

**«УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ АДМИНИСТРАЦИИ ПЕТУШИНСКОГО РАЙОНА»**  
Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
«Гимназия № 17» г. Петушки Петушинского района Владимирской области

Принята на заседании  
методического (педагогического) совета  
от 22 июня 2023г.  
Протокол № 6

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор МБОУ «Гимназия  
№17» г. Петушки  
Шмодина С.Ю.,  
22 июня 2023г.  
печать



ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ  
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА

Естественно - научной направленности

«Физика и задачах»

Возраст обучающихся: 15-17 лет  
Срок реализации: 2 года  
Уровень программы: углубленный

Автор составитель: Хмелева Вера Николаевна, педагог  
дополнительного образования, высшая  
квалификационная категория

г. Петушки. 2023

**Нормативно-правовые документы, регламентирующие разработку и реализацию общеобразовательных общеразвивающих программ дополнительного образования:**

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 08.12.2020) «Об образовании в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2021)
2. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29 мая 2015 г. N 996-р «Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года»
3. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 27 июля 2022 г. № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»
4. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 03.09.2019 № 467 «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей»;
5. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.09.2020 № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4. 3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»
6. Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года (Распоряжение Правительства РФ от 31 марта 2022 года № 06-1172)
7. Распоряжение Правительства РФ от 29.05.2015 №996-о «Стратегия развития воспитания в РФ на период до 2025 года».
8. Концепция духовно-нравственного развития и воспитания личности гражданина России (ФГОСООО)
9. Примерные требования к программам дополнительного образования детей в приложении к письму Департамента молодежной политики, воспитания и социальной поддержки детей Минобрнауки России от 11.12.2006 г. № 06-1844
10. Письмо Министерства образования и науки РФ N 09-3242 от 18 ноября 2015 г. «Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы)»

## **Раздел 1. Комплекс основных характеристик программы**

### **1. 1. Пояснительная записка**

#### **1. 1.1. Направленность программы**

Программа имеет естественно - научную направленность и формирует практические умения применять знания для решения творческих, нестандартных физических задач высокого уровня сложности, направленных на социальное и культурное развитие личности учащегося, его творческой самореализации

#### **1.1.2. Актуальность программы**

Физика - основа естествознания. Она глубоко актуальна в связи с быстро развивающимся информационным и научно-техническим прогрессом в современном мире.

Задачный способ организации обучения способствует становлению мировоззрения, развитию универсальных умений, базовых способностей и ключевых компетентностей обучающихся. Деятельностное содержание программы, удерживающее баланс между знаниями, умениями и навыками, с одной стороны, и способами мышления, коммуникации, деятельности, понимания и рефлексии, с другой стороны, обеспечивает социокультурный и личностный смысл его усвоения.

М.В. Ломоносов говорил: «Мир меняется, и мы меняемся вместе с ним» Никогда еще эти перемены не происходили так быстро. Актуальным становится не объем знаний, а умение учиться – находить нужные знания, понимать их, объяснять и применять. Это является основной особенностью и идеей данной программы. Программа может расширить подготовку по профильным программам гимназии.

#### **1.1.3. Значимость программы**

Программа кружка «Физика в задачах» носит метапредметный характер и направлена на развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей, формирование у учащегося опыта творческой деятельности. Программа составлена на основе программы углубленной и олимпиадной подготовки (авторы: Пенкин М.А., Гуденко А.В., Замятин М.Ю., Александров Д.А, Чивелёв В.И.) МФТИ.

В качестве приоритетных направлений развития общего образования выделены: обеспечение качества образовательных услуг посредством использования современных образовательных технологий, обеспечивающих расширение осваиваемых обучающимися компетентностей, формирование системы целенаправленной работы с одаренными детьми и развитие творческой личности.

Личность, способная решать существующие задачи творчески, способная мыслить по новому, критически, анализировать и прогнозировать собственную деятельность, является, несомненно, творческой. Творческой личностью не рождаются, ею становятся под влиянием жизни в обществе, в процессе воспитания, специально организованного обучения, постепенно накапливая опыт творческой деятельности, очевидно, что формирование у обучающегося опыта творческой деятельности в процессе обучения в школе представляется актуальной задачей современного образования

Решение физических олимпиад различного уровня оказывает существенное воздействие на развитие у школьников умений применять свои знания в нестандартных ситуациях, грамотно использовать сложный математический аппарат с целью достижения результата, предусмотренного условиями заданий.

*Ценностью* предлагаемой программы является включение нестандартных приёмов и методов решения физических задач.

#### **1.1.4. Отличительные особенности программы.**

Программа предполагает решение большого количества сложных и нетривиальных задач олимпиад, турниров разных уровней.

Программа направлена на развитие методологических навыков логического и творческого мышления, навыков проектно-исследовательской деятельности как основы научного познания; на переосмысление фундаментальных понятий и законов физики на более высоком уровне.

Выделение блоков в программе оправдано системой физики как науки. Это тот фундамент, на котором базируется все физическое знание. Содержание выделенных блоков зависит от уровня базовых знаний обучающихся. На практических занятиях ЗАДАЧА уровня российской или международной олимпиады выступает как ПРОБЛЕМА и как ОБЪЕКТ исследования и моделирования хода её решения.

Освоение содержания программы создаёт условия для развития коммуникативных навыков сотрудничества, уважительного отношения к мнению оппонента и умению работать в команде. Обучающиеся решают вычислительные, графические, качественные и экспериментальные задачи, учатся проектировать, моделировать процессы. Эффективность работы оценивается в конце каждого полугодия с учетом накопленных баллов за тесты, олимпиады, турниры, интеллектуальные бои. Игровые формы проведения занятий - это коллективные соревнования в умении решать задачи. Они являются хорошим дополнением к традиционным формам проведения занятий по решению задач. Также занятия по этой программе помогут обучающимся определиться со своей будущей деятельностью - осмысленно сделать выбор профессии и подготовиться к поступлению в высшие учебные заведения для продолжения образования.

### **1.1.5. Новизна программы**

Программой предусмотрены новые методики преподавания, в том числе смешанное (гибридное) обучение; обучение с использованием компьютерных технологий; активных форм работы, направленных на приобретение навыков, умений самостоятельно искать новую информацию и различные пути решения сложных задач. При реализации программы используется технология крупноблочной подачи информации и погружения в предмет с последующей самостоятельной проработкой большого количества заданий.

### **1.1.6. Адресат программы:**

Школьники в возрасте 15 - 17 лет, нацеленные на участие в соревнованиях по физике.

### **Психолого-педагогические особенности возрастной категории обучающихся**

#### **Развитие познавательной сферы.**

- Сформированность теоретического или словесно-логического мышления.
- Происходит интеллектуализация психических функций, развитие монологической и письменной речи.
- Стремление к самообразованию.
- Самостоятельность мышления.

#### **Возрастные новообразования.**

- Психологическая готовность к личностному и профессиональному самоопределению. Стабилизация личности.
- Становление нравственного самосознания.
- Завершается формирование образа «Я».
- Мнение о себе теряет категоричность и приобретает тонкость, присутствуют амбивалентные суждения.

- Представление о себе зависит от референтного круга общения (значимых людей; массовой культуры, например, моды), поэтому иногда чужие ценности принимаются за свои.
- Формируется мировоззрение - система суждений об окружающей действительности.
- Осознание себя членом общества, принятие своего места в нем.
- Формирование системы социальных установок.
- Максимализм в оценках.
- Возрастают самоуважение и самооценка.

#### **Ведущий вид деятельности**

- Ведущей становится учебно-профессиональная деятельность.
- Учеба рассматривается как необходимая база, предпосылка будущей профессиональной деятельности.
- Устремленность в будущее, построение жизненных планов.

Освоение программы рассчитано на одаренных детей указанного возраста.

#### **1.1.7. Сроки реализации программы.**

Программа рассчитана на 2 года (68 часов)

#### **1.1.8. Уровень программы.**

Углублённый уровень программы предполагает изучение физики на заданном уровне, укрепление метапредметных связей с математикой, химией, биологией при решении задач с применением математических методов их решения.

Программа предназначена для одаренных школьников, проявляющих повышенный интерес к физике, демонстрирующих высокую мотивацию к обучению и высокие академические способности, в частности к математике, являющейся главным инструментом для физики.

#### **1.1.9. Особенности организации образовательного процесса:**

Отличительной особенностью данной образовательной программы является направленность на формирование учебно-практических навыков, различных способов деятельности учащихся (традиционных и с использованием электронного обучения) в более широком объёме, что положительно отразится при изучении других предметов и расширению кругозора в целом, способствует формированию современного научного мировоззрения, развитию интеллектуальных способностей и познавательных интересов школьников. Курс носит развивающую, деятельностьную и практическую направленность.

Программа носит преемственный характер.

Преемственность нужно понимать как взаимосвязь разных этапов обучения на базе единых психолого-педагогических характеристик. На всех этапах действуют единые цели, задачи, дидактические принципы, типические свойства методической системы, модифицируясь с учетом возрастных особенностей учеников, их интересов и потребностей

#### **1.1.10. Форма обучения и режим занятий**

Обучение осуществляется в очной или при объективной необходимости дистанционной форме.

#### **Количество занятий:**

- 1 год обучения (15-16лет) 34 часа, 1 час в неделю.
- 2 год обучения (16-17лет) 34 часа, 1 час в неделю.

Всего : 68 часов

Количество обучающихся в в группе 1 года обучения –8-10 чел, в группах 2-го и последующих годов –6-8 человек.

**Режим занятий:** один раз в неделю 1 час, занятия по 45 минут.

В течение года обучающиеся участвуют в очных и заочных соревнованиях (олимпиады, турниры, конференции, конкурсы и т.п.) на разных уровнях.

### 1.1.11 Педагогическая целесообразность программы

Педагогическая целесообразность программы объясняется тем, что она позволяет учащимся ознакомиться со многими интересными приемами и методами решения физических задач на данном этапе обучения, выходящими за рамки школьной программы, расширить целостное представление о проблеме данной науки. Программа помогает обучающимся оценить свой творческий потенциал с точки зрения образовательной перспективы и способствует созданию положительной мотивации обучающихся к самообразованию. Программа позволяет реально на практике обеспечивать индивидуальные потребности учащихся, профильные интересы детей, то есть реализовывать педагогику развития ребенка и способствует ранней профориентации учащихся.

## 1.2. Цель и задачи программы

**Цель:** Развитие естественнонаучного мировоззрения обучающихся на основе углубления знаний по физике, формирование познавательного интереса, навыков и компетенций решения нестандартных физических задач и задач повышенной сложности, организация исследовательской деятельности в рамках физического практикума при решении экспериментальных задач

**Задачи:**

Задачи программы:

Возраст обучающихся	Задачи программы		
	Личностные (воспитательные)	Метапредметные (развивающие)	Предметные (обучающие)
<b>1 год обучения</b>			
15-16 лет	формировать представления о единстве и целостности окружающего мира, возможности его познаваемости и объяснимости на основе достижений науки.  научить видеть противоречивость и незавершённость своих взглядов на мир, возможность их изменения;  использовать свои взгляды на мир для	формировать умение воспринимать, перерабатывать и представлять информацию в словесной, образной, символической формах, анализировать и перерабатывать полученную информацию в соответствии с поставленными задачами;  развивать интерес к самостоятельному приобретению новых	формировать первоначальные представления о закономерной связи и познания природы, об объективности научного знания;  осваивать основные идеи механики, атомно – молекулярного учения о строения вещества, элементов электродинамики;  развивать умение анализировать

	<p>объяснения различных ситуаций, решения возникающих проблем и извлечения жизненных уроков;</p> <p>приобрести опыт участия в делах, приносящих пользу людям;</p> <p>оценивать жизненные ситуации с точки зрения безопасного образа жизни и сохранения здоровья;</p> <p>воспитывать убежденность в познаваемости окружающего мира, в необходимости разумного использования достижений науки и технологий для дальнейшего развития человеческого общества, уважения к творцам науки и техники; отношения к физике как к элементу общечеловеческой культуры.</p>	<p>знаний в соответствии с жизненными потребностями и интересами;</p> <p>формировать умения работать в группе с выполнением различных социальных ролей, представлять и отстаивать свои взгляды и убеждения, вести дискуссию</p>	<p>физическое явление, выделять основное содержание прочитанного текста, находить в нём ответы на поставленные вопросы, проговаривать вслух решение, анализировать полученный ответ;</p> <p>развивать умение классифицировать предложенную задачу и составлять простейшие задачи;</p> <p>развивать физическую интуицию, умение последовательно выполнять этапы решения задачи средней трудности и выбирать рациональный способ решения задачи;</p> <p>расширить знания об основных алгоритмах решения задач, различных методах и приемах решения задач; осваивать нестандартные методы, приёмы и технологии решения физических задач.</p>
<b>2 год обучения</b>			
16-17 лет	<p>научить использовать свои интересы для выбора индивидуальной образовательной траектории, потенциальной будущей профессии и соответствующего профильного образования;</p> <p>осваивать приемы построения собственного</p>	<p>приобрести опыт самостоятельного поиска, анализа и отбора информации с использованием различных источников и новых информационных технологий для решения поставленных задач;</p> <p>осваивать приёмы</p>	<p>формировать представления о системообразующей роли физики для развития других естественных наук, техники и технологии;</p> <p>осваивать основные элементы электродинамики и квантовой физики;</p>

	<p>целостного мировоззрения: выработать свои собственные ответы на основные жизненные вопросы, которые ставит личный жизненный опыт;</p> <p>формировать умения по выбору стиля поведения, привычек, обеспечивающих безопасный образ жизни и сохранение своего здоровья, а также близких людей и окружающих.</p>	<p>действий в нестандартных ситуациях;</p> <p>овладевать эвристическими методами решения проблем;</p> <p>формировать осознанное определение профиля дальнейшего обучения или профессиональной деятельности;</p>	<p>развивать умение решать комбинированные задачи;</p> <p>приобретать опыт применения различных методов (аналитического, графического, экспериментального) и определенной техники решения физических задач в соответствии с возрастающими требованиями современного уровня физического образования, а также методов самоконтроля и самооценки</p>
--	---	---	---

### 1.3. Содержание программы

#### 1.3.1. Учебный план

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Формы аттестации (контроля)
		всего	теория	практика	
<b>1 год обучения</b>					
1.	<b>Кинематические связи</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	
1.1.	Равномерное движение. Относительность движения	2	1	2	<b>Тестирование</b> (входной контроль для определения уровня теоретической подготовки и степени сформированности практических умений и навыков учащихся)
1.2.	Равноускоренное движение	3	1	2	<b>Самостоятельная работа и коллективный анализ работ</b>



					(разбор различных способов решения, задачи). (текущий контроль)
1.3.	Равномерное движение по окружности	2	1	1	<b>Самостоятельная работа и коллективный анализ работ</b> (разбор различных способов решения задачи). (текущий контроль)
1,4	Динамика материальной точки	5	2	3	
2.1.	<b>Законы сохранения в механике</b>	<b>5</b>	<b>1,5</b>	<b>3,5</b>	
2.2.	Закон сохранения импульса	2	0,5	1,5	<b>Самостоятельная работа и коллективный анализ работ</b> (разбор различных способов решения задачи). (текущий контроль)
	Закон сохранения энергии	3	1	2	<b>Самостоятельная работа и коллективный анализ работ</b> (разбор различных способов решения задачи). (текущий контроль). Промежуточный контроль по разделу «Механика».
3	<b>Газовые законы. Термодинамика</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	
3.1	Основы МКТ, основное уравнение МКТ. Уравнение состояние идеального газа. Газовые законы	4	1	3	<b>Собеседование</b> (определение уровня теоретической подготовки и степени сформированности практических умений и навыков учащихся) <b>Самостоятельная работа и коллективный анализ работ</b> (разбор различных

					способов решения задачи). (текущий контроль)
3.2	Влажность воздуха. Циклы и тепловые машины	4	1	3	<b>Самостоятельная работа и коллективный анализ работ</b> (разбор различных способов решения задачи). (текущий контроль).  Промежуточный контроль по разделу «Молекулярная физика».
4	<b>Законы постоянного тока</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	
4.1	Методы расчёта разветвленных цепей постоянного тока	6	2	4	<b>Самостоятельная работа и коллективный анализ работ</b> (разбор различных способов решения задачи). (текущий контроль)
5	<b>Участие в физических олимпиадах различного уровня</b>	<b>3</b>		<b>3</b>	
5.1	Школьный тур физической олимпиады (консультации и разбор заданий)	1		1	Соревнование. Коллективный анализ работ
5.2	Муниципальный тур физической олимпиады (консультации и разбор заданий)	1		1	Соревнование. Коллективный анализ работ
5.3	Дистанционные и интернет – олимпиады (консультации и разбор заданий)	1		1	Соревнование. Коллективный анализ работ
<b>2 год обучения</b>					

