

**Министерство образования Иркутской области  
Департамент образования КСПК администрации 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  
ОСНОВНОГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**ID –  
учебного курса**

**«НЕСТАНДРТНЫЕ ЗАДАЧИ ФИЗИКИ», 8-9 класс**

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 спецкурса «Нестандартные задачи физики» , 8-9 класс**

Рабочая программа спецкурса «Нестандартные задачи физики» разработана в соответствии с требованиями ФГОС ООО и ФОП среднего общего образования и Положением «О рабочих программах учебных предметов, учебных курсов (в том числе внеурочной деятельности), учебных модулей в соответствии с требованиями ФГОС и ФОП среднего общего образования» МАОУ Лицей 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 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

Спецкурс «Нестандарные задачи физики» реализуется за счет часов части учебного плана, формируемого участниками образовательных отношений.

Срок реализации программы – 2 года (8-9 класс).

Количество учебных часов, на которые рассчитана программа

	8 класс	9 класс	всего
Количество учебных недель	34	34	68
Количество часов в неделю	1	1	
Количество часов в год	34	34	68

Для реализации программы используются следующие учебно-методические материалы:

1. О.Ф. Кабардин, В.А. Орлов, А.Р. Зильберман, Физика. Задачник. 9 – 11 кл. М. Дрофа, 2001.
2. М.Е. Тульчинский, Качественные задачи по физике. М. Просвещение, 1972г.
3. А.В. Аганов, Р.К. Сафиуллин, А.И. Скворцов, Д.А. Таюрский, Физика вокруг нас: Качественные задачи по физике. М. Дом педагогики, 1998.
4. В.Н. Ланге, Экспериментальные физические задачи на смекалку. М. Наука, 1974г.
5. О.Ф. Кабардин, В.А. Орлов, Экспериментальные задания по физике. 9 – 11 кл. М. Вербум – М, 2001.
6. В.И. Лукашик, Физическая олимпиада. М. Просвещение, 1976г.
7. И.Ш. Слободецкий, Л.Г. Асламазов, Задачи по физике. М. Наука, 1980г.
8. А.И. Буздин, А.Р. Зильберман, С.С. Кротов, Раз задача, два задача. М. Наука, 1990г.
9. Л.П. Баканина, В.Е. Белонучкин, С.М. Козел, Сборник задач по физике. М. Просвещение, 2001 и др г.
10. Н.И. Гольдфарб, Сборник вопросов и задач по физике. М. Высшая школа, 1986г.
11. 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 и методические материалы.

Рабочая программа обсуждена и принята решением 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.

**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 8-9 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.

## СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### 8 класс

#### 1. Тепловые явления (11ч)

Тепловое движение. Тепловое расширение твердых тел и жидкостей. Термометры. Особенности теплового расширения воды.

Внутренняя энергия. Два способа изменения внутренней энергии: работа и теплопередача. Виды теплопередачи.

Количество теплоты. Удельная теплоемкость вещества. Удельная теплота сгорания топлива. Плавление и отвердевание тел. Температура плавления. Удельная теплота плавления и кристаллизации.

Испарение и конденсация. Кипение. Температура кипения. Удельная теплота парообразования и конденсации.

Объяснение изменений агрегатных состояний вещества на основе молекулярно-кинетических представлений.

#### 2. Электрические явления (17ч)

Электризация тел. Два вида зарядов. Взаимодействие заряженных тел. Электрическое поле. Дискретность электрического заряда. Электрон.

Электрический ток. Гальванические элементы. Аккумуляторы. Электрическая цепь. Электрический ток в металлах. Сила тока. Амперметр. Электрическое напряжение. Вольтметр. Электрическое сопротивление.

Закон Ома для участка электрической цепи. Удельное сопротивление. Реостаты. Виды соединений проводников. Законы параллельного и последовательного соединения проводников.

Работа и мощность тока. Количество теплоты, выделяемое в проводнике с током. Лампа накаливания. Электронагревательные приборы. Расчет электроэнергии, потребляемой бытовыми электроприборами.

#### 3. Световые явления (6ч)

Источники света. Прямолинейное распространение света. Объяснение солнечного и лунного затмений. Скорость света.

Отражение света. Законы отражения. Плоское зеркало. Перископ. Преломление света. Законы преломления света. Линзы. Фокусное расстояние. Построение изображений, даваемых тонкой линзой. Оптическая сила линзы. Формула линзы. Глаз. Очки. Фотоаппарат. Проекционный аппарат. Бинокль.

### 9 класс

#### 1. Кинематика (11ч)

Механическое движение. Относительность движения. Система отсчета. Материальная точка. Траектория. Путь и перемещение. Мгновенная скорость. Методы измерения скорости тел. Скорости, встречающиеся в природе и технике. Ускорение.

Равномерное и равноускоренное прямолинейные движения. Ускорение свободного падения.

Графики зависимости кинематических величин от времени в равномерном и равноускоренном движениях.

Движение по окружности с постоянной по модулю скоростью. Центростремительное ускорение. Период и частота. Угловая скорость.

#### 2. Динамика (15ч)

Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Масса. Сила. Второй закон Ньютона. Сложение сил. Третий закон Ньютона. Прямая и обратная задачи механики. Гравитационная сила. Закон всемирного тяготения. Сила тяжести, центр тяжести.

Движение под действием силы тяжести с начальной скоростью.

Силы упругости. Закон Гука. Вес тела, движущегося с ускорением по вертикали. Невесомость. Силы трения. Численные методы решения задач механики.

Принцип относительности Галилея.

Динамика вращательного движения. Движение в неинерциальной системе отсчета.

#### 3. Элементы статики (3ч)

Равновесие тел. Момент силы. Условия равновесия твердого тела.

Устойчивость тел. Виды равновесия.

#### 4. Законы сохранения в механике (5ч)

Импульс тела. Закон сохранения импульса. Реактивное движение. Устройство ракеты.

Механическая работа. Потенциальная и кинетическая энергия. Закон сохранения энергии в механических процессах. Упругие и неупругие столкновения.

### **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 отношение 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 отношение 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).

## **Метапредметные универсальные учебные действия**

### 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**

### **8 класс**

В результате освоения курса ученик должен:

знать/понимать

- смысл понятий: электрическое поле, магнитное поле;
- смысл физических величин: внутренняя энергия, температура, количество теплоты, удельная теплоемкость, влажность воздуха, электрический заряд, сила электрического тока, электрическое напряжение, электрическое сопротивление, работа и мощность электрического тока, фокусное расстояние линзы;
- смысл физических законов: сохранения энергии в тепловых процессах, Ома для участка цепи, Джоуля-Ленца, прямолинейного распространения света, отражения света;

уметь:

- описывать и объяснять физические явления: теплопроводность, конвекцию, излучение, испарение, конденсацию, кипение, плавление, кристаллизацию, электризацию тел, взаимодействие электрических зарядов, взаимодействие магнитов, действие магнитного поля на проводник с током, тепловое действие тока, отражение, преломление света;
- использовать физические приборы и измерительные инструменты для измерения физических величин: температуры, влажности воздуха, силы тока, напряжения, электрического сопротивления, работы и мощности электрического тока;
- представлять результаты измерений с помощью таблиц, графиков и выявлять на этой основе эмпирические зависимости: температуры остывающего тела от времени, силы тока от напряжения на участке цепи, угла отражения от угла падения света, угла преломления от угла падения света;
- выражать результаты измерений и расчетов в единицах Международной системы;
- приводить примеры практического использования физических знаний о тепловых, электромагнитных явлениях;
- решать задачи на применение изученных физических законов;
- осуществлять самостоятельный поиск информации естественнонаучного содержания с использованием различных источников (учебных текстов, справочных и научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, ресурсов Интернета), ее обработку и представление в разных формах (словесно, с помощью графиков, математических символов, рисунков и структурных схем);
- использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни для рационального использования, обеспечения безопасности в процессе использования электрических приборов, водопровода, сантехники и газовых приборов.

