

**Министерство образования Иркутской области
Департамент образования города Иркутска
Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение
Лицей ИГУ города Иркутска
МАОУ Лицей ИГУ г. Иркутска**

РАССМОТРЕНО

на заседании методического объединения
учителей естественнонаучных
дисциплин от 29.08.2023г. протокол №1.
Руководитель МО И.А. Палий

УТВЕРЖДЕНО

Приказ № 01-06-140 от
30.08.2023 г.
Директор Е.Ю. Кузьмина

ПРИНЯТО

решением педагогического совета
от 30.08.2023 г., протокол №1

ID -

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

ID –

учебного курса

«РЕШЕНИЕ НЕСТАНДАРТНЫХ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ»

(для 10-11 классов)

Срок освоения – 2 года

Уровень сложности программы **УГЛУБЛЕННЫЙ**

Количество часов по программе за весь период реализации - 68

Разработчик: Ахмадиева М.В., учитель физики, первая кв.категория

г. Иркутск, 2023

АННОТАЦИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ «РЕШЕНИЕ НЕСТАНДАРТНЫХ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ»

Рабочая программа спецкурса «Решение нестандартных задач по физике» 10-11 класса разработана в соответствии с требованиями ФГОС СОО и ФОП среднего общего образования и Положением «О рабочих программах учебных предметов, учебных курсов (в том числе внеурочной деятельности), учебных модулей в соответствии с требованиям ФГОС и ФОП среднего общего образования» МАОУ Лицея ИГУ г. Иркутска., утвержденного приказом директора 01-06-132 от 30.08.2023 года и является частью основной образовательной программы среднего общего образования.

Рабочая программа ориентирована на целевые приоритеты, сформулированные в федеральной рабочей программе воспитания и в рабочей программе воспитания МАОУ Лицей ИГУ г. Иркутска.

Знать физику - это значит уметь объяснить любое явление на основе физических законов, сделать анализ размерности и оценить по порядку величины предполагаемый результат, и, наконец, выполнить подробный и основательный расчёт. Путь к ответу - это индивидуальный и увлекательный поиск. Наибольшую пользу учащимся приносят задачи, которые вызывают живой интерес, побуждают задуматься над физическим явлением, развивают способность самостоятельно мыслить, приучают быть готовым к необычной постановке вопроса, к нестандартному решению. Вместо скучной задачи об определении движения после неупругого столкновения гораздо интереснее решать задачу с таким условием: «Какую часть пути придётся идти пешком барону Мюнхгаузену после абсолютно неупругого вскакивания на ядро, направленного бомбардирами так, чтобы оно попало во вражеский лагерь? Масса ядра в четыре раза меньше массы барона». Или, например, таким: «Сколько раз в год получали бы зарплату ваши родители, если бы на экваторе Земли была невесомость?»

Решение качественных задач учит анализировать природные явления, развивает смекалку, фантазию, логическое мышление, умение применять теоретические знания в практической деятельности и в быту. При решении многих задач могут понадобиться сведения из самых различных разделов физики. Необходимо также научиться разделять в физическом явлении существенные и несущественные стороны; первые для анализа задачи и последние, чтобы отбросить. В следующей задаче ответ надо искать в неочевидном изменении положения центра масс в поле тяжести при тепловом расширении: «Один из совершенно одинаковых шаров стоит на подставке, другой подвешен на нити. Определить, пренебрегая теплоёмкостями опор, для нагревания какого шара надо больше тепла». Неподдельный интерес вызывают задачи - оценки. Например: «Оценить, сколько влаги содержит туман, в котором ничего не видно в двух шагах. Или, какую силу надо приложить, чтобы оторвать от спины хорошо поставленную медицинскую банку». Таких задач можно предложить великое множество. Надо только их соответствующим образом сформулировать. Ряд задач возникает при анализе ситуаций, описанных в литературных произведениях, сказках, кинофильмах. Многие задачи, содержащиеся в стандартных пособиях, можно назвать физическими только по форме, но математическими по содержанию. Для их решения из физики требуется только формальное знание основных законов и определений (всё остальное лежит на поверхности) и... виртуозное владение математическим аппаратом. Конечно, интереса аудитории такие задачи не вызовут.

Цель данного курса состоит в побуждении интереса к физике, как науке, объясняющей очень многие явления и процессы, происходящие в нашем окружении, в формирование умений и навыков применения физических методов исследований природных процессов, развитии креативного мышления учащихся.

Для реализации программы спецкурса используются часы учебного плана части, формируемой участниками образовательных отношений. Курс относится к предметной области «Естественнонаучные предметы». Срок реализации программы – 2 года (10-11 класс).

Количество учебных часов, на которые рассчитана программа

	10 класс	11 класс
Количество учебных недель	34	34
Количество часов в неделю	1	1
Количество часов в год	34	34

Для реализации программы используются следующие литературные источники:

1. И.И. Воробьёв и др. Задачи по физике (ФМШ НГУ). М. Наука, 1988г. и др. годы издания.
2. Г.В. Меледин, Физика в задачах. М. Наука, 1989г.
3. Всероссийские олимпиады по физике 1992 – 2001. под ред. С.М. Козела и В.П. Слободянина, М. Вербум – М, 2002.
4. И.Ш. Слободецкий, В.А. Орлов, Всесоюзные олимпиады по физике. М. Просвещение, 1982.
5. О.Ф. Кабардин, В.А. Орлов, А.Р. Зильберман, Физика. Задачник. 9 – 11 кл. М. Дрофа, 2001.
6. М.Е. Тульчинский, Качественные задачи по физике. М. Просвещение, 1972г.
7. А.В. Аганов, Р.К. Сафиуллин, А.И. Скворцов, Д.А. Таюрский, Физика вокруг нас: Качественные задачи по физике. М. Дом педагогики, 1998.
8. С.М. Козел, В.А. Коровин, В.А. Орлов, Физика. 10 – 11 кл.: Сборник задач и заданий с ответами и решениями. М. Мнемозина, 2001.
9. В.Н. Ланге, Экспериментальные физические задачи на смекалку. М. Наука, 1974г.
10. О.Ф. Кабардин, В.А. Орлов, Экспериментальные задания по физике. 9 – 11 кл. М. Вербум – М, 2001.
11. Г.А. Бутырский, Ю.А. Сауров, Экспериментальные задачи по физике: 10 – 11 кл. М. Просвещение, 2000.
12. Физический практикум для классов с углублённым изучением физики: 10 – 11 кл. Под ред. Ю.И. Дика, О.Ф. Кабардина. М. Просвещение, 2002.
13. В.И. Лукашик, Физическая олимпиада. М. Просвещение, 1976г.
14. И.Ш. Слободецкий, Л.Г. Асламазов, Задачи по физике. М. Наука, 1980г.
15. А.И. Буздин, А.Р. Зильберман, С.С. Кротов, Раз задача, два задача. М. Наука, 1990г.
16. Г.А. Бендриков и др., Задачи по физике для поступающих в ВУЗы (МГУ) М. Наука, 1990 и др г.
17. Л.П. Баканина, В.Е. Белонучкин, С.М. Козел, Сборник задач по физике. М. Просвещение, 2001 и др г.
18. Н.И. Гольдфарб, Сборник вопросов и задач по физике. М. Высшая школа, 1986г.
19. А.П. Усольцев, Задачи по физике на основе литературных сюжетов. Екатеринбург. У – Фактория, 2003.

В программу включены содержание, планируемые результаты (личностные, метапредметные, предметные), тематическое планирование с учетом рабочей программы воспитания и возможностью использования электронных (цифровых) образовательных ресурсов, оценочные материалы.

Рабочая программа рассмотрена на заседании методического объединения учителей-предметников (протокол №1 от 29.08.2023 г.), согласована с заместителем директора МАОУ Лицей ИГУ г. Иркутска, утверждена приказом директора № 01-06-140 от 30.08.2023 г.

Пояснительная записка

Программа спецкурса «Решение нестандартных задач по физике» разработана с учётом требований к планируемым результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования, реализующей ФГОС СОО, с учетом особенностей организации образовательного процесса Лицея ИГУ.

В программу включены содержание, тематическое планирование, планируемые результаты, а также оценочные материалы (приложение 1) и методические материалы (приложение 2).

Количество учебных часов, на которые рассчитана программа:

	10 класс	11 класс
Количество учебных недель	34	34
Количество часов в неделю	1	1
Количество часов в год	34	34

Уровень подготовки учащихся – углубленный

Место предмета в учебном плане – часть, формируемая участниками образовательных отношений (часы на занятия, обеспечивающие различные интересы и потребности обучающихся).

Спецкурс предназначен для учащихся 10-11 классов физико-математического и естественнонаучного профилей и предполагает углубленное изучение некоторых тем курса физики, на основе решения задач, которые побуждают задуматься над физическим явлением, развивают способность учащихся самостоятельно мыслить, приучают быть готовым к необычной постановке вопроса, к нестандартному решению.

Цель курса: формирование умений и навыков применения физических методов исследований природных процессов, развитие креативного мышления учащихся.

Задачи курса:

- Углубление знаний о материальном мире, создание в представлении учащихся общей картины мироздания во всем единстве и многообразии свойств неживой и живой природы
- Ознакомление учащихся с физическими методами исследования и воздействия, которые находят широкое применение, как в физике, так и в технике
- Развитие ориентационной и мотивационной основы для осознанного выбора профессии в рамках естественнонаучного и физико – математического профилей обучения
- Развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей учащихся в процессе самостоятельного приобретения знаний и умений по физике с использованием различных источников информации
- Мобилизация мышления учащихся для превращения абстрактных формулировок в нечто конкретное и близкое, затрагивающее не только интеллектуальную, но и эмоциональную сферу

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

10 класс

МЕХАНИКА (6ч)

1. Кинематика, динамика, законы сохранения.

Основные понятия и уравнения кинематики. Кинематические характеристики в различных системах отсчета: относительные и инвариантные величины.

Инерциальные системы отсчета, принцип относительности. Законы Ньютона. Неинерциальные системы отсчета. Явления, наблюдаемые в неинерциальных системах отсчета.