1	<b>Проводники. Движение частиц в электромагнитном поле</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	
1.1	Движение частиц в электростатическом поле	4	1	3	<b>Собеседование</b> (определение уровня теоретической подготовки и степени сформированности практических умений и навыков учащихся) <b>Самостоятельная работа и коллективный анализ работ</b> (разбор различных способов решения задачи). (текущий контроль)
1.2	Движение частиц в заряженных плоскостях	3	1	2	<b>Самостоятельная работа и коллективный анализ работ</b> (разбор различных способов решения задачи). (текущий контроль)
1.3	Проводники. Свойства проводников	3	1	2	<b>Самостоятельная работа и коллективный анализ работ</b> (разбор различных способов решения задачи). (текущий контроль). Промежуточный контроль по разделу «Электростатика. Законы постоянного тока».
2	<b>Электромагнитная индукция</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	
2.1	Явление электромагнитной индукции. Закон электромагнитной индукции. Самоиндукция.	4	1	3	<b>Собеседование</b> (определение уровня теоретической подготовки и степени сформированности

					практических умений и навыков учащихся) <b>Самостоятельная работа и коллективный анализ работ</b> (разбор различных способов решения задачи). (текущий контроль)
2.2	Электромагнитные колебания. Превращение энергии при электромагнитных колебаниях	4	1	3	<b>Самостоятельная работа и коллективный анализ работ</b> (разбор различных способов решения задачи). (текущий контроль)
2.3	Переходные процессы RLC в цепях	3	1	2	<b>Самостоятельная работа и коллективный анализ работ</b> (разбор различных способов решения задачи). (текущий контроль). Промежуточный контроль по разделу «Электродинамика».
3	<b>Тонкие линзы и их свойства</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	
3.1	Линзы. Виды линз. Основные характеристики линз. Построение изображений в линзах.	4	1	3	<b>Самостоятельная работа и коллективный анализ работ</b> (разбор различных способов решения задачи). (текущий контроль)
3.2	Увеличение линзы. Формула тонкой линзы. Графический способ решения задач по оптике	4	1	3	<b>Самостоятельная работа и коллективный анализ работ</b> (разбор различных способов решения задачи). (текущий контроль). Итоговый контроль по изученному

					курсу в форме зачёта..
4	<b>Участие в физических олимпиадах различного уровня</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	
4.1	Школьный тур физической олимпиады (консультации и разбор заданий)	1	0	1	Соревнование. Коллективный анализ работ
4.2	Муниципальный тур физической олимпиады (консультации и разбор заданий)	2	0	2	Соревнование. Коллективный анализ работ
4.3	Дистанционные и интернет – олимпиады (консультации и разбор заданий)	2	1	1	Соревнование. Коллективный анализ работ

### 1.3.2. Содержание учебного плана

Освоение курса направлено на развитие у обучающихся представлений о строении, свойствах, законах существования и движения материи, на освоение обучающимися общих законов и закономерностей природных явлений, создание условий для формирования интеллектуальных, творческих, гражданских, коммуникационных, информационных компетенций. Обучающиеся овладеют научными методами решения различных теоретических и практических задач, умениями формулировать гипотезы, конструировать, проводить эксперименты, оценивать и анализировать полученные результаты, сопоставлять их с объективными реалиями жизни.

#### **Раздел «Механика» направлен на формирование у учащегося умений:**

- распознавать механические явления и объяснять на основе имеющихся знаний основные свойства или условия протекания этих явлений: равномерное и неравномерное движение, равномерное и равноускоренное прямолинейное движение, относительность механического движения, свободное падение тел, равномерное движение по окружности, инерция, взаимодействие тел, реактивное движение, равновесие твердых тел, имеющих закрепленную ось вращения,
- описывать изученные свойства тел и механические явления, используя физические величины: путь, перемещение, скорость, ускорение, период обращения, масса тела, плотность вещества, сила (сила тяжести, сила упругости, сила трения), давление, импульс тела, кинетическая энергия, потенциальная энергия, механическая работа, механическая мощность, КПД при совершении работы с использованием простого механизма, сила трения;
- при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы измерения, находить формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами, вычислять значение физической величины;
- анализировать свойства тел, механические явления и процессы, используя физические законы: закон сохранения энергии, закон всемирного тяготения, принцип суперпозиции сил (нахождение равнодействующей силы), I, II и III законы Ньютона, закон сохранения

импульса, закон Гука; при этом различать словесную формулировку закона и его математическое выражение;

- различать основные признаки изученных физических моделей: материальная точка, инерциальная система отсчета;

- решать задачи, используя физические законы (закон сохранения энергии, закон всемирного тяготения, принцип суперпозиции сил, I, II и III законы Ньютона, закон сохранения импульса, закон Гука) и формулы, связывающие физические величины (путь, скорость, ускорение, масса тела, плотность вещества, сила, давление, импульс тела, кинетическая энергия, потенциальная энергия, механическая работа, механическая мощность, КПД простого механизма, сила трения скольжения, коэффициент трения: на основе анализа условия задачи, записывать краткое условие, выделять физические величины, законы и формулы, необходимые для ее решения, проводить расчеты и оценивать реальность полученного значения физической величины.

### 1 год обучения

#### **Тема 1. Кинематические связи. Динамика (12 ч.)**

**Теория (5 часа):** Основная задача механики в кинематике и динамике. Способы описания механического движения, основные характеристики. Прямолинейное равномерное и равнопеременное движение. Кинематические связи при решении динамических задач.

#### **Практика (7 часов) (Решение задач см. приложение № 2).**

Координатный метод решения задач по механике. Решение задач на основные законы динамики: Ньютона, законы для сил тяготения, упругости, трения, сопротивления. Решение задач на движение материальной точки, системы точек, твердого тела под действием нескольких сил.

Задачи на определение характеристик равновесия физических систем.

Задачи на принцип относительности: кинематические и динамические характеристики движения тела в разных инерциальных системах отсчета.

Подбор, составление и решение по интересам различных сюжетных задач: занимательных, экспериментальных с бытовым содержанием, с техническим и краеведческим содержанием, военно-техническим содержанием.

**Форма контроля:** опрос, наблюдение, самостоятельная работа, коллективный анализ (разбор различных способов решения задачи) работ в формате текущего контроля.

#### **Тема 2. Законы сохранения в механике (5 ч.)**

**Теория (1,5 часа):** Закон сохранения импульса. Закон сохранения энергии. Границы применимости законов. Парадоксы упругого столкновения. Неупругое рассеивание.

#### **Практика (3,5 часов) (Решение задач см. приложение № 3)**

Задачи на закон сохранения импульса и реактивное движение. Задачи на определение работы и мощности. Задачи на закон сохранения и превращения механической энергии.

Решение задач несколькими способами. Составление задач на заданные объекты или явления. Взаимопроверка решаемых задач. Знакомство с примерами решения задач по механике республиканских и международных олимпиад.

Конструкторские задачи и задачи на проекты: модель акселерометра, модель маятника Фуко, модель кронштейна, модель пушки с противооткатным устройством, проекты самодвижущихся тележек, проекты устройств для наблюдения невесомости, модель автоколебательной системы.

**Форма контроля:** опрос, наблюдение, самостоятельная работа, коллективный анализ (разбор различных способов решения задачи) работ в формате текущего контроля. Промежуточный контроль по разделу «Механика».

### **Раздел «Молекулярная физика» направлен на формирование у учащегося умений:**

- распознавать тепловые явления и объяснять на базе имеющихся знаний основные свойства или условия протекания этих явлений: диффузия, изменение объема тел при нагревании (охлаждении), большая сжимаемость газов, малая сжимаемость жидкостей и твердых тел; тепловое равновесие, испарение, конденсация, плавление, кристаллизация, кипение, влажность воздуха, различные способы теплопередачи (теплопроводность, конвекция, излучение), агрегатные состояния вещества, поглощение энергии при испарении жидкости и выделение ее при конденсации пара, зависимость температуры кипения от давления;

- описывать изученные свойства тел и тепловые явления, используя физические величины: количество теплоты, внутренняя энергия, температура, удельная теплоемкость веществ, молярная теплоемкость вещества и теплоемкость при постоянном объеме, удельная теплота плавления, удельная теплота парообразования, удельная теплота сгорания топлива, коэффициент полезного действия теплового двигателя; при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы измерения, находить формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами, вычислять значение физической величины;

- анализировать свойства тел, тепловые явления и процессы, используя основные положения атомно-молекулярного учения о строении вещества и закон сохранения энергии;

- различать основные признаки изученных физических моделей строения газов, жидкостей и твердых тел;

- решать задачи, используя закон сохранения энергии в тепловых процессах и формулы, связывающие физические величины (количество теплоты, температура, удельная теплоемкость вещества, удельная теплота плавления, удельная теплота парообразования, удельная теплота сгорания топлива, внутренняя энергия, коэффициент полезного действия теплового двигателя): на основе анализа условия задачи, записывать краткое условие, выделять физические величины, законы и формулы, необходимые для ее решения, проводить расчеты и оценивать реальность полученного значения физической величины.

### **Тема 3. Газовые законы. Термодинамика ( 8 ч.)**

**Теория (2 часа):** Тепловые явления, основные характеристики. Основные положения МКТ, уравнение состояния идеального газа и его применение при изопроцессах. Первый закон термодинамики. Влажность. Циклы и тепловые машины.

### **Практика (6 часов) (Решение задач см. приложение № 4)**

Комбинированные задачи на первый закон термодинамики. Задачи на тепловые двигатели.

Конструкторские задачи и задачи на проекты: модель газового термометра; модель предохранительного клапана на определенное давление; проекты использования газовых

процессов для подачи сигналов; модель тепловой машины; проекты практического определения радиуса тонких капилляров.

**Форма контроля:** опрос, наблюдение, самостоятельная работа, коллективный анализ (разбор различных способов решения задачи) работ в формате текущего контроля. Промежуточный контроль по разделу «Молекулярная физика».

**Раздел «Электрические и магнитные явления» направлен на формирование у учащегося умений:**

- распознавать электромагнитные явления и объяснять на основе имеющихся знаний основные свойства или условия протекания этих явлений: электризация тел, взаимодействие зарядов, электрический ток и его действия (тепловое, химическое, магнитное), взаимодействие магнитов, электромагнитная индукция, действие магнитного поля на проводник с током и на движущуюся заряженную частицу, действие электрического поля на заряженную частицу, электромагнитные волны, прямолинейное распространение света, отражение и преломление света.

- составлять схемы электрических цепей с последовательным и параллельным соединением элементов, различая условные обозначения элементов электрических цепей (источник тока, ключ, резистор, реостат, лампочка, амперметр, вольтметр).

использовать оптические схемы для построения изображений в плоском зеркале и собирающей линзе.

- описывать изученные свойства тел и электромагнитные явления, используя физические величины: электрический заряд, сила тока, электрическое напряжение, электрическое сопротивление, удельное сопротивление вещества, работа электрического поля, мощность тока, фокусное расстояние и оптическая сила линзы, скорость электромагнитных волн, длина волны и частота света;

- при описании верно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы измерения; находить формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами.

- анализировать свойства тел, электромагнитные явления и процессы, используя физические законы: закон сохранения электрического заряда, закон Ома для участка цепи, закон Джоуля-Ленца, закон прямолинейного распространения света, закон отражения света, закон преломления света; при этом различать словесную формулировку закона и его математическое выражение.

- приводить примеры практического использования физических знаний о электромагнитных явлениях

- решать задачи, используя физические законы (закон Ома для участка цепи, закон Джоуля-Ленца, закон электромагнитной индукции, закон прямолинейного распространения света, закон отражения света, закон преломления света) и формулы, связывающие физические величины (сила тока, электрическое напряжение, электрическое сопротивление, удельное сопротивление вещества, работа электрического поля, мощность тока, фокусное расстояние и оптическая сила линзы, скорость электромагнитных волн, длина волны и частота света, формулы расчета электрического сопротивления при последовательном и параллельном соединении проводников): на основе анализа условия задачи записывать краткое условие, выделять физические величины, законы и формулы, необходимые для ее решения, проводить расчеты и оценивать реальность полученного значения физической величины.

#### **Тема 4. Законы постоянного тока (6 ч.)**

**Теория (2 часа):** Закон Ома. Законы Кирхгофа. Экспресс метод «Расстановка токов в сложных цепях». Симметричные схемы. Метод узлов.



**Практика (4 часов)** (Решение задач см. приложение № 5).

Задачи на различные приемы расчета сопротивления сложных электрических цепей. Задачи разных видов описание электрических цепей постоянного электрического тока с помощью закона Ома для замкнутой цепи, закона Джоуля — Ленца, законов последовательного и параллельного соединений. Ознакомление с правилами Кирхгофа при решении задач. Постановка и решение фронтальных экспериментальных задач на определение показаний приборов при изменении сопротивления тех или иных участков цепи, на определение сопротивлений участков цепи и т. д. Решение задач на расчет участка цепи, имеющей ЭДС.

Качественные, экспериментальные, занимательные задачи, задачи с техническим содержанием, комбинированные задачи.

Конструкторские задачи на проекты: установка для нагревания жидкости на заданную температуру, модель автоматического устройства с электромагнитным реле, проекты и модели освещения, выпрямитель и усилитель на полупроводниках, модели измерительных приборов, модели «черного ящика».

**Форма контроля:** опрос, наблюдение, самостоятельная работа, коллективный анализ (разбор различных способов решения задачи) работ в формате текущего контроля.

**Тема 5. Участие в физических олимпиадах различного уровня.(3 часа).**

Участие в школьном, муниципальном турах физической олимпиады. Участие в дистанционных и интернет – олимпиадах по физике (консультации и разбор заданий).

**Практика (3 часа)** Разбор методов решения олимпиадных задач

**Форма контроля:** Соревнование. Коллективный анализ работ.

## 2 год обучения

**Тема 1. Проводники. Движение частиц в электромагнитном поле (10 ч.)**

**Теория (3 часа):** Электростатическое поле, свойства и основные характеристики. Движение заряженных частиц в электростатическом поле, основные закономерности. Проводники. Свойства проводников.

**Практика (7 часов)** (Решение задач см. приложение № 6)

Задачи разных видов на описание электрического поля различными средствами: законами сохранения заряда и законом Кулона, силовыми линиями, напряженностью, разностью потенциалов, энергией. Решение задач на описание систем конденсаторов.

Задачи разных видов на описание магнитного поля тока и его действия: магнитная индукция и магнитный поток, сила Ампера и сила Лоренца.

Решение качественных экспериментальных задач с использованием электрометра, магнитного зонда и другого оборудования

**Форма контроля:** опрос, наблюдение, самостоятельная работа, коллективный анализ (разбор различных способов решения задачи) работ в формате текущего контроля.

**Тема 2. Электромагнитная индукция (11 ч.)**

**Теория (3 часа):** Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Самоиндукция. Переходные процессы RLC в цепях

### **Практика (8 часов)** (Решение задач см. приложение № 7)

Задачи разных видов на описание явления электромагнитной индукции: закон электромагнитной индукции, правило Ленца, индуктивность.

Задачи на переменный электрический ток: характеристики переменного электрического тока, электрические машины, трансформатор.

Конструкторские задачи и задачи на проекты: плоский конденсатор заданной емкости, генераторы различных колебаний, прибор для измерения освещенности, модель передачи электроэнергии и др.

**Форма контроля:** опрос, наблюдение, самостоятельная работа, коллективный анализ (разбор различных способов решения задачи) работ в формате текущего контроля.

### **Тема 3. Тонкие линзы и их свойства (8 ч)**

**Теория (2 часа):** Линзы, свойства и основные характеристики. Построение изображений в линзах. Системы линз. Графический метод решения оптических задач

### **Практика (6 часов)** (Решение задач см. приложение № 8)

Задачи на описание различных свойств электромагнитных волн: скорость, отражение, преломление, интерференция, дифракция, поляризация. Задачи по геометрической оптике: зеркала, оптические схемы. Задачи на определение оптической схемы, содержащейся в «черном ящике»: конструирование, приемы и примеры решения. Групповое и коллективное решение экспериментальных задач с использованием осциллографа, звукового генератора, трансформатора, комплекта приборов для изучения свойств электромагнитных волн, электроизмерительных приборов.

**Форма контроля:** опрос, наблюдение, самостоятельная работа, коллективный анализ (разбор различных способов решения задачи) работ в формате текущего контроля. Итоговый контроль по изученному курсу в форме зачёта.

### **Тема 4. Участие в физических олимпиадах различного уровня.(5 ч)**

Участие в школьном, муниципальном турах физической олимпиады. Участие в дистанционных и интернет – олимпиадах по физике (консультации и разбор заданий).

