbf{B}$. Какова сила, действующая на проводник?

2. Направление скорости протона $\mathbf{p}$, влетевшего в зазор между полюсами магнита, перпендикулярно вектору $\mathbf{B}$ (см. рис.). Куда направлена Действующая сила Лоренца?

3. Отрицательный заряд находится в поле двух неподвижных зарядов положительного и отрицательного (см. рис.). Куда направлено относительно рисунка ускорение заряда?

4. Какова работа силы Лоренца в 1 Н, действующей на электрон, двигающийся по дуге длиной 1 м?

5. Два металлических стержня расположены вертикально и замкнуты сверху проводником. По этим стержням без трения и нарушения контакта скользит перемычка длиной 0,5 см и массой 1 г. Вся система находится в однородном магнитном поле с индукцией 0,01 Тл, перпендикулярной плоскости рамки. Установившаяся скорость 1 м/с. Найти сопротивление перемычки.

6. В колебательном контуре зависимость силы тока от времени описывается уравнением i

7. $X = 0,06 \sin 106 \pi t$. Определить частоту электромагнитных колебаний и индуктивность катушки, если максимальная энергия магнитного поля $1,8 \cdot 10^{-4}$ Дж.

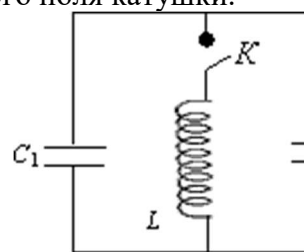
8. Напряжение на обкладках конденсатора в колебательном контуре изменяется по закону $u = 50 \cos 104 \pi t$. Емкость конденсатора 0,9 мкФ. Найти индуктивность контура и закон изменения со временем силы тока в цепи.

9. Заряд на обкладках конденсатора колебательного контура изменяется по закону $q = 3 \cdot 10^{-7} \cos 800 \pi t$. Индуктивность контура 2 Гн. Пренебрегая активным сопротивлением, найти электроёмкость конденсатора и максимальные значения энергии электрического поля конденсатора и магнитного поля катушки индуктивности.

10. Напряжение на обкладках конденсатора в колебательном контуре меняется по закону $u = 100 \cos 104 \pi t$. Электроёмкость конденсатора 0,9 мкФ (рис. 49). Найти индуктивность контура и максимальное значение энергии магнитного поля катушки.

11. В колебательном контуре индуктивность катушки $L = 2,5$ мГн, а ёмкости конденсаторов $C_1 = 2,0$ мкФ, $C_2 = 3,0$ мкФ. Конденсаторы зарядили до напряжения $U = 180$ В и замкнули ключ K (рис. 5). Определите период T собственных колебаний и амплитудное значение силы тока I_0 через катушку. Активное сопротивление контура пренебрежимо мало.

11.



12. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью $L = 6 \cdot 10^{-3}$ Гн и конденсатора ёмкостью $C = 15$ мкФ. Максимальная разность потенциалов на

конденсаторе $U_m = 200$ В. Чему равна сила тока i в контуре, когда разность потенциалов на конденсаторе уменьшилась в $n = 2$ раза? Потерями энергии пренебречь.

13. Конденсатор и катушка индуктивности последовательно подключены к источнику переменного напряжения. Частоту колебаний увеличивают от 50 Гц до 80 Гц. Как изменится значение амплитудного тока? Резонансная частота колебаний равна 70 Гц.

14. Трансформатор понижает напряжение от 660 В до 110 В. Во вторичной обмотке 180 витков. Сколько витков содержится в его первичной обмотке? Определите коэффициент трансформации.

15. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 1,2 нФ и катушки индуктивностью 5 мкГн и сопротивлением 0,5 Ом. Какую мощность должен потреблять контур, чтобы в нем поддерживались незатухающие гармонические колебания с напряжением на конденсаторе 10 В?

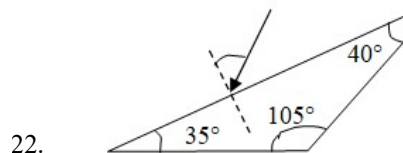
16. Какова длина волны электромагнитного излучения колебательного контура, если конденсатор имеет емкость 2 пФ, скорость изменения силы тока в катушке индуктивности равна 4 А/с, а возникающая ЭДС индукции составляет 0,04 В.

17. Груз массой 0,4 кг, подвешенный на пружине жесткостью 40 Н/м, совершает гармонические незатухающие колебания. В начальный момент времени груз находится на расстоянии 2 см от положения равновесия и обладает энергией 0,5 Дж. Написать уравнение гармонических колебаний груза и закон изменения возвращающей силы от времени. Найти наибольшее значение возвращающей силы и ее значение через 0,2 периода.

18. При малых колебаниях вблизи положения равновесия математического маятника длиной $l = 1$ м модуль силы натяжения нити, на которой подвешен грузик массой $m = 100$ г, меняется в пределах от T до $T + \Delta T$, где $\Delta T = 15$ мН и $\Delta T \ll T$. Найдите амплитуду A колебаний этого маятника. Трение не учитывайте. При решении задачи учтите, что для малых углов справедливо приближенное равенство $\sin \alpha \approx \alpha$. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на грузик.