## 9 класс

В результате освоения курса ученик должен

знать и понимать:

- смысл физических величин: скорость, ускорение, масса, сила, работа, потенциальная и кинетическая энергия, импульс тела;
- что такое механическое движение, материальная точка, система отсчета, поступательное движение, перемещение;
- формулы: координаты тела, скорости, ускорения, перемещения при прямолинейном равноускоренном движении; скорости, перемещения и координаты при прямолинейном равномерном движении, центростремительного ускорения, скорости и перемещения при свободном падении;
- понятие силы упругости, формулировку, смысл и математическую запись закона Гука; гравитация, гравитационное поле; сила тяжести, вес тела, формулу закона всемирного тяготения, формулу силы трения, ее физический смысл; законы Ньютона.
- центростремительное ускорение и сила, частота и период обращения, угловая скорость и перемещение.
- понятие импульса, формулировку и математическую запись закона сохранения импульса; понимать физический смысл механической работы, КПД; формулы для определения работы, мощности, КПД; понятия кинетической, потенциальной, механической энергий; закон сохранения энергии.

уметь:

- определять является ли тело материальной точкой, приводить примеры механического движения, поступательного движения; рассчитывать характеристики прямолинейного равноускоренного, равномерного движений; читать графики зависимости скорости или перемещения от времени

- применять закон Гука при решении задач; рассчитывать ускорение свободного падения на Земле и других небесных объектах, вычислять отношение масс небесных тел; решать задачи на определение силы тяжести и веса тела; определять силу трения различных движущихся объектов; применять теорию силы трения при решении практических задач.
- применять законы динамики при решении задач.
- решать задачи на определение работы при подъеме тел, различных видах движения; различать полезную и затраченную работы для вычисления КПД; решать задачи на применение закона сохранения энергии.
- отличать гипотезы от научных теорий; делать выводы на основе экспериментальных данных; приводить примеры, показывающие, что физическая теория дает возможность объяснить известные явления природы и научные факты, предсказывать еще неизвестные явления;
- приводить примеры практического использования физических знаний: законов электродинамики в энергетике, различных видов электромагнитных излучений для развития радио- и телекоммуникации, квантовой физики в создании ядерной энергетики, лазеров;
- воспринимать и на основе полученных знаний самостоятельно оценивать информацию, содержащуюся в сообщениях СМИ, Интернете, научно-популярных статьях;
- 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 использования и защиты окружающей среды.

## ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

### 8 класс

№	Темы	Кол-во часов	Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
1	Процессы нагревания, охлаждения	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
2	Процессы нагревания, охлаждения	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
3	Процессы теплопередачи. Решение задач на теплопроводность	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
4	Процессы теплопередачи. Решение задач на теплопроводность	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
5	Плавление, кристаллизация	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
6	Испарение, кипение, конденсация	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
7	Горение и другие химические реакции	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
8	Уравнение теплового баланса	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
9	Уравнение теплового баланса	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
10	Уравнение теплового баланса	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
11	Уравнение теплового баланса	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
12	Закон Ома для однородного участка цепи	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
13	Закон Ома для однородного участка цепи	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
14	Расчет сопротивления, напряжение и силы тока для смешанных цепей	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
15	Расчет сопротивления, напряжение и силы тока для смешанных цепей	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
16	Расчет сопротивления, напряжение и силы тока для смешанных цепей	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
17	Расчет сопротивления, напряжение и силы тока для смешанных цепей	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
18	Расчет сопротивления цепей с использованием особенностей распределения потенциала	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
19	Расчет сопротивления цепей с использованием особенностей распределения потенциала	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
20	Бесконечные цепочки	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
21	Бесконечные цепочки	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
22	Расчет сопротивления цепей с использованием правил Кирхгофа	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>

23	Расчет сопротивления цепей с использованием правил Кирхгофа	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
24	Цепи с неидеальными приборами	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
25	Работа и мощность электрического тока. КПД	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
26	Работа и мощность электрического тока. КПД	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
27	Закон Джоуля-Ленца	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
28	Закон Джоуля-Ленца	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
29	Нелинейные элементы	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
30	Законы геометрической оптики	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
31	Плоское зеркало	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
32	Система линз	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
33	Система линз	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
34	Линзы в параксиальном приближении	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>

## ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

### 9 класс

№	Темы	Кол-во часов	Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
1	Графики координат, скоростей, ускорений	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
2	Относительное движение: сложение перемещений	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
3	Относительное движение: сложение скоростей	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
4	Относительное движение: сложение ускорений	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
5	Вертикальное движение в поле тяжести	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
6	Движение в поле тяжести под углом к горизонту	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
7	Движение в поле тяжести под углом к горизонту	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
8	Произвольное движение в поле тяжести	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
9	Произвольное движение в поле тяжести	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
10	Вращательное движение: угловая и линейная скорости	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
11	Ускорение при вращательном движении	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>

12	Векторная и координатная формы второго закона Ньютона	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
13	Сложение сил, равнодействующая	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
14	Упругие силы. Закон Гука	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
15	Равновесие тел под действием упругих сил	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
16	Трение покоя и скольжения	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
17	Движение с учётом сил трения	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
18	Системы связанных тел, взаимодействие. Третий закон Ньютона	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
19	Системы связанных тел, взаимодействие.	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
20	Тела на наклонной плоскости; разные направления сил	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
21	Тела на наклонной плоскости; разные направления сил	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
22	Замкнутые и незамкнутые системы. Сохранение энергии	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
23	Упругие столкновения. Передача импульса	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
24	Сохранение полного импульса при столкновениях	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
25	Неупругие столкновения. Потеря энергии	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
26	Неупругие столкновения. Потеря энергии	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
27	Расчёт координат центра масс	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
28	Теорема о движении центра масс	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
29	Динамика относительного движения	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
30	Движение в неинерциальной системе отсчёта	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
31	Динамика вращательного движения	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
32	Блоки, клинья, рычаги и наклонные плоскости. Работа простых механизмов	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
33	Равновесие рычага, момент сил	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>
34	Равновесие рычага, момент сил	1	<a href="http://ido.tsu.ru/schools/physmat">http://ido.tsu.ru/schools/physmat</a>

Для реализации программы используются следующие учебно-методические материалы для учащихся:

1. Физика. Пёрышкин А.В., Иванов А.И. Учебник для 7 класса. АО «Издательство «Просвещение».
2. Физика. Пёрышкин А.В., Иванов А.И. Учебник для 8 класса. АО «Издательство «Просвещение».
3. Физика. Пёрышкин А.В., Гутник Е.М., Иванов А.И., Петрова М.А. Учебник для 9 класса. АО «Издательство «Просвещение».

