

Министерство образования и науки Республики Тыва

Автор: Санчаа Т.О., кандидат педагогических наук

# КЕЙС

## учителя физики



**Физика**

**Нормативные документы,  
учебно-методические материалы**

КЫЗЫЛ, 2020 г.



Сборник представляет собой практическое пособие для учителей физики общеобразовательных организаций и является частью авторской линии учебно-методического комплекта по физике Санчаа Т.О.

Пособие включает описание авторской технологии преподавания физики, примерные и авторские учебные рабочие программы по основным разделам физики. В пособие включены программы курсов по основным разделам физики и спецкурсов, календарно-тематическое планирование, задания для обучающихся, тесты, контрольно-измерительные материалы, авторскую нетрадиционную систему оценки знаний для оценки и учёта личностных достижений учащегося, перечень оборудования, учебных пособий и электронных образовательных ресурсов.

Пособие способствует сокращению времени на подготовку учителя к уроку, а также позволяет организовать эффективный учебный процесс, обеспечить достижение предметных, метапредметных и личностных результатов обучения в соответствии с требованиями ФГОС.

Тувинский институт развития образования и повышения квалификации, 2020 г.

# Содержание

Введение.....	4
<b>I. Нормативно-методические материалы.....</b>	<b>6</b>
1.1. Концепция развития предметной области «Естественные науки. ФИЗИКА» в Российской Федерации.....	6
Фундаментальное ядро содержания общего образования.....	18
1.2. Основные элементы научного знания в средней школе. Физика.....	18
1.3. Примерная программа среднего (полного) общего образования по физике (профильный уровень).....	20
1.4. Основное содержание программы углубленного изучения курса физики общего образования по физике (профильный уровень).....	24
1.5. Требования к уровню подготовки выпускников образовательных учреждений (полного) среднего общего образования по физике (профильный уровень).....	30
1.6. Система оценки учебных достижений по учебным предметам естественно-научного цикла.....	32
<b>II. Учебно-методические материалы.....</b>	<b>36</b>
2.1. Авторская образовательная технология изучения физики в профильной школе .....	36
2.2. Многобалльная накопительная система оценки учебной деятельности.....	57
2.3. Авторская программа изучения физики в профильной школе.....	61
<b>Физика-I.</b>	
2.3.1. Программа и задания по механике.....	68
2.3.2. Программа и задания по молекулярной физике.....	96
2.3.3. Программа по курсу «Квантовая физика».....	122
<b>Физика-II.</b>	
2.3.4. Программа по курсу «Электромагнетизм».....	123
2.3.5. Программа по курсу «Оптика».....	164
<b>Физика-III. Техническая физика</b>	
2.3.6. Программа по курсу «Приборы и измерения».....	183
2.3.7. Программа по курсу «Цифровая электроника».....	184
2.3.8. Программа по курсу «Компьютерный физический эксперимент».....	185
<b>III. Учебно-методический комплекс по физике.....</b>	<b>186</b>
3.1. Меры безопасности на уроке физики.....	195
<b>IV. Учебно-информационные материалы.....</b>	<b>199</b>
4.1. Электронный каталог ЭОР по физике.....	199

## ВВЕДЕНИЕ

В современном мире роль физики непрерывно возрастает, так как физика является одной из основ научно-технического прогресса. Использование знаний по физике необходимо каждому для решения практических задач в повседневной жизни.

Физика - экспериментальная наука, изучающая природные явления опытным путем. Построением теоретических моделей физика дает объяснение наблюдаемых явлений, формулирует физические законы, предсказывает новые явления, создает основу для применения открытых законов природы в человеческой практике. Физические законы лежат в основе химических, биологических, географических, астрономических явлений. В силу отмеченных особенностей физики ее можно считать основой всех естественных наук, что накладывает большую ответственность на учителя физики, так как основы науки закладываются в школе.

Кейс учителя физики – это комплексное методическое обеспечение учебного предмета, которое складывается из нормативной документации, учебно-методического комплекса (УМК), описания форм и методов промежуточной и государственной итоговой аттестации, работы кабинета физики и организации внеурочной деятельности ученика.

Создание кейса для методического обеспечения преподавания физики обусловлено требованиями времени и условиями модернизации образования, связанными с профессиональными компетентностями педагогов. Кейс предназначен для обучения интеллектуально одаренных детей, для углубленного изучения физики, при профильном обучении, а также может использоваться для обучения в общеобразовательных классах.

Автором разработан и предоставлен учителям физики республики кейс в печатном и электронном вариантах. Авторский учебно-методический комплекс соответствует системе взглядов на базовые принципы, приоритеты, цели, задачи и основные направления развития естественнонаучного образования в Российской Федерации в соответствии с Концепцией развития предметной области «Естественные науки. Физика», Концепцией профильного обучения на старшей ступени общего образования и Стратегией развития инженерного образования в Российской Федерации.

Структура «Кейса учителя физики» состоит из четырех блоков:

- нормативно-методические материалы;
- учебно-методические материалы;
- учебно-методический комплекс;
- учебно-информационные материалы.

В блоке «**Нормативно-методические материалы**» размещены основные нормативно-правовые акты федерального и регионального уровня, регулирующие деятельность учителя, осуществляющего образовательную деятельность по предмету учебного плана основной образовательной программы начального, основного, среднего общего образования. «Закон об образовании РФ», Концепция преподавания физики в Российской Федерации, Письмо Министерства образования и науки РФ от 28 октября 2015 г. № 08-1786

«О рабочих программах учебных предметов»), Стратегия развития инженерного образования в Российской Федерации. Также размещены примерные программы среднего (полного) общего образования по физике (профильный уровень), требования к уровню подготовки выпускников.

В блоке **«Учебно-методические материалы»** размещены:

- авторская образовательная технология изучения физики в профильной школе;
- многобалльная накопительная система оценки учебной деятельности;
- авторская программа изучения физики в профильной школе по всем разделам физики;
- календарно-тематическое планирование;
- задания для учащихся, КИМы;
- требования к оснащению и оборудованию кабинета, лаборатории, мастерской и т.д. (по предмету);
- перечень и программы специальных курсов по предмету.

В блоке **«Учебно-методический комплекс»** размещены перечень учебно-лабораторного оборудования, перечень учебных пособий и мультимедийного сопровождения по каждому основному разделу физики.

В блоке **«Учебно-информационные материалы»** размещаются:

- перечень образовательных порталов по предмету (для организации самостоятельной работы учащихся, для организации исследовательских и проектных работ);
- перечень конкурсов, рекомендованных Министерством образования и науки РФ и РТ;
- перечень региональных конкурсов, фестивалей и других мероприятий по предмету актуальный на текущий учебный год;
- мультимедийные средства (аудио-, видеоматериалы (видеоуроки, лабораторные работы и т.д.), анимации, презентации, компьютерные тренажеры, программное обеспечение, электронные учебники, словари).

Реализация электронного кейса методического обеспечения педагога в образовательном процессе помогает эффективно использовать документацию, по-новому осмыслить свой собственный опыт. Начинающему учителю систематизация методического обеспечения деятельности педагога в значительной мере позволит представить спектр требований к организации педагогического процесса, а опытному учителю оценить свою профессиональную компетентность. Сказанное выше, подтверждает, что социальные перемены, происходящие в обществе, по-новому ставят вопрос о профессиональной компетентности учителя, когда работа с информацией на современной технике требует освоения необходимых компетенций на высоком уровне.

Автором были систематизированы и размещены в кейс авторские методические, дидактические материалы по всем разделам физики.

## I. НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

- Федеральный закон от 29.12.2012 N 273-ФЗ (ред. от 29.12.2017) "Об образовании в Российской Федерации.

- Приказ Министерства образования и науки РФ от 17 декабря 2010 г. N 1897 "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования".

- Приказ Министерства образования и науки РФ от 17 мая 2012 г. N 413 "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования".

- Концепция развития предметной области «Естественные науки. Физика».

- Стратегия развития инженерного образования в Российской Федерации

Все нормативные документы размещены на сайте: <https://ipktuva.ru/>.

### 1.1. КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ «ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ. ФИЗИКА»

Настоящая Концепция представляет собой систему взглядов на базовые принципы, приоритеты, цели, задачи и основные направления развития естественнонаучного образования в Российской Федерации, а также определяет механизмы, ресурсное обеспечение, целевые показатели и ожидаемые результаты от ее реализации. Концепция имеет целью совершенствование системы естественнонаучного образования в Российской Федерации.

#### 1. Значение учебного предмета «Физика» в современной системе общего образования

Естественнонаучное образование выполняет системообразующую и мировоззренческую функции, играет принципиальную роль в формировании научного мировоззрения обучающихся. Естественные науки, основы которых изучаются в рамках предметной области «Естественнонаучные предметы», объединяет общий объект изучения – природа и общий метод изучения окружающего мира – естественнонаучный метод познания. Это позволяет рассматривать естественнонаучные предметы как единый комплекс, обуславливает общность целей их изучения в общем образовании и общие подходы к совершенствованию преподавания естественнонаучных предметов.

«Физика» – системообразующий учебный предмет для предметной области «Естественнонаучные предметы», поскольку физические законы лежат в основе процессов и явлений, изучаемых химией, биологией, астрономией и физической географией. Использование и активное применение физических знаний определило характер и бурное развитие разнообразных технологий в сфере энергетики, транспорта, освоения космоса, получения новых материалов с заданными свойствами и др. Без физики было бы невозможным само появление информационных технологий, лавинообразное развитие вычислительной техники.

В качестве школьного предмета физика вносит основной вклад в формирование естественнонаучной картины мира школьников и предоставляет

наиболее ясные образцы применения научного метода познания, то есть способа получения достоверных знаний об окружающем мире. Наконец физика – это предмет, который наряду с другими естественнонаучными предметами, должен дать школьникам представление об увлекательности научного исследования и радости самостоятельного открытия нового знания.

Физическое образование должно готовить российских граждан к жизни и работе в условиях современной инновационной экономики, которая только и может обеспечить реальное благосостояние населения и выход России на передовые позиции в мире в науке и технологиях. Задачи школьного физического образования состоят не только в выявлении и подготовке талантливых молодых людей для продолжения образования и дальнейшей профессиональной деятельности в области естественнонаучных исследований и создании новых технологий. Не менее важным является формирование естественнонаучной грамотности и интереса к науке у основной массы учащихся, которые в дальнейшем будут заняты в самых разнообразных сферах деятельности. Научно грамотный человек способен к критическому анализу информации, самостоятельности суждений, пониманию роли науки и технологических инноваций в развитии общества. И наоборот, человек, не обладающий минимумом естественнонаучной грамотности, будет жить в плену мифов и предрассудков, а не доказательных суждений, не сможет оперировать фактическими данными для обоснования своей точки зрения, не будет осознавать важности научных исследований и их связи с нашим материальным окружением и состоянием окружающей среды.

Важнейшим требованием является последовательный и непрерывный характер освоения системы физических знаний и способов деятельности на протяжении всего периода обучения. Цели изучения физики варьируются в зависимости от этапа обучения. На протяжении всего школьного периода для физики, как и для других естественнонаучных предметов, неизменными остаются цели формирования позитивного отношения к науке, естественнонаучной грамотности, включая ее физическую составляющую, развития личностных качеств и индивидуальных способностей.

#### **Целями обучения физике в школе являются:**

- формирование интереса и стремления учащихся к научному изучению природы, развитие их интеллектуальных и творческих способностей;
- развитие представлений о научном методе познания и формирование исследовательского отношения к окружающим явлениям;
- формирование научного мировоззрения как результата изучения основ строения материи и фундаментальных законов физики;
- формирование умений объяснять явления с использованием физических знаний и научных доказательств;
- формирование представлений о системообразующей роли физики для развития других естественных наук, техники и технологий;
- развитие представлений о возможных сферах будущей профессиональной деятельности, связанных с физикой.

- Достижение этих целей обеспечивается решением следующих задач в процессе изучения физики

- **на уровне начального общего образования:**

- приобретение представлений о физических явлениях, о видах энергии и ее превращениях, агрегатных состояниях вещества;

- знакомство с простейшими способами изучения физических явлений;

- приобретение базовых умений работы с доступной информацией о физических явлениях и процессах.

- **на уровне основного общего образования:**

- приобретение учащимися знаний о дискретном строении вещества, механических, тепловых, электромагнитных и квантовых явлениях, первоначальных сведений о строении Вселенной;

- описание и объяснение явлений с использованием полученных знаний;

- освоение решения задач, требующих создания и использования физических моделей, творческих и практико-ориентированных задач;

- приобретение умений наблюдать природные явления и выполнять опыты, лабораторные работы и экспериментальные исследования с использованием измерительных приборов, широко применяемых в практической жизни;

- освоение приемов работы с информацией физического содержания, включая информацию о современных достижениях физики; анализ и критическое оценивание информации;

- знакомство учащихся со сферами профессиональной деятельности, связанными с физикой, и современными технологиями, основанными на достижениях физической науки.

- **на уровне среднего общего образования:**

- приобретение системы знаний об общих физических закономерностях, законах, теориях, включая знания основ механики, молекулярной физики, электродинамики и квантовой физики, а также элементов астрономии и астрофизики;

- приобретение умений применять теоретические знания для объяснения физических явлений в природе и для принятия практических решений в повседневной жизни;

- освоение способов решения задач на основе самостоятельного создания физической модели, адекватной условиям задачи, в том числе задач инженерного характера;

- понимание физических основ и принципов действия технических устройств и технологических процессов, их влияния на окружающую среду;

- овладение методами самостоятельного планирования и проведения физических экспериментов, анализа и интерпретации информации, определения достоверности полученного результата;

- приобретение умений проектно-исследовательской, творческой деятельности; развитие интереса к сферам профессиональной деятельности, связанной с физикой.

В начальной школе изучение элементов физики должно являться частью учебного предмета «Окружающий мир», в 5-6 классах – частью интегрированного предмета «Естествознание».

В 7-9 классах изучается систематических курс физики с рекомендуемым объемом учебной нагрузки 2 часа в неделю в 7 классе, 2 часа в неделю в 8 классе и 3 часа в неделю в 9 классе.

В средней школе предполагается уровневый подход к изучению физики. Для классов гуманитарной направленности предусмотрено изучение интегрированного курса естествознания, в рамках которого содержание физики занимает ведущую позицию. Для классов, где физика не выбирается в качестве одного из профильных предметов, но является необходимым условием получения качественного образования и востребована при получении будущей профессии (например, в химико-биологических, медицинских, спортивных классах) изучается базовый курс физики с рекомендуемым объемом учебной нагрузки 3 часа в неделю в 10 и 11 классах.

В профильных классах (например, физико-математических или технологических), где физика выбирается обучающимися как предмет для получения дальнейшей профессии, изучается углубленный курс физики с объемом учебной нагрузки не менее 5 часов в неделю в 10 и 11 классах. Основы астрономических знаний на уровне начального и основного общего образования являются частью курсов окружающего мира, естествознания и физики. На уровне среднего общего образования изучается отдельный предмет «Астрономия».

## **2. Проблемы изучения и преподавания учебного предмета «Физика»**

### **2.1. Проблемы мотивационного характера**

Физика – объективно трудный учебный предмет. Физику нельзя просто выучить, ее надо *понимать*, а для этого школьнику необходимо прикладывать серьезные интеллектуальные усилия. Но усилия прикладываются только если есть заинтересованность, мотивация. Проблемы мотивационного характера у большого числа учащихся возникают, когда при изучении физики доминирует теоретическая составляющая и сведена к минимуму экспериментальная деятельность учащихся. Школьники не могут понять смысла изучения физики, если вся их работа сводится к заучиванию определений, формул и решению типовых задач, в которых они имеют дело с идеализированными, не имеющими отношения к жизни объектами.

Таким образом, важнейшим элементом любой результативной методики обучения физики в школе должны быть методы формирования мотивации к изучению этого предмета. Наиболее надежный путь к этому – органическое включение элементов живого исследования в учебный процесс, постановка увлекательных проблем, решаемых с помощью физики, демонстрация возможностей физики в объяснении явлений окружающего мира и применения физики в современной технике и технологиях.

### **2.2 Проблемы содержательного характера**

Важнейшим требованием к системе школьного естественнонаучного образования является последовательный и непрерывный характер освоения

естественнонаучных знаний и способов деятельности на протяжении всего периода обучения. Это означает, что и в содержании естественнонаучного образования должны постоянно и сбалансированно присутствовать все основные содержательные области естествознания: физика, химия, биология, география, астрономия.

Сравнение программы естественнонаучного содержания тестов TIMSS для классов с отечественными примерными программами предмета «Окружающий мир» показывает существенное расхождение как в объеме изучаемого содержания (отечественный курс содержит меньшее число содержательных единиц), так и в наполнении отдельных тем. В блоке «Физические науки» в нашей программе отсутствует целых семь больших тем: источники энергии, тепловые явления, световые и звуковые явления, электрические и магнитные явления, силы и движение. Это позволяет говорить о необходимости корректировки содержания курса «Окружающий мир», введении в него элементов содержания, позволяющих познакомиться учащимся с основными физическими явлениями.

В 5-6 классах предусмотрено изучение только систематических курсов биологии и географии, во ФГОС произошел полный отказ от существовавшей ранее возможности изучения в младшем подростковом возрасте интегрированного курса естествознания, который включал и физическую составляющую. Между тем, именно возраст 10-12 лет (что соответствует 5-6 классам), который отличает высокая любознательность и стремление исследовать природу, наиболее активно используется во всех странах для формирования первоначальных исследовательских умений, азов естественнонаучной грамотности и научного мировоззрения. Искусственный разрыв в два года приводит к утрате у многих учащихся интереса к естественным наукам, а также забыванию тех первоначальных естественнонаучных знаний и умений, которые были получены ими в начальной школе в рамках предмета «Окружающий мир».

Результаты решения задач в ЕГЭ по физике (наиболее важный вид деятельности, востребованный при поступлении в инженерно-физические вузы) показывают, что не более четверти участников экзамена осваивают решение задач на применение знаний в измененных ситуациях. Это говорит о недостатке учебного времени, о том, что физика изучается преимущественно на базовом уровне с нагрузкой 2 часа в неделю, при которой учителя стремятся изучить весь спектр теоретических вопросов традиционного курса физики, но времени на формирование сложных видов деятельности (в том числе и на освоение решения задач) явно не хватает. Эти данные в совокупности с данными международного исследования TIMSS свидетельствуют о малой численности обучающихся, изучающих профильный курс физики, и, соответственно, о недостатке числа профильных физико-математических классов.

### **2.3 Проблемы методического характера**

Результаты международного сравнительного исследования PISA и всероссийских проверочных работ свидетельствуют о том, что в методике обучения физике недостаточно внимания уделяется формированию таких

умений, как постановка задачи исследования, выдвижение научных гипотез и предложение способов их проверки, определение плана исследования и интерпретация его результатов, использование приемов, повышающих надежность получаемых данных. В процессе обучения российским учащимся предлагается недостаточно заданий, при выполнении которых необходимо объяснить природное явление на основе имеющихся знаний, аргументированно спрогнозировать развитие какого-либо процесса. Имеющиеся учебно-методические комплекты по физике для основной школы и для базового уровня в средней школе (физика и естествознание) не решают в полной мере задачу формирования естественнонаучной грамотности обучающихся.

Результаты исследования TIMSS для основной школы и данные ОГЭ по физике свидетельствуют о дисбалансе в формировании способов деятельности: наиболее высокие результаты достигаются при выполнении заданий на воспроизведение знаний и их применение в типовых учебных ситуациях, дефициты фиксируются при выполнении заданий на применение знаний в измененных ситуациях, при объяснении явлений и описаниях наблюдений и опытов. Анализ аппарата усвоения учебно-методических комплектов показывает недостаточную насыщенность заданиями, формирующими сложные умения строить логически связные рассуждения, объяснять результаты опытов, самостоятельно выдвигать гипотезы и проводить исследования.

По результатам ЕГЭ и международных исследований в 10-11 классах практически по всем способам деятельности существует тенденция более высоких результатов выполнения заданий по механике, чем по квантовой физике и последним темам электродинамики (при одинаковой сложности задания по механике имеют более высокие средние проценты выполнения). Это свидетельствует о существующем в процессе обучения «перекосе» затрат учебного времени между разделами физики в пользу механики, а также о недостаточном внимании в программах по физике фактам и закономерностям, связанным с достижениями современной физики (раздел «Атомная и ядерная физика»).

Результаты решения расчетных задач показывают, что необходимы изменения в методиках обучения решению задач, которые должны быть направлена не на заучивание способов решения типовых расчетных задач, а на обучение умениям самостоятельно выбирать физическую модель при решении задачи, обосновывать выбор необходимых законов и формул.

Важнейшим условием качественного обучения физике является материально-техническое оснащение кабинета физики, включающее демонстрационное и лабораторное оборудование. Оборудование должно обеспечивать наблюдение и исследование ключевых явлений, исследование эмпирических закономерностей и большинства фундаментальных законов, измерение изучаемых величин. Лабораторное оборудование обеспечивает самостоятельный ученический эксперимент, при этом нормативно-обязательным вне зависимости от уровня изучения физики (базовый или углубленный) и образовательной программы (основная или средняя школа)

является фронтальный ученический эксперимент. Измерительный комплекс кабинета физики должен быть сформирован на основе оптимального сочетания классических (аналоговых) и современных (цифровых и компьютерных) средств измерений и способов экспериментального исследования явлений и исследования законов и закономерностей.

Отечественная учебная промышленность серийно выпускает для школ различное оборудование для изучения физики на экспериментальной основе. При этом отсутствуют единые требования как к перечню оборудования, так и к параметрам приборов и материалов. Реальное положение с оснащенностью учебных кабинетов вызывает тревогу, и без исправления ситуации крайне затруднена модернизация физического образования.

Традиционно в нашей стране экспериментальные задания на реальном оборудовании были частью государственной итоговой аттестации, но в КИМ ЕГЭ по физике такие задания отсутствуют. У учителей формируется отношение к учебному эксперименту как малозначительному и необязательному виду деятельности, что приводит к пренебрежению лабораторными работами и, как следствие, к неудовлетворительному уровню формирования экспериментальных умений, которые являются неотъемлемой составляющей естественнонаучной грамотности.

#### **2.4. Кадровые проблемы**

Направление педагогической подготовки в вузах, на которой обучаются будущие учителя физики, мало востребованы в связи с низким престижем профессии учителя физики. Кроме того, на это направление подготовки не требуется сертификат о сдаче ЕГЭ по физике, что приводит к набору на эту специальность выпускников, не мотивированных к изучению физики и не имеющих достаточного уровня подготовки для освоения вузовской программы курса общей физики.

Школы, особенно в регионах, испытывают существенный дефицит учителей физики, что объясняется не только их низким социальным статусом и маленькой зарплатой, но и тем, что многие педагогические вузы, особенно после объединения с другими вузами, прекратили подготовку учителей физики.

Данные международных сравнительных исследований и национальных исследований качества образования говорят о высоком среднем возрасте учителей физики, малочисленности группы учителей с опытом работы до 10 лет.

Процедура отбора экспертов в региональные предметные комиссии по проверке заданий с развернутым ответом ОГЭ и ЕГЭ косвенно свидетельствует о недостаточном уровне предметной подготовки части учителей физики.

### **3. Цели и задачи Концепции**

Целью Концепции является повышение качества преподавания и изучения физики в образовательных организациях с учетом перспективных направлений научно-технического развития Российской Федерации. Указанная цель достигается посредством решения следующих задач:

- обновление документов, регламентирующих содержание физического образования;

- обновление содержания образовательных программ для уровней начального, основного и среднего общего образования с учетом преемственности и учета концептуальных подходов к изучению вопросов физики;
- обновление учебно-методических комплектов, технологий и методик обучения;
- совершенствование материально-технической базы школьных кабинетов физики;
- совершенствование системы оценки учебных достижений обучающихся,
- совершенствование системы подготовки учителей физики и повышение их квалификации с использованием современных педагогических технологий и методов обучения, содействие их профессиональному росту.

#### **4. Основные направления реализации Концепции**

*Обновление содержания образования*, относящегося к области физики должно базироваться на следующих основаниях:

*В начальной школе* элементы физики должны входить в содержание предмета «Окружающий мир», программа которого должна включать в себя знакомство с наиболее яркими физическими явлениям, агрегатными состояниями вещества, различными видами энергии и их взаимными превращениями. Акцент в обучении должен делаться на усилении наглядности при знакомстве школьников с физическими явлениями и на формировании таких действиях, как наблюдение, описание явлений, предположения об их причинах, простейшие опыты и измерения.

*В 5-6 классах основной школы* элементы физики должны изучаться в рамках интегрированного предмета «Естествознание». Здесь знакомство с основными физическими явлениями должно переходить на новый качественный уровень, предполагающий проведение простейших исследований, измерений и даже обработку данных с помощью компьютера. Именно на этом этапе школьники способны переходить к научным объяснениям некоторых явлений и пониманию взаимосвязи разных наук о природе, осмысленно использовать такие понятия, как факт, гипотеза, модель, проверочный эксперимент. Сформированные в рамках «Естествознания» первоначальные научные представления и экспериментальные умения подготавливают возможность для последующего изучения систематического курса физики и других естественнонаучных предметов на основе активной познавательной деятельности, включая элементы самостоятельного исследования.

*В 7-9 классах* физика должна изучаться в виде обязательного для всех учащихся систематического курса. Ключевым здесь должно являться экспериментальное исследование физических явлений, изучение эмпирических законов, применение физических знаний в реальных жизненных ситуациях, понимание связи физики с окружающими нас устройствами и технологиями. Должно быть расширено использование исследовательского подхода в ученическом эксперименте, а в требованиях к результатам обучения акцент перенесен с решения расчетных задач на объяснение физических явлений на основе имеющихся теоретических знаний (качественные задачи). Усиление практической части курса основной школы (расширение числа ученических

практических работ) должно обеспечивать мотивацию к изучению предмета, увеличение доли обучающихся, выбирающих физику в качестве профильного предмета в средней школе.

**В 10-11 классах** физика может изучаться либо в рамках интегрированного курса, либо отдельного предмета. Основной целью изучения предмета *на базовом уровне* в средней школе должно стать формирование естественнонаучной грамотности, что требует существенного усиления методологической составляющей курса и расширение аппарата усвоения учебно-методических комплектов заданиями практико-ориентированного характера.

На **углубленном уровне** физика изучается как научная дисциплина, имеющая непосредственное отношение к будущей научной или инженерной профессиональной сфере деятельности, выбранной учащимся. Обновление содержания здесь – это введение вопросов, связанных с современной физикой. Содержание профильного курса физики в средней школе нуждается в изменениях в части наполнения раздела «Атомная и ядерная физика» фактами и закономерностями, связанными с достижениями современной физики.

Стержневыми элементами курса физики основной школы являются физические явления (формирование знаний о природе физических явлений, их причинах, основных физических понятия и знаний феноменологических законов физики). Стержневой идеей курса физики средней школы является физическая теория.

Нуждаются в доработке *документы, регламентирующие содержание физического образования*. Во ФГОС ООО необходимо внести требования к предметным результатам по предмету «Естествознание» в 5-6 классах, включающие содержательные элементы физики, биологии, географии, астрономии, химии. В ПООП ООО и СОО необходимо усовершенствовать планируемые результаты освоения содержания программы по физике. При отборе планируемых результатов следует учитывать не только познавательные результаты (как это сделано в настоящее время), но и коммуникативные и регулятивные действия, освоение которых наиболее эффективно осуществляется средствами физики, а также те ценностные установки, которые необходимы для формирования естественнонаучных компетенций.

Обновление содержания физического образования требует *совершенствования программ и учебных методических комплектов* по предмету «Окружающий мир» и разработки содержания, программ и учебных методических комплектов предмета «Естествознание» для 5-6 классов.

Необходима разработка отдельной программы расширенного изучения физики в 8-9 классах для образовательных организаций, реализующих программы повышенного образовательного уровня по математике.

Обновление программ и учебных методических комплектов по физике должно обеспечить реализацию деятельностного подхода к изучению предмета, что может быть осуществлено путём усиления прикладного характера учебного материала; расширение доли ученического эксперимента; переориентации учебного процесса на применение знаний в контексте

жизненных ситуаций; увеличения доли заданий на объяснение и доказательства в аппарате усвоения учебников и т.п. Необходимо создать дидактические материалы (задачники, рабочие тетради, сборники диагностических материалов и пр.), содержащие не только традиционные расчетные задачи, но и задания, выполнение которых требует не просто решить задачу, следуя изученному алгоритму, но и дать пояснения, доказать и обосновать свою точку зрения, применить знания к решению проблем.

Важной составляющей обновления содержания физического образования является совершенствование *инструментария для оценки учебных достижений по физике*, включая расширение инструментария для учительского оценивания, внешней оценки на уровне внутреннего мониторинга образовательной организации, муниципальных и региональных систем оценки качества образования, обновление контрольных измерительных материалов для проведения ЕГЭ, ОГЭ, ВПР и других оценочных процедур. В качестве направлений совершенствования рассматриваются: переориентация на проверку планируемых результатов обучения, усиление роли качественных задач, увеличение доли заданий практико-ориентированного характера, расширение спектра заданий на проверку методологической составляющей курса, введение экспериментальных заданий в КИМ ЕГЭ по физике. Экспериментальная часть ЕГЭ может выполняться в отдельный от письменной части день в специальном центре, оснащённом необходимым лабораторным оборудованием. Для выполнения экспериментальных заданий могут использоваться наборы оборудования на базе традиционных приборов и материалов, включённых в перечень оборудования для школьных кабинетов физики, либо компьютерный измерительный блок (компьютер и подключённые к нему датчики для измерения различных физических величин).

Модернизация подходов к преподаванию физики как в основной, так и в средней школе должна обеспечиваться *внедрением современных технологий обучения*, таких как: технология использования компьютерного моделирования в процессе исследовательского обучения, технология, основанная на использовании планшетных компьютеров и мобильных телефонов, технология сотрудничества в обучении (работа в малых группах сотрудничества), технология «перевернутого» обучения (самостоятельное изучение нового материала до проведения урока), технология дополненной реальности (виртуальные объекты и информация дополняют сведения о физических объектах и окружающей среде при проведении учебных исследований); технология формирования экспериментальных умений учащихся.

Приоритетным методом является проектно-исследовательская деятельность обучающихся, которая носит интегративный характер и осуществляется на основе новой образовательной среды, которая делает учащихся активными участниками образовательного процесса, даёт возможность широкого выбора в области будущего профессионального развития на основе фундаментальной естественнонаучной и математической подготовки.

Для обновления содержания физического образования необходимо обеспечить *подготовку учителей*:

- начальной школы к преподаванию предмета «Окружающий мир», включающего новые дидактические единицы, относящиеся к области физики;
- предметов естественнонаучного цикла к преподаванию интегрированного курса «Естествознание» в 5-6 классах;
- физики к преподаванию систематического курса физики; программы подготовки (повышения квалификации) должны предусматривать блоки предметного содержания (решение сложных задач, вопросы современных научных исследований и т.д.) и блоки методического характера, обеспечивающие освоение оборудования для компьютеризированного эксперимента и освоение эффективных педагогических практик формирования естественнонаучной грамотности обучающихся.

Важнейшим показателем оценки деятельности учителя физики должен быть *показатель динамики образовательных достижений обучающихся*, о которой можно судить как на основании внешних оценочных процедур, так и на основании внутреннего мониторинга образовательной организации.

Для преподавания учебного предмета «Астрономия» в качестве самостоятельного предмета на уровне среднего общего образования необходимо при получении высшего педагогического образования присваивать квалификацию «учитель физики и астрономии».

Необходимо разработать *специальный профессиональный стандарт для учителей физики*, расширив и конкретизировав необходимые умения в обобщенных трудовых функциях (например, умения, связанные с обеспечением функционирования лаборатории кабинета физики, обеспечением экспериментальной части программы по предмету).

Материально-технические условия организации процесса обучения физике требуют *оснащения кабинета физики* необходимым оборудованием, а также оснащение специальной лаборатории для занятий проектной и учебно-исследовательской деятельностью (единого для всех предметов естественнонаучного цикла). Отбор оборудования для кабинета физики должен осуществляться на основе принципов полноты, преемственности и оптимального сочетания классических и современных (компьютерных) средств измерений. Приоритетом является лабораторное оборудование для фронтального эксперимента, которое оптимально представлять в виде тематических комплектов (по механике, молекулярной физике, электричеству и оптике). Целесообразно перейти на Федеральный программно-целевой способ обновления материальной базы школьных кабинетов физики. Необходимо разработать единые технические условия производства оборудования для обучения физике в общем образовании, что позволит обеспечить стандартизацию оснащения школьных кабинетов физики.

## **5. Реализация концепции**

Реализация настоящей Концепции обеспечит новый уровень изучения и преподавания физики, будет способствовать реализации Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации<sup>1</sup>.

Планируемым механизмом реализации настоящей Концепции является включение соответствующих задач в осуществляемые мероприятия целевых федеральных и региональных программ и программ развития отдельных образовательных организаций, финансируемых за счет средств федерального, региональных и муниципальных бюджетов.

Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642.

# ФУНДАМЕНТАЛЬНОЕ ЯДРО СОДЕРЖАНИЯ ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

## 1.2. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ НАУЧНОГО ЗНАНИЯ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ

### ФИЗИКА

#### Пояснительная записка

Физика — наука, изучающая наиболее общие закономерности явлений природы, свойства и строение материи, законы ее движения. Основные понятия физики и ее законы используются во всех естественных науках.

Физика изучает количественные закономерности природных явлений и относится к точным наукам. Вместе с тем гуманитарный потенциал физики в формировании общей картины мира и влиянии на качество жизни человечества очень высок.

Физика — экспериментальная наука, изучающая природные явления опытным путем. Построением теоретических моделей физика дает объяснение наблюдаемых явлений, формулирует физические законы, предсказывает новые явления, создает основу для применения открытых законов природы в человеческой практике. Физические законы лежат в основе химических, биологических, астрономических явлений. В силу отмеченных особенностей физики ее можно считать основой всех естественных наук.

В современном мире роль физики непрерывно возрастает, так как физика является основой научно-технического прогресса. Использование знаний по физике необходимо каждому для решения практических задач в повседневной жизни. Устройство и принцип действия большинства применяемых в быту и технике приборов и механизмов вполне могут стать хорошей иллюстрацией к изучаемым вопросам.

Физика — единая наука без четких граней между разными ее разделами, но в разработанном документе в соответствии с традициями выделены разделы, соответствующие физическим теориям: «Механика», «Молекулярная физика», «Электродинамика», «Квантовая физика». В отдельном разделе «Строение Вселенной» изучаются элементы астрономии и астрофизики.

#### Содержание

Физика — наука о природе. Наблюдение и описание физических явлений. Физический эксперимент. Измерение физических величин. Международная система единиц. Физические законы и границы их применимости. Роль физики в формировании научной картины мира. Краткая история основных научных открытий.

#### **МЕХАНИКА**

Материальная точка как модель физического тела.

Механическое движение. Относительность механического движения. Путь. Скорость. Ускорение. Их величина и направление. Первый закон Ньютона и инерция. Масса. Сила. Второй закон Ньютона. Равномерное и ускоренное движение. Движение по прямой и по окружности. Третий закон Ньютона. Импульс. Закон сохранения импульса. Реактивное движение. Сила упругости. Сила трения. Сила тяжести. Закон всемирного тяготения. Работа. Мощность. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии. Условия равновесия твердого тела. Простые механизмы.

Механические колебания. Резонанс. Механические волны в однородных средах. Звук. Громкость и высота тона звука.

### **МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА**

Атомно-молекулярное строение вещества. Тепловое движение. Температура. Броуновское движение. Диффузия. Взаимодействие частиц вещества. Агрегатное состояние вещества — газ, жидкость, твердое тело. Испарение и конденсация. Кипение. Плавление и переход в твердое состояние.

Тепловое равновесие. Внутренняя энергия и давление. Давление идеального газа. Уравнение состояния идеального газа. Атмосферное давление. Закон Паскаля. Закон Архимеда.

Работа и теплопередача. Первый закон термодинамики. Количество теплоты, теплоемкость. Преобразование тепловой энергии в механическую. Паровой двигатель, двигатель внутреннего сгорания, турбина. Коэффициент полезного действия. Второй закон термодинамики и его статистическое истолкование.

### **ЭЛЕКТРОДИНАМИКА**

Электрическое поле. Носители электрического заряда. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Потенциал. Конденсатор. Энергия электрического поля. Источники постоянного тока. Электродвижущая сила. Напряжение на участке электрической цепи. Сила тока. Электрическое сопротивление. Закон Ома. Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля—Ленца. Электрический ток в проводниках, электролитах, полупроводниках, газах и в вакууме. Полупроводниковые приборы.

Магнитное поле. Индукция магнитного поля. Магнитное поле тока. Электромагнит. Действие магнитного поля на проводник с током. Сила. Индуктивность. Энергия магнитного поля. Электромагнитная индукция. Электродвигатель. Переменный ток. Трансформатор.

Электродвигатель. Магнитные свойства вещества.

Электромагнитные колебания. Электромагнитные волны. Свойства электромагнитных волн. Скорость света. Принципы радиосвязи и телевидения. Мобильная связь. Диапазон частот электромагнитных колебаний. Свет. Интерференция, дифракция, дисперсия света. Отражение и преломление света. Оптоволоконная связь. Линза. Ход световых лучей в линзе. Оптические приборы.

Постулаты специальной теории относительности. Полная энергия. Энергия покоя. Релятивистский импульс. Дефект массы и энергия связи.

### ***КВАНТОВАЯ ФИЗИКА***

Опыты Резерфорда. Планетарная модель атома. Оптические спектры. Поглощение и испускание света атомами. Свет как поток фотонов. Энергия и импульс фотонов. Излучение нагретого тела. Фотоэффект.

Состав атомного ядра. Энергия связи атомных ядер. Радиоактивность. Альфа-, бета- и гамма-излучения. Превращения элементов. Период полураспада. Связь массы и энергии. Элементарные частицы.

Ядерные реакции. Источники энергии Солнца и звезд. Ядерная энергетика. Дозиметрия. Влияние радиоактивных излучений на живые организмы.

### ***СТРОЕНИЕ ВСЕЛЕННОЙ***

Солнечная система. Звезды и источники их энергии. Галактика. «Красное смещение» в спектрах галактик. Модель расширяющейся Вселенной. «Большой взрыв» и эволюция состояния материи во Вселенной.

## **1.3. ПРИМЕРНАЯ ПРОГРАММА СРЕДНЕГО (ПОЛНОГО) ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ПО ФИЗИКЕ (ПРОФИЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ)**

### **ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

#### **Статус документа.**

Примерная программа по физике на профильном уровне составлена на основе федерального компонента государственного стандарта среднего (полного) общего образования.

Примерная программа конкретизирует содержание предметных тем образовательного стандарта на профильном уровне, дает примерное распределение учебных часов по разделам курса и рекомендуемую последовательность изучения разделов физики с учетом межпредметных и внутрипредметных связей, логики учебного процесса, возрастных особенностей учащихся, определяет минимальный набор опытов, демонстрируемых учителем в классе, лабораторных и практических работ, выполняемых учащимися.

Примерная программа является ориентиром для составления авторских учебных программ и учебников, а также может использоваться при тематическом планировании курса учителем. Авторы учебников и методических пособий, учителя физики могут предлагать варианты программ, отличающихся от примерной программы последовательностью изучения тем, перечнем демонстрационных опытов и фронтальных лабораторных работ. В них может быть более детально раскрыто содержание изучаемого материала, а также пути формирования системы знаний, умений и способов деятельности, развития и социализации учащихся. Таким образом, примерная программа содействует сохранению единого образовательного пространства, не сковывая

творческой инициативы учителей, предоставляет широкие возможности для реализации различных подходов к построению учебного курса.

### **Структура документа.**

Примерная программа по физике включает три раздела: *пояснительную записку; основное содержание* с примерным распределением учебных часов по разделам курса, рекомендуемую последовательность изучения тем и разделов; *требования* к уровню подготовки выпускников.

Физика как наука о наиболее общих законах природы, выступая в качестве учебного предмета в школе, вносит существенный вклад в систему знаний об окружающем мире. Она раскрывает роль науки в экономическом и культурном развитии общества, способствует формированию современного научного мировоззрения. Для решения задач формирования основ научного мировоззрения, развития интеллектуальных способностей и познавательных интересов школьников в процессе изучения физики основное внимание следует уделять не передаче суммы готовых знаний, а знакомству с методами научного познания окружающего мира, постановке проблем, требующих от учащихся самостоятельной деятельности по их разрешению. Подчеркнем, что ознакомление школьников с методами научного познания предполагается проводить при изучении всех разделов курса физики, а не только при изучении специального раздела «Физика как наука. Методы научного познания природы».

Гуманитарное значение физики как составной части общего образования состоит в том, что она вооружает школьника *научным методом познания*, позволяющим получать объективные знания об окружающем мире.

Знание физических законов необходимо для изучения химии, биологии, физической географии, технологии, ОБЖ.

Курс физики в примерной программе среднего (полного) общего образования структурируется на основе физических теорий: механика, молекулярная физика, электродинамика, электромагнитные колебания и волны, квантовая физика.

### **Цели.**

*Изучение физики в образовательных учреждениях среднего (полного) общего образования направлено на достижение следующих целей:*

- **освоение знаний** о методах научного познания природы; современной физической картине мира: свойствах вещества и поля, пространственно-временных закономерностях, динамических и статистических законах природы, элементарных частицах и фундаментальных взаимодействиях, строении и эволюции Вселенной; знакомство с основами фундаментальных физических теорий: классической механики, молекулярно-кинетической теории, термодинамики, классической электродинамики, специальной теории относительности, квантовой теории;

- **овладение умениями** проводить наблюдения, планировать и выполнять эксперименты, обрабатывать результаты измерений, выдвигать гипотезы и строить модели, устанавливать границы их применимости;

- **применение знаний** по физике для объяснения явлений природы, свойств вещества, принципов работы технических устройств, решения физических задач, самостоятельного приобретения и оценки достоверности новой информации физического содержания, использования современных информационных технологий для поиска, переработки и предъявления учебной и научно-популярной информации по физике;

- **развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей** в процессе решения физических задач и самостоятельного приобретения новых знаний, выполнения экспериментальных исследований, подготовки докладов, рефератов и других творческих работ;

- **воспитание** духа сотрудничества в процессе совместного выполнения задач, уважительного отношения к мнению оппонента, обоснованности высказываемой позиции, готовности к морально-этической оценке использования научных достижений, уважения к творцам науки и техники, обеспечивающим ведущую роль физики в создании современного мира техники;

- **использование приобретенных знаний и умений** для решения практических, жизненных задач, рационального природопользования и защиты окружающей среды, обеспечения безопасности жизнедеятельности человека и общества.

### **Место предмета в учебном плане.**

Федеральный базисный учебный план для образовательных учреждений Российской Федерации отводит 350 часов для обязательного изучения физики на профильном уровне ступени среднего (полного) общего образования. В том числе в 10 и 11 классах по 175 учебных часов из расчета 5 учебных часов в неделю. В примерной программе предусмотрен резерв свободного учебного времени в объеме 35 часов для реализации авторских подходов, использования разнообразных форм организации учебного процесса, внедрения современных методов обучения и педагогических технологий, учета местных условий.

### **Общеучебные умения, навыки и способы деятельности.**

Примерная программа предусматривает формирование у школьников общеучебных умений и навыков, универсальных способов деятельности и ключевых компетенций. В этом направлении приоритетами для школьного курса физики на этапе среднего (полного) образования (профильный уровень) являются:

#### *Познавательная деятельность:*

- использование для познания окружающего мира различных естественнонаучных методов: наблюдение, измерение, эксперимент, моделирование;

- формирование умений различать факты, гипотезы, причины, следствия, доказательства, законы, теории;

- овладение адекватными способами решения теоретических и экспериментальных задач;

- приобретение опыта выдвижения гипотез для объяснения известных фактов и экспериментальной проверки выдвигаемых гипотез.

*Информационно-коммуникативная деятельность:*

- владение монологической и диалогической речью, развитие способности понимать точку зрения собеседника и признавать право на иное мнение;

- использование для решения познавательных и коммуникативных задач различных источников информации.

*Рефлексивная деятельность:*

- владение навыками контроля и оценки своей деятельности, умением предвидеть возможные результаты своих действий:

- организация учебной деятельности: постановка цели, планирование, определение оптимального соотношения цели и средств.

### **Результаты обучения.**

Обязательные результаты изучения курса «Физика» приведены в разделе «Требования к уровню подготовки выпускников», который полностью соответствует стандарту. Требования направлены на реализацию деятельностного и личностно ориентированного подходов; освоение учащимися интеллектуальной и практической деятельности; овладение знаниями и умениями, необходимыми в повседневной жизни, позволяющими ориентироваться в окружающем мире, значимыми для сохранения окружающей среды и собственного здоровья.

Рубрика «Знать/понимать» включает требования к учебному материалу, который усваивается и воспроизводится учащимися. Выпускники должны понимать смысл изучаемых физических понятий, физических величин и законов, принципов и постулатов.

Рубрика «Уметь» включает требования, основанные на более сложных видах деятельности, в том числе творческой: объяснять результаты наблюдений и экспериментов, описывать фундаментальные опыты, оказавшие существенное влияние на развитие физики, представлять результаты измерений с помощью таблиц, графиков и выявлять на этой основе эмпирические зависимости, применять полученные знания для решения физических задач, приводить примеры практического использования знаний, воспринимать и самостоятельно оценивать информацию.

В рубрике «Использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни» представлены требования, выходящие за рамки учебного процесса и нацеленные на решение разнообразных жизненных задач.