Основные понятия и законы динамики. Силы в механике. Прямая и обратная задачи механики. Механическое состояние системы и динамические закономерности.

Момент силы. Условия равновесия твердого тела.

Вращательное движение. Основное уравнение динамики вращательного движения. Момент инерции. Момент импульса. Кинетическая энергия вращающегося тела.

Законы сохранения в механике: закон сохранения импульса, закон сохранения момента импульса; закон сохранения энергии.

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА (14ч)

2. Основы молекулярно-кинетической теории.

Основные положения молекулярно-кинетической теории и их опытные обоснования. Диффузия и броуновское движение. Взаимодействие атомов и молекул вещества. Масса и размеры молекул. Постоянная Авогадро.

Идеальный газ. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа. Температура и ее измерение. Постоянная Больцмана. Абсолютный нуль. Уравнение состояния идеального газа как следствие основного уравнения молекулярно-кинетической теории газов и его частные случаи для постоянного значения температуры, объема и давления.

Насыщенные и ненасыщенные пары. Зависимость давления и плотности насыщенного пара от температуры.

Зависимость температуры кипения жидкости от давления.

Критическая температура. Критическое состояние вещества. Диаграмма состояния вещества. Процессы конденсации и испарения в природе и технике. Получение сжиженного газа, его свойства и применение.

Влажность воздуха. Точка росы. Психрометр. Гигрометр. Свойства жидкостей. Поверхностная энергия. Поверхностное натяжение. Смачивание. Капиллярные явления.

Строение кристаллов. Анизотропия кристаллов. Полиморфизм. Монокристаллы и поликристаллы. Плотная упаковка частиц в кристаллах. Пространственная решетка. Элементарная ячейка. Симметрия кристаллов.

Деформация. Напряжение. Механические свойства твердых тел: упругость, прочность, пластичность, хрупкость. Диаграмма растяжения. Создание материалов с необходимыми техническими свойствами.

3. Основы термодинамики

Термодинамический подход к изучению физических процессов. Термодинамические параметры состояния тела. Внутренняя энергия тела.

Первый закон термодинамики. Применение первого закона термодинамики к различным тепловым процессам. Адиабатный процесс. Теплоемкости при постоянном давлении и постоянном объеме.

Обратимые и необратимые процессы. Необратимость тепловых процессов. Второй закон термодинамики и его статистический смысл.

Тепловые машины. Принцип действия тепловых двигателей. КПД теплового двигателя и пути его повышения. Двигатель внутреннего сгорания. Паровая и газовая турбины. Реактивные двигатели. Холодильные машины.

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА (14ч)

4. Электрическое поле

Закон сохранения электрического заряда. Точечный и распределенный заряды. Закон Кулона. Электрическое поле. Напряженность. Линии напряженности. Электрическое поле точечных зарядов. Однородное электрическое поле. Поток напряженности электрического поля. Теорема Гаусса и её применение для расчета электрических полей.

Опыт Милликана. Работа электрического поля при перемещении зарядов. Потенциал поля. Разность потенциалов. Напряжение. Связь между напряжением и напряженностью. Проводники в электрическом поле.

Электрическая ёмкость. Ёмкость плоского конденсатора. Энергия электрического поля. Плотность энергии. Диэлектрики в электрическом поле. Диэлектрическая проницаемость. Механизм поляризации диэлектриков. Электреты и сегнетоэлектрики. Пьезоэлектрический эффект и его использование в технике.

5. Законы постоянного тока

Стационарное электрическое поле. Электрические цепи с параллельным и последовательным соединением проводников. Электродвижущая сила. Закон Ома для участка цепи, содержащего ЭДС, и для полной цепи. Правила Кирхгофа. Расчет разветвленных электрических цепей. Шунты и добавочные сопротивления.

Работа и мощность тока.

6. Электрический ток в различных средах

Основные положения электронной проводимости металлов. Скорость упорядоченного движения электронов в проводнике. Зависимость сопротивления от температуры. Сверхпроводимость.

Электрический ток в полупроводниках. Электрическая проводимость полупроводников и её зависимость от нагревания и освещения. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Термо- и фоторезисторы. Электронно-дырочный переход. Полупроводниковый диод. Транзистор. Применение полупроводниковых приборов.

Электронная эмиссия. Двухэлектродная лампа. Вольтамперная характеристика диода. Электронные пучки и их свойства. Электронно-лучевая трубка.

Электрический ток в растворах и расплавах электролитов. Закон электролиза. Определение заряда электрона. Применение электролиза в технике.

Несамостоятельный и самостоятельный разряды в газах. Виды самостоятельного разряда (тлеющий, искровой, дуговой, коронный). Техническое использование газового разряда. Понятие о плазме. МГД-генератор.

11 класс

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ (14ч)

1. Магнитное поле

Взаимодействие токов. Магнитное поле тока. Магнитная индукция. Линии магнитной индукции. Магнитный поток. Сила Ампера. Принцип действия электроизмерительных приборов. Громкоговоритель. Сила Лоренца. Движение электрических зарядов в электрическом и магнитном полях. Ускорители заряженных частиц. Масс-спектрограф. Эффект Холла. Магнитные свойства вещества.

2. Электромагнитная индукция

Электромагнитная индукция. ЭДС индукции. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Вихревое электрическое поле.

Самоиндукция. Индуктивность. Влияние среды на индуктивность. Энергия магнитного поля. Плотность энергии.

КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ (18ч)

3. Электромагнитные колебания

Колебательное движение и колебательная система. Свободные колебания в идеальных колебательных системах. Гармонические колебания. Период, частота, амплитуда, фаза гармонических колебаний. Принцип суперпозиции. Графическое представление гармонических колебаний. Сложение гармонических колебаний. Векторные диаграммы.

Свободные электромагнитные колебания в контуре. Превращение энергии в колебательном контуре. Собственная частота колебаний в контуре. Затухающие электромагнитные колебания. Аналогия электромагнитных и механических колебаний.

Автоколебания. Генератор незатухающих колебаний (на транзисторе).

Вынужденные электрические колебания. Переменный ток. Генератор переменного тока. Действующие значения напряжения и силы тока. Активное, емкостное и индуктивное сопротивления. Закон Ома для электрической цепи переменного тока. Мощность в цепи переменного тока. Электрический резонанс. Резонанс напряжений и токов.

Негармонические колебания. Способы получения негармонических колебаний. Понятие о спектре негармонических колебаний и о гармоническом анализе периодических процессов.

4. Электромагнитные волны и физические основы радиотехники

Электромагнитное поле. Электромагнитные волны и скорость их распространения. Уравнение волны. Отражение, преломление, интерференция, дифракция, поляризация электромагнитных волн. Энергия электромагнитной волны. Плотность потока излучения.

Принцип радиотелефонной связи. Модуляция и детектирование. Простейший радиоприемник.

5. Световые волны и оптические приборы

Свет как электромагнитная волна. Скорость света. Интерференция света. Когерентность. Спектральное разложение при интерференции. Стоячие волны. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Дифракционная решетка. Дифракционный спектр. Определение длины световой волны. Понятие о голографии. Поляризация света и её применение в технике. Дисперсия и поглощение света. Спектроскоп.

Электромагнитные излучения разных длин волн – радиоволны, инфракрасное излучение, видимое излучение, ультрафиолетовое, рентгеновское и γ -излучения. Свойства и применение этих излучений.

Геометрическая оптика как предельный случай волновой оптики. Законы геометрической оптики (прямолинейного распространения света, отражения, преломления). Принцип Ферма. Плоское и сферическое зеркала. Полное отражение. Линза. Формула тонкой линзы. Сферическая и хроматическая aberrация. Увеличение линзы.

Глаз как оптическая система. Дефекты зрения. Очки.

Световой поток. Сила света. Освещенность. Законы освещенности. Характеристики излучения.

Оптические приборы: фотоаппарат, проекционные аппараты, лупа, микроскоп, зрительные трубы, телескоп. Разрешающая способность оптических приборов.

6. Элементы теории относительности

Постулаты теории относительности Эйнштейна. Основные следствия теории относительности и их экспериментальная проверка. Релятивистский закон сложения скоростей. Скорость света в вакууме как предельная скорость передачи сигнала.

Зависимость массы тела от скорости. Закон взаимосвязи массы и энергии.

КВАНТОВАЯ ФИЗИКА (2ч)

7. Световые кванты. Действия света

Возникновение учения о квантах. Фотоэлектрический эффект и его законы. Уравнение фотоэффекта. Фотон, его энергия и импульс. Эффект Комптона. Применение фотоэффекта в технике.

Давление света. опыты Лебедева. Волновые и квантовые свойства света. Гипотеза де Бройля. Волновые свойства электрона. Корпускулярно-волновой дуализм в природе. Соотношение неопределенностей.

8. Физика атома

Опыты и явления, подтверждающие сложное строение атома. Модель атома Резерфорда.

Квантовые постулаты Бора. Модель атома водорода по Бору. опыты Франка и Герца. Спектр энергетических состояний атомов. Происхождение линейчатых спектров. Спектры излучения и поглощения. Спектральный анализ. Трудности теории Бора.

Спонтанное и вынужденное излучения. Люминесценция и её свойства. Лазеры.

ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ**10 класс**

№	Темы	Кол-во часов
1	Кинематика относительного движения	1
2	Законы динамики. Динамика систем тел	1
3	Центр масс и его движение	1
4	Упругие столкновения. Изменение импульса	1
5	Неупругие столкновения. Переход энергии	1
6	Динамика вращательного движения	1
7	Давление. Газовые законы	1
8	Уравнение состояния	1
9	Уравнение состояния	1
10	Процессы. Работа и изменение энергии	1
11	Процессы. Работа и изменение энергии	1
12	Адиабатический процесс	1
13	Второе начало термодинамики	1
14	Круговые процессы. Коэффициент полезного действия	1
15	Термодинамика смесей. Парциальное давление	1
16	Фазовые переходы. Плавление, испарение, конденсация	1
17	Процессы с фазовыми переходами	1
18	Влажность, насыщенные и ненасыщенные пары	1
19	Поверхностное натяжение	1
20	Столкновение молекул. Длина свободного пробега	1
21	Закон Кулона. Принцип суперпозиции полей	1
22	Напряжённость и потенциал электрического поля	1
23	Поле системы проводников. Ёмкость	1
24	Цепи с конденсаторами	1
25	Цепи постоянного тока. Законы Кирхгофа	1
26	Цепи постоянного тока. Законы Кирхгофа	1
27	Сложные и бесконечные цепи. Закон Джоуля -Ленца	1
28	Измерения в цепях постоянного тока	1
29	Нелинейные элементы в электрических цепях	1
30	Нелинейные элементы в электрических цепях	1
31	Нестационарные явления, перераспределение заряда	1
32	Взаимодействие заряженных частиц	1
33	Движение зарядов в электрическом поле	1
34	Движение зарядов в электрическом поле	1

ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ**11 класс**

№	Темы	Кол-во часов
1	Магнитное поле проводников с токами, их взаимодействие	1
2	Электромагнитная индукция, индуктивность	1
3	ЭДС электромагнитной индукции	1
4	ЭДС электромагнитной индукции	1
5	Цепи переменного тока с индуктивностями	1

6	Цепи с ёмкостями, индуктивностями	1
7	Цепи с ёмкостями, индуктивностями	1
8	Резонанс, фазовые соотношения, векторные диаграммы	1
9	Нестационарные процессы в цепях с ёмкостями, индуктивностями и резисторами	1
10	Нестационарные процессы в цепях с ёмкостями, индуктивностями и резисторами	1
11	Токи в полупроводниках, расчёт цепей с полупроводниковыми элементами	1
12	Токи в полупроводниках, расчёт цепей с полупроводниковыми элементами	1
13	Движение заряженных частиц в магнитных полях	1
14	Движение заряженных частиц в магнитных полях	1
15	Действующие значения напряжения и силы тока	1
16	Активное, емкостное и индуктивное сопротивления	1
17	Закон Ома для электрической цепи переменного тока. Мощность в цепи переменного тока.	1
18	Электрический резонанс. Резонанс напряжений и токов	1
19	Геометрическая оптика. Законы отражения и преломления	1
20	Полное внутреннее отражение	1
21	Линзы, построение изображений	1
22	Линзы, построение изображений	1
23	Комбинированные оптические системы	1
24	Комбинированные оптические системы	1
25	Волновая оптика, сложение волн	1
26	Интерференция волн	1
27	Дифракция волн	1
28	Эффект Доплера	1
29	Кванты, фотоны, фотоэффект	1
30	Преобразование Лоренца. Сложение скоростей	1
31	Масса и энергия в теории относительности	1
32	Парадоксы теории относительности	1
33	Энергия и импульс элементарных частиц. Упругие и неупругие столкновения	1
34	Уровни энергии и энергия связи в атоме и атомном ядре	1

Планируемые результаты освоения курса

Личностные результаты в сфере отношений обучающихся к себе, к своему здоровью, к познанию себя:

- ориентация обучающихся на достижение личного счастья, реализацию позитивных жизненных перспектив, инициативность, креативность, готовность и способность к личностному самоопределению, способность ставить цели и строить жизненные планы;
- готовность и способность обеспечить себе и своим близким достойную жизнь в процессе самостоятельной, творческой и ответственной деятельности;
- готовность и способность обучающихся к отстаиванию личного достоинства, собственного мнения, готовность и способность вырабатывать собственную позицию по отношению к общественно-политическим событиям прошлого и настоящего на основе осознания и осмысления истории, духовных ценностей и достижений нашей страны;
- готовность и способность обучающихся к саморазвитию и самовоспитанию в соответствии с общечеловеческими ценностями и идеалами гражданского общества, потребность в физическом самосовершенствовании, занятиях спортивно-оздоровительной деятельностью;
- принятие и реализация ценностей здорового и безопасного образа жизни, бережное, ответственное и компетентное отношение к собственному физическому и психологическому здоровью;

Личностные результаты в сфере отношений обучающихся к окружающему миру, живой природе, художественной культуре:

- мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки, значимости науки, готовность к научно-техническому творчеству, владение достоверной информацией о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества;
- готовность и способность к образованию, в том числе самообразованию, на протяжении всей жизни; сознательное отношение к непрерывному образованию как условию успешной профессиональной и общественной деятельности;
- экологическая культура, бережное отношения к родной земле, природным богатствам России и мира; понимание влияния социально-экономических процессов на состояние природной и социальной среды, ответственность за состояние природных ресурсов; умения и навыки разумного природопользования, нетерпимое отношение к действиям, приносящим вред экологии; приобретение опыта эколого-направленной деятельности;
- эстетическое отношения к миру, готовность к эстетическому обустройству собственного быта.

Личностные результаты в сфере отношения обучающихся к труду, в сфере социально-экономических отношений:

- уважение ко всем формам собственности, готовность к защите своей собственности,
- осознанный выбор будущей профессии как путь и способ реализации собственных жизненных планов;
- готовность обучающихся к трудовой профессиональной деятельности как к возможности участия в решении личных, общественных, государственных, общенациональных проблем;
- потребность трудиться, уважение к труду и людям труда, трудовым достижениям, добросовестное, ответственное и творческое отношение к разным видам трудовой деятельности;
- готовность к самообслуживанию, включая обучение и выполнение домашних обязанностей.

Личностные результаты в сфере физического, психологического, социального и академического благополучия обучающихся:

- физическое, эмоционально-психологическое, социальное благополучие обучающихся в жизни образовательной организации, ощущение детьми безопасности и психологического комфорта, информационной безопасности.
- Планируемые метапредметные результаты
- Метапредметные результаты освоения основной образовательной программы представлены тремя группами универсальных учебных действий (УУД).

Регулятивные универсальные учебные действия

Учащийся научится:

- самостоятельно определять цели, задавать параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута;

- оценивать возможные последствия достижения поставленной цели в деятельности, собственной жизни и жизни окружающих людей, основываясь на соображениях этики и морали;
- ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности и жизненных ситуациях;
- оценивать ресурсы, в том числе время и другие нематериальные ресурсы, необходимые для достижения поставленной цели;
- выбирать путь достижения цели, планировать решение поставленных задач, оптимизируя материальные и нематериальные затраты;
- организовывать эффективный поиск ресурсов, необходимых для достижения поставленной цели;
- сопоставлять полученный результат деятельности с поставленной заранее целью.

Познавательные универсальные учебные действия

Учащийся научится:

- искать и находить обобщенные способы решения задач, в том числе, осуществлять развернутый информационный поиск и ставить на его основе новые (учебные и познавательные) задачи;
- критически оценивать и интерпретировать информацию с разных позиций, распознавать и фиксировать противоречия в информационных источниках;
- использовать различные модельно-схематические средства для представления существенных связей и отношений, а также противоречий, выявленных в информационных источниках;
- находить и приводить критические аргументы в отношении действий и суждений другого; спокойно и разумно относиться к критическим замечаниям в отношении собственного суждения, рассматривать их как ресурс собственного развития;
- выходить за рамки учебного предмета и осуществлять целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия;
- выстраивать индивидуальную образовательную траекторию, учитывая ограничения со стороны других участников и ресурсные ограничения;
- менять и удерживать разные позиции в познавательной деятельности.

Коммуникативные универсальные учебные действия

Учащийся научится:

- осуществлять деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми (как внутри образовательной организации, так и за ее пределами), подбирать партнеров для деловой коммуникации исходя из соображений результативности взаимодействия, а не личных симпатий;
- при осуществлении групповой работы быть как руководителем, так и членом команды в разных ролях (генератор идей, критик, исполнитель, выступающий, эксперт и т.д.);
- координировать и выполнять работу в условиях реального, виртуального и комбинированного взаимодействия;
- развернуто, логично и точно излагать свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств;
- распознавать конфликтные ситуации и предотвращать конфликты до их активной фазы, выстраивать деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений.

Предметные результаты освоения курса

10 класс

В результате освоения курса ученик должен:

знать/понимать

- смысл понятий: физическое явление, физическая величина, модель, гипотеза, физический закон, теория, принцип, постулат, пространство, время, вещество, взаимодействие, ИСО, материальная точка, идеальный газ, абсолютно черное тело, тепловой двигатель, электрический заряд, электрический ток, проводник, полупроводник, диэлектрик, плазма;
- смысл физических величин: перемещение, скорость, ускорение, масса, плотность, сила, давление, импульс, работа, мощность, кинетическая и потенциальная энергии, КПД, момент силы, период, частота, амплитуда колебаний, длина волны, внутренняя энергия, удельная теплота плавления, сгорания топлива, парообразования, температура, абсолютная температура, средняя кинетическая энергия частиц вещества, количество теплоты, удельная теплоемкость, влажность, электрический заряд, сила тока, напряжение, сопротивление, работа и мощность тока, напряженность

электрического поля. Разность потенциалов, емкость, энергия электрического поля, ЭДС;

- смысл физических законов, принципов, постулатов: принцип суперпозиции и относительности, закон Паскаля, закон Архимеда, законы динамики Ньютона, закон всемирного тяготения, законы сохранения импульса и энергии, закон сохранения энергии в тепловых процессах, законы термодинамики, закон сохранения электрического заряда, закон Ома для участка цепи, закон Джоуля-Ленца, закон Гука, основные уравнения МКТ, закон Кулона, закон Ома для полной цепи, основные положения физических теорий и их роль в формировании научного мировоззрения;

- вклад российских и зарубежных ученых, оказавших наибольшее влияние на развитие физики; уметь

- описывать и объяснять физические явления: РПД, РУД, равномерное движение по окружности, передача давления жидкостями и газами, плавание тел, диффузия, теплопроводность, конвекция, излучение, испарение, конденсация, кипение, плавление, кристаллизация, электризация, взаимодействие электрических зарядов, тепловое действие тока, термоэлектронная эмиссия, электролиз, газовые разряды; • объяснять физические явления и свойства тел: движение небесных тел и ИСЗ, свойства газов, жидкостей и твердых тел (аморфных и кристаллических);