4. Физика. Грачёв А.В., Погожев В.А., Селиверстов А.В. Учебник для 7 класса. АО «Издательство «Просвещения».
5. Физика. Грачёв А.В., Погожев В.А., Вишнякова Е.А. Учебник для 8 класса. АО «Издательство «Просвещения».
6. Физика. Грачёв А.В., Погожев В.А., Боков П.Ю. Учебник для 9 класса. АО «Издательство «Просвещения».
7. Самостоятельные и контрольные работы. Физика 7 класс. Кирик Л.А. Издательство «Илекса», 2022
8. Самостоятельные и контрольные работы. Физика 8 класс. Кирик Л.А. Издательство «Илекса», 2022
9. Самостоятельные и контрольные работы. Физика 9 класс. Кирик Л.А. Издательство «Илекса», 2022

учебно-методические материалы для учителя:

10. Задачи по физике для основной школы с примерами решений. 7-9 класс. Л.А. Кирик, Л.Э. Генденштейн, И.М. Гельфгат. Издательство «Илекса», 2020
11. О.Ф. Кабардин, В.А. Орлов, А.Р. Зильберман, Физика. Задачник. 9 – 11 кл. М. Дрофа, 2001.
12. М.Е. Тульчинский, Качественные задачи по физике. М. Просвещение, 1972г.
13. А.В. Аганов, Р.К. Сафиуллин, А.И. Скворцов, Д.А. Таюрский, Физика вокруг нас: Качественные задачи по физике. М. Дом педагогики, 1998.
14. В.Н. Ланге, Экспериментальные физические задачи на смекалку. М. Наука, 1974г.
15. О.Ф. Кабардин, В.А. Орлов, Экспериментальные задания по физике. 9 – 11 кл. М. Вербум – М, 2001.
16. И.Ш. Слободецкий, Л.Г. Асламазов, Задачи по физике. М. Наука, 1980г.
17. А.И. Буздин, А.Р. Зильберман, С.С. Кротов, Раз задача, два задача. М. Наука, 1990г.
18. Л.П. Баканина, В.Е. Белонучкин, С.М. Козел, Сборник задач по физике. М. Просвещение, 2001 и др г.
19. Н.И. Гольдфарб, Сборник вопросов и задач по физике. М. Высшая школа, 1986г.
20. А.П. Усольцев, Задачи по физике на основе литературных сюжетов. Екатеринбург. У – Фактория, 2003.

Для реализации программы используются следующие учебно-методические материалы:

1. О.Ф. Кабардин, В.А. Орлов, А.Р. Зильберман, Физика. Задачник. 9 – 11 кл. М. Дрофа, 2001.
2. М.Е. Тульчинский, Качественные задачи по физике. М. Просвещение, 1972г.
3. А.В. Аганов, Р.К. Сафиуллин, А.И. Скворцов, Д.А. Таюрский, Физика вокруг нас: Качественные задачи по физике. М. Дом педагогики, 1998.
4. В.Н. Ланге, Экспериментальные физические задачи на смекалку. М. Наука, 1974г.
5. О.Ф. Кабардин, В.А. Орлов, Экспериментальные задания по физике. 9 – 11 кл. М. Вербум – М, 2001.
6. В.И. Лукашик, Физическая олимпиада. М. Просвещение, 1976г.
7. И.Ш. Слободецкий, Л.Г. Асламазов, Задачи по физике. М. Наука, 1980г.
8. А.И. Буздин, А.Р. Зильберман, С.С. Кротов, Раз задача, два задача. М. Наука, 1990г.
9. Л.П. Баканина, В.Е. Белонучкин, С.М. Козел, Сборник задач по физике. М. Просвещение, 2001 и др г.
10. Н.И. Гольдфарб, Сборник вопросов и задач по физике. М. Высшая школа, 1986г.
11. А.П. Усольцев, Задачи по физике на основе литературных сюжетов. Екатеринбург. У – Фактория, 2003.

Перечень электронных образовательных ресурсов по физике

<http://school-collection.edu.ru/collection> Естественно-научные эксперименты — Физика:  
 Коллекция Российского общеобразовательного портала  
<http://experiment.edu.ru> Открытый колледж: Физика  
<http://www.physics.ru> Элементы: популярный сайт о фундаментальной науке  
<http://www.elementy.ru> Введение в нанотехнологии  
<http://nano-edu.ulsu.ru> Виртуальный методический кабинет учителя физики и астрономии: сайт  
 Н.Н. Гомулиной

<http://www.gomulina.orc.ru> Виртуальный физмат-класс: общегородской сайт саратовских учителей

<http://www.fizmatklass.ru> Виртуальный фонд естественно-научных и научно-технических эффектов «Эффективная физика»

<http://www.effects.ru> Газета «Физика» Издательского дома «Первое сентября»

<http://fiz.1september.ru> Естественно-научная школа Томского политехнического университета

<http://ens.tpu.ru> Занимательная физика в вопросах и ответах: сайт В. Елькина

<http://elkin52.narod.ru> Заочная естественно-научная школа (Красноярск): учебные материалы по физике для школьников

<http://www.zensh.ru> Заочная физико-математическая школа Томского государственного университета

<http://ido.tsu.ru/schools/physmat> Заочная физико-техническая школа при МФТИ

<http://www.school.mipt.ru> Информатика и физика: сайт учителя физики и информатики З.З.

Шакурова

<http://teach-shzz.narod.ru>

Информационные технологии в преподавании физики: сайт И.Я. Филипповой

<http://ifilip.narod.ru> Информационные технологии на уроках физики. Интерактивная анимация

<http://somit.ru> Интернет-место физика

<http://ivsu.ivanovo.ac.ru/phys> Кафедра физики Московского института открытого образования

<http://fizkaf.narod.ru> Квант: научно-популярный физико-математический журнал

<http://kvant.mccme.ru> Классная физика: сайт учителя физики Е.А. Балдиной

<http://class-fizika.narod.ru> Концепции современного естествознания: электронный учебник

<http://nrc.edu.ru/est> Лаборатория обучения физики и астрономии ИСМО РАО

<http://physics.ioso.ru> Лауреаты нобелевской премии по физике

<http://n-t.ru/nl/fz> Материалы кафедры общей физики МГУ им. М.В. Ломоносова: Перечень электронных образовательных ресурсов по физике

<http://school-collection.edu.ru/collection> Естественно-научные эксперименты — Физика: Коллекция Российского общеобразовательного портала

<http://experiment.edu.ru> Открытый колледж: Физика

<http://www.physics.ru> Элементы: популярный сайт о фундаментальной науке

<http://www.elementy.ru> Введение в нанотехнологии

<http://nano-edu.ulsu.ru> Виртуальный методический кабинет учителя физики и астрономии: сайт

Н.Н. Гомулиной

<http://www.gomulina.orc.ru> Виртуальный физмат-класс: общегородской сайт саратовских учителей

<http://www.fizmatklass.ru> Виртуальный фонд естественно-научных и научно-технических эффектов «Эффективная физика»

<http://www.effects.ru> Газета «Физика» Издательского дома «Первое сентября»

<http://fiz.1september.ru> Естественно-научная школа Томского политехнического университета

<http://ens.tpu.ru> Занимательная физика в вопросах и ответах: сайт В. Елькина

<http://elkin52.narod.ru> Заочная естественно-научная школа (Красноярск): учебные материалы по физике для школьников

<http://www.zensh.ru> Заочная физико-математическая школа Томского государственного университета

<http://ido.tsu.ru/schools/physmat> Заочная физико-техническая школа при МФТИ

<http://www.school.mipt.ru> Информатика и физика: сайт учителя физики и информатики З.З.