## **1.4. Основное содержание программы углубленного изучения курса физики основной школы (350 часов, 5 ч в неделю)**

### **Физика как наука. Методы научного познания природы (6 ч)**

Физика – фундаментальная наука о природе. Научные методы познания окружающего мира. Роль эксперимента и теории в процессе познания природы. Моделирование явлений и объектов природы. Научные гипотезы. *Роль математики в физике.* Физические законы и теории, границы их применимости. *Принцип соответствия.* Физическая картина мира.

### **Механика (60 ч)**

Механическое движение и его относительность. Способы описания механического движения. Материальная точка как пример физической модели. Перемещение, скорость, ускорение.

Уравнения прямолинейного равномерного и равноускоренного движения. Движение по окружности с постоянной по модулю скоростью. Центростремительное ускорение.

Принцип суперпозиции сил. Законы динамики Ньютона и границы их применимости. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. *Пространство и время в классической механике.*

Силы тяжести, упругости, трения. Закон всемирного тяготения. Законы Кеплера. Вес и невесомость. Законы сохранения импульса и механической энергии. *Использование законов механики для объяснения движения небесных тел и для развития космических исследований.* Момент силы. Условия равновесия твердого тела.

Механические колебания. Амплитуда, период, частота, фаза колебаний. Уравнение гармонических колебаний. Свободные и вынужденные колебания. Резонанс. *Автоколебания.* Механические волны. Поперечные и продольные волны. Длина волны. *Уравнение гармонической волны.* Свойства механических волн: отражение, преломление, интерференция, дифракция. Звуковые волны.

#### ***Демонстрации:***

Зависимость траектории движения тела от выбора системы отсчета.

Падение тел в воздухе и в вакууме.

Явление инерции.

Инертность тел.

Сравнение масс взаимодействующих тел.

Второй закон Ньютона.

Измерение сил.

Сложение сил.

Взаимодействие тел.

Невесомость и перегрузка.

Зависимость силы упругости от деформации.

Силы трения.  
Виды равновесия тел.  
Условия равновесия тел.  
Реактивное движение.  
Изменение энергии тел при совершении работы.  
Переход потенциальной энергии в кинетическую и обратно.  
Свободные колебания груза на нити и на пружине.  
Запись колебательного движения.  
Вынужденные колебания.  
Резонанс.  
Автоколебания.  
Поперечные и продольные волны.  
Отражение и преломление волн.  
Дифракция и интерференция волн.  
Частота колебаний и высота тона звука.

***Лабораторные работы:***

Измерение ускорения свободного падения.  
Исследование движения тела под действием постоянной силы.  
Изучение движения тел по окружности под действием силы тяжести и упругости.  
Исследование упругого и неупругого столкновений тел.  
Сохранение механической энергии при движении тела под действием сил тяжести и упругости.  
Сравнение работы силы с изменением кинетической энергии тела.

**Физический практикум (8 ч)**

**Молекулярная физика (34 ч)**

Атомистическая гипотеза строения вещества и ее экспериментальные доказательства. Модель идеального газа. Абсолютная температура. Температура как мера средней кинетической энергии теплового движения частиц. Связь между давлением идеального газа и средней кинетической энергией теплового движения его молекул.

Уравнение состояния идеального газа. Изопроцессы. *Границы применимости модели идеального газа.*

Модель строения жидкостей. *Поверхностное натяжение.* Насыщенные и ненасыщенные пары. Влажность воздуха.

Модель строения твердых тел. *Механические свойства твердых тел. Дефекты кристаллической решетки.* Изменения агрегатных состояний вещества.

Внутренняя энергия и способы ее изменения. Первый закон термодинамики. Расчет количества теплоты при изменении агрегатного состояния вещества. Адиабатный процесс. Второй закон термодинамики *и его статистическое истолкование.* Принципы действия тепловых машин. КПД тепловой машины. Проблемы энергетики и охрана окружающей среды.

### ***Демонстрации:***

Механическая модель броуновского движения.

Модель опыта Штерна.

Изменение давления газа с изменением температуры при постоянном объеме.

Изменение объема газа с изменением температуры при постоянном давлении.

Изменение объема газа с изменением давления при постоянной температуре.

Кипение воды при пониженном давлении.

Психрометр и гигрометр.

Явление поверхностного натяжения жидкости.

Кристаллические и аморфные тела.

Объемные модели строения кристаллов.

Модели дефектов кристаллических решеток.

Изменение температуры воздуха при адиабатном сжатии и расширении.

Модели тепловых двигателей.

### ***Лабораторные работы:***

Исследование зависимости объема газа от температуры при постоянном давлении.

Наблюдение роста кристаллов из раствора.

Измерение поверхностного натяжения.

Измерение удельной теплоты плавления льда.

## **Физический практикум (6 ч)**

### **Электростатика. Постоянный ток (38 ч)**

Элементарный электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции электрических полей. Потенциал электрического поля. Потенциал электростатического поля. Разность потенциалов. Напряжение. Связь напряжения с напряженностью электрического поля.

Проводники в электрическом поле. Электрическая емкость. Конденсатор. Диэлектрики в электрическом поле. Энергия электрического поля.

Электрический ток. Последовательное и параллельное соединение проводников. Электродвижущая сила (ЭДС). Закон Ома для полной электрической цепи. Электрический ток в металлах, электролитах, газах и вакууме. Закон электролиза. Плазма. Полупроводники. Собственная и примесная проводимости полупроводников. Полупроводниковый диод. *Полупроводниковые приборы.*

### ***Демонстрации:***

Электромметр.

Проводники в электрическом поле.

Диэлектрики в электрическом поле.

Конденсаторы.

Энергия заряженного конденсатора.

Электроизмерительные приборы.

Зависимость удельного сопротивления металлов от температуры.

Зависимость удельного сопротивления полупроводников от температуры и освещения.

Собственная и примесная проводимость полупроводников.

Полупроводниковый диод.

Транзистор.

Термоэлектронная эмиссия.

Электронно-лучевая трубка.

Явление электролиза.

Электрический разряд в газе.

Люминесцентная лампа.

***Лабораторные работы:***

Измерение электрического сопротивления с помощью омметра.

Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.

Измерение элементарного электрического заряда.

Измерение температуры нити лампы накаливания.

**Физический практикум (6 ч)**

**Магнитное поле (20 ч)**

Индукция магнитного поля. Принцип суперпозиции магнитных полей. Сила Ампера. Сила Лоренца. *Электроизмерительные приборы. Магнитные свойства вещества.*

Магнитный поток. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Вихревое электрическое поле. Правило Ленца. Самоиндукция. Индуктивность. Энергия магнитного поля.

***Демонстрации:***

Магнитное взаимодействие токов.

Отклонение электронного пучка магнитным полем.

Магнитные свойства вещества.

Магнитная запись звука.

Зависимость ЭДС индукции от скорости изменения магнитного потока.

Зависимость ЭДС самоиндукции от скорости изменения силы тока и индуктивности проводника.

***Лабораторные работы:***

Измерение магнитной индукции.

Измерение индуктивности катушки.

**Физический практикум (6 ч)**

**Электромагнитные колебания и волны (55 ч)**

Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания. Вынужденные электромагнитные колебания. Переменный ток. Действующие значения силы тока и напряжения. *Конденсатор и катушка в цепи переменного тока. Активное сопротивление. Электрический резонанс. Трансформатор.* Производство, передача и потребление электрической энергии.

Электромагнитное поле. *Вихревое электрическое поле.* Скорость электромагнитных волн. Свойства электромагнитных волн. *Принципы радиосвязи и телевидения.*

Свет как электромагнитная волна. Скорость света. Интерференция света. *Когерентность.* Дифракция света. Дифракционная решетка. *Поляризация света.* Законы отражения и преломления света. Полное внутреннее отражение. Дисперсия света. Различные виды электромагнитных излучений, их свойства и практические применения. Формула тонкой линзы. Оптические приборы. *Разрешающая способность оптических приборов.*

Постулаты специальной теории относительности Эйнштейна. *Пространство и время в специальной теории относительности.* Полная энергия. Энергия покоя. Релятивистский импульс. *Связь полной энергии с импульсом и массой тела.* Дефект массы и энергия связи.

#### ***Демонстрации:***

Свободные электромагнитные колебания.

Осциллограмма переменного тока.

Конденсатор в цепи переменного тока.

Катушка в цепи переменного тока.

Резонанс в последовательной цепи переменного тока.

Сложение гармонических колебаний.

Генератор переменного тока.

Трансформатор.

Излучение и прием электромагнитных волн.

Отражение и преломление электромагнитных волн.

Интерференция и дифракция электромагнитных волн.

Поляризация электромагнитных волн.

Модуляция и детектирование высокочастотных электромагнитных колебаний.

Детекторный радиоприемник.

Интерференция света.

Дифракция света.

Полное внутреннее отражение света.

Получение спектра с помощью призмы.

Получение спектра с помощью дифракционной решетки.

Поляризация света.

Спектроскоп.

Фотоаппарат.

Проекционный аппарат.  
Микроскоп.  
Лупа.  
Телескоп.

***Лабораторные работы:***

Исследование зависимости силы тока от емкости конденсатора в цепи переменного тока.

Оценка длины световой волны по наблюдению дифракции на щели.

Определение спектральных границ чувствительности человеческого глаза с помощью дифракционной решетки.

Измерение показателя преломления стекла.

Расчет и получение увеличенных и уменьшенных изображений с помощью собирающей линзы.

**Физический практикум (8 ч)**

**Квантовая физика (34 ч)**

Гипотеза М. Планка о квантах. Фотоэффект. Опыты А. Г. Столетова. Уравнение А. Эйнштейна для фотоэффекта. Фотон. *Опыты П. Н. Лебедева и С. И. Вавилова.*

Планетарная модель атома. Квантовые постулаты Бора и линейчатые спектры. Гипотеза де Бройля о волновых свойствах частиц. Дифракция электронов. *Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Спонтанное и вынужденное излучение света. Лазеры.*

Модели строения атомного ядра. Ядерные силы. Нуклонная модель ядра. Энергия связи ядра. Ядерные спектры. Ядерные реакции. Цепная реакция деления ядер. *Ядерная энергетика. Термоядерный синтез. Радиоактивность. Дозиметрия. Закон радиоактивного распада. Статистический характер процессов в микромире. Элементарные частицы. Фундаментальные взаимодействия. Законы сохранения в микромире.*

***Демонстрации:***

Фотоэффект.  
Линейчатые спектры излучения.  
Лазер.  
Счетчик ионизирующих частиц.  
Камера Вильсона.  
Фотографии треков заряженных частиц.

***Лабораторные работы:***

Наблюдение линейчатых спектров.

**Физический практикум (6 ч)**

**Строение Вселенной (8 ч)**

Солнечная система. Звезды и источники их энергии. Современные представления о происхождении и эволюции Солнца и звезд. Наша Галактика.

Другие галактики. Пространственные масштабы наблюдаемой Вселенной. Применимость законов физики для объяснения природы космических объектов. «Красное смещение» в спектрах галактик. Современные взгляды на строение и эволюцию Вселенной.

***Демонстрации:***

Фотографии Солнца с пятнами и протуберанцами.

Фотографии звездных скоплений и газопылевых туманностей.

Фотографии галактик.

***Наблюдения:***

Наблюдение солнечных пятен.

Обнаружение вращения Солнца.

Наблюдения звездных скоплений, туманностей и галактик.

Компьютерное моделирование движения небесных тел.

**Экскурсии – 8 часов** (во внеурочное время).

**Обобщающее повторение – 20 часов.**

**Резерв свободного учебного времени – 35 часов.**

## **1.5. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ПОДГОТОВКИ ВЫПУСКНИКОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ СРЕДНЕГО (ПОЛНОГО) ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ПО ФИЗИКЕ (ПРОФИЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ)**

***В результате изучения физики на профильном уровне ученик должен знать/понимать:***

- ***смысл понятий*** физическое явление, физическая величина, модель, гипотеза, принцип, постулат, теория, пространство, время, инерциальная система отсчета, материальная точка, вещество, взаимодействие, идеальный газ, резонанс, электромагнитные колебания, электромагнитное поле, электромагнитная волна, атом, квант, фотон, атомное ядро, дефект массы, энергия связи, радиоактивность, ионизирующее излучение, планета, звезда, галактика, Вселенная;

- ***смысл физических величин*** перемещение, скорость, ускорение, масса, сила, давление, импульс, работа, мощность, механическая энергия, момент силы, период, частота, амплитуда колебаний, длина волны, внутренняя энергия, средняя кинетическая энергия частиц вещества, абсолютная температура, количество теплоты, удельная теплоемкость, удельная теплота парообразования, удельная теплота плавления, удельная теплота сгорания, элементарный электрический заряд, напряженность электрического поля, разность потенциалов, электроемкость, энергия электрического поля, сила электрического тока, электрическое напряжение, электрическое сопротивление, электродвижущая сила, магнитный поток, индукция магнитного поля, индуктивность, энергия магнитного поля, показатель преломления, оптическая сила линзы;

- ***смысл физических законов, принципов и постулатов*** (формулировка, границы применимости): законы динамики Ньютона, принципы суперпозиции и относительности, закон Паскаля, закон Архимеда, закон Гука, закон

всемирного тяготения, законы сохранения энергии, импульса и электрического заряда, основное уравнение кинетической теории газов, уравнение состояния идеального газа, законы термодинамики, закон Кулона, закон Ома для полной цепи, закон Джоуля–Ленца, закон электромагнитной индукции, законы отражения и преломления света, постулаты специальной теории относительности, закон связи массы и энергии, законы фотоэффекта, постулаты Бора, закон радиоактивного распада;

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

**уметь:**

- **описывать и объяснять результаты наблюдений и экспериментов** независимость ускорения свободного падения от массы падающего тела; нагревание газа при его быстром сжатии и охлаждение при быстром расширении; повышение давления газа при его нагревании в закрытом сосуде; броуновское движение; электризация тел при их контакте; взаимодействие проводников с током; действие магнитного поля на проводник с током; зависимость сопротивления полупроводников от температуры и освещения; электромагнитная индукция; распространение электромагнитных волн; дисперсия, интерференция и дифракция света; излучение и поглощение света атомами, линейчатые спектры; фотоэффект; радиоактивность;

- **приводить примеры опытов, иллюстрирующих, что** наблюдения и эксперимент служат основой для выдвижения гипотез и построения научных теорий; эксперимент позволяет проверить истинность теоретических выводов; физическая теория дает возможность объяснять явления природы и научные факты; физическая теория позволяет предсказывать еще неизвестные явления и их особенности; при объяснении природных явлений используются физические модели; один и тот же природный объект или явление можно исследовать на основе использования разных моделей; законы физики и физические теории имеют свои определенные границы применимости;

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

- **применять полученные знания для решения физических задач;**

- **определять** характер физического процесса по графику, таблице, формуле; продукты ядерных реакций на основе законов сохранения электрического заряда и массового числа;

- **измерять** скорость, ускорение свободного падения; массу тела, плотность вещества, силу, работу, мощность, энергию, коэффициент трения скольжения, влажность воздуха, удельную теплоемкость вещества, удельную теплоту плавления льда, электрическое сопротивление, ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока, показатель преломления вещества, оптическую силу линзы, длину световой волны; **представлять** результаты измерений с учетом их погрешностей;

- **приводить примеры практического применения физических знаний** законов механики, термодинамики и электродинамики в энергетике; различных

видов электромагнитных излучений для развития радио- и телекоммуникаций; квантовой физики в создании ядерной энергетики, лазеров;

· **воспринимать и на основе полученных знаний самостоятельно оценивать** информацию, содержащуюся в сообщениях СМИ, научно-популярных статьях; **использовать** новые информационные технологии для поиска, обработки и предъявления информации по физике в компьютерных базах данных и сетях (сети Интернет);

**использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни:**

· для обеспечения безопасности жизнедеятельности в процессе использования транспортных средств, бытовых электроприборов, средств радио- и телекоммуникационной связи;

· анализа и оценки влияния на организм человека и другие организмы загрязнения окружающей среды;

· рационального природопользования и защиты окружающей среды;

· определения собственной позиции по отношению к экологическим проблемам и поведению в природной среде.

## **1.6. Система оценки учебных достижений по учебным предметам естественно-научного цикла Оценка ЗНАНИЙ**

**Система знаний** включают в себя: научные факты, понятия, величины (характеристики), законы, гипотезы и принципы, методы научного познания, научную картину мира. Знания представляются на лекционных занятиях.

При **оценке усвоения научных знаний** используется поэлементный анализ. Оцениваются усвоение знаний на контрольных занятиях. Выполненное учащимся задание, содержащее вопросы для проверки теоретических знаний учащихся оцениваются суммой баллов за все элементы знания. Правильный ответ на конкретный вопрос оценивается в 1 балл, неправильный или неполный – 0 баллов.

### **Оценка УМЕНИЯ**

Элементами познавательной (учения) деятельности являются действия (операции). Поэтому **умение** можно расчленить на действия, перечень которых зависит от вида деятельности. Разные виды познавательной деятельности формируются на практических занятиях.

При **оценке умения** применяется пооперационный анализ.

**1. Решение учебных задач** при определении умения применять научные знания при описании явлений и объектов оценивается от 1 до 4 баллов в случае правильного её оформления.

Оформление учебной задачи должно содержать: краткую запись условия задачи, чертеж иллюстрирующий ситуацию задачи, запись закона и/или определения величины (характеристики) и обоснование их применения, полученное выражения для искомой величины, расчеты названных величин, вывод.

Решение качественной задачи – оценивается в 1 балл, в случае предоставления правильного ответа и его обоснования.

Решение расчетной задачи оценивается в зависимости от уровня сложности.

*Решение задачи первого уровня* сложности - оценивается в 1 балл, простая задача на применение одного элемента знания, например какого либо закона или определения физической величины.

*Решение задачи второго уровня* сложности — оценивается от 1 до 2 баллов, решение которой требует знания и применения нескольких понятий, законов изучаемого раздела физики.

*Решение задачи третьего уровня сложности* — оценивается от 1 до 3 баллов, это комплексная задача, требующая применения знаний различных тем, в 4 балла, если используются знания из различных разделов конкретной науки.

Решение экспериментальной задачи («наблюдение») – оценивается от 1 до 4 баллов, в которой требуется произведение наблюдения и представление их в виде описания, зарисовки, фотографии, видеозаписи (1балл), измерения и обработка результатов измерения в виде их представления, в кодированном виде в таблицах, графиках (1 балл), анализ результатов измерения (1балл) и формулирование (1балл) вывода.

Работа с картой - оценивается от 1 до 10 баллов, в зависимости от количества единиц проверяемых в поиске знаний.

**2. Экспериментальная деятельность** - оценивается от 1 до 6 баллов, по одному за каждую операцию. Экспериментальная деятельность может осуществляться на «Лабораторных занятиях».

Выполнение «модельного опыта», состоящего из следующих операций.

1. Формулирование цели модельного опыта.
2. Формулирование условий (режимов) наблюдений.
3. Описание результатов наблюдений в автоматическом режиме: зарисовок, графиков.
4. Выполнение модельного опыта, с выбором изменяющегося параметра и влияния его на результат наблюдения.
5. Описание результатов наблюдений в виде рисунков и графиков.
6. Анализ результатов наблюдений и формулирование выводов.

Выполнение «опыта», состоящего из следующих операций.

1. Производство прямых измерений (определение цены деления прибора, подготовка приборов к измерению, определение значения величины по прибору).

2. Кодирование информации, получаемой при выполнении опыта.

3. Математическая обработка результатов измерений, вычисление искомых величин.

4. Анализ результатов опыта.

5. Формулирование выводов.

6. Оформление проделанной работы. Оно заключается в представлении структурированного текста отчета. Текст должен содержать следующее: а) название, б) цель, в) перечень использованного оборудования, описание установки г) теоретические основы метода решения задач, включающие в себя необходимые схемы, рисунки, основные соотношения, д) представление результатов в таблицах, е) представление обработки результатов в графиках и диаграммах, ж) выводы.

### **Оценка ИСПОЛЬЗОВАНИЯ приобретенных знаний и умений**

Умение, доведенное до навыка, позволяет использовать знания самостоятельно в новых учебной и жизненной ситуациях. Элементом навыка является действие (операция).

**1. Преобразовательная деятельность (труд)** – оценивается от 1 до 4 баллов, по одному за каждое действие.

Труд осуществляется на практических учебных занятиях и во внеурочное время, состоит из следующих операций.

1) Осмысление цели.

2) Определение задач и условий труда.

3) Выполнения трудовых действий.

4) Формулирование выводов по трудовой деятельности, самооценка.

**2. Исследовательская деятельность** - оценивается от 1 до 10 баллов, по 1 за каждый элемент деятельности.

Выполнение «исследования» выполняется учащимся самостоятельно под руководством учителя на индивидуальных занятиях. Оно состоит из следующих операций.

1) Формулировка цели.

2) Определение задач.

3) Формулировка гипотезы, ее обоснование.

4) Формулирование условий, необходимых для проверки гипотезы.

5) Определение оборудования, необходимого для проведения опыта.

6) Выбор способа кодировки получаемой информации.

7) Проведение опытов.

8) Математическая обработка результатов опытов.

9) Анализ полученных результатов.

10) Формулирование выводов.

**3. Творческая деятельность** – оценивается 4 до 40 баллов, по 4 за каждое действие.

Выполнение «творческого Проекта» на индивидуальных занятиях по учебному предмету.

- 1) Формулировка цели Проекта.
- 2) Определение задач.
- 3) Формулировка гипотезы, ее обоснование.
- 4) Формулирование условий, необходимых для проверки гипотезы.
- 5) Определение оборудования, необходимого для проведения Проекта.
- 6) Выполнение задач Проекта.
- 7) Представление результатов Проекта.
- 8) Оформление продукта Проекта.
- 9) Публичное представление Проекта.
- 10) Распространение Продукта Проекта.

## II. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

### 2.1. Авторская образовательная технология изучения физики в профильной школе

Авторская программа изучения физики в профильной школе (классе) сопровождается, разработанной автором, технологией. Программа и технология разработана для обучения физике интеллектуально одаренных учащихся.

Технология обучения физике апробирована в Государственном лицее Республики Тыва (ГЛРТ). Многолетний опыт показывает, что технология может быть успешно применена в специализированной школе для интеллектуально одаренных учащихся, а также в профильных физико-математических классах. Такая технология позволяет добиться высокого качества обучения.

Государственный лицей является Инновационным центром повышения квалификации работников образования по направлению ФПРО «Авторская школа». В рамках этого центра проводятся курсы повышения квалификации, в том числе и учителей физики. Общение автора с учителями и совместный анализ авторской программы по физике и технологии обучения показывает, что частично технология применима и в классах с углубленным изучением физики в общеобразовательных классах.

#### I. Концептуальная основа технологии

**Философским фундаментом технологии является то, что в современных условиях развития общества главной ценностью человека является не багаж знаний, который он приобрел, а уникальность, которую он воплощает. Поэтому необходимо создать условия развития и выработать критерии оценки этой уникальности, индивидуальности.**

Индивидуальность проявляется, прежде всего, в отношении человека к происходящему вокруг него и с ним самим, т.е. в его эмоциональном состоянии, а также выражается в творчестве человека. Поэтому, при развитии творческих способностей, развивается индивидуальность.

В. С. Юркевич отмечает, что в определенном отношении генетически задан только интеллект, творческие способности являются результатом, главным образом, воспитания.

*Технология, разработанная автором, содержит элементы множества современных технологий обучения, базируется на принципах обучения интеллектуально одаренных учащихся. Разумное сочетание различных технологий и их авторскую комбинацию применения в образовательном процессе составляет концепцию предлагаемой технологии.*

Физика занимает ведущее место среди изучаемых предметов в профильном физико-математическом классе. **Целями обучения являются: повышение их интеллекта и развитие творческих способностей учащихся.**

**Образовательные задачи** поставлены следующие.

Задачей обучения физике является - дать учащимся **систему знаний**, включающей основы науки на современном уровне её развития, научные методы решения проблем, формировать научное диалектико-материалистическое мировоззрение.

Добиваться **владения** учащимися методами научного познания, **умения** воспринимать, перерабатывать и предъявлять учебную информацию в различных формах и применять знания к решению конкретных типовых задач.

Кроме того, в задачи обучения физике по авторской программе, входит формирование **навыков** исследователя таких как:

- умение наблюдать и способность интерпретировать наблюдаемые явления,
  - умение систематизировать наблюдаемые явления,
  - умение выбирать из множества путей решения проблем наиболее оптимальный и способность делать выбор в пользу наилучшего,
- воспитание следующих качеств исследователя:*

- наблюдательности,
- упорства,
- трудолюбия и работоспособности,
- интуиции и воображения,
- критического и логического мышления,
- скрупулезности и аккуратности,
- чувства ответственности,

**а также развитие мышления и творческих способностей.**

**Кроме того, в рамках воспитательной работы: осуществлять научно-атеистическое, военно-патриотическое, интернациональное, нравственное, эстетическое и трудовое воспитание.**

Необходимыми **условиями реализации технологии** являются:

1) профильный класс, профильная школа, специализированная школа с углубленным изучением предметов естественно-математического цикла;

2) современное содержание учебников и учебных пособий для учащихся, существование возможностей использования новых информационных технологий на занятиях;

3) лаборатории, оснащенные современным оборудованием для научно-исследовательской работы; 4) высококвалифицированные кадры.

Важным условием является также наличие достаточного количества разных учебников, учебных пособий и научной, научно–популярной литературы в школьной библиотеке и в кабинете физики на бумажных и электронных носителях.

## **I. Содержательная часть технологии**

### **Учебные программы**

*Авторская* программа курса физики для профильной школы состоит из трех частей: Физика –I, Физика –II, Физика –III. Первая часть – содержит разделы физики: механика и астрономия, молекулярная физика, оптика, квантовая физика и астрофизика. Вторая часть – содержит только раздел электромагнетизма. Третья часть (Техническая физика) – элементы курсов электроники, основ вычислительной техники, экспериментальной физики. Эти части содержат базовый компонент и школьный компонент (в виде элективных курсов) образования по предмету Физика. Программы этих курсов приведены в отдельном издании «Авторская программа. Физика».

### **II. Учебно-методическое сопровождение реализации программы**

**Учебники и учебные пособия.** При изучении *механики* используется в качестве базового учебник «Физика 9. Три уровня» авторов А.П. Ершов, И.И. Воробьев, В.Г. Харитонов. Учебное пособие «Механика» для учащихся, состоящее из пяти частей: «*Теоретический аппарат механики*», «*Полет*», «*Механизмы*», «*Звука музыки*», «*Потоки воды*», автора *Санчаа Т.О.*, является основным при изучении этого раздела физики по программе названного автора. К этому пособию прилагается «Рабочая тетрадь» в виде дописей.

При изучении *молекулярной физики* основным является учебник «Молекулярная физика. Гидродинамика», авторов: Ершов А.П., Куперштох А.Л., Харитонов В.Г., «Физика. Учебник для школ физико-математического профиля» А.П. Ершова и В.Г. Харитонova. Формирование сложного понятия «энтропия» облегчается использованием учебного пособия для учащихся «*От игры «кыжык» до молекул белка» и разработки урока по теме «Энтропия» Санчаа Т.О.*

Основным учебником по *оптике* является «Физика. 11. Три уровня обучения» авторов: В.Н. Иванченко, В.И. Тельнов, Г.В. Федотович, В.Г. Харитонов. Основным пособием при изучении оптики является «Руководство к лабораторным работам по оптике» А.В. Набатова. В качестве дополнительного используется пособие И.Г. Пальчиковой «Смотрящий да увидит».

Основным учебником по *квантовой физике* является «Физика. 11. Три уровня обучения» авторов: В.Н. Иванченко, В.И. Тельнов, Г.В. Федотович, В.Г. Харитонов. По квантовой физике дополнительным является учебное пособие,

состоящее из двух частей: *«Квантовая физика», «Атом и его ядро. Астрофизическая картина мира», автора: Санчаа Т.О.*

Раздел «Электромагнетизм» изучается учащимися по учебным пособиям: Набатов А. В. «Основы электромагнетизма», «Задачник-практикум по основам электромагнетизма».

Учащиеся могут пользоваться и другими учебниками, имеющимися в библиотеке лица и кабинете физики.

### Аудио–видео материалы и CD.

Кроме того, составляющими учебно-методического комплекса являются аудио–видео материалы и CD. В таблице 1 приводится список таких материалов по механике, в таблице 2 – по молекулярной физике, в таблице 3 – по оптике, в таблице 4- по квантовой физике.

Таблица 1

Наименование	Примечание
«Аполлон –13» худ. фильм	Видео кассета
«Россия в космосе» док. фильм	Видео кассета
«Для всего человечества» худ. фильм	Видео кассета
«The Voyager Odissey» док. фильм	Видео кассета
Оксфордская видео энциклопедия для детей. Давление	Видео кассета
Soviet space program	CD
Оксфордская видео энциклопедия для детей. Полет	Видео кассета
Оксфордская видео энциклопедия для детей. Трение	Видео кассета
Видео энциклопедия для народного образования	Видео кассета
Невесомость и перегрузка	Видео кассета
Видео фрагменты. Полет	Видео кассета
Физика. Механика	Видео кассета
Физика в картинках	CD
Электронный задачник по физике. Механика	CD
Военная энциклопедия. Артиллерия от Альфы до Омеги	CD
Большая энциклопедия Кирилла и Мефодия	CD
Compton`s. Interactive Encyclopedia	CD
Компьютерные лабораторные работы по механике	Дискеты
Компьютерные лабораторные работы по гидродинамике	Дискеты
Физика. Репетитор. 1s.	CD

Таблица 2

Оксфордская видео энциклопедия для детей. Давление	Видео кассета
Уроки Пальчикова Е.И. (вещества с уникальными свойствами)	Видео-кассета
Видео энциклопедия для народного образования. Физика. Молекулярная физика.	Видео кассета
Физика. Молекулярная физика	CD
Электронный задачник по физике. Молекулярная физика и термодинамика	CD
Большая энциклопедия Кирилла и Мефодия	CD

Comton`s. Interactive Encyclopedia	CD
Компьютерные лабораторные работы по молекулярной физике	дискеты
Физика в картинках	CD

Таблица 3

Оксфордская видео энциклопедия для детей. Антибиотики. Голограммы	Видео кассеты
Оксфордская видео энциклопедия для детей. Давление - Линзы	Видео кассеты
Уроки Пальчикова Е.И. Оптика	Видео кассеты
Видео энциклопедия для народного образования. Физика. Оптика	Видео кассеты
Волновая оптика	Видео кассеты
Электронный задачник по физике. Оптика. Волны	CD
Физика в картинках	CD
Большая энциклопедия Кирилла и Мефодия	CD
Comton`s. Interactive Encyclopedia	CD

Таблица 4

Видео энциклопедия для народного образования. Физика. Ядро.	Видео кассета
Физика. Атом.	Видео кассета
Электронный задачник по физике. Атомная физика. Элементы ядерной физики.	CD
Физика в картинках	CD
Электронный учебник по атомной физике	CD
Компьютерные лабораторные работы по атомной физике	CD

### **Демонстрационное, лабораторное и экспериментальное оборудование.**

Перечень необходимого физического оборудования при изучении различных разделов физики по авторской программе приведен в таблицах 5–8. Большая часть этого оборудования разработана и изготовлена сотрудниками «Лаборатории школьного физического оборудования» Государственного лицея Республики Тыва (ГЛРТ): доцентом Деменским Федором Федоровичем, профессором, к. ф–м. н. Набатовым Александром Владимировичем, «Заслуженным работником образования РТ», учителем высшей категории Санчаа Михаилом Григорьевичем.

Учебные пособия, руководства к лабораторным работам разработаны преподавателями названного лицея и авторами разработанного оборудования. При его изготовлении использовался подручный материал, что существенно повлияло на его себестоимость. Оборудование легко воспроизводимо в условиях обычной школы. На курсах повышения квалификации учителей физики в Инновационном центре повышения квалификации, которым является ГЛРТ ([www.glrt-sunc.narod.ru](http://www.glrt-sunc.narod.ru)), можно получить консультацию по изготовлению оборудования.

На фотографиях (фото 1–4) представлено самодельное оборудование, которое разработано в ГЛРТ. Перечень оборудования по технической физике насчитывает около 90 приборов и устройств промышленного производства и несколько десятков самодельного изготовления.

## *Перечень самодельного оборудования*

1. Установка для изучения равноускоренного движения, демонстрации II закона Ньютона для поступательного движения (машина Атвуда 1)
2. Прибор для изучения равномерного вращательного движения тел, демонстрации II закона Ньютона для вращательного движения (машина Атвуда 2.)
3. Установка для демонстрации состояния невесомости
4. Установка для измерения скорости движения тел, демонстрации законов сохранения импульса и энергии
5. Прибор для демонстрации закона сохранения момента импульса
6. Комплект по теме «Колебания»: математический и пружинный маятники
7. Прибор для демонстрации сложения колебаний
8. Звуковой интерферометр
9. Установка для изучения стационарного течения жидкости по трубе переменного сечения
10. Прибор для измерения вязкости воздуха
11. Прибор для демонстрации течения Куэтта
12. Комплект для определения постоянной Больцмана
13. Прибор для исследования зависимости между параметрами состояния идеального газа.
14. Установка для определения  $c_p/c_v$  воздуха.
15. Установка для определения коэффициента поверхностного натяжения воды методом максимального давления в газовом пузырьке
16. Установка для определения скрытой теплоты плавления сплава Вуда.
17. Малогабаритный дисковый аккумулятор, как источник тока для проведения лабораторных работ.
18. Установка для наблюдения интерференции и определения длины световой волны с помощью бипризмы Френеля.
19. Двухпроводная линия для наблюдения стоячих электромагнитных волн.
20. Магазин сопротивлений.
21. Установка для демонстрации процесса перемагничивания ферромагнетика.
22. Генератор УВЧ для проведения демонстрационных опытов по теме «Электромагнитные волны».
23. Конструкция контура с током для исследования магнитного поля.
24. Модернизированный компас для работы в проекции на экране.
25. Универсальный шунт к демонстрационному амперметру.
26. Ванна с набором электродов для исследования электрических полей.
27. Самодельные резисторы для лабораторной работы «Измерение сопротивления проводников».
28. Источник однородного магнитного поля.
29. Самодельная установка для определения скорости упорядоченного движения ионов в электролите.
30. Оптический стол
31. Комплект по волновой оптике.

32. Комплект по геометрической оптике
33. Установка «Радуга»
34. Установка: «Опыт Франка и Герца» Программатор репрограммируемых постоянных запоминающих устройств ПРПЗУ.
35. Вольтметр цифровой демонстрационный.
36. Вольтметр цифровой для практикума.
37. Амперметр цифровой демонстрационный.
38. Амперметр цифровой для практикума.
39. Омметр цифровой для практикума.
40. Секундомер для практикума №1.
41. Секундомер для практикума №2.
42. Генератор прямоугольных импульсов демонстрационный.
43. Микропроцессорная система «Альфа» для практикума.
44. Частотомер для практикума.
45. Датчик ветра, стыкуемый к компьютеру.
46. Радиометр, стыкуемый к компьютеру.
47. Блок питания на 5 В.
48. Блок питания на 9 В.
49. Парафазный блок питания операционных усилителей.
50. Высоковольтный блок питания радиометра.
51. Блок питания с переходом через нуль, стыкуемый к компьютеру.
52. Устройство подачи звонков, стыкуемое к компьютеру.
53. Измеритель ёмкости, стыкуемый к компьютеру.
54. Блок программируемых ключей, стыкуемый к компьютеру.
55. Цифровая шкала, стыкуемая к компьютеру.
56. Тестер, стыкуемый к компьютеру.
57. Тестер операционных усилителей.
58. Тренажёр для глаз, стыкуемый к компьютеру.
59. Универсальный адаптер периферийных устройств компьютера.



Фото 1



Фото 2



Фото 3



Фото 4

**Ниже приводится список опубликованных методических пособий и статей автора.**

1. Санчаа М. Г., Решетникова Н. Г., Санчаа Т. О. Спецфизпрактикум «Автоматизация физического эксперимента» в профессиональном физическом образовании. Физика в системе современного образования // Тезисы докладов IV международной конференции. Волгоград, 1997. Ч. 1.

2. Санчаа Т. О. Государственному лицейю Республики Тыва – 10 лет – Специализированный учебно-научный центр Республики Тыва. Кызыл: Изд-во государственного комитета по печати и информации // Башкы. 1998. № 3. С. 29–32.

3. Санчаа Т. О. Знакомьтесь: Государственный лицей Республики Тыва. Кызыл.: Изд-во государственного комитета по печати и информации // Башкы. 1998. № 3. С. 29–32.

4. Санчаа Т. О. Механика. Часть I. Теоретический аппарат. Кызыл: Изд-во государственного комитета по печати и информации, 2002. 56 с.

5. Санчаа Т. О. Механика. Часть II. Семинар I. «Полёт». Кызыл: Изд-во государственного комитета по печати и информации, 2002. 94 с.
6. Санчаа Т. О. Механика. Часть III. Семинар II. «Механизмы». Кызыл: Изд-во гос. комитета по печати и информации, 2002. 94 с.
7. Санчаа Т. О. Механика. Часть IV. Семинар III. «Звуки музыки». Кызыл: Изд-во гос. комитета по печати и информации, 2002. 55 с.
8. Санчаа Т. О. Механика. Часть V. Семинар IV. «Потоки воды». Кызыл: Изд-во гос. комитета по печати и информации, 2002. 40 с.
9. Санчаа Т. О. Учим исследователей. Кызыл: Изд-во государственного комитета по печати и информации // Башкы. 1994. № 3. С. 55–58.
10. Санчаа Т. О. Физический вечер по астрономии «Жизнь». Кызыл: Изд-во государственного комитета по печати и информации // Башкы. 1994. № 3. С. 63–66.
11. Санчаа Т.О. Технология обучения физике в старших классах, способствующее получению образования высокого качества на примере изучения молекулярной физики. Новосибирск: сб. Актуальные проблемы качества педагогического образования. Материалы научно-практической конференции. 2004. С. 312-315.
12. Санчаа Т.О. Современное содержание курса физики 11 класса, способствующее получению образования высокого качества. Новосибирск: сб. Актуальные проблемы качества педагогического образования. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Ч.I. 2005. С. 178-180.

*Список учебных пособий, изданных в Издательстве ГЛРТ, на правах рукописи.*

1. Учебное пособие по молекулярной физике. 10 класс.
2. Учебное пособие по оптике. 10 класс.
3. Учебное пособие по квантовой физике. Часть I, II. 11 класс.
4. Компьютерные лабораторные работы. Механика. 9 класс
5. Компьютерные лабораторные работы. Молекулярная физика. Гидродинамика. 10 класс

### **III. Процессуальная часть технологии**

**В организации процесса обучения упор сделан на учёт индивидуальных особенностей учащихся. Предусмотрено обучение такой деятельности, которая позволяет расширить возможности учащегося к самоорганизации, самообразованию и саморазвитию.**

Согласно принципам построения учебных программ при обучении интеллектуально одарённых учащихся изучение различных разделов физики предлагается начать с рассмотрения теоретического аппарата. Таким образом, увеличивается роль дедуктивного метода познания природы, что вполне правомерно на второй ступени изучения физики. Затем, теоретический аппарат

применяют к описанию различных явлений, поведения и свойств физических объектов.

Форма изучения теоретического аппарата - лекционно-практическая, а явлений и физических объектов – семинарская.

Организуя процесс обучения физике, автор руководствовалась общими дидактическими принципами: единства обучения, воспитания и развития; научности; творческой активности учащихся в обучении; наглядности (принцип единства конкретного и абстрактного в обучении); прочности усвоения знаний; всестороннего развития познавательных интересов учащихся; коллективного характера обучения и учета индивидуальных особенностей учащихся.

В настоящее время формы организации учебных занятий достаточно разнообразны. В рамках специализированного учебного заведения, кроме традиционных уроков, в большей степени целесообразно использовать такие формы занятий как лекции, учебные семинары, конференции, работа в научно-исследовательской лаборатории.

### **Формы изучения теоретического аппарата:**

**Лекции** по всем разделам физики автором оформлены в виде презентаций на пакете PowerPoint. Учащимся эти лекции доступны в компьютерном классе лицея, школы. Для закрепления знаний, полученных на лекциях, на практических занятиях учащиеся пользуются учебными пособиями, которые изданы в издательстве лицея на правах рукописи. В них имеются программы по изучаемому разделу физики, календарный план изучения тем, список контрольных мероприятий и баллы, которыми будет оценена работа, выполненная в полном объеме и на хорошем уровне. В них также перечислены семинары, которые будут проводиться в рамках изучаемого раздела физики. Эти пособия для учащихся перечислены выше, в разделе «Содержательная часть технологии» данного документа.

Записанные на CD лекции прилагаются к данному документу.

### **Формы изучения явлений и физических объектов**

**Семинар** – основная форма проведения занятий при изучении физики в лицее.

#### ***Организация семинара***

Исследования С. А Осяк показывают, что в возрасте 14–15 лет, в 9 классе при изучении механики у учащихся снижается познавательный интерес к физике и как следствие – качество знаний. В работе этого автора выявлены следующие факторы, влияющие на снижение познавательного интереса к физике:

– «резкое отличие курсов физики 7–8 классов, носящих экспериментальный характер и приближенных к жизни, от курса физики 9

класса, носящего абстрактный характер, характеризующийся возросшим уровнем теории и математизации, оторванностью от повседневной жизни;

– недостатки учебников и учебных пособий, негативно влияющие на формирование и развитие познавательного интереса к физике учащихся 9 классов (материал изложен абстрактно, на высоком теоретическом уровне и излишне математизирован; отсутствие методологической направленности действующих учебных пособий; авторам не всегда удаётся дифференцировать материал по группам: 1) подлежащий запоминанию всеми учащимися, 2) подлежащий пониманию (без необходимости прочного запоминания), 3) для общего знакомства;

– отсутствие прикладного материала, связанного с жизненными ситуациями, окружающей ученика действительностью;

– чрезвычайная бедность эксперимента (его ограниченность однообразными опытами с брусками и шариками);

– предлагаемая методика проведения лабораторных работ не способствует развитию самостоятельности учащихся, их творческих способностей;

– неудовлетворительная деятельность учителя в направлении формирования и развития познавательных интересов учащихся, медленная перестройка процесса обучения на применение новых технологий обучения».

Введение в программу занятий, построенных по редкой для обычной школы, форме – семинар, позволяет преодолеть эти факторы.

Семинар – известная форма учебного занятия. Обычно учебные семинары организуют с целью повторения, систематизации и уточнения полученных знаний, развития умения применять знания при решении задач.

**Для реализации предлагаемой технологии изучения физики, семинарская форма проведения занятий – основная** при изучении физических объектов и явлений. Именно эта форма занятий обеспечивает возможность объединения изучаемого фактического материала в большие, имеющие основополагающий характер, темы. Кроме того, обеспечивает интеграцию тем и проблем, относящихся к разным областям знаний. Темы семинаров вызывают живой интерес у учащихся, они имеют важное для них значение, в плане удовлетворения познавательных потребностей, потому что ситуации, изучаемые в рамках темы, часто встречаются в повседневной жизни. Учащиеся имеют возможность влиять на набор рассматриваемых ситуаций, проблем в рамках темы семинара. Это самое важное при обучении интеллектуально одарённых учащихся: они – активные участники, субъекты процесса своего образования.

С учётом вышесказанного, например, после изучения теоретического аппарата раздела физики организуются семинары. Семинар может проходить в течение нескольких уроков, от 5 до 20 уроков, в зависимости от раздела физики и темы семинара. При этом применяется *блочно-модульное* обучение.

Так при изучении *механики* на семинарах изучаются типы механического движения. Изучаемый в течение учебного года в 9 классе, фактический

материал объединен в темы 4-х семинаров: «Полет», «Механизмы», «Звуки музыки», «Потоки воды».

По *молекулярной физике* после изучения теоретического аппарата – методов описания молекулярных систем, проводятся семинары: «Газ», «Жидкости», «Твердые тела», «Плазма» и тематические - «С физикой дома», «С физикой на природу», «С физикой к живому», «За чашкой чая».

По *оптике* проводятся семинары: «Оптические приборы – двигатели прогресса», «Оптические явления в природе радуют глаз», «Зрение лучше беречь».

По *квантовой физике* проводятся семинары: «Конкурс на лучшую модель атома» (применяется технология использования игровых методов, в частности ролевых деловых игр), «Использование ядерной энергии – «за» и «против»», «Становление понятия «Пространство-время»», «Развитие представлений о физической картине мира». Темы семинаров разрабатывались с учетом того, чтобы применить технологию «критического мышления».

Семинар требует от учащихся предварительной подготовки, которая не сводится только к прочтению и пересказу содержания параграфа учебника. Учащиеся должны не только выполнить предлагаемые задания, но и подготовиться к участию в дискуссии (технология «дебатов»), совместному обсуждению темы, к выступлению с сообщением.

Предлагаемая методика изучения Природы исходит из того, что ставится задача изучения и описания движения, состояния реального объекта на конкретном примере, создается модель объекта, затем описание движения, изменения состояния в рамках модели. В этом случае, математический метод описания движения выступает как обоснованный и наиболее точный в рамках выбранной модели.

Учитель заранее выдает учащимся план семинара, а также задания, которые учитель предлагает для выполнения учащимся самостоятельно и, которые будут им оценены.

**Часто задания носят творческий характер.**

Формировать способность испытывать радость от процесса добывания знаний, от достигнутого результата – важнейшая задача учителя. Она решается различными педагогическими приёмами. Творческие задания, с тщательно продуманным содержанием и являются инструментом для решения этой задачи педагога.