- описывать и объяснять результаты экспериментов: независимость ускорения свободного падения от массы падающего тела; нагревание газа при его быстром сжатии и охлаждение при быстром расширении, повышение давления газа при его нагревании в закрытом сосуде, броуновское движение, электризация тел при их контакте, зависимость сопротивления проводника от температуры и освещенности;

- описывать фундаментальные опыты, оказавшие существенное влияние на развитие физики;

- определять характер физического процесса по графику, таблице, формуле;

- отличать гипотезы от научных теорий; делать выводы на основе экспериментальных данных; приводить примеры, показывающие, что наблюдения и эксперимент являются основой для выдвижения гипотез и теорий, позволяют проверить истинность теоретических выводов; физическая теория дает возможность объяснять известные явления природы и научные факты, предсказывать еще неизвестные явления;

- приводить примеры практического применения физических знаний законов механики, термодинамики, электродинамики в энергетике; опытов, иллюстрирующих, что наблюдения и эксперимент служат основой для выдвижения гипотез и построения научных теорий;

- измерять расстояние, промежутки времени, массу, силу, давление, температуру, влажность воздуха, скорость, ускорение свободного падения, плотность вещества, работу, мощность, энергию, коэффициент трения скольжения, удельную теплоемкость вещества, силу тока, напряжение, сопротивление, работу и мощность тока, ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока, представлять результаты измерений с учетом их погрешностей;

- применять полученные знания для решения физических задач;

- использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни для: - обеспечения безопасности жизнедеятельности в процессе использования транспортных средств, бытовых электроприборов, средств радио- и телекоммуникационной связи; - оценки влияния на организм человека и другие организмы загрязнения окружающей среды; - рационального природопользования и защиты окружающей среды.

11 класс

В результате освоения курса ученик должен знать/понимать

- смысл понятий: сила Ампера, сила Лоренца, электромагнитное поле, электромагнитная индукция, самоиндукция, индуктивность, свободные и вынужденные колебания. Колебательный контур, резонанс, переменный ток, электромагнитная волна, свет, скорость света, отражение, преломление, интерференция, дифракция, дисперсия, поляризация, линза, фотон, ионизирующее излучение, фотоэффект, красная граница фотоэффекта, корпускулярно-волновой дуализм, ядерная модель атома, ядерная реакция, энергия связи, радиоактивный распад, цепная реакция, термоядерная реакция, элементарные частицы, античастицы, звезда, планета, Вселенная;

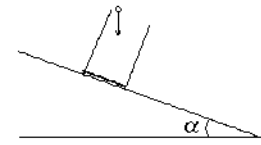
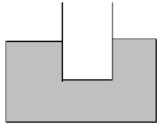
- смысл физических величин: магнитная индукция, индуктивность, магнитный поток, ЭДС индукции, энергия магнитного поля, амплитуда, период, частота и фаза колебаний, частота и длина волны, фокусное расстояние, оптическая сила, показатель преломления среды, период дифракционной решетки, работа выхода электрона, энергия электромагнитных волн, дефект масс, энергия связи ядра;

- смысл физических законов, принципов, постулатов: правило буравчика и левой руки, закон электромагнитной индукции, правило Ленца, законы отражения и преломления света, постулаты теории относительности, связь массы и энергии, законы фотоэффекта, постулаты Бора, правила смещения, закон радиоактивного распада;
- вклад российских и зарубежных ученых, оказавших наибольшее влияние на развитие физики; уметь
- описывать и объяснять физические явления: электромагнитная индукция, механические колебания и волны, электромагнитные колебания и распространение электромагнитных волн, отражение, преломление света, полное внутреннее отражение, интерференция, дифракция, дисперсия, поляризация, излучение и поглощение света атомами, фотоэффект;
- объяснять принцип работы устройств: генератора, трансформатора, схемы радиотелефонной связи, фотоэлемента, спектральных аппаратов, ядерного реактора, телескопа;
- описывать и объяснять результаты экспериментов: возникновение электрического тока в переменном магнитном поле, действие магнитного поля на движущиеся заряды, взаимодействие проводников с током, возникновение механических колебаний и распространение механических волн, возникновение электромагнитных колебаний и распространение электромагнитных волн, отражение, преломление света, волновые свойства света, зависимость фототока от частоты падающего света;
- описывать фундаментальные опыты, оказавшие существенное влияние на развитие физики;
- определять характер физического процесса по графику, таблице, формуле;
- отличать гипотезы от научных теорий; делать выводы на основе экспериментальных данных; приводить примеры, показывающие, что наблюдения и эксперимент являются основой для выдвижения гипотез и теорий, позволяют проверить истинность теоретических выводов; физическая теория дает возможность объяснять известные явления природы и научные факты, предсказывать еще неизвестные явления;
- приводить примеры практического применения физических знаний законов механики, электродинамики, оптики и квантовой физики; опытов, иллюстрирующих, что наблюдения и эксперимент служат основой для выдвижения гипотез и построения научных теорий;
- измерять силу индукционного тока, ускорение свободного падения, период и частоту колебаний, показатель преломления стекла, длину световой волны, представлять результаты измерений с учетом их погрешности;
- применять полученные знания для решения физических задач;
- использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни для: - обеспечения безопасности жизнедеятельности в процессе использования транспортных средств, бытовых электроприборов, средств радио- и телекоммуникационной связи; - оценки влияния на организм человека и другие организмы загрязнения окружающей среды; - рационального природоиспользования и защиты окружающей среды.

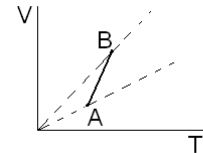
Оценочные материалы

10 класс

1. Шарик без начальной скорости роняют в стакан, стоящий на гладкой наклонной плоскости под углом α к горизонту. Стакан в тот же момент отпускают, высота стакана h . Какой путь пройдет стакан вдоль наклонной плоскости к моменту удара шарика о дно стакана?



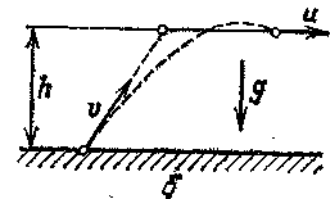
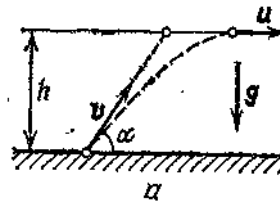
2. На поверхности жидкости плотностью ρ плавает цилиндрический тонкостенный стакан, наполовину погруженный в жидкость. На сколько погрузится стакан в жидкость, если его поставить на поверхность жидкости вверх дном. Высота стакана h , давление воздуха P_0 .



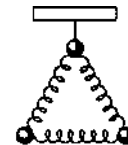
3. Поршень в цилиндре с газом неплотно прилегает к стенке и пропускает газ наружу. На рисунке показана зависимость объема газа от температуры при изобарном процессе. Указать направление процесса.

4. В цилиндре с площадью основания 10 дм^2 находится воздух. Поршень расположен на высоте 50 см от дна цилиндра. На поршень кладут груз массой 50 кг , при этом он опускается на 10 см . Найти температуру воздуха после опускания поршня, если до опускания давление было 101 кПа , а температура 12°C .

1. Утка летела по горизонтальной прямой с постоянной скоростью u (рис.). В нее бросил камень неопытный охотник, причем бросок был сделан без упреждения, т. е. в момент броска скорость камня v была направлена как раз на утку под углом α к горизонту. На какой высоте летела утка, если камень все же попал в нее? Сопротивлением воздуха, размерами утки и ростом охотника пренебречь.



2. Система из одинаковых шариков, связанных одинаковыми пружинами, подвешена на нити. Пружинки образуют между собой углы 60° . Нить пережигают. Найти ускорение шариков сразу после пережигания нити.



3. Два одинаковых баллона соединены трубкой с клапаном, пропускающим газ из одного баллона в другой при разности давления не менее ΔP . Первоначально в одном баллоне был вакуум, а в другом идеальный газ при температуре T_1 и давлении P_1 . Затем оба баллона нагрели до температуры T_2 . Какое давление установится в каждом из баллонов?

4. В кастрюлю налили холодную воду при температуре $t_0 = 10^\circ\text{C}$ и поставили на плиту. Через время $t_1 = 10 \text{ мин}$ вода закипела. Через какое время она полностью испарится? Удельная теплоемкость воды $C = 4200 \text{ Дж/кг}\cdot^\circ\text{C}$, удельная теплота парообразования $r = 2,27 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$.

5. Санки массой m , находящиеся на вершине горки высотой H , соскальзывают по уклону горки вниз и, пройдя некоторый путь по горизонтали, останавливаются. Какую работу надо совершить, чтобы втащить их на горку по тому же пути?

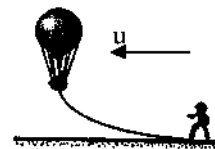
1. В котле паровой машины температура равна 160°C , а температура холодильника 10°C . Какую максимальную работу можно теоретически получить от машины, если в топке, КПД которой 60% , сожжено 200 кг угля с теплотой сгорания $2,9 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$?

2. На конце соломинки, лежащей на гладком столе, сидит кузнечик. С какой минимальной скоростью он должен прыгнуть, чтобы попасть на другой конец соломинки? Трением между столом и соломинкой пренебречь. Масса соломинки M , длина ее L , масса кузнечика m .

3. Бревно диаметром 60 см и длиной 2 м медленно ставят вертикально. Плотность древесины $0,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$. Какая работа при этом была совершена внешними силами.

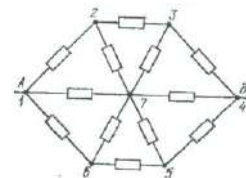
4. Какова должна быть продолжительность суток (в час) на Земле, чтобы тела, находящиеся на экваторе были невесомыми. Принять $\pi^2 = 10$, $g = 10 \text{ м/с}^2$.