**Практика (5 часа)** Разбор методов решения олимпиадных задач.

**Форма контроля:** Соревнование. Коллективный анализ работ.

## 1.4 Планируемые результаты

Возраст обучающихся	Планируемые результаты		
	Личностные (воспитательные)	Метапредметные (развивающие)	Предметные (обучающие)
<b>1 год обучения</b>			
15-16 лет	Сформированы представления о единстве и целостности окружающего мира, возможности его познаваемости и объяснимости на основе достижений науки.	Сформировано умение воспринимать, перерабатывать и представлять информацию в словесной, образной, символической формах, анализировать и	Сформированы первоначальные представления о закономерной связи и познания природы, об объективности научного знания;

	<p>Научились видеть противоречивость и незавершённость своих взглядов на мир, возможность их изменения;</p> <p>Используют свои взгляды на мир для объяснения различных ситуаций, решения возникающих проблем и извлечения жизненных уроков;</p> <p>Приобрели опыт участия в делах, приносящих пользу людям;</p> <p>Оценивают жизненные ситуации с точки зрения безопасного образа жизни и сохранения здоровья;</p> <p>Воспитана убежденность в необходимости разумного использования достижений науки и технологий для дальнейшего развития человеческого общества, уважения к творцам науки и техники; отношения к физике как к элементу общечеловеческой культуры.</p>	<p>перерабатывать полученную информацию в соответствии с поставленными задачами;</p> <p>Развит интерес к самостоятельному приобретению новых знаний в соответствии с жизненными потребностями и интересами;</p> <p>Сформированы умения работать в группе с выполнением различных социальных ролей, представлять и отстаивать свои взгляды и убеждения, вести дискуссию</p>	<p>Освоены основные идеи механики, атомно – молекулярного учения о строения вещества, элементов электродинамики;</p> <p>Развито умение анализировать физическое явление, выделять основное содержание прочитанного текста, находить в нём ответы на поставленные вопросы, проговаривать вслух решение, анализировать полученный ответ;</p> <p>Развито умение классифицировать предложенную задачу и составлять простейшие задачи;</p> <p>Развита физическая интуиция, умение последовательно выполнять этапы решения задачи средней трудности и выбирать рациональный способ решения задачи;</p> <p>Расширены знания об основных алгоритмах решения задач, различных методах и приемах решения задач; освоены нестандартные методы, приёмы и технологии решения физических задач.</p>
--	--	--	---

Планируемые результаты
------------------------

Возраст обучающихся	Личностные (воспитательные)	Метапредметные (развивающие)	Предметные (обучающие)
<b>2 год обучения</b>			
16 - 17 лет	<p>Научились использовать свои интересы для выбора индивидуальной образовательной траектории, потенциальной будущей профессии и соответствующего профильного образования;</p> <p>освоили приемы построения собственного мировоззрения: выработать свои собственные ответы на основные жизненные вопросы, которые ставит личный жизненный опыт;</p> <p>сформированы умения по выбору стиля поведения, привычек, обеспечивающих безопасный образ жизни и сохранение своего здоровья, а также близких людей и окружающих</p>	<p>Приобретён опыт самостоятельного поиска, анализа и отбора информации с использованием различных источников и новых информационных технологий для решения поставленных задач;</p> <p>освоены приёмы действий в нестандартных ситуациях;</p> <p>овладели эвристическими методами решения проблем;</p> <p>сформировано осознанное определение профиля дальнейшего обучения или профессиональной деятельности;</p>	<p>Сформированы представления о системообразующей роли физики для развития других естественных наук, техники и технологии;</p> <p>освоены основные элементы электродинамики и квантовой физики;</p> <p>развивато умение решать комбинированные задачи;</p> <p>приобретён опыт применения различных методов (аналитического, графического, экспериментального) и определенной техники решения физических задач в соответствии с возрастающими требованиями современного уровня физического образования , а также методов самоконтроля и самооценки</p>

## Раздел № 2 Комплекс организационно-педагогических условий

### 2.1. Календарный учебный график.

№ п/п	Месяц	Число	Время проведения занятия	Форма занятия	Количество часов	Тема занятия	Место проведения	Форма контроля
<b>1 год обучения</b>								
1	сентябрь			Мини лекция, практикум решения задач	2	Равномерное движение. Относительность движения	МБОУ «Гимназия №17» г. Петушки Кабинет 33	<b>Тестирование</b> (входной контроль для определения уровня теоретической подготовки и степени сформированности практических умений и навыков учащихся) <b>Самостоятельная работа и коллективный анализ работ</b> (разбор различных способов решения задачи) в формате текущего контроля
2	Сентябрь - октябрь			практикум решения задач	3	Равноускоренное движение	МБОУ «Гимназия №17» г. Петушки Кабинет 33	<b>Самостоятельная работа и коллективный анализ работ</b> (разбор различных способов решения задачи) в формате текущего контроля

3	октябрь			практикум решения задач	2	Равномерное движение по окружности	МБОУ «Гимназия №17» г. Петушки Кабинет 33	<b>Самостоятельная работа и коллективный анализ работ</b> (разбор различных способов решения задачи) в формате текущего контроля
4	октябрь			Разбор решения олимпиадных задач	1	школьный тур физической олимпиады		<b>Соревнование (олимпиада)</b>
5	Октябрь - ноябрь			Мини лекция, практикум решения задач	5	Динамика материальной точки	МБОУ «Гимназия №17» г. Петушки Кабинет 33	<b>Самостоятельная работа и коллективный анализ работ</b> (разбор различных способов решения задачи) в формате текущего контроля
6	ноябрь			практикум решения задач	2	Закон сохранения импульса	МБОУ «Гимназия №17» г. Петушки Кабинет 33	<b>Самостоятельная работа и коллективный анализ работ</b> (разбор различных способов решения задачи) в формате текущего контроля
7	Ноябрь - Октябрь			Разбор решения олимпиадных задач	1	Муниципальный тур физической олимпиады		<b>Соревнование (олимпиада)</b>
8	Декабрь			практикум решения задач	3	Закон сохранения энергии	МБОУ «Гимназия №17» г. Петушки Кабинет 33	<b>Самостоятельная работа и коллективный анализ работ</b> (разбор различных способов решения задачи) в формате текущего контроля. Промежуточный контроль по теме «Механика»

9	Январь-февраль			Мини лекция, практикум решения задач	4	Основы МКТ, основное уравнение МКТ. Уравнение состояния идеального газа. Газовые законы	МБОУ «Гимназия №17» г. Петушки Кабинет 33	<b>Собеседование</b> (определение уровня теоретической подготовки и степени сформированности практических умений и навыков учащихся по данному разделу) <b>Самостоятельная работа и коллективный анализ работ</b> (разбор различных способов решения задачи) в формате текущего контроля
10	Февраль-март			практикум решения задач	4	Влажность воздуха. Циклы и тепловые машины	МБОУ «Гимназия №17» г. Петушки Кабинет 33	<b>Самостоятельная работа и коллективный анализ работ</b> (разбор различных способов решения задачи) в формате текущего контроля. Промежуточный контроль по теме «Молекулярная физика»
11	Март – апрель			практикум решения задач	6	Методы расчёта разветвленных цепей постоянного тока	МБОУ «Гимназия №17» г. Петушки Кабинет 33	<b>Собеседование</b> (определение уровня теоретической подготовки и степени сформированности практических умений и навыков учащихся по данному разделу)  <b>Самостоятельная работа и коллективный анализ работ</b> (разбор различных способов решения задачи) в формате текущего контроля
12	Май			Разбор решения олимпиадных задач	1	Дистанционные и интернет олимпиады		

2 год обучения								
1	сентябрь			практикум решения задач	4	Движение частиц в электростатическом поле	МБОУ «Гимназия №17» г. Петушки Кабинет 33	<b>Самостоятельная работа и коллективный анализ работ</b> (разбор различных способов решения задачи) в формате текущего контроля
2	октябрь			практикум решения задач	3	Движение частиц в заряженных плоскостях	МБОУ «Гимназия №17» г. Петушки Кабинет 33	<b>Самостоятельная работа и коллективный анализ работ</b> (разбор различных способов решения задачи) в формате текущего контроля
3	октябрь			Разбор решения олимпиадных задач	1	школьный тур физической олимпиады		<b>Соревнование (олимпиада)</b>
4	Октябрь - ноябрь			практикум решения задач	3	Проводники. Свойства проводников	МБОУ «Гимназия №17» г. Петушки Кабинет 33	<b>Самостоятельная работа и коллективный анализ работ</b> (разбор различных способов решения задачи) в формате текущего контроля. Промежуточный контроль по теме «Электростатика. Законы постоянного тока».
5	Ноябрь - декабрь			Разбор решения олимпиадных задач	2	муниципальный тур физической олимпиады		<b>Соревнование (олимпиада)</b>
6	Ноябрь - декабрь			Мини лекция, практикум решения задач	4	Явление электромагнитной индукции. Закон электромагнитной индукции. Самоиндукция.	МБОУ «Гимназия №17» г. Петушки Кабинет 33	<b>Собеседование</b> (определение уровня теоретической подготовки и степени сформированности практических умений и



								навыков учащихся по данному разделу)  <b>Самостоятельная работа и коллективный анализ работ</b> (разбор различных способов решения задачи) в формате текущего контроля
7	Декабрь - январь			практикум решения задач	4	Электромагнитные колебания. Превращение энергии при электромагнитных колебаниях	МБОУ «Гимназия №17» г. Петушки Кабинет 33	<b>Самостоятельная работа и коллективный анализ работ</b> (разбор различных способов решения задачи) в формате текущего контроля
8	февраль			практикум решения задач	3	Переходные процессы RLC в цепях	МБОУ «Гимназия №17» г. Петушки Кабинет 33	<b>Самостоятельная работа и коллективный анализ работ</b> (разбор различных способов решения задачи) в формате текущего контроля
9	Март			практикум решения задач	4	Линзы. Виды линз. Основные характеристики линз. Построение изображений в линзах.	МБОУ «Гимназия №17» г. Петушки Кабинет 33	<b>Самостоятельная работа и коллективный анализ работ</b> (разбор различных способов решения задачи) в формате текущего контроля
10	Апрель - Март			практикум решения задач	4	Увеличение линзы. Формула тонкой линзы. Графический способ решения задач по оптике	МБОУ «Гимназия №17» г. Петушки Кабинет 33	<b>Самостоятельная работа и коллективный анализ работ</b> (разбор различных способов решения задачи) в формате текущего контроля.  Итоговый контроль по изученному курсу в форме зачета.

11	Май			Разбор решения олимпиадных задач	2	Дистанционные и интернет – олимпиады		Соревнование. Коллективный анализ работ
----	-----	--	--	----------------------------------	---	--------------------------------------	--	--

## 2.2. Условия реализации программы:

### 2.2.1. Материально-техническое обеспечение

Программа реализуется в кабинете, соответствующем нормам СанПиН (кабинет центра «Точка роста»)

- интерактивный комплекс - 1,
- компьютеры с выходом в интернет – 28 .
- цифровые лаборатории центра «Точка роста» - 3

### 2.2.2. Информационное обеспечение

- мультимедийные обучающие программы и электронные учебные издания по основным разделам курса физики:
  - <https://videouroki.net/video/1-obshchiie-mietody-rieshieniia-fizichieskikh-zadach.html>;
  - <https://videouroki.net/video/2-osn-formuly-i-mietod-riekomiendatsii-po-rieshieniiu-zadach-na-kiniematiku-mt.html>;
  - <https://videouroki.net/video/10-mietody-rieshieniia-fizichieskikh-zadach-po-dinamikie.html>;
  - <https://videouroki.net/video/18-osnovnyie-formuly-i-mietodichieskiie-riekomiendatsii-po-rieshieniiu-zadach-na-zakony-sokhranieniia-v-miekhanikie.html>;
  - <https://videouroki.net/video/2-massa-i-razmiery-moliekul-kolichiestvo-vieshchiestva.html>;
  - <https://videouroki.net/video/6-osnovnyie-formuly-i-mietodichieskiie-riekomiendatsii-po-rieshieniiu-zadach-na-osnovy-tiermodinamiki.html>;
  - <https://videouroki.net/video/16-osnovnyie-formuly-i-mietodichieskiie-riekomiendatsii-po-rieshieniiu-zadach-na-zakony-ghieometricheskoi-optiki.html> и др.
- электронная библиотека кабинета физики, содержащего ссылки на различные интернет – источники (см. пункт *Цифровые образовательные ресурсы*);
- электронная база данных для создания тематических и итоговых разноуровневых тренировочных и проверочных материалов для организации фронтальной и индивидуальной работы (<https://cloud.mail.ru/public/X1L2/JLi62YFaH> ).

### 2.2.3. Кадровое обеспечение

Дополнительную образовательную программу реализует педагог дополнительного образования, высшей квалификационной категории (курсовая подготовка по теме «Российские цифровые инструменты и сервисы в деятельности современного педагога дополнительного образования детей» пройдена в 28.02 – 10.04.23 г.)

## 2.3. Формы аттестации

Оценка образовательных результатов учащихся по дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе носит вариативный характер. Процесс обучения, предусматривает репродуктивную проверку усвоения необходимого минимума полученной информации (основных терминов, понятий, физических законов и т.д.) в виде тестовых заданий, турниров по решению задач повышенной сложности, проверку выработанных умений через участие обучающихся в физических олимпиадах различного уровня. Достижения учащихся могут быть оценены и посредством защиты творческой работы (разработка собственных творческих заданий и задач по определенной теме). По окончании курса проводится повторная диагностика развития интеллектуального потенциала каждого ребёнка в форме зачёта для выявления эффективности реализации программы

#### **2.4. Оценочные материалы.**

Приложения 1-7

#### **2.5. Методические материалы**

Методы обучения: словесный, наглядный, практический; объяснительно-иллюстративный; репродуктивный; частично-поисковый, исследовательский; проблемный; активные и интерактивные методы обучения.

Методы воспитания: убеждение, поощрение, упражнение, соревнования, поручения, практического задания и др.

При реализации программы предполагается использование элементов следующих педагогических технологий:

- Личностно-ориентированное развивающее обучение;
- Проблемное обучение;
- Разноуровневое обучение.

#### **2.6. Список литературы**

##### **2.6.1. Материалы для обучающихся:**

1. Московская олимпиада школьников по физике. <http://mosphys.olimpiada.ru/>
2. Санкт-Петербургские олимпиады по физике. <https://physolymp.spb.ru/>
3. Белорусские физические олимпиады. <http://www.belpho.org/>
4. Расписание выездных школ, где проводятся занятия по подготовке к олимпиадам
5. Международные физические олимпиады. <https://www.jyu.fi/iphо>
6. Азиатские физические олимпиады. <https://apho.phy.ntnu.edu.tw>

##### **2.6.2. Материалы для педагогов:**

1. Всероссийские олимпиады по физике 1992-2004 г.г. под ред.С.М. Козела, В.П. Слободянина, Москва, Вербум – М, 2005 г.
2. Физика в задачах Г.В. Меледин, Москва, Наука, 1989 г.
3. Сборник задач по физике. С.М. Козел, Э.И. Рашба, С.А. Славатинский, Москва, Наука, 1978 г.
4. Задачи по физике и методы их решения. В.А. Балаш, Москва, Просвещение, 1983 г.

5. Вениг С.Б., Куликов М.Н., Шевцов В.Н. Олимпиадные задачи по физике. - М.: Вентана-Граф, 2005
6. Вайзер Г.А. Формирование у школьников способов самостоятельной работы над задачей. – М: Российская академия образования - психологический институт. , 2000 г.
7. Горлова Л.А.. Нетрадиционные уроки, внеурочные мероприятия. Москва «Вако» 2006
8. Елькин В.И. Необычные учебные материалы по физике. М. «Школа-Пресс», 2020

### **Цифровые образовательные ресурсы**

1. [www.foxford.ru](http://www.foxford.ru);
2. <http://fizportal.ru/>
3. <http://www.naukamira.ru/>
4. Виртуальный методический кабинет учителя физики и астрономии. <http://www.gomulina.orc.ru>
5. Заочная физико-техническая школа при МФТИ. <http://www.school.mipt.ru>
6. Краткий справочник по физике. <http://www.physics.vir.ru>
7. Мир физики: физический эксперимент. <http://www.demo.home.nov.ru>.
8. Сервер кафедры общей физики физфака МГУ: физический практикум и демонстрации. <http://www.genphys.phys.msu.ru>.

**Занятие по теме «Равноускоренное движение»  
курсов повышения квалификации "Углубленная и олимпиадная подготовка  
учащихся 8 - 11 классов по физике" (Центр онлайн-обучения "Фоксфорд", август  
2015 г.)**

**Преподаватель: Пенкин М.А.**

**(условия задач, обсуждаемые на занятии и для самостоятельной работы)**

Задача 1. (координатный и векторный способы решение одной и той же задачи)

Точечное тело (например, камушек) кинули под углом к горизонту. Тело приземлилось через время равное  $t$ . Необходимо найти дальность полёта.