В своей работе мы убедились, задачи качественного характера, играют важную роль в выработке умений использования знаний на практике, в повышении ценности физических знаний, а также в процессе формирования положительной мотивации учебной деятельности.

Широко практикуется **самостоятельная работа** учащихся. Она является **основной формой деятельности** учащихся при подготовке к семинару. В процессе подготовки к семинару учащиеся самостоятельно изучают соответствующую литературу, готовят сообщения о физиках,

имеющих непосредственное отношение к обсуждаемым проблемам, об открытиях в обсуждаемой области, о технических устройствах, которые имеют большое значение в жизни и, о которых стоит поговорить в рамках заданной темы.

Приведем примеры самостоятельных заданий к семинарскому занятию «Полет».

Пример 1. Напишите паспорт к артиллерийскому орудью по следующему плану: 1. Название. Назначение. 2. Устройство. 3. Принцип действия. 4. Правила пользования. 5. Характеристики.

Такое задание требует анализа текста об орудии, логического мышления и применения знаний, полученных ранее.

Пример 2. Опишите и произведите расчёты шара, который бы поднял ученика. Определите, на какую высоту вы сможете подняться на таком шаре.

Теоретическое описание полёта шара достаточно простое, но выполнение задания требует работы со справочниками, проведения многочисленных численных расчетов. В рамках обсуждения «полета шара» предполагается экскурсия на метеостанцию.

Пример 3. Напишите сочинение на тему «Полет на планету...».

Такое задание носит уже творческий характер. Оно требует не только знаний фактического материала, умения производить расчеты полета (в виде решения задач), но и дает возможность проявиться фантазию учащихся, учит отделять научную фантастику от небылиц.

Особое место в процессе обучения физике занимает **решение учебных задач**. Это и цель и метод обучения. В рамках семинара помимо задач, разбираемых на занятии сообща, учащимся предлагается решить самостоятельно задачи по своему **выбору** из учебного пособия.

Немаловажное значение имеет текст задачи, он должен вызывать интерес у учащихся и побуждать их к решению. По каждой теме есть подборка задач, тексты которых соответствуют теме. Когда задачи подбираются по теме семинара, а не на закрепление какого-либо конкретного понятия или понимание какого-либо закона, то зачастую необходимо знать и уметь применять **весь теоретический аппарат**. В то же время это расширяет круг рассматриваемых вопросов, позволяет рассмотреть **смешанные задачи**, для решения которых используются одновременно законы движения (уравнения состояния) и законы сохранения.

*Учебные семинары содействуют развитию у школьников навыков самостоятельного приобретения знаний, воспитанию их воли, трудолюбия, интересу к предмету, достижению ими высокого уровня самостоятельности в работе с литературными источниками.*

**Руководящая роль учителя в этом случае сводится в основном к разъяснению цели, задач и плана семинара, выдаче индивидуальных заданий и проведению консультаций в связи с подготовкой учащимися рефератов, сообщений, установок и приборов, указывается минимум литературы и вопросы, на которые они должны ответить. При подготовке семинара**

первостепенное значение приобретает *дифференцированный подход* к учащимся, а при его проведении – обеспечение активного участия всех в обсуждении вынесенных на семинар вопросов (*технология коллективного обучения*).

### **Организация физических лабораторных работ.**

На уроках физики учащиеся должны усвоить не только теоретический, но и экспериментальный метод описания и исследования природы. При этом осуществляется *обучение в сотрудничестве*.

На практических занятиях при освоении теоретического аппарата различных разделов физики используется *фронтальная и индивидуальная формы работы*.

**Физические лабораторные работы** – неотъемлемая часть обучения физике, поэтому при освоении теоретического аппарата учащиеся должны научиться производить измерения значений физических величин, параметров физических объектов, а также характеристик явлений.

Учащимися фронтально выполняются физические лабораторные **работы**, целью которых является **выработка умений и навыков измерения основных физических величин, характеризующих различные виды движения и демонстрация основных законов**. При выполнении таких работ учащиеся учатся **технологии измерения физических величин, взаимодействию с напарником**. Кроме фронтальных работ, им предлагается выполнить задания в индивидуальном порядке, и здесь должна проявиться **максимально самостоятельность обучающегося**. Такого рода задания предлагаются для **закрепления представлений о формируемом физическом понятии**.

Таким образом, учащиеся, освоив теоретические основы, закрепят их освоением экспериментальных методов исследования физических явлений.

Для выработки навыков *исследовательской экспериментальной* деятельности у учащихся используется теория поэтапного формирования умственных действий, в соответствии с которой, деятельность включает пять этапов: предварительное знакомство с действием; материальное (материализованное) действие; *«громко речевой» этап; этап внутренней речи; этап автоматизированного действия*.

В процессе выполнения и оформления лабораторной работы учащиеся разрешают проблемную ситуацию, созданную учителем, проходят все этапы исследовательской деятельности, при этом они осуществляют экспериментальную деятельность. Поэтому лабораторные работы являются основой для формирования исследовательских экспериментальных умений. Учитель выступает организатором, консультантом соучастником учебного процесса. При проведении физических лабораторных работ более эффективно использовать традиционную – «парную» форму работы учащихся. Так как эта

форма позволяет осуществить «громкоречевой» этап формирования умений; кроме того, она предполагает взаимодействие, сотрудничество учащихся при решении проблемы на основе кооперации, обмена продуктом деятельности, отношении ответственной зависимости; внутри пары осуществляется жесткий взаимоконтроль, который может удачно сочетаться с контролем учителя.

Так, в лабораторных работах при освоении аппарата механики учителем формулируется цель, проблема, гипотеза, проектируется эксперимент, предлагается оборудование. Учащийся должен осуществить эксперимент, используя таблицы, справочники, учебную и техническую литературу произвести расчеты, проанализировать результаты, сделать выводы, оформить в тетради.

*Таким образом, физические лабораторные работы являются важной частью в процессе формирования исследовательских экспериментальных умений у учащихся.*

Перечень лабораторных работ приводится в программе соответствующего курса.

### **Организация компьютерных лабораторных работ**

В рамках семинара учащиеся выполняют компьютерные лабораторные работы, которые соответствуют теме семинара. Так, в рамках семинара «Полет», они должны выполнить следующие работы: «Метание тела», «Задача преследования», «Законы Кеплера». Все работы носят **проблемный** характер – это численные эксперименты, в которых можно, изменяя параметры, влиять на поведение моделируемой системы. При разработке этих программ выдерживался принцип прямого моделирования. Отображаемая на экране картина во всех случаях является результатом эволюции выбранной модели явления, а не имитацией желаемых результатов. Таким образом, проведение компьютерного эксперимента в рамках предлагаемой технологии – **новая деятельность учащегося**.

Методические указания учащимся к работам построены по следующей схеме.

- 1) Формулируется цель.
- 2) Указывается продолжительность занятия.
- 3) Излагается теоретическое введение. При необходимости вводятся некоторые определения, понятия и т. п., которые не изучаются в основном курсе. Теоретическое введение содержит всё необходимое для понимания задачи. Этот раздел содержит также описание постановки задачи и конкретного способа её решения, который лежит в основе моделирования.
- 4) Приводится подробное описание демонстраций, включающее описание режимов, способов работы и т. д.
- 5) Предлагается учащимся выполнить задания – проблемы.
- 6) Наконец, предлагаются контрольные вопросы для ответов.

Таким образом, новая деятельность по **численному моделированию** процесса развивает навыки **современного исследователя**. Наглядность, сравнительная дешевизна способа, делает его не только привлекательным, но и весьма необходимым средством обучения.

Мы убедились в том, что **индивидуализация процесса** - крайне важный элемент технологии обучения одаренных учащихся. В этом мы согласны с А. В. Кудрявцевым, который отмечает, что «развитие способностей и мышления станет более эффективным, если индивидуализация процесса обучения будет осуществляться при следующих условиях:

- учащимся будет предоставлена возможность выбора содержания учебного материала, темпов и форм обучения в зависимости от их интересов, склонностей, возможностей и уровня знаний;

- учебный процесс будет базироваться на систематическом использовании ЭВМ как средства обучения;

- будут созданы такие программы, которые способны варьировать учебный материал по интересам и способностям учеников;

- ЭВМ будут использоваться в комплексе с другими средствами обучения.

Компьютерные лабораторные работы, используемые в рамках семинаров по механике и молекулярной физике, являются наиболее эффективным средством **индивидуализации обучения, так как они удовлетворяют требованиям перечисленным выше.**

Пакет компьютерных обучающих программ, используемый в работе, разработаны канд. физ.-мат. наук А. Л. Куперштохом и используются в СУНЦе НГУ на спецкурсе.

Пакет был адаптирован к современным персональным компьютерам и к авторской программе Санчаа Т.О.

При выполнении компьютерной лабораторной работы самостоятельность учащихся возрастает. Во-первых, учащийся выполняет ее один. Во-вторых, сам формулирует гипотезу исследования, *проектирует* эксперимент.

Учащимся предоставляется возможность выбора содержания учебного материала посредством выбора темы лабораторной работы и заданий в тексте выбранной компьютерной лабораторной работы. Темп работы у учащихся может быть разным. Не успевшие выполнить намеченный объем работы, могут сделать это во время «самоподготовки» в компьютерном классе или, при наличии компьютера, дома. В зависимости от уровня знаний по физике и программированию учащиеся могут, по соответствующей теме, разработать программу сами. В этом случае они освобождаются от выполнения лабораторных работ, предлагаемых учителем. Учащимся предоставляется дополнительное время, и работа оценивается более высокими баллами по многобалльной накопительной системе оценки. Перечень демонстраций и компьютерных лабораторных работ приводится в программе соответствующего курса. Он показывает, что персональные компьютеры (ПК) достаточно часто

применяется на занятиях по авторской программе. Математическое моделирование никогда не заменит физический эксперимент, но оно является достаточно сильным дополнением. В этой мере и нужно использовать ПК в процессе обучения.

### ***Организация внеурочной деятельности учащихся.***

#### ***Организация научно-исследовательской и творческой работы учащихся***

***Проектный метод обучения*** – очень эффективный метод развития учащегося. Конференции, организуемые в лицее (школе) один раз в учебный год, дают возможность учащимся представить свою самостоятельно выполненную научно-исследовательскую работу, отстаивать свои идеи, участвовать в дискуссии, оценке работы других участников конференции. Руководящая роль учителя на конференции состоит в организации выступлений участников, уточнении и дополнении излагаемого материала, оценке их работ.

Наиболее подготовленные учащиеся могут принимать участие в работе научно-исследовательской лаборатории. Главное, к чему должны быть готовы такие ученики, это к осознанию ответственности за свой участок работы, являющийся частью общего дела. Учитель выступает как руководитель группового проекта. *В рамках работы в научно-исследовательской лаборатории формирование исследовательских навыков у учащихся можно осуществить в полной мере, что очень важно при обучении интеллектуально одарённых учащихся.*

В старших классах, на второй ступени изучения физики, общеобразовательной школы формирование различных видов деятельности должно быть продолжено. На современном этапе развития общества особый акцент должен быть сделан на формирование исследовательских экспериментальных умений. Исследовательские экспериментальные умения, как утверждает Е. С. Кодикова, выражаются в способности ученика выполнять умственные и практические действия, соответствующие научно-исследовательской деятельности и подчиняющиеся логике научного исследования в ходе экспериментальной деятельности. Это такие умения, которые позволяют учащимся успешно осуществлять самостоятельную экспериментальную деятельность, проводить исследование.

Авторская программа по физике предусматривает выполнение учащимися не только лабораторных работ, но и ***проектирование и реализацию индивидуальных научно-исследовательских проектов.***

Автором осуществлялось руководство научно-исследовательскими проектами учащихся, которые обучающиеся выполняют во внеурочное время. Учащиеся приобщаются к науке, к тем исследованиям, которыми занимаются ученые республики, что очень важно. Учащиеся привлекаются к решению проблем своего региона. ***Работа над проектами формирует у учащихся исследовательские экспериментальные умения на более высоком уровне, чем при выполнении лабораторных работ.*** Этот уровень предполагает

готовность учащихся творчески применять усвоенную информацию в новой незнакомой ему ситуации. По многобалльной накопительной системе оценки, которая описана ниже, эта работа оценивается максимальным баллом. Но эта деятельность учащегося не может быть оценена только балльной системой. Выступление на научно-практических конференциях разного уровня, на которых учащиеся представляют свою работу, являются не только стимулом к творчеству, но и являются **формой обучения, формой оценки труда, в виде дипломов, званий, премий, вербальной оценки экспертов.**

Исследовательские проекты учащихся, выполненные по различным проблемам обязательно должны иметь практическую часть. Например, проект «Разработка модели и исследование полета самодельного планера» предполагает расчет и изготовление планера, с приемлемыми для полета характеристиками.

Темы проектов могут быть сформулированы самими учащимися. Остановимся только на одном проекте по механике, предложенном и выполненным учащимся 9 класса, на тему: «Исследование условий устойчивого образования «блинчиков», при касательном бросании камня на поверхность воды».

Для осуществления проекта учащемуся потребовались знания по гидродинамике, умение снимать процесс на видеокамеру, умение покадрового просмотра на мониторе компьютера, создание физической установки, для экспериментального моделирования процесса, проверки гипотезы, умение анализировать и делать выводы. Так что работа над проектом требует от проектировщика совокупности знаний из разных областей и владения разными видами деятельности, в том числе исследовательскими экспериментальными.

**Таким образом, работа над научно-исследовательским проектом является неотъемлемой частью технологии обучения интеллектуально одарённых учащихся. Она развивает творческое мышление, формирует исследовательские экспериментальные умения у учащихся.**

Исследовательские работы учащиеся выполняют в комплексной физической лаборатории. Для этого в лаборатории создаются «автоматизированные рабочие места». Лаборатория рассчитана на группу из 6–10 человек. «Автоматизированное рабочее место» ученика имеет набор профессионального физического оборудования для эксперимента, согласно следующему перечню:

1. Компьютер IBM PC/AT.
2. Адаптер периферийных устройств.
3. Устройство ввода аналоговых сигналов в компьютер минимум на 2 канала.
4. Управляемый компьютером блок питания на 2 канала.
5. Управляемый компьютером блок питания на 8 ключей.
6. Генератор гармонический колебаний ГЗ-118.
7. Генератор прямоугольных импульсов.
8. Осциллограф С1-73.
9. Мультиметр ММЦ-03.
10. Блоки питания.

Кроме того, лаборатория оснащена и другим общим оборудованием, необходимым для выполнения исследовательских проектов учащихся. В этой же лаборатории проводятся курсы технической физики (Приборы и измерения, Компьютерный физический эксперимент). Компьютеры лаборатории используются также для выполнения компьютерных лабораторных работ по механике и другим разделам физики.

### ***Организация творческой деятельности учащихся.***

Лицейское телевидение выполняет разные функции, в том числе, служит средой для создания научно-познавательных программ и учебных фильмов творческими коллективами учащихся и преподавателей. *Технологию командной работы педагогов и учащихся трудно переоценить.*

При создании такой среды для *развития творческих способностей* (технология развивающего обучения) мы опирались на фундаментальные идеи отечественных и зарубежных специалистов в области исследования творческих способностей личности и формирования творческой активности в учебно-познавательной деятельности (Д. Б. Богоявленская, Л. С. Выготский, М. Ф. Морозов и др.); психологии продуктивного мышления (Дж. Гилфорда, К. Дункер, О. К. Тихомиров).

Телевидение – часть структуры Государства, создаваемого учащимися в рамках деловой игры. *Деловая игра «Государство», разработанная автором – это форма учебной деятельности по дополнительному образованию (внеурочной работы учащихся), которое предоставляется учащимся в лицее, в котором они учатся, и является неотъемлемой частью процесса образования в нем. Работа учащихся в творческих объединениях над каким-либо проектом, в рамках предприятия, организации и других структур «Государства» дает возможность формировать умения: создавать творческие коллективы; сформулировать цели и задачи перед коллективом; организовать работу коллектива на оптимальное решение проблем, на конечный результат.*

Для использования в процессе изучения физики были осуществлены проекты по созданию учебных фильмов, телевизионных передач «Вести с урока физики» и другие.

В качестве примера можно привести учебные фильмы «Механика юрты», «Физические основы тувинских национальных игр». Кроме того, учащимися создан не озвученный видео ряд «Космический полет», который каждый учащийся озвучивает на занятиях по механике.

*Коллективный труд над видеофильмом, передачей развивает у учащихся коммуникабельность, способность налаживать и поддерживать позитивные отношения друг с другом, способность убеждать и увлекать своей идее других.*

## **IV. Оценка деятельности учащихся.**

Оценка учебной деятельности учащихся осуществляется в течение семестра (четверти, полугодия).

Текущие знания и умения учащихся оцениваются по **авторской накопительной многобалльной системе оценки**. Многобалльная система применяется для **оценки количества и качества текущей выполняемой учебной работы учащимся** в течение учения между промежуточными аттестациями (которые проводятся в ГЛРТ через каждые полгода). Суть ее заключается в следующем: во-первых, существует балл "0", который означает, что задание не сделано, во-вторых, в накоплении (суммировании) баллов по каждой теме, виду работ, предмету, отражающих прирост знаний умений и навыков у учащихся, т.е. степени обученности и, в-третьих, в дифференцированном подходе к определению максимального и минимального балла по различным видам работ в рамках одного предмета.

К положительному в этой методике относятся:

- 1) Отсутствие недостатков пятибалльной системы оценки знаний, умений и навыков.
- 2) Отсутствие синдрома боязни отрицательных оценочных суждений и соответствующих отрицательных "оценок" типа "1" и "2".
- 3) Более эффективное использование многообразия возможных оценочных суждений.

### **Организация семестрового экзамена и оценка знаний на экзамене.**

**Семестровый экзамен является промежуточной аттестацией учащихся. Знания учащихся, в отличие от оценки их в течение семестра, оцениваются по обычной пятибалльной системе. Экзамен также является формой обучения. Это помогает учащимся приобрести умение справляться с эмоциональным напряжением, которое возникает у школьников на экзамене. Учащиеся учатся отвечать «чуждому» учителю, который не вел у них занятия по предмету, по которому сдают экзамен.**

Программу каждого курса физики учащиеся получают в начале его изучения. Вопросы они получают за месяц до экзамена. Эти вопросы содержатся в билетах экзамена. На экзамене учащийся выбирает билет, готовится в течение 20 минут. Затем, отвечает экзаменационной комиссии, в течение не более 20 минут. Учащийся может поменять билет, но при этом комиссия вправе снизить оценку за ответ на экзамене на один балл. Учащийся, не сдавший экзамен, имеет право на пересдачу во время сессии, после всех семестровых экзаменов. Учитель, ведущий курс физики по которому учащиеся должны сдавать экзамен, вправе не допустить его до экзамена, если он не набрал необходимое минимальное количество баллов по накопительной многобалльной системе оценки знаний в течение семестра. В этом случае учащемуся предлагается вернуться в обычную школу, по месту жительства.

Оценка качества образования не должна сводиться к подсчету отношения количества оценок – «4» и «5» (по пятибалльной оценке) к общему числу полученных оценок по предмету. Такая оценка носит субъективный характер. Кроме того, пятибалльная оценка знаний учащихся имеет существенные недостатки. Сообразно цели обучения, по предложенной технологии, оценивать качество полученного образования следует совокупностью возможностей, которые получит учащийся. Перечислим примерный список доступных возможностей при качественном образовании: 1) продолжить образование в высшем учебном заведении; 2) заниматься творчеством в выбранной области, имея некоторые навыки; 3) заниматься наукой, владея научными методами исследования. Успехи по каждому пункту списка и есть оценка качества образования.

## **V. Заключение**

Представленная технология обучения физике интеллектуально одаренных учащихся дает хорошие результаты. 100% поступление выпускников физико-математических классов лицея в вузы страны и зарубежья на соответствующие факультеты является показателем эффективности и результативности технологии обучения.

Многие выпускники лицея после окончания вузов поступают в аспирантуру и продолжают заниматься наукой, которой заинтересовались еще во время учебы в лицее.

Представленная технология может быть использована как альтернативная традиционной. Ее презентация проходила в Тувинском государственном институте переподготовки и повышения квалификации кадров Правительства Республики Тыва. Технология была удостоена Грамоты жюри конкурса этого института. Технология бала представлена на курсах повышения квалификации в Инновационном центре повышения квалификации – Государственном лицее Республики Тыва. Слушатели курсов дали высокую оценку этой технологии и выразили уверенность в возможности частичного ее использования в обычной школе. Технология представлялась автором на защите кандидатской диссертации, была признана инновационной и эффективной.

В сетевом варианте технология получает дальнейшее развитие. Для реализации сетевого варианта технологии в республике автор принял участие в разработке проекта «Единая образовательная информационная среда Республики Тыва» и разработал проект «Сетевая школа Республики Тыва».

Использование автором новых информационных технологий, в том числе дистанционных, представлено в отдельном документе.

## **2.2. МНОГОБАЛЛЬНАЯ НАКОПИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ**

### **1. Общие положения**

1.1. В целях оценки учебной деятельности учащихся лица, для оценки личностных, метапредметных и предметных результатов в лицее разработана и применяется «многобалльная накопительная система». Она принципиально отличается от описанных в педагогической литературе систем оценки знаний, умений и навыков учащихся. Методика прошла апробацию и применяется в лицее с начала его открытия в 1991 году.

1.2. Накопительная балльная система применяется для оценки количества и качества текущей проделываемой учебной работы учащимся в течение учения между промежуточными аттестациями.

1.3. Суть ее заключается в следующем:

во-первых, не присваивается балл за невыполненный (частично выполненное, неправильно выполненное, выполненное с ошибками) элемент задания;

во-вторых, в суммировании баллов по каждому элементу задания, по всем видам работ, темам, отражающих прирост знаний, умений и навыков у учащихся, т.е. степени обученности,

в-третьих, в дифференцированном подходе к определению максимального балла по различным видам работ в рамках одного предмета.

1.4. Достоинством этой системы является:

- 1) отсутствие отрицательных оценочных суждений,
- 2) наличие только положительных баллов,
- 3) накопление баллов, соответствующее повышению степени обученности,
- 4) дает право на переделку, доработку заданий, дает право на ошибку, которая не будет оценена отрицательными суждениями,
- 5) дает право на выполнение дополнительных заданий и получение за них дополнительных баллов,
- 6) ставит всех учащихся в одинаковые условия при оценке обученности, так как оценочные задания для всех одинаковы,
- 7) дает возможность по-разному оценивать задания разного уровня,
- 8) позволяет объективно оценивать учащегося,
- 9) позволяет оценивать все многообразие учебного труда учащегося,
- 10) оценки метапредметных достижений,
- 11) оценки личностных достижений.

## 2. Порядок оценки

2.1. Для оценки учебного труда и предметных достижений вначале учебного года учитель-предметник представляет учащимся перечень и содержание всех заданий для оценки усвоения знаний и владения умениями, а также суммарный балл по каждой теме, разделу учебного предмета. Данная информация помещена в сборник, называемый «Дневник лицеиста».

2.2. Минимальный период, через который производится аттестация учащихся по учебной деятельности - один месяц. Аттестационная оценка учащегося определяется суммой баллов, которые он получил по всем видам работ за один месяц по каждому учебному предмету.

2.3. Баллы за каждое задание должны быть выставлены письменно в рабочих тетрадях и тетрадях для контрольных работ.

2.4. В журнале в каждой колонке ниже списка учащихся указывается № задания или его краткое обозначение, также максимально возможный, оптимальный и минимальный балл за каждое задание. Минимальный балл по данному заданию составлять не менее 50% от максимального балла. Оптимальный балл может составлять от 65% до 80% от максимального балла.

2.5. В классном журнале выставляются все баллы, полученные учащимся за все выполненные задания. В конце каждого месяца баллы каждого ученика суммируются и суммарный балл выставляется в колонке промежуточной аттестации за месяц - «Атт.» напротив фамилии каждого ученика. В этой же колонке, ниже списка учащихся, выставляются о суммарные максимальный, оптимальный и минимальные баллы.

2.6. Аттестационный балл за «Четверть» для учащихся основного общего образования (5-9 классов) определяется суммой двух аттестационных баллов за два месяца, он выставляется каждому ученику в колонке «I ч». Этот аттестационный балл может быть максимальным, оптимальным, минимальным.

2.7. Аттестационный балл за «Четверть» учащихся 5-9 классов переводится в отметку «5-балльной системы» следующим образом: если суммарный балл максимальный, то ставится отметка «5», если оптимальный, то «4», если минимальный, то «3».

2.8. Аттестационный балл за «Полугодие» для учащихся 1—11 классов определяется суммой четырех аттестационных баллов за месяц.

2.9. Аттестационный балл за «Полугодие» учащихся 10-11 классов переводится в отметку «5-балльной системы» следующим образом: если суммарный балл максимальный, то ставится отметка «5», если оптимальный, то «4», если минимальный, то «3».

2.10. Итоговый «Годовой» аттестационный балл определяется суммой аттестационных баллов за четыре «Четверти» для учащихся 5-9 классов и суммой аттестационных баллов за два «Полугодия» для учащихся 10-11 классов.

2.11. Итоговая отметка, эквивалентная общепринятой 5-балльной системы оценивания, выводится, исходя из итогового аттестационного балла следующим образом: если суммарный балл максимальный, то ставится отметка «5», если оптимальный, то «4», если минимальный, то «3».

2.12. Минимальный балл, полученный учащимся, характеризует достаточную степень освоения программы общеобразовательного уровня в 5-9 классах и по программы базового уровня; оптимальный балл — достаточную степень освоения программы углубленного уровня в 5-9 классах и программы профильной направленности; максимальный - соответствует достаточной степени освоения специальных программ, построенным по принципам обучения интеллектуально одаренных учащихся.

2.13. Максимально возможный аттестационный балл, который может получить учащийся это сумма максимальных баллов за все задания. Минимально возможный суммарный балл за все задания составляет 50% от максимального балла. Оптимальный балл может составлять 65% от максимального балла. Результаты контрольных работ в суммарное количество баллов не входят.

Итоговый аттестационный балл за «Четверть» для учащихся второй ступени школы (5-9 классов) определяется суммой двух аттестационных баллов. Итоговый аттестационный балл за «Полугодие» для учащихся старшей ступени школы определяется суммой четырех аттестационных баллов за месяц. Итоговый «Годовой» аттестационный балл определяется суммой аттестационных баллов за четыре «Четверти» для учащихся второй ступени школы и суммой аттестационных баллов за два «Полугодия» для учащихся старшей ступени школы.

Итоговая отметка за учебный год, эквивалентная общепринятой 5-балльной системы оценивания, выводится, исходя из аттестационного балла, полученным учащимся, следующим образом. В случаях, если аттестационный балл будет составлять от максимально возможного балла:

**1) от 50% до 64% , то ставится отметка – «3»,**

минимальный аттестационный балл, полученный учащимся, характеризует достаточную степень обученности обязательному минимуму содержания программного материала по общеобразовательной или базовой программе.

**2) от 65% до 79%, то ставится отметка – «4»,**

оптимальный аттестационный балл, полученный учащимся, характеризует достаточную уровень обученности содержанию программного материала углубленного уровня или профильной направленности.

**3) от 80% до 100%, то ставится отметка - «5»,**

максимальный аттестационный балл - соответствует высокому уровню обученности программному материалу углубленного уровня или профильной направленности (лицейского, гимназического).

Таким образом, выполняя различные задания, учащийся приобретает знания по учебным предметам, метапредметные умения и навыки, складываясь в личностные образовательные достижения, отражающиеся в суммарном балле. Основные результаты применения многобалльной накопительной системы следующие: учащиеся получают глубокие, систематические знания, приобретают достаточные умения для практического применения их в жизни, а качество обучения «Высокое».

### **3. Права и обязанности**

3.1. Учащийся обязан:

- понимать «Многобалльную накопительную систему оценки учебного труда».
- выполнять задания, определенные учителем-предметником и получать баллы за выполненные задания.

3.2. Учащийся имеет право на:

- повторное (однократное) выполнение задания с учетом замечаний учителя и ошибок, допущенных при первом его выполнении, на получение дополнительных баллов при повторном выполнении задания до выставления аттестационного балла за месяц;
- выполнение дополнительных, по согласованию с учителем, заданий и получение за них дополнительных баллов.

## 2.3. Авторская программа изучения физики в профильной школе

### ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Физика занимает ведущее место среди изучаемых предметов в профильном физико-математическом классе. В задачи обучения физике в таких классах, по данной авторской программе, входит формирование у учащихся навыков исследователя таких как: *умение наблюдать и способность интерпретировать наблюдаемые явления, умение систематизировать наблюдаемые явления, умение выбрать из множества путей решения проблем наиболее оптимальный и способность делать выбор в пользу наилучшего; а также воспитание следующих качеств: наблюдательности, упорства, трудолюбия и работоспособности, интуиции и воображения, критического и логического мышления, скрупулезности и аккуратности, чувства ответственности.*

#### **Статус документа**

Данная программа по физике является авторской. Она составлена на основе федерального компонента государственного стандарта среднего (полного) общего образования, предназначена для использования в профильной специализированной школе для интеллектуально одаренных учащихся.

Программа конкретизирует содержание предметных тем образовательного стандарта, в ней указаны распределение учебных часов по разделам курса и последовательность изучения разделов физики с учетом межпредметных и внутрипредметных связей, логики учебного процесса в специализированной школе, возрастных и интеллектуальных особенностей учащихся, определяет минимальный набор опытов, демонстрируемых учителем в классе, физических и компьютерных лабораторных и практических работ, выполняемых учащимися.

Авторская программа используется на второй ступени изучения физики в школе, на профильном уровне, отличается от примерной программы логикой структурирования программ по разделам курса физики, последовательностью изучения тем, перечнем демонстрационных опытов и фронтальных лабораторных работ, работ практикума, что определяет новизну программы. В описании технологии обучения физике по авторской программе более детально раскрыто содержание изучаемого материала, а также пути формирования системы знаний, умений и способов деятельности, развития и социализации учащихся.

#### **Структура документа.**

Авторская программа по физике включает три раздела: *пояснительную записку; основное содержание, требования* к уровню подготовки выпускников.

В Пояснительной записке указываются особенности авторской программы, её актуальность, изменения, которые были внесены с учетом особенностей контингента учащихся специализированной школы, целевого ориентира, особенностей образовательного учреждения в котором предлагается использовать авторскую программу.

В разделе «Основное содержание программы» предметное содержание расширено и углублено, во-первых, с учетом высоких способностей интеллектуально одарённых учащихся, возможностей ускоренного обучения, их высоких познавательных потребностей. Курс физики по авторской программе структурируется на основе физических теорий: механика, молекулярная физика, электродинамика и оптика, квантовая физика. А также составной частью программы являются элективные курсы, дополняющие и углубляющие основные курсы физики. Содержание программы обеспечивает формирование современного научного мировоззрения, а технология обучения способствует овладению методов научного познания окружающего мира, способами самостоятельной постановке и решения проблем.

В разделе «Требования к уровню подготовки выпускников» описаны, кроме тех которые определены федеральным компонентом государственного стандарта среднего (полного) общего образования, те дополнительные знания и умения, которыми должны обладать выпускники после обучения по данной программе.

### **Особенности авторской программы**

#### Актуальность авторской программы

Наблюдающееся в целом падение интереса школьников к физике, низким уровнем обученности по этому предмету, а также отсутствие программ, построенных по принципам обучения интеллектуально одаренных учащихся привело автора программы к разработке учебной программы и эффективной технологии обучения. Увеличение числа школ, работающих с интеллектуально одарёнными учащимися, обуславливает высокую потребность в учебных программах и технологиях обучения, учитывающих способности и повышенные познавательные потребности таких учащихся. Таким образом, определяется актуальность авторской программы. Программа представлена в диссертации автора на соискание ученой степени кандидата педагогических наук по специальности 13.00.02. Проведены внутренняя и внешняя экспертиза программы, она утверждена Учебно-методическим Советом (УМС) Министерства образования Республики Тыва и рекомендована для использования в

специализированных школах физико-математического направления, в классах с углубленным изучением физики.

### Технология обучения и ее эффективность.

Все разделы (кроме раздела Электромагнетизм) авторской программы осваиваются по одинаковому принципу. Сначала изучается теоретический аппарат соответствующего раздела физики, затем - физические объекты и явления, которые объединяются в большие учебные темы. Эти темы приводятся в разделе Основное содержание, в каждом разделе курса физики. При необходимости, число, а также сложность изучаемых физических явлений и систем, можно изменять в широком диапазоне. Изучение различных разделов физики дополнено физическими и компьютерными лабораторными работами, демонстрациями, а также теоретическими и экспериментальными задачами, все они вкраплены в соответствующие темы.

Для изучения физики по этой программе, необходимы кабинеты: механики и астрономии, молекулярной физики, оптики и квантовой физики, электричества и магнетизма, а также лаборатории электроники и математического моделирования.

Ниже кратко описаны особенности изучения каждого раздела физики.

**Механика.** Этот раздел относится к **Физике-І**. Классическая механика изучается в 9 (предпрофильном) классе, в течение 80 часов, из расчета 3 часа в неделю. 10 часов в 9 классе отводится на изучение раздела «Строение атома и атомного ядра», на повторение - 12 часов. Сначала изучаются основы теории Механика в комплексе и компактно по времени. Все типы механического движения рассматриваются на примерах движения различных физических систем, в рамках четырех больших учебных тем: Полет, Механизмы, Звуки музыки и Потоки воды. При описании их движения необходимо одновременное использование знаний большей части понятийного аппарата и законов механики. В программе по механике типы механического движения расположены в порядке увеличения их сложности и в такой же последовательности они изучаются.

**Молекулярная физика.** Молекулярная физика изучается в течение первого семестра в 10 классе и относится к **Физике-І**, на изучение отводится 34 часа, 2 часа в неделю. При изучении молекулярной физики сначала изучаются Основы статистической физики и Термодинамики, то есть методы описания молекулярных систем, затем рассматриваются различные агрегатные состояния вещества с применением этих методов.

**Квантовая физика.** Этот раздел относится к **Физике-І**, изучается в первом семестре 11 класса, на курс отводится 34 часа, 2 час в неделю. Программа содержит много вопросов современной физики. Основы Квантовой теории, так же как и при изучении других разделов физики, рассматриваются вначале. Затем, теоретический аппарат применяют к различным квантовым объектам: атом, атомное ядро, элементарные частицы, мега объекты Вселенной.

Раздел **Электромагнетизм** в данной программе относится к **Физике-ІІ**, изучается параллельно с Физикой-І, в течение 2-х семестров, в 10 классе отводится 3 часа в неделю. Большой объем данного раздела связан с тем, что будущему инженеру, исследователю в области естественных наук необходимы глубокие знания по такому важному, проникшему во все области современной жизни, разделу физики как Электромагнетизм. Раздел преподается традиционно, но структура программы четко выделяет объекты электромагнитной природы.

Раздел **Оптика** изучается после изучения раздела Электромагнетизм в конце второго семестра 10 класса, и относится к **Физике-ІІ**, на изучение отводится 34 часа, 2 часа в неделю. Программа этого курса содержит два основных раздела: распространение света в вакууме и распространение света в веществе. Геометрическая оптика изучается как предельный случай волновой оптики. Вопросы этого раздела, пройденные ранее в 8 классе, рассматриваются более углубленно. С оптическими явлениями учащиеся знакомятся после изучения теории волновых процессов в рамках разделов Механика и Электромагнетизм, поэтому теоретический аппарат уже известен учащимся, его только повторяют в рамках этого курса.

**Техническая физика** относится к **Физике-ІІІ**. Этот курс физики состоит из трёх элективных курсов: Приборы и измерения, Цифровая электроника, Компьютерный физический эксперимент. Перечисленные элективные курсы ведутся параллельно с основными курсами физики: Физика-І и Физика-ІІ.

**Приборы и измерения (ПРИЗ).** Курс изучается в течение двух семестров в 9 классе. На это курс отводится 34 часа. Он является частью технического образования и является подготовкой к курсу «Компьютерный физический эксперимент». Основная задача этого курса - приобретение учащимися навыков работы на профессиональном оборудовании физических лабораторий.

**Цифровая электроника (ЦЭКА).** Курс относится к технической физике. Изучается в 10 классе, отводится 34 часа. В рамках этого курса учащиеся знакомятся с цифровой техникой, с принципами устройства персональных компьютеров, выполняют работы практикума, индивидуальные и коллективные проекты.

**Компьютерный физический эксперимент (КОФЭ).** Данный курс является оригинальным. Он представляет собой среду для приобретения исследовательских навыков и воспитания качеств исследователя. После изучения основ электроники, основных принципов автоматизации каждый ученик 11 класса работает над исследовательским проектом. Проект осуществляется, оформляется и защищается. Представляется на различных научных конференциях.

### Условия обучения

Для изучения физики по этой программе, необходимы: 1) кабинет физики, оснащенный дополнительным к стандартному физическим оборудованием, мультимедиа средствами обучения, а также 2) лаборатория электроники и математического моделирования для выполнения исследовательских работ и выполнения творческих проектов, оснащенная компьютерным классом.

Эффективность технологии подтверждается результатами обучения. Высокие показатели обученности по результатам сдачи ЕГЭ по физике выпускниками специализированной школы, в которой проводился педагогический эксперимент по внедрению авторской программы на протяжении 5 лет проведения этого экзамена позволяет сделать вывод, что технология эффективна.

### **Цели**

*Изучение физики в среднем общеобразовательном специализированном учреждении физико-математического профиля направлено на достижение следующих целей:*

- **освоение знаний** о методах научного познания природы; современной физической картине мира: свойствах вещества и поля, пространственно-временных закономерностях, динамических и статистических законах природы, элементарных частицах и фундаментальных взаимодействиях, строении и эволюции Вселенной; знакомство с основами фундаментальных физических теорий: классической механики, статистической теории (молекулярно-кинетической теории), термодинамики, классической электродинамики, специальной теории относительности, квантовой теории;
- **овладение умениями** проводить наблюдения, планировать и выполнять эксперименты, обрабатывать результаты измерений, выдвигать гипотезы и строить модели, устанавливать границы их применимости, а также, овладение умениями проводить самостоятельное научное исследование, умениями для проектной деятельности;
- **применение знаний** по физике для объяснения явлений природы, свойств вещества, принципов работы технических устройств, решения

физических задач, самостоятельного приобретения и оценки достоверности новой информации физического содержания, использования современных информационных технологий для поиска, переработки и предъявления учебной и научно-популярной информации по физике, кроме того, применения полученных знаний для получения нового знания, для создания новых технических устройств;

- **развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей** в процессе решения физических задач и самостоятельного приобретения новых знаний, выполнения экспериментальных исследований, подготовки докладов, рефератов и других творческих работ;
- **воспитание** духа сотрудничества в процессе совместного выполнения задач, уважительного отношения к мнению оппонента, обоснованности высказываемой позиции, готовности к морально-этической оценке использования научных достижений, уважения к творцам науки и техники, обеспечивающим ведущую роль физики в создании современного мира техники;
- **использование приобретенных знаний и умений** для решения практических, жизненных задач, рационального природопользования и защиты окружающей среды, обеспечения безопасности жизнедеятельности человека и общества.

### **Место предмета в учебном плане.**

Федеральный базисный учебный план для образовательных учреждений Российской Федерации отводит 350 часов для обязательного изучения физики на профильном уровне ступени среднего (полного) общего образования. В том числе в 10 и 11 классах по 175 учебных часов из расчета 5 учебных часов в неделю.

На изучение физики профильного уровня среднего (полного) общего образования по авторской программе отводится 350 часов, из расчета 5 часов в неделю в 10 и 11 классах. На изучение Классической механики (в 9 классе) отводится 80 часов (3 часа в неделю). На изучение статистической теории и термодинамики (в 10 классе) – 34 часа, классической электродинамики и специальной теории относительности (в 10 классе) – 170 часов, квантовой теории (в 11 классе) - 34 часа. Резерв свободного учебного времени в объеме 10 часов для изучения дополнительных вопросов современной физики.

Предмет Физика занимает ведущее место среди изучаемых предметов в профильном физико-математическом классе.

### **Общеучебные умения, навыки и способы деятельности.**

Авторская программа предусматривает формирование у школьников общеучебных умений и навыков, универсальных способов деятельности и

ключевых компетенций. В этом направлении приоритетами для школьного курса физики на этапе среднего (полного) образования (профильный уровень) являются:

*Познавательная деятельность:*

- использование для познания окружающего мира различных естественнонаучных методов: наблюдение, измерение, эксперимент, моделирование;
- формирование умений различать факты, гипотезы, причины, следствия, доказательства, законы, теории;
- овладение адекватными способами решения теоретических и экспериментальных задач;
- приобретение опыта выдвижения гипотез для объяснения известных фактов и экспериментальной проверки выдвигаемых гипотез.

*Информационно-коммуникативная деятельность:*

- владение монологической и диалогической речью, развитие способности понимать точку зрения собеседника и признавать право на иное мнение;
- использование для решения познавательных и коммуникативных задач различных источников информации.

*Рефлексивная деятельность:*

- владение навыками контроля и оценки своей деятельности, умением предвидеть возможные результаты своих действий;
- организация учебной деятельности: постановка цели, планирование, определение оптимального соотношения цели и средств.

*Исследовательская деятельность:*

- владения самостоятельной постановкой и решения исследовательских проблем;
- умения из множества путей решения проблем выбирать наиболее оптимальный и делать выбор на основании этических и моральных принципов;
- способность испытывать радость от процесса добывания знаний, от запланированного результата;

*Творческая деятельность:*

- приобретение опыта творческой коллективной и индивидуальной деятельности;
- создания творческого коллектива;
- формулирования целей и задач перед коллективом;
- организации работы коллектива для оптимального решения проблем.

## **Результаты обучения**

Обязательные результаты изучения курса «Физика» приведены в разделе «Требования к уровню подготовки выпускников», который полностью соответствует государственному образовательному стандарту. Требования направлены на реализацию деятельностного и личностно ориентированного подходов; освоение учащимися интеллектуальной и практической деятельности; овладение знаниями и умениями, необходимыми в повседневной жизни, позволяющими ориентироваться в окружающем мире, значимыми для сохранения окружающей среды и собственного здоровья.

Рубрика «Знать/понимать» включает требования к учебному материалу, который усваивается и воспроизводится учащимися. Выпускники должны понимать смысл изучаемых физических понятий, физических величин и законов, принципов и постулатов.

Рубрика «Уметь» включает требования, основанные на более сложных видах деятельности, в том числе творческой: объяснять результаты наблюдений и экспериментов, описывать фундаментальные опыты, оказавшие существенное влияние на развитие физики, представлять результаты измерений с помощью таблиц, графиков и выявлять на этой основе эмпирические зависимости, применять полученные знания для решения физических задач, приводить примеры практического использования знаний, воспринимать и самостоятельно оценивать информацию.

В рубрике «Использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни» представлены требования, выходящие за рамки учебного процесса и нацеленные на решение разнообразных жизненных задач.

## **ФИЗИКА – I**

### **2.3.1. ПРОГРАММА И ЗАДАНИЯ ПО МЕХАНИКЕ (102 час)**

#### **Введение**

Предмет изучения механики. Краткий исторический обзор развития механики.

#### **Основные понятия механики (14 ч.)**

*Основные модели механики:* материальная точка, система материальных точек, абсолютно твердое тело, сплошная изменяемая среда. Система отсчета. Инерциальные системы отсчета. Пространство. Время. Траектория.

*Характеристики движения:* радиус – вектор, пройденный путь, векторы перемещения, скорости, ускорения (нормального тангенциального), угловые перемещения, скорость, ускорение, связь линейных и угловых величин, векторы импульса, момент импульса, амплитуда, частота, период, фаза, волновой вектор.

*Характеристики взаимодействия тел:* масса, момент инерции, сила, момент силы, кинетическая энергия и работа, потенциальная энергия и мощность.

### **Основные законы механики (6 ч.)**

Принцип относительности Галилея. Преобразования координат и скоростей. I, II, III законы Ньютона для поступательного и вращательного движений.

Законы сохранения импульса, момента импульса, энергии. Границы применимости законов.

### **Типы механического движения (82 ч.)**

1. *Прямолинейное движение.* Равномерное, равноускоренное, ускоренное поступательное движение и его графическое представление. Движение под действием силы тяжести и упругих сил. Движение при упругих и неупругих столкновениях. Движение при наличии сил сопротивления, трения (покоя, скольжения, качения). Движение в вязкой среде. Формула Стокса. Движение под действием подъемной силы.

2. *Криволинейное движение.* Равномерное, равноускоренное, ускоренное вращательное движение. Движение в гравитационном поле. Закон Всемирного тяготения. Законы Кеплера. Вращательное движение твердого тела относительно неподвижной оси. Момент инерции твердого тела. Теорема Штейнера. Вращательное движение твердого тела вокруг неподвижной точки. Гироскоп. Движение гироскопа относительно своих свободных осей вращения.

3. *Колебательное движение.* Гармонические колебания. Движение под действием упругих сил. Закон Гука. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс. Сложение колебаний. Интерференция, биения, фигуры Лиссажу. Ряд Фурье.

4. *Волновое движение.* Механические волны в однородной упругой среде. Волновой фронт. Принцип Гюйгенса. Продольные и поперечные волны. Плоские и сферические волны. Управление плоской гармонической бегущей волны. Интенсивность волн. Источники волн.

5. *Течение сплошных сред.* Стационарное движение сред (жидкости, газа). Уравнение неразрывности струи. Уравнение Бернулли для идеальной среды. Движение вязкой среды. Формула Пуазейля. Турбулентное течение среды. Виды неустойчивости течения. Течение сжимаемости жидкости.