1. Масса воздушного шара вместе с канатом, волочащимся по земле, равна M , выталкивающая сила F , коэффициент трения каната о землю μ . Сила сопротивления воздуха, действующая на воздушный шар, пропорциональна скорости шара V относительно воздуха: $F_{\text{сопр}} = \alpha V$. Найдите скорость шара относительно земли, если дует горизонтальный ветер со скоростью u .



2. В полусферический колокол, плотно лежащий на столе, наливают через отверстие сверху жидкость. Когда жидкость доходит до отверстия, она приподнимает колокол и начинает вытекать снизу. Найдите массу колокола, если его внутренний радиус равен R , а плотность жидкости ρ .

3. Жесткий сосуд массой M , заполненный газом массы m , стоит на гладкой горизонтальной поверхности. Ему мгновенно придают скорость V в горизонтальном направлении и в дальнейшем сосуд скользит без трения. Найти установившуюся скорость сосуда. На сколько нагреется газ, если удельная теплоемкость газа c , теплоемкость сосуда C .



4. Найти сопротивление шестиугольника, изображенного на рис., если он включен в цепь между точками A и B. Сопротивление каждого проводника схемы равно R .

1. Ледяной кубик с замороженным в него небольшим камешком опустили в цилиндрический сосуд с водой. При этом уровень воды в сосуде повысился на $\Delta h = 4 \text{ см}$, а кубик стал плавать, полностью погрузившись в воду. Во сколько раз объем камешка V_2 меньше объема льда V_1 ? Как и на сколько изменится уровень воды, когда весь лед растает? Плотность льда $\rho_1 = 900 \text{ кг/м}^3$, камня $\rho_2 = 2400 \text{ кг/м}^3$, воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.

2. За некоторое время температура одинакового количества воды m в двух разных чайниках, одновременно поставленных на одинаковые нагреватели, поднялась от 20°C до 40°C и 50°C соответственно. В какой чайник и сколько нужно долить воды с температурой 60°C , чтобы в дальнейшем оба чайника закипели одновременно?

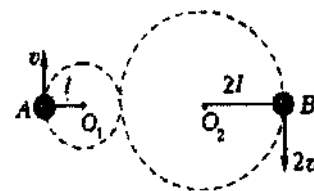
3. На вертикально стоящей и прикрепленной к основанию пружине жесткостью k покоится скрепленный с пружиной диск массой M . На диск с некоторой высоты без начальной скорости падает шарик массы m . Удар шарика о диск абсолютно неупругий. Ускорение свободного падения g . С какой высоты надо бросить шарик, чтобы он впоследствии смог оторваться от диска?

4. Горизонтально расположенный закрытый цилиндрический баллон разделен на три отсека двумя тонкими жесткими поршнями, связанными пружиной. В крайних отсеках находятся по одному моллю идеального газа при температуре T_0 . В центральном отсеке с пружиной - вакуум. В начальном состоянии длины всех трех отсеков одинаковы. Определите температуру, до которой нужно нагреть газ в первом (левом) отсеке, чтобы его объем увеличился до половины объема всего цилиндра. Газ в правом отсеке поддерживается при начальной температуре. Длина пружины в недеформированном состоянии составляет $7/12$ длины цилиндра. Считать, что трение в системе отсутствует.

1. Подставку, на которой лежит тело, подвешенное на пружине, начинают опускать с ускорением a . В начальный момент пружина не растянута. Через какое время тело оторвется от подставки? Каково максимальное растяжение пружины? Масса тела M , жесткость пружины k .

2. В вертикальном цилиндрическом сосуде, площадь сечения которого равна S , под поршнем массы m находится газ, разделенный перегородкой на два одинаковых объема. Давление газа в нижней части сосуда равно p , внешнее давление равно p_0 , температура газа в обеих частях сосуда равна T . На сколько сместится поршень, если убрать перегородку? Внутренняя энергия одного моля газа $U = cT$. Высота каждой части сосуда равна h . Стенки сосуда и поршень не проводят тепло. Трением пренебречь.

3. Два одинаковых тяжелых стальных шарика вращаются на легких стержнях длиной L и $2L$ вокруг точек O_1 и O_2 , расстояние между которыми равно $3L$ (рис.). В начальный момент шарики находятся в точках A и B , имея скорость v и $2v$ соответственно. За какое время шарики столкнутся k раз? Удары считать абсолютно упругими.



4. В стальном баллоне находятся $m_1 = 0,2$ г водорода и $m_2 = 3,2$ г кислорода при температуре 27°C . Водород соединяется с кислородом и, после окончания реакции давление в баллоне увеличивается в три раза. Какая при этом установится температура? $M_{H_2} = 2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль, $M_{O_2} = 32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

5. Спортсмен с высоты $h = 12$ м падает на упругую сетку. Пренебрегая массой сетки, определите, во сколько раз наибольшая сила давления спортсмена на сетку больше его силы тяжести, если прогиб сетки под действием только силы тяжести спортсмена $x_0 = 15$ см?

11 класс

1. Два маятника одинаковой длины l в нижней точке имеют одинаковую начальную скорость V_0 . У первого маятника груз подвешен на нити, а у второго – на шарнирно закрепленном стержне. При каких значениях l и начальной скорости V_0 поведение обоих маятников одинаково на плоскости (l, V_0). Массой и деформацией нити и стержня, сопротивлением воздуха и трением в точке подвеса пренебречь.

2. При измерениях теплоемкости 1 кг некоторого вещества путем измерения температуры t в зависимости от количества подведенного тепла Q были получены следующие данные, приведенные в таблице. Определите удельную теплоемкость вещества.

$t, ^\circ\text{C}$	100	200	250	300	400	500	600
$Q, \text{кДж}$	0,0	14,0	21,0	35,0	74,0	95,0	116,0

3. Два маленьких шарика с одинаковыми зарядами q имеют различные массы m_1 и m_2 . Когда шарики находились далеко друг от друга, первому из них сообщили скорость V_0 , направленную ко второму шарика, который к этот момент был неподвижен. На какое наименьшее расстояние сблизятся шарики? Как изменится результат, если первый шарик неподвижен, а второму сообщают скорость V_0 ?

4. В широкий сосуд налили слой керосина толщиной $H = 2,25$ см. На дне сосуда закреплена тонкая металлическая пластина. Другая пластина той же площади прикреплена к нижней части бруска толщиной $d = 2$ см, который плавает в керосине над пластиной, лежащей на дне так, что две пластины образуют конденсатор. Какое напряжение нужно подать на конденсатор, чтобы расстояние между его пластинами стало равным $h = 1$ см? Плотность керосина 800 кг/м^3 , плотность материала бруска 400 кг/м^3 . Диэлектрическая проницаемость керосина $\epsilon = 2$, массами пластин пренебречь. Оцените возможность применения описанной конструкции для измерения плотности жидких диэлектриков.

1. Два тела массами $m_1 = 1,5$ кг и $m_2 = 0,45$ кг подвешены на нитях к разным концам легкого коромысла, длины плеч которого $L_1 = 0,6$ м и $L_2 = 1$ м, причем тело m_1 лежит на полу (смотри

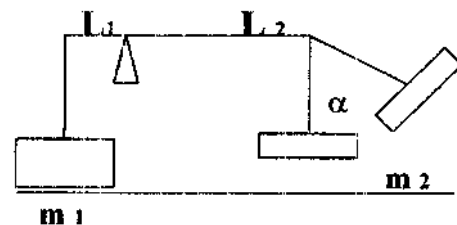


рисунок). На какой минимальный угол α следует отклонить подвес тела m_2 , чтобы после того как его отпустили, тело m_1 оторвалось от пола?

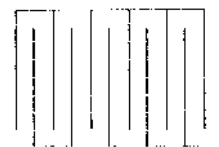
2. Действующее напряжение в сети переменного тока с периодом T равно 100 В. В течении какого времени горит подсоединенная к этой сети неоновая лампочка в каждый полупериод, если она загорается и гаснет при напряжении 70 В?

3. Конденсатор массой m подвешен на пружине. Удлинение пружины при этом L_1 . В пространство между обкладками попадает капля ртути массой m_0 , которая остается неподвижной. На какую величину при этом удлинилась пружина?

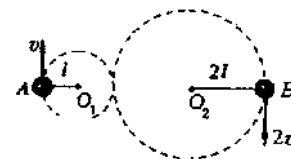
4. На стакан, наполненный горячим воздухом при температуре 90°C , кладут пластину. Стакан охлаждают до температуры 20°C и переворачивают. Площадь сечения стакана 20 см^2 . Какой должна быть максимальная масса пластины, чтобы она не оторвалась от стакана. Принять ускорение свободного падения равным 10 м/с^2 .

5. К неидеальному источнику тока через реостат подключен вольтметр. Если сопротивление реостата уменьшить в 4 раза, то показания вольтметра возрастут в 3 раза. Во сколько раз изменятся показания вольтметра, если сопротивление реостата уменьшить до нуля?

1. Конденсатор сделан из двух наборов пластин, как показано на рис. Найти емкость конденсатора, пренебрегая краевыми эффектами. Площадь каждой пластины равна S . Расстояние между пластинами одинаково и равно d (d много меньше поперечных размеров пластин). Полное число пластин равно $2N$.



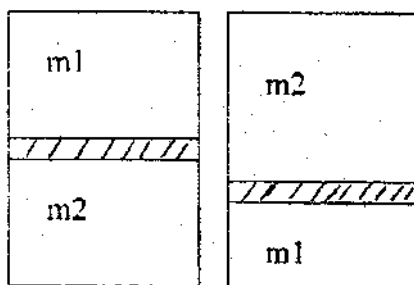
2. В горизонтальном неподвижном цилиндрическом сосуде, закрытом поршнем массы M , находится газ. Газ нагревают. Поршень, двигаясь равноускоренно, приобретает скорость v . Найти количество теплоты, сообщенной газу. Внутренняя энергия моля газа $U = cT$. Теплоемкостью сосуда и поршня, а также внешним давлением пренебречь.



3. На горизонтальной доске лежит груз, какое ускорение a в горизонтальном направлении следует сообщить доске, чтобы груз соскользнул с нее? Коэффициент трения между грузом и доской $k = 0,2$.