Задача 2. Стробоскопическая фотография

Есть стробоскоп, который делает фотографию вида сбоку движения тела. Представим себе, что тело (например, камушек) бросают под углом к горизонту и с помощью стробоскопа и фотоаппарата снимают сбоку это вид движения через равные промежутки времени. Далее эти фотографии накладывают друг на друга и в результате получают изображение, допустим 4 – х положений этого тела. Но в результате того, что пролили кофе на полученную картинку (или выцвели краски), не стало видно четвертое положение тела. Восстановите, с помощью циркуля и линейки, четвёртое положение тела, зная три предыдущих положения тела, если время между ними одинаково и равно времени вспышки стробоскопа.

Задача 3.

С поверхности земли под углом  $\alpha$  к горизонту бросают камень через  $t$  секунд он падает на поверхность холма. Известно, что скорость в момент падения перпендикулярна начальной скорости. Чему равно расстояние между точками броска и приземления.

Задача 4

Берём камень (или ручку, или любое точечное тело) и бросаем под углом к горизонту. Под каким углом надо бросить, чтобы дальность была максимальна? Считается, что высота, с которой бросают тело известно, начальная скорость броска известна. Соппротивление воздуха отсутствует

Как показывает опыт, многие дети отвечают  $45^\circ$ . Но это не всегда так, такое возможно только в двух случаях:

- если тело падает на один горизонтальный уровень с тем, с которого его бросили относительно земли.
- во – вторых та точка с которой его бросали должна быть неподвижна (например если снаряд выстреливают из пушки, и она при этом откатывается, то условие уже не выполнимо, т.е. пушку надо закрепить).

Задача 5

В точке над горизонтальной поверхностью бросают два камешка с разными начальными скоростями. Известно, что скорости направлены в разные стороны, и они являются горизонтальными. Пусть первая начальная скорость равна 4 м/с, а вторая начальная скорость равна 9 м/с. Через какое время векторы скоростей этих камешков будут перпендикулярны друг другу?

#### Задача 6

На горизонтальной поверхности стоит неподвижная пушка (например, её колёса закрепили). Пушка стреляет ядром под углом  $\alpha$  к горизонту с начальной скоростью  $V_0$ . Не дожидаясь, когда приземлится первое ядро, пушка, стреляет точно также, выпуская второе ядро с такой же начальной скоростью под тем же углом к горизонту. Чему равно минимальное расстояние между ядрами пока они находятся в полёте, если известно, что второй выстрел после первого произошёл через время  $\tau$ ?

#### Задача 7. Олимпиада МФТИ 1997 г.

Два камня брошены из одной точки над поверхностью земли противоположно, причём один вверх, а другой вниз с одинаковыми начальными скоростями. Известно, что они упали на землю с интервалом времени  $\tau$ . С какой скоростью их бросили?

#### Задача 8 (МФТИ 1981 г.)

За последнюю секунду свободно падающее тело пролетело  $\frac{3}{4}$  всего пути. Сколько времени падало тело?  
(Ответ 2 с.)

#### Задача 9.

Два камня бросают одновременно из одной точки с одинаковыми начальными скоростями, но под разными углами  $\alpha$  и  $\beta$ . Чему равно расстояние между камнями спустя  $\tau$  секунд?

#### Задача 10.

Шарик движется по горизонтальной поверхности со скоростью  $V_0$ . И затем он попадает в глубокую яму стенки, которой гладкие и имеют форму прямоугольного параллелепипеда. Параметры ямы известны: длина ямы  $L$ , а высота  $H$ . Сколько раз шарик соударится со стенками этой ямы, прежде чем упасть на дно этой ямы, если считать все удары абсолютно упругие?

#### Задача 11. (олимпиада Новосибирского ГУ). Загадочный отскок.

Представить себе горизонтальную поверхность и стенку, на которую с некоторой начальной скоростью и под углом к горизонту бросают тело. Тело упруго отскакивает от стенки через время  $t_1$ , а затем через время  $t_2$  падает на горизонтальную поверхность. На какой высоте произойдёт удар?

Или другая формулировка.

С горизонтальной поверхности земли под некоторым углом к горизонту бросают мячик. Через 1 секунду он ударяется о вертикальную стенку и отскакивает от неё, а через 1,4 с он упал на землю. На какой высоте над поверхностью находилась точка, в которой произошёл удар?

#### Задача 12.

Автомобиль, двигаясь по горизонтальной поверхности тормозит вплоть до полной остановки. Известно время торможения равно 4 с, а тормозной путь составляет 20 м. Чему равна скорость в середине тормозного пути?

### Задача 13 шаланда

Лодку массой 100 кг тянули за верёвку по озеру с постоянной скоростью  $V_0$  равной 1 м/с. В некоторый момент времени верёвка обрывается. Какой путь пройдёт лодка с этого момента вплоть до остановки, если известно, что сила сопротивления зависит от скорости и от ускорения. Здесь  $\alpha$  и  $\beta$  какие известные постоянные.

### Задача 14 лежащий полицейский

Проехав лежащего полицейского со скоростью 5 км/ч, автомобиль, двигаясь далее прямолинейно по горизонтальной дороге, увеличивает свою скорость таким образом, что сила тяги оказывается пропорциональна скорости автомобиля. На расстоянии 30 м от полицейского автомобиль достиг скорости 20 км/ч, а на каком расстоянии от этого полицейского скорость автомобиля станет 30 км/ч?

### Задача Пенкина

Тело, брошенное под углом к горизонту, если учитывать силу сопротивления пропорциональную скорости движения, то тело достигает наивысшей точки подъёма на  $\tau$  секунд раньше, чем при движении этого же тела без силы сопротивления. В задаче известны  $k$  – коэффициент пропорциональности, время  $\tau$  и масса тела  $m$ . Найдите максимальную высоту подъёма в случае действия силы сопротивления воздуха.

### Задача о воздушном шарике

Воздушный шарик отпускают без начальной скорости, и он начинает подниматься над поверхностью Земли. Его ускорение линейно уменьшается с высотой от начального значения  $a_0$  до нуля на высоте  $H$ . Какую скорость приобретёт шар, достигнув высоты  $H$ ? Какая скорость будет у шара на половине этой высоты? За какое время шар поднимется на высоту  $H$ ?

**Занятие по теме «Кинематические связи»  
курсов повышения квалификации "Углубленная и олимпиадная подготовка  
учащихся 8 - 11 классов по физике" (Центр онлайн-обучения "Фоксфорд", август  
2015 г.)**

**Преподаватель: Гуденко А.В.**

**(условия задач, обсуждаемые на занятии и для самостоятельной работы).**

1. Может ли спортсмен на водных лыжах двигаться быстрее катера. Катер, движущийся со скоростью 28 км/ч, буксирует спортсмена на водных лыжах. Трос, за который держится спортсмен, составляет с направлением движения катера угол равный 135 градусов, а угол между тросом и направлением скорости движения спортсмена 60 градусов. Каков модуль скорости спортсмена в этот момент?
2. Подъём груза: скорость и ускорение. Рабочие, поднимающие груз, тянут канаты с одинаковыми скоростями  $v$ . Какую скорость  $u$  и ускорение  $a$  имеет груз в момент, когда угол между канатами, к которым он прикреплен, равен  $2\alpha$ ?
3. Лодка: скорость и ускорение. Плот подтягивают к крутому берегу высотой 3 м с помощью верёвки, выбирая её со скоростью 60 см/с. С какой скоростью двигался плот в тот момент, когда верёвка составляла с горизонтом угол 60 градусов. Найдите ускорение плота в этот момент.



4. Сколько оборотов сделает монета, обернувшись без проскальзывания вокруг другой монеты того же достоинства?
5. Бусинка может двигаться по кольцу радиуса  $R$ , подталкиваемая спицей, равномерно вращающееся в плоскости кольца с  $\omega_0$  вокруг т.О, расположенной на ободке колеса. Какова скорость и ускорение бусинки?
6. Катушку тянут со скоростью  $V_0$ , а катушка по столу и нить по катушке не проскальзывают. Малый радиус катушки  $r$ , большой  $R$ , нить горизонтальна,  $V_0$  направлена вдоль нити. Найти угловую скорость катушки и скорость её центра.
7. На клине с углом  $\alpha$  лежит брусок, прикрепленный нитью, переброшенной через блок к стенке. Блок закреплен на клине. Клин начинает удаляться от стены с ускорением  $a$ . С каким ускорением скользит брусок по блоку?
8. Палочку длиной  $\ell$  прислонили к стене, и она начала соскальзывать. Выяснить, как связаны скорости нижнего и верхнего концов палки. Считайте, что в процессе движения палка скользит, не отрываясь от стены и пола. Чему равна и как направлена скорость  $V$  середины палки в тот момент, когда палка образует угол  $\varphi$  с горизонтом, а скорость её нижнего конца равна  $V_0$ ?
9. *Неправильная передача: цилиндр скользит по диску.*  
 Длинный цилиндр радиуса  $R_1$ , вращающийся вокруг своей оси с угловой скоростью  $\omega_1$ , прижимается к диску радиуса  $R_2$ , свободно вращающегося на оси. Линия касания диска и цилиндра совпадает с радиусом диска. Найти угловую скорость  $\omega_2$  вращения диска.
10. *Люстра на трёх канатах*  
 Люстра подвешена на трёх канатах: одном вертикальном, радиусом  $r_1$  и двух симметрично наклонных радиусами  $r_2 = r_3 = 8r_1$ . При каком угле  $\alpha$  натяжение крайних канатов максимально?

Занятие по теме «Законы сохранения в механике»  
 курсов повышения квалификации "Углубленная и олимпиадная подготовка  
 учащихся 8 - 11 классов по физике" (Центр онлайн-обучения "Фоксфорд", август  
 2015 г.)

Преподаватель: Гуденко А.В.

(условия задач, обсуждаемые на занятии и для самостоятельной работы).

1. (Про рыбака и лодку-1) Человек массой  $m = 70$  кг находится на корме лодки, находящейся в озере. Длина лодки  $l = 5$  м и масса её  $M = 280$  кг. Человек переходит на нос лодки. На какое расстояние человек и лодка передвинется относительно дна? (ответ 1 м)
2. (Про рыбаков и лодку-2) Лодка неподвижно стоит на озере. На корме и на носу на расстоянии  $l = 5$  м друг от друга сидят рыболовы. Масса лодки  $M = 50$  кг, массы рыболовов  $m_1 = 90$  кг и  $m_2 = 60$  кг. Рыболовы меняются местами. На сколько переместится при этом лодка? Сопротивлением воды пренебречь. (ответ 0,75 м)
3. (Про рыбака и лодку-3) Человек массой  $m = 70$  кг находится на корме лодки, находящейся в озере. Длина лодки  $l = 5$  м и масса её  $M = 280$  кг. Человек переходит на нос лодки. На какое расстояние человек и лодка передвинется относительно дна к моменту прекращения их движения, если сила сопротивления воды пропорциональна скорости лодки?
4. С какой скоростью отскочит мяч  $m$  от бампера, движущегося со скоростью  $v$  автомобиля. Как при этом изменится кинетическая энергия автомобиля? Оцените максимальную силу удара.
5. Шар, движущийся со скоростью 10 м/с сталкивается с массивной плитой массой  $M$  и
6. (Футбольный мяч) С какой средней силой мяч действует на стенку? Масса мяча  $m = 400$  г, диаметр  $d = 30$  см; скорость мяча  $v_0 = 15$  м/с. (Ответ 2800 Н)
7. **Лобовой удар.** Шар массой  $m$  сталкивается с неподвижным шаром массой  $M$ . Какова скорость шаров после их столкновения?
8. На какую максимальную высоту  $h$  заберётся шайба массой  $m$ , движущаяся со скоростью  $v_0$  на незакреплённую горку массой  $M$ ?
9. Какой должна быть скорость шайбы, чтобы она смогла подняться на высоту  $h_0$  равную высоте самой незакрепленной горки?(см. задачу 8).
10. **Максимальный угол рассеяния.** Два шарика с массами  $m$  и  $M = 2m$  движутся навстречу друг другу с одинаковыми скоростями. После упругого столкновения тяжёлый шарик отклоняется на максимально возможный угол при таком столкновении. Найти этот угол.
11. **Рассеяние частиц.** Две частицы с массами  $m$  и  $M$  ( $M > m$ ) движутся навстречу друг другу вдоль прямой с одинаковыми скоростями. После упругого столкновения тяжёлая частица отклоняется от своего первоначального направления движения на угол  $\alpha = 30^\circ$  в лабораторной системе или на угол  $\beta = 60^\circ$  в СЦМ. Найти отношение  $M/m$ .
12. **Бозон Хиггса (Higgs decay)** В экспериментах 2011 – 2012 гг. на Большом адронном коллайдере (ЦЕРН, Женева) в протон-протонных столкновениях была открыта частица, напоминающая по своим свойствам на Бозон Хиггса, предсказанный в 1964 году. В соответствии с выводами Стандартной модели был обнаружен распад бозона Хиггса на два фотона, причём энергии этих фотонов оказались равными  $E_1 = 70$  ГэВ и  $E_2 = 92$  ГэВ. Угол разлёта фотонов составил  $\alpha = 103^\circ$ . Найти массу бозона Хиггса.
13. **Торнео** Основным элементом кистевого тренажера «Торнео» является цилиндрический маховичок, жестко посаженный на ось, которая может скользить с трением в круговом желобе, расположенном по экватору внутренней поверхности сферического корпуса. Предварительно раскрученный маховичок затем разгоняется до высоких оборотов

за счет создания кистью руки приложенного к корпусу крутящего момента пары сил  $F$ . Оцените, до какой максимальной частоты вращения можно раскрутить маховичок, если сила  $F \leq 30 \text{ Н}$ . Диаметр маховичка  $D = 3 \text{ см}$ , масса  $m = 200 \text{ г}$ , радиус оси маховичка  $r = 1 \text{ мм}$ , ее длина (диаметр желоба)  $l = 5 \text{ см}$ .

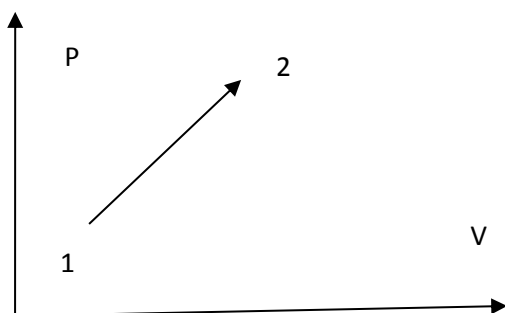
**Занятие по теме «Газовые законы. Термодинамика»  
курсов повышения квалификации "Углубленная и олимпиадная подготовка  
учащихся 8 - 11 классов по физике" (Центр онлайн-обучения "Фоксфорд", август  
2015 г.)**

**Преподаватель: Чивелёв В.И**

(условия задач, обсуждаемые на занятии и для самостоятельной работы).

Задача 1.

1,5 моля идеального газа переходит из состояния 1 в состояние 2 (см рисунок). Найдите работу газа, если температура газа изменилась с  $300^0\text{ К}$  до  $500^0\text{ К}$ . (Ответ 1,25 кДж).



Задача 2

Дан азот, масса которого равна 0,1 кг. Молярная теплоёмкость газа равна  $2R$  при некотором процессе, при этом температура увеличилась на  $30^0\text{ К}$ . Определить удельную теплоёмкость, количество тепла и теплоёмкость вещества. (ответ  $C^{уд} = 0,6\text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$ ,  $C = 59\text{ Дж/К}$ ,  $Q = 1,8 \cdot 10^3\text{ Дж}$ ).

Задача 3

Сосуд с гелием, масса которого 10 г сжимают так, что температура газа увеличивается с  $300^0\text{ К}$  до  $350^0\text{ К}$ . При этом от газа отводят тепло в 100 Дж. Определить теплоёмкость, удельную и молярную теплоёмкости.

Задача 4

Теплоизолированный сосуд разделен перегородкой. В левой части сосуда находится азот, количество вещества, которого  $\nu_1$ , а температура  $T_1$ , а в правой части кислород, количества вещества которого  $\nu_2$  и температура  $T_2$ . Перегородку разрушают, при этом газы перемешиваются. Найти температуру после этого процесса. (ответ  $T = \frac{\nu_1 \cdot T_1 + \nu_2 \cdot T_2}{\nu_1 + \nu_2}$ )

Задача 5 (2007 г. олимпиада физфак МГУ).

В гладком вертикальном цилиндре под подвижным поршнем находится идеальный газ при температуре  $27^0\text{ С}$  и давлении 0,1 МПа, объём газа 3 л. Если изобарно нагреть этот газ до некоторой температуры, то ему необходимо сообщить количество теплоты равное 0,35 Дж. Для изохорного нагревания до той же температуры ему необходимо сообщить количество теплоты равное 0,25 Дж. До какой температуры нагрели газ. Считайте, что нагрев обоих сосудов осуществляется достаточно медленно. (Ответ  $400^0\text{ К}$ ).