6. *Статическое состояние механических систем.* Условие равновесия твердого тела. Виды равновесия. Центр тяжести.

**Семинары:** 1. Полет. 2. Механизмы. 3. Звуки музыки. 4. Потоки воды.

### **Перечень лабораторных работ по механике**

#### ***Перечень фронтальных физических лабораторных работ:***

1. Простейшие измерения и их обработка.
2. Измерение скорости и ускорения тела.
3. Демонстрация II закона Ньютона для прямолинейного движения.

4. Демонстрация II закона Ньютона для вращательного движения.
5. Демонстрация закона сохранения импульса, энергии.
6. Определение скорости звука в воздухе.
7. Определение длины звуковой волны в воздухе с помощью звукового интерферометра.
8. Определение ускорения свободного падения.

**Перечень компьютерных лабораторных работ:**

1. Задача преследования.
2. Движение в поле тяжести.
3. Упругие столкновения.
4. Движение в потенциальных полях.
5. Реактивное движение.
6. Законы Кеплера. Движение планет.
7. Динамика вращения.
8. Сложение колебаний. Фигуры Лиссажу. Ряд Фурье.
9. Механические колебания.
10. Вынужденные колебания.
11. Связанные маятники.
12. Опрокидывание волны.
13. Волна цунами.
14. Течение вязкой жидкости.
15. Акустические импульсы.
16. Ударные волны.
17. Взрыв в замкнутом объеме. Кумуляция и отражение.
18. Инициирование и распространение детонационных волн.

**Оценка ЗНАНИЙ**

**Знания это:** научные факты, понятия, величины (характеристики), законы, принципы, методы научного познания. Знания представляются на лекционных занятиях.

**Оценка усвоения научных знаний** производится на Физических диктантах. Правильный ответ на вопрос в диктанте оценивается 1 баллом, неправильный (неполный, содержащий ошибки) ответ – 0 баллов. По количеству проверяемых знаний определяется максимальный балл за диктант.

**Оценка УМЕНИЯ**

**Умение (действие)** можно расчленить на операции, перечень которых зависит от вида деятельности. Разные виды умения формируются на практических занятиях.

**1. Умение решать учебные задачи.** При определении умения применять научные знания при описании явлений и объектов в задачах, оценивается от 1 до 4 баллов в случае правильного их оформления. Оформление учебной задачи должно содержать: краткую запись условия задачи, чертеж иллюстрирующий ситуацию задачи, запись закона и/или опре-

деления величины (характеристики) и обоснование их применения, полученное выражения для искомой величины, расчеты наименованных величин, вывод.

Решение качественной задачи – оценивается в 1 балл, в случае предоставления правильного ответа и его обоснования.

Решение расчетной задачи оценивается в зависимости от уровня сложности.

*Решение задачи первого уровня* сложности - оценивается в 1 балл, простая задача на применение одного элемента знания, например какого либо закона или определения физической величины.

*Решение задачи второго уровня* сложности — оценивается от 1 до 2 баллов, решение которой требует знания и применения нескольких понятий, законов изучаемого раздела физики.

*Решение задачи третьего уровня сложности* — оценивается от 1 до 3 баллов, это комплексная задача, требующая применения знаний различных тем, в 4 балла, если используются знания из различных разделов конкретной науки.

Решение экспериментальной задачи («наблюдение») – оценивается от 1 до 4 баллов, в которой требуется произведение наблюдения и представление их в виде описания, зарисовки, фотографии, видеозаписи (1балл), измерения и обработка результатов измерения в виде их представления, в кодированном виде в таблицах, графиках (1 балл), анализ результатов измерения (1балл) и формулирование (1балл) вывода.

**2. Умение проводить опыт, экспериментировать** - оценивается от 1 до 6 баллов, по одному за каждую операцию. Экспериментальная деятельность осуществляется на «Лабораторных занятиях».

Выполнение «модельного опыта» (Компьютерной лабораторной работы), состоящего из следующих операций.

1. Формулирование цели модельного опыта.
2. Формулирование условий (режимов) наблюдений.
3. Описание результатов наблюдений в автоматическом режиме: зарисовок, графиков.
4. Выполнение модельного опыта, с выбором изменяющегося параметра и влияния его на результат наблюдения.
5. Описание результатов наблюдений в виде рисунков и графиков.
6. Анализ результатов наблюдений и формулирование выводов.
7. Выполнение «опыта» (Физической лабораторной работы),
8. состоящего их следующих операций.
9. Произведение прямых измерений (определение цены деления прибора, подготовка приборов к измерению, определение значения величины по прибору).
10. Кодирование информации, получаемой при выполнении опыта.
11. Математическая обработка результатов измерений, вычисление искомых величин.
12. Анализ результатов опыта.
13. Формулирование выводов.
14. Оформление проделанной работы. Оно заключается в представлении структурированного текста отчета. Текст должен содержать следующее: а)

название, б) цель, в) перечень использованного оборудования, описание установки г) теоретические основы метода решения задач, включающие в себя необходимые схемы, рисунки, основные соотношения, д) представление результатов в таблицах, е) представление обработки результатов в графиках и диаграммах, ж) выводы.

### **Оценка ИСПОЛЬЗОВАНИЯ приобретенных знаний и умений**

Умение доведенное до **навыка** позволяет самостоятельно использовать знания в новых учебной и жизненной ситуациях. Элементом навыка является операция.

**1. Преобразовательная деятельность (труд)** – оценивается от 1 до 4 баллов, по одному за каждое действие.

Труд осуществляется на практических учебных занятиях и во внеурочное время, состоит из следующих операций.

1. Осмысление цели.
2. Определение задач и условий труда.
3. Выполнения трудовых действий.
4. Формулирование выводов по трудовой деятельности, самооценка.

**2. Исследовательская деятельность** - оценивается от 1 до 10 баллов, по 1 за каждый элемент деятельности.

Выполнение «исследования» выполняется учащимся самостоятельно под руководством учителя на индивидуальных занятиях. Оно состоит из следующих операций.

1. Формулировка цели.
2. Определение задач.
3. Формулировка гипотезы, ее обоснование.
4. Формулирование условий, необходимых для проверки гипотезы.
5. Определение оборудования, необходимого для проведения опыта.
6. Выбор способа кодировки получаемой информации.
7. Проведение опытов.
8. Математическая обработка результатов опытов.
9. Анализ полученных результатов.
10. Формулирование выводов.

**3. Творческая деятельность** – оценивается 4 до 40 баллов, по 4 за каждую операцию.

Выполнение «творческого Проекта» на индивидуальных занятиях по учебному предмету.

1. Формулировка цели Проекта.
2. Определение задач.
3. Формулировка гипотезы, ее обоснование.
4. Формулирование условий, необходимых для проверки гипотезы.
5. Определение оборудования, необходимого для проведения Проекта.
6. Выполнение задач Проекта.
7. Представление результатов Проекта.
8. Оформление продукта Проекта.

9. Публичное представление Проекта.  
10. Распространение Продукта Проекта.

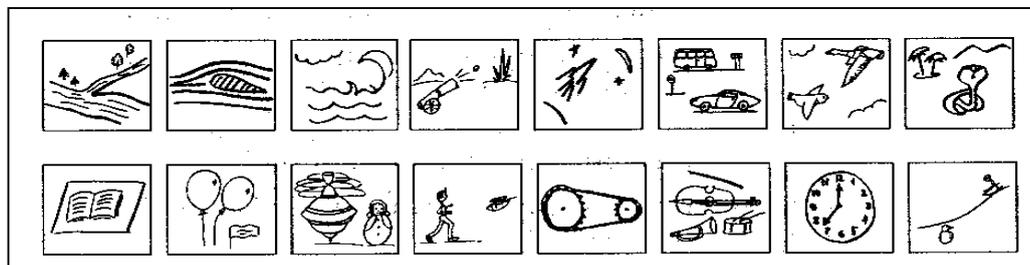
**І семестр**  
**Календарный план по теме**  
**«Теоретический аппарата Механики»**

№	Дата	Виды занятий	Содержание	Задания	Балл
1 2 3	1 неделя сентябрь	Лекция  Лекция  Лекция	Предмет изучения. Исторический обзор развития Механики. Пространство и время в классической Механике. Модели. Траектория. Инерциальные системы отсчета. Радиус-вектор, перемещение, угловое перемещение, пройденный путь.	Диктант №1	10
4 5 6	2 неделя сентябрь	Лекция Лекция Лекция	Мгновенные линейная и угловая скорости, средняя скорость, линейное и угловое ускорения, нормальное и тангенциальное ускорение, полное ускорение.	Диктант №2	8
7 8 9	3 неделя сентябрь	Лекция Лекция Практика	Масса, момент инерции, сила, момент силы. Кинетическая энергия и работа, потенциальная энергия и мощность. Импульс, момент импульса, полная механическая энергия.	Диктант №3	11
10 11 12	4 неделя сентябрь	Лекция Лекция Лекция	Принцип относительность Галилея. Преобразования координат и скоростей. Законы Ньютона, законы сохранения. Границы применимости законов..	Диктант №4	9
13 14 15	1 неделя октябрь	Практика Практика Практика	Графический и аналитический методы определения кинематических характеристик движения.	Задание №4,5,6 Задание №7,8,9	12 4
16 17 18	2 неделя октябрь	ЛабРаб ЛабРаб ЛабРаб	Измерение скорости, ускорения. Демонстрация II закона Ньютона Демонстрация законов сохранения	ФЛР 1 ФЛР 2 ФЛР 3	6 6 6
19 20 21	3 неделя октябрь	Практика Практика Практика	Координатный и векторный методы описания движения.	Задание 10	4
21 ур.				Всего:	76

**Задания**  
**«Теоретический аппарат механики»**  
**Задание 1. Виды механического движения.**

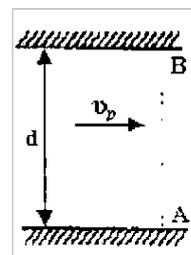
Приведите примеры механического движения тел, сред. Запишите их в тетради. Сгруппируйте примеры так, чтобы это было подчинено какой-либо логике.

Например, из механических движений, изображенных на рисунке, можно составить четыре группы, которые можно назвать: “полет”, “механизмы”, “потоки воды”, “звуки музыки”.

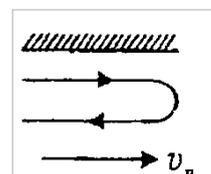


### Задание 2. Относительное движение.

1. Катер с постоянной скоростью идет из пункта А в пункт В по течению реки, имеющей скорость  $v_p$ , и обратно из В в А. Во сколько раз время, затраченное катером ( $t_p$ ), отличается от времени, которое затратил бы этот же катер, если бы скорость течения была равна нулю ( $t_c$ ). Скорость катера в стоячей воде равна  $v_k$ .



2. Пункты А и В находятся напротив друг друга на противоположных сторонах реки шириной  $d$ , имеющей скорость течения  $v_p$ . Из А в В идет катер, скорость которого в стоячей воде равна  $v_k$ . Какое наименьшее время затратил катер на прямолинейный путь из А в В?

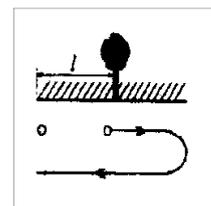


3. Двигатель самолета сообщает ему скорость относительно воздуха, равную 900 км/час. С какой скоростью движется самолет относительно земли при попутном ветре, скорость которого равна 50 км/час? При таком же встречном ветре?

4. По двум взаимно перпендикулярным шоссе движутся равномерно грузовая и легковая автомашины со скоростями соответственно 54 км/час и 72 км/час. На каком расстоянии друг от друга окажутся автомобили через 10 минут после встречи у перекрестка?

5. Помогает или мешает течение переплыть реку? (Зависит ли время, необходимое пловцу для того, чтобы переплыть реку, от скорости её течения?)

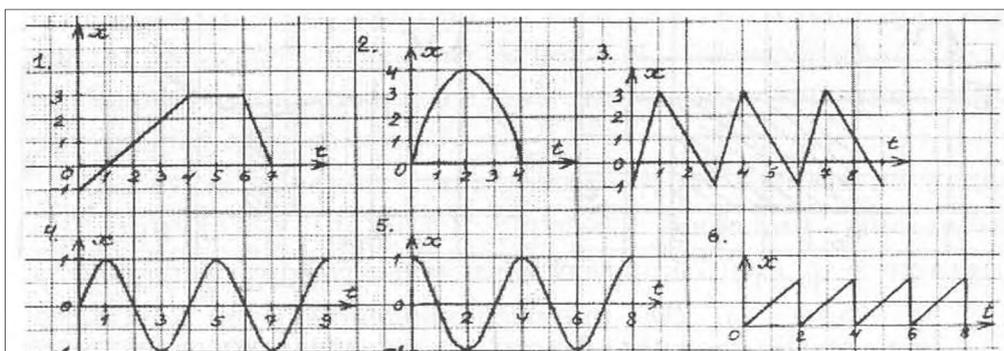
6. С катера, идущего с постоянной скоростью, уронили спасательный круг напротив дерева, растущего на берегу. Через  $\tau$  минут обнаружили потерю и, сразу повернув обратно, догнали круг на расстоянии  $l$  от дерева. Найти скорость реки. Решить задачу, рассматривая движение катера относительно берега и относительно воды (или, что все равно, относительно спасательного круга).



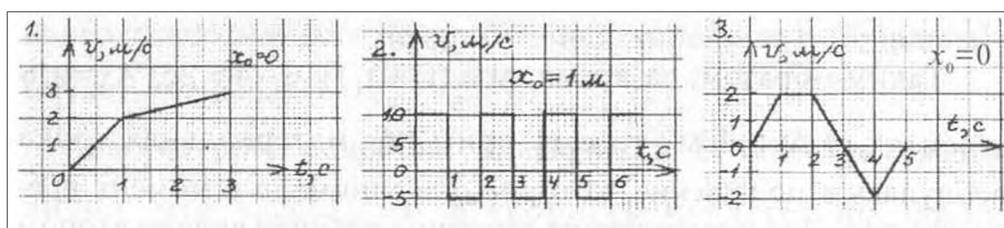
7. Две машины движутся по дорогам, пересекающимся под прямым углом, в сторону перекрестка со скоростями  $v_1$  и  $v_2$ . В начальный момент времени

первая машина находится от перекрестка на расстоянии  $l_1$ , вторая - на  $l_2$ . Построением найти минимальное расстояние между машинами.

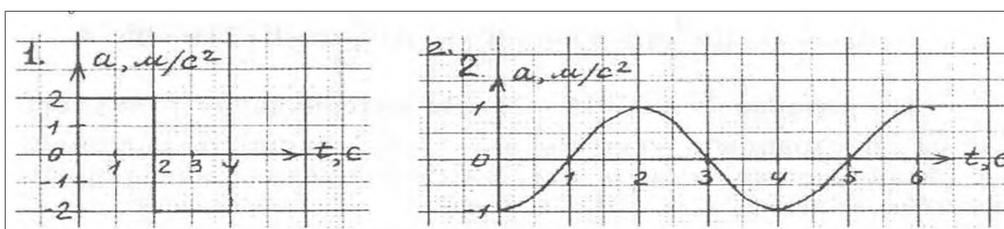
**Задание 3. Графический метод.**



а) Построить графики зависимости  $a(t)$ ,  $v(t)$  по заданному закону движения  $x(t)$ .



б) Построить график  $x(t)$  по  $v(t)$ .



в) Построить график  $x(t)$  по  $a(t)$  считая, что  $v_0 = 0$  и  $x_0 = 0$

**Задание 4. Использование графиков.**

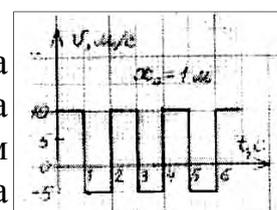
1. Два тела движутся по одной прямой в одном направлении равномерно. Когда расстояние между ними равно  $h$ , скорость догоняющего тела равна  $v_1$ , а догоняемого –  $v_2$ . Через какое время одно тело догонит другое?

2. Самолет при взлете проходит взлетную полосу за 15 с, и в момент отрыва от земли имеет скорость 100 м/с. С каким ускорением двигался самолет и какова длина взлетной полосы?

3. Автомобиль остановился у светофора. После того как загорелся зеленый сигнал, он начинает двигаться с ускорением  $1,5 \text{ м/с}^2$  и движется так до тех пор, пока скорость его не станет равной 16 м/с, после чего он продолжает движение с постоянной скоростью. На каком расстоянии от светофора окажется автомобиль через 15 с после появления зеленого сигнала?

4. Снаряд, скорость которого равна 1000 м/с, пробивает стену блиндажа за  $10^{-3}$  с и после этого имеет скорость 200 м/с. Считая движение снаряда в толще стены равноускоренным, найдите толщину стены.

5. Зависимость скорости тела от времени представлена графиком, изображенным на рисунке (скорость тела сохраняет свое значение в течение времени  $\tau$ , а потом скачком меняет знак, т.е. направление движения тела изменяются на



противоположное). Найти путь пройденный за время  $2\pi n$ , где  $n$  - целое число. На каком расстоянии от первоначальной точки окажется тело через указанный промежуток времени?

6. Частица движется от точки А до точки В со скоростью  $v_1$ , а обратно от точки В до точки А - со скоростью  $v_2$ . Найти среднюю скорость частицы.

7. Одно тело двигалось в течение времени  $\tau$  с ускорением  $a$ , затем еще время  $\tau$  с ускорением  $2a$ . Другое тело двигалось в течение того же времени  $\tau$  сначала с ускорением  $2a$ , затем еще время  $\tau$  с ускорением  $a$ . Какое тело пройдет за время  $2\tau$  больший путь? Начальные скорости обоих тел равны нулю.

**Задание 5.** Аналитический метод.

а) Определить мгновенные скорость и ускорение материальной точки совершающей движения по оси ОХ, для следующих зависимостей  $x(t)$ .

- 1)  $x=5+7t$     2)  $x=-2+7t-8t^2$     3)  $x=3t-5t^2$   
 4)  $x=10\cos 2t$     5)  $x=5\sin 2t$     6)  $x=2e^{2t}$

б) Определить зависимость  $x(t)$  по известным зависимостям  $v(t)$ .

1.  $v = 6\text{м/с}$     2.  $v = 3+13t$     3.  $v = 3+13t+4t^2+5t^3$   
 4.  $v = -5\sin 5t$     5.  $v = 2\cos 3t$     6.  $v = 6e^{2t}$

в) Определить зависимости  $v(t)$ ,  $x(t)$ , если:

- 1)  $a(t)=3+2t-7t^2$     2)  $a(t)=10\cos 5t$     3)  $a(t)=2\sin 3t$   
 4)  $a(t)=3e^t$

**Задание 6.** Заполните дописи.

### Семинар I «Полет» Календарный план

№	Дата	Виды занятий	Содержание	Задания для выполнения	Кол-во баллов
22	4 неделя октябрь	Семинар	Леонардо да Винчи и его Метод научного исследования. Древняя артиллерия. Огнестрельная артиллерия. Современные артиллерийские орудия.	Диктант №1	6
23		Практика	Оформление паспорта к устройству. Галилео Галилей. Задача: тело брошено под углом к горизонту.	Задание 3 Задание 4	3 3
24		Практика	Метод конечных разностей для построения траектории.	Задание 6 Задание 7	3 7
25	1 неделя ноябрь	Семинар	Полет воздушных шаров, парашютов, их применение.		
26		Практика	Экспериментальное определение высоты полета воздушного шара.	Задание 8 Задание 9	3 5
27		Практика		Задание 10	4
28	2 неделя ноябрь	Семинар	Планеры и механизм их полета. Характеристики	Диктант №2	5

29		Практика	летательных аппаратов. Соревнование планеров. Полет птиц. Сверхзвуковые, дозвуковые самолеты и их устройство. Устойчивость полета самолетов. Построение траектории полета планера методом конечных разностей.	Задание 12	5
30		ЛабРаб	Компьютерная лабораторная работа «Движение в поле тяжести»	Задание 13	3
31	3 неделя ноябрь	Семинар	Ракеты. Закон всемирного тяготения. Расчет взлета ракеты, описание траектории (круг, эллипс, парабола). Невесомость (видеофрагмент).	Диктант 5	6
32		Практика	Космические корабли. История космонавтики. Фильм «Одиссея Вояджеров».	Задание 17	10
33		ЛабРаб	Движение планет солнечной системы. К.л.р. «Законы Кеплера».		
12 уроков				Всего:	726

### Задания Семинара «Полет»

#### Тема: Артиллерия

**Задание 1.** Составьте паспорт к любому артиллерийскому орудью.

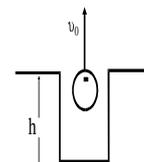
**Задание 2.** Определите экспериментально дальность полета, время и высоту полета, при заданном угле выстрела снаряда из модели древней метательной машины, сделайте энергетический анализ движения снаряда.

**Оборудование:** модель метательной машины, снаряд, линейка, транспортер, электронный секундомер.

**Задание 3.** Постройте графики зависимости  $y(x)$  для снаряда, выпущенного из катапульты под углами  $\alpha=(10^\circ-80^\circ)$ . Графики построите по точкам, вычисляя координаты снаряда через каждые 0,01 с, и меняя значение угла через  $10^\circ$  считая скорость равной 1,5 м/с. Начальную скорость, определите по экспериментальным значениям S, H, T задания 2, ускорение свободного падения считать равным  $g=9,8\text{м/с}^2$ .

**Задание 4.** Постройте траекторию движения снаряда под действием силы тяжести, выбрав самостоятельно величины:  $\mathbf{a}$ ,  $\vec{g}$ ,  $\vec{v}_0$  методом конечных разностей.

**Задание 5.** Прямолинейное движение в поле тяжести.



1. Камень брошен вертикально вверх над колодезем глубины  $h$  с начальной скоростью  $v_0$  (рис.) Через какое время камень упадет на дно колодца?

2. Камень падал до дна ущелья 4с. Какова глубина ущелья?

3. Сколько времени падал бы груз с верхней точки башни высотой 100 метров. Какова была бы его скорость в момент падения на землю? Сопротивлением воздуха пренебречь.

4. За какое время тело, начавшее падение вниз из состояния покоя, пройдет путь равный 4,9 м? Какова его скорость в конце этого пути?

5. Стоя на краю скалы высотой 180 м над землей, мальчик уронил камень, а вслед за тем через секунду он бросил вниз второй камень. Какую начальную скорость сообщил он второму камню, если оба камня упали на землю одновременно?

6. Во сколько раз быстрее тело проходит при свободном падении без начальной скорости сотый сантиметр пути по сравнению с первым сантиметром?

7. Бросьте мяч с высоты  $h$  так, чтобы после удара о пол он подпрыгнул до потолка комнаты. Сделайте расчет и дайте численный ответ для величины минимальной скорости и времени полета мяча до потолка  $t$  при  $h = 1\text{м}$ . Постройте графики  $v(h)$  и  $v(h)$ .

8. Из точек, находящихся на одной вертикали, расстояние между которыми равно  $h$ , бросают вертикально вверх одновременно два камня. Сначала снизу бросают камень со скоростью  $v_1$ , потом через время  $t$  из верхней точки бросают тоже вверх второй камень со скоростью  $v_2$ . Через какое время камни столкнутся? Решить задачу, переходя в систему отсчета, движущуюся вниз с ускорением свободного падения  $g$ . Сравнить сложность этого решения с решением этой же задачи, когда движения камней описываются относительно земли.

**Задание 6.** Движение тел, брошенных под углом к горизонту.

1. Два осколка снаряда разлетаются в поле тяжести из одной точки с противоположно направленными начальными скоростями, равными  $v_1$ , и  $v_2$ . Через какое время угол между направлениями их скоростей станет равным  $90^\circ$ ?

2. Камень брошен под углом  $a$  к горизонту с начальной скоростью  $v_p$  над наклонной плоскостью, образующей угол  $b$  с горизонтом. Найти, на каком расстоянии от точки бросания он упадет, и сколько времени он будет лететь. Правильно ли утверждение, что от наклонной плоскости он будет удаляться столько же времени, сколько потом приближаться к ней?

3. Артиллерист стреляет так, чтобы ядро попало в неприятельский лагерь. В момент вылета ядра из пушки на него садится верхом барон Мюнхаузен, и поэтому ядро падает, не долетев до цели. Какую часть пути Мюнхаузену придется пройти пешком, чтобы добраться до вражеского лагеря? Масса Мюнхаузена составляет 5 масс ядра.

4. Граната, летевшая со скоростью 10 м/с, разорвалась на два осколка. Большой осколок, масса которого составляла 60% массы всего снаряда,

продолжал двигаться в прежнем направлении, но со скоростью равной  $\vec{v}_o = 25$  м/с. Найти скорость меньшего осколка.

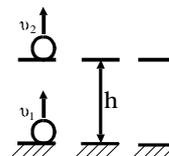
5. Ядро массы  $m$  вылетело из пушки со скоростью  $\vec{v}_o$ . С какой скоростью будет двигаться пушка массы  $M$ ?

6. Снаряд, выпущенный под углом к горизонту, разрывается в наивысшей точке траектории (на расстоянии  $l$  от пушки по горизонтали) на два одинаковых осколка. Один из осколков падает возле пушки. Где упадет второй осколок, если первый возвращался по траектории снаряда?

7. Снаряд вылетает из пушки с начальной скоростью  $\vec{v}_o$ . Определить “зону безопасности”, т.е. геометрическое место точек пространства, в которое снаряд не может попасть.

8. Испытание осколочной гранаты производится в центре дна цилиндрической ямы глубины  $H$ . Образующиеся при взрыве осколки, не должны попадать даже на край ямы. Каким должен быть минимальный диаметр ямы?

9. Стальная пуля массы  $m$ , имеющая скорость  $v$ , пробивает подвешенный на нитке свинцовый шар массы  $M$ , после чего скорость пули уменьшается вдвое. Какая часть кинетической энергии пули пошла на нагревание? На какую высоту поднимается шар?



10. Неподвижное атомное ядро распадается на две части массами  $m_1$  и  $m_2$ . При этом выделяется энергия  $E$  (кинетическая энергия осколков). Определить скорость осколков.

### Тема: Воздушные шары и парашюты

#### Задание 7. Шар.

1. Сферическая оболочка воздушного шара сделана из материала, квадратный метр которого имеет массу  $m=1$  кг/м<sup>2</sup>. Шар наполнен гелием при нормальном давлении ( $P_0 = 1 \text{ атм} = 10^5 \text{ Па}$ ). При каком минимальном радиусе шар поднимает сам себя? Температуры гелия и окружающего воздуха одинаковы. Молекулярные массы воздуха и гелия соответственно равны  $\mu_v = 29 \cdot 10^{-3}$  кг/моль и  $\mu_g = 4 \cdot 10^{-3}$  кг/моль.

2. Масса воздушного шара вместе с канатом, волочащимся по земле, равна  $M$ , выталкивающая сила  $F$ , коэффициент трения каната о землю. Сила сопротивления при скорости шара относительно воздуха. Найдите скорость шара относительно земли, если дует горизонтальный ветер со скоростью  $u$ .

3. Определить силу сопротивления воздуха, действующую на парашют, если последний опускается с постоянной скоростью, масса парашюта с парашютистом 90 кг.

4. Опишите и рассчитайте радиус шара, который бы поднял Вас. На какую высоту он поднимется?

### Тема: Планер

#### Задание 8.

1. Сделайте бумажную модель самолета. Запустите свою модель в полет и постарайтесь зарисовать ее траекторию.
2. Постройте траекторию планера методом конечных разностей.

### Тема: Полет птиц и самолетов

#### Задание 9. Жуки и птицы.

1. Через открытое окно в комнату влетел жук. Расстояние от жука до потолка менялось со скоростью  $1\text{ м/с}$ , до задней стены комнаты -  $2\text{ м/с}$ , до боковой стены -  $2\text{ м/с}$ . Через  $1\text{ с}$  жук ткнулся в угол между потолком и боковой стеной комнаты. Определите скорость полета жука и место в окне, через которое жук влетел в комнату. Высота комнаты  $2,5\text{ м}$ , ширина  $4\text{ м}$ , длина  $4\text{ м}$ .

2. Утка летела по горизонтальной прямой с постоянной скоростью. В нее выстрелил неопытный "охотник", причем выстрел был сделан без упреждения, т.е. в момент броска направление скорости пули (угол к горизонту) был как раз на утку. Модуль начальной скорости пули равен  $v$ . На какой высоте летела утка, если пуля все же попала в нее?

#### Задание 10. Самолеты.

1. Самолет летит по прямой из города К в город Н и обратно. Найти отношение полных времен полета в случаях, когда от К к Н дует ветер  $u$  и когда ветер с той же скоростью дует перпендикулярно прямой КН. Скорость самолета относительно воздуха в том и другом случаях равна.

2. Какой длительности будет рейс самолета из Новосибирска в Москву и обратно, происходящего по прямой, если в течение всего полета дует ветер под углом к трассе со скоростью? Скорость самолета относительно воздуха, длина трассы  $L$ . При каком направлении ветра длительность рейса максимальна?

4. Реактивный самолет массы  $m$ , развивающий силу тяги  $F$ , движется от места старта по прямой, направленной под углом к горизонту. На каком расстоянии от места старта будет находиться самолет через время после старта? Изменением массы самолета и сопротивлением воздуха пренебречь.

5. Самолет пролетает с постоянной скоростью по горизонтальной прямой, проходящей над головой наблюдателя. Какой угол с вертикалью составляет направление, по которому к наблюдателю доносится звук двигателя в тот момент, когда наблюдатель видит самолет в направлении, составляющем угол с вертикалью? Скорость звука. Рассмотреть случаи  $v > v_{\text{зв}}$  и  $v < v_{\text{зв}}$ .

6. Сверхзвуковой самолет летит горизонтально. Два микрофона, покоящихся на расстоянии  $l$  друг от друга на одной вертикали, зафиксировали приход звука от самолета с интервалом. Скорость звука в воздухе. Какова скорость самолета?

**Задание 11.** Определите максимальную мощность, которую вы развиваете при разбеге на  $100$  метровой дистанции на первых  $10$  метрах. Определите нагрузку на крыло. **Оборудование:** секундомер, метровая линейка.

### Тема: Полет ракеты

**Задание 12.** Напишите сочинение на тему "Полет на планету...". Выберите планету Солнечной системы сами. Сочинение должно содержать следующее:

- 1). Описание космического корабля, ракеты - носителя.

- 2). Расчет старта, необходимого горючего.
- 3). Описание траектории полета с указанием параметров траектории.
- 4). Расчет расхода топлива для маневров вдоль траектории.
- 5). Описание планеты (ее атмосферы; физических характеристик -  $T$ ,  $P$ ; рельефа).
- б). Описание жизни на борту космического корабля.

**Задание 13.** Старт.

1. Ракета пущенная вертикально вверх на полюсе Земли, поднялась на высоту 3200 км и начала падать. Какой путь пройдет ракета за первую секунду своего падения?

2. На какую высоту поднимается снаряд, если ему сообщили вертикально вверх первую космическую скорость, на полюсе Земли.

**Задание 14.** Топливо.

1. Ракета, запущенная вертикально вверх, выбрасывает раскаленные газы последовательно двумя равными порциями. Скорость истечения газов относительно ракеты постоянна и равна  $u$ . Каким должен быть промежуток времени между сгоранием порций, чтобы ракета достигла максимальной высоты. Сгорание топлива происходит мгновенно. Сопротивлением воздуха пренебречь.

2. Горючее ракеты сгорает равными порциями массы  $m$ . Сгорание происходит мгновенно. Будет ли скорость истечения газов относительно ракеты постоянной, если при сгорании каждой порции механическая энергия системы меняется на одинаковую величину?

3. Какую долю массы корабля должно составлять топливо, чтобы он с окололунной орбиты радиуса мог уйти от Луны на бесконечность?

4. Какой запас топлива нужен, чтобы с орбиты Земли перейти на эллипс, касающийся орбиты Юпитера?

5. Где выгоднее ускорять корабль - в перигее или в апогее, чтобы улететь подальше от Земли (на Луну, Марс и т.д.)

**Задание 15.** Траектория.

1. Спутник обращается вокруг Земли недалеко от поверхности. Какую дополнительную скорость надо ему сообщить, чтобы он мог попасть в сферу притяжения Луны?

2. Планета движется по эллипсу, в одном из фокусов которого расположено Солнце. Принимая во внимание работу силы тяготения, указать в какой точке траектории скорость планеты будет максимальной и в какой минимальной.

3. Вычислите первую и вторую космические скорости на Марсе, Юпитере, Луне. Сравните.

4. На какую высоту нужно запустить спутник в экваториальной плоскости, чтобы он все время находился над одной и той же точкой земной поверхности?

**Задание 16.** Описание планеты.

1. Нарисуйте график зависимости  $g(r)$ . Определите ускорение свободного падения –  $g$  на поверхности Солнца, Сатурна, Меркурия.

2. Определить орбитальную скорость Земли, Сатурна, Венеры, Луны, Фобоса.

3. Звездный месяц (время обращения Луны вокруг Земли). Зная радиус Земли и ускорение яблока на Земле, определите расстояние до Луны.

4. Оценить массу Солнца, зная, что средний радиус орбиты Земли.

5. Определите во сколько раз масса планеты Марс меньше массы Земли, если известно, что спутник Марса Фобос обращается вокруг него на орбите радиуса 9400км с периодом 7час 39 мин.

6. Искусственный спутник Земли движется на высоте  $h=670$  км по круговой орбите. Найти скорость движения спутника.

7. Определить минимальное удаление от поверхности Земли первого искусственного спутника запущенного в СССР 4 октября 1957 года, если известно следующие данные: максимальное удаление спутника от поверхности Земли  $H=900$  км, период обращения спутника вокруг Земли  $T=96$  мин, большая полуось лунной орбиты  $R=384400$  км, период движения Луны вокруг Земли и радиус Земли

8. Какова должна быть минимальная скорость жюль-верновского снаряда, чтобы он попал на Луну? Какую скорость он будет иметь у поверхности Луны?

**Задание 17.** Жизнь на космическом корабле.

**Задание 18.** Посадка.

1. Космический корабль движется к Луне под влиянием ее притяжения. На большом расстоянии его скорость относительно Луны была нулевой. Ускорение свободного падения на поверхности Луны в 6 раз меньше, чем на Земле. Радиус Луны около 1700км. На какой высоте  $h$  должен быть включен тормозной двигатель для осуществления мягкой посадки, если считать, что двигатель создает пятикратную перегрузку. Изменением массы корабля при торможении и зависимостью силы притяжения от высоты на этапе торможения пренебречь.

## Семинар II «Механизмы» Календарный план

№	Дата	Виды занятий	Тема. Содержание	Задания	Балл	
34	4 неделя ноября	Семинар	Механизмы совершают работу. Рычаг, ворот, блок, Наклонная плоскость, клин, зубчатая передача.	Задания	3	
35		Практика		1		
36		Практика		2		
37	1 неделя декабрь	Семинар	Проблема механизмов - трение	Диктант1	6	
38		Практика		Задания		8,3,7
39		Практика		4,5, 6		
			Устойчивость механизмов. Лестница, кнехт, велосипед.	7	5	
				8	1	
				9	4	
40	2 неделя декабрь	Практика	Поступательное и вращательное движение твердых тел. КЛР «Динамика вращательного движения».	Задания	4	
41		ЛабРаб		10		
42		Практика		КЛР		6
			Определение КПД простых механизмов	Задание 11		

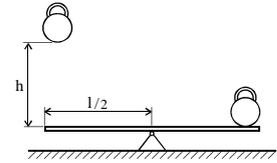
		Работа механизмов.		4
9 уроков			Всего	

## Задания Семинара «Механизмы»

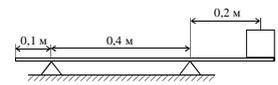
### Тема: Простые механизмы

#### Задание 1. Рычаг.

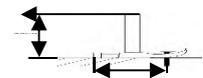
1. На какую высоту можно подбросить гирию с помощью доски массы  $m$  и длины  $l$ , если на другой конец этой доски с высоты  $h$  падает такая же гирия? Масса гири  $M$ .



2. Линейка массы  $0,01 \text{ кг}$  лежит на двух опорах так, как показано на рис. На свободном конце линейки стоит груз массы  $m$ . При какой массе  $m$  возможно равновесие?



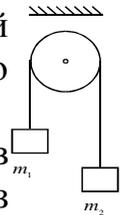
3. Если сила  $F=150\text{Н}$  приложена к рукоятке молотка, как показано на рисунке, то какая сила приложена к гвоздю под выступом лопатки? (Рассмотреть состояние равновесия).



Ответы: 1).  $H = h \frac{3M}{6M + m}$ ; 2).  $m < 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$ ; 3).  $F = 750 \text{ Н}$

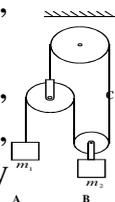
#### Задание 2. Блок.

1. Определите коэффициент преобразования отвертки, выбранной Вами (или другого устройства, приспособления, действующего по принципу ворота).



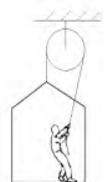
2. К рукоятке лебедки, находящейся на расстоянии  $30 \text{ см}$  от оси, в тангенциальном направлении приложена сила  $40 \text{ Н}$ . Ее момент как раз достаточен для того, чтобы удерживать подвешенный на веревке груз. Веревка закреплена на барабане в  $10 \text{ см}$  от оси. Чему равен вес груза?

3. Найдите ускорение грузов и натяжение нитей в системе, изображенной на рисунке. Блок и нити невесомы. Трения нет.

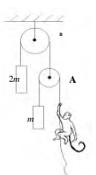


4. Определить ускорение грузов в системе блоков с грузами, изображенными на рисунке. Пусть  $m_1 > m_2$ . Массой нити, блоков, трением пренебречь. Нити считать нерастяжимыми. В какую сторону будут вращаться блоки при движении грузов?

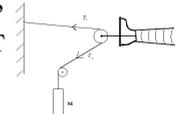
5. Маляр массой  $72 \text{ кг}$  работает в подвесном кресле. Ему срочно понадобилось подняться вверх. Он принимает тянуть за веревку с такой силой, что его сила давления на кресло уменьшилась до  $400 \text{ Н}$ . Масса кресла  $12 \text{ кг}$ . Ускорение  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Чему равно ускорение маляра и кресла? Чему равна полная сила, действующая на блок?



6. Обезьяна массы  $m$  уравновешена противовесом на блоке А. Блок А уравновешен грузом на блоке В. Система неподвижна. Как будет двигаться груз  $2m$ , если обезьяна начнет равномерно выбирать веревку со скоростью  $u$  относительно себя? Массами блоков и трением пренебречь.



7. На рисунке каждая сила натяжения составляет угол  $20^\circ$  с горизонтом, груз имеет массу  $M = 5 \text{ кг}$ , а сила, действующая на ногу, равна  $92 \text{ Н}$  и направлена горизонтально. Ногу пациента поднимают



до тех пор, пока сила  $T_1$  не станет горизонтальной, а сила не будет направлена под углом  $36^\circ$  к горизонту. Каковы значение и направление силы, действующей на ногу?

Ответы: 1).  $a_1 = a_2 = g \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}$ ,  $T_1 = \frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2} g$ ,  $T_2 = T_1$ ;

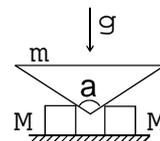
2)  $T=0$ ,  $a_1 = a_2 = g$  блоки В и С будут вращаться против, А – по часовой стрелке;

3)  $a = 3,3 \text{ м/с}^2$ ,  $N \approx 1,1 \cdot 10^3 \text{ Н}$ ; 4) со скоростью  $v = u/4$  вверх; 5).  $F=93,2 \text{ Н}$ ,  $18^\circ$  ниже горизонта.

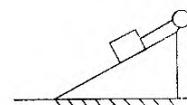
### Задание 3. Наклонная плоскость. Клин.

1. Определите коэффициент преобразования любой, имеющейся у Вас крышки с резьбой, мясорубки или сверла.

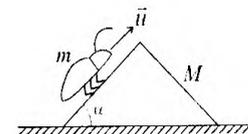
2. Между двумя одинаковыми брусками массой  $M$  вставлен клин массы  $m$  с углом  $\alpha$ . Определите ускорение тел. Трения нет.



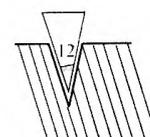
3. Тело массы  $m$  медленно поднимают вверх по наклонной плоскости тросом, прикрепленным к телу и перекинутым через блок, установленный на вершине. При поднятии груза на вершину совершается работа  $A$ . В верхней точке трос обрывается, и груз скользит вниз. Какую скорость будет иметь груз в момент соскальзывания с плоскости? Высота наклонной плоскости  $H$ .



4. Клин с углом  $\alpha$  при основании лежит на гладком горизонтальном столе. По наклонной поверхности клина ползет жук с постоянной относительно клина скоростью  $\dot{u}$ . Определить скорость клина. Предполагается, что жук начал ползти, когда клин покоился. Масса клина равна  $M$ , масса жука равна  $m$ .



5. Стальной клин (колун), применяемый при колке дров, действует на древесину с силами, перпендикулярными к его граням (щекам). Угол между щеками  $12^\circ$ . Какая сила действует со стороны каждой щеки, если при забивании колуна на его тупой конец действует сила  $1000 \text{ Н}$ ?



### Тема: Движение при наличии трения

#### Задание 4. Автомобили.

1. Автомобиль, двигаясь со скоростью  $60 \text{ км/час}$ , налетает на дерево. Передняя его часть деформируется, и водитель останавливается, продвинувшись на  $0,7 \text{ м}$ . Найдите ускорение водителя при катастрофе в единицах  $g$  ( $g=9,8 \text{ м/с}^2$ ), считая его движение равноускоренным.

2. Пассажир, пристегнутый к сиденью ремнем, имеет шанс выжить при катастрофе, если ускорение не превышает  $30 g$ . Вычислите, максимально допустимую длину деформируемой при катастрофе передней части автомобиля, если его скорость равна  $100 \text{ км/час}$ .

3. Покажите, что тормозной путь автомобиля равен  $s_R = u_0 t_R + \frac{u_0^2}{2|a|}$ , где  $u_0$  – начальная скорость,  $t_R$  – время реакции водителя.

4. Рассчитайте тормозной путь автомобиля движущегося с начальной скоростью 80 км/час, если время реакции водителя 0,8с, а ускорение равно  $4 \text{ м/с}^2$ .

5. При установке режима работы светофора следует учитывать, что желтый сигнал должен гореть столько времени, чтобы водитель успел либо остановиться, либо переехать перекресток. Какая продолжительность желтого сигнала должна быть установлена на светофоре, если ширина перекрестка  $d=14,4\text{м}$ .

6. Полицейская машина едет по шоссе со скоростью 95 км/час. Её обгоняет нарушитель, который мчится со скоростью 140 км/час. Ровно через 1,0с после того, как он проскочил мимо, полицейский начинает разгоняться с постоянным ускорением  $2\text{м/с}^2$ . а). Через какое время он нагонит нарушителя (нарушитель продолжает ехать с  $v = \text{const}$ )? б). Предположим, что скорость нарушителя неизвестна. Определить эту скорость, если полицейский нагнал его через  $t=6,0\text{с}$ .

7. Определите коэффициент трения скольжения полозьев санок (лыж) о снег, о лед. Все необходимые данные для этой задачи найдите экспериментально.

8. На каком расстоянии от горки остановятся санки, если горка ледяная, дорога – покрыта снегом? Высота горы  $h=3\text{м}$ .

#### **Задание 5. Человек.**

1. При каком коэффициенте трения человек сможет вбежать на горку высотой  $h=10\text{м}$ , с углом наклона  $\alpha=0,3\text{рад.}\approx 57^\circ$  за время  $t=10\text{с}$ , без предварительного разгона? Считайте, что мощность человека не ограничивает время движения, а сопротивление воздуха мало.

2. Какую минимальную скорость будет иметь человек, сбегавший с горки высотой  $h=10\text{м}$  с наклоном  $\alpha=0,1\text{рад}$  при коэффициенте трения  $\mu=0,05$ .

3. При каком значении коэффициента трения человек, бегущий по прямой твердой дорожке, не может поскользнуться? Максимальный угол между вертикалью и линией, соединяющей центр тяжести бегуна с точкой опоры, равен  $\alpha$ .

#### **Задание 6. Экспериментальные задачи.**

1. *Оборудование:* выберите самостоятельно.

Покажите на опыте, что максимальная сила трения покоя прямо пропорциональна весу груза. Из графика зависимости силы трения покоя от веса груза определите коэффициент трения покоя. Выберите любую пару тело – поверхность.

2. *Оборудование:* Линейка деревянная, шарик пластмассовый, лист миллиметровой бумаги.

Определите коэффициент трения скольжения между деревянной линейкой и пластмассовым шариком.

3. *Оборудование:* Линейки деревянные с миллиметровыми делениями - 2шт., шарик железный.

Определите коэффициент трения скольжения железа по дереву.

4. *Оборудование:* магнит, железная пластина, лабораторный динамометр, нитки.

Определите коэффициент трения скольжения керамического магнита по намагничивающейся поверхности и силу притяжения его к этой поверхности.

5. *Оборудование:* Брусок, карандаш, транспортир.

Определите коэффициент трения скольжения бруска о поверхность стола (ножки стола от пола не отрывать).

6. *Оборудование:* стеклянные пластинки, транспортир, пипетка, мензурка, сосуд с водой.

Определить зависимость угла наклона, при котором капля начинает скатываться по стеклу от массы капли.

7. Определите экспериментально значение коэффициентов трения скольжения между следующими поверхностями: дерево - сталь, дерево - дерево, пластмасса - сталь, дерево - стекло, пластмасса - стекло, сталь - стекло, резина - дерево, резина - мрамор, резина - стекло.