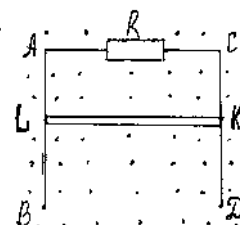
4. Два одинаковых тяжелых стальных шарика вращаются на легких стержнях длиной L и $2L$ вокруг точек O_1 и O_2 , расстояние между которыми равно $3L$ (рис.). В начальный момент шарики находятся в точках A и B , имея скорости v и $2v$ соответственно. За какое время шарики столкнутся k раз? Удары шариков считать абсолютно упругими.

1. К концу вертикально висящей пружины, массой которой можно пренебречь, подвешивают груз массой m . Затем к середине уже растянутой пружины подвешивают еще один груз такой же массы. Определить длину растянутой пружины. Жесткость пружины равна k , а ее длина в нерастянутом состоянии равна l_0 .

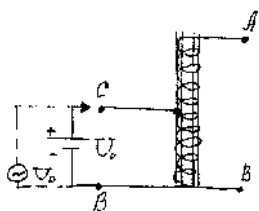


2. В цилиндрическом сосуде, заполненном газом, может свободно перемещаться тяжелый поршень. В вертикальном положении, изображенном на рис. А поршень делит объем цилиндра в отношении 1:1. После переворачивания цилиндра на 180° и установления равновесия поршень делит объем в отношении 3:1 (рис.Б). Найти отношение масс газа m_1/m_2 над и под поршнем. Температура поддерживается постоянной.

3. По двум неподвижным вертикальным рейкам AB и CD , соединенным сопротивлением R , без трения скользит проводник, длина которого l и масса m . Система находится в однородном



магнитном поле, индукция которого \vec{B} перпендикулярна плоскости рисунка (см.рис.). Как будет двигаться подвижный проводник в поле силы тяжести, если пренебречь сопротивлением самого проводника и реек?

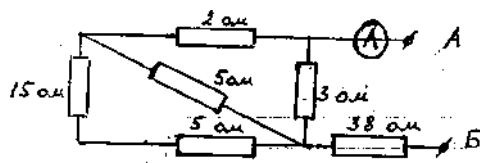


4. От середины катушки с большим числом витков и железным сердечником сделан отвод С (см.рис.). Между точками В и С подается один раз постоянное напряжение U_0 , а другой раз – переменное напряжение с амплитудой U_0 . Определить в обоих случаях напряжение между точками А и В.

1. Сплошное однородное тело, будучи полностью погружено в жидкость плотностью ρ_1 , весит P_1 , а в жидкости плотностью ρ_2 весит P_2 . Определить плотность вещества тела.

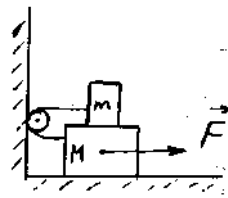
2. При помощи гидравлического пресса нужно поднять груз массой 10 т. Определить число ходов малого поршня за 1 минуту, если за 1 ход он опускается на 20 см. Мощность двигателя пресса 3,68 кВт, КПД пресса равен 75%. Отношение площадей поршней 0,01.

3. Что показывает амперметр, если к точкам А и В подведено напряжение 220 В?



4. Две лампы мощностью 40 Вт и 60 Вт, рассчитанные на одинаковые напряжения, включили в сеть с этим напряжением последовательно. Какие мощности они потребляют?

5. На гладком горизонтальном столе лежит брусок массы $M = 2$ кг, на котором находится брусок массы $m = 1$ кг. Оба бруска соединены легкой нитью, перекинутой через невесомый блок. Какую силу F нужно приложить к нижнему бруску, чтобы он стал двигаться с постоянным ускорением 5 м/с^2 ? Коэффициент трения между брусками 0,5. Трением между нижним бруском и столом пренебречь.



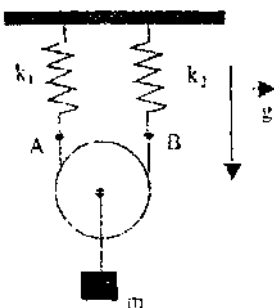
6. Электрон влетает в однородное магнитное поле с индуктивностью 50 мТл со скоростью $5 \cdot 10^5 \text{ м/с}$ под углом 30° к линиям индукции. Найти радиус и шаг винтовой линии (его траектория).

1. Частица массы m с зарядом q влетает в плоский конденсатор длины l под углом α к плоскости пластин, а вылетает под углом β . Найти первоначальную кинетическую энергию частицы E_0 , если напряженность электрического поля внутри конденсатора E .

2. При взвешивании тела массой m на пружинных весах, их показания на полюсе и экваторе планеты отличаются на ΔP . Радиус планеты R . Определить угловую скорость вращения планеты вокруг своей оси.

3. Сосуд длиной $3l$ разделен легкими подвижными поршнями на три равные части. Левый поршень проницаем для He и для N_2 , правый только для N_2 . В начальный момент в левой части сосуда находится N_2 , в центре He , в правой части N_2 , причем давление гелия в три раза больше чем давление водорода и азота. Найти расстояние на которое сместится правый поршень после установления равновесия.

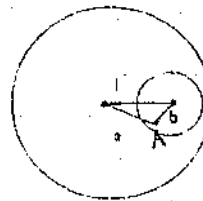
4. Проводящий шар А радиуса $R_1 = 10$ см зарядили до потенциала $\phi_1 = 2700$ В и отключили от источника тока. После этого шар А соединили проволокой, емкостью которой можно пренебречь, с незаряженным проводящим шаром В радиуса $R_2 = 5$ см. Шары находятся в воздухе. Определить начальный заряд шара А, заряды и потенциалы шаров после соединения, энергию обоих шаров после соединения, энергию, выделившуюся при соединении.



1. К оси неподвижного легкого блока, подвешенного на невесомой нерастяжимой нити АВ, соединенной с двумя пружинами жесткостью k_1 и k_2 , прикреплено тело массой m . Блок может свободно скользить по нити. Пренебрегая трением в оси блока, определить период малых колебаний тела.

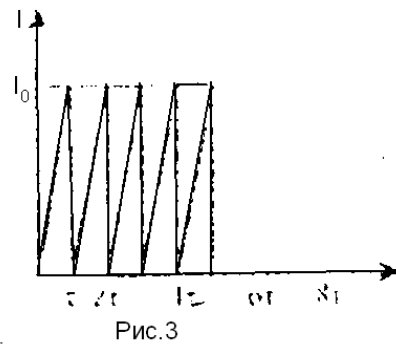
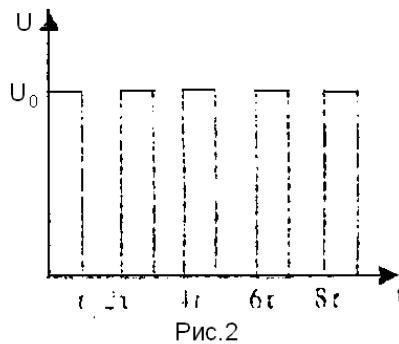
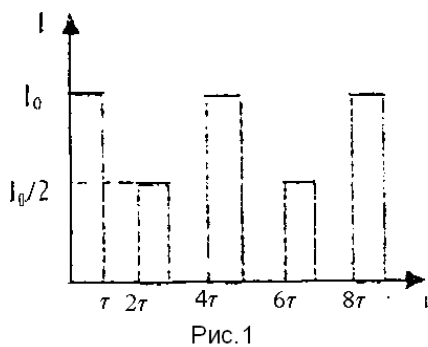
2. На некоторой планете давление насыщенного водяного пара $P_0 = 760$ мм. рт. столба. Определить его плотность ρ .

3. В шаре распределен электрический заряд с постоянной плотностью ρ . В шаре имеется сферическая полость радиусом r . Центр полости находится на расстоянии l от центра заряженного шара. Определите электрического поля в точке А внутри сферической полости. Точка А находится на расстоянии a от центра заряженной сферы и на расстоянии b от центра полости.

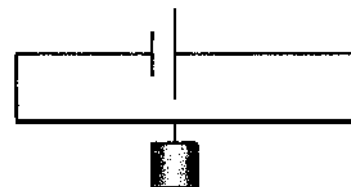


плотностью ρ . В шаре находится на напряженности электрического поля в точке А. Точка А находится на расстоянии a от центра заряженной сферы и на расстоянии b от центра полости.

4. Определите действующее значение силы тока и напряжения, зависимость от времени которых показана на рисунке 1,2,3.

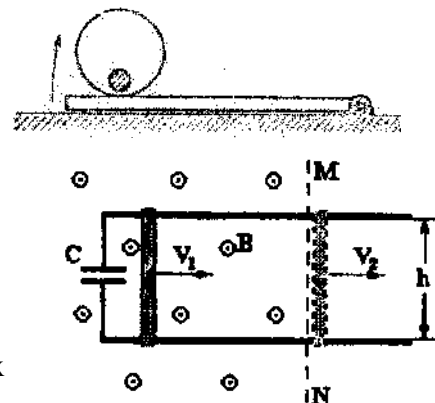


1. К растянутому проводнику подвесили грузик и подключили к источнику напряжения. Грузик начал колебаться (вверх – вниз). Объясните эффект.



2. Цилиндр прикреплен вверх дном к стенке открытого сосуда с водой. Верхняя часть цилиндра заполнена воздухом, давление которого равно атмосферному давлению. Высота дна цилиндра над уровнем воды $h = 1$ см. Вода имеет температуру $t_0 = 0^\circ\text{C}$. На сколько сместится уровень воды в цилиндре, если воду и воздух нагреть до 100°C (но не доводить до кипения)? Тепловым расширением воды и цилиндра, а так же давлением водяного пара при $t_0 = 0^\circ\text{C}$ пренебречь. Сосуд широкий.