Шакурова

<http://teach-shzz.narod.ru> Информационные технологии в преподавании физики: сайт И.Я. Филипповой

<http://ifilip.narod.ru> Информационные технологии на уроках физики. Интерактивная анимация

<http://somit.ru> Интернет-место физика

<http://ivsu.ivanovo.ac.ru/phys> Кафедра физики Московского института открытого образования

<http://fizkaf.narod.ru> Квант: научно-популярный физико-математический журнал

<http://kvant.mccme.ru> Классная физика: сайт учителя физики Е.А. Балдиной

<http://class-fizika.narod.ru> Концепции современного естествознания: электронный учебник

<http://nrc.edu.ru/est> Лаборатория обучения физики и астрономии ИСМО РАО

<http://physics.ioso.ru> Лауреаты нобелевской премии по физике  
<http://n-t.ru/nl/fz> Материалы кафедры общей физики МГУ им. М.В. Ломоносова: учебные пособия, физический практикум, видео- и компьютерные демонстрации  
<http://genphys.phys.msu.ru> Материалы физического факультета Санкт-Петербургского государственного университета  
<http://www.phys.spbu.ru/> library Мир физики: демонстрации физических экспериментов  
<http://demo.home.nov.ru> Образовательные материалы по физике ФТИ им. А.Ф. Иоффе  
<http://edu.ioffe.ru/edu> Обучающие трехуровневые тесты по физике: сайт В.И. Регельмана  
<http://www.physics-regelman.com> Онлайн-преобразователь единиц измерения  
<http://www.decoder.ru> Портал естественных наук: Физика  
<http://www.e-science.ru/>physics Проект AFPortal.ru: астрофизический портал  
<http://www.afportal.ru> Проект «Вся физика»  
<http://www.fizika.asvu.ru> Решения задач из учебников по физике  
<http://www.irodov.nm.ru> Сайт практикующего физика: преподаватель физики И.И. Варламова  
<http://metod-f.narod.ru> Самотестирование школьников 7-11 классов и абитуриентов по физике  
<http://barsic.spbu.ru/www/tests> Термодинамика: электронный учебник по физике  
<http://fn.bmstu.ru/phys/bib/I-NET> Уроки по молекулярной физике  
<http://marklv.narod.ru/mkt> Физикам — преподавателям и студентам  
<http://teachmen.csu.ru> Физика в анимациях  
<http://physics.nad.ru> Физика в презентациях  
<http://presfiz.narod.ru> Физика в школе: сайт М.Б. Львовского  
<http://gannalv.narod.ru/fiz> Физика вокруг нас  
<http://physics03.narod.ru> Физика для всех: Задачи по физике с решениями  
<http://fizzzika.narod.ru> Физика для учителей: сайт В.Н. Егоровой  
<http://fizika.home.nov.ru> Физика студентам и школьникам: образовательный проект А.Н.

Варгина

<http://www.vargin.mephi.ru> Физика.ру : Сайт для учащихся и преподавателей физики  
<http://www.fizika.ru> Физикомп: в помощь начинающему физику  
<http://physicomp.lipetsk.ru> Хабаровская краевая физико-математическая школа  
<http://www.khspu.ru/~khpms> Школьная физика для учителей и учеников: сайт А.Л. Саковича  
<http://www.alsak.ru> Ядерная физика в Интернете  
<http://nuclphys.sinp.msu.ru> Олимпиады по физике Всероссийская олимпиада школьников по физике  
<http://phys.rusolymp.ru> Дистанционная олимпиада по физике - телекоммуникационный образовательный проект  
<http://www.edu.yar.ru/russian/projects/predmets/physics> Дистанционные эвристические олимпиады по физике  
<http://www.eidos.ru/olymp/physics> Московская региональная олимпиада школьников по физике учебные пособия, физический практикум, видео- и компьютерные демонстрации  
<http://genphys.phys.msu.ru> Материалы физического факультета Санкт-Петербургского государственного университета  
<http://www.phys.spbu.ru/library> Мир физики: демонстрации физических экспериментов  
<http://demo.home.nov.ru> Образовательные материалы по физике ФТИ им. А.Ф. Иоффе  
<http://edu.ioffe.ru/edu> Обучающие трехуровневые тесты по физике: сайт В.И. Регельмана  
<http://www.physics-regelman.com> Онлайн-преобразователь единиц измерения  
<http://www.decoder.ru> Портал естественных наук: Физика  
<http://www.e-science.ru/physics> Проект AFPortal.ru: астрофизический портал  
<http://www.afportal.ru> Проект «Вся физика»  
<http://www.fizika.asvu.ru> Решения задач из учебников по физике  
<http://www.irodov.nm.ru> Сайт практикующего физика: преподаватель физики И.И. Варламова  
<http://metod-f.narod.ru> Самотестирование школьников 7-11 классов и абитуриентов по физике  
<http://barsic.spbu.ru/www/tests> Термодинамика: электронный учебник по физике  
<http://fn.bmstu.ru/phys/bib/I-NET> Уроки по молекулярной физике  
<http://marklv.narod.ru/mkt> Физикам — преподавателям и студентам  
<http://teachmen.csu.ru> Физика в анимациях  
<http://physics.nad.ru> Физика в презентациях

<http://presfiz.narod.ru> Физика в школе: сайт М.Б. Львовского

<http://gannalv.narod.ru/fiz> Физика вокруг нас

<http://physics03.narod.ru> Физика для всех: Задачи по физике с решениями

<http://fizzzika.narod.ru> Физика для учителей: сайт В.Н. Егоровой

<http://fisika.home.nov.ru> Физика студентам и школьникам: образовательный проект А.Н. Варгина

<http://www.vargin.mephi.ru> Физика.ру. Сайт для учащихся и преподавателей физики

<http://www.fizika.ru> Физикомп: в помощь начинающему физику

<http://physicomp.lipetsk.ru> Хабаровская краевая физико-математическая школа

<http://www.khspu.ru/~khpms> Школьная физика для учителей и учеников: сайт А.Л. Саковича

<http://www.alsak.ru> Ядерная физика в Интернете

<http://nuclphys.sinp.msu.ru> Олимпиады по физике Всероссийская олимпиада школьников по физике

<http://phys.rusolymp.ru> Дистанционная олимпиада по физике - телекоммуникационный образовательный проект

<http://www.edu.yar.ru/russian/projects/predmets/physics> Дистанционные эвристические олимпиады по физике

## Приложение 1

### Оценочные материалы

#### 8 класс

1. В результате растяжения проводящего цилиндрического стержня его электрическое сопротивление увеличилось в  $n = 9$  раз. Во сколько раз при этом увеличилась его длина?

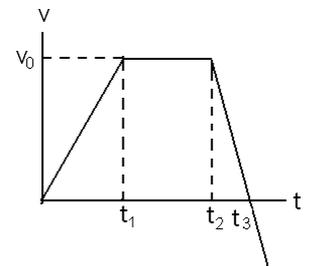
2. Чайник имеет два нагревательных элемента, каждый из которых потребляет при напряжении  $U = 220$  В мощность  $P = 400$  Вт. При последовательном и параллельном соединении этих элементов чайник закипает за одно и то же время. Чему равно сопротивление  $R_{\text{пр}}$  подводящих проводов?

3. При скорости горизонтального ветра  $u_1 = 10$  м/с капли дождя падают под углом  $\alpha_1 = 30^\circ$  к вертикали. При какой скорости ветра  $u_2$  капли будут падать под углом  $\alpha_2 = 60^\circ$ ?

4. Звук выстрела и пуля одновременно достигают высоты  $H = 680$  м. Какова начальная скорость пули, если выстрел произведен вертикально вверх? Скорость звука  $u = 340$  м/с.

5. Кусок свинца массой  $m = 1$  кг расплавился наполовину при сообщении ему количества теплоты 54510 Дж. Какова была начальная температура свинца? Удельная теплоемкость свинца  $c_{\text{pb}} = 0,13$  кДж/кг $\cdot$ °С, удельная теплота плавления свинца  $\lambda = 24$  кДж/кг, температура плавления -  $327^\circ\text{C}$ .

6. По заданному графику скорости  $v(t)$  описать движение материальной точки. Построить графики ускорения  $a(t)$ , координаты  $x(t)$ , пути  $s(t)$ .



7. Два груза массой  $m_1 = 3$  кг и  $m_2 = 5$  кг связаны шнуром и лежат на гладком столе (трением пренебречь). Шнур разрывается при натяжении  $T = 24$  Н. Какую максимальную силу  $F$  можно приложить а) к грузу  $m_1$ , б) к грузу  $m_2$  если их перемещать по столу.