19. Найти положение изображения объекта, расположенного на расстоянии 4 см от передней поверхности плоскопараллельной стеклянной пластинки толщиной 1 см, посеребренной с задней стороны, считая, что показатель преломления пластинки равен 1,5. Изображение рассматривается перпендикулярно к поверхности пластинки

20. Построить дальнейший ход луча в призме, если ^{21.} угол падения 70° , а показатель преломления 1,6



22. Человек, стоящий на берегу водоема, видит в гладкой поверхности воды изображение солнца, высота которого над горизонтом составляет 25° . Присев на скамейку, он обратил внимание на то, что изображение солнца в воде приблизилось к нему на 240 см. Найти высоту скамейки, если рост человека равен 160 см

23. Луч света падает под углом 45° на плоскопараллельную стеклянную пластинку. Начертить ход лучей: отраженных, преломленных и выходящих из пластинки. Найти угол, под которым выходит луч из пластинки, и его смещение, если толщина пластинки 10 см ($n = 1,5$).

24. Найти число изображений n точечного источника света, полученных в двух плоских зеркалах, образующих друг с другом угол 60° . Построить все изображения, если источник находится на биссектрисе угла.

25. Предмет высотой 20 см расположен перпендикулярно главной оптической оси рассеивающей линзы с фокусным расстоянием 40 см. Расстояние от предмета до линзы 10 см. Охарактеризуйте изображение предмета в линзе. Найдите расстояние от линзы до изображения предмета и высоту изображения.

26. Свет от проекционного фонаря, пройдя через синее стекло, падал на картон с двумя

маленькими отверстиями и далее направлялся на экран. Расстояние между интерференционными полосами на экране 0,8 мм; расстояние между отверстиями 1 мм; расстояние от отверстий до экрана 1,7 м. Найти длину световой волны.

27. В установке Юнга расстояние между щелями 1,5 мм, а экран расположен на расстоянии 2 м от щелей. Определить расстояние между интерференционными полосами на экране, если длина монохроматического света 670 нм.

28. Два когерентных источника испускают монохроматический свет с длиной волны 0,6 мкм. Определить, на каком расстоянии от точки, расположенной на экране на равном расстоянии от источников, будет первый максимум освещенности. Экран удален от источников на 3 м, расстояние между источниками 0,5 мм.

29. Определить число штрихов на 1 см дифракционной решетки, если при нормальном падении света с длиной волны 600 нм решетка дает первый максимум на расстоянии 3,3 см от центрального. Расстояние от решетки до экрана 110 см.

30. Дифракционная решетка содержит 500 штрихов на 1 мм. Максимум какого наибольшего порядка дает эта решетка при перпендикулярном падении на нее монохроматического света с длиной волны 520 нм?

31. Работа выхода электрона из цинка равна 3,74 эВ. Определите красную границу фотоэффекта для цинка. Какую скорость получают электроны, вырванные из цинка при облучении его ультрафиолетовым излучением с длиной волны 200 нм?

32. Источник в монохроматическом пучке параллельных лучей за время $\Delta t = 8 \cdot 10^{-4}$ с излучает $N = 5 \cdot 10^{14}$ фотонов. Лучи падают по нормали на площадку $S = 0,7$ см² и создают давление $P = 1,5 \cdot 10^{-5}$ Па. При этом 40% фотонов отражается, а 60% поглощается. Определите длину волны излучения.

33. Для некоторого металла красной границей фотоэффекта является свет с длиной волны 690 нм. Определить работу выхода электрона из этого металла и максимальную скорость, которую приобретут электроны под действием излучения с длиной волны 190 нм.

34. При переходе электронов в атоме водорода с 4-й стационарной орбиты на 2-ю излучается фотон, дающий зеленую линию в спектре водорода. Определить длину волны этой линии, если при излучении фотона теряется 2,53 эВ энергии.

35. Определить энергию, которая выделяется при аннигиляции электрона и позитрона, если масса покоя электрона равна $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.

36. Фотокатод, покрытый кальцием, освещается светом с длиной волны $\lambda = 300$ нм. Работа выхода электронов из кальция равна $A_{\text{вых}} = 4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции этого поля и движутся по окружности с максимальным радиусом $R = 4$ мм. Каков модуль индукции магнитного поля B ?

37. Фотон с длиной волны, соответствующей красной границе фотоэффекта, выбивает электрон из металлической пластинки (катода) сосуда, из которого откачан воздух. Электрон разгоняется однородным электрическим полем напряженностью $E = 5 \cdot 10^4$ В/м. До какой скорости электрон разгонится в этом поле, пролетев путь $S = 5 \cdot 10^{-4}$ м? Релятивистские эффекты не учитывать.

38. Сколько процентов ядер некоторого радиоактивного элемента останется через время, равное трем периодам полураспада этого элемента? (Ответ дать в процентах.)

39. В простейшей модели атома водорода считается, что электрон движется вокруг неподвижного протона по окружности радиусом $5 \cdot 10^{-10}$ м. Каковы в этой модели скорость электрона и частота его обращения? (Элементарный заряд $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг).

40. Какова электрическая мощность атомной электростанции, расходующей в сутки 220 г изотопа урана – 235 и имеющей КПД 25%?

41. Мощность атомного реактора при использовании за сутки 0,2 кг изотопа урана – 235 составляет 32 000 кВт. Какая часть энергии, выделяемой вследствие деления ядер, используется полезно