### Тема: Устойчивость механизмов

#### Задание 7. Лестница.

1. В комнате стоит лестница. Коэффициент трения нижнего конца лестницы о пол  $\mu_1$ , а коэффициент трения верхнего конца лестницы о стенку  $\mu_2$ . При каких углах лестница может стоять?

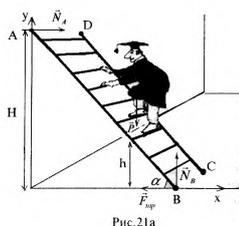


Рис.21а

2. К гладкой вертикальной стене дома прислонена лестница. Угол между лестницей и горизонтальной поверхностью земли  $\alpha=60^\circ$ . Длина лестницы равна  $l$ . Центр тяжести её находится посередине. Как направлена, сила с которой земля действует на лестницу?

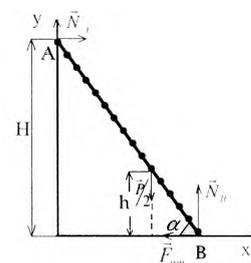


Рис.21б

3. Лестница, центр тяжести которой находится посередине, опирается на абсолютно гладкие пол и стену. Какой должна быть сила натяжения веревки, привязанной к середине лестнице, чтобы удержать её от падения?

4. По лестнице, прислоненной к гладкой вертикальной стене, поднимается человек. Лестница начинает скользить лишь тогда, когда человек поднялся на определенную высоту. Почему?

5. Картина подвешена к вертикальной стене с помощью шнура длины  $l$ . Высота картины -  $d$ . Нижняя часть картины не закреплена. При каком значении коэффициента трения между картиной и стеной картина будет в равновесии?

#### Задание 8. Кнехт.

Веревка закручена вокруг столба три раза. Коэффициент трения веревки о столб  $\mu=0,3$ . Во сколько раз ослабнет натяжение веревки?

#### Задание 9. Велосипед.

1. Опишите устройство вашего (или соседского) велосипеда. Определите, во сколько раз отличается число оборотов в единицу времени ведущего и ведомого колес зубчатой передачи Вашего велосипеда.

2. Опишите Ваши действия для сохранения вертикального положения бильярдного кия (швабры, ручки, карандаша и т.п.) на раскрытой ладони.

3. Определите отношения скоростей большого велосипеда с тяжелым велосипедистом и малого, с легким ездоком, скатывающихся без начальной скорости с одной горки. Массы ездоков с их велосипедами  $M_1$  и  $M_2$ . Массы двух колес велосипедов –  $m_1$  и  $m_2$ .

4. Определить скорость центра масс необычного колеса велосипеда со стороной  $a=0,5$  м. Какую работу нужно совершить, чтобы поднимать центр масс всей системы во время езды на этом велосипеде? Считать, что человеку для совершения физического труда (езды на велосипеде) требуется  $N=5000$  ккал в сутки, а к.п.д. его равен 25%. Нарисуйте траекторию движения центра масс колеса.

### Задание 10. Вращение твердых тел

1. Определите момент импульса Земли при ее вращении относительно собственной оси.

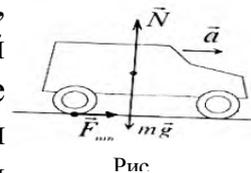
2. Полый и сплошной цилиндры скатываются с наклонной плоскости. Какой из них скатится быстрее?

3. Что скатится быстрее колесо, диск или шар, массы которых одинаковы?

### Тема: Механизмы совершают работу

#### Задание 11. Превращение механической энергии.

1. На горизонтальной плоскости лежит тело массой  $m$ , соединенное с вертикальной стеной легкой пружиной жесткости  $k$ . В начальный момент пружина не деформирована. На тело начинает действовать постоянная сила  $F$ . Считая, что коэффициент трения между телом и плоскостью  $\mu$ , и, что  $F > \mu mg$ , найдите максимальное смещение тела от начального положения, максимальную скорость тела в процессе движения и определите какое количество механической энергии переходит во внутреннюю (тепло).



2. Маленькое тело кладут на наклонную плоскость, составляющую угол с горизонтом, и отпускают. В нижней точке плоскости тело ударяется об упор, отскакивает без потери скорости и поднимается обратно по наклонной плоскости на некоторую высоту. Найдите эту высоту  $h_2$ , если начальная высота тела  $h_1$  а коэффициент трения тела о плоскость  $\mu (\mu < \text{tg} \alpha)$ .

3. Груз массой  $m$  медленно поднимают на высоту  $h$  по наклонной плоскости с помощью блока и троса. При этом совершают работу  $A$ . Затем трос отпускают, и груз скользит вниз. Найдите величину работы  $A$ , если известно, что скорость тела в конце спуска равна  $v$ .

4. Тело массой  $m$  съезжает с высоты  $h$  гладкой наклонной плоскости и начинает скользить по тележке массой  $M$ , находящейся на гладкой горизонтальной плоскости. Коэффициент трения о поверхность тележки  $\mu$ . На какое расстояние переместится тело относительно тележки?

**II семестр**  
**Семинар II «Механизмы» (продолжение)**  
**Календарный план**

№	Дата	Виды занятий	Тема. Содержание	Задания	Балл
43	3 неделя января	Семинар	Осцилляторы. Гармонические осцилляторы. Решение уравнения движения. Математический маятник. Графическое представление движения.	Диктант 1	5
44		Практика		Выступление	3
45				Задания 12	8
46	4 неделя января	Практика	Пружинный маятник. Физический маятник. ФЛР «Определение характеристик маятника».	13	11
47		Практика		Задание 14,15	4,6
48		ЛабРаб		КЛР	
6 ур.				Всего:	43

**Тема: Осцилляторы**

**Задание 12.** Математический маятник.

1. Проверьте экспериментально, зависит ли период колебаний математического маятника от длины нити, массы груза, угла на который маятник отклоняется первоначально. Если зависит, то как?

Определите экспериментально ускорение свободного падения с помощью математического маятника. Для этого измерьте длину маятника и время в течение которого маятник совершает  $N=10$  колебаний. Вычислите период как  $T=t/N$ . Затем, используя зависимость периода математического маятника от его длины, вычислите значение  $g$ .

2. Математический маятник - железный шарик массы  $m$ , висящий на длинной нити, имеет период  $T_0$ . В присутствии магнита, расположенного чуть ниже шарика по вертикали, период колебаний стал  $T$ . Определите действующую на шарик силу со стороны магнита.

3. На сколько будут отставать маятниковые часы, поднятые на Останкинскую телебашню? Высота телебашни  $H = 533\text{м}$ , радиус Земли  $6400\text{ км}$ .

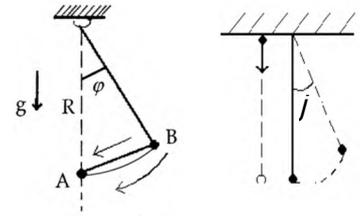
4. На шарик массы  $m$  подвешенный на нити длиной  $l$  в поле силы тяжести Земли дует слабый ветер, действие которого на шарик проявляется в виде постоянной силы, так что равновесное положение маятника составляет угол  $\varphi$  с вертикалью. Найти период малых колебаний. Считать, что при движении шарика сила действующая со стороны ветра на шарик неизменна.

5. Бабушка едет в гости к внуку в Ленинград из Владивостока и везет с собой маятниковые часы. Поезд начинает двигаться с ускорением  $a=0,1\text{ м/с}^2$ , достигнув скорости  $72\text{ км/час}$  поезд идет с постоянной скоростью, а перед станцией тормозит с тем же ускорением. В Ленинграде поезд останавливается в 100-ый и последний раз. Найти различие в показаниях бабушкиных ходиков и

электронного табло в Ленинграде. Указание: при вычислении выражений типа  $(1+\beta)^n$  при  $\beta \ll 1$  можно пользоваться приближенной формулой:  $(1+\beta)^n \approx 1+n\beta$ .

6. Найти периоды колебаний двух математических маятников в поле силы тяжести Земли, скрепленных пружиной жесткости  $R$ . В положении равновесия пружина не деформирована (нити вертикальны).

7. Два шарика одновременно отпускают из точки В. Один из них скользит по хорде АВ, другой - по дуге радиуса  $R$ . Трения нет, угол  $\varphi$  мал. Какой из них быстрее достигнет точки А?

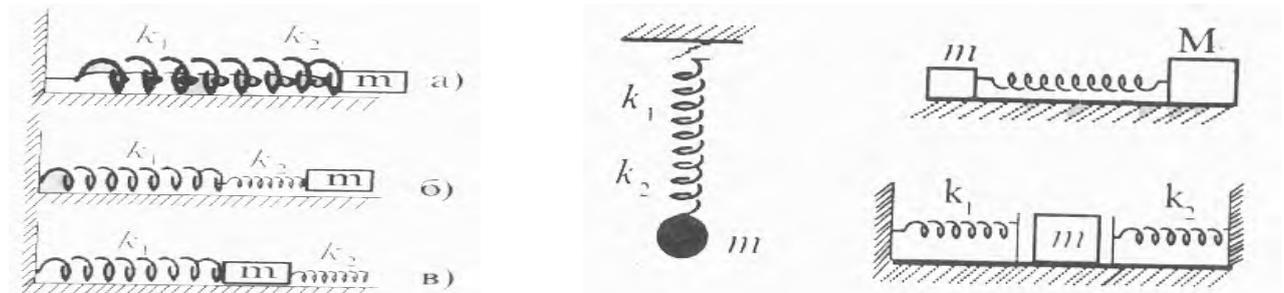


8. Шарик, подвешенный на длинной нерастяжимой нити, отклоняют на малый угол от положения равновесия и отпускают. Одновременно с ним из точки подвеса роняют другой шарик. Какой из них раньше достигнет положения равновесия?

**Задание 13. Пружинный маятник.**

1. Проверьте зависимость периода колебаний пружинного маятника от массы груза, жесткости пружины и от расстояния, на которое оттянули вначале груз от положения равновесия. Вычислите период как  $T=t/N$ . Определите жесткость пружины с помощью пружинного маятника, используя зависимость периода от жесткости пружины при определенной массе груза.

2. Найдите периоды колебаний осцилляторов, изображенных на рисунках а), б), в).



3

. Найти период малых колебаний шарика массы  $m$ , подвешенного на системе последовательно связанных пружин жесткости  $k_1$  и  $k_2$ .

4. На гладкой плоскости грузы с массами  $m$  и  $M$  соединены пружиной жесткости  $k$ . Найти период малых колебаний этих грузов.

6. Найти период колебаний грузика, прикрепленного к двум параллельным пружинам жесткости  $k_1$  и  $k_2$ .

7) Груз, свободно колеблющийся на пружине, за  $t=0,01$ с сместился с расстояния 0,5 см от положения равновесия до наибольшего, равного 1 см. Каков период колебаний?

8) На гладкой горизонтальной плоскости находится груз, соединенный через пружину со стенкой, частота его собственных колебаний. Груз отклонили от положения равновесия вправо на  $l$  и отпустили. Через какое время отклонение груза от положения равновесия достигнет  $l/2$ ? Какова его скорость в момент, когда его ускорение равно  $g$ ?

9. Шарик, подвешенный на пружине, может совершать колебания с частотой  $\omega$ . В положении равновесия (на расстоянии  $l$  от нижней плоскости) ему

сообщили скорость  $v_1$ , направленную вниз. Через какое время он вернется в положение равновесия? Каково его максимальное удаление от нижней плоскости? Рассмотреть два случая: а) в процессе движения шарик не достигает нижней плоскости; б) шарик абсолютно упруго ударяется о нижнюю плоскость.

10. Тело массой  $m=10\text{г}$  подвешено между двумя растянутыми пружинами, каждая из которых действует на него с силой  $F_0=15\text{Н}$ . Тело получает небольшое смещение в поперечном направлении. Чему равен период его колебаний, если длины пружин  $l=10\text{ см}$ ? Дополнительное растяжение пружины можно считать пренебрежимо малым.

11. Тело массой  $m=10\text{г}$  подвешено на шести растянутых пружинах длиной  $10\text{м}$ , причем для каждой пружины  $F_0=5\text{Н}$ . Если тело слегка вывести из плоскости листа и затем отпустить, то каким будет частота его колебаний?

#### Задание 14. Физический маятник.

1. Пусть маятник состоит из двух одинаковых масс, закрепленных на невесомом стержне. Расстояние от точки подвеса до первой массы равно расстоянию между массами и равно  $l$ . Маятник (он уже будет называться физическим) находится в поле силы тяжести Земли.

2. Один конец невесомого стержня шарнирно закреплен. Посередине стержня прикреплена бусинка массы  $m$ . Второй конец стержня связан с пружиной жесткости  $k$ . Найти период малых колебаний системы.

3. К свободно висящей пружине жесткости  $k$  присоединяют груз массы  $m$  и отпускают. Возникшие колебания медленно затухают. Найти: а) максимальную деформацию пружины; б) энергию, перешедшую в тепло, после того как колебания полностью прекратятся.

4. Определить период колебаний физического маятника, центр масс которого находится на расстоянии  $l$  от точки опоры. Масса маятника  $m$ , момент инерции  $J$ .

### Игрушки

Задание 15. Написать паспорт к любой игрушке.



Рис.1  
Кукла с коляской

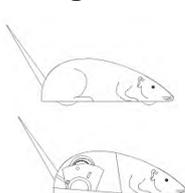


Рис.2  
Мышь



Рис.3  
Панда

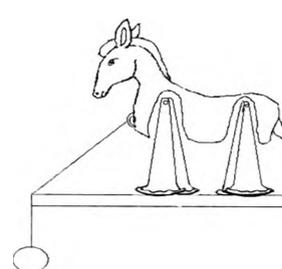


Рис.4  
Ослик

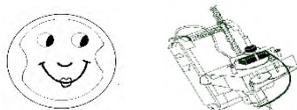


Рис.5  
Колобок

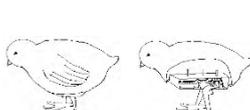


Рис.6  
Цыпленок

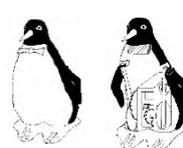


Рис. 7  
Пингвин

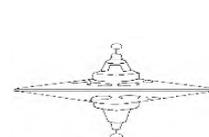


Рис.8  
Юла

**Семинар III «Звуки музыки»  
Календарный план**

№	Дата	Виды занятий	Содержание	Задания	Баллы
49	1 неделя февраля	Семинар	Источники и приемники звука. Частота, циклическая частота, период. Волны.	Диктант 1 Задания 1, 2	7 3, 3
50		Практика			
51		Практика			
52	2 неделя февраля	Практика	Звуковые волны в средах. Длина волны, скорость звука, частота звука, интенсивность. ФЛР «Определение скорости звука в воздухе»	Выступление Задания 5	3 6 6
53		Практика			
54		ЛабРаб			
55	3 неделя февраля	Семинар	Свойства волн. Отражение волн. Эхо. Принцип Гюйгенса. Преломление волн. Эффект Доплера. Фигуры Хладни. Сложение колебаний. Фигуры Лиссажу. Ряд Фурье. Интерференция. Музыкальные инструменты.	Диктант 2 Выступление Задание 5	5 3 3 3
56					
57					
58					
59	4 неделя февраля	Практика Семинар	Ряд Пифагора. Характеристики звука: тон, громкость, тембр. Стоячие волны. Резонаторы музыкальных инструментов. КЛР «Сложение колебаний», «Акустические импульсы»	Задание 6	6
60	ЛабРаб				
12 уроков				Всего:	48

**Задания Семинара «Звуки музыки»**

**Задание 1.** Оформите паспорт к органам живого организма, издающим и принимающим звук.

**Задание 2.** Оформите паспорт на любой музыкальный инструмент.

**Задание 3.** Постройте графики зависимости  $x(t)$ ,  $v(t)$ ,  $a(t)$ ,  
если:  $x_m=10\text{мм}$ ,  $T=6\text{с}$ ,  $t[-12;12]\text{с}$

- а)  $x(t)=x_m\cos\omega t$  б)  $x(t)=x_m\cos 2\omega t$ ,  
в)  $x(t)=x_m\cos 3\omega t$ ; г)  $x(t)=x_m\cos 4\omega t$ .

**Задание 4.** Сложить графически колебания при  $T_0=6\text{с}$ .

- а)  $x_1=10\sin\omega_0 t\text{мм}$ ,  $x_2=5\sin\omega_0 t\text{мм}$ ; б)  $x_1=10\sin\omega_0 t\text{мм}$ ,  $x_2=10\sin 2\omega_0 t\text{мм}$ ;  
в)  $x_1=10\sin\omega_0 t\text{мм}$ ,  $x_2=10\cos\omega_0 t\text{мм}$ ; г)  $x_1=10\sin\omega_0 t\text{мм}$ ,  $x_2=10\cos(\omega_0 t+\pi/2)\text{мм}$ ;  
д)  $x_1=10\sin\omega_0 t\text{мм}$ ,  $x_2=10\cos(\omega_0 t+3/2\pi)$ ;  
е)  $x_1=10\sin 2\omega_0 t\text{мм}$ ,  $x_2=10\sin 4\omega_0 t\text{мм}$ ,  $x_3=10\sin 6\omega_0 t\text{мм}$ .

**Задание 5.** Звук.

1. Длина слухового прохода уха человека (следовательно, и длина резонирующего в нем столба воздуха) составляет 2,7см. Определите частоту звука, при которой слышимость будет наилучшей.

2. Чему равна скорость звука в воздухе при 30°C - температуре жаркого летнего дня? На сколько процентов отличается эта скорость от скорости звука в холодный зимний день при температуре -10°?

3. На корабле включают сирену, подающую сигналы в тумане, и спустя 6,4с слышат эхо. Как далеко находится отражающая поверхность, если температура воздуха равна ?

4. Железнодорожный свисток производит звук мощностью 100Вт. Какова интенсивность звука на расстоянии 100 м, если он распространяется равномерно во все стороны? Чему равна громкость звука в дБ?

5. На высоте 90 км над поверхностью земли атмосфера в основном состоит из кислорода, а температура там равна приблизительно -90°C. Чему равна скорость звука при этих условиях?

6. Уровень громкости звука, равный 0 дБ, соответствует абсолютной интенсивности звука  $10^{-12}$  Вт/м<sup>2</sup>. Чему равна громкость звука, если его интенсивность равна  $6 \times 10^{-8}$  Вт/м<sup>2</sup> ?

7. Какова интенсивность звука, если его громкость равна 67 дБ?

8. Определите максимальное отклонение молекул воздуха в звуковой волне с частотой 1 кГц. Звук распространяется в воздухе, громкость его соответствует порогу болезненного восприятия (120 дБ).

**Задание 6.** Музыкальные инструменты.

1. Упругая толстая струна имеет массу на единицу длины, равную 0,050 кг/м. С какой скоростью будут распространяться волны в этой струне, если ее натяжение равно 80 Н? Какова будет новая скорость распространения волн, если натяжение струны увеличится до 120 Н?

2. Трубка, открытая с обоих концов, имеет длину 11 м. На какой последовательности частот столб воздуха, заключенный в этой трубке, будет резонировать? Какой будет новая последовательность резонансных частот, если трубку закрыть с одного конца?

3. Два источника волн с длиной волны  $\lambda=2$ мм находятся на расстоянии 2 м друг от друга. В каких направлениях (относительно перпендикуляра к линии, соединяющей источники) интерференция будет давать усиление, если источники излучают в фазе? Рассмотрите случаи, когда  $n=1, 2, 3$ ; сделайте графическое построение.

## Семинар IV «Потоки воды»

### Календарный план

№	Дата	Виды занятий	Содержание	Задания	Балл
61	1 неделя марта	Семинар	Плавающие тела. Ньютоновские и бингамовские жидкости. Условие плавания тел.	Диктант 1 Задание 1, 2	10  9, 3
62		Практика			
63					
64	2 неделя марта	Семинар	Течение сплошных сред. Течение идеальной жидкости. Уравнение неразрывности. Закон Бернулли. Течение Куэтта, Пуазейля. К.Л.Р. «Катастрофа».	Диктант 2 Задание 3	4 7
65		Практика			

66		ЛабРаб		КЛР	6
67	3 неделя марта	Семинар	Волны.	Диктант 3	3
68		Практика	Волны в море.	Задание 4	4
69		ЛабРаб	КЛР «Цунами»	КЛР	6
70	4 неделя марта	Семинар	Кумулятивные струи, снаряды.	Задание 5	5
71			Ударные волны.	Выступлени е	3
72		ЛабРаб	Ударные волны в воздухе, в конденсированных средах. КЛР «Ударные волны»	КЛР	6
12 уроков				Всего:	66

### Задания Семинара «Потоки воды»

#### Задание 1. Плавание тел в идеальной жидкости.

1. В сообщающихся сосудах находится ртуть. Площадь сечения одного сосуда в 4 раза больше, другого. В широкий сосуд наливают столб воды высотой 102 см. На сколько сантиметров поднимется ртуть в узком сосуде? Плотность ртути  $13,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ , воды  $10^3 \text{ кг/м}^3$ .

2. Бревно, имеющее длину  $l=3,5 \text{ м}$  и диаметр  $d=0,3 \text{ м}$ , плавает в воде. Какова масса человека, который может стоять на бревне, не замочив ног? Плотность дерева  $\rho=0,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ , воды  $\rho_в=10^3 \text{ кг/м}^3$ .

3. Определите силу натяжения нити, связывающей два шарика объемом  $V=10 \text{ см}^3$  каждый, если верхний шарик плавает наполовину погрузившись в воду. Нижний шарик в три раза тяжелее верхнего. Плотность воды  $\rho_в=10^3 \text{ кг/м}^3$ .

4. В цилиндрический сосуд с водой (стенки сосуда вертикальны) опустили кусок льда, в который был вморожен осколок стекла. В результате уровень воды в сосуде поднялся на  $h=11 \text{ мм}$ , а лед стал плавать целиком погрузившись в воду. На сколько опустится уровень воды в сосуде за время таяния всего льда? Плотность стекла  $\rho_с=2 \text{ г/см}^3$ , льда  $\rho_л=0,9 \text{ г/м}^3$ .

5. Тело, состоящее из куска льда и вмержшего в него алюминиевого бруска, плавает в воде так, что под водой находится объема тела. Какой процент льда должен растаять, чтобы тело полностью погрузилось в воду? Плотность воды  $\rho_в=10^3 \text{ кг/м}^3$ , льда  $\rho_л=0,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ , алюминия  $\rho_а=1,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ .

6. Даны три сосуда различной формы. В сосуд 1 налита вода весом 3Н, во 2-ой сосуд - весом 2Н, а в 3-ий - весом 1Н. Уровень воды во всех сосудах оказался одинаковым  $h=0,1 \text{ м}$ . Площадь дна у каждого сосуда равна  $20 \text{ см}^2$ . Определить давление в каждом сосуде.

7. В сосуде с водой плавает стакан, в котором находится небольшой шарик. Как изменится уровень воды, если шарик - один раз деревянный, а другой стальной - переложить из стакана в сосуд?

8. Стальной шарик плавает в ртути. Поверх ртути наливают слой воды, покрывающий шарик. Как изменится глубина погружения шарика в ртуть?

9. На камень, выступающий над поверхностью воды на высоту  $H$ , опирается верхним концом тонкая деревянная доска длиной  $l$ , частично погруженная в воду. При каком минимальном коэффициенте трения между камнем и доской доска будет находиться в равновесии? Плотность воды  $\rho_0$  дерева  $\rho$ .

## **Задание 2. Вязкая жидкость.**

1. Определите, с какой установившейся скоростью будет падать в глицерине, в воздухе дробинка из свинца радиус которой 1мм. Плотность свинца равна  $11\ 340\ \text{кг/м}^3$ . Считать, что на дробинку действует сила сопротивления Стокса.

2. Оцените число Рейнольдса для падающих в воздухе, пылинки, дождевой капли и бейсбольного мяча. В каком случае можно ожидать возникновения турбулентных вихрей?

3. Выясните причины перепогружения живых объектов. Предложите правила поведения человека, попавшего в трясину.

## **Задание 3. Течения.**

1. Пространство между двумя параллельными плоскостями заполнено жидкостью вязкостью  $\eta$ . Одна из плоскостей движется со скоростью  $v_0$ , другая покоится. Найдите распределение скоростей жидкости между плоскостями и силу трения, действующую на единицу площади каждой из плоскостей. Расстояние между плоскостями  $h$ .

– Найдите распределение скоростей при установившемся течении жидкости между двумя плоскостями. Расстояние между плоскостями  $h$ , вязкость жидкости  $\eta$ . Найдите расход жидкости на единицу ширины потока, если перепад давления на единицу длины (в направлении движения жидкости) равен  $\Delta P$ .

3. Определите расход жидкости на единицу ширины плоского потока, стекающего по наклонной плоскости под углом  $\alpha$  к горизонту. Вязкость и плотность жидкости  $\eta$  и  $\rho$ . Толщина потока  $h$ .

4. Определите максимальную скорость воды в трубке радиуса 1 мм, длиной 1м, при перепаде давления 0,1 атм. Определите вязкость воды по известному расходу  $Q=4\ \text{см}^3/\text{с}$  в этой трубке. Сравните ее с табличным значением.

5. Определите среднее значение скорости потока крови в аорте, считая, что поток  $Q$  может быть выражен как произведение площади поперечного сечения кровеносного сосуда и средней скорости потока. Поток крови в теле человека примерно  $80\ \text{см}^3/\text{с}$ . Радиус аорты приблизительно равен 1 см. Определите падение давления на метр длины кровеносного сосуда. Коэффициент вязкости крови равен  $4,0 \cdot 10^{-3}\ \text{Па} \cdot \text{с}$ . Среднее давление крови в тот момент, когда она выходит из сердца (в дуге аорты) равно приблизительно 100 мм. рт. ст. Оцените давление, когда кровь достигнет вены.

6. Измерение давления крови проводится на плечевой артерии руки. Эта артерия имеет радиус примерно 5 мм, а расстояние от дуги аорты до точки измерения приблизительно равно 0,3 м. Поток крови в плечевой артерии примерно равен  $10^{-5}\ \text{м}^3/\text{с}$ . Вычислите падение давления между аортой и точкой измерения. Выразите результат в мм рт. ст. Дают ли измерения давления в плечевой артерии точное представление о давлении крови, выходящей из сердца?

7. Зная свойства аорты и крови, содержащейся в ней ( $P=100\ \text{мм рт. ст.}$ ,  $R=0.01\ \text{м}$ ,  $v=0,25\ \text{м/с}$ ), вычислите среднюю мощность, развиваемую качающим кровью сердцем. Сердце, как и большинство мышц, обладает к.п.д., равным 20%.

#### **Задание 4. Волны в водоеме.**

1. Бросьте в воду небольшой камешек. В том месте, где он ударился о воду, образуются волны. Какова причина образования волны на воде? Какой будет волна: круглой или вытянутой течением? Почему? Проверьте, несут ли волны энергию. Способ исследования придумайте сами. Проследите, как меняется высота гребня волн с изменением расстояния от источника. Сделайте выводы из проведенных наблюдений, сформулировав обнаруженные закономерности.

2. Бросьте на воду мяч. Установите, можно ли его пригнать к берегу с помощью волн, бросая в воду камни. Объясните результат ваших опытов и наблюдений.

3. Опустите в воду какое-нибудь препятствие для волн, например длинную жердь. Внимательно наблюдайте, как заходят волны за края преграды. Сделайте зарисовки. Какова причина наблюдаемого явления? При каких условиях его можно наблюдать? Как оценить длину волны? Сравните ее с размерами преграды. Сделайте вывод.

4. Бросьте в воду одновременно два камня и наблюдайте, как волны проходят одна сквозь другую. Мешает ли одна распространению другой? Сфотографируйте образовавшуюся картину. Опыт повторите несколько раз. Из проведенных наблюдений и опытов сделайте выводы.

#### **Задание 5. Кумуляция.**

1. Выясните, насколько существенно смачивание водой стенок пробирки. Другими словами, ответственен ли мениск поверхности жидкости за образование кумулятивной струи? Для этого покройте парафином стенки пробирки и повторите опыт.

2. Проверьте, что эффект кумуляции не зависит от кривизны мениска. Возьмите пробирки разного диаметра и проделайте опыт с каждой из них.

3. Налейте в пробирку воду до верхнего края, но так, чтобы вогнутый мениск поверхности воды имел такие же размеры, как в случае, когда пробирка заполнена водой, например, наполовину. Проведите наблюдение за образованием кумулятивных струй в пробирке, заполненной до краев, и пробирке заполненной наполовину.

4. Ответьте на вопросы. Зависит ли длина кумулятивной струи от высоты, с которой падает пробирка? Если зависит, то как? Зависит ли длина кумулятивной струи от диаметра пробирки?

5. Сделайте соответствующие выводы и попробуйте объяснить опыт Покровского.

## 2.3.2. ПРОГРАММА И ЗАДАНИЯ ПО МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКЕ (34ч)

**Введение.** Предмет изучения молекулярной физики и краткий исторический обзор развития молекулярной физики.

### Методы описания молекулярных систем

1. **Основы молекулярно-кинетической теории.** Молекулярное строение вещества. Основные положения молекулярно-кинетической теории. Масса и размер молекул. Моль и число Авогадро. Степени свободы. Тепловое движение. Взаимодействие молекул. Давление. Абсолютная температура. Постоянная Больцмана. Тепловое равновесие.

2. **Основы термодинамики.** Термодинамическая система. Параметры состояния. Уравнение состояния. Работа. Теплота. Изопроцессы. Квазистатические процессы. Первое, второе, третье начала термодинамики. Применение I начала термодинамики. Тепловые двигатели. Цикл Карно.

3. **Основы статистической физики.** Статистическое истолкование II-го начала термодинамики. Энтропия. Необратимость тепловых процессов. Функция распределения Гиббса.

### Агрегатные состояния вещества

1. **Газ.** Идеальный газ. Фазы вещества. Основное уравнение кинетической теории газов. Уравнение состояния идеального газа. Способы измерения параметров состояния газов. Распределения Максвелла, Больцмана. Опыт Штерна. Внутренняя энергия идеального газа. Реальный газ. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы реального газа. Критическое состояние. Фазовые переходы. Испарение. Равновесие жидкости и пара. Насыщенный и ненасыщенный пар. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Влажность. Уравнение Клайперона–Клаузиуса. Явление переноса в газах: диффузия, внутреннее трение, теплопередача. Средняя длина и время свободного пробега молекул газа. Технический вакуум.

2. **Плазма.** Основные характеристики плазмы. Использование плазмы.

3. **Конденсированные среды.** Жидкости и их свойства. Фазовые диаграммы. Конденсация. Кипение. Теплота перехода. Тройная точка. Явления на границе. Поверхностное натяжение. Краевой угол. Капиллярные явления. Давление пара над искривленной поверхностью. Явления переноса в жидкостях. Вода, ее свойства. Растворы. Осмос. Закон Рауля. Кристаллические твердые вещества. Дефекты кристаллической решетки. Аморфные тела и их свойства. Жидкие кристаллы и их свойства. Упругие свойства твердых тел. Пластическая деформация твердых тел.

### Семинары:

1. С физикой дома.

2. С физикой на природу.
3. С физикой к живому.

### **Перечень лабораторных работ по молекулярной физике**

#### ***Перечень физических работ практикума:***

1. Определение постоянной Больцмана.
2. Изучение законов идеального газа.
3. Определение отношения теплоемкостей воздуха методом адиабатического расширения.
4. Определение влажности воздуха.
5. Определение коэффициента внутреннего трения жидкости по методу Стокса.
6. Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости методом максимального давления в газовом пузырьке.
7. Определение удельной теплоты плавления сплава.

#### ***Перечень компьютерных лабораторных работ:***

1. Необратимость теплового процесса.
2. Тепловое равновесие.
3. Распределение Максвелла.
4. Броуновское движение.
5. Одномерная диффузия.
6. Диаграмма состояний идеального газа.
7. Давление идеального газа.
8. Обмен энергии через подвижную перегородку.
9. Распределение молекул по скоростям.
10. Степени свободы.
11. Адиабатический процесс.
12. Циклические процессы.
13. Модель испарения.
14. Насыщенный пар.
15. Неравновесная агрегация.
16. Распределение молекул по половинам сосуда.
17. Демон Максвелла.
18. Необратимость в газе дисков.
19. Распределение Больцмана.
20. Распространение тепла.

### **Основы статистической физики**

**1. Основные понятия:** тепловое движение; равновесное состояние системы; обратимые и необратимые процессы.

*Основные модели:* молекула, её масса и размер; статистический ансамбль.

*Характеристики системы:* давление; число степеней свободы молекулы; средняя энергия молекулы; количество вещества; внутренняя энергия вещества;

число доступных микросостояний системы; вероятность макросостояния системы; функция распределения вероятностей; энтропия; температура.

*Характеристики процессов:* изменение энтропии.

**2. Основные законы:** Основные положения молекулярно-кинетической теории. Уравнение состояния. Закон равнораспределения энергии по степеням свободы. Закон возрастания энтропии (II начало термодинамики). Теорема Нернста (III начало термодинамики).

## **Основы термодинамики**

### **1. Основные понятия**

*Модели:* термодинамическая система.

*Характеристики системы:* термодинамические потенциалы (внутренняя энергия, свободная энергия, энтальпия, термодинамический потенциал Гиббса); теплоемкость, коэффициент полезного действия.

*Характеристики процессов:* теплота; работа; характеристики изопроцессов (изотермический, изобарический, изохорический, адиабатический).

**2. Основные законы:** Первое начало термодинамики. Принципы работы тепловых двигателей. Диаграммы состояний.

## **Агрегатные состояния вещества**

**1. Газ.** Идеальный газ. Фазы вещества. Основное уравнение кинетической теории газов. Уравнение состояния идеального газа. Параметры состояния газа: температура, давление, объем. Способы измерения параметров состояния газов. Внутренняя энергия идеального газа. Теплоемкости идеального газа. Диаграммы состояния. Явление переноса в газах: диффузия, внутреннее трение, теплопередача. Средняя длина и время свободного пробега молекул газа. Технический вакуум. Реальный газ. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы реального газа. Критическое состояние. Фазовые переходы. Конденсация и испарение. Теплота перехода. Равновесие жидкости и пара. Насыщенный и ненасыщенный пар. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Влажность. Уравнение Клайперона–Клаузиуса.

**2. Конденсированные среды.** Жидкости и их свойства. Фазовые диаграммы. Кипение. Кристаллизация и плавление. Возгонка и конденсация в твердую фазу. Теплота перехода. Тройная точка. Явления на границе. Поверхностное натяжение. Краевой угол. Капиллярные явления. Давление пара над искривленной поверхностью. Явления переноса в жидкостях. Вода, ее свойства. Растворы. Осмос. Закон Рауля. Кристаллические твердые вещества. Дефекты кристаллической решетки. Аморфные тела и их свойства. Жидкие кристаллы и

их свойства. Упругие свойства твердых тел. Пластическая деформация твердых тел.

**3. Плазма.** Плазма – четвертое состояние вещества. Основные характеристики плазмы. Использование плазмы.

*Семинары:* 1) С физикой дома;  
2) С физикой на природу;  
3) С физикой к живому.

### Молекулярные явления (процессы)

**1. Явления переноса:** диффузия, внутреннее трение, передача тепла (тепловая машина и ее к.п.д.).

**2. Фазовые переходы:** Конденсация и испарение. Теплота перехода. Насыщенный и ненасыщенный пар. Влажность. Кипение. Кристаллизация и плавление. Фазовые диаграммы.

**3. Явления на границе:** поверхностное натяжение; капиллярные явления.

*Семинары:* 1) Газы. 2) Жидкости. 3) Твердые тела.

### Перечень лабораторных работ по молекулярной физике

#### *Физические работы практикума*

1. Определение постоянной Больцмана
2. Изучение законов идеального газа.
3. Исследование применимости уравнения состояния идеального газа для атмосферного воздуха.
4. Определение отношения теплоемкостей  $c_p/c_v$  воздуха методом адиабатического расширения.
5. Измерение относительной влажности воздуха по дефициту влажности.
6. Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости методом максимального давления в газовом пузырьке.
7. Определение температуры кристаллизации сплава Вуда.

#### *Компьютерные лабораторные работы*

1. Степени свободы
2. Давление идеального газа
3. Диаграммы состояний идеального газа
4. Циклические процессы
5. Распределение Максвелла

#### *Компьютерные демонстрации*

1. Броуновское движение
2. Обмен энергией через подвижную перегородку.
3. Испарение веществ
4. Насыщенный пар

## 5. Одномерная диффузия

### Календарный план. I семестр. (2 часа/нед.)

№, дата	Вид занятия	Содержание	Час
1. Сентябрь	Лекция Стат. физика	Тема: Молекулярное строение вещества. Масса, размер молекул. Моль. Число Авагадро. Степени свободы. Закон равнораспределения по степеням свободы. Демонстрация «Броуновское движение». Термодинамическая вероятность. Системы в тепловом контакте. Температура, энтропия.	3
2	ЛабРаб	КЛР «Степени свободы».	1
3	Лекция Термодинамика	Тема: Основы термодинамики. Уравнение состояния. Изопрцессы. Работа, тепло, внутренняя энергия.	3
4	ЛабРаб	КЛР «Функция распределения Максвелла».	1
5 Октябрь	Лекция	Тема: I начало термодинамики. Цикл Карно. II начало термодинамики. Каноническое распределение Гиббса. III начало термодинамики. Демонстрация «Обмен энергией через подвижную перегородку».	2
6	Практикум	Тепловые двигатели.	2
7	Семинар №1	Тема: «С физикой дома». Газ. Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа. Основное уравнение МКТ газов. Внутренняя энергия идеального газа. Давление газа. Изопрцессы. Циклы.	2
8	ЛабРаб	КЛР «Давление идеального газа».	1
9	ЛабРаб	КЛР «Диаграммы состояния идеального газа».	1
10 Ноябрь		Фазовые переходы. Испарение. Конденсация. Равновесие жидкости и газа. Влажность. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Демонстрация «Испарение веществ». Явления переноса в газах: диффузия, внутреннее трение, теплопередача. Механика газа. Демонстрация «Одномерная диффузия».	2
11		Реальный газ. Взаимодействие молекул. Уравнение Ван – дер – Ваальса. Технический вакуум. Длина свободного пробега молекул. Демонстрация «Насыщенный пар».	2
12	Семинар №2	Тема: Жидкости. Строение жидкости. Тройная точка. Теплота перехода. Общие свойства. Поверхностное натяжение. Растворы. Осмос. Закон Рауля. Пузыри и капли.	2
13		Явления переноса в жидкостях: диффузия, внутреннее трение, теплопередача. Капиллярные явления. Общие свойства жидкостей. Вода и ее свойства.	2
14 Декабрь	Семинар №3	Твердое тело. Кристаллизация и плавление. Возгонка. Общие свойства твердых тел. Лед, снег. Упругая деформация твердых тел. Пластическая деформация. Плазма. Общие ее свойства и использование.	2
15-17	ЛабРаб.	Лабораторный практикум: ФЛР №№ 1-10.	8
		Итого:	34ч.

### План контрольных заданий

Тема	Контрольные задания	Балл
1. Статфизика	1. Диктант №1.	6
	2. Выполнить и оформить КЛР «Степени свободы».	6
	Выполнить и оформить КЛР «Распределение Максвелла».	6
	3. ФЛР «Определение постоянной Больцмана»	6
	4. Тест У10ФИ: Основные положения МКТ).	6
	5. Тест У10ФИ: Основы МКТ.	
2. Термодинамика	1. Диктант №2	6
	2. Тест У10ФИ: Основы термодинамики.	6
3. Газ	1. Диктант №3.	6
	2. I индивидуальное задание.	10
	3. Выполнить и оформить ФЛР практикума:	6
	Изучение законов идеального газа. Исследование применимости уравнения состояния идеального газа для атмосферного воздуха. Определение отношения теплоемкостей $c_p/c_v$ воздуха методом адиабатического расширения.	
	4. Выполнить и оформить КЛР: Давление идеального газа. Диаграммы состояний.	6
	5. Тест У10ФИ: Уравнение состояния.	6
	6. Тест У10ФИ: I Начало Термодинамики	6
4. Жидкость	1. Диктант №4	6
	2. II индивидуальное задание.	10
	3. Выполнить и оформить ФЛР практикума:	6
	Определение влажности воздуха с помощью психрометра.	
	Измерение относительной влажности воздуха по дефициту влажности. Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости методом максимального давления в газовом пузырьке. Определение температуры плавления сплава Вуда.	
	4. Тест У10ФИ: Пар. Влажность.	6
	5. Тест У10ФИ Тепловые двигатели	6

5. Твердое тело	1. Диктант №5	6
	2. III индивидуальное задание.	10
	3. Тест У10ФИ: Свойства твердых тел	6
6. Итоговые	1. Тест: Основы МКТ	20
	2. Тест Основы термодинамики	20
	3. Зачет №1 «Основы МКТ.	8
	4. Зачет №2 «Термодинамика».	8
	Сумма баллов	<b>194</b>

## I. ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

### ГАЗ

#### Уравнение состояния идеального газа.

Идеальным газом называется газ, взаимодействие между молекулами которого можно пренебречь. Чем более разрежен данный реальный газ, тем точнее модель идеального газа описывает его свойства.

Уравнение состояния идеального газа (называемое уравнением Менделеева - Клапейрона):

$$PV = \frac{m}{\mu} RT \quad (1).$$

Здесь  $P$  - давление газа,  $V$  - объем,  $m$  - масса (в граммах),  $\mu$  - молярная масса,  $T$  - абсолютная температура,  $R=8,3$  Дж/моль - универсальная газовая постоянная.

Из этого уравнения следует, что для данной массы данного газа выполняются соотношения:

$$PV = \text{const} \quad \text{при} \quad T = \text{const} \quad (2)$$

$$\frac{V}{T} = \text{const} \quad \text{при} \quad p = \text{const} \quad (3)$$

$$\frac{p}{T} = \text{const} \quad \text{при} \quad V = \text{const} \quad (4)$$

Уравнения (2), (3), (4), называемые газовыми законами (законы Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Шарля соответственно), были найдены экспериментально до уравнения (1).

#### Внутренняя энергия, теплота и работа.

Моль любого газа содержит одно и то же число молекул:  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$  1/моль (число Авогадро). Давление идеального газа на стенку определяется изменением импульса сталкивающихся с ней молекул газа и может быть связано с их средней кинетической энергией  $\bar{\varepsilon} = \frac{m\bar{u}^2}{2}$ ,  $m$  - масса молекулы,  $u$  - ее скорость:

$$P = \frac{2}{3} n \bar{\varepsilon}, \quad (5)$$

здесь  $n$  - концентрация молекул (число их в единице объема  $n = N/V$ ).

Абсолютная температура идеального газа связана с  $\bar{\varepsilon}$  соотношением

$$\bar{\varepsilon} = \frac{3}{2} kT, \quad (6)$$

где  $k = \frac{R}{N_A} = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}^\circ$  - постоянная Больцмана. Подставив (6) в (5), получаем другую форму уравнения состояния:

$$P = nkT. \quad (7)$$

Средняя квадратичная скорость одноатомных молекул  $u_{\text{ср. кв}} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$ , средняя скорость молекул  $\bar{u} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi\mu}}$ , наиболее вероятная скорость  $u = \sqrt{\frac{2RT}{\mu}}$ .

Молекула газа движется прямолинейно, пока не произойдет соударение с другой молекулой. Среднее число ее столкновений с другими молекулами газа в единицу времени  $z = \pi \sqrt{2} d^2 u n$ , где  $d$  - эффективный диаметр молекулы.

Средняя длина свободного пробега  $\bar{l} = \bar{u} \Delta t / z \Delta t = \frac{1}{\pi \sqrt{2} d^2 n}$ .

*Внутренняя энергия* характеризует состояние газа.

Энергия идеального одноатомного газа - это кинетическая энергия его молекул. Во внутреннюю энергию газа, молекулы которого состоят из нескольких атомов, кроме кинетической энергии входят также потенциальная энергия взаимодействия атомов, энергия вращения молекул, энергия их колебаний. Так что внутренняя энергия многоатомного газа равна:

$$U = N \left\{ \varepsilon = \frac{m}{\mu} N_A \bar{\varepsilon} = \frac{m}{\mu} N_A s \frac{kT}{2} = \frac{m}{\mu} s \frac{RT}{2} \right\} \quad (8)$$

где  $R=N_A k$  – универсальная газовая постоянная,  $N=\frac{m}{\mu} N_A$  – число молекул газа,  $s$ -число степеней свободы молекулы. Для одноатомного газа  $s=3_{\text{пост}}$ , двухатомного -  $s=3_{\text{пост}}+2_{\text{вращ}}=5$ , трехатомного -  $s=3_{\text{пост}}+3_{\text{вращ}}=6$ , исключение составляет молекула  $\text{CO}_2$  у которой  $s=5$ .

*Теплота* характеризует процесс передачи неупорядоченного движения молекул. Тепло, переданное нагревателем

$$Q=cm\Delta T \quad (9)$$

где  $c$  - удельная теплоемкость.

Удельная теплоемкость и теплоемкость одного моля (молярная теплоемкость) связаны соотношением:  $c=\frac{C}{\mu}$ .

Исходя из определения теплоемкости  $C=\frac{dQ}{dT}$  и что при постоянном объеме переданное тепло идет только на изменение внутренней энергии можно записать  $U=\frac{m}{\mu} C_v T$ . Для воздуха при не слишком высоких температурах теплоемкость равна  $C_v=5R/2$ , в общем случае  $C_v=sR/2$ .