3. В цилиндре на расстоянии $2R/3$ от центра параллельно оси просверлено отверстие радиуса $R/4$ (рис.). Отверстие залито веществом, плотность которого в 11 раз больше плотности вещества цилиндра. Цилиндр лежит на дощечке, которую медленно поднимают за один конец. Каков максимальный угол наклона дощечки, при котором цилиндр еще может находиться на ней в равновесии? Коэффициент трения $k = 0,3$.



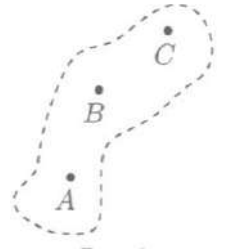
4. Перемычка массы m соединяет рельсы, к левым концам которых присоединены выводы незаряженного конденсатора емкости C . Расстояние между рельсами h . Слева от плоскости MN создано однородное магнитное поле с индукцией B . Справа магнитного поля нет. Перемычке внезапно сообщают скорость V_1 . Какой ток будет течь через перемычку сразу после ее выхода из поля, если ее скорость в этот момент равна V_2 ? Сопротивлением перемычки R , сопротивлением рельсов пренебречь.

Методические материалы
10 класс

(профильный уровень)

Задача 1. Стробоскопическая фотография.

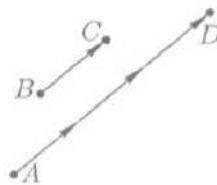
На обрывке стробоскопической фотографии (рис. 1) запечатлены три последовательных положения (A , B и C) шарика, движущегося в поле тяжести Земли. Найдите построением с помощью циркуля и линейки без делений следующее положение (D) шарика. Поясните ход построения. Вспышки лампы происходят через равные промежутки времени. Ориентация фотографии относительно вертикали не известна.



Пусть t — время между вспышками лампы, \vec{v}_A \vec{v}_B скорости шарика в положениях A и B , тогда

$$\vec{AD} = \vec{v}_A \cdot 3t + \frac{\vec{g}(3t)^2}{2} = 3 \left(\vec{v}_A t + \frac{3\vec{g}t^2}{2} \right) = 3 \left((\vec{v}_A + \vec{g}t)t + \frac{\vec{g}t^2}{2} \right) = 3 \left(\vec{v}_B t + \frac{\vec{g}t^2}{2} \right) = 3\vec{BC}$$

Таким образом, если через точку A провести прямую параллельно вектору \vec{BC} и отложить на ней отрезок $AD = 3BC$, то точка D и будет искомой точкой (рис. 1). Методика построения прямой параллельной данной и отрезка кратного данному известна из курса геометрии.



Задача 2. Устойчивость стержня.

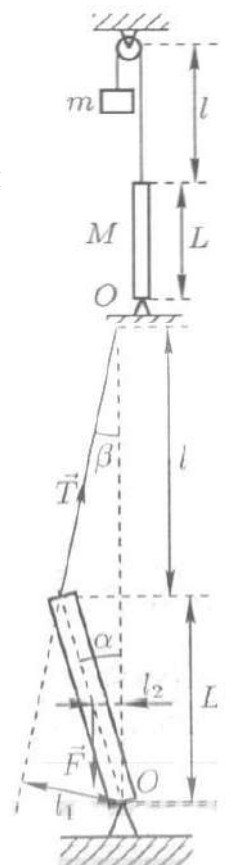
Один конец однородного стержня массой M и длиной L опирается на шарнир O , а другой - прикреплен к лёгкой нити, перекинутой через блок (рис. 2). К свободному концу нити привязан груз массой m . Расстояние от стержня до блока равно l . При какой массе m груза, вертикальное положение стержня будет устойчиво (то есть при его отклонении от вертикали на малый угол будет возникать сила, возвращающая стержень в исходное положение)?

Пусть стержень отклонился от вертикали на малый угол α , тогда нить отклонится от вертикали на угол $\beta \approx \alpha L/l$ (рис 2). Чтобы он вернулся в исходное положение, момент силы натяжения нити $T = mg$, имеющей плечо $l_1 \approx \beta(l+L)$ относительно полюса O , должен превысить момент силы тяжести стержня $F = Mg$, имеющей плечо $l_2 \approx \alpha L/2$ относительно того же полюса:

$$Mg\beta(l+L) > MgaL/2,$$

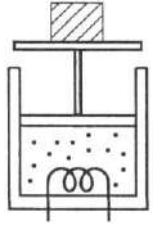
Откуда

$$m > \frac{M/2}{1 + L/l}$$



Задача 3. КПД подъёмного устройства.

Имеется два различных подъёмных устройства, каждое из которых представляет собой цилиндр, заполненный идеальным газом и закрытый поршнем (рис. 3). В первом устройстве в качестве идеального газа используется метан (CH_4), а во втором — азот (N_2). Для поднятия грузов газы подогревают нагревательными элементами. Найдите отношение η_1/η_2 КПД устройств.



Будем считать, что процесс поднятия груза происходит медленно, тогда газ расширяется изобарически. Введём стандартные обозначения: p — давление газа, ΔV и ΔT — изменения его объёма и температуры, R — газовая постоянная, ν — количество газа, C_p — его молярная теплоёмкость при постоянном давлении.

Полезная работа по поднятию груза

$$A = p\Delta V = \nu R\Delta T,$$

а подведённое к газу количество теплоты

$$Q = \nu C_p \Delta T,$$

следовательно, КПД устройства

$$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{R}{C_p}.$$

Поскольку метан — многоатомный газ, а азот — двухатомный, то

$$C_{v1} = 3R, \quad C_{p1} = C_{v1} + R = 4R, \quad C_{v2} = \frac{5}{2}R, \quad C_{p2} = C_{v2} + R = \frac{7}{2}R$$

Таким образом, отношение КПД устройств

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{R/C_{p1}}{R/C_{p2}} = \frac{C_{p2}}{C_{p1}} = \frac{7}{8}.$$

Результат не зависит ни от размеров цилиндров, ни от количества газа в них.

Задача 4. Болومتر.

Болометр - это прибор для измерения энергии излучения (света). Болومتر представляет собой тонкую зачернённую медную проволочку, заключённую в стеклянный вакуумированный сосуд. При её освещении одиночным лазерным импульсом, проволочка нагревается столь быстро, что потери энергии на тепловое излучение и теплопроводность можно не учитывать. Нагрев проволочки, в свою очередь, вызывает увеличение её сопротивления. По величине изменения сопротивления можно вычислить энергию лазерного импульса. Правильная настройка болометра подразумевает, что всё излучения лазера попадает на проволочку (а не проходит частично мимо).

В ходе исследования лазера новой конструкции выяснилось, что возникающее после каждого импульса изменение сопротивления болометра слишком мало. Во сколько раз нужно изменить диаметр проволочки, чтобы при заданной энергии лазерного импульса изменение сопротивления возросло в $k=10$ раз?

Примечание. Изменение сопротивления R проволоки, вызванное её нагревом на ΔT , можно определить по формуле: $\Delta R = R\alpha\Delta T$, где α — температурный коэффициент сопротивления (постоянная величина).

Пусть ρ_0 - плотность меди, L — длина проволоки, d — её диаметр, тогда площадь S поперечного сечения, объём V и масса m проволоки:

$$S = (\pi/4)d^2, \quad V = SL = (\pi/4)d^2L, \quad m = \rho_0 V = (\pi/4) \rho_0 L d^2.$$

Пусть c - удельная теплоёмкость меди, E - энергия лазерного импульса, тогда изменение температуры проволоки:

$$\Delta T = \frac{E}{cm} = \frac{4E}{\pi c \rho_0 L d^2}$$

Пусть ρ - удельное сопротивление меди, тогда сопротивление проволоки

$$R = \frac{\rho L}{S} = \frac{4\rho L}{\pi d^2},$$

а изменение этого сопротивления из-за нагрева:

$$\Delta R = R \alpha \Delta T = \frac{16\alpha \rho E}{\pi^2 c \rho_0 L d^2} \approx d^{-4}$$

Таким образом, чтобы увеличить ΔR в k раз, нужно уменьшить d в n раз:

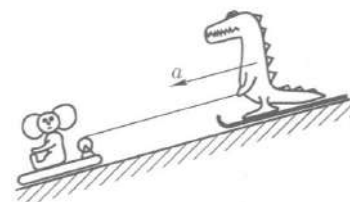
$$n = \sqrt[4]{k} \approx 1,8$$

11 класс

(профильный уровень)

Задача 1. Санки с моторчиком.

Крокодил Гена с Чебурашкой решили покататься с горы. Гена установил на санки лебёдку с мотором, взял лыжи, и друзья отправились на гору. Там они встали на склон, составляющий с горизонтом угол α . Чебурашка включил мотор, а Гена, взявшись за трос, покатился с горы (рис.1). С каким ускорением a поехал Гена, если санки с Чебурашкой остались в покое? Масса санок вместе с мотором, лебёдкой и Чебурашкой равна массе Гены вместе с лыжами. Коэффициенты трения между снегом и санками и между снегом и лыжами равны μ .