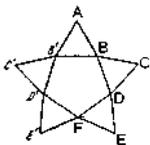
8. До какой температуры надо нагреть алюминиевый куб, чтобы он, будучи положен на лед, полностью в него погрузился? Температура льда  $0^\circ\text{C}$ , удельная теплоемкость алюминия  $920$  Дж/кг $\cdot$ °С, плотность льда  $0,92$  г/см $^3$ , плотность алюминия  $2,7$  г/см $^3$ , удельная теплота плавления льда  $3,4 \cdot 10^5$  Дж/кг.

9. Четыре одинаковых сопротивления по  $10$  ом каждый соединяют различными способами. Сколько возможных способов соединения? Начертить их схемы. Определить сопротивления во всех случаях.

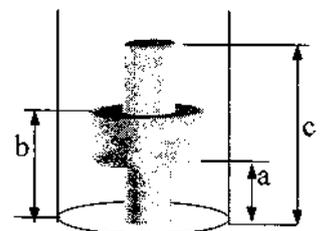
10. У берега стоит корабль со спущенной за борт лестницей, нижняя ступенька которой касается воды. Длина лестницы  $3,5$  м, расстояние между перекладинами  $30$  см. Уровень воды из-за прилива поднимается на  $15$  см/час. Через какое время вода зальет лестницу.

11. Сверхзвуковой самолет летит горизонтально. Два микрофона, покоящиеся на расстоянии  $L$  друг от друга на одной вертикали, зафиксировали приход звука от самолета с интервалом  $\tau$ . Скорость звука в воздухе  $c$ . Какова скорость самолета.

12. Пять одинаковых никелевых прутьев длины  $l$  соединены между собой в виде звезды. Точками соединения каждый прут делится на три равные части ( $AB = BD = DE$  и т.д.) Определить сопротивление этой фигуры между точками  $A$  и  $F$ . Площадь поперечного сечения прута равна  $S$ , удельное сопротивление никеля  $\rho$ .



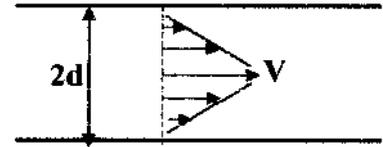
13. Ко дну сосуда приклеено тело. В сосуд начали наливать воду. Нарисовать график зависимости веса тела от уровня воды. (Радиусы цилиндрических частей  $r_1, r_2, r_3$ )



14. Космонавт в скафандре входит в отсек орбитальной станции, держа в руках сосуд с водой, масса которой равна  $m$ . Давление воздуха внутри отсека

станции равно  $0,01 \text{ Па}$ , а температура равна  $0^\circ\text{C}$ . Какова будет масса образовавшегося льда? Удельная теплота парообразования воды при  $0^\circ\text{C}$  равна  $L$ , а удельная теплота плавления льда равна  $\lambda$ .

15. Скорость течения реки, имевшей ширину  $2d$ , меняется по линейному закону по мере удаления от берегов – от нулевого значения непосредственно у берега, до максимального значения  $V$  на середине реки. На какое расстояние будет снесена лодка при переправе через реку, если гребец все время удерживает ее перпендикулярно течению и сообщает ей скорость  $v$  относительно воды?



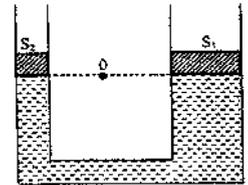
16. Для изготовления нагревателя имеется кусок нихромовой проволоки, сопротивление которого равно  $1000 \text{ Ом}$ . Нагреватель рассчитан на напряжение  $220 \text{ В}$ . Какой наибольшей мощности нагреватель можно сделать из этой проволоки, если максимально допустимый ток через проволоку равен  $1 \text{ А}$ ?

17. Из шланга сечением  $S$ , под углом  $\alpha$  к горизонту бьет струя воды со скоростью  $v_0$ . Какое количество воды одновременно находится в воздухе?

18. В стакане с водой плавает деревянная шайба с цилиндрическим сквозным отверстием. Ось шайбы и отверстия параллельны. Площадь дна стакана  $S$ , площадь сечения отверстия  $S_1$ . Отверстие осторожно заполняют доверху маслом. На какую высоту поднимется шайба, если в начале ее выступающая из воды часть имела высоту  $h$ ?

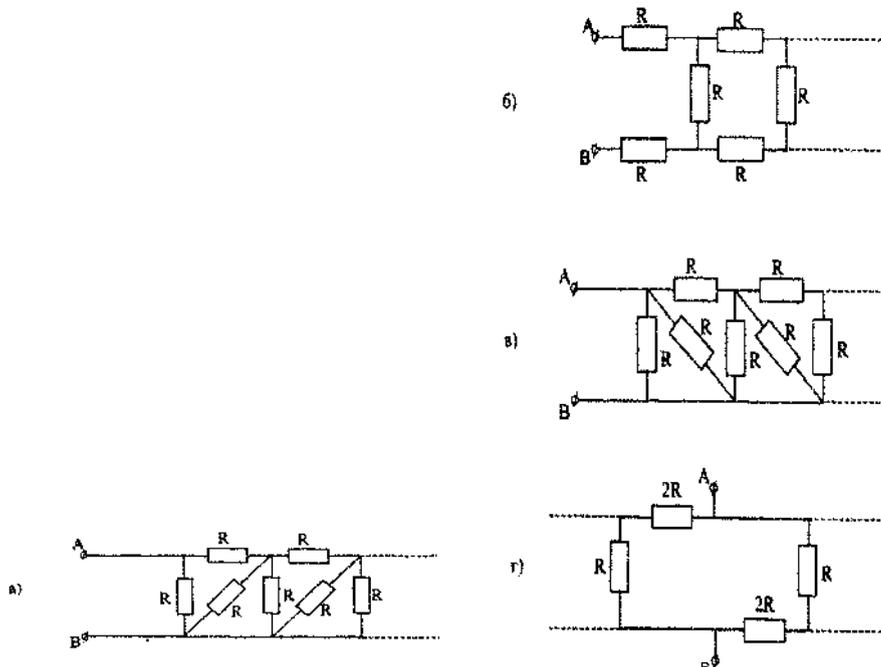
19. В последнюю секунду своего падения с нулевой начальной скоростью тело прошло путь вдвое больший, чем в предыдущую секунду. С какой высоты упало тело?

20. Гидравлический пресс, заполненный водой, имеет легкие поршни сечением  $S_1$  и  $S_2$ . На поршень  $S_1$  положили груз массой  $m$ . На какую величину поднимается после этого второй поршень, если  $S_1 = 1 \text{ м}^2$ ,  $S_2 = 0,6 \text{ м}^2$ ,  $m = 800 \text{ кг}$ ,  $\rho_{\text{воды}} = 10^3 \text{ кг/м}^3$ .

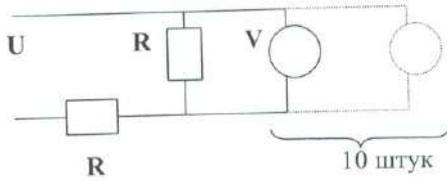


21. В колбе находилась вода при  $t = 0^\circ\text{C}$ . Откачиванием пара всю воду в колбе заморозили. Какая часть воды испарилась?  $r = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$ ,  $\lambda = 3,4 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$ .

22. Определите сопротивление  $R_{AB}$  бесконечных цепей (см. рисунок), состоящих из периодически повторяющихся элементов. Считать сопротивление  $R$  известным.