Теплоемкость газа зависит от условий, в которых происходит изменение температуры: при постоянном объеме или давлении. Удельная теплоемкость при постоянном давлении для идеального газа  $C_p=C_v+ R$ . Разность  $C_p - C_v = R$  независимо от числа атомов в молекуле, то есть моль любого идеального газа, расширяясь при повышении его температуры на  $1 \text{ K}^0$  в условиях постоянства давления, совершает одну и ту же работу, равную  $R$ .

Отметим, что и в любом веществе выполняется неравенство  $C_p > C_v$ .

Источники тепла: в результате превращения других (механической, электрической, химической, ядерной) видов энергии в тепловую энергию появляются источники тепла. Электрическая энергия:  $Q=UIt$ . Энергия горения:  $Q=qm$ , удельная теплота сгорания топлива. Солнечная энергия: энергия падающая на единицу поверхности Земли за единицу времени  $E=1,4 \text{ кВт/м}^2$ . Тепловое излучение нагретых тел:  $E=a\sigma T^4 St$ , где  $a$ -поглощательная способность тела ( $a=1$  для абсолютно черного тела),  $\sigma=5,7 \cdot 10^{-8} \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{K}^4$  - постоянная Больцмана  $S$ ,  $T$ -площадь и температура излучающей поверхности, время излучения.

*Работа*, произведенная газом равна:

$$A=\int_{V_1}^{V_2} PdV \quad (10)$$

Если процесс изменения состояния тела можно изобразить кривой на  $PV$ -диаграмме, то работа равна площади под этой кривой.

Работа газа при постоянном давлении равна  $\Delta A = p\Delta V$ .

Если газ нагревают при постоянном объеме, то работа в этом случае равна нулю:  $\Delta A = p\Delta V = 0$ .

Работа при изотермическом расширении газа:  $A = \frac{m}{\mu} RT \ln \frac{V_2}{V_1}$ .

Работа при адиабатическом расширении:  $A = \frac{P_1 V_1}{\gamma - 1} \left[ 1 - \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma - 1} \right]$ , где  $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ .

показатель адиабаты ( $PV^\gamma = \text{const}$ ).

### Первое начало термодинамики.

Изменить внутреннюю энергию тела (не меняя его агрегатного и химического состава) можно двумя следующими способами. Первый способ состоит в том, что тело приводится в соприкосновение с другим телом, имеющим другую температуру. За счет процесса теплопроводности происходит передача энергии от горячего тела к холодному. Величину переданной таким образом энергии  $Q$  принято называть количеством теплоты. Другой способ заключается в изменении объема газа, т. е. совершении над газом некоторой работы  $A$ . Уравнение закона сохранения энергии, записанное с учетом этих способов, называется первым началом термодинамики:

$$U_2 - U_1 = Q + A \quad (11)$$

здесь  $U_1$  и  $U_2$  - начальная и конечная внутренние энергии. В этом уравнении знак «+» перед  $A$  ставится в случае если над газом произведена работа внешних сил, знак «-» ставится в случае если газ сам совершает работу -  $A'$ .

### Тепловые машины.

К тепловым машинам относятся: тепловые двигатели, холодильные машины, тепловые насосы. В тепловых машинах осуществляются циклические процессы.

Совокупность процессов, в результате которых система возвращается в исходное состояние, называется круговым процессом (циклом). На  $PV$ -диаграмме циклический процесс изображается замкнутой кривой. Производимая системой работа при переходах из одного состояния в другое измеряется площадью под соответствующей кривой.

Если циклический процесс происходит по направлению часовой стрелки, то площадь под кривой, ограниченная кривыми, соответствует работе, производимой системой (тепловой двигатель), а если против часовой стрелки,

то во время процесса работа совершается над системой (холодильники и тепловые насосы).

Цикл Карно, происходящий по часовой стрелке, называется прямым циклом Карно. Он лежит в основе работы тепловых машин. В *тепловом двигателе* к рабочему телу, находящемуся при более высокой температуре, подводится теплота от нагревателя. Эта теплота частично превращается в механическую энергию, рабочим телом (газом) совершается работа. Остаток отдается холодильнику.

Превращение теплоты в механическую энергию происходит не полностью, а лишь частично. Коэффициент полезного действия вычисляется по формуле:

$$\eta = \frac{Q_H - Q_X}{Q_H} = \frac{A}{Q_H}, \quad (12)$$

где  $Q_H$  - теплота, переданная от нагревателя рабочему телу,  $Q_X$  - теплота, отданная холодильнику,  $A$  - работа, совершенная телом.

Для идеального теплового двигателя:

$$\eta = \frac{T_H - T_X}{T_H} \quad (13).$$

Обратный (происходящий против часовой стрелке) цикл Карно лежит в основе работы холодильников.

В *холодильной машине* рабочее тело отбирает теплоту у холодного тела. Эта теплота вместе с теплотой, возникающей дополнительно при совершении необходимой механической работы (работы компрессора), отводится, то есть передается более горячему телу (окружающей среде). Коэффициент преобразования  $\eta_{хол}$  (он обычно больше единицы) равен:

$$\eta_{хол} = \frac{Q_H}{A} \quad (14).$$

Для идеального холодильника:

$$\eta_{хол} = \frac{T_X}{T_H - T_X} \quad (15).$$

В работе теплового насоса лежит обратный цикл Карно. В отличие от холодильной машины тепловой насос должен отдавать как можно больше тепловой энергии горячему телу (например, системе отопления). Часть этой энергии отбирается у окружающей среды (озера, реки и т.п.) с более низкой температурой, а остальная энергия возникает за счет механической работы

(производимой, например, компрессором). Коэффициент преобразования теплового насоса определяется по формуле:

$$\eta_{\text{нас}} = \frac{Q_x}{A} \quad (16)$$

Для идеального теплового насоса:

$$\eta_{\text{нас}} = \frac{T_H}{T_H - T_X} \quad (17).$$

### Фазовые переходы.

Переходы вещества из одного агрегатного состояния в другое называется фазовыми переходами.

Фазовые переходы между жидкостью или твердым телом и газообразным состоянием: испарение и конденсация, возгонка (сублимация) и конденсация в твердую фазу.

Переход в агрегатное состояние, отвечающее более высокой температуре, требует подвода энергии (тепла). Переход в состояние, отвечающее более низкой температуре, сопровождается выделением энергии.

Тепло, выделившееся при фазовых переходах, равно:  $Q=Lm$ , где  $L$  – удельная теплота конденсации (и при парообразовании),  $m$  – масса сконденсировавшегося пара (испарившейся жидкости).

### Явления переноса

Процессы передачи тепла: конвекция, излучение, теплопроводность.

$$Q = - \kappa \frac{\Delta T}{\Delta x} St \quad \kappa = \frac{1}{3} \lambda \bar{v} m_0 n c_V$$

Вязкость

$$F = - \eta \frac{\Delta v}{\Delta x} S \quad \eta = \frac{1}{3} \lambda \bar{v} m_0 n$$

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m_0}}$$

Диффузия

$$M = - D \frac{\Delta \rho}{\Delta x} St \quad D = \frac{1}{3} \lambda \bar{v}$$

$$\bar{\lambda} = \frac{1}{\sqrt{2} \pi \sigma^2 n}$$

8.

### Единицы измерения

Силы:  $1H = 0,102 кгс$

Давления:  $1,013 \cdot 10^5 Па = 1 атм = 1,013 бар = 760 мм. рт. ст = 1,033 \cdot 10^4 мм. вод. ст = 1,033 \cdot 10^4 кгс/м^2$

Энергии:  $1 ккал = 4,19 \cdot 10^3 Дж$

Нормальные условия (н.у.)  $P=10^5\text{Па}$ ,  $T=0^\circ\text{C}$ .

**Задание 1.** Решите нижеследующие задачи по теме:

**Тепловое движение частиц**

1. Воспользуйтесь таблицей Менделеева и определите молекулярную массу озона ( $\text{O}_3$ ) в кг/кмоль. Чему равна масса одной молекулы озона в единицах СИ?
2. Масса одного атома водорода равна  $1,6 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ . Зная постоянную Авогадро, вычислите молярную массу этого газа.
3. Оцените среднюю кинетическую энергию и среднеквадратичную скорость частичек тумана диаметром 10 мкм, находящихся в воздухе при температуре  $5^\circ\text{C}$ .
4. В секции 1 сосуда находится смесь гелия и водорода. Давление гелия и водорода одинаково. В секции 2 сосуда вакуум. На короткое время в перегородке открывают отверстие. Определите отношение давления гелия к давлению водорода в секции.
5. Под каким давлением находится газ в сосуде, если средний квадрат скорости его молекул  $\overline{v^2} = 10^6 \text{ м}^2/\text{с}^2$ , концентрация молекул  $n = 3 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$ , масса каждой молекулы  $m = 5 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$ .
6. В колбе объемом 1,2 л содержится  $3 \cdot 10^{22}$  атомов гелия. Какова средняя кинетическая энергия каждой молекулы? Давление газа в колбе  $10^5 \text{ Па}$ .
7. Какова средняя кинетическая энергия атомов аргона, если температура газа  $17^\circ\text{C}$ ?
8. Определить плотность газа, молекулы которого производят на стенку сосуда давление  $1,6 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . Средняя квадратичная скорость молекул 800 м/с.
9. Два газа (кислород и водород) имеют одинаковую температуру. С одинаковой ли средней квадратичной скоростью движутся молекулы этих газов? Одинакова ли их кинетическая энергия?
10. Определите среднюю кинетическую энергию поступательного движения молекулы газа при температуре  $150^\circ\text{C}$ .
11. Может ли газ при температуре  $-40^\circ\text{C}$  иметь среднюю кинетическую энергию поступательного движения молекулы, равную  $4,6 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}$ ?
12. Какова средняя квадратичная скорость атома водорода в атмосфере Солнца при температуре 6000 К?

**Задание 2.** Решите нижеследующие задачи по теме:

**Распределение молекул по скоростям**

1. Найдите отношение числа молекул водорода, имеющих проекцию скорости на ось  $x$  в интервале от 3000 до 3010 м/с, на ось  $y$  – в интервале от 3000 до 3010 м/с, на ось  $z$  – в интервале от 3000 до 3002 м/с, к числу молекул водорода, имеющих проекцию скорости  $x$  в интервале от 1500 до 1505 м/с, на ось  $y$  – от 1500 до 1501 м/с на ось  $z$  – от 1500 до 1502 м/с. Температура водорода 300 К.

2. Источник атомов серебра создает узкий ленточный пучок, который попадает на внутреннюю поверхность неподвижного цилиндра радиуса 30 см и образует на ней пятно. Устройство начинает вращаться со скоростью 100 рад/с. Определите скорость атомов серебра, если пятно отклонилось на угол 0,314 рад от первоначального положения.

3. На высоте 3 км над поверхностью Земли в 1 см<sup>3</sup> воздуха содержится 100 пылинок, а у самой поверхности – примерно 10<sup>5</sup>. Определите среднюю массу пылинки и ее размер, предполагая, что плотность пылинки 1,5 г/см<sup>3</sup>. Температура воздуха 27°С.

**Задание 3.** Решите ниже следующие задачи по теме:

### Давление идеального газа

1. Баллон вместимостью 40 л содержит кислород массой 2,6 кг. При какой температуре возникает опасность взрыва, если допустимое давление не более  $50 \cdot 10^5 \text{ Па}$ ?

2. Для определения давления водорода в баллоне без манометра измерили температуру газа (27°С) и его массу (1 кг). Каково давление водорода, если вместимость баллона 80 л?

3. В баллоне находился азот массой 8 кг под давлением  $100 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . Сколько азота взяли из баллона, если давление в нем понизилось до  $25 \cdot 10^5 \text{ Па}$ ? Температура газа постоянна.

4. В батискафе содержится воздух массой 4,2 кг при давлении 10<sup>5</sup> Па и температуре 17°С. На сколько времени хватит этого воздуха человеку, если в минуту он потребляет 750 см<sup>3</sup> воздуха? Примите молярную массу воздуха  $\mu = 29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ .

5. В цилиндре дизеля воздух сжимается от  $0,8 \cdot 10^5 \text{ Па}$  до  $30 \cdot 10^5 \text{ Па}$ , а объем его уменьшается от 7,5 до 0,5 л. Определите температуру воздуха в конце такта сжатия, если его начальная температура 47°С.

6. Сжатый воздух акваланга «Украина» находится в двух баллонах объемом по 5 л каждый, под давлением  $150 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . Сколько времени может находиться на глубине 10 и 20 л, если расход воздуха 30 л/мин? Учтите, что человек потребляет воздух под давлением, равным давлению окружающей его среды.

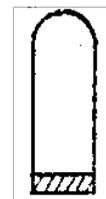
7. Объем пузырька газа, всплывшего со дна озера на поверхность, увеличился в 3 раза. Какова глубина озера?

8. При сжатии воздуха в компрессоре температура повысилась от 300 до 380 К, а давление возросло в 2,5 раза. Определите степень сжатия воздуха (отношение начального объема воздуха к конечному).

**Задание 4.** Решите ниже следующие задачи по теме:

### Уравнение состояния идеального газа

1. Пробирка длины  $l$ , сечения  $S$  расположена вертикально запаянным концом вверх, а снизу закрыта пробкой массы  $M$ , которая может без трения скользить вдоль пробки. В начальный момент времени пробка находится в покое у нижнего конца пробирки. Найдите смещение пробки, если пробирку перевернули запаянным концом вниз. Атмосферное давление  $P_0$ .

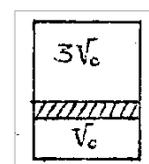


2. Будет ли прямая на графике зависимости объема от температуры, параллельная найденной на опыте изобаре, но лежащая немного выше ее, также изобарой?

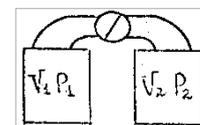
3. При переходе определенной массы газа из одного состояния в другое его давление уменьшается, а температура увеличивается. Как меняется его объем?

4. Предположим, что в сосуде, заполненном водой при температуре  $27^\circ\text{C}$ , силы взаимодействия между молекулами воды внезапно исчезли. Каким стало бы давление в сосуде?

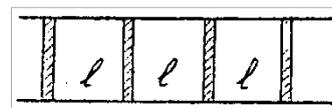
5. В цилиндрическом сосуде находится в равновесии тяжелый поршень. Над поршнем и под ним одинаковые массы газа при одинаковой температуре. Отношение объемов газа равно 3. Какое будет соотношение объемов, если абсолютную температуру газа удвоить?



6. В двух баллонах, соединенных краном, находятся различные газы при давлениях  $P_1$  и  $P_2$ . Объемы баллонов  $V_1$  и  $V_2$ . Какое будет давление в системе, если кран открыть? Температура постоянна.



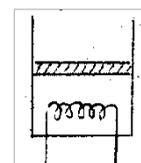
7. В трубе находится 4 одинаковых поршня сечения  $S$  на одинаковом расстоянии  $l$  друг от друга. Сила трения между каждым поршнем и стенками трубы  $F$ . Вне и между стенками находится воздух при давлении  $P_0$ . На какое расстояние нужно сдвинуть самый левый поршень, чтобы сдвинуть самый правый.



**Задание 5.** Решите ниже следующие задачи по теме:

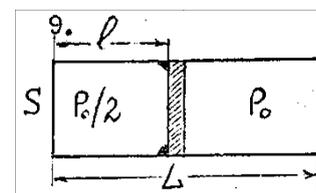
### Внутренняя энергия, теплота и работа

1. Сосуд объема  $V$  с тепло непроницаемыми стенками закрыт поршнем массы  $m$  площади  $S$  не проводящим тепло. Поршень может двигаться без трения. Под поршнем находится аргон. Какое нужно подвести количество теплоты, чтобы объем газа удвоился?



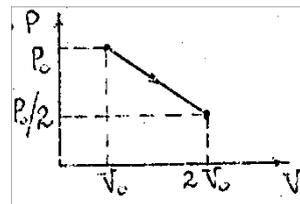
2. В теплоизолированный откачанный сосуд объема  $V$  выпустили  $\nu_1$  молей гелия температуры  $T_1$  и  $\nu_2$  молей неона при температуре  $T_2$ . Чему равно начальное давление в сосуде? Чему будут равны температура и давление после выравнивания температур этих газов?

3. Цилиндрический сосуд длины  $L$  закрыт поршнем, который может двигаться вправо без трения, а слева упирается в стопор. Под поршнем находится одноатомный газ под давлением, равным половине



атмосферного  $P_0$ . Площадь дна цилиндра  $S$ , расстояние от дна до поршня  $l$ . Какое количество теплоты нужно подвести к газу, чтобы поршень был вытолкнут из цилиндра?

4. Процесс расширения газа изображен отрезком прямой на  $PV$  - диаграмме. Найти количество теплоты, полученное газом. Какова наибольшая температура, достигнутая газом в этом процессе?



5. Количество 2 кмоль  $CO_2$  нагревается при постоянном давлении на 50 К. Найти изменение внутренней энергии, работу расширения газа и тепло, сообщенное газу.

6. Масса 6,5г водорода, находящегося при температуре 27<sup>0</sup>С, расширяется в 2 раза при постоянном давлении, за счет притока тепла извне. Найти работу расширения газа внутренней энергии, и тепло, сообщенное газу.

7. После того как в комнате включили обогреватель, температура воздуха в ней выросла с 288К до 300К. Чему равно изменение внутренней энергии воздуха в комнате? Воздух можно считать идеальным газом. Давление  $P_0=10^5$ Па, объем комнаты  $V=40$ м<sup>3</sup>. При нагревании газа объем увеличился на 20 дм<sup>2</sup>. Какую работу совершил газ при расширении, если давление его оставалось равным  $10^6$  Па?

**Задание 6.** Решить нижеследующие задачи по теме:

### Тепловые машины

1. Паровая машина мощность 14,7 кВт потребляет за время 1 час массу 8,1кг угля, удельной теплотой сгорания которого 33 МДж/кг,  $T_H=200^0$ С,  $T_X=58^0$ С. Найти фактический КПД и сравните его с КПД идеальной тепловой машины, работающей по циклу Карно между теми же температурами.

2. Определить мощность  $P$  электрического чайника, если в нем за  $t=20$ мин. нагревается  $m=1,44$ кг воды от  $T_1=20^0$ С до  $T_2=100^0$ С при КПД  $\eta=60\%$ . Удельная теплоемкость воды  $c=4190$ Дж/кг·К.

3. Тепловая машина, работающая по циклу Карно, совершает за один цикл работу  $A=73,5$ кДж. Температура нагревателя  $T_1=100^0$ С, температура холодильника  $T_2=0^0$ С. Найти КПД  $\eta$  цикла, количество теплоты  $Q_1$ , получаемое машиной за один цикл от нагревателя, и количество теплоты  $Q_2$ , отдаваемое за один цикл холодильнику.

4. Холодильная машина, работающая по обратному циклу Карно, передает тепло от холодильника с водой при температуре  $T_2=0^0$ С кипятильнику с водой при температуре  $T_1=100^0$ С. Какую массу  $m_2$  воды нужно заморозить в холодильнике, чтобы превратить в пар массу  $m_1=1$ кг воды в кипятильнике?

5. Холодильная машина, работающая по обратному циклу Карно, совершает за один цикл работу  $A=37\text{кДж}$ . При этом она берет тепло от тела с температурой  $T_2=-10^\circ\text{C}$  и передает тепло телу с температурой  $T_1=+17^\circ\text{C}$ . Найти КПД цикла, количество теплоты  $Q_2$ , отнятое у холодного тела за один цикл, и количество теплоты  $Q_1$ , переданное более горячему телу за один цикл.

6. Холодильная машина, работающая по обратному циклу Карно, совершает за один цикл работу  $30\text{кДж}$ . При этом она берет тепло от тела с температурой  $-10^\circ\text{C}$  и передает тепло телу с температурой  $T=+17^\circ\text{C}$ . Найти КПД цикла, тепло, отнятое у холодильника за один цикл и количество теплоты, переданное более горячему телу за один цикл.

**Задание 7.** Решите ниже следующие задачи по теме:

### Фазовые переходы

1. В обоих коленах запаянной U-образной трубки вода стоит на разных уровнях. Можно ли сказать, что кроме насыщенного водяного пара над водой имеется воздух? Почему?

2. В цилиндрическом сосуде под поршнем находится насыщенный пар при температуре  $T$ . Определить, какая масса пара конденсировалась, если при вдвигании поршня совершена работа  $A$ . Молекулярный вес пара  $\mu$ , газовая постоянная  $R$ .

3. В цилиндрическом сосуде под поршнем находится насыщенный пар при температуре  $T$ . При изотермическом вдвигании поршня в цилиндр было отведено количества тепла  $Q$ . Определить, какая при этом была совершена работа. Молекулярный вес пара  $\mu$ , теплота парообразования  $\lambda$ , газовая постоянная  $R$ .

4. В компрессоре воздух быстро подвергается сильному сжатию. Изменяются ли состав и размеры молекул? Промежутки между молекулами? Докажите, воспользовавшись уравнением Менделеева-Клапейрона, что абсолютная влажность воздуха, измеряемая плотностью водяного пара (в  $\text{г/м}^3$ ), при температуре  $17^\circ\text{C}$  численно равна давлению водяного пара (в мм.рт.ст).

5. При температуре  $28^\circ\text{C}$  плотность пара  $13,6\text{г/м}^3$ . Как надо изменить объем этого пара, чтобы довести его до насыщения?

6. В одном цилиндре под поршнем находится идеальный газ, в другом – насыщенный пар. Как изменится их давление, если уменьшить объем газа и пара в 2 раза, не изменяя температуры?

7. Относительная влажность воздуха при температуре  $15^\circ\text{C}$  равна 80%. Выпадает ли роса при понижении температуры до  $12^\circ\text{C}$ ?

8. Будет ли конденсироваться водяной пар в комнате при понижении температуры воздуха от  $26$  до  $12^\circ\text{C}$ , если относительная влажность воздуха 75%?

**Задание 8.** Решите ниже следующие задачи по теме:

## Явления переноса

1. Определите скорость течения молекул кислорода в космос через маленькую щель в обшивке космического корабля.
2. Определить скорость течения газа из сопла ракеты. Сила тяги создается в результате реакции:
  - а)  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 483 \text{ кДж/моль}$ ;
  - б)  $2\text{Al} + (3/2)\text{O}_2 = \text{Al}_2\text{O}_3 + 1.65 \text{ МДж/моль}$ ;
  - в)  $\text{Be} + (1/2)\text{O}_2 = \text{BeO} + 610 \text{ кДж/моль}$ .
3. Самолет летит со скоростью 360 км/ч. Считая, что толщина слоя воздуха у крыла самолета, увлекаемого вследствие вязкости 4 см, найти касательную силу, действующую на единицу площади поверхности крыла. Диаметр молекул воздуха 0.3 нм, температура  $0^\circ\text{C}$ .
4. Оцените тепловой поток из комнаты размером  $5 \times 5 \times 4 \text{ м}^3$  наружу через 2 окна с размерами  $1,5 \times 2 \text{ м}^2$ , расположенными на расстоянии 0,2 м друг от друга и время в течении которого температура в комнате уменьшится на  $1^\circ\text{C}$ , если температура воздуха  $+20^\circ\text{C}$ , а температура воздуха на улице  $-20^\circ\text{C}$ .
5. Определите, какое количество тепла проходит через боковую поверхность колбы трехлитрового термоса за 24 часа. До какой температуры остынет вода за это время, если начальная температура  $90^\circ\text{C}$ .
6. Расстояние между стенками сосуда Дьюара  $d=8 \text{ мм}$ . При каком давлении теплопроводность воздуха, находящегося между стенками сосуда, начнет уменьшаться при откачке? Температура воздуха  $T=17^\circ\text{C}$ . Диаметр молекул воздуха  $\sigma = 0,3 \text{ нм}$ .
7. При прохождении сопла турбины скорость струи пара увеличивается на 800 м/с. На сколько изменится внутренняя энергия пара массой 100 г, идущего через сопло? Примите начальную скорость пара равной нулю.

## Задание 9. Выполните Самостоятельную работу

### ВАРИАНТ I

- 1) Сколько молекул в комнате? Какова их средняя скорость?
- 2) Объясните принцип действия «пьющего утенка».
- 3) Оформить паспорт на психрометр. Определите влажность воздуха в комнате с помощью психрометра.
- 4) Определите количество тепла, проходящее через боковую поверхность колбы термоса за сутки. До какой температуры  $T$  остынет вода за это время, если  $T_0=40^\circ\text{C}$ .
- 5) Паровая машина мощностью  $P=14,7 \text{ кВт}$  потребляет за время  $t=1 \text{ ч}$  работы массу  $m=8,1 \text{ кг}$  угля с удельной теплотой сгорания  $q=33 \text{ МДж/кг}$ . Температура котла  $T_1=200^\circ\text{C}$ , температура холодильника  $T_2=58^\circ\text{C}$ . Найти фактический КПД машины и сравнить его с КПД идеальной тепловой машины, работающей по цикл Карно между теми же температурами.

### ВАРИАНТ II

1) Какая масса воздуха выйдет из комнаты, если его температура повысится на 10 градусов?

2) Определите опытным путем объем выдыхаемого воздуха.

3) Оформите паспорт на велосипедный насос. Сколько качаний надо сделать, чтобы надуть им резиновый шарик диаметром 20 см.

4) Опишите процессы благодаря которым крутится «карусель». Определите силу, действующую на лопатки «карусели».

5) Тепловая машина работает по цикл Карно. При этом 80% количества теплоты, получаемого от нагревателя, передается холодильнику. Машина получает от нагревателя количество теплоты  $Q_1=6,28$  кДж. Найти КПД цикла и работу  $A$ , совершаемую за один цикл.

### ВАРИАНТ III

1) Определите вес воздуха в комнате.

2) Определите скорость распространения запаха духов. От чего оно зависит? Как?

3) Оформить паспорт на барометр.

4) Обхватите горлышко бутылки губами, попытайтесь выпить из нее максимально большое количество воды. Как из этого опыта узнать то давление разрежения, которое Вы создали в своих легких?

5) В цилиндрах карбюраторного двигателя внутреннего сгорания газ сжимается политропически так, что после сжатия температура газа становится равной  $T_2=427^{\circ}\text{C}$ . Начальная температура газа  $T_1=140^{\circ}\text{C}$ . Степень сжатия  $V_2/V_1=5,8$ . Найти показатель политропы  $n$ .

### ВАРИАНТ IV

1) Сколько соударений происходит в единице объема газа за каждую секунду? Сколько соударений испытывает одна молекула за единицу времени?

2) Изготовьте устройство: «картезианский водолаз». Объясните принцип его действия.

3) Оформите паспорт фена.

4) Оцените тепловой поток из комнаты наружу через окно.

5) Диаметр цилиндра карбюраторного двигателя внутреннего сгорания  $D=10$  см, ход поршня  $h=11$  см. Какой объем  $V$  должна иметь камера сжатия, если известно, что начальное давление газа  $P_1=0,1$  МПа, начальная температура газа  $T_1=127^{\circ}\text{C}$  и давление в камере после сжатия  $P_2=1$  МПа? Какова будет температура  $T_2$  газа в камере после сжатия? Найти работу  $A$ , совершенную при сжатии. Показатель политропы  $n=1,3$  ( $PV^n=\text{const}$ ).

## II. ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

### ЖИДКОСТИ

#### Тепловое расширение.

Жидкости расширяются во всех направлениях. Коэффициент объемного расширения:  $\beta = \frac{\Delta V}{V_1 \Delta T}$ . В результате теплового расширения объем становится равным  $V_2 = V_1(1 + \beta \Delta T)$ . При нагревании изменяется не только объем, но и плотность жидкости:  $\rho_2 = \frac{\rho_1}{(1 + \beta \Delta T)}$ .

### Фазовые переходы.

Кипение – переход из жидкого состояния (и из газообразного в жидкое) происходит при определенной температуре  $T_{\text{кип}}$ , сильно зависящей от давления.

Зависимость давления насыщенного пара от температуры – уравнение Клапейрона-Клаузиуса:

$$\frac{dP}{dT} = \frac{L}{T(V_{\text{п}} - V_{\text{ж}})}.$$

### Поверхностные явления.

Молекулы поверхностного слоя жидкости обладают избыточной по сравнению с молекулами, находящимися в объеме жидкости, потенциальной энергией  $U_s = \sigma S$ . Сила, препятствующая увеличению поверхности жидкости, то есть стремящаяся сократить эту поверхность:  $F_\sigma = -\sigma l$ , где  $l$ -периметр границы.

Давление, оказываемое на жидкость ее сферической, цилиндрической поверхностью, соответственно:

$$P_{\text{пов}} = \frac{2\sigma}{r},$$

$$P_{\text{пов}} = \frac{\sigma}{r}.$$

**Задание 1.** Решите нижеследующие задачи по теме

### Общие свойства жидкостей

1) Почему боронование способствует сохранению влаги в почве? Когда почву обрабатывают катками?

Определите коэффициент поверхностного натяжения воды, если 1г воды составляют 24 капли, которые получены из пипетки диаметром 2 мм.

2) Какой объем составляют 100 капель масла, полученных из пипетки диаметром 2 мм? Плотность масла  $0,9 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, коэффициент поверхностного натяжения 0,03 Н/м.

3) Каков радиус капилляра, если вода в нем поднимается на высоту 1 мм?

4) Диаметр пор в промокатальной бумаге 0,15 мм. На какую высоту поднимается вода в промокатальной бумаге, если считать поры цилиндрическими?

- 5) Какую работу надо совершить, чтобы образовать мыльный пузырь диаметром 10 см?
- 6) Определите потенциальную энергию поверхностного слоя ртути, площадь которого 10 см<sup>2</sup>.
- 7) Почему трудно вытирать мокрые руки шерстяной тряпкой?
- 8) Почему руки, смоченные машинным маслом, трудно смыть водой, а легче – керосином?
- 9) Какое количество воды может испариться в комнате размером  $4 \times 3 \times 2,6$  м, если точка росы равна 10°C, а температура воздуха 22°C?
- 10) В два стакана одновременно налили горячий чай. В первый стакан сахар бросили сразу и подождали 10 мин. Во втором стакане сахар растворили через 10 мин после того, как налили чай. В каком стакане чай будет холоднее?
- 11) Автомобиль расходует бензин объемом 13 л на пути 100 км. Определите развиваемую автомобилем полезную мощность, если скорость его 90 км/ч, КПД двигателя равен 24%.
- 12) Какой высоты должен быть водопад, чтобы падающая вода в конце падения нагревалась на 1 К? Потери энергии не учитывайте.
- 13) Каким способом можно ускорить процесс засолки огурцов? Объясните это явление.
- 14) Почему капля камень точит?
- 15) Воспользуйтесь таблицей Менделеева и определите молекулярную массу ацетилена (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) в кг/кмоль. Чему равна масса одной молекулы ацетилена в единицах СИ?
- 16) За какое время чай, имеющий начальную температуру T<sub>1</sub>=90°C, остынет до температуры воздуха в комнате T<sub>2</sub>=20°C. Чай, объемом 0,25л, налит в чашку, открытая поверхность которого имеет площадь 12,6см<sup>2</sup>.
- 17) Судно на подводных крыльях «Метеор» развивает мощность N=1500кВт при КПД двигателя η=30%. Найти расход топлива на единицу длины пути при скорости судна  $v=72$ км/ч. Удельная теплота сгорания топлива q=МДж/кг.
- 18) В кастрюлю налили холодной воды (при 10°C) и поставили на плитку. Через 10 минут вода закипела. Через какое приблизительно время она полностью испарится?
- 19) Как можно заставить воду закипеть, охлаждая сосуд, в котором она находится?
- 20) Оценить, какая масса льда образуется из 100 граммов переохлажденной на 2° воды, если бросить в нее кусочек льда и вызвать этим кристаллизацию.
- 21) Космонавт вылил за борт 10 л воды при 20°C. Оценить, какова будет масса образовавшегося куска льда.
- 22) Придумайте три способа, с помощью которых можно ускорить испарение жидкости.

**Задание 2.** Решите нижеследующие

**Экспериментальные задачи.**

- 1) Налейте в блюдечко немного воды, имеющей комнатную температуру, и аккуратно поставьте в него вверх дном ополоснутый снаружи очень горячей водой тонкостенный стакан. После того как стакан остынет, в него окажется втянутой часть воды или вся вода из блюдца. Измерьте относительный перепад давления внутри стакана  $\Delta p / p_a = (p_a - p) / p_a$ . Проведите измерения несколько раз. Объясните результат.
- 2) Мыльный пузырь, наполненный горячим воздухом, свободно висит в атмосфере. Определите температуру и теплоемкость воздуха, находящегося внутри пузыря, если плотность мыльной пленки  $\rho$ , поверхностное натяжение  $\sigma$ , толщина  $\delta$ , радиус пузыря  $r$ , а давление и температура воздуха, окружающего пузырь  $P_0$  и  $T_0$ .
- 3) Размешайте ложечкой чайники в чае. Они соберутся в центре в кучку. Почему?
- 4) Вытрите мокрые руки шерстяной тканью, льняным полотенцем и махровым. Объясните результат.
- 5) Почему руки, испачканные масляной краской, невозможно отмыть водой, а растворителем – легко? Используйте растительное масло. Каков результат? Почему?
- 6) Почему при закипании молоко убегает из кастрюли? Выясните, почему молоко не убегает из кастрюли, края которой смазаны жиром. Проверить на опыте. Опишите свои наблюдения.
- 7) Постройте график зависимости разности температуры от времени при остывании чая, налитого в закрытую чашку крышкой из пенопласта.
- 8) Понаблюдайте за каплей на сковородке. Как будет изменяться время пребывания капли в зависимости от температуры сковороды?
- 9) Вскипятите воду. Заварите чай. Положите сахар по вкусу. Опишите все явления происшедшие при этом.
- 10) Роса. Как она возникает? Что это такое?
- 11) В какой посуде быстрее вскипит вода в железной или стеклянной? Определите экспериментально. Почему? Какие предметы нам кажутся холоднее? Почему?
- 12) В каком чайнике скорее закипит вода: накрытом крышкой или открытым? Чайники одинаковые, с равным количеством холодной воды, на конфорках одинаковой мощности. Проверьте экспериментально. Объясните, почему?
- 13) Какова структура мыльных пузырей? Выдуйте пузыри. Добейтесь их прочности.
- 14) Убедитесь, что поздней осенью на улице после дождя относительно долго не высыхают лужи. Что вы можете сказать о влажности воздуха? Может ли относительная влажность воздуха быть больше 100%? Могут ли показания влажного термометра в психрометре быть больше показаний сухого? При каких условиях показания сухого и влажного термометров совпадут?
- 15) Рассмотрите психрометр: объясните его устройство и принцип действия. Как его подготовить к работе? Определите с его помощью относительную

влажность воздуха в кабинете физики. Будет ли она оставаться постоянной на протяжении всего учебного дня?

16) В трубку насыпьте поваренную соль высотой 30-40мм, затем налейте воду так, чтобы она не доходила до верхнего края трубки на 20-30мм. Уровень воды отметьте резиновым кольцом. Верхнее отверстие трубки закройте пробкой. Несколько раз поверните трубку вокруг поперечной оси, добейтесь полного растворения поваренной соли. Вновь наблюдайте за уровнем жидкости в трубке. Сделайте вывод. Оцените результат численно.

17) Налейте в ванну воды. На лист бумаги насыпьте талька и сдуйте на поверхность воды. С помощью пипетки на поверхность воды нанесите несколько капель масла (касторового). Наблюдайте за образованием пятна. Сделайте вывод. Каков примерно диаметр молекул масла? Диаметр пятна в ванне измерьте.

18) Исследуйте, влияет ли на результаты измерения плотности жидкости ареометром действие сил поверхностного натяжения. Как изменится положение ареометра, если он находится в воде и в воду налили несколько капель эфира? Объясните явление. На сколько изменится глубина погружения ареометра, если его замаслить?

19) Как ведут себя деревянные спички с обломанными головками на поверхности воды, если одну смазать парафином, если обе смазать парафином?

20) Исследуйте, как изменится высота подъема жидкости в капиллярной трубке при повышении температуры жидкости. Определите радиус трубки.

21) Сложите две небольшие стеклянные пластинки так, чтобы с одной стороны их края сходились вплотную, а с другой были разделены тонкой палочкой и опустите их в воду. Объясните наблюдаемое. Как зависит высота  $h$  уровня жидкости от расстояния  $x$  – от ребра клина?

22) Выясните, что произойдет, если на мокрую губку положить кусочек мела. Если сухую губку положить на мокрый мел, то, останется ли она сухой? Как объяснить наблюдаемые явления.

23) Исследуйте зависимость коэффициента поверхностного натяжения жидкости от температуры и природы граничащих сред. Скатайте из кусочка пластилина шарик диаметром 2-3мм. Положите его при помощи проволочной петли сначала на поверхность холодной воды, затем – горячей. Сравните результаты опытов и объясните их.

24) Посыпьте тальком поверхность холодной воды в стакане. Коснитесь поверхности воды кусочком мыла, кусочком сахара. Объясните явление.

25) Каким образом поднимается вода по стволам деревьев, особенно высоких? Наверняка существует разность давлений между корнями дерева и его кроной? За счет чего она возникает? Действует ли в дереве всасывающий насос? Если так, то не должна ли высота дерева быть ограничена 10м?

26) Выдуйте пузырь с помощью тонкой трубочки. Выньте трубку изо рта. Почему пузырь уменьшился в размерах? Выдуйте из двух трубочек два разных пузыря. Соедините трубочки. Что произойдет?

- 27) Почему испытание паровых котлов на прочность рекомендуют проводить водой под давлением, а не паром?
- 28) Положите в сосуд с водой кусочки бумаги. Поочередно прикасайтесь к воде кусочками мыла и сахара. Почему при прикосновении мыла к воде вблизи листочков бумаги они от мыла удаляются, а при прикосновении сахара – приближаются?
- 29) Опустите в воду кисточку. Почему в воде волоски кисточки расходятся, а вынутые из воды слипаются?
- 30) Смешали цемент массой 24 кг при температуре 5°C и воду объемом 30 л при температуре 35°C. Определите температуру раствора ( $C_{\text{цемент}}=830 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ ).

**Задание 3.** Выполните Самостоятельную работу №2.

#### ВАРИАНТ I

1. Керосин нагревают от  $T_1=20^\circ\text{C}$  до  $T_2=60^\circ\text{C}$ , находящийся в сосуде  $V_1=20 \text{ см}^3$ , с  $S=0.1 \text{ см}^2$ . Как изменится высота столба керосина в сосуде?  $b=0,01 \text{ К}^{-1}$ .
2. Определите опытным путем коэффициент теплового расширения ртути.
3. Определить экспериментально коэффициент вязкости машинного масла.
4. Положите в сосуд с водой кусочки бумаги. Поочередно прикасайтесь к воде кусочками мыла и сахара. Объясните явление.
5. Опишите процесс измерения артериального давления.

#### ВАРИАНТ II

- 1) Стекланный сосуд наполнен до краев жидким маслом при  $T=0^\circ\text{C}$ . При нагревании сосуда с маслом до  $T=100^\circ\text{C}$  вытекло 6% налитого масла. Найдите  $b_{\text{масла}}$ , если  $b_{\text{стекла}}=3 \times 10^{-5} \text{ К}^{-1}$ .
- 2) Определите опытным путем коэффициент теплового расширения спирта.
- 3) Почему чайники собираются в центре чашки, если чай помешать ложкой?
- 4) На сколько нагреется капля ртути, полученная от слияния двух капель радиусом  $r=1 \text{ мм}$  каждая?
- 5) Установите, с какой целью в жилых и производственных помещениях устанавливаются кондиционеры воздуха. Каков принцип их работы?

#### ВАРИАНТ III

1. Опишите явление кипения воды.
2. За какое время остынет чай, от начальной температуры равной  $90^\circ\text{C}$ , до температуры при которой чай можно пить.
3. Напишите паспорт к керосиновой лампе.
4. Поместите воду в решете. Почему это возможно?
5. Опишите барометр.

#### ВАРИАНТ IV

1. Что охлаждается быстрее – ванна, наполненная горячей водой, или стакан с горячим чаем? Объясните почему.

2. Приготовьте чай как можно быстрее. Предложите технологию процесса. Объясните свои действия.
3. Определите диаметр пор в промокатальной бумаге? Определите его по высоте, на которую поднимается вода по промокатальной бумаге.
4. Почему размер капли жира зависит от площади поверхности жидкости, на которой они плавают?
5. Опишите жидкостный термометр.

### III. ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

#### ТВЕРДОЕ ТЕЛО

Уравнение, описывающее зависимость давления от температуры

$$\frac{dP}{dT} = \frac{\lambda}{T(V_{ж} - V_{тв})}$$

Тепло необходимое для плавления твердого тела

Удельная теплота плавления

**Задание 1.** Решите нижеследующие задачи.

- 1) В строительной технике используют железобетонные конструкции. Объясните, какую роль играют железо и бетон, если железобетонная балка подвергается растяжению, сжатию, изгибу.
- 2) Каким деформациям подвергается балка, закрепленная одним концом в стене, под действием висящего на другом конце балки груза?
- 3) Какую нагрузку можно приложить к стальному стержню сечением  $2,5 \text{ см}^2$ , если допусаемое напряжение  $600 \text{ Н/мм}^2$ ?
- 4) Напряжение в круглом стержне диаметром  $0,6 \text{ мм}$  равно  $20 \text{ Н/мм}^2$ . Каким будет напряжение в этом стержне при той же нагрузке, если уменьшить диаметр стержня в 2 раза?
- 5) Как изменится абсолютное сжатие бетонной опоры при замене ее кирпичной таких же размеров, если модуль упругости (модуль Юнга) бетона больше в 2 раза?
- 6) Какую растягивающую силу надо приложить к стальной проволоке ( $E=2 \times 10^5 \text{ Н/мм}^2$ ) длиной  $7,5 \text{ м}$  и сечением  $1,5 \text{ мм}^2$ , чтобы удлинить ее на  $0,5 \text{ мм}$ ?
- 7) Допустимо ли к стальному крюку подъемного крана диаметром  $30 \text{ мм}$  повесить груз массой  $8 \text{ т}$ , если предел прочности  $600 \text{ Н/мм}^2$ ? Плотность бетона  $2000 \text{ кг/м}^3$ .
- 8) Почему перед пайкой тщательно очищают поверхность? Почему алюминий нельзя паять оловянным припоем? Какое значение при пайке имеют флюсы?

9) Если железную деталь поместить в угольный порошок, содержащий углерод, а затем нагреть, то поверхностный слой железа обогатится углеродом (цементация). На чем основан такой способ?

10) Советские ученые разработали методы изготовления деталей из порошков различных материалов. На каком физическом явлении основана порошковая металлургия?

11) В процессе скоростной обработки детали на токарном станке на ее режущей кромке образуется нарост из частиц обрабатываемого материала. Чем это объясняется?

12) Почему твердые тела сохраняют свою форму? Что больше: объем твердого тела или сумма объемов всех его молекул? Почему? Что общего в характере движения молекул газа, жидкости и твердых тел? В чем отличие?

13) Стальной шар при ударе о плиту имел вертикальную скорость 41 м/с. Определите изменение температуры шара, если при ударе он подскочил на высоту 1,6 м.

14) Какую скорость имела свинцовая пуля, если при ударе о преграду она нагрелась на 100 К? Потери энергии пули не учитывайте.

15) Почему для нагревания стального шара, находящегося на подставке, до определенной температуры требуется большее количество теплоты, чем для нагревания этого шара, висящего на нити, до этой же температуры? (Считайте, что подставка и нить энергии не получают).

16) Исследования показывают, что человек начинает ощущать перегрев своего тела во влажном воздухе при температуре 30°C, а в сухом воздухе при 40°C. Почему в сухом воздухе легче переносится жара?

17) Какое количество теплоты  $Q$  нужно затратить, чтобы  $m=8\text{кг}$  льда при  $T_1=-30^\circ\text{C}$  превратить в воду при  $T_2=+60^\circ\text{C}$ . Удельная теплота плавления льда  $\lambda=3,35 \cdot 10^5 \text{Дж/кг}$ . Удельные теплоемкости льда и воды  $c_1=2090 \text{Дж/кг}\cdot\text{К}$  и  $c_2=4187 \text{Дж/кг}\cdot\text{К}$  соответственно.

**Задание 2.** Решите ниже следующие

**Экспериментальные задачи.**

1. Сконструируйте коробочку, в которой кубик льда не растаял бы полностью и за 10 часов.
2. Бросьте стальной шарик на лежащий у дороги камень, затем бросьте его на асфальт. Опишите и объясните явление.
3. Какой толщины лед образуется за 24 часа? Задайте необходимые величины самостоятельно. Предложите эксперимент для проверки ваших гипотез.
4. Сделайте «петушок». Раскройте физику явления.

**Задание 3.** Выполните **Самостоятельную работу №3**

*Опишите следующие вещества:* лед, резина, мыльная вода, золото, стекло, уголь, кость, бумага, мышца, медь, дерево по плану:

- 1) Устройство.
- 2) Тепловое расширение.
- 3) Сжимаемость. Деформация. Механические характеристики.
- 4) Теплоемкость.
- 5) Явления на границе.
- 6) Явления переноса (диффузия, вязкость, теплопередача).

### **2.3.3. ПРОГРАММА ПО КУРСУ «КВАНТОВАЯ ФИЗИКА»** (102 час.)

**Введение.** Возникновение и развитие квантовой физики. Основы квантовой теории

1. **Экспериментальные основы квантовой физики.** Корпускулярно-волновой дуализм. Свойства корпускул и волн. Закономерности теплового излучения абсолютно черного тела. Гипотеза М. Планка. Опыт Боте. Фотоэффект. Опыты Столетова. Уравнение А. Эйнштейна. Явления интерференции и дифракции света и других микрочастиц. Давление света. Опыты Лебедева. Фотон. Гипотеза Луи де Бройля.