Задача 6 (2011 г. МГУ олимпиада «Покори Воробьёвы горы»)

В горизонтально расположенном сосуде с подвижным теплопроводящим поршнем. В начальном состоянии идеальный газ в левой части имеет объём  $V_1$ , температуру  $T_1$ , а в правой части объём –  $V_2$  и температуру  $T_2$ . В процессе установления теплового равновесия поршень начал перемещаться. Когда температура выравнилась в левой части объём газа стал равным  $V_2/2$ . Найти температуру  $T$  в конечном состоянии. Считать, что теплообмена с окружающими телами нет.

(ответ  $T = \sqrt{T_1 \cdot T_2}$ )

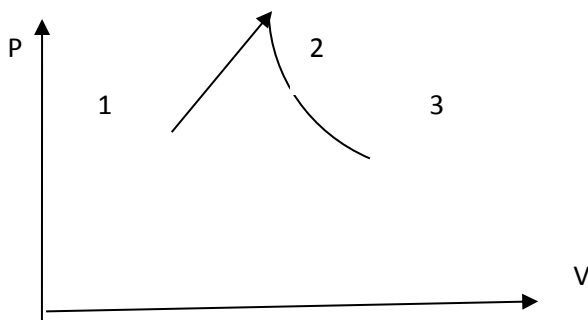
Задача 7 (МФТИ, 1984 г.)

Внутри откачанной до глубокого вакуума установки находится герметический теплоизолированный цилиндрический сосуд. На теплоизолированном поршне стоит гиря. Под поршнем идеальный газ объёмом  $V_1$ . Массы поршня и гири одинаковы и равны  $m$ . Гирию с поршня снимают, тогда газ займёт больший объём  $V_2$ . Найти  $V_2$  в новом положении равновесия.

(ответ  $V_2=1,6V_1$ ).

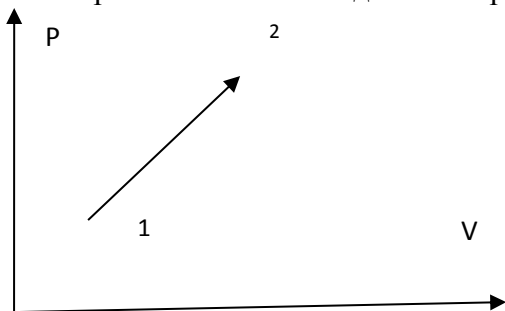
Задача 8

Гелий, расширяясь в процессе  $1 \rightarrow 2$ , где его давление, изменяясь пропорционально, совершает работу  $A$ . Из состояния 2 газ расширяясь переходит в состояние 3, где молярная теплоёмкость постоянна и равна  $C_{23}^m = const = \frac{R}{2}$  (это политропический процесс). Нужно найти  $A_{23}$ , если  $T_1=T_3$ . (ответ  $A_{23}=2A$ ).



Задача 9.

Идеальный одноатомный газ расширяется с линейной зависимостью от объёма, где  $\alpha$  – некоторая константа. Найдите молярную теплоёмкость в этом процессе.



(ответ:  $C^m = 16,6$  Дж/моль К).

**Занятие по теме «Влажность. Циклы и тепловые машины»  
курсов повышения квалификации "Углубленная и олимпиадная подготовка  
учащихся 8 - 11 классов по физике" (Центр онлайн-обучения "Фоксфорд", август  
2015 г.)**

**Преподаватель: Чивелёв В.И**

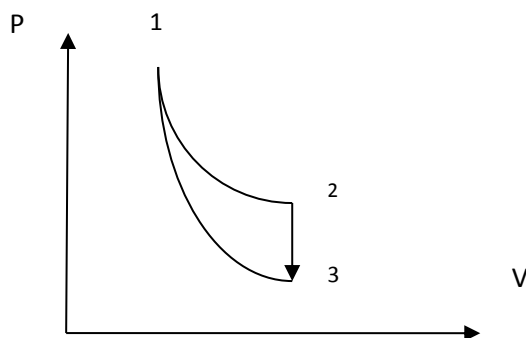
**(условия задач, обсуждаемые на занятии и для самостоятельной работы).**

Задача 1.

Газ совершает цикл Карно и отдает холодильнику 70% теплоты полученной от нагревателя. Температура нагревателя 400<sup>0</sup>К. Найти температуру холодильника. (Ответ 280<sup>0</sup> К)

Задача 2.

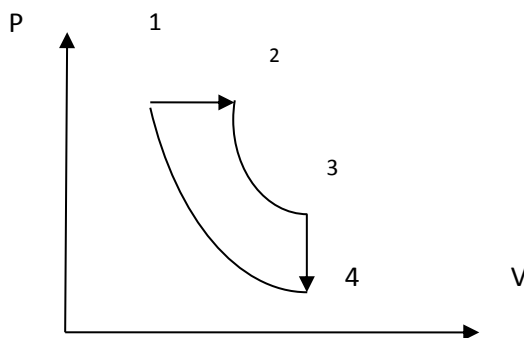
КПД тепловой машины, работающий по циклу, состоящего из изотермы 1-2, изохоры 2-3 и адиабатического процесса 3-1 равен  $\eta$ . Разность минимальной и максимальной температуры равна  $\Delta T$ . Найти работу  $\nu$  молей идеального одноатомного газа в изотермическом процессе 1-2.



(Ответ  $A_{12} = \frac{3\nu R \Delta T}{2(1-\eta)}$ )

Задача 3.

Тепловой двигатель использует в качестве рабочего вещества 1 моль идеального одноатомного газа. Зная, что КПД цикла равен 15%, а минимальная и максимальная температура газа при изохорном процессе равны соответственно  $t_3=t_{\max}=302$  °С и  $t_4=t_{\min}=37$  °С. Найти количество теплоты, полученное газом за цикл.

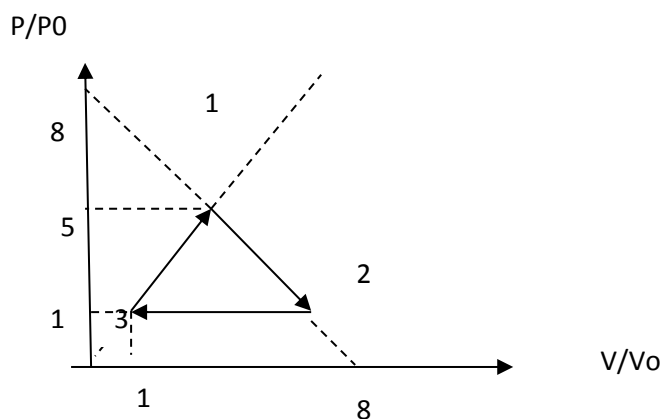


(Ответ  $Q=3886$  Дж).

Задача 4. (Всероссийская олимпиада 1999 г., 11 кл)

Рабочим веществом тепловой машины является  $\nu$  молей идеального одноатомного газа, который совершает замкнутый цикл, состоящий из линейной зависимости давления от объёма на участке 1-2, изобарного процесса 2-3, линейной зависимости давления от объёма на участке 3-1. Начальное давление  $P_0$  и объём  $V_0$ . Найти:

- 1) Объём  $V_3$  и температуру  $T_3$  в точке 3;
- 2) Работу газа за цикл  $A$ ;
- 3) КПД тепловой машины.



Ответ  $V_3 = \frac{3}{5}V_0$ ,  $T_3 = \frac{3 \cdot P_0 \cdot V_0}{5 \cdot \nu \cdot R}$ ,  $A = \frac{64}{5}P_0 \cdot V_0$ ,  $\eta = \frac{8}{23}$

Задача 5.

Воздух имеет температуру  $60^\circ\text{C}$  и абсолютную влажность  $50\text{ г/м}^3$ . Какой будет абсолютная влажность этого воздуха, если температура понизится до  $10^\circ\text{C}$ .  
(Ответ  $9,4\text{ г/м}^3$ ).

Задача 6 (из ЕГЭ).

Два сосуда объёмом  $20\text{ л}$  и  $30\text{ л}$  соединены трубкой с краном содержат влажный воздух при комнатной температуре. Относительная влажность воздуха в первом сосуде  $30\%$ , а во втором сосуде  $40\%$ . Если кран открыть то какой будет относительная влажность воздуха в сосудах, если после установления теплового равновесия считать температуру постоянной.  
(Ответ  $36\%$ ).

Задача 7 (МФТИ 2003 г.)

Влажный воздух с относительной влажностью  $60\%$  находится под поршнем при температуре  $100^\circ\text{C}$ . При изотермическом процессе давление увеличили в  $2$  раза, при этом объём уменьшился в  $2,5$  раза. На стенках цилиндра выпадает роса. Найти начальное давление влажного воздуха в цилиндре. Объёмом выделившейся жидкости пренебречь.  
(Ответ  $10^5\text{ Па}$ ).

Задача 8.

При изотермическом сжатии 10 г водяного пара давление увеличилось в 2 раза. Температура пара была  $373^{\circ}\text{K}$  ( $100^{\circ}\text{C}$ ), а объём пара уменьшился в 3 раза. Найти начальный объём пара.

Задача 9.

В цилиндре под поршнем находится  $\nu$  моль воды и  $\nu$  пара (насыщенный) при некоторой температуре сосуд нагревают при постоянном давлении. Так что в конечном состоянии температура пара увеличивается на  $\Delta T$ . Сколько тепла было подведено к системе жидкость – пар? Молярная теплота испарения жидкости  $\lambda$ . Считать, что внутренняя энергия пара определяется по формуле  $U_{\text{пар}} = \vartheta \cdot 3 \cdot R \cdot T$   $C_v = 3 \cdot R$ .

(Ответ  $Q = \lambda \cdot \nu + (\vartheta_s + \vartheta_n) \cdot 4 \cdot R \cdot \Delta T$ )



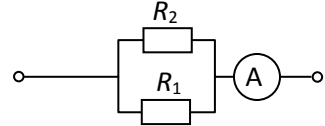
Занятие "Методы расчета разветвленных электрических цепей"  
 курсов повышения квалификации "Углубленная и олимпиадная подготовка  
 учащихся 8 - 11 классов по физике" (Центр онлайн-обучения "Фоксфорд", июль 2015  
 г.)

Преподаватель: Замятин М. Ю.

(условия задач, обсуждаемые на занятии и для самостоятельной работы).

1. Определите силы тока в резисторах  $R_1$  и  $R_2$  в схеме, изображенной на рисунке, если амперметр показывает силу тока  $I_A = 0,8$  А. Известно, что  $R_1 = 3R$ , а  $R_2 = R$ .

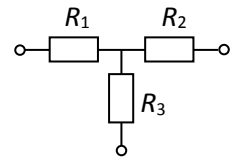
Ответ:  $I_1 = 0,2$  А,  $I_2 = 0,6$  А



2. Найдите напряжение на резисторе  $R_3$  в схеме, изображенной на рисунке, если напряжение на резисторе  $R_1$  равно  $U_1 = 2$  В, а напряжение на резисторе  $R_2$  равно

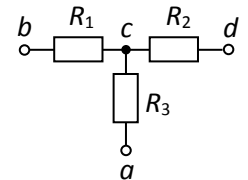
$U_2 = 7$  В. Известно, что  $R_1 = R_3 = R$ ,  $R_2 = 2R$ .

Ответ: 1 вариант —  $U_3 = 1,5$  В, 2 вариант —  $U_3 = 5,5$  В.



2\*. Найдите потенциал точки  $a$  в схеме, изображенной на рисунке, если потенциалы точек  $b$ ,  $c$  и  $d$  равны соответственно  $\varphi_b = 4$  В,  $\varphi_c = 2$  В,  $\varphi_d = 7$  В. Известно, что  $R_1 = R_3 = R$ ,  $R_2 = 2R$ .

Ответ:  $\varphi_a = 2,5$  В



3. Найти силы токов, текущих через сопротивления  $R_1$ ,  $R_2$  и  $R_4$ , в схеме, изображенной на рисунке, если сила тока, текущего через резистор  $R_3$ , равна  $I$ .

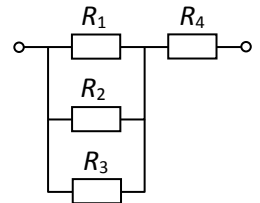
Известно, что  $R_1 = R_2 = R$ ,  $R_3 = R_4 = 2R$ .

Найдите общее сопротивление системы резисторов, изображенной на рисунке.

Ответ:  $I_1 = I_2 = 2I$

$$I_4 = 5I$$

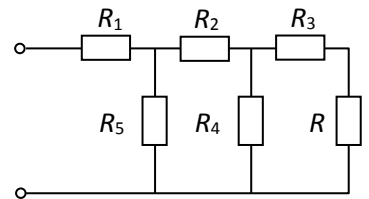
$$R_0 = 2,4R$$



4. Найти силы токов, текущих через сопротивления  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$  и  $R_5$ , в схеме, изображенной на рисунке, если сила тока, текущего через резистор  $R$ , равна  $I$ . Известно, что  $R_1 = R_2 = R_3 = R$ ,  $R_4 = R_5 = 2R$ .

Найдите общее сопротивление системы резисторов, изображенной на рисунке.

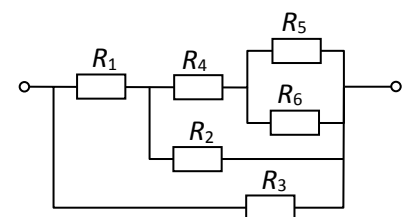
Ответ:  $I_3 = I_4 = I$ ;  $I_2 = I_5 = 2I$ ;  $I_1 = 4I$ ;  $R_0 = 2R$



5. Найти силы токов, текущих через сопротивления  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$  и  $R_5$ , в схеме, изображенной на рисунке, если сила тока, текущего через резистор  $R_6$ , равна  $I$ . Известно, что  $R_1 = R_2 = R_4 = R$ ,  $R_3 = R_5 = R_6 = 2R$ .

Найдите общее сопротивление системы резисторов, изображенной на рисунке.

Ответ:  $I_3 = 5I$ ;  $I_1 = 6I$ ;  $I_2 = 4I$ ;  $I_4 = 2I$ ;  $I_5 = I$ ;  $R_0 = (10/11)R$



6. Вопрос: что показывает амперметр?

**Ответ:** амперметр показывает силу тока, который течет через него.

**7. Вопрос:** что показывает вольтметр?

**Ответ:** вольтметр показывает произведение силы тока, текущего через этот вольтметр, на сопротивление вольтметра.

**8. Вопрос:** чем отличается напряжение от разности потенциалов?

**Ответ:** разность потенциалов — характеристика электрического поля. По определению, разность потенциалов между точками 1 и 2 электрического поля есть отношение работы, которую совершает электрическая сила над пробным зарядом при его перемещении из точки 1 в точку 2, к величине пробного заряда.

Напряжение между точками 1 и 2 в электрической цепи — это отношение суммарной работы электрических и сторонних сил над пробным зарядом при его перемещении из точки 1 в точку 2 к величине пробного заряда.

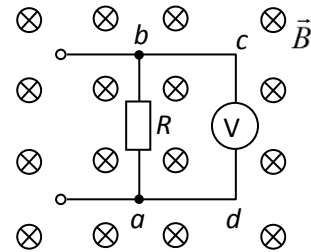
Если на участке 1-2 нет сторонних сил (участок, не содержащий ЭДС) то напряжение на этом участке равно разности потенциалов.

**9.** Изображенный на рисунке фрагмент электрической цепи находится в магнитном поле, индукция которого  $\vec{B}$  изменяется с течением времени.

Какую величину показывает вольтметр?

- 1) разность потенциалов между узлами  $a$  и  $b$ ;
- 2) напряжение на резисторе  $R$ ;
- 3) произведение сопротивления вольтметра на силу тока, текущего через вольтметр;
- 4) разность потенциалов между точками  $c$  и  $d$ .

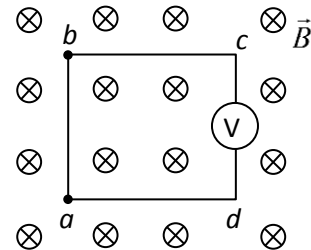
**Ответ:** 3



**9\*.** Изображенный на рисунке проводящий контур  $abcd$  с включенным в него вольтметром находится в однородном магнитном поле, индукция которого  $\vec{B}$  меняется с течением времени ( $t$ ) по закону  $\vec{B} = \vec{B}_0(1 + \alpha t)$ .

Каковы показания вольтметра, если площадь контура равна  $S$ ? Величины  $B_0$  и  $\alpha$  считать известными. Сопротивление проводов мало по сравнению с сопротивлением вольтметра.