Пусть m — масса Гены вместе с лыжами, N — сила нормальной реакции склона, действующая на него, T — сила натяжения троса, F_1 и F_2 — силы трения, действующие на Чебурашку и Гену соответственно, тогда второй закон Ньютона для них в проекциях на оси Ox и Oy имеет вид:

$$Oy: \quad 0 = N - mg \cos \alpha \qquad Oy: \quad 0 = N - mg \cos \alpha,$$

$$Ox: \quad 0 = mg \sin \alpha - T + F_1, \qquad Oy: \quad ma = T + mg \sin \alpha - F_2$$

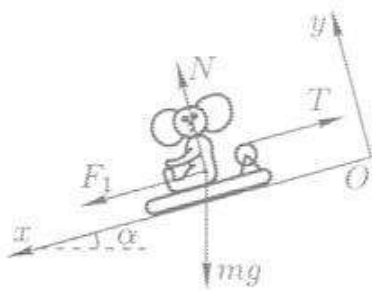


Рис. 20

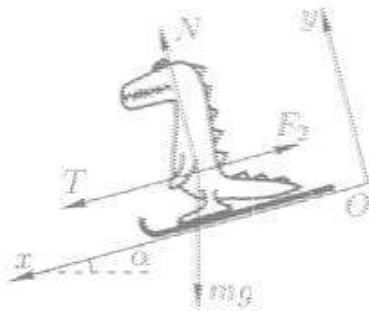


Рис. 21

Поскольку Гена скользит вниз, то сила трения для него определяется однозначно; $F_2 = \mu N$. Чебурашка покоится, поэтому сила трения F_1 может принимать значения в диапазоне от $-\mu N$ (при малых T) до μN (при больших T). Выразим a из системы:

$$a = g \left(2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha + \frac{F_1}{mg} \right)$$

Подставляя $F_1 = F_{1\min} = -\mu mg \cos \alpha$ и $F_1 = F_{1\max} = \mu mg \cos \alpha$, найдем диапазон возможных значений a ;

$$a_{\min} = 2g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha), \quad a_{\max} = 2g \sin \alpha.$$

Если $\mu > \operatorname{tg} \alpha$, то $a_{\min} < 0$, то есть Гена скользит вверх. Это противоречие возникло из-за того, что в ходе решения мы использовали фиксированное направление силы F_2 (предположив, что Гена скользит вниз). Для устранения противоречия нужно добавить к ответу условие; если $\mu > \operatorname{tg} \alpha$, то $a_{\min} = 0$.

Задача 2. Опыт Майера.

В 1841 году Робертом Майером был предложен метод расчёта механического эквивалента теплоты — величины α , показывающей, сколько энергетических единиц ($\text{кг} \cdot \text{м}^2/\text{с}^2$) содержится в единице количества теплоты (калории). Майер рассмотрел циклический процесс, совершаемый над идеальным газом (воздухом) и состоящий из:

1-2 - расширения воздуха в пустоту без совершения работы и изменения состояния других тел (к тому времени Джоуль уже установил, что при расширении идеального газа в пустоту его температура не меняется);

2-3 - сжатия газа при постоянном давлении;

3-1 - нагревания газа, при постоянном объёме.

Майер нашел α , измерив работу, совершённую газом за цикл, и общее количество теплоты, подведённое к газу за цикл. С помощью приведённых ниже данных вычислите, какое значение α получил Майер в своём опыте.

В то время уже было известно уравнение состояния идеального газа:

$$\frac{PV}{m(t+t_0)} = B = \text{const},$$

где m — масса газа, t — его температура (в $^{\circ}\text{C}$), $t_0 \sim 270^{\circ}\text{C}$. Удельная теплоёмкость воздуха при постоянном объёме $C_v \sim 0,186 \text{ кал}/(\text{г}^{\circ}\text{C})$, а при постоянном давлении $C_p \sim 0,26 \text{ кал}/(\text{г}^{\circ}\text{C})$. При нормальных условиях ($t = 0^{\circ}\text{C}$, $p_0 = 1000 \text{ гПа}$) плотность воздуха $\rho_0 = 1,3 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Примечание. Внесистемная единица калория (кал) — это количество теплоты, которое требуется для нагрева 1 г воды на 1°C .

Работа A , совершённая газом за цикл, равна общему количеству теплоты Q , полученной газом: $A = aQ$, (1)

где a служит для перевода единиц измерения, Пусть p_1, V_1 и t_1 - давление, объём и температура в первом состоянии, p_2, V_2, t_2 - во втором (см. рис.), t_3 — температура в третьем состоянии, тогда

$$A = p_2(V_1 - V_2), Q = mc_p(t_3 - t_2) + mc_v(t_1 - t_3) \quad (2)$$

Процесс 1-2 изображён на графике пунктиром, так как расширение в вакуум не является квазистационарным процессом. Температура в этом процессе не изменяется, то есть $t_1 = t_2$

Применяя уравнение состояния идеального газа к состояниям 2 и 3:

$$\frac{p_2 V_2}{m(t_2 + t_0)} = \frac{p_2 V_1}{m(t_3 + t_0)}, \text{ получаем } (t_3 + t_0) = (t_2 + t_0) \frac{V_1}{V_2}. \quad (3)$$

Преобразуем выражение (2) для Q с использованием (3):

$$Q = mc_p((t_3 + t_0) - (t_2 + t_0)) + mc_v((t_2 + t_0) - (t_3 + t_0)) = m(c_p - c_v) \left(\frac{V_1}{V_2} - 1 \right) (t_2 + t_0)$$

Выразим a из (1):

$$\alpha = \frac{A}{Q} = \frac{p_2(V_1 - V_2)}{m(c_p - c_v)(V_1/V_2 - 1)(t_2 + t_0)} = \frac{p_2 V_2}{m(c_p - c_v)(t_2 + t_0)} = \frac{B}{c_p - c_v}$$

При $t = 0^\circ\text{C}$ и $p = p_0 = 10^5 \text{ Па}$ получаем $B = p_0 / (\rho_0 t_0)$ - Таким образом,

$$\alpha = \frac{p_0}{\rho_0 t_0 (c_p - c_v)} \approx 3,85 \frac{\text{кж} \cdot \text{м}^2 / \text{с}^2}{\text{кал}}$$

Задача 3. Перезарядка конденсаторов

Электрическая цепь состоит из последовательно соединённых резистора, ключа и двух заряженных конденсаторов различной ёмкости (рис. 2). Вначале ключ разомкнут. Затем его замыкают. В итоге через резистор прошёл заряд $q_0 = 10 \text{ мкКл}$. Какой заряд q прошёл через резистор к моменту, когда отношение силы тока в цепи к её максимальному значению равнялось $\alpha = 0,1$?

Пусть R - сопротивление резистора, C_1 и C_2 - ёмкости конденсаторов. Когда ток прекратится, конденсаторы будут заряжены до одинакового напряжения U_0 , их заряды окажутся равными $q_{10} = C_1 U_0, q_{20} = C_2 U_0$.



Рассмотрим произвольный момент, когда ток ещё есть. Заряды q_1 и q_2 на конденсаторах в этот момент ещё не равны «равновесным» q_{10} и q_{20} , а отличаются от них на Δq и $-\Delta q$ (в силу закона сохранения заряда): $q_1 = q_{10} + \Delta q, q_2 = q_{20} - \Delta q$

Следовательно, напряжения на конденсаторах $U_1 = q_1 / C_1, U_2 = q_2 / C_2$, а сила тока через резистор:

$$I = \frac{U_1 - U_2}{R} = \frac{1}{R} \left(\frac{q_1}{C_1} - \frac{q_2}{C_2} \right) = \frac{1}{R} \left(\frac{q_{10} + \Delta q}{C_1} - \frac{q_{20} - \Delta q}{C_2} \right) = \frac{1}{R} \left(U_0 + \frac{\Delta q}{C_1} - U_0 - \frac{-\Delta q}{C_2} \right) = \frac{\Delta q}{R} \left(\frac{1}{C_1 + C_2} \right) \sim \Delta q.$$

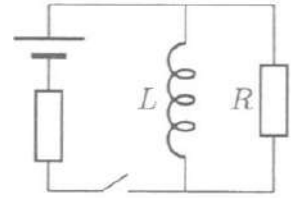
Таким образом, ток в произвольный момент времени прямо пропорционален заряду, которому ещё предстоит протечь через резистор от этого момента до установления равновесия в цепи.

В момент замыкания ключа $I(0) = I_0, \Delta q(0) = q_0$. Когда сила тока уменьшилась до $I(t) = \alpha I_0$, осталось протечь заряду $\Delta q(t) = q_0 - q$.

$$\frac{I(t)}{I(0)} = \frac{\Delta q(t)}{\Delta q(0)} \text{ то есть } \frac{\alpha I_0}{I_0} = \frac{q_0 - q}{q_0}, \text{ откуда } q = (1 - \alpha)q_0 = 9 \text{ мкКл}$$

Задача 4. Электромагнитная индукция

Цепь состоит из катушки индуктивностью $L = 1$ Гн, резистора сопротивлением $R = 1$ Ом, источника постоянного напряжения, ограничивающего резистора и ключа, (рис. 3). Через значительное время после замыкания ключа сила тока через батарею устанавливается постоянной и равной, $I_0 = 0,1$ А. Определите с точностью не хуже 1%, на какую величину ΔI изменится ток через катушку за время $\tau = 10^{-2}$ с после размыкания ключа? Все элементы цепи можно считать идеальными.



Сразу после размыкания ключа сила тока в катушке останется равной I_0 (для скачкообразного изменения тока в катушке требуется бесконечное напряжение). Процесс дальнейшего изменения тока описывается уравнением: $LI' + RI = 0$. (1)

В начальный момент сила тока в катушке изменялась со скоростью:

$$\dot{I}(0) = -\frac{R}{L}I_0 = -0,1 \text{ А/с.}$$

Если бы эта скорость оставалась постоянной, то ток прекратился бы через

$$T = \frac{I_0}{|\dot{I}(0)|} = \frac{L}{R} = 1 \text{ с.}$$

Из уравнения (1) видно, что \dot{I} со временем убывает, поэтому истинное время затухания тока больше. Поскольку $\tau \ll T$, то будем считать, что ток убывает с постоянной скоростью, тогда

$$\Delta I = \dot{I}(0)\tau = -\frac{R}{L}I_0\tau = -1 \text{ мА}$$

При нахождении ΔI мы считали, что $\dot{I} = \text{const}$, хотя на самом деле скорость изменения силы тока меняется. Для оценки погрешности нашего результата будем считать, что \dot{I} изменяется линейно со временем. Тогда погрешность δI равна площади заштрихованного треугольника (см. рис.):

$$\delta I = \frac{1}{2} \tau \dot{I} = \frac{1}{2} \tau \frac{R}{L} \Delta I$$

Относительная погрешность $\frac{\delta I}{\Delta I} = \frac{\tau R}{2L} = 0,5\%$

Примечание. Уравнение (1) имеет точное решение: $I(t) = I_0 e^{-tR/L}$

Откуда $\Delta I = I(\tau) - I_0 = I_0 (e^{-\tau R/L} - 1) = -0,995 \text{ мА} \sim -1 \text{ мА}$.