2. **Описание вероятностного характера поведения микрочастиц.** Принцип неопределенностей. Соотношения неопределенностей. Волновая функция и ее свойства. Уравнение Шредингера.

#### **Виды и формы существования материи**

##### **1. Вещество.**

Атом. Исторические модели атома (Томсона, Резерфорда, Бора). Современная модель атома. Спектры атомов. Люминесценция. Лазеры и их применение.

Ядро атома. Состав и характеристики ядра. Изотопы. Виды неустойчивости ядер. Ионизирующие излучения. Закон радиоактивного распада. Методы регистрации ионизирующих излучений. Поглощенная доза излучения и его биологическое действие. Цепная ядерная реакция. Термоядерные реакции. АЭС и ядерные бомбы. Последствия ядерной войны и разрушений АЭС.

Кванты вещества. Экспериментальные методы исследования микромира. Ускорители. Классификация частиц. Законы сохранения в микромире.

Газы и конденсированные вещества (при низких и высоких температурах, высоких давлениях). Свойства сверхпроводимости и сверхтекучести вещества. Физика биополимеров. Жизнь с точки зрения физики. Обработка твердых тел взрывом. Получение новых материалов взрывным методом.

Плазма и ее свойства. Вещество ординарных, нейтронных звезд и белых карликов.

2. **Поле.** Фундаментальные взаимодействия. Элементарная теория квантовых полей. Кванты полей. Понятие о физической теории пространства, времени и тяготения.

### 3. Вакуум. Кванты вакуума. Свойство вакуума.

#### **Астрофизическая картина Вселенной**

Структура и свойства Вселенной. Модели Вселенной. Понятие о теории Большого взрыва. Современная физическая картина мира – как совокупность физического знания.

#### **Семинары:**

---

1. Использование ядерной энергии – «за» и «против».
2. Становление понятия «Пространство-время».
3. Развитие представлений о физической картине мира.

## **ФИЗИКА – II**

### **2.3.4. ПРОГРАММА И ЗАДАНИЯ КУРСА «ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ» (170 час.)**

**Введение.** Предмет изучения курса. Развитие теории электромагнитных явлений. Научно–техническая революция 20 века.

#### **Электростатическое поле**

Электрический заряд и его свойства. Закон сохранения заряда.

Взаимодействие зарядов. Электрическое поле. Напряженность электростатического поля.

Закон Кулона. Поле точечного заряда. Суперпозиция полей.

Графическое изображение полей. Густота силовых линий и напряженность поля. Поток вектора напряженности. Теорема Остроградского–Гаусса.

Потенциальный характер электростатического поля. Потенциал и разность потенциалов. Связь напряженности и с разностью потенциалов. Эквипотенциальные поверхности и силовые линии. Электроемкость. Конденсаторы. Емкость плоского конденсатора и шара. Энергия заряженного конденсатора. Плотность энергии электрического поля.

Проводники в электростатическом поле. Диполь в электрическом поле. Строение и поведение диэлектриков в электрическом поле.

#### **Постоянный электрический ток**

Электрический ток, сила и плотность тока, зависимость плотности тока в проводнике от величины концентрации зарядов и скорости их упорядоченного движения. Условия необходимые для существования тока. Закон Ома для участка цепи. Сопротивление проводника. Закон Ома в дифференциальной форме.

Электрические цепи. Последовательное и параллельное соединения проводников. Измерения тока и напряжения. Шунт и добавочное сопротивление. Работа и мощность тока. Закон Джоуля - Ленца.

Сторонние силы. ЭДС. Обобщенный закон Ома и закон Ома для полной цепи. Уточнение понятия «напряжения». Правила Кирхгофа.

Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.

Электрический ток в различных средах. Электропроводность веществ. Классическая теория электропроводности металлов. Вывод закона Ома. Природа сопротивления металлов.

Электролитическая диссоциация и электрический ток в жидкостях. Законы Фарадея для электролиза.

Электрический ток в газах. Несамостоятельный и самостоятельный газовые разряды. Виды и применения газового разряда. Понятия о плазме. Электронная эмиссия. Ток в вакууме. Вакуумные диод и триод. Выпрямление тока и усиление сигналов.

Электронно-лучевая трубка. Фокусировка и управление электронным лучом.

Ток в полупроводниках. Собственная и примесная проводимости полупроводников. Процессы в p-n переходе. Полупроводниковые диод и транзистор. Выпрямление тока и усиление сигналов.

### **Магнитное поле постоянных токов**

Взаимодействие токов и магнитов. Магнитное поле.

Индукция магнитного поля. Определение величины и направления вектора магнитной индукции с помощью контура с током.

Изображение магнитных полей с помощью линий магнитной индукции. Описание простейших магнитных полей: прямолинейного проводника с током, витка, колец Гельмгольца, соленоида.

Действие магнитного поля на проводник с током, сила Ампера. Контур с током в магнитном поле. Технические применения.

Действие магнитного поля на движущийся заряд. Сила Лоренца.

Движение заряженных частиц в магнитном поле. Эффект Холла. Технические применения силы Лоренца. МГД – генератор.

Экспериментальное определение массы электрона.

Гипотеза Ампера и природа магнетизма. Диа-, пара- и ферромагнетики.

### **Электромагнитное поле**

Работы Фарадея. Понятия об электромагнитной индукции. Правило Ленца. ЭДС электромагнитной индукции. Причины возникновения индукционного тока. Вихревое электрическое поле.

Самоиндукция. ЭДС самоиндукции и ее проявление. Индуктивность. Энергия магнитного поля.

Свободные электромагнитные колебания. Процессы, происходящие в колебательном контуре. Уравнение свободных электромагнитных колебаний.

Различные формы представления колебаний. Автоколебания. Модуляция колебаний.

Вынужденные колебания. Переменный электрический ток. Переменный ток. Генератор переменного тока. Мощность переменного тока. Цепь переменного тока с активной нагрузкой. Индуктивность и емкость в цепи переменного тока.

Закон Ома для цепей переменного тока, резонанс.

Электромагнитные волны. Свойства электромагнитных волн. Энергия и импульс электромагнитной волны.

Распространение электромагнитных волн в вакууме. Шкала электромагнитных волн.

### **Перечень лабораторных работ по Электромагнетизму:**

1. Исследование электрических полей.
2. Определение сопротивления проводников.
3. Измерение сопротивления проводников с помощью моста Уитстона.
4. Определение технических характеристик и исследование условий эксплуатации источников тока.
5. Определение электропроводности и оценка подвижности ионов в электролите.
6. Определение удельного заряда электрона.
7. Изучение физических основ работы трансформатора.
8. Измерения в цепях переменного тока.

### **Перечень демонстрационного физического эксперимента по Физике-II** ***Электродинамика (профильное обучение)***

1. Взаимодействие электрических зарядов.
2. Действие электрического поля на электрический заряд.
3. Измерение разности потенциалов с помощью школьного электромметра.
4. Распределение заряда на проводнике.
5. Электростатическая индукция, электростатическая защита.
6. Действие внешних факторов на проводимость полупроводников.
7. Односторонняя проводимость полупроводникового диода.
8. Электрический ток в электролитах.
9. Ток в газах в присутствии ионизатора.
10. Электронно-лучевая трубка.
11. Взаимодействие токов (опыт Ампера).
12. Опыт Эрстеда.
13. Ориентирующее действие магнитного поля на рамку с током.
14. Действие магнитного поля на проводник с током (сила Ампера).
15. Техническое применение силы Ампера (электроизмерительный прибор магнитоэлектрической системы, динамик, модель электродвигателя).
16. Движение электрически заряженных частиц в магнитном поле.
17. Опыты Фарадея по электромагнитной индукции.

18. Правило Ленца.
19. Самоиндукция при замыкании и размыкании цепи постоянного тока.
20. Трансформатор.
21. Свойства электромагнитных волн.

**Перечень лабораторного физического эксперимента по Физике-II**  
**Электродинамика (профильное обучение)**

1. Исследование электростатических полей.
2. Определение сопротивления проводников.
3. Определение технических характеристик и исследование условий эксплуатации химических источников тока.
4. Определение электропроводности и оценка подвижности ионов электролита.
5. Определение удельного заряда и массы электрона (демонстрационный вариант).
6. Изучение физических основ работы трансформатора.
7. Измерения в цепях переменного тока.

Все лабораторные (кроме 5) проводятся фронтально, лабораторное оборудование представлено 10 комплектами к каждой работе. В кабинете имеется 10 электроснабженных рабочих мест.

Для улучшения наглядности изучаемых физических процессов в процессе обучения используются также компьютерные физические модели.

**Перечень компьютерных моделей**

1. Ток в металлах. Зависимость сопротивления металлического проводника от температуры.
2. Глеющий, коронный и дуговой газы.
3. Движение электронов в электронно – лучевой трубке.
4. Ток в электролитах.
5. Собственная и примесная проводимость полупроводников.
6. Движение зарядов в магнитном поле.

Учащиеся обеспечены необходимой учебной литературой. По электродинамике основными учебниками являются следующие: Набатов А.В. «Основы электромагнетизма», Набатов А.В. «Задачник-практикум по основам электромагнетизма», Рымкевич А.П. «Сборник задач по физике».

**КАЛЕНДАРНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН**

**ЭЛЕКТРОДИНАМИКА**  
*10 КЛАСС (профильное обучение, 102 часа)*

N	Дата	Содержание учебного материала	Часы
---	------	-------------------------------	------

1	Сентябрь	<u>Электростатика (28 час.)</u> Предмет изучения электродинамики. Развитие теории электромагнитных явлений. НТР 20 века. Электрический заряд и его свойства. Закон сохранения заряда. Взаимодействие неподвижных зарядов. Закон Кулона. Решение задач на применение закона Кулона.	4
2	Сентябрь Октябрь	Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Поле точечного заряда. Принцип суперпозиции. Графическое изображение электрических полей, силовые линии э. поля. Решение задач на применение принципа суперпозиции и движение зарядов в э. поле.	6
3	Октябрь	Электростатическое поле. Работа по перемещению заряда в электростатическом поле. Потенциал и разность потенциалов. Связь напряженности с разностью потенциалов. Эквипотенциальные поверхности. Энергия взаимодействия зарядов. Принцип суперпозиции для потенциала. Решение задач.	4
4	Октябрь	Распределение избыточного заряда на проводнике. Проводники в электростатическом поле. Электростатическая индукция. Решение задач.	2
5	Ноябрь	<i>Лабораторная работа</i> «Исследование электростатических полей».	2
6	Ноябрь	Строение диэлектриков, и их поведение в электростатическом поле. Диполь в э. поле. Относительная диэлектрическая проницаемость.	2
7	Ноябрь	Решение задач по теме «Проводники и диэлектрики в электростатическом поле».	4
8	Ноябрь	Емкость. Конденсаторы. Емкость шара и плоского конденсатора. Соединение конденсаторов. Энергия электрического поля заряженного конденсатора, плотность энергии.	2
9	Декабрь	<b>Итоговая контрольная работа</b>	
10	Декабрь	<u>Постоянный электрический ток (32 час.)</u> Электрический ток, сила тока, плотность тока и связь между ними. Условия возникновения электрического тока. Сопротивление проводника, его зависимость от температуры.	6
11	Февраль	Понятие о сверхпроводимости. Закон Ома для однородного участка цепи. Закон Ома в дифференциальной форме. Последовательное и параллельное соединение проводников.	
12	Февраль	Измерение тока и напряжения. Шунты и добавочные сопротивления. Решение задач.	2
13	Февраль	<i>Лабораторная работа</i> «Определение сопротивления электрической лампы накаливания и оценка температуры ее нити накала»	4
14	Февраль	Источники тока. Сторонние силы. ЭДС. Закон Ома для замкнутой цепи. Работа и мощность тока. КПД источника тока. Короткое замыкание. Решение задач.	2
15	Февраль	<i>Лабораторная работа</i> «Определение технических характеристик и исследование условий эксплуатации источника тока»	2
16		Правила Кирхгофа. Решение задач на расчет разветвленных	

17	Февраль	электрических цепей. <b>Итоговая контрольная работа</b>	2 2
18	Март	Электрический ток в различных средах. Электропроводность веществ. Основные положения классической теории электропроводности металлов. Природа сопротивления металлов.	2
19	Март	Ток в полупроводниках. Собственная и примесная проводимость полупроводников. P-n переход.	2
20	Март	Полупроводниковые диод и транзистор.	2
21	Март	Электрический ток в электролитах. Электролитическая диссоциация. Законы электролиза. <i>Лабораторная работа</i> «Определение электропроводности и оценка подвижности ионов в электролите»	2 2
22	Март	Электрический ток в газах. Несамостоятельный и самостоятельный газы разряды. Виды газовых разрядов. Понятие о плазме.	2
23	Март	Ток в вакууме. Термоэлектронная эмиссия. Работа выхода электрона. Вакуумные диод и триод. Выпрямление и усиление сигналов. Электронно-лучевая трубка. Обобщающий урок. Решение задач по теме «Электрический ток в различных средах»	2
24	Март Апрель	<u>Магнетизм. Электромагнетизм</u> Взаимодействие токов и магнитов. Магнитное поле и его характеристика. Магнитный момент витка с током. Определение величины и направления вектора магнитной индукции. Вихревой характер м.п. Графическое изображение магнитных полей. Суперпозиция полей. Магнитные поля прямолинейного проводника с током, кругового витка, соленоида, колец Гельмгольца, постоянного полосового магнита.	4
25	Апрель	Действие магнитного поля на проводник с током. Сила Ампера. Контур с током в магнитном поле. Работа силы Ампера. Технические применения силы Ампера. Решение задач.	4
26	Апрель	Действие магнитного поля на движущийся электрический заряд. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Технические применения действия силы Лоренца. Определение заряда электрона и его массы (коллективная экспериментальная задача). Решение задач.	2 4
27	Апрель	Магнитные свойства вещества. Относительная магнитная проницаемость. Диа-, пара-, ферромагнетики. Гипотеза Ампера.	4
28	Апрель	Магнитный поток. Электромагнитная индукция. Опыты Фарадея. Закон электромагнитной индукции. Индукционный ток. Правило Ленца. Механизм возникновения индукционного тока при различных способах изменения магнитного поля. ЭДС электромагнитной индукции. Вихревое электрическое поле. Принцип действия генератора переменного тока. Решение задач.	2
29	Май	Индуктивность проводника. Самоиндукция, и ее проявления. ЭДС самоиндукции. Взаимная индукция. Трансформаторы. Энергия магнитного поля. Решение задач.	4
30	Май		4
31	Май		4

32	Май	Лабораторная работа «Изучение физических основ работы трансформатора».	4
33	Май	Свободные электромагнитные колебания. Колебательный контур, и физические процессы, протекающие в нем. Преобразование энергии в колебательном контуре. Затухание электромагнитных колебаний. Решение задач.	
34	Май	Вынужденные электромагнитные колебания. Автоколебания. Переменный ток. Цепь переменного тока с активной нагрузкой. Индуктивность и емкость в цепи переменного тока. Полное сопротивление цепи. Закон Ома для цепи переменного тока. Резонанс. Мощность переменного тока.	2 4
35	Май	Лабораторная работа «Измерения в цепях переменного тока»	2
		Электромагнитные волны их характеристики и свойства. Гипотеза Максвелла. Распространение электромагнитных волн. Уравнение плоской монохроматической волны. Излучение электромагнитных волн. Энергия, интенсивность, давление эл/маг. волны.	2
		Принципы радиосвязи. Модуляция и детектирование электромагнитных волн. Шкала электромагнитных волн.	
		<b>Итоговая контрольная работа</b>	

## СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ УЧАЩИХСЯ (10 кл. профильное обучение, электродинамика)

1. *Контрольно-измерительные материалы. Вопросы и упражнения для проверки теоретических знаний учащихся.*

Правильный ответ на вопрос оценивается в 1 балл. В случае неполного или неточного ответа – 0,5 баллов. Итоговая оценка, эквивалентная общепринятой школьной, выводится исходя из суммарного количества набранных при выполнении работы баллов. В случае 50% от максимального ставится -3, 75% -4, 95%-100% -5.

2. *Задачи домашнего задания. Три уровня сложности.*

Первый уровень (простая задача на применение какого либо закона). В случае правильного оформления, предоставления чертежа иллюстрирующего физическую ситуацию задачи, и проведения полных расчетов оценивается 1 баллом.

Второй уровень сложности (задача, решение которой требует знания и применения нескольких понятий, законов изучаемого раздела физики). При выполнении всех выше указанных условий оценивается 2 баллами.

Третий уровень (комплексная задача, требующая применения знаний различных тем и разделов физики). При полном объяснении и решении оценивается в 4 балла.

Экспериментальная задача – 4 балла.

3. *Контрольные работы.* Максимальный балл по контрольной работе 20 баллов. Каждая контрольная работа состоит из нескольких задач. Задачи оцениваются разным количеством баллов в зависимости от их сложности следующим образом.

*Контрольная работа 1 (10 вариантов).*

Вариант 1: 1 – 7, 2 – 3, 3 – 5, 4 – 5.

Вариант 2: 1 – 8, 2 – 2, 3 – 5, 4 – 5.

Вариант 3: 1 – 7, 2 – 2, 3 – 6, 4 – 5.

Вариант 4: 1 – 8, 2 – 2, 3 – 5, 4 – 5.

Вариант 5: 1 – 5, 2 – 3, 3 – 6, 4 – 6.

Вариант 6: 1 – 7, 2 – 3, 3 – 5, 4 – 5.

Вариант 7: 1 – 6, 2 – 3, 3 – 6, 4 – 5.

Вариант 8: 1 – 8, 2 – 2, 3 – 6, 4 – 4.

Вариант 9: 1 – 6, 2 – 3, 3 – 6, 4 – 5.

Вариант 10: 1 – 7, 2 – 3, 3 – 4, 4 – 6.

*Контрольная работа 2 (10 вариантов).*

Вариант 1: 1 – 5, 2 – 8, 3 – 7.

Вариант 2: 1 – 7, 2 – 8, 3 – 5.

Вариант 3: 1 – 5, 2 – 7, 3 – 8.

Вариант 4: 1 – 5, 2 – 6, 3 – 9.

Вариант 5: 1 – 7, 2 – 3, 3 – 10.

Вариант 6: 1 – 10, 2 – 5, 3 – 5.

Вариант 7: 1 – 5, 2 – 9, 3 – 6.

Вариант 8: 1 – 5, 2 – 5, 3 – 10.

Вариант 9: 1 – 5, 2 – 8, 3 – 7.

Вариант 10: 1 – 6, 2 – 7, 3 – 7.

*Контрольная работа 3 (10 вариантов).*

Вариант 1: 1 – 8, 2 – 5, 3 – 7.

Вариант 2: 1 – 5, 2 – 6, 3 – 9.

Вариант 3: 1 – 5, 2 – 7, 3 – 8.

Вариант 4: 1 – 9, 2 – 3, 3 – 8.

Вариант 5: 1 – 6, 2 – 9, 3 – 5.

Вариант 6: 1 – 5, 2 – 6, 3 – 9.

Вариант 7: 1 – 8, 2 – 4, 3 – 8.

Вариант 8: 1 – 5, 2 – 7, 3 – 8.

Вариант 9: 1 – 6, 2 – 7, 3 – 7.

Вариант 10: 1 – 7, 2 – 8, 3 – 5.

### **Контрольно-измерительные материалы**

*(профильное обучение 10 кл.)*

Вопросы и упражнения для проверки у учащихся теоретических знаний по физике и их применения в простых ситуациях

#### **Электродинамика**

##### **Электростатика**

1. Что изучает электродинамика?

2. Что характеризует физическая величина называемая «электрическим зарядом»?
3. Перечислите свойства электрического заряда и раскройте их смысл.
4. Сформулируйте закон сохранения электрического заряда.
5. Что такое электризация тела?
6. «Тело заряжено положительно» – что это значит?
7. Сформулируйте закон Кулона и укажите границы его применимости.
8. Что такое «точечный заряд»?
9. Укажите силы, с которыми заряды действуют друг на друга (рис.).



10. Какая концепция положена в основу описания взаимодействия зарядов с помощью закона кулона? Суть этой концепции.
11. Электрическое поле.
12. Какая физическая величина является силовой характеристикой электрического поля? Как она называется, обозначается, какой физический смысл имеет, в каких единицах измеряется?
13. Указать вектор напряженности электрического поля, созданного бесконечной отрицательно заряженной плоскостью в точке А (рис.).

. А



14. Сформулируйте и запишите математически принцип суперпозиции для электрического поля.
15. Укажите вектор  $\mathbf{E}$  в точке А (рис.).

. А



□

16. Что такое силовые линии электрического поля, и каковы их свойства?
17. Изобразите с помощью силовых линий электрическое поле двух бесконечных разноименно заряженных плоскостей.
18. Какое электрическое поле называется однородным?
19. Какое поле называется электростатическим?
20. Каков характер электростатического поля, и какими свойствами оно обладает?
21. Физический смысл разности потенциалов э. поля, ее обозначение и единицы измерения.
22. Что такое потенциал точки э. поля?
23. Как вычисляется работа по перемещению заряда из одной точки поля в другую?

24. Запишите связь между напряженностью и разностью потенциалов э. поля и раскройте смысл этой связи.
25. Укажите направление вектора напряженности однородного э. поля и направление движения электрона в нем (рис.), если начальная скорость его равна нулю.

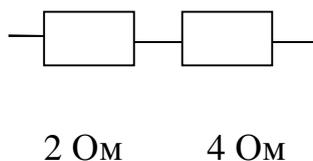
$$\dot{j}_1 = 1B \quad \dot{j}_2 = 5B$$

26. Что такое эквипотенциальная поверхность?
27. Изобразите графически с помощью силовых линий и эквипотенциальных поверхностей электростатическое поле двух точечных разноименных зарядов.
28. Запишите и сформулируйте принцип суперпозиции для потенциала э. поля.
29. Как вычисляется энергия взаимодействия двух точечных зарядов?
30. Какие вещества называются проводниками?
31. Какие заряды называются свободными?
32. Как распределяется избыточный заряд на проводнике произвольной формы?
33. Условие равновесия заряда на проводнике: а) чему равны напряженность э. поля внутри проводника, потенциал различных его точек; б) как направлен вектор  $\mathbf{E}$  снаружи проводника по отношению к его поверхности?
34. Какие процессы происходят внутри проводника при помещении его во внешнее электростатическое поле?
35. Что такое электростатическая индукция?
36. Чему равна напряженность э. поля внутри проводника, вблизи поверхности проводника?
37. Какие вещества называются диэлектриками?
38. Какие заряды называются связанными?
39. Опишите поведение связанных зарядов под действием электростатического поля (полярные, неполярные молекулы).
40. Что такое поляризация диэлектрика?
41. Как распределяется связанный заряд в диэлектрике при его поляризации?
42. Что характеризует относительная диэлектрическая проницаемость вещества?
43. Как влияет диэлектрик на электрическое поле и взаимодействие заряженных тел, погруженных в бесконечную однородную среду?
44. Запишите закон Кулона, выражения для расчета напряженности и потенциала э. поля, созданного точечным зарядом при наличии диэлектрической среды с проницаемостью  $\epsilon$ .
45. Физическая величина «емкость» - что характеризует, как обозначается, в каких единицах измеряется?
46. От чего зависит емкость проводника?

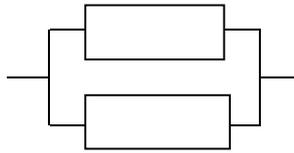
47. Как связаны между собой емкость, заряд и потенциал проводника?
48. Что такое конденсатор и для чего он предназначен?
49. Какое физическое явление лежит в основе действия конденсаторов?
50. От чего и как зависит емкость плоского конденсатора?
51. Как вычисляется энергия электрического поля конденсатора?
52. Что такое объемная плотность энергии э. поля и как она зависит от  $E$ ?
53. Зарисуйте схему параллельно соединенных конденсаторов. Чему равно напряжение на каждом из них, заряд? Как вычисляется емкость такой батареи?
54. Аналогично для последовательного соединения.

### Постоянный электрический ток

1. Что такое электрический ток?
2. Какой физический смысл имеет физическая величина называемая «силой тока», как она обозначается, в каких единицах измеряется?
3. Что такое плотность тока?
4. Как связаны сила тока и плотность тока?
5. Условия возникновения электрического тока.
6. «Сопротивление проводника» что характеризует, от чего зависит, как обозначается, в каких единицах измеряется?
7. Что называется удельным сопротивлением проводника и в каких единицах измеряется эта величина?
8. Записать аналитически и представить графически зависимость удельного сопротивления проводника от температуры.
9. В чем заключается явление сверхпроводимости?
10. Сформулируйте и запишите закон Ома для однородного участка цепи.
11. Зарисуйте участок цепи, содержащий резистор, амперметр, вольтметр.
12. Как расширить пределы измерения амперметра (вольтметра)?
13. Зарисуйте схему, состоящую из последовательно соединенных резисторов. Что можно сказать о силе тока, напряжении на каждом из резисторов, как вычисляется общее их сопротивление?
14. Аналогично для параллельного соединения.
15. Найдите напряжение на резисторе 2 Ом (рис.). Напряжение на всем участке 12 В.



16. Найдите ток протекающий через резистор 3 Ом. Ток в неразветвленной части цепи 5 А.
- 2 Ом



3 Ом

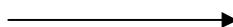
17. Что такое сторонние силы, и какова их роль?
18. Какие величины являются характеристикой источника тока?
19. Каков физический смысл имеет ЭДС источника тока?
20. Сформулируйте и запишите закон Ома для замкнутой цепи?
21. Нарисуйте полную простейшую электрическую цепь.
22. Сформулируйте и запишите математически закон Джоуля-Ленца
23. Чему равна мощность, вырабатываемая источником тока?
24. Как распределяется мощность в цепи постоянного тока?
25. От чего зависит КПД эл. цепи?
26. Что такое «короткое замыкание»?
27. Запишите закон Ома в дифференциальной форме и раскройте его физический смысл.
28. Что такое удельная проводимость среда, и как она связана с удельным сопротивлением?
29. От чего зависит удельная проводимость?
30. Что такое подвижность свободных носителей заряда?
31. Какие частицы являются свободными носителями заряда в металлах?
32. Механизм образования свободных носителей заряда в металлах.
33. Основные положения классической теории электропроводности металлов.
34. Представьте графически вольт-амперную характеристику двух металлических проводников с различными сопротивлениями.
35. Как зависит удельное сопротивление полупроводников (п/п) от температуры?
36. Чем обусловлено широкое применение п/п?
37. Какие химические элементы относятся к п/п?
38. Назовите свободные носители заряда в п/п.
39. Каков механизм образования свободных носителей заряда в п/п.
40. Что такое рекомбинация?
41. Что называется собственной проводимостью п/п?
42. Какие химические элементы представляют собой донорную примесь в 4-х валентных в полупроводниках? Какие частицы являются основными носителями зарядов в п/п с донорной примесью? Как называется такой п/п?
43. Аналогично п/п с акцепторной примесью.
44. Что такое р-п переход, и каким свойством он обладает?
45. Нарисуйте схему прямого подключения диода.
46. Какие вещества называют электролитами?
47. Какие частицы являются носителями свободного заряда в электролитах?

48. Каков механизм образования св. носителей заряда в электролитах?
49. От чего зависит удельная проводимость электролитов?
50. Как зависит сопротивление электролитов от температуры и почему?
51. Что такое электролиз?
52. Сформулируйте и запишите закон электролиза.
53. При каких условиях газ становится проводником?
54. Условие ионизации газа.
55. Какие частицы являются свободными носителями заряда в газах?
56. Как называется электрический ток в газе?
57. Зарисуйте вольт-амперную характеристику газа и опишите процессы, протекающие на каждом из ее участков.
58. Какой разряд называется несамостоятельным?
59. Что такое самостоятельный разряд и при каких условиях он возникает?
60. Что такое электронная эмиссия?
61. Перечислите известные вам виды газовых разрядов.
62. Какое состояние называют техническим вакуумом?
63. Что называется работой выхода электрона из металла?
64. Какие частицы являются свободными носителями заряда в вакууме, и каков механизм их образования?
65. Зарисуйте схему получения тока в вакууме, используя вакуумный диод.
66. Представьте графически вольт-амперную характеристику вакуумного диода и опишите ее особенности.
67. Каким свойством обладает вакуумный диод?
68. каково основное применение вакуумного диода?

### Магнитное поле постоянного тока

1. Магнитное поле.
2. Какая физическая величина является характеристикой магнитного поля, чему она равна, как определяется ее направление, в каких единицах она измеряется?
3. Что такое магнитный момент рамки с током?
4. Как устанавливается рамка с током (магнитная стрелка) в магнитном поле?
5. Определите направление вектора магнитной индукции в точке А магнитного поля, созданного бесконечно длинным прямым проводником с током (рис.).

. А



I

6. Какой характер носит магнитное поле?
7. Что такое линии магнитной индукции, и какими свойствами они обладают?

8. Изобразите графически магнитные поля прямого и кругового проводников с током (рис.).



9. Запишите и сформулируйте принцип суперпозиции для индукции магнитного поля.  
 10. Укажите направление вектора магнитной индукции в точке А. Магнитное поле создано двумя бесконечно длинными проводниками с током.

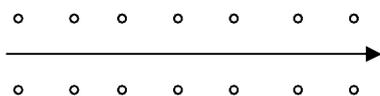
. А



$I_1$

$I_2$

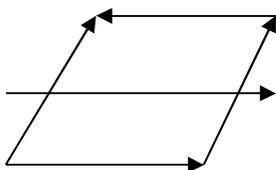
11. Изобразите графически с помощью линий магнитной индукции магнитное поле соленооида и постоянного полосового магнита. Являются ли эти поля однородными?  
 12. Какая физическая величина называется магнитным потоком, и в каких единицах она измеряется? Как определяется знак магнитного потока?  
 13. Что такое сила Ампера и от чего она зависит?  
 14. Определите направление силы Ампера (рис.).



**В**

**I**

15. Чему равна работа сила Ампера?  
 16. Укажите силы, действующие на стороны рамки с током и направление ее поворота (рис.).



17. В каких физических устройствах применяется действие силы Ампера?  
 18. Что такое сила Лоренца и от чего она зависит?

19. Укажите направление силы Лоренца и нарисуйте траекторию движения частицы на следующем рисунке.

**В**  $\vec{A}$

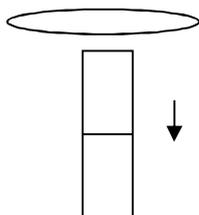
$\cdot \frac{3}{4} \text{ @ } J$

+q

20. Чему равна работа силы Ампера?
21. От чего зависит радиус траектории заряженной частицы?
22. Как изменится траектория частицы, если угол между вектором ее скорости и индукцией магнитного поля будет меньше  $90^\circ$ ?
23. Вещество «намагничивается» - что это значит?
24. Какая физическая величина является характеристикой магнитных свойств вещества, и что она показывает?
25. Какие вещества называются диамагнетиками, и как они влияют м. поле?
26. Какие вещества называются парамагнетикам, и как они влияют на м. поле?
27. Что такое ферромагнетик?
28. Представьте графически зависимость относительной магнитной проницаемости ферромагнетика от индукции внешнего магнитного поля.
29. Зарисуйте кривую перемагничивания ферромагнетика и укажите на ней особые точки.
30. Что такое гистерезис?
31. В чем состоит гипотеза Ампера, объясняющая магнитные свойства вещества?

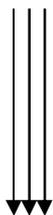
### Электромагнетизм

1. В чем состоит явление электромагнитной индукции?
2. Укажите способы изменения магнитного потока, пронизывающего контур.
3. Сформулируйте и запишите закон электромагнитной индукции Фарадея.
4. Сформулируйте правило Ленца.
5. Укажите направление индукционного тока в контуре (рис.).



6. Укажите причину возникновения индукционного тока в контуре при его движении в постоянном магнитном поле.
7. Какой физический смысл имеет в указанном выше случае ЭДС электромагнитной индукции, какие силы играют роль сторонних сил?
8. Укажите причину возникновения индукционного тока в контуре, который неподвижен и находится в переменном магнитном поле.

9. Какой физический смысл имеет ЭДС электромагнитной индукции в этом случае, и какие силы играют роль сторонних сил?
10. В пространстве существует переменное магнитное поле, изобразите силовые линии наведенного электрического поля (рис.).



~В

11. Опишите физический принцип действия генератора переменного тока.
12. Какой физический смысл имеет физическая величина называемая индуктивностью проводника, и в каких единицах она измеряется?
13. От чего зависит индуктивность проводника любого и соленоида в частности?
14. Как связаны между собой магнитный поток, пронизывающий катушку с током и сила тока?
15. Что такое самоиндукция?
16. Какой физический смысл имеет ЭДС самоиндукции и чему она равна?
17. Какое действие оказывает вихревое электрическое поле на упорядоченно движущиеся при протекании тока электрические заряды?
18. Представьте графически законы изменения во времени силы тока при замыкании (размыкании) цепи постоянного тока.
19. Что такое взаимная индуктивность?
20. Трансформатор- его назначение, конструкция, принцип действия.
21. Что такое коэффициент трансформации?
22. Запишите выражение для расчета энергии магнитного поля.
23. Что представляют собой электромагнитные колебания?
24. Как называется простейшая система для получения электромагнитных колебаний? Зарисуйте соответствующую ей электрическую цепь.
25. Опишите начальное состояние идеального колебательного контура и его состояние в момент  $t=T/4$ .
26. От чего и как зависит период колебаний в контуре?
27. Представьте аналитически законы изменения заряда на конденсаторе и силы тока в контуре  $q(t)$ ,  $i(t)$ .
28. Дайте определение характеристик колебаний: периода, частоты, циклической частоты, амплитуды.
29. Как связаны между собой период и частота?
30. Что такое фаза колебаний, чему она равна и что определяет?
31. Зарисуйте графики зависимостей  $q(t)$ ,  $E(t)$ ,  $i(t)$ ,  $B(t)$ . На графиках укажите период и амплитудные значения соответствующих величин.
32. Чему равен сдвиг фаз между  $q$  и  $i$  ?
33. Сделайте энергетический анализ колебаний в контуре.

34. Чем отличается реальный колебательный контур от идеального? Какие колебания возникают в реальном колебательном контуре?
35. Предложите способ поддержки электромагнитных колебаний.
36. Зарисуйте полную цепь переменного тока и запишите законы  $U(t)$ ,  $i(t)$ .
37. Что такое активное сопротивление цепи переменного тока?
38. Какое значение силы тока называется действующим (эффективным), и как оно связано с амплитудным значением?
39. Чему равен сдвиг фаз между током и напряжением на активном сопротивлении? Ответ проиллюстрируйте векторной диаграммой.
40. От чего и как зависит емкостное сопротивление цепи?
41. Чему равен сдвиг фаз между током и напряжением на емкости? Постройте соответствующую векторную диаграмму.
42. От чего и как зависит индуктивное сопротивление цепи?
43. Чему равен сдвиг фаз между током на напряжение на индуктивности? Ответ проиллюстрируйте векторной диаграммой.
44. Постройте векторную диаграмму для цепи содержащей последовательно соединенные индуктивность, емкость, активное сопротивление.
45. От чего зависит полное сопротивление цепи переменного тока и сдвиг фаз между током и напряжением?
46. От чего зависит мощность цепи переменного тока?
47. Чему равна средняя мощность за период на индуктивном и емкостном сопротивлениях?
48. Что такое резонанс в цепи переменного тока, и при каких условиях он наблюдается?
49. Что представляет собой электромагнитная волна?
50. Гипотеза Максвелла.
51. Какие физические процессы обеспечивают существование электромагнитных волн?
52. Продольными или поперечными являются электромагнитные волны? Как взаимно ориентированы вектора  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{B}$  в волне. Представьте рисунок.
53. От чего как зависит скорость распространения Эл/маг волны?
54. Какими величинами характеризуется периодичность волны во времени и какими периодичность в пространстве?
55. Что называется длиной волны?
56. Как связаны между собой скорость, период и длина волны?
57. Какие из характеристик волны зависят от среды, а какие не зависят?
58. Какие волны называются плоскими монохроматическими?
59. Запишите закон  $E(t)$  для плоской монохроматической волны.
60. Назовите физическую величину характеризующую перенос энергии электромагнитной волной, раскройте ее физический смысл и укажите единицы измерения.
61. При каких условиях электрический заряд становится излучателем электромагнитных волн?

62. Изобразите графически электромагнитное поле вибратора Герца, длина которого равна половине длины волны излучения.

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

### Основные понятия электростатики

#### Вариант 1

##### Часть А

А1. Какая из нижеперечисленных частиц обладает отрицательным зарядом?

- 1) Атом.      2) Электрон.      3) Протон.      4) Нейтрон.

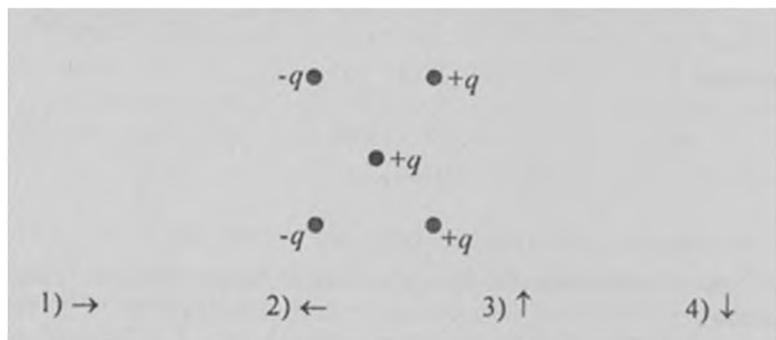
А2. Эбонитовая палочка, потертая о мех, заряжается отрицательно и начинает притягивать легкие кусочки бумаги. Это объясняется тем, что

- 1) кусочки бумаги заряжаются отрицательным зарядом;  
2) кусочки бумаги заряжаются положительным зарядом;  
3) под действием электрического поля на ближнем к палочке кусочке бумаги образуется положительный заряд;  
4) под действием электрического поля на ближнем к палочке кусочке бумаги образуется отрицательный заряд.

А3. Пылинка, имеющая отрицательный заряд  $-e$ , при повышении температуры потеряла один электрон. Каким стал заряд пылинки?

- 1) 0.      2)  $-2e$ .      3)  $+2e$ .      4)  $-e$ .

А4. Как направлена электрическая сила  $F$ , действующая на положительный точечный заряд, помещенный в центр квадрата, в углах которого находятся заряды:  $+q, +q, -q, -q$  (см. рис.)?



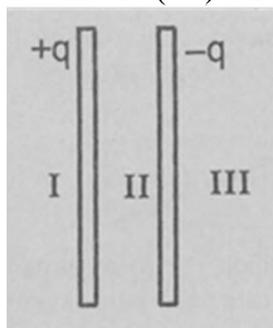
А5. Верно ли утверждение:

Электрическое поле можно обнаружить по его действию на

- А) мелкие кусочки бумаги;  
Б) подвешенный на нити положительно заряженный шарик;  
В) подвешенный на нити отрицательно заряженный шарик.

- 1) Только А.  
2) Только Б.  
3) Только В.  
4) А, Б и В.

А6. Две очень длинные металлические пластины заряжены до зарядов  $+q$  и  $-q$ . В какой(их) области(ях) пространства существует электрическое поле?



- 1) Только I                      3) I и III  
 2) II                                4) Во всех областях пространства

### Часть В

В1. Чему равна масса того количества электронов, суммарный заряд которых равен заряду Земли: Элементарный заряд равен Кл, масса электрона равна: кг. Полученный ответ выразите в миллиграммах (мг) и округлите до целых.

В2. Имеются три одинаковых заряженных шара. Заряды первого и второго из них равны соответственно  $-6$  мкКл и  $8$  мкКл. После того, как эти шары были приведены в контакт, а затем разъединены, один из шаров соприкоснулся с третьим шаром, заряд которого стал равен  $-1$  мкКл. Чему равен первоначальный заряд третьего шара? Ответ выразите в мкКл.

### Часть С

С1\*. Во сколько раз модуль силы электростатического отталкивания двух электронов, находящихся на расстоянии  $r = 1$  м, больше модуля силы гравитационного притяжения этих электронов, находящихся на том же расстоянии?

Гравитационная постоянная  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Нм}^2 / \text{кг}^2$ , заряд электрона  $q = 1,6 \times 10^{-19} \text{ Кл}$ , масса электрона  $m = 9,1 \times 10^{-31} \text{ кг}$ . Сила электростатического взаимодействия заряженных частиц определяется законом Кулона  $F = \kappa \frac{q_1 q_2}{r^2}$ ,

где  $\kappa = 9 \times 10^9 \frac{\text{Н} \times \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$ .

## Вариант 2

### Часть А

А1. Какая из нижеперечисленных частиц обладает положительным зарядом?

- 1) Атом.  
 2) Электрон.  
 3) Протон.  
 4) Нейтрон.

А2. Стеклянная палочка, потертая о шелк, заряжается положительно и начинает притягивать легкие кусочки бумаги. Это объясняется тем, что...

- 1) кусочки бумаги заряжаются отрицательным зарядом;  
 2) кусочки бумаги заряжаются положительным зарядом;

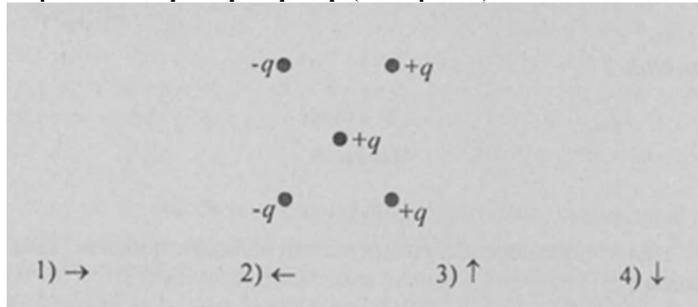
3) под действием электрического поля на ближнем к палочке кусочке бумаги образуется положительный заряд;

4) под действием электрического поля на ближнем к палочке кусочке бумаги образуется отрицательный заряд.

A3. Пылинка, имеющая положительный заряд  $+e$ , при повышении температуры потеряла один электрон. Каким стал заряд пылинки?

- 1) 0.            2)  $-2e$ .            3)  $+2e$ .            4)  $-e$ .

A4. Как направлена электрическая сила  $F$ , действующая на положительный точечный заряд, помещенный в центр квадрата, в углах которого находятся заряды:  $+q, +q, -q, -q$  (см. рис.)?



A5. Верно ли утверждение?

Электрическое поле можно обнаружить по его действию на

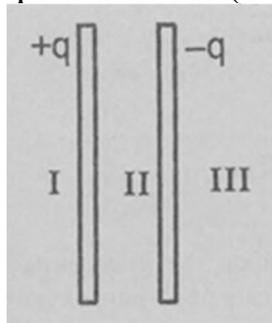
A) мелкие кусочки бумаги;

Б) подвешенный на нити заряженный шарик;

В) постоянный магнит.

- 1) Только А.            2) Только Б.            3) Только В.            4) А и Б.

A6. Две очень длинные металлические пластины заряжены до зарядов  $+q$  и  $-q$ . В какой(их) области(ях) пространства электрического поля нет?



1) Только I.

2) II.

3) I и III.

4) Во всех областях пространства.

### Часть В

B1. Чему равна масса электронов того количества электронов, модуль суммарного заряда которых равен 1 Кл? Элементарный электрический заряд равен Кл, масса электрона равна кг. Полученный ответ выразите в нанограммах(нг) и округлите до двух значащих цифр.

B2. Имеются три одинаковых заряженных шара. Заряды первого и второго из них равны соответственно  $-4$  мкКл и  $6$  мкКл. После того, как эти шары были

приведены в контакт, а затем разъединены, один из шаров соприкоснулся с третьим шаром, заряд которого стал равен  $-3$  мкКл. Чему равен первоначальный заряд третьего шара? Ответ выразите в мкКл.

### Часть С

С1\*. Во сколько раз модуль силы электростатического отталкивания двух протонов, находящихся на расстоянии  $r = 1$  м, больше модуля силы гравитационного притяжения этих протонов, находящихся на том же расстоянии?

Гравитационная постоянная  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Нм}^2 / \text{кг}^2$ , заряд электрона  $q = 1,6 \times 10^{-19}$  Кл, масса протона  $m = 1,6 \times 10^{-27}$  кг. Сила электростатического взаимодействия

заряженных частиц определяется законом Кулона:  $F = \kappa \frac{q_1 q_2}{r^2}$ , где

$$\kappa = 9 \times 10^9 \frac{\text{Н} \times \text{м}^2}{\text{Кл}^2}.$$

## Законы постоянного тока

### Вариант 1

#### Часть А

А1. Как называется электроизмерительный прибор для измерения напряжения на резисторе и как он подключается в электрическую цепь?

- 1) Амперметр, последовательно с резистором.
- 2) Амперметр, параллельно резистору.
- 3) Вольтметр, последовательно с резистором.
- 4) Вольтметр, параллельно резистору.

А2. Электрический ток в металлах создается упорядоченным движением

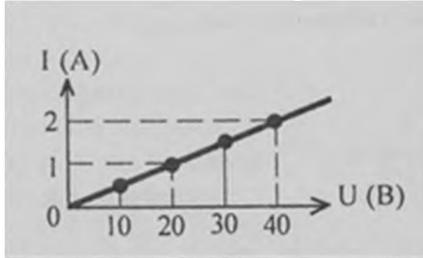
- 1) электронов;
- 2) протонов;
- 3) положительных и отрицательных ионов;
- 4) положительных и отрицательных ионов и электронов.