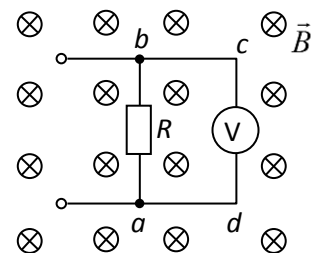
**Ответ:**  $SB_0\alpha$



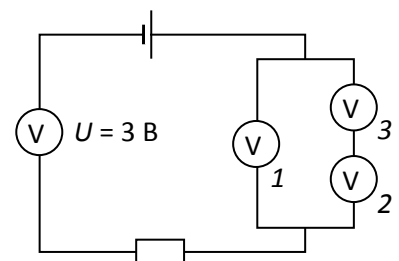
**9\*\*.** Изображенный на рисунке фрагмент электрической цепи находится в однородном магнитном поле, индукция которого  $\vec{B}$  меняется с течением времени ( $t$ ) по закону  $\vec{B} = \vec{B}_0(1 + \alpha t)$ . Каковы показания вольтметра, если сила тока в резисторе  $R$  равна  $I$  и этот ток течет от узла  $a$  к узлу  $b$ ?

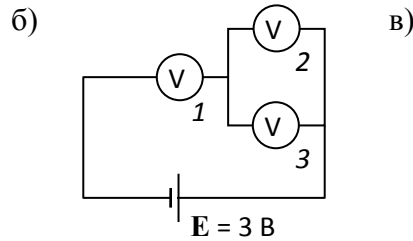
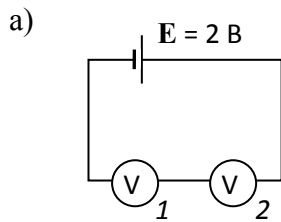
Считать известным площадь  $S$  контура  $abcd$ , а также величины  $I, R, B_0$ ,  $\alpha$ .

**Ответ:**  $IR + SB_0\alpha$



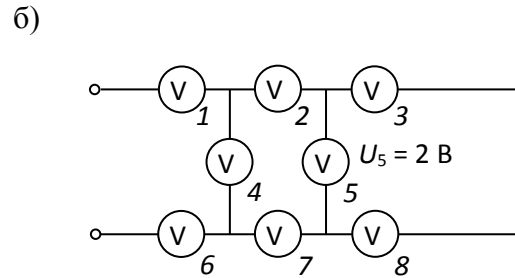
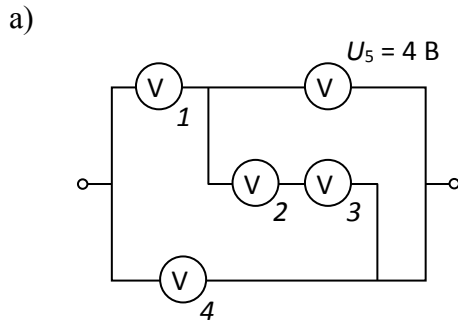
**10.** Найдите показания вольтметров в схеме, изображенной на рисунке, если источник идеальный, а вольтметры одинаковые.





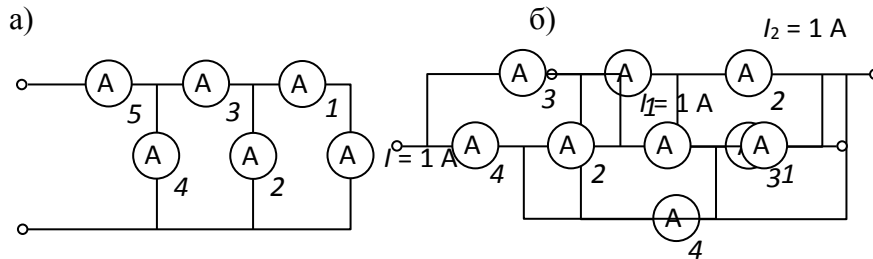
**Ответ:** а)  $U_1 = U_2 = 1 \text{ В}$ ; б)  $U_3 = U_2 = 1 \text{ В}$ ;  $U_1 = 2 \text{ В}$ ; в)  $U_3 = U_2 = 1 \text{ В}$ ;  $U_1 = 2 \text{ В}$ .

**10\*.** В схеме, изображенной на рисунке все вольтметры одинаковы, а показания одного из них известны. Найдите показания остальных вольтметров.



**Ответ:** а)  $U_2 = U_3 = 2 \text{ В}$ ;  $U_1 = 6 \text{ В}$ ;  $U_4 = 10 \text{ В}$ ; б)  $U_3 = U_8 = 1 \text{ В}$ ;  $U_2 = U_7 = 3 \text{ В}$ ;  $U_4 = 8 \text{ В}$ ;  $U_1 = U_6 = 11 \text{ В}$ .

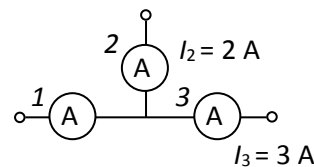
**11.** В схеме, изображенной на рисунке все амперметры одинаковы, а показания одного из них известны. Найдите показания остальных амперметров.



**Ответ:** а)  $I_1 = 1 \text{ А}$ ;  $I_2 = 2 \text{ А}$ ;  $I_3 = 3 \text{ А}$ ;  $I_4 = 5 \text{ А}$ ;  $I_5 = 8 \text{ А}$ ; б)  $I_3 = 1 \text{ А}$ ;  $I_1 = 2 \text{ А}$ ;  $I_4 = 3 \text{ А}$ ; в)  $I_2 = 1 \text{ А}$ ;  $I_3 = 2 \text{ А}$ ;  $I_4 = 3 \text{ А}$ ;  $I_1 = 5 \text{ А}$ .

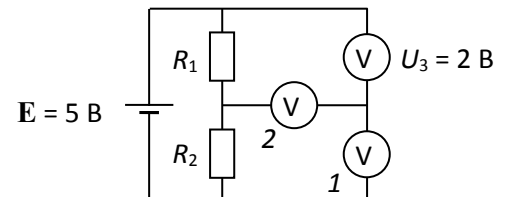
**12.** В схеме, изображенной на рисунке все амперметры одинаковы. Найдите показания амперметра 1, зная показания амперметров 2 и 3.

Ответ: 1 вариант —  $I_1 = 5 \text{ А}$ ; 2 вариант —  $I_1 = 1 \text{ А}$ .

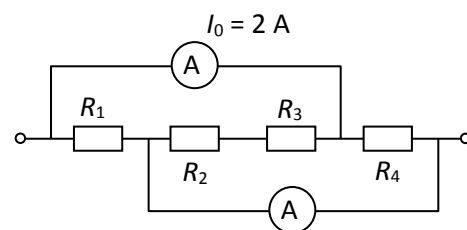


**13.** В схеме, изображенной на рисунке, источник идеальный, а вольтметры одинаковые. Найдите показания вольтметров 1 и 2, если известны ЭДС источника и показания третьего вольтметра.

**Ответ:**  $U_1 = 3 \text{ В}$ ;  
 $U_2 = 1 \text{ В}$ .

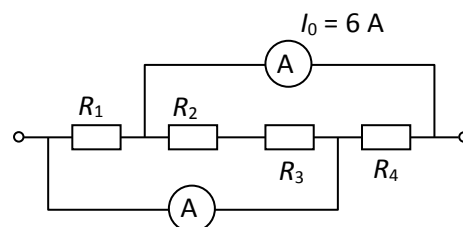


14. В схеме, изображенной на рисунке, амперметры одинаковы и имеют сопротивления пренебрежимо малые по сравнению с резисторами, сопротивления которых равны  $R_1 = R_2 = R_3 = R$ ,  $R_4 = 3R$ . Определите показания нижнего амперметра и силы тока во всех резисторах. Найдите общее сопротивление данной схемы.



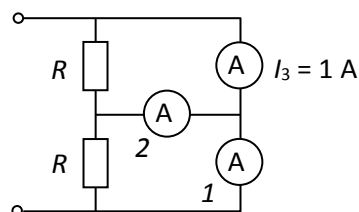
**Ответ:**  $I_1 = 2,4$  А;  $I_2 = I_3 = 1,2$  А;  $I_4 = 0,8$  А;  $I_A = 3,6$  А;  $R_0 = (6/11)R$

14\*. В схеме, изображенной на рисунке, амперметры одинаковы и имеют сопротивления пренебрежимо малые по сравнению с резисторами, сопротивления которых равны  $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R$ . Определите показания нижнего амперметра и силы тока во всех резисторах. Найдите общее сопротивление данной схемы.



**Ответ:**  $I_1 = I_4 = 4$  А;  $I_2 = I_3 = 2$  А;  $I_A = 6$  А;  $R_0 = 0,4R$

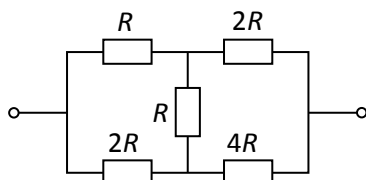
15. В схеме, изображенной на рисунке все амперметры одинаковы, а показания одного из них известны. Найдите показания остальных амперметров.



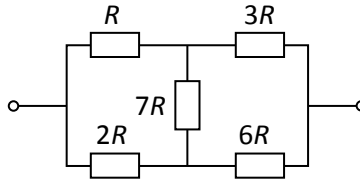
**Ответ:**  $I_1 = 1$  А;  $I_2 = 0$ .

16. Найдите общее сопротивление системы резисторов, изображенной на рисунке

а)

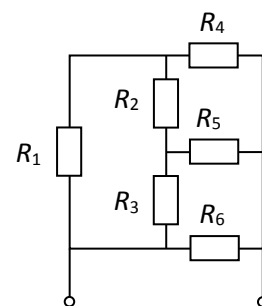


б)

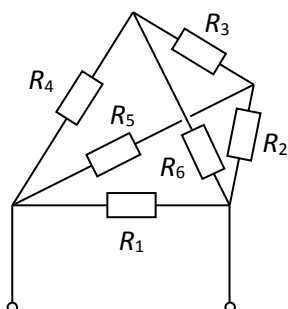


**Ответ:** а)  $R_0 = 2R$ ; б)  $R_0 = (8/3)R$ .

17. Найдите общее сопротивление системы резисторов, изображенной на рисунке, силу тока в резисторе  $R_5$  и напряжение на резисторе  $R_6$ , если известно, что сила тока в резисторе  $R_1$  равна  $I_1 = 2$  А.  $R_1 = R_2 = R_5 = 10$  Ом,  $R_4 = R_6 = 20$  Ом,  $R_3 = 5$  Ом.



**Ответ:**  $R_0 = (180/27)$  Ом;  $I_5 = 4$  А;  $U_6 = 60$  В.

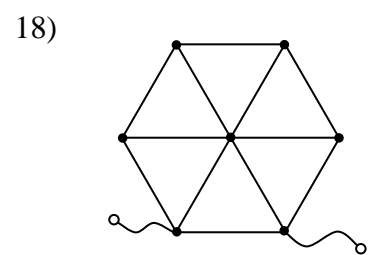
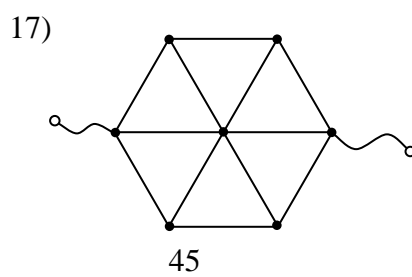
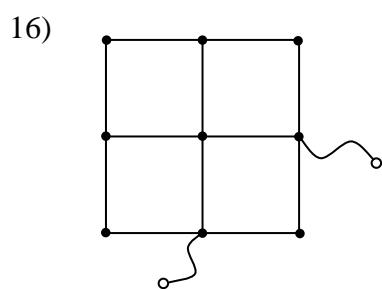
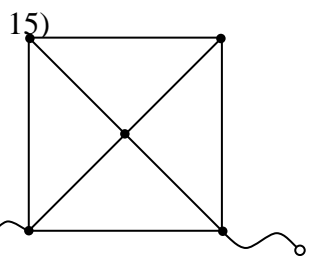
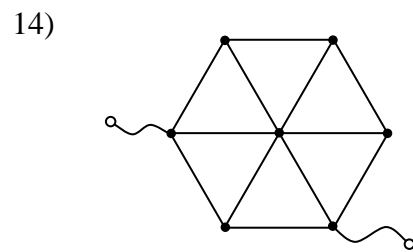
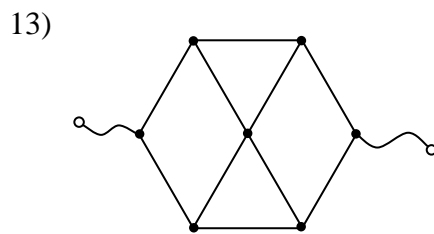
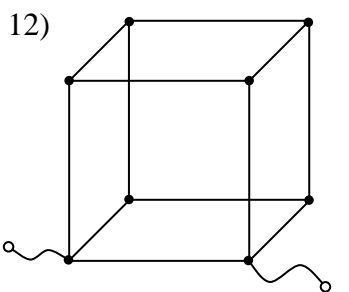
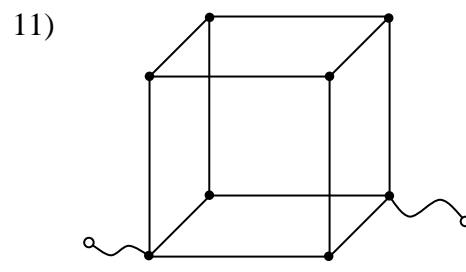
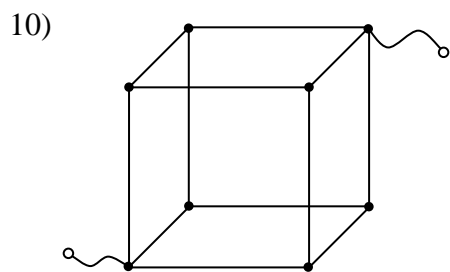
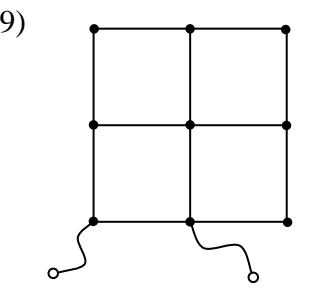
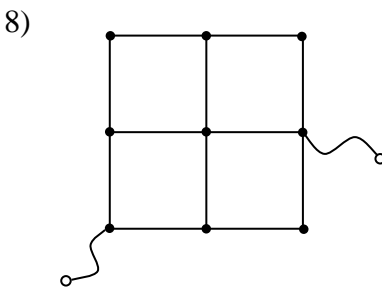
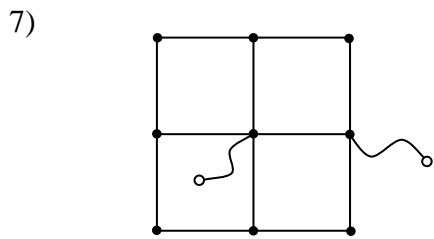
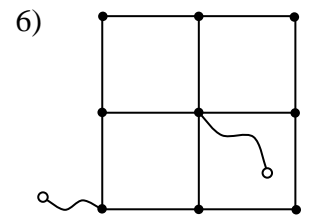
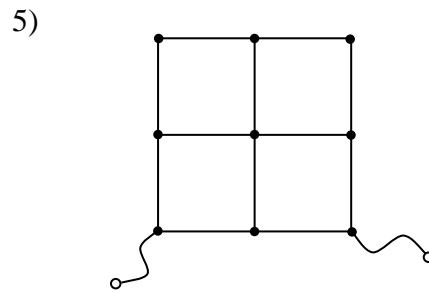
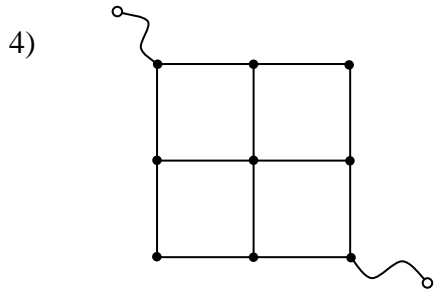
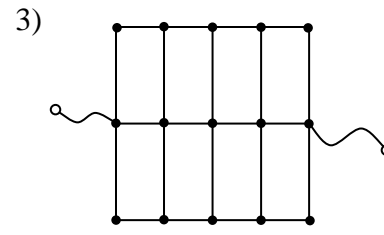
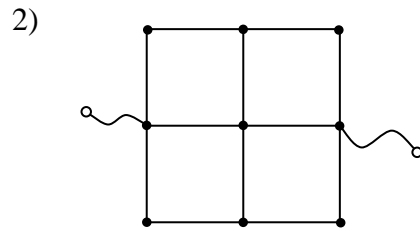
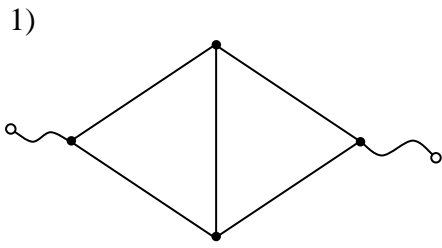


18. Найдите общее сопротивление системы резисторов, включенных в стороны проволочного тетраэдра (см. рисунок). Сопротивление каждого резистора равно 1 Ом.