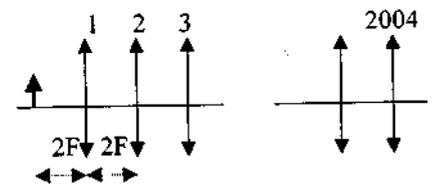


1. Молодые люди решили на Новый год угостить своих друзей коктейлем со льдом и 31 декабря в 23-00 поставили ванночку с водой в морозильник. Через  $t_1 = 15$  минут нетерпеливые молодые люди заглянули в морозильник и обнаружили, что за это время температура воды понизилась с  $16^\circ\text{C}$  до  $4^\circ\text{C}$ . Успеет ли замерзнуть вода до наступления Нового года? Когда будет готов лед? Удельная теплоемкость воды  $4200 \text{ Дж/кг}\cdot^\circ\text{C}$ . Удельная теплота плавления льда  $333000 \text{ Дж/кг}$ .



2. В схеме, приведенной на рисунке, значение напряжения источника питания составляет  $U = 100 \text{ В}$ , сопротивления резисторов  $R = 10 \text{ Ом}$ . Подключенный к одному из сопротивлений вольтметр показывает напряжение  $U_1 = 49,75 \text{ В}$ . Что покажет последний вольтметр, если их подключить 10 штук? Все вольтметры одинаковые.

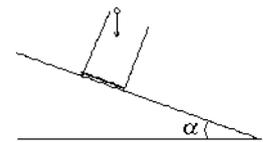
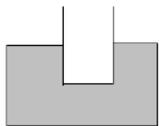
3. Перед системой из 2004 одинаковых собирающих линз с фокусным расстоянием  $F$  на расстоянии  $2F$  находится предмет (см. рис.). Где будет его изображение, и какое оно будет (прямое или перевернутое)? Как изменится его положение, если расстояние от первой линзы до предмета будет равно  $F$ ? Расстояние между соседними линзами одинаково и равно  $2F$ .



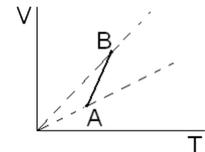
4. Юный физик едет на работу на автобусе, который всегда ходит точно по расписанию. Дом стоит на обочине дороги между остановками А и В на расстоянии  $l$  от остановки А. Автобус едет в направлении от А к В с постоянной скоростью  $v$ . Найдите, за какой минимальный промежуток времени до прибытия на остановку В должен юный физик выходить из дома, чтобы успеть на него, если юный физик ходит со скоростью  $u$ , а время, в течение которого автобус стоит на остановке, пренебрежимо мало по сравнению с нахождением юного физика в пути. Расстояние между остановками равно  $L$ . Физик может садиться в автобус и на остановке А и на остановке В.

## 9 класс

1. Шарик без начальной скорости роняют в стакан, стоящий на гладкой наклонной плоскости под углом  $\alpha$  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?



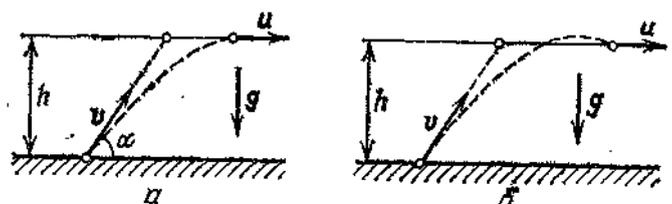
2. На поверхности жидкости плотностью  $\rho$  плавает цилиндрический тонкостенный стакан, наполовину погруженный в жидкость. На сколько погрузится стакан в жидкость, если его поставить на поверхность жидкости вверх дном. Высота стакана  $h$ , давление воздуха  $P_0$ .



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  $10 \text{ дм}^2$  находится воздух. Поршень расположен на высоте  $50 \text{ см}$  от дна цилиндра. На поршень кладут груз массой  $50 \text{ кг}$ , при этом он опускается на  $10 \text{ см}$ . Найти температуру воздуха после опускания поршня, если до опускания давление было  $101 \text{ кПа}$ , а температура  $12^\circ\text{C}$ .

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  $\alpha$  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  $60^\circ$ . 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  $\Delta P$ . 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  $t_1 = 10$  мин вода закипела. Через какое время она полностью испарится? Удельная теплоемкость воды  $C = 4200$  Дж/кг $\cdot^\circ\text{C}$ , удельная теплота парообразования  $r = 2,27 \cdot 10^6$  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?

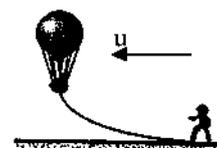
1. В котле паровой машины температура равна  $160^\circ\text{C}$ , а температура холодильника  $10^\circ\text{C}$ . Какую максимальную работу можно теоретически получить от машины, если в топке, КПД которой  $60\%$ , сожжено  $200$  кг угля с теплотой сгорания  $2,9 \cdot 10^7$  Дж/кг?

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  $m$ .

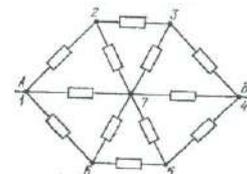
3. Бревно диаметром  $60$  см и длиной  $2$  м медленно ставят вертикально. Плотность древесины  $0,8 \cdot 10^3$  кг/м $^3$ . Какая работа при этом была совершена внешними силами.

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

1. Масса воздушного шара вместе с канатом, волочащимся по земле, равна  $M$ , выталкивающая сила  $F$ , коэффициент трения каната о землю  $\mu$ . 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  $\rho$ .

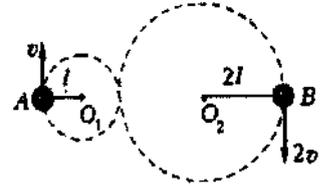


3. Жесткий сосуд массой  $M$ , заполненный газом массы  $m$ , стоит на гладкой горизонтальной поверхности. Ему мгновенно придают скорость  $V$  в горизонтальном направлении и в дальнейшем сосуд скользит без трения. Найти установившуюся скорость сосуда. На сколько нагреется газ, если удельная теплоемкость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

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

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  $k$ .

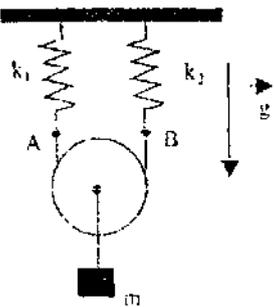
2. В вертикальном цилиндрическом сосуде, площадь сечения которого равна  $S$ , под поршнем массы  $m$  находится газ, разделенный перегородкой на два одинаковых объема. Давление газа в нижней части сосуда равно  $p$ , внешнее давление равно  $p_0$ , температура газа в обеих частях сосуда равна  $T$ . 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 к 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  $27^\circ\text{C}$ . 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.

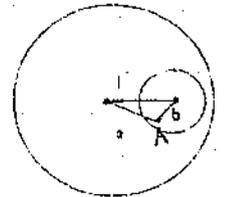
5. Спортсмен с высоты  $h = 12$  м падает на упругую сетку. Пренебрегая массой сетки, определите, во сколько раз наибольшая сила давления спортсмена на сетку больше его силы тяжести, если прогиб сетки под действием только силы тяжести спортсмена  $x_0 = 15$  см?



1. К оси неподвижного легкого блока, подвешенного на невесомой нерастяжимой нити  $AB$ , 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  $\rho$ .

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



## Приложение 2. Методические материалы

### 8 класс (профильный уровень)

#### Задача 1.

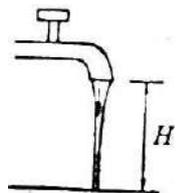
Струйка воды диаметром  $1$  см вытекает из крана со скоростью  $1$  м/с вертикально вниз и падает на дно ванны, расположенное на  $H = 0,5$  м ниже (см рис 1). Каков диаметр струйки в конце падения?