**Ответ:**  $R_0 = 0,5$  Ом.

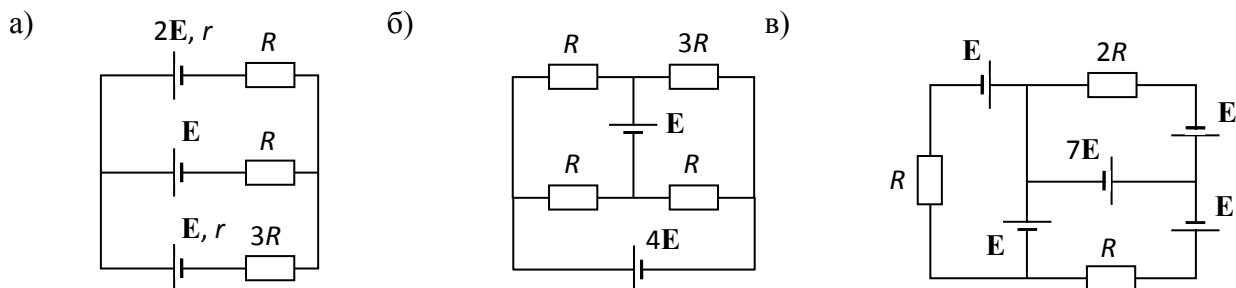
19. Из проволочек, имеющих одинаковое сопротивление  $R$ , спяли систему

с двумя выходами (места пайки отмечены на рисунках жирными точками). Найдите сопротивление системы.



**Ответ:** 1)  $R$ ; 2)  $R$ ; 3)  $(12/7)R$ ; 4)  $1,5R$ ; 5)  $1,25R$ ; 6)  $0,875R$ ; 7)  $0,4R$ ; 8)  $(29/24)R$ ; 9)  $(17/24)R$ ; 10)  $(5/6)R$ ; 11)  $(3/4)R$ ; 12)  $(7/12)R$ ; 13)  $(4/3)R$ ; 14)  $0,75R$ ; 15)  $(8/15)R$ ; 16)  $(5/6)R$ ; 17)  $0,8R$ ; 18)  $(8/7)R$ .

**20.** Считая известными величины  $E$ ,  $r$  и  $R$ , определите силы тока в каждом резисторе и в каждом источнике.



**Ответ:** а)  $I_1 = \frac{E(4R+r)}{R(R+r)+(R+r)(3R+r)+R(3R+r)}$  (в верхнем резисторе  $R$  и в источнике  $2E$ ),

$I_2$ ,

$$I_2 = \frac{E(3R+r)}{R(R+r)+(R+r)(3R+r)+R(3R+r)},$$

$$I_3 = \frac{ER}{R(R+r)+(R+r)(3R+r)+R(3R+r)} \text{ (в нижнем резисторе } 3R \text{ и нижнем источнике } E\text{);}$$

б)  $I_1 = I_3 = 2E/R$  (в нижнем левом резисторе  $R$  и в верхнем правом резисторе  $3R$ ),

$I_2 = I_4 = E/R$  (в верхнем левом резисторе  $R$  и в нижнем правом резисторе  $R$ ),

$I_5 = E/R$  (в источнике  $E$ ),

$I_6 = 3E/R$  (в источнике  $4E$ );

в)  $I_1 = 0$  (в левом резисторе  $R$  и левом верхнем источнике  $E$ ),

$I_2 = 3E/R$  (в верхнем резисторе  $2R$  и правом верхнем источнике  $E$ ),

$I_3 = 9E/R$  (в нижнем резисторе  $R$  и нижних источниках  $E$ ),

$I_4 = 12E/R$  (в источнике  $7E$ ).

Занятия по теме "Движение частиц в электромагнитном поле"  
курсов повышения квалификации "Углубленная и олимпиадная подготовка учащихся 8 - 11 классов по физике" (Центр онлайн-обучения "Фоксфорд", август 2015 г.)

Преподаватель: Пенкин М. А.

(условия задач, обсуждаемые на занятии и для самостоятельной работы).

Часть 1.

1. Три одинаковых положительных точечных заряда  $q$  закреплены в вершинах равностороннего треугольника. Сторона треугольника равна  $d$ . Масса зарядов  $m$ .
- 1) Определить потенциал электростатического поля в вершине правильного тетраэдра, построенного на этом треугольнике.
  - 2) Какую минимальную работу нужно совершить, чтобы один из точечных зарядов удалить в бесконечность?
  - 3) Какую работу нужно совершить, чтобы один из точечных зарядов оказался в центре отрезка, соединяющего два других заряда, имея в нём скорость  $v$  ?

Ответ: 1)  $\varphi = 3k \frac{q}{d}$ ; 2)  $A_{\min} = -2k \frac{q^2}{d}$ ; 3)  $A = 2k \frac{q^2}{d} + \frac{mv^2}{2}$ .

2. На расстоянии  $h$  от середины спицы и на расстоянии  $R$  от её концов закреплён заряд  $q$ . На левый конец спицы надевают бусинку с также же зарядом  $q$  и массой  $m$ . Бусинку толкают вдоль спицы. Найдите начальную скорость бусинки, если её скорость в середине спицы равна  $v_1$ , а при достижении правого конца равна  $v_2$ . Коэффициент трения всюду одинаков.

Ответ:  $v_0 = \sqrt{2v_1^2 - v_2^2 + \frac{4kq^2}{m} \left( \frac{1}{h} - \frac{1}{R} \right)}$

3. Над тонкостенным металлическим шаром, радиус которого  $R = 5$  см, на высоте  $h = 10$  см находится капельница с заряженной жидкостью. Капли жидкости падают из капельницы в небольшое отверстие в шаре. Определите максимальный заряд  $Q_{\max}$  который накопится на шаре, если заряд каждой капли  $q = 1,8 \cdot 10^{-11}$  Кл. Радиус капель  $r = 1$  мм. Плотность жидкости равна  $\rho = 1$  г/мм<sup>3</sup>.

Ответ:  $q_{\max} = \frac{4\pi r^3 \rho g R(R+h)}{3kq} \approx 1,9 \cdot 10^{-6}$  Кл



4. В тонкостенной непроводящей равномерно заряженной зарядом  $Q$  сфере радиуса  $R$  и массы  $M$  имеются два небольших диаметрально противоположных отверстия. В начальный момент сфера покоится. По прямой, соединяющей отверстия, из бесконечности начинает двигаться со скоростью  $v$  частица массы  $m$  с зарядом  $q$ , одноименным с  $Q$ . Найти время, в течение которого заряд  $q$  будет находиться внутри сферы.

Ответ:  $t = \frac{2R}{\sqrt{v^2 - \frac{2kQq(M+m)}{RmM}}}$

5. Цинковый шарик радиусом  $R = 1$  см расположен в вакууме вдали от других тел и заряжен до потенциала  $\varphi_0 = \varphi_0$ , 5 В (полагая на бесконечности потенциал равным нулю).

Шарик осветили монохроматическим ультрафиолетовым светом с длиной волны  $\lambda = 290$  нм.

- 1) С какой максимальной скоростью  $v_1$ , вылетают фотоэлектроны из шарика?
- 2) Какую максимальную скорость  $v_2$  будут иметь на большом расстоянии от шарика фотоэлектроны, вылетевшие из него в начале опыта?
- 3) Найдите потенциал  $\phi_1$  шарика после продолжительного облучения.
- 4) Сколько фотоэлектронов покинет шарик при продолжительном облучении?

Красная граница фотоэффекта для цинка  $\lambda_{\text{кр}} = 332$  нм. Масса электрона  $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$  кг.

**Ответ:** 1)  $v_1 = \sqrt{\frac{2hc}{m} \left( \frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_{\text{кр}}} \right)} \approx 4,36 \cdot 10^5$  м/с; 2)  $v_2 = \sqrt{\frac{2hc}{m} \left( \frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_{\text{кр}}} \right) - \frac{2e\phi_0}{m}} \approx 6,05 \cdot 10^5$  м/с;

3)  $\phi_1 = mv_1^2 / (2e) \approx 0,54$  В; 4)  $N = R(\phi_1 - \phi_0) / (ke) \approx 7,2 \cdot 10^6$ .

6. Бусинка массой  $m$  с положительным зарядом  $q$  может двигаться без трения вдоль натянутой диэлектрической нити, совпадающей с осью кольца радиусом  $R$ . Кольцо с равномерно распределенным по нему зарядом ( $\lambda = 6q$ ) закреплено. Вначале бусинку удерживали на расстоянии  $3R/4$  от центра кольца, затем отпустили. Найти скорость бусинки при прохождении центра кольца. Силу тяжести не учитывать.

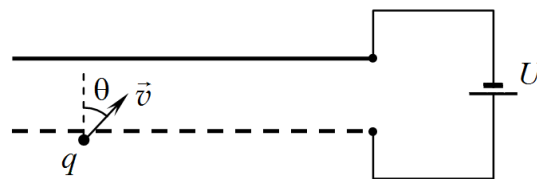
**Ответ:**  $v = \sqrt{\frac{12kq^2}{5mR^2}}$

7. 1) Тонкое кольцо радиусом  $R = 5$  см однородно заряжено зарядом  $Q = +10^{-8}$  Кл. Какую минимальную скорость нужно сообщить протону, находящемуся вдали от кольца на его оси симметрии, чтобы он пролетел по оси кольца через его центр?

2) Пусть теперь заряд  $Q = +10^{-8}$  Кл равномерно распределён по поверхности тонкого непроводящего диска радиусом  $R = 5$  см. В центре диска имеется небольшое отверстие. Какую минимальную скорость нужно сообщить протону в этом случае, чтобы он пролетел через отверстие в диске? Масса протона  $m = 1,672 \cdot 10^{-27}$  кг.

**Ответ:** 1)  $v = \sqrt{\frac{2kqe}{mR}} \approx 5,9 \cdot 10^5$  м/с; 2)  $v = \sqrt{\frac{4kqe}{mR}} \approx 8,3 \cdot 10^5$  м/с.

8. Электрон влетает в пространство плоского конденсатора, между пластинами которого поддерживается постоянная разность потенциалов  $U = 60$  В. Определите минимальную скорость электрона, при которой он достигнет верхней пластины. Удельный заряд электрона  $\gamma = q/m = 1,76 \cdot 10^{11}$  Кл/кг, угол падения  $\theta = 60^\circ$ .



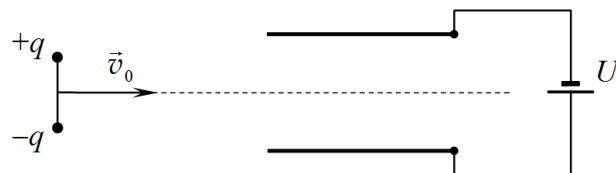
**Ответ:**  $v = \sqrt{\frac{2|\gamma|U}{\cos^2 \theta}} \approx 9,19 \cdot 10^6$  м/с.

9. Одноатомный идеальный газ в количестве 1 моль находится в теплоизолированном цилиндре с поршнем. Дно цилиндра заряжено зарядом  $q$ , а поршень — зарядом ( $\lambda q$ ). Газ медленно получает от нагревателя количество теплоты  $Q$ . На сколько изменится температура газа? Считайте, что электрическое поле однородно, трения нет. Диэлектрическая проницаемость газа равна единице.



Ответ:  $\Delta T = 2Q/(5\Delta R)$

10. Электрический диполь, представляющий собой два жестко связанных точечных заряда  $+q$  и  $-q$ , расположенных на расстоянии  $l$  друг от друга, пролетает плоский

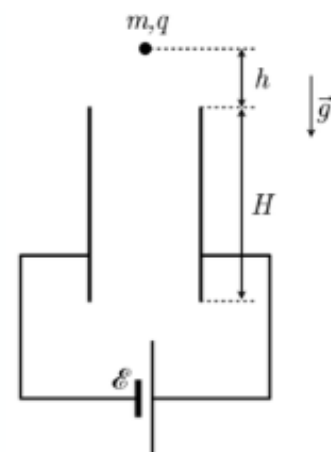


конденсатор, между пластинами которого

поддерживается постоянная разность потенциалов  $U$ . Определите скорость диполя в центре конденсатора, если известно, что его скорость вдали равна  $v_0$ . Расстояние между пластинами конденсатора  $d$ . Масса диполя  $m$ . (МФТИ, 1986)

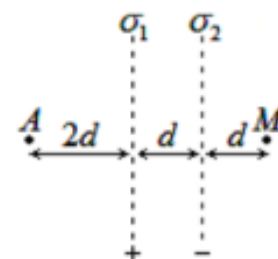
Ответ:  $v = \sqrt{v_0^2 + \frac{2qUl}{md}}$

11. Плоский конденсатор подключен к источнику постоянного напряжения  $E$ . Пластины конденсатора расположены вертикально и имеют форму прямоугольников высотой  $H$ . Точно над центром конденсатора на высоте  $h$  над верхними краями пластин удерживают крупинку, имеющую массу  $m$  и заряд  $q$ . Крупинку отпускают, и она начинает падать в поле силы тяжести. При каком минимальном расстоянии  $d$  между пластинами крупинка сможет пролететь через конденсатор, не задев пластин? Краевыми эффектами и сопротивлением воздуха пренебречь.



Ответ:  $d = \sqrt{\frac{2qE}{mg}} (\sqrt{H+h} - \sqrt{h})$

12. Две равномерно заряженные сетки параллельны и находятся напротив друг друга. Поверхностные плотности зарядов сеток  $\sigma_1 = 2\sigma > 0$ ,  $\sigma_2 = -\sigma$ , где  $\sigma = 10^{-8}$  Кл/м<sup>2</sup>. Считать, что пластины находятся друг от друга на расстоянии, много меньшем их размеров. Известно, что  $d = 1$  см. В точку  $A$  помещают электрон.



1) Чему равна разность потенциалов между точками  $A$  и  $M$ ?

2) Какую минимальную скорость нужно сообщить электрону, чтобы он смог долететь из точки  $A$  до точки  $M$ ?

Ответ: 1)  $\varphi_A - \varphi_M = \sigma d / \epsilon_0 \approx 11,3$  В; 2)  $v = \sqrt{\frac{2e\sigma d}{m\epsilon_0}} \approx 3,97 \cdot 10^6$  м/с.

### Часть 2. Движение систем заряженных частиц

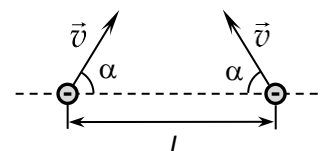
1. Шарик массой  $m$  с положительным зарядом  $q$  находится на расстоянии  $R$  от шарика массой  $2m$  с отрицательным зарядом  $3q$ . Неподвижные вначале шарики одновременно отпускают, и они сближаются. В некоторый момент скорость шарика массой  $m$  достигла  $v$ . Найдите в этот момент:

1) скорость шарика массой  $2m$ ;

2) расстояние между шариками.

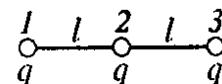
Ответ: 1)  $v_2 = \frac{v}{2}$ ; 2)  $r = \frac{4R}{4 + \frac{Rmv^2}{kq^2}}$

2. Два электрона удерживаются на расстоянии  $L$  друг от друга. Их одновременно отпускают, сообщая каждому из них одинаковую начальную скорость  $v$ . На какое минимальное расстояние сблизятся электроны, если вектора их начальных скоростей будут направлены под углом  $\alpha = 60^\circ$  к прямой, их соединяющей? Силой тяжести пренебречь.



**Ответ:** 
$$r = \frac{4L}{4 + \frac{Lmv^2}{ke^2}}$$

3. Три маленьких одинаковых шарика, каждый массой  $m$  и зарядом  $q$ , расположены на гладкой горизонтальной поверхности. Шарики связаны друг с другом двумя нерастяжимыми и непроводящими нитями, каждая длиной  $l$ . Обе нити одновременно пережигают. Определить импульс каждого шарика после разлета на большие расстояния друг от друга. Силой тяжести пренебречь. (МФТИ, 1997)



**Ответ:** 
$$p_1 = p_3 = \sqrt{\frac{5kmq^2}{2l}}, p_2 = 0.$$

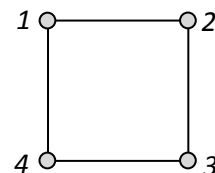
4. Четыре точечных одноимённых заряда величиной  $Q$  и массой  $m$  находятся в вершинах квадрата со стороной  $d$ . Их вначале удерживают, а затем одновременно отпускают. Найти скорость каждого из зарядов на бесконечности.

**Ответ:** 
$$v = \sqrt{\frac{kQ^2}{md} \left( 2 + \frac{1}{\sqrt{2}} \right)}$$

5. Три одинаковых одноимённо заряженных шарика, находящиеся на гладкой горизонтальной поверхности, связаны нерастяжимыми нитями длиной  $L$ . Одна из нитей пережигается. Какие скорости будут иметь шарики в тот момент, когда они расположатся на одной прямой? Заряд каждого шарика равен  $q$ , масса каждого шарика  $m$ . Радиус шарика считать малым по сравнению с длиной нити.

**Ответ:** 
$$v_1 = \sqrt{\frac{2kq^2}{3mL}}, v_2 = 0,5v_1.$$

5\*. Четыре маленьких шарика, имеющие одинаковые заряды  $q$  и одинаковые массы  $m$ , лежат на гладкой горизонтальной непроводящей поверхности в вершинах квадрата со стороной  $L$ . Шарики связаны одинаковыми нерастяжимыми непроводящими нитями, которые натянуты вдоль сторон квадрата (см. рисунок). В некоторый момент нить, связывающую шарики 3 и 4 пережигают. Найдите скорости шариков в тот момент, когда они окажутся на одной прямой.



**Ответ:** 
$$v_1 = v_2 = v_3 = v_4 = \sqrt{\frac{kq^2}{2mL} \left( \sqrt{2} - \frac{1}{3} \right)}$$

6. Три одинаковых одноимённо заряженных шарика, находящиеся на гладкой горизонтальной поверхности, связаны двумя нерастяжимыми нитями длиной  $L$  так, что все три шарика находятся на одной прямой. Какую скорость нужно сообщить центральному шарика, чтобы при дальнейшем движении шарики могли образовать

равносторонний треугольник? Заряд каждого шарика равен  $q$ , масса каждого шарика  $m$ . Радиус шарика считать малым по сравнению с длиной нити.

**Ответ:**  $v = \sqrt{\frac{3kq^2}{2mL}}$

**Задача, предложенная слушателем.** Тонкое закрепленное кольцо радиуса  $R$  равномерно заряжено так, что на единицу длины кольца приходится заряд  $\gamma$ . В вакууме на оси кольца на расстоянии  $l$  от его центра помещен маленький шарик, имеющий заряд  $+q$ . Какую максимальную кинетическую энергию приобретёт шарик, если его освободить. Гравитационными силами пренебречь.

**Ответ:**  $v = \sqrt{\frac{4k\pi R\gamma q}{m\sqrt{R^2 + l^2}}}$

7. Три небольших по размерам положительно заряженных шарика связаны попарно тремя лёгкими непроводящими нитями и находится неподвижно в вершинах равнобедренного треугольника со сторонами  $a, 3a, 3a$ . Каждый из шариков, связанных короткой нитью, имеет массу  $m$  и заряд  $q$ . Третий шарик имеет массу  $4m$  и заряд  $3q$ . Две нити одинаковой длины одновременно пережигают, и шарики разлетаются. В момент, когда шарики оказались в вершинах равнобедренного треугольника со сторонами  $a, 4a, 4a$ , скорость связанных шариков оказалась равной  $v$ .

1) Найдите в этот момент скорость шарика массой  $4m$ .

2) Найдите заряд  $q$ , считая известными  $m, v, a$ .

(МФТИ, 2015)

**Ответ:**  $u = 0,5v_1, q = \sqrt{\frac{3mav^2}{k}}$

**Занятие по теме "Переходные процессы в RLC-цепях"**  
**курсов повышения квалификации "Углубленная и олимпиадная подготовка учащихся 8 - 11 классов по физике" (Центр онлайн-обучения "Фоксфорд", август 2015 г.)**

**Преподаватель: Пенкин М. А.**

**(условия задач, обсуждаемые на занятии и для самостоятельной работы).**

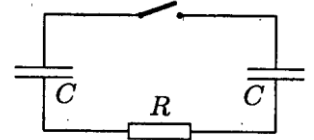
1. В электрической схеме, представленной на рисунке, ключ  $K$  в начальный момент разомкнут, а конденсатор емкостью  $C$  заряжен до напряжения  $U_0 = 3E$  (где  $E$  — ЭДС источника). Правая пластина конденсатора заряжена положительно, а левая — отрицательно. Какое количество теплоты выделится в цепи после замыкания ключа  $K$ ?

**Ответ:**  $Q = 8CE^2$

2. В цепи, показанной на рисунке, ёмкость каждого конденсатора равна  $C$ . Левый конденсатор заряжен до напряжения  $U_0$ , правый — до напряжения  $2U_0$ . У обоих конденсаторов положительный заряд находится на верхней обкладке. Какое количество теплоты выделится в резисторе после замыкания ключа?

(МФТИ, 2008)

**Ответ:**  $Q = 0,25CU_0^2$

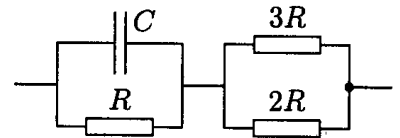


3. Параллельно соединённые резистор с сопротивлением  $R = 50$  Ом и конденсатор ёмкостью  $C = 15$  мкФ соединены последовательно с параллельно соединёнными резисторами с сопротивлениями  $2R$  и  $3R$ . Цепь подключена к сети с постоянным напряжением. В установившемся режиме заряд конденсатора  $q = 0,75$  мкКл.

1) Найдите ток через резистор с сопротивлением  $R$ .

2) Какая мощность выделяется на резисторе с сопротивлением  $2R$ ? (МФТИ, 2008)

**Ответ:** 1А, 36 Вт.



4. В схеме, показанной на рисунке, все элементы можно считать идеальными. Параметры элементов указаны на рисунке. До замыкания ключа  $K$  ток в цепи отсутствовал. Ключ замыкают на некоторое время  $\tau$ , а затем размыкают.

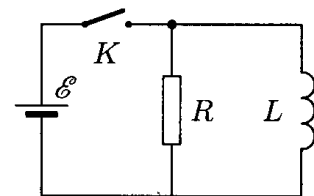
1) Найдите количество теплоты, которое выделяется в цепи при замкнутом ключе (т. е. за время  $\tau$ ).

2) Какой заряд протёк через каждый из элементов (источник, резистор и катушку) пока ключ замкнут (т. е. за время  $\tau$ )?

3) Найдите количество теплоты, которое выделяется в цепи после размыкания ключа.

4) Какой заряд протечет через каждый из элементов (источник, резистор и катушку) после размыкания ключа?

5) Найдите мощность, которую развивает источник, спустя время  $\tau/2$  после замыкания ключа.

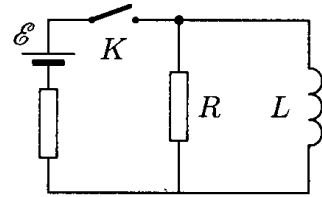


**Ответ:** 1)  $Q_1 = \frac{E^2 \tau}{R}$ ; 2)  $q_{L1} = \frac{E\tau^2}{2L}$ ,  $q_{R1} = \frac{E\tau}{R}$ ,  $q_{E1} = \frac{E\tau^2}{2L} + \frac{E\tau}{R}$ ; 3)  $Q_2 = \frac{E^2 \tau^2}{2L}$ ; 4)

$q_{L2} = q_{R2} = \frac{E\tau}{R}$ ,  $q_{E2} = 0$ ;

$$5) N_{\epsilon} = \mathbf{E} \left( \frac{\mathbf{E}}{R} + \frac{\mathbf{E}\tau}{2L} \right).$$

5. Электрическая цепь состоит из катушки индуктивностью  $L$ , резистора сопротивлением  $R$ , батарейки с ЭДС  $\mathbf{E}$  и неизвестным внутренним сопротивлением. Ключ  $K$  на некоторое время замыкают, а затем размыкают. За время, пока ключ был замкнут, через катушку протёк заряд  $q$  и в ней запаслась энергия  $W$ .



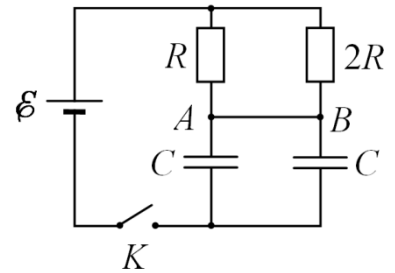
1) Найдите количество теплоты, выделившейся в цепи пока ключ был замкнут.

2) Найдите количество теплоты, выделившейся в цепи после размыкания ключа.

(МФТИ, 2008)

**Ответ:** 1)  $Q_1 = \mathbf{E} \left( q + \frac{\sqrt{2WL}}{R} \right) - W$ ; 2)  $Q_2 = W$ .

6. В схеме, изображенной на рисунке, в начальный момент ключ  $K$  разомкнут, а конденсаторы не заряжены. Какой заряд протечет через перемычку  $AB$  после замыкания ключа  $K$ ?



Сопротивлением перемычки пренебречь. Параметры схемы указаны на рисунке. (МФТИ, 2001)

**Ответ:**  $Q = C\mathbf{E}/3$

**Занятие по теме "Тонкие линзы и их свойства"**  
**курсов повышения квалификации "Углубленная и олимпиадная подготовка учащихся 8 - 11 классов по физике" Центра онлайн-обучения "Фоксфорд" (август 2015 г.)**

**Преподаватель: Пенкин М. А.**

**(условия задач, обсуждаемые на занятии и для самостоятельной работы).**

**Задача 1. Неявно указанный тип линзы**

Тонкая линза создаёт прямое изображение предмета с увеличением  $\Gamma = 3$ . Во сколько расстояние между предметом и изображением больше фокусного расстояния линзы?

**Ответ:**  $4/3$ .

**Задача 2. Неизвестное перемещение**

С помощью тонкой линзы на экране получено перевёрнутое изображение предмета с двукратным увеличением. Предмет расположен перпендикулярно главной оптической оси линзы.

1) Во сколько раз расстояние между линзой и экраном больше фокусного расстояния линзы?

Линзу и предмет передвинули вдоль оптической оси так, чтобы, не меняя положение экрана, получить на нём изображение с пятикратным увеличением.

2) На сколько передвинули предмет, если линзу переместили на  $\Delta = 30$  см?

**Ответ:** 1) 3; 2)  $0,9\Delta = 27$  см.

**Задача 3. Чудесное совпадение**

На главной оптической оси собирающей линзы расположили точечный источник света  $S_1$  так, чтобы он был как можно ближе к своему действительному изображению. Расстояние между ними оказалось равным  $z$ . На каком ненулевом расстоянии от линзы следует разместить второй точно такой же источник света  $S_2$ , чтобы изображения обоих источников оказались в одной точке?

**Ответ:**  $d_2 = z/6$ .

**Задача 4. Изображение того же размера**

Тонкую линзу, создающую действительное изображение предмета, передвинули на расстояние, равное  $F/2$ , где  $F$  - фокусное расстояние линзы. При этом получилось мнимое изображение того же размера. Найти величину линейного увеличения.

**Ответ:** 4.

**Задача 5. Поиск увеличения**

Тонкая линза создаёт изображение предмета, расположенного перпендикулярно главной оптической оси, с некоторым увеличением. Если расстояние от предмета до линзы увеличить вдвое, то получается перевёрнутое изображение предмета с увеличением, вчетверо большим первоначального увеличения. С каким увеличением изображался предмет вначале?

**Ответ:**  $\Gamma_1 = 9/4$ .

**Задача 6. Игры с увеличением**

Тонкая линза создаёт изображение предмета с некоторым увеличением. Оказалось, что для получения изображения с двукратным увеличением ( $\Gamma_2 = 2$ ) предмет нужно

передвинуть либо к линзе на расстояние  $x$ , либо от линзы на расстояние  $2x$ . С каким увеличением изображался предмет вначале?

**Ответ:**  $\Gamma_1 = 6$ .

### Задача 7. Вплотную прижато

С помощью линзы с фокусным расстоянием  $F$  получено действительное изображение жука, движущегося перпендикулярно главной оптической оси линзы вблизи от этой оси. Если вплотную к данной линзе приложить рассеивающую линзу с фокусным расстоянием  $2F$ , то скорость изображения жука в системе не изменится по сравнению с первоначальной.

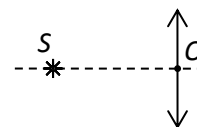
- 1) На каком расстоянии от линзы находится жук?
- 2) Как и во сколько раз изменилась бы скорость изображения жука (по сравнению с первоначальной), если бы вместо рассеивающей линзы вплотную к исходной собирающей линзе приложили бы плоское зеркало?

**Ответ:** 1)  $(4/3)F$ ; 2) уменьшилась бы в 5 раз.

### Задача 8. Поворот линзы

Точечный источник света  $S$  расположен на расстоянии  $d = 40$  см от собирающей линзы на её главной оптической оси. Оптическая сила линзы  $D = 5$  дптр. При повороте линзы на некоторый угол  $\alpha$  относительно оси, перпендикулярной плоскости рисунка и проходящей через оптический центр линзы  $O$ , изображение источника сместилось на  $\Delta = 10$  см. Найти угол поворота линзы  $\alpha$ .

**Ответ:**  $\cos \alpha = 0,9$ .



### Задача 9. Поступательный сдвиг линзы

Точечный источник света  $S$  находится на главной оптической оси на расстоянии  $d = 60$  см от рассеивающей линзы с фокусным расстоянием  $|F| = 15$  см. Линзу сместили вверх на расстояние  $L = 2$  см в плоскости, перпендикулярной главной оптической оси. На сколько и куда надо сместить источник, чтобы его изображение вернулось в старое положение?

**Ответ:** 8 см.

### Задача 10. Спичка

На главной оптической оси собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F = 4$  см лежит спичка. Линза создаёт действительное изображение спички. Спичку передвинули параллельно самой себе и перпендикулярно главной оптической оси на расстояние  $h$ . При этом длина изображения спички увеличилась на 25%. Найти  $h$ .

**Ответ:** 3 см.

### Задача 11. Пятно на экране

В отверстие радиусом  $R = 1$  см в тонкой непрозрачной перегородке вставлена тонкая рассеивающая линза. По одну сторону перегородки на главной оптической оси линзы расположен точечный источник света. По другую сторону на расстоянии  $L = 24$  см от неё находится экран. Радиус светлого пятна на экране  $4R$ . Если линзу убрать, то радиус пятна на экране станет  $2R$ .

- 1) Найти расстояние от источника до линзы.
- 2) Определить фокусное расстояние линзы.

**Ответ:**  $d = 24$  см,  $F = 12$  см.

### Задача 12. Движение жука и линзы

Собирающую линзу с фокусным расстоянием  $F$  перемещают поступательно со скоростью  $v$  перпендикулярно её главной оптической оси. Жук  $S$  ползёт в том же направлении перпендикулярно её главной оптической оси со скоростью  $5v$ , находясь вблизи главной

оптической оси на расстоянии  $7F/3$  от линзы. С какой скоростью движется изображение жука относительно неподвижного экрана?

**Ответ:**  $2v$ .

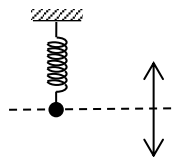
**Задача 13. Мелкий текст**

Мелкий текст рассматривают в лупу с фокусным расстоянием  $F = 6$  см, передвигая её к тексту вдоль главной оптической оси со скоростью  $v = 1$  мм/с. С какой скоростью и куда движется изображение текста в тот момент, когда текст находится на расстоянии  $x = 1$  см от фокуса лупы?

**Ответ:** 35 мм/с, к линзе.

**Задача 14. Пружинный маятник**

Грузик, висящий на упругой пружине, колеблется вдоль вертикали с амплитудой  $A$  и периодом  $T$ , двигаясь вблизи и перпендикулярно главной оптической оси тонкой собирающей линзы. На рисунке изображено положение равновесия системы. Фокусное расстояние линзы равно  $F$ , грузик находится на расстоянии  $d = 4F/3$  от линзы



- 1) На каком расстоянии от линзы находится изображение грузика?
- 2) Чему равна амплитуда колебаний изображения грузика?
- 3) Определите максимальные скорости грузика и его изображения.
- 4) Чему равна скорость изображения в момент, когда грузик смещен из положения равновесия на расстояние, равное половине амплитуды колебаний?
- 5) Определите максимальные ускорения грузика и его изображения.
- 6) Чему равно ускорение изображения в момент, когда грузик смещен из положения равновесия на расстояние, равное половине амплитуды колебаний?

**Ответ:** 1)  $f = 4F$ ; 2)  $A' = 3A$ ; 3)  $v_m = 2\pi A/T$ ,  $v_m' = 6\pi A/T$ ; 4)  $v_1' = \frac{3\pi A\sqrt{3}}{T}$ ; 5)  $a_m = 4\pi^2 A/T^2$ ,

$a_m' = 12\pi^2 A/T^2$ ;

6)  $a_1' = 6\pi^2 A/T^2$ .