Вода, вытекающая из крана, ускоряется под действием силы тяжести, как и любое падающее тело. Вычислим скорость жидкости на уровне дна ванны.

Для этого из уравнения движения  $H = V_0 t + \frac{gt^2}{2}$

определим время падения и подставим его в формулу для скорости при равноускоренном движении

$$t = \frac{\sqrt{V_0^2 + 2gH} - V_0}{g}, \quad V = V_0 + gt = \sqrt{V_0^2 + 2gH}$$



Теперь вспомним, что расход жидкости в единицу времени один и тот же в любом сечении струйки:

$$V \frac{\pi d^2}{4} = V_0 \frac{\pi D^2}{4}$$

$$\text{Окончательный ответ: } d = D \sqrt{\frac{V_0}{\sqrt{V_0^2 + 2gH}}} = 0,55 \text{ см}$$

### Задача 2

Цилиндрический сосуд, площадь дна которого  $S = 230 \text{ см}^2$ , залили 1,12 литра воды и поместили пенопластовый плотик (плотность пенопласта  $\rho_n = 0,3 \text{ г/см}^3$ ), ко дну которого была приклеена пластинка из кристаллического сахара. Объем сахарной пластинки  $V_c = 140 \text{ см}^3$ , плотность сахара  $\rho_c = 1,6 \text{ г/см}^3$ . Вначале блок из сахара и пенопласта полностью погрузился в воду и «парил» в ее объеме (рис. 2) С течением времени сахар растворился. Полученный раствор тщательно перемешали, не вынимая пенопласт.

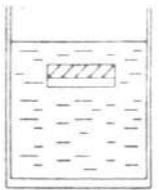
1. найти объем пенопласта.

2. определить, на сколько изменился уровень жидкости в цилиндре после растворения сахара.

*Примечание:* несмотря на ничтожную сжимаемость воды ее молярная структура довольно «рыхлая», и растворившиеся молекулы сахара (или соли) заполняют межмолекулярные пустоты, не приводя к сколько-нибудь заметному изменению объема.

Условие плавания в объеме воды блока из сахара и пенопласта

$$V_n \rho_n + V_c \rho_c = (V_n + V_c) \rho \Rightarrow V_n = V_c \left( \frac{\rho_c - \rho}{\rho - \rho_n} \right)$$



Здесь  $V_n$  объем пенопласта,  $\rho_n$ ,  $\rho_c$  и  $\rho$  плотность пенопласта, сахара и воды соответственно.

Численно  $V_n = 120 \text{ см}^3$ . Найдем плотность сахарного раствора:  $\rho_p = \rho + \frac{\rho_c V_c}{V}$ ,

где  $V$  объем чистой воды. Численно  $\rho_p = 1 + \frac{1,6 \cdot 140}{1120} = 1,2 \text{ г/см}^3$ .

Первоначально уровень воды в цилиндре:  $h_1 = \frac{1}{S} (V + V_n + V_c)$

Конечный уровень раствора в цилиндре:  $h_2 = \frac{1}{S} (V_p + V_{\text{погр},n})$

Где  $V_{\text{погр},n}$  объем погруженной части пенопласта,  $V_p$  объем раствора

Из примечания к задаче следует, что  $V_p = V$

$$\Delta h = h_2 - h_1 = \frac{1}{S} (V_{\text{погр},n} - V_n - V_c) \Rightarrow \Delta h = \frac{1}{S} (V_{\text{погр},n} - V_n - V_c)$$

Найдем объем части пенопласта, погруженной в раствор.

$$V_{\text{погр},n} \rho_n = V_n \rho_n \Rightarrow V_{\text{погр},n} = \frac{\rho_n}{\rho_p} V_n, \quad \text{Численно } V_{\text{погр},n} = 120 \text{ см}^3 \cdot \frac{0,3}{1,2} = 30 \text{ см}^3 \quad \text{Окончательно:}$$

$$\Delta h = \frac{1}{S} (30 - 120 - 140) = -\frac{230}{230} = -1 \text{ см},$$

Т.е. уровень жидкости измениться на 1 см.

### Задача 3

В термосе с водой при температуре  $t_1$  поместили лёд при температуре  $t_2$ . Масса воды  $M_w$  масса льда  $M_l$ . Определить окончательную температуру воды в термосе. Влияние термоса не учитывать.

Июминка данной задачи заключается в том, что в зависимости от первоначального соотношения масс льда и воды, возможны три различных варианта.

1. Вода много, а льда мало.

В этом случае лед полностью растает, и окончательно температура воды определится из уравнения теплового баланса:

$$C_w M_w (t_{\text{рез}} - t_1) + C_l M_l (t_{\text{рез}} - t_2) + M_l Q_{\text{пл}} = 0$$

2. Промежуточный случай

а) Лед нагрелся, и часть его растаяла, а вода остыла, и результирующая температура, конечно же,  $0 \text{ } ^\circ\text{C}$ . Долю растаявшей воды  $\lambda$  можно вычислить по формуле:

$$C_{\epsilon} M_{\epsilon} t_1 + C_{\lambda} M_{\lambda} t_2 - \lambda M_{\lambda} Q_{n\lambda} = 0$$

б) Вода остыла, и часть ее замерзла, и конечная температура равна  $0^{\circ}\text{C}$ . Долю замерзшей воды  $\lambda$  можно вычислить по формуле:

$$C_{\epsilon} M_{\epsilon} t_1 + C_{\lambda} M_{\lambda} t_2 + \lambda M_{\epsilon} Q_{n\lambda} = 0$$

3. Льда много, а воды мало.

Вода остыла и замерзла. Уравнение теплового баланса будет выглядеть так:

$$C_{\epsilon} M_{\epsilon} t_1 + M_{\epsilon} Q_{n\lambda} + C_{\lambda} M_{\lambda} t_2 = C_{\lambda} (M_{\epsilon} + M_{\lambda}) t_{\text{рез}}$$

Граничное соотношение для этого случая состоит в том, что вся вода замерзла и температура  $0^{\circ}\text{C}$ .

#### Задача 4

Два одинаковых вольтметра показывают в схеме а) и б) (см рис 3) одинаковые напряжения  $U = 10\text{В}$ . Определить напряжение источника питания  $U_0$ .

*Примечание:* показание вольтметра равно произведению величины протекающего через него тока на его сопротивление.

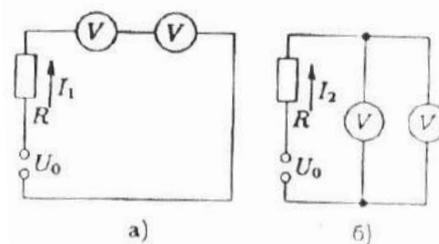
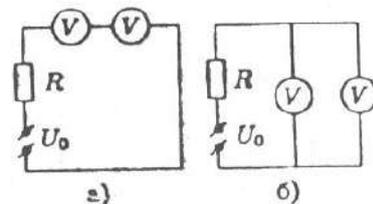
Обозначим сопротивление вольтметра через  $r$ . Тогда токи через сопротивление  $R$  согласно закону Ома в схеме а) и б) (см рис) будут:

$$I_1 = \frac{U_0}{R + 2r}, \quad I_2 = \frac{U_0}{R + \frac{r}{2}}$$

Поскольку сопротивления вольтметров одинаковы, то ток, протекающий по каждому из них во второй схеме, равен  $\frac{I_2}{2}$ . Так как показание вольтметра равно произведению величины протекающего через него тока на его сопротивление, можем записать:

$$V = \frac{U_0}{R + 2r} \cdot r, \quad V = \frac{1}{2} \left( \frac{U_0}{R + \frac{r}{2}} \right) \cdot r,$$

Откуда  $R + 2r = 2R + r$ , т.е.  $r = R$  и  $U_0 = 3V = 30\text{В}$ .



### 9 класс (профильный уровень)

#### Задача 1. Скорость снаряда

Снаряд вылетел из катапульты со скоростью  $v_1 = 39\text{ м/с}$ . Через время  $\tau = 4,2\text{ с}$  он упал на землю со скоростью  $v_2 = 45\text{ м/с}$ . Определите минимальную  $v_{\min}$  и максимальную  $v_{\max}$  скорости снаряда за время его полёта. Ускорение свободного падения  $g = 10\text{ м/с}^2$ . Сопротивление воздуха можно не учитывать. Выводить общую формулу для  $v_{\min}$  и  $v_{\max}$  не требуется.

Предположим, что снаряд вылетел из катапульты под углом  $\alpha$  к горизонту (рис. 1). Проекция на оси  $Ox$  и  $Oy$  начальной и конечной скоростей связаны между собой следующим образом:

$$v_{2x} = v_{1x} = v_1 \cos \alpha,$$

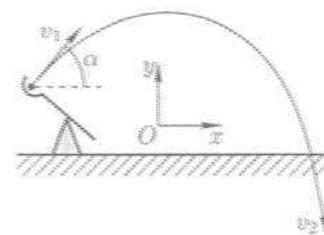
$$v_{2y} = v_{1y} - g\tau = v_1 \sin \alpha - g\tau.$$

Используя теорему Пифагора  $v_2^2 = v_{2x}^2 + v_{2y}^2$  находим

$$\sin \alpha = \frac{v_1^2 - v_2^2 + g^2 \tau^2}{2v_1 g \tau} = \frac{5}{13} \quad \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \frac{12}{13}.$$

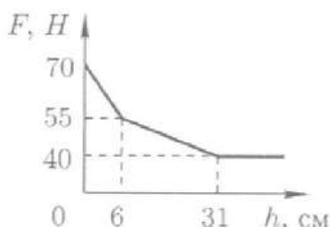
Скорость минимальна в наивысшей точке траектории, а максимальная скорость достигается на концах траектории, в данном случае, в момент падения на землю, следовательно,

$$v_{\min} = v_1 \cos \alpha = 36\text{ м/с}, \quad v_{\max} = v_2 = 45\text{ м/с}$$



#### Задача 2. Кирпичи в аквариуме

Два, одинаковых шершавых кирпича аквариума (рис. 1). После этого в аквариум Зависимость силы:  $F$  давления кирпичей на высоты  $h$  слоя налитой воды, изображена на



положили на дно стали наливать воду. дно аквариума от графике (рис. 2).

Определите длины  $a$ ,  $b$  и  $c$  рёбер кирпичей и плотность  $\rho$  материала, из которого они изготовлены.

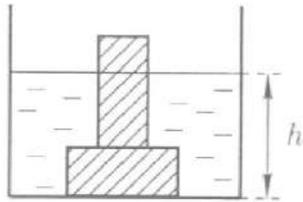


Рис.1

При  $h$  действующей (1)

где  $V$  — объём кирпича. Два излома на графике  $F(h)$  возникают, когда уровень воды достигает верхней грани каждого из кирпичей. Следовательно, длины рёбер кирпичей  $a = 6$  см и  $b = (31 - 6)$  см = 25 см.

При  $h = 6$  см сила  $F_2 = 55$  Н давления на дно равна силе тяжести, действующей на оба кирпича, за вычетом силы Архимеда, действующей на нижний (погружённый) кирпич:  $F_2 = 2\rho Vg - \rho_w Vg$ , (2) где  $\rho_w = 1000$  кг/м<sup>3</sup> - плотность воды. Вычитая (2) из (1), получаем

$$F_1 - F_2 = \rho_w Vg, \text{ откуда } V = \frac{F_1 - F_2}{\rho_w g} = 0,0015 \text{ м}^3 = 1,5 \text{ л.}$$

Длина третьего ребра кирпича  $c = V/ab = 10$  см. Из (1) находим плотность

$$\rho = \frac{F_1}{2Vg} = \frac{F_1}{2(F_1 - F_2)} \rho_w \approx 2,32 \text{ г/см}^3$$

### Задача 3. Измерение теплоёмкости алюминия

Теплоизолированный сосуд, до краёв наполнили водой при температуре,  $t_0 = 20$  °С. В него опустили алюминиевую деталь, нагретую до температуры  $t = 100$  °С. После установления теплового равновесия температура воды в сосуде стала  $t_1 = 30,3$  °С. Затем такой же эксперимент провели с двумя деталями. В этом случае после установления в сосуде теплового равновесия температура воды стала  $t_2 = 42,6$  °С. Чему равна удельная теплоёмкость  $c$  алюминия? Плотность воды  $\rho_0 = 1000$  кг/м<sup>3</sup>, её удельная теплоёмкость  $C_0 = 4200$  Дж/(кг °С). Плотность алюминия  $\rho = 2700$  кг/м<sup>3</sup>.

Пусть  $m$  - масса детали,  $V$  — объём сосуда, тогда уравнения теплового баланса при опускании одной и двух деталей соответственно имеют вид:

$$cm(t - t_1) = c_0 \rho_0 \left( V - \frac{m}{\rho} \right) (t_1 - t_0)$$

$$2cm(t - t_2) = c_0 \rho_0 \left( V - 2 \frac{m}{\rho} \right) (t_2 - t_0)$$

Поделив первое на  $t_1 - t_0$ , а — на  $t_2 - t_0$  и вычтя (5) из (4), получим

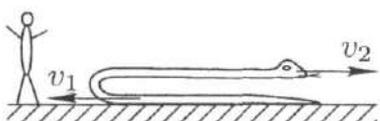
$$cm \frac{t - t_1}{t_1 - t_0} - 2cm \frac{t - t_2}{t_2 - t_0} = c_0 \rho_0 \frac{m}{\rho}$$

откуда

$$c = \frac{c_0 \rho_0 / \rho}{\frac{t - t_1}{t_1 - t_0} - 2 \frac{t - t_2}{t_2 - t_0}} \approx 922 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{С)}$$

### Задача 4. Маугли и Каа

Маугли принимал у удава Каа зачёт по развороту на 180°. Техника разворота такова: Каа, вытянувшись в линию, ползёт к Маугли со скоростью  $v_1$ ; как только голова удава касается ног мальчика, удав поворачивает её на 180° и начинает выполнять разворот; при этом голова Каа удаляется от Маугли со скоростью  $v_2 > v_1$ , а хвост продолжает движение в прежнем направлении и с прежней скоростью (рис. 3). За какое время  $t_0$  удав выполнит разворот? На каком расстоянии  $x_0$  от ног мальчика окажется хвост удава сразу же после выполнения разворота? Считайте, что длина  $L$  удава Каа во время разворота не меняется.



Введём систему координат, в которой начало отсчёта расположено у ног Маугли, ось  $x$  сонаправлена с вектором  $v_2$ , а время  $t$  отсчитывается от момента начала поворота.

Пока поворот не закончился, координата  $x_1$  хвоста и  $x_2$  головы Каа зависят от времени следующим образом:

$$x_1 = L - v_1 t, \quad x_2 = v_2 t$$

Конец поворота - это момент времени  $t_0$ , когда удав снова вытянулся вдоль оси  $x$ , то есть

$$x_2(t_0) - x_1(t_0) = L$$

откуда после подстановки  $x_1$  хвоста и  $x_2$  найдём

$$t_0 = \frac{2L}{v_1 + v_2}$$

Координата хвоста в этот момент:

$$x_0 = x_1(t_0) = L - v_1 t_0 = \frac{v_2 - v_1}{v_1 + v_2} L$$