А3. Напряжение на участке цепи  $9$  В, его электрическое сопротивление  $3$  Ом. Какова сила тока в цепи?

- 1)  $0,33$  А.
- 2)  $3$  А.
- 3)  $27$  А.
- 4)  $0$  А.

А4. На графике приведена зависимость силы тока на участке цепи от приложенного к этому участку напряжения. Чему равна мощность,

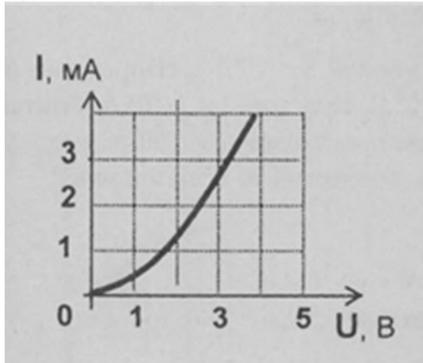
выделяемая на участке, при приложении к нему напряжения 40 В?



- 1) 20 Вт.
- 2) 40 Вт.
- 3) 80 Вт.
- 4) 0,05 Вт.

A5. На рисунке показан график зависимости силы тока через резистор от напряжения на нем. Сопротивление резистора при увеличении напряжения

- 1) уменьшалось;
- 2) увеличивалось;
- 3) не изменялось;
- 4) сначала увеличивалось, затем уменьшалось.

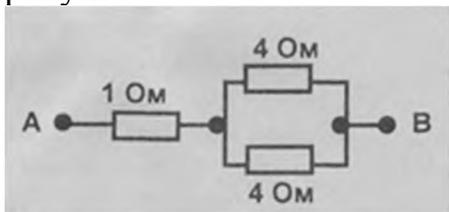


A6. Как изменится сила тока, протекающего через проводник, если увеличить в 2 раза напряжение на его концах, а длину проводника уменьшить в 2 раза?

- 1) Не изменится.
- 2) Увеличится в 2 раза.
- 3) Уменьшится в 4 раза.
- 4) Увеличится в 4 раза.

### Часть B

B1. Рассчитайте сопротивление электрической цепи, представленной на рисунке.



B2. Какое количество теплоты выделяется в проводнике, электрическое сопротивление которого равно 5 Ом, за 4 с при силе тока в цепи 3 А?

### Часть С

С1. Средняя продолжительность молнии  $t = 0,001$  с. Напряжение на ее концах примите равным  $U = 109$  В, силу тока  $I = A$ . Считая, что в атмосфере Земли в среднем происходит  $n = 100$  разрядов/с, рассчитайте годовой расход электроэнергии во всех молниях.

### Вариант 2

#### Часть А

А1. Как называется электроизмерительный прибор для измерения силы тока через резистор и как он подключается в электрическую цепь?

- 1) Амперметр, последовательно с резистором.
- 2) Амперметр, параллельно резистору.
- 3) Вольтметр, последовательно с резистором.
- 4) Вольтметр, параллельно резистору.

А2. Электрический ток в растворах электролитов создается упорядоченным движением

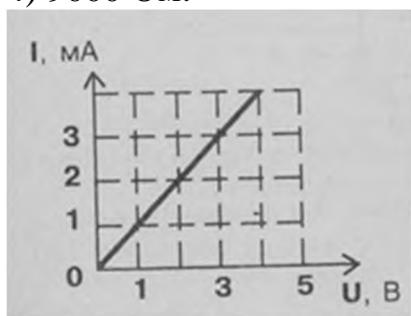
- 1) электронов;
- 2) протонов;
- 3) положительных и отрицательных ионов;
- 4) положительных и отрицательных ионов и электронов.

А3. Напряжение на участке цепи 4 В, его электрическое сопротивление 2 Ом. Какова сила тока в цепи?

- 1) 0,5 А.
- 2) 2 А.
- 3) 8 А.
- 4) 0 А.

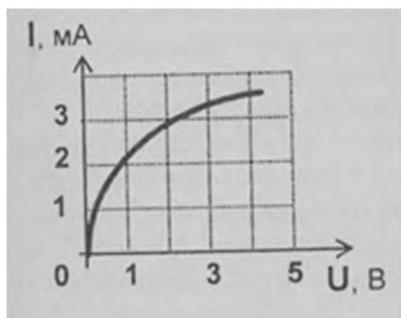
А4. На графике представлена зависимость силы тока в проводнике от напряжения на нем. Определите по графику сопротивление проводника.

- 1) 1 Ом.
- 2) 9 Ом.
- 3) 1000 Ом.
- 4) 9000 Ом.



А5. На рисунке показан график зависимости силы тока через резистор от напряжения на нем. Как изменялось сопротивление резистора по мере увеличения напряжения?

- 1) Уменьшалось.
- 2) Увеличивалось.
- 3) Не изменялось.
- 4) Сначала увеличивалось, затем уменьшалось.

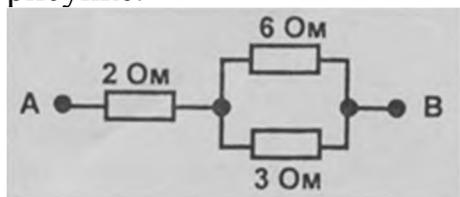


А6. Как изменится сила тока, протекающего через проводник, если уменьшить в 2 раза напряжение на его концах, а длину проводника увеличить в 2 раза?

- 1) Уменьшится в 2 раза.
- 2) Не изменится.
- 3) Уменьшится в 4 раза.
- 4) Увеличится в 4 раза.

### Часть В

В1. Рассчитайте сопротивление электрической цепи, представленной на рисунке.



В2. Какое количество теплоты выделяется в проводнике с электрическим сопротивлением 10 Ом за 5 с при силе тока в цепи 2 А?

### Часть С

С1. Рассчитайте массу воды, которая должна пройти через плотину гидроэлектростанции высотой  $H=20$  м, чтобы обеспечить электроэнергией в течение одного часа дом, потребляющей мощность  $P=30$  кВт. КПД электростанции примите равной  $h = 30\%$ .

## Электромагнитные явления

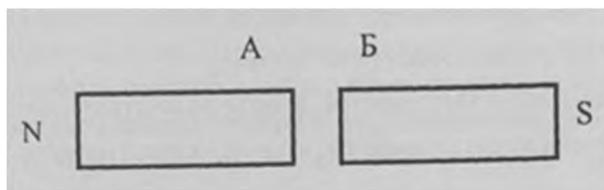
### Вариант 1

#### Часть А

А1. На каком действии тока основано устройство школьных гальванометров, амперметров и вольтметров?

- 1) Химическом.
- 2) Магнитном.
- 3) Тепловом.
- 4) Механическом.

А2. Если стальной полосовой магнит распилить пополам, то каким магнитным полюсом будет обладать конец А?



- 1) Северным.
- 2) Южным.
- 3) Конец А будет размагниченным.
- 4) Может быть северным, а может быть южным в зависимости от условий опыта.

А3. Два параллельных провода, по которым протекают токи в одном направлении

- 1) притягиваются;
- 2) отталкиваются;
- 3) не взаимодействуют;
- 4) сначала притягиваются, затем отталкиваются.

А4. Катушка замкнута на гальванометр. В каких из перечисленных ниже случаях в катушке возникает электрический ток?

- А. В катушку вдвигают полосовой постоянный магнит.
- Б. Катушку надевают на полосовой постоянный магнит.

- 1) Только А.
- 2) Только Б.
- 3) В обоих случаях.
- 4) Ни в одном из перечисленных случаев.

А5. Постоянный магнит выдвигают из алюминиевого кольца, подвешенного на нити: первый раз северным полюсом, второй - южным полюсом. При этом алюминиевое кольцо

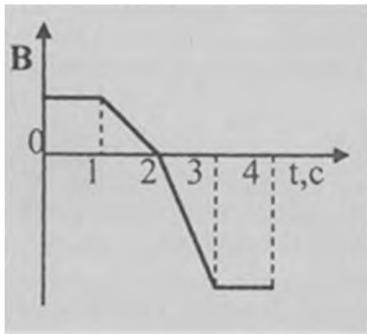
- 1) оба раза притягивается магнитом;
- 2) оба раза отталкивается от магнита;
- 3) первый раз притягивается, второй раз - отталкивается;
- 4) первый раз отталкивается, второй - притягивается.

А6. В каких технических объектах используется явление возникновения индукционного тока?

- 1) Электромагнит в подъемном кране.
- 2) Электродвигатель.
- 3) Электрогенератор.
- 4) Амперметр.

### *Часть В*

В1. Виток провода находится в магнитном поле и своими концами замкнут на амперметр. Значение проекции магнитной индукции поля меняется с течением времени согласно графику на рисунке. В какой промежуток времени отклонение стрелки амперметра будет максимальным?



B2. С какой частотой происходят колебания в электромагнитной волне, если ее длина равна 25 м? Скорость распространения электромагнитной волны примите равной м/с. Ответ выразите в мегагерцах (МГц).

### Часть С

C1\*. Электрон, получивший скорость в электростатическом поле напряжением  $U = 2000$  В, влетает в однородное магнитное поле и движется в нем по дуге окружности радиуса  $R = 1$  м в плоскости, перпендикулярной вектору индукции магнитного поля  $B$ . Чему равен модуль индукции магнитного поля?

Заряд электрона равен  $q = 1,6 \times 10^{-19}$  Кл, масса электрона  $m = 9,1 \times 10^{-31}$  кг. Сила, с которой магнитное поле действует на движущуюся в магнитном поле заряженную частицу со скоростью перпендикулярной вектору индукции магнитного поля, равна  $F = qvB$ .

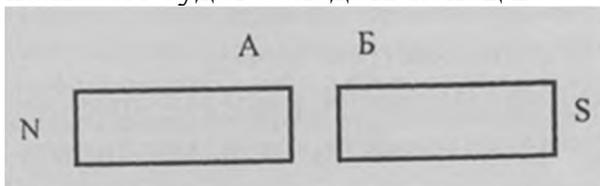
## Вариант 2

### Часть А

A1. Какое действие тока сопровождает прохождение тока через любые среды?

- 1) Тепловое.
- 2) Магнитное.
- 3) Химическое.
- 4) Механическое.

A2. Если стальной полосовой магнит распилить пополам, то каким магнитным полюсом будет обладать конец Б?



- 1) Северным.
- 2) Южным.
- 3) Конец Б будет размагниченным.
- 4) Может быть северным, а может быть южным в зависимости от условий опыта.

A3. Два параллельных провода, по которым протекают токи в противоположных направлениях

- 1) притягиваются;
- 2) отталкиваются;

3) не взаимодействуют;

4) сначала притягиваются, затем отталкиваются.

A4. Какой из ниже перечисленных процессов объясняется явлением электромагнитной индукции?

1) Отклонение магнитной стрелки при прохождении по проводу электрического тока.

2) Взаимодействие двух проводов с током.

3) Появление тока в замкнутой катушке при опускании в нее постоянного магнита.

4) Возникновение силы, действующей на проводник с током.

A5. Постоянный магнит вдвигают в алюминиевое кольцо, подвешенное на нити: первый раз северным полюсом, второй - южным полюсом. При этом алюминиевое кольцо

1) оба раза притягивается магнитом;

2) оба раза отталкивается от магнита;

3) первый раз притягивается, второй раз - отталкивается;

4) первый раз отталкивается, второй - притягивается.

A6. В каких технических объектах используется явление движения проводника, по которому протекает электрический ток, помещенного в магнитное поле?

1) Электромагнит в подъемном кране.

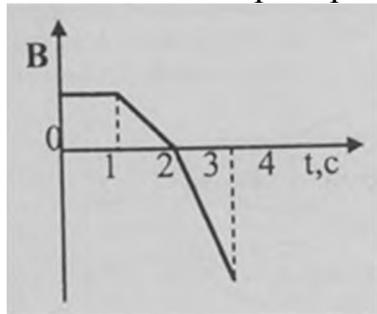
2) Электродвигатель.

3) Электродвигатель.

4) МГД-генератор.

### Часть B

B1. Виток провода находится в магнитном поле и своими концами замкнут на амперметр. Значение проекции магнитной индукции поля меняется с течением времени согласно графику на рисунке. В какой промежуток времени показания амперметра будут равны нулю?



B2. Чему равна длина электромагнитной волны, если частота колебаний равна 15 МГц? Скорость распространения электромагнитной волны примите равной м/с.

### Часть C

C1\*. Электрон, получивший скорость  $v$  в электростатическом поле напряжением  $U = 2000$  В, влетает в однородное магнитное поле с индукцией  $B$

$=1,5 \times 10^{-4}$  Тл и движется в нем по дуге окружности в плоскости, перпендикулярной вектору индукции магнитного поля. Чему равен радиус этой окружности?

Заряд электрона  $q = 1,6 \times 10^{-19}$  Кл, масса электрона  $m = 9,1 \times 10^{-31}$  кг. Сила, с которой магнитное поле действует на движущуюся в магнитном поле заряженную частицу со скоростью перпендикулярной вектору индукции магнитного поля, равна:  $F = qvB$ .

## Контрольные работы

### Электростатика

#### Вариант 1

1. В основании равностороннего треугольника со стороной  $a$  находятся заряды по  $+q$  каждый, а в вершине заряд  $+2q$ . Найти напряженность поля в центре треугольника.
2. С каким начальным ускорением будет двигаться тело, помещенное в центр описанного в задаче 1 треугольника, если оно имеет заряд  $q$  и массу  $m$ ?
3. Электрон, двигаясь под действием электрического поля изменил свою скорость с 30 до 10 Мм/с. Чему равна разность потенциалов между начальной и конечной точками перемещения? Решение иллюстрируйте рисунком, на котором укажите направления вектора скорости, действующей на него силы и напряженности поля. Отметьте точку высокого потенциала.
4. Как изменится энергия и плотность энергии электрического поля заряженного плоского конденсатора, если его погрузить в керосин? Диэлектрическая проницаемость керосина 2.1.

#### Вариант 2

1. В вершинах правильного шестиугольника со стороной  $a$  помещены друг за другом заряды  $+q, +q, +q, -q, -q, -q$ . Найти напряженность поля в центре шестиугольника.
2. Определите силу, действующую на заряд  $Q$ , помещенный в центр описанного в задаче 1 шестиугольника. Как направлена эта сила?
3. При радиоактивном распаде из ядра атома полония вылетает альфа-частица со скоростью  $1,6 \cdot 10^9$  см/с. Найдите разность потенциалов электрического поля, в котором можно разогнать покоящуюся альфа-частицу до указанной скорости. Какова должна быть напряженность однородного электрического поля, способного осуществить такой разгон на расстоянии 0,5 м?
4. Как изменится энергия и плотность энергии электрического поля плоского конденсатора, если, не отключая его от источника тока, увеличить расстояние между пластинами в 2 раза?

#### Вариант 3

1. Каков вектор напряженности электрического поля в центре квадрата со стороной  $a$ , если в его вершинах расположены заряды  $+q, -2q, +2q, -q$ ?

2. Определите величину и направление силы, действующей на заряд  $-Q$ , помещенный в центр описанного в задаче 1 квадрата.
3. В однородном электрическом поле напряженностью  $100 \text{ кВ/м}$  под углом  $60^\circ$  к силовой линии перемещается заряд. Чему равна разность потенциалов между начальной и конечной точками перемещения, если модуль вектора перемещения равен  $20 \text{ см}$ ? На сколько изменится потенциальная энергия заряда после его перемещения? Заряд отрицательный  $-5 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$ . Решение иллюстрируйте рисунком, на котором укажите векторы напряженности поля, перемещения и действующей силы. Отметьте точку с высоким потенциалом.
4. Как изменится энергия и плотность энергии электрического поля плоского конденсатора, подключенного к источнику тока, если между обкладками ввести пластину из стекла. Толщина пластины в точности равна зазору между обкладками конденсатора. Относительная диэлектрическая проницаемость стекла  $7$ .

#### Вариант 4

1. Найти напряженность электрического поля в центре правильного шестиугольника со стороной  $a$ , если в его вершинах расположены заряды  $+q, +2q, -q, -2q, +q, -q$ .
2. С каким начальным ускорением будет двигаться тело, помещенное в центр описанного в задаче 1 шестиугольника, если оно имеет заряд  $Q$  и массу  $m$ ?
3. Найдите скорость электрона, прошедшего разность потенциалов  $1000 \text{ В}$ . Масса электрона  $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$ . Какова напряженность ускоряющего однородного поля, если расстояние между электродами равно  $1 \text{ см}$ ? Решение иллюстрируйте рисунком, на котором укажите направления векторов скорости электрона, действующей на него силы и напряженности электрического поля. Укажите точку с более высоким потенциалом. Начальная скорость электрона равна нулю.
4. Как изменится энергия и плотность энергии электрического поля плоского конденсатора, если, не изменяя расстояния между пластинами, сдвинуть их таким образом, чтобы площадь перекрытия уменьшилась вдвое?

#### Вариант 5

1. Найти напряженность электрического поля в точке, лежащей посередине между точечными зарядами  $8 \cdot 10^{-9}$  и  $-6 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$ . Расстояние между зарядами  $10 \text{ см}$ . Заряды находятся в вакууме.
2. С каким ускорением начнет двигаться тело массой  $0,01 \text{ г}$ , помещенное в указанную в задаче 1 точку, если его заряд  $-10 \text{ мкКл}$ ? Действие силы тяжести не учитывать.
3. Альфа-частица вылетает из ядра радия со скоростью  $2 \cdot 10^7 \text{ м/с}$  и попадает в однородное электрическое поле, силовые линии которого направлены против вектора скорости частицы. Какую разность потенциалов должна пройти частица до остановки? Какое расстояние пройдет альфа-частица, если напряженность поля равна  $10 \text{ МВ/м}$ ? Масса альфа-частицы  $6,7 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ , ее заряд  $2e$ . Решение иллюстрируйте рисунком, на котором изобразите векторы

действующей на альфа-частицу силы, ее скорости и напряженности Эл. поля. Отметьте точку высокого потенциала.

4. Заряженный конденсатор емкостью  $C_1$  подключили параллельно к незаряженному конденсатору емкостью  $C_2 = 4$  мкФ. При этом напряжение на батарее конденсаторов стало равно 100В, а ее энергия  $2,5 \cdot 10^{-2}$  Дж. Определите емкость конденсатора  $C_1$ .

### Вариант 6

1. В основании равностороннего треугольника со стороной  $a$  находятся заряды по  $-q$  каждый, а в вершине заряд  $+q$ . Найти напряженность эл. поля в центре треугольника.

2. Определите величину и направление силы, действующей на заряд  $Q$ , помещенный в центр треугольника описанного в задаче 1.

3. Электрон переместился в ускоряющем электрическом поле из точки с потенциалом 200 В в точку с потенциалом 300 В. Найдите кинетическую энергию электрона и приобретенную им скорость. Начальную скорость электрона считайте равной нулю. Какова напряженность поля, если оно однородное, а расстояние между точками с указанными потенциалами 1 см? Решение иллюстрируйте рисунком, указав на нем векторы напряженности, действующей на электрон силы и скорости. Вблизи точек укажите их потенциалы.

4. Как изменится энергия и плотность энергии электрического поля плоского конденсатора подключенного к источнику тока, если уменьшить расстояние между его обкладками в 2 раза?

### Вариант 7

1. Два заряда, один из которых по модулю в 4 раза больше другого, расположены на расстоянии  $r$  друг от друга. В какой точке поля напряженность равна нулю, если заряды одноименные?

2. С каким начальным ускорением будет двигаться тело, помещенное в найденную в задаче 1 точку, если оно имеет заряд  $Q$  и массу  $m$ ?

3. Шарик массой 1 г и зарядом  $10^{-8}$  Кл в отсутствие поля тяготения перемещается из точки А, потенциал которой равен 600 В, в точку В, потенциал которой равен нулю. Чему было равна его скорость в точке А, если в точке В она стала равной 20 см/с? Какова напряженность электрического поля в котором движется шарик, если оно однородное, а расстояние между точками А В равно 10 см. На чертеже укажите направления векторов скорости действующей на шарик силы, потенциалы точек и направление вектора напряженности электрического поля.

4. Плоский воздушный конденсатор, подключенный к аккумулятору, заряжен до разности потенциалов  $U$ . Какой заряд пройдет через источник при увеличении расстояния между пластинами в  $k$  раз?

### Вариант 8

1. В вершинах правильного шестиугольника со стороной  $a$  помещены друг за другом заряды  $+q, -q, +q, +q, -q, +q$ . Найдите напряженность поля в центре шестиугольника.
2. Определите силу, действующую на заряд  $Q$ , помещенный в центр описанного в задаче шестиугольника. Как будет направлена эта сила?
3. В однородном электрическом поле напряженностью  $200 \text{ кВ/м}$  под углом  $60^\circ$  к силовой линии перемещается заряд. Чему равна разность потенциалов между начальной и конечной точками перемещения, если модуль вектора перемещения равен  $10 \text{ см}$ ? На сколько изменится потенциальная энергия заряда после его перемещения? Заряд положительный  $5 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$ .
4. Энергия плоского воздушного конденсатора, отключенного от источника тока равна  $W$ . Какую работу надо совершить, чтобы увеличить расстояние между пластинами конденсатора в  $k$  раз?

### Вариант 9

1. Два заряда, один из которых по модулю в 4 раза больше другого, расположены на расстоянии  $a$  друг от друга. В какой точке поля напряженность равна нулю, если заряды разноименные?
2. Как будет вести себя тело массой  $m$ , зарядом  $-Q$ , если его поместить в точку найденную в задаче 1?
3. Электрон, двигаясь под действием электрического поля изменил свою скорость с  $10$  до  $50 \text{ Мм/с}$ . Чему равна разность потенциалов между начальной и конечной точками перемещения? На каком расстоянии произошло указанное изменение скорости, если напряженность поля  $10^5 \text{ В/м}$ ? Решение иллюстрируйте рисунком, на котором укажите направления векторов скорости электрона, действующей на него силы и напряженности поля. Укажите точку высокого потенциала.
4. Заряженный конденсатор емкостью  $C_1 = 4 \text{ мкФ}$  подключили параллельно к незаряженному конденсатору емкостью  $C_2$ . При этом напряжение на батарее конденсаторов стало равным  $200 \text{ В}$ , а ее энергия  $0,1 \text{ Дж}$ . Определите емкость конденсатора  $C_2$ .

### Вариант 10

1. В основании равностороннего треугольника со стороной  $a$  находятся заряды по  $+q$  каждый, а в вершине  $+2q$ . Найти напряженность поля в центре треугольника.
2. С каким начальным ускорением будет двигаться тело, помещенное в центр описанного в задаче 1 треугольника?
3. Определить потенциал поля, создаваемого двумя точечными зарядами  $q_1 = 5 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$  и  $q_2 = -4 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$ , находящимися в вершинах  $A$  и  $B$  треугольника  $ABC$ , в его третьей вершине  $C$ .  $AB = 30 \text{ см}$ ,  $BC = 40 \text{ см}$ ,  $AC = 50 \text{ см}$ .
4. Плоский воздушный конденсатор емкостью  $C$  подсоединен к источнику тока, который поддерживает разность потенциалов между обкладками, равную  $U$ . Какой заряд пройдет через источник при заполнении конденсатора диэлектриком в диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$ .

## **Постоянный ток**

### **Вариант 1**

1. К сети с напряжением 120 В присоединяются два сопротивления. При их последовательном соединении ток равен 3 А, а при параллельном суммарный ток равен 16 А. Чему равны сопротивления?
2. Определите внутреннее сопротивление и ЭДС аккумулятора, если известно, что при замыкании на внешнее сопротивление 1 Ом напряжение на его зажимах оказалось равным 2 В, а при замыкании на сопротивление 2 Ома напряжение на зажимах 2,4 В. Сопротивлением подводящих проводов пренебречь.
3. Электроплитка с открытой спиралью рассчитана на некоторую мощность при напряжении 220 В. Как надо изменить включение нагревательной спирали, чтобы ее можно было эксплуатировать при напряжении 110 В?

### **Вариант 2**

1. Два проводника, соединенные последовательно, имеют сопротивление в 6,25 раза больше, чем при их параллельном соединении. Найти во сколько раз сопротивление одного проводника больше сопротивления другого.
2. Электродвижущая сила элемента 6 В. При внешнем сопротивлении равном 1,1 Ома, сила тока в цепи равна 3 А. Найти падение напряжения внутри элемента и его внутреннее сопротивление. С каким КПД работает элемент?
3. Две электрические лампочки включены в сеть параллельно. Сопротивление первой 360 Ом, второй 240 Ом. Какая из лампочек поглощает большую мощность и во сколько раз?

### **Вариант 3**

1. Имеется прибор с ценой деления  $n=1$  мкА. Шкала прибора имеет 100 делений, сопротивление прибора 1 кОм. Как из этого прибора сделать вольтметр для измерения напряжения до 100 В?
2. Элемент, реостат и амперметр включены последовательно. Элемент имеет ЭДС 2 В и внутреннее сопротивление 0,4 Ома. Амперметр показывает силу тока 1 А. С каким КПД работает элемент?
3. Можно ли включить в сеть с напряжением 220 В последовательно две лампы, рассчитанные на напряжение 110 В: а) одинаковой мощности; б) разной мощности? Каково будет распределение напряжения в обоих случаях?

### **Вариант 4**

1. Имеется прибор с ценой деления  $n=1$  мкА. Шкала прибора имеет 100 делений, сопротивление прибора 1 кОм. Как из этого прибора сделать амперметр для измерения силы тока до 1А?
2. Какую долю ЭДС элемента составляет разность потенциалов на его концах, если сопротивление элемента в 10 раз меньше внешнего сопротивления? Чему равен КПД элемента в этом случае?

3. В сеть с напряжением 120 В включены три одинаковые лампочки: две параллельно, третья последовательно. Начертите схему включения и определите напряжение на каждой из ламп. В какой из них выделяется большая мощность?

#### Вариант 5

1. Электрическая лампочка с вольфрамовой нитью включена в цепь низкого напряжения при температуре  $25^{\circ}\text{C}$ . При этом вольтметр показывает 10 мВ, а амперметр 4 мА. В рабочем состоянии напряжение на зажимах лампочки 120 В, а сила тока 4 А. Определите температуру вольфрамовой нити в рабочем состоянии. Температурный коэффициент сопротивления вольфрама  $0,0042\text{ K}^{-1}$ .
2. Электродвижущая сила элемента 1,6 В, а внутреннее сопротивление 0,5 Ом. Чему равен КПД элемента при силе тока 2,4 А?
3. Имеется три электрические лампочки рассчитанные на 110 В мощностью 150, 75 и 17 Вт. Определите сопротивление нитей накала этих лампочек в рабочем режиме и нарисуйте схему их одновременного включения в сеть с напряжением 220 В таким образом, чтобы все они горели нормальным накалом. Определите силу тока через каждую лампочку и в подводящих проводах.

#### Вариант 6

1. Два тонких медных проводника одинаковой длины  $l$  соединены последовательно. Диаметр первого равен  $d_1$ , второго –  $d_2$ . Определите отношение напряженности электрического поля первого проводника к напряженности поля второго проводника  $E_1 / E_2$  при протекании по ним тока.
2. Элемент с ЭДС 2 В имеет внутреннее сопротивление 0,5 Ом. Определите падение напряжения внутри элемента при силе тока 0,25 А. Найдите внешнее сопротивление цепи и КПД элемента с этом случае.
3. Электромотор включен в сеть постоянного тока напряжением 220 В. Сопротивление обмотки мотора 2 Ома. Сила потребляемого тока 10 А. Найти потребляемую мощность и КПД мотора.

#### Вариант 7

1. Какое дополнительное сопротивление и как нужно подключить к вольтметру с сопротивлением 1 кОм для расширения его пределов измерения в 10 раз?
2. При замыкании источника тока на внешнее сопротивление 4 Ом в цепи протекает ток 0,3 А, а при замыкании на сопротивление 7 Ом протекает ток 0,2 А. Определите ток короткого замыкания этого источника.
3. Две лампы с одинаковым сопротивлением 5 Ом каждая включены последовательно в сеть с напряжением 12 В. Какова электрическая мощность одной лампы?

#### Вариант 8

1. Последовательно соединены  $n$  равных сопротивлений. Во сколько раз изменится сопротивление цепи, если их соединить параллельно?

2. ЭДС источника тока 8 В, а его внутреннее сопротивление  $1/8$  Ом. К источнику подключены параллельно два сопротивления 1, Ом и 0,5 Ом. Чему равен полный ток в цепи?

3. Определите ток короткого замыкания для источника, который при токе в цепи 10 А имеет полезную мощность 500 Вт, а при токе 5 А – мощность 375 Вт.

### Вариант 9

1. Имеется предназначенный для измерения напряжения до 30 В вольтметр сопротивлением 2000 Ом. Какое добавочное сопротивление надо включить, чтобы этим вольтметром можно было измерять напряжение до 75 В?

2. Какова электродвижущая сила элемента, если при измерении напряжения на его зажимах вольтметром с сопротивлением 20 Ом мы получаем 1,37 В, а при замыкании элемента на внешнее сопротивление 10 Ом получаем ток 0,132 А?

3. Проводник цилиндрической формы длиной  $l$  и диаметром  $d$  был подключен к источнику тока. При этом на нем выделилась мощность  $P$ . Затем к этому же источнику был подключен цилиндрический проводник из того же материала, что и первый, но длиной  $l_1=4l$  и диаметром  $d_1=2d$ , Определите какая мощность  $P_1$  выделилась на этом проводнике.

### Вариант 10

1. Четыре одинаковых сопротивления соединяют различными способами.

Сколько возможных способов соединения? Начертить их схемы. Определить эквивалентное сопротивление во всех случаях.

2. Определить внутреннее сопротивление аккумулятора, если известно, что при замыкании его на внешнее сопротивление 1 Ом напряжение на зажимах аккумулятора 2 В, а при замыкании на сопротивление 2 Ома напряжение на зажимах 2,4 В.

3. К аккумулятору с внутренним сопротивлением 2 Ома подключен потребитель с сопротивлением 10 Ом. Затем параллельно с первым потребителем подключили второй такой же. Найдите отношение мощностей потребляемых в обоих случаях.

## Магнетизм и электромагнетизм

### Вариант 1

1. На рисунке изображено сечение двух бесконечно длинных прямолинейных проводников с током. Расстояние между проводниками 5 см. Сила тока  $I_1 = 10$  А,  $I_2 = 20$  А. Найдите индукцию магнитного поля в точке Р, расположенной на расстоянии 3 см от первого проводника.

$$P \cdot \quad \ddot{A} I_1 \quad \cdot I_2$$

2. Прямолинейный проводник длиной 1 м движется со скоростью 5 м/с перпендикулярно к силовым линиям однородного магнитного поля. Определите величину индукции магнитного поля, если на концах проводника возникает разность потенциалов 0,02 В.

3. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 500 пФ и катушки с индуктивностью 8 мГн. Найдите амплитуду колебаний силы тока

$I_m$ , если амплитуда колебаний напряжения на конденсаторе  $U_m=500$  В. Запишите законы изменения силы тока и напряжения с течением времени  $i(t)$ ,  $u(t)$ .

### Вариант 2

1. В однородном магнитном поле с индукцией 10 Тл находится проводник длиной 10 см (рис.). По проводнику течет ток 20 А. Какую работу надо совершить, чтобы переместить равномерно проводник вниз на расстояние 10 см? Линии магнитной индукции перпендикулярны к направлению перемещения. Силой тяжести пренебречь.

$$B \ddot{A} \quad \textcircled{R} I$$

2. В однородном магнитном поле расположен виток, площадь которого равна  $50 \text{ см}^2$ . Нормаль к плоскости витка составляет с направлением магнитного поля угол  $60^\circ$ . Чему равна ЭДС индукции, возникающая в витке при выключении поля, если начальная индукция магнитного поля равна 0,2 Тл, и оно падает равномерно до нуля за время 0,02с?

3. В колебательном контуре индуктивность катушки равна 0,1 Гн, а амплитуда колебаний силы тока 50 мА. Найдите энергию электрического поля конденсатора в тот момент, когда мгновенное значение силы тока в 2 раза меньше амплитудного. Чему равно амплитудное значение напряжения на конденсаторе?

### Вариант 3

1. Определите период обращения протона, движущегося в магнитном поле с индукцией 1 Тл. Вектор скорости протона перпендикулярен силовым линиям магнитного поля. Решение иллюстрируйте чертежом.

2. Кусок провода длиной 2 м складывается вдвое, и его концы замыкаются. Затем провод растягивается в квадрат таким образом, что его плоскость оказывается перпендикулярной горизонтальной составляющей индукции магнитного поля Земли, равной  $2 \cdot 10^{-5}$  Тл. Какое количество электричества пройдет через контур, если его сопротивление 1 Ом?

3. В колебательном контуре, состоящем из емкости 1 мкФ и индуктивности 0,04 Гн, амплитуда напряжения на конденсаторе 100 В. Найдите амплитуду тока и мгновенное значение силы тока в момент, когда напряжение на конденсаторе равно 80 В.

### Вариант 4

1. Два круговых витка расположены в двух взаимно-перпендикулярных плоскостях так, что центры этих витков совпадают. Радиус каждого витка 2 см. По виткам текут одинаковые токи, равные 5 А. Найдите индукцию магнитного поля в центре этих витков.

2. Определите индуктивность катушки, если при изменении силы тока в ней от 0 до 5 А за время 2 с возникает ЭДС самоиндукции 1 В.

3. Через какое время (в долях периода) на конденсаторе идеального колебательного контура будет заряд, равный половине амплитудного значения? Какую часть амплитудного значения составит в этот момент сила тока в катушке?

### Вариант 5

1. Протон и электрон, ускоренные одинаковой разностью потенциалов, влетают в однородное магнитное поле. Во сколько раз радиус кривизны траектории протона больше радиуса кривизны траектории электрона? Решение иллюстрируйте чертежом.
2. Рамка площадью  $100 \text{ см}^2$  из провода с сопротивлением  $0,01 \text{ Ом}$  равномерно вращается в однородном магнитном поле с индукцией  $0,05 \text{ Тл}$ . Ось вращения рамки перпендикулярна к линиям магнитной индукции. Определите, какой заряд пройдет через рамку, если она повернется так, что угол между нормалью к ее плоскости и индукцией магнитного поля изменится от  $30^\circ$  до  $60^\circ$ .
3. Конденсатор емкостью  $2 \text{ мкФ}$ , катушка с индуктивностью  $0,05 \text{ Гн}$  и активным сопротивлением  $10 \text{ Ом}$  соединены последовательно и подключены к генератору переменной частоты. При какой частоте сила тока в цепи будет максимальной? Чему она будет равна, если напряжение на выходе генератора  $10 \text{ В}$ ?

### Вариант 6

1. Найдите кинетическую энергию протона, движущегося по дуге окружности радиусом  $60 \text{ см}$ , в магнитном поле, индукция которого  $1 \text{ Тл}$ . Решение иллюстрируйте чертежом.
2. Определите разность потенциалов, возникающую на концах вертикальной автомобильной антенны длиной  $1 \text{ м}$  при движении автомобиля с востока на запад в магнитном поле Земли со скоростью  $20 \text{ м/с}$ . Горизонтальная составляющая земного магнитного поля  $20 \text{ мкТл}$ .
3. Активное сопротивление и емкость соединены последовательно и подключены к генератору промышленной частоты. Напряжение на выходе генератора  $100 \text{ В}$ , ток в цепи  $1 \text{ А}$ , сдвиг фаз между током и напряжением  $60^\circ$ . Определите величины активного сопротивления и емкости. Решение обоснуйте с помощью векторной диаграммы.

### Вариант 7

1. На рисунке изображено сечение двух бесконечно длинных проводников с током. Расстояние между проводниками  $6 \text{ см}$ . Сила тока  $I_1=10 \text{ А}$ ,  $I_2=15 \text{ А}$ . Найдите индукцию магнитного поля в точке Р, лежащей посередине между проводниками.

$$I_1 \text{ Ä} \quad \cdot \text{ P} \quad \text{Ä} I_2$$

2. Цилиндрическая катушка диаметром  $10 \text{ см}$ , на которую намотано  $500$  витков провода, находится в магнитном поле. Чему равно среднее значение ЭДС индукции в этой катушке, если индукция магнитного поля равномерно увеличивается в течение  $0,1 \text{ с}$  от  $0$  до  $0,02 \text{ Тл}$ ?
3. При каком значении напряжения на конденсаторе идеального колебательного контура (в долях  $u/U_m$ ), и через сколько времени энергия электрического поля будет в  $3$  раза отличаться от энергии магнитного поля?

### Вариант 8

1. Какую ускоряющую разность потенциалов должны пройти электроны, чтобы в поперечном магнитном поле индукцией  $2 \cdot 10^{-3}$  Тл описать окружность радиусом 0,02 м?
2. Определить ЭДС самоиндукции в неподвижной катушке, в которой за время 0,2 с энергия магнитного поля катушки уменьшилась в 4 раза. Индуктивность катушки 0,16 Гн. Первоначальный ток в катушке 8А.
3. Идеальный колебательный контур с конденсатором емкостью 1мкФ настроен на частоту 400 Гц. Если параллельно этому конденсатору подключить второй конденсатор, то частота колебаний в контуре становится равной 200 Гц. Определите емкость второго конденсатора.

### Вариант 9

1. Две частицы с одинаковыми зарядами и отношением масс  $m_1/m_2 = 2$  влетели в однородные магнитные поля, векторы индукции которых перпендикулярны их скоростям: первая в поле с индукцией  $B_1$ , вторая – в поле с индукцией  $B_2$ . Определите отношение кинетических энергий частиц, если радиусы их траекторий одинаковы, а отношение модулей индукций  $B_2/B_1 = 2$ .
2. В однородном магнитном поле с частотой 35 Гц вращается прямоугольная рамка. Ось вращения рамки перпендикулярна линиям магнитной индукции. Максимальная, индуцируемая в рамке ЭДС равна 7 В. Определите максимальный поток магнитной индукции  $\Phi_m$ , пронизывающий рамку.
3. Чему равен период электромагнитных колебаний в идеальном колебательном контуре, если амплитуда силы тока  $I_m$ , а амплитуда электрического заряда на пластинах конденсатора равна  $q_m$ ?

### Вариант 10

1. Электромагнитный ускоритель представляет собой два провода, расположенные в горизонтальной плоскости на расстоянии 20 см друг от друга, по которым может скользить без трения металлическая перемычка массой 2 кг. Магнитное поле с индукцией  $B=1$  Тл перпендикулярно плоскости движения перемычки. Какой ток следует пропустить по перемычке, чтобы она, пройдя путь 2 м, приобрела скорость 10 м/с?
2. Контур из проволоки с удельным сопротивлением  $r = 0,017 \text{ мкОм} \cdot \text{м}$  и площадью поперечного сечения  $1 \text{ мм}^2$  формы кругового витка радиусом 5 см расположен перпендикулярно линиям однородного магнитного поля с магнитной индукцией 0,1 Тл. Определить, какой заряд пройдет через поперечное сечение витка при исчезновении поля.
3. Емкость конденсатора, включенного в цепь переменного тока, равна 6 мкФ. Закон изменения напряжения на конденсаторе имеет вид:  $U=50\cos(10^3t)$ , В. Определите амплитуду колебаний силы тока.

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ПО ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМУ

1. Электрические заряды и их носители. Элементарный заряд. Закон сохранения электрического заряда. Взаимодействие зарядов. Закон Кулона.

2. Электрическое поле. Вектор напряженности электрического поля. Напряженность точечного заряда. Суперпозиция полей. Поле заряженной плоскости и плоского конденсатора.
3. Электростатическое поле и его характер. Работа по перемещению заряда в электростатическом поле. Потенциал и разность потенциалов
4. Связь напряженности и потенциала электростатического поля. Эквипотенциальные поверхности и силовые линии
5. Проводники в собственном электрическом поле. Распределение избыточного заряда на проводнике. Потенциал и напряженность электрического поля в проводнике в непосредственной близости от него.
6. Процессы, происходящие в незаряженном проводнике, помещенном во внешнее электрическое поле. Потенциал и напряженность электрического поля в проводнике и непосредственной близости от него
7. Диэлектрики в электрическом поле. Электрическое поле внутри диэлектрика. Диэлектрическая проницаемость.
8. Емкость. Конденсаторы. Последовательное и параллельное соединение конденсаторов.
9. Электрический ток. Условия возникновения электрического тока. Сила и плотность тока.
10. Закон Ома для участка цепи. Сопротивление проводника. Закон Ома в дифференциальной форме.
11. Электрические цепи. Последовательное и параллельное соединение проводников. Шунт и добавочное сопротивление.
12. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца.
13. Сторонние силы. Электродвижущая сила источника тока. Закон Ома для полной цепи.
14. Основные положения классической теории электропроводности металлов. Закон Ома. Природа электрического сопротивления металлов.
15. Основные положения классической теории электропроводности металлов. Закон Ома. Природа электрического сопротивления металлов.
16. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Зависимость проводимости полупроводников от температуры.
17. Электрический ток в электролитах. Электролиз, законы электролиза.
18. Электрический ток в газе. Несамостоятельный и самостоятельный газовый разряды. Виды газовых разрядов . Понятие о плазме.
19. Термоэлектронная эмиссия и ток в вакууме. Диод и его вольт-амперная характеристика.
20. Взаимодействие токов. Магнитное поле. Индукция магнитного поля
21. Изображение магнитных поле с помощью линий магнитной индукции. Простейшие магнитные поля (прямолинейного проводника с током, кругового витка, соленоида).
22. Действие магнитного поля на движущийся заряд. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле.
23. Сила Ампера. Контур с током в магнитном поле.

24. Магнитные свойства вещества. Диа-, пара-, и ферромагнетики и их свойства. Магнитная проницаемость.
25. Электромагнитная индукция. Опыты Фарадея. Правило Ленца.
26. Магнитный поток. Закон электромагнитной индукции. ЭДС индукции, вихревое электрическое поле.
27. Индуктивность проводника. Явление самоиндукции. ЭДС самоиндукции. Взаимная индукция. Принцип работы трансформатора.
28. Энергия и плотность энергии магнитного поля.
29. Колебательный контур. Процессы, протекающие в колебательном контуре. Преобразование энергии к контуре.
30. Получение переменного тока. Вынужденные электрические колебания.
31. Последовательная цепь переменного тока с активным, индуктивным и емкостным сопротивлениями. Закон Ома для цепи переменного тока. Сдвиг фаз между током и напряжением.
32. Мощность в цепи переменного тока. Коэффициент мощности. Действующие (эффективные) значения тока и напряжения.
33. Резонанс в цепи переменного тока.
34. Электромагнитные волны, их характеристики и свойства. Уравнение плоской монохроматической волны.
35. Излучение электромагнитных волн. Энергия электромагнитной волны.
36. Физические основы радиосвязи. Шкала электромагнитных волн.

#### **Билет 1**

1. Электрические заряды и их носители. Элементарный заряд. Закон сохранения электрического заряда. Взаимодействие зарядов. Закон Кулона.
2. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Зависимость проводимости полупроводников от температуры.
3. Как связаны между собой радиусы двух замкнутых круговых витков, лежащих в одной плоскости, если при одинаковой скорости изменения индукции магнитного поля, пронизывающего эти контуры, в них возникают ЭДС индукции соответственно 0,16В и 0,04В?

#### **Билет 2**

1. Электрическое поле. Вектор напряженности электрического поля. Напряженность точечного заряда. Суперпозиция полей. Поле заряженной плоскости и плоского конденсатора.
2. Взаимодействие токов. Магнитное поле. Индукция магнитного поля.
3. Какой заряд протекает через сопротивление, к которому приложено напряжение  $U$ , если за время  $t$  на нем выделилось количество теплоты  $Q$ ?

#### **Билет 3**

1. Проводники в собственном электрическом поле. Распределение избыточного заряда на проводнике. Потенциал и напряженность электрического поля в проводнике в непосредственной близости от него.

2. Изображение магнитных поле с помощью линий магнитной индукции. Простейшие магнитные поля (прямолинейного проводника с током, кругового витка, соленоида).
3. Разность потенциалов  $U$  приложена к концам медного провода диаметром  $d$  и длиной  $l$ . Как изменится скорость упорядоченного движения электронов в проводнике, если: а) удвоить  $U$ , б) удвоить  $d$ , в) удвоить  $l$ ?

#### **Билет 4**

1. Процессы, происходящие в незаряженном проводнике, помещенном во внешнее электрическое поле. Потенциал и напряженность электрического поля в проводнике и непосредственной близости от него.
2. Действие магнитного поля на движущийся заряд. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле.
3. Чему равен потенциал капли ртути, образовавшейся в результате слияния восьми одинаковых капелек, заряженных до потенциала  $j$  ?

#### **Билет 5**

1. Диэлектрики в электрическом поле. Электрическое поле внутри диэлектрика. Диэлектрическая проницаемость.
2. Электромагнитная индукция. опыты Фарадея. Правило Ленца.
3. Как связаны между собой общие сопротивления трех одинаковых проводников, соединенных последовательно и общее сопротивление этих же проводников соединенных параллельно?

#### **Билет 6**

1. Электростатическое поле и его характер. Работа по перемещению заряда в электростатическом поле. Потенциал и разность потенциалов.
2. Магнитные свойства вещества. Диа-, пара-, и ферромагнетики и их свойства. Магнитная проницаемость.
3. Как изменится частота колебаний в идеальном колебательном контуре, если последовательно подключить второй такой же конденсатор?

#### **Билет 7**

1. Связь напряженности и потенциала электростатического поля. Эквипотенциальные поверхности и силовые линии.
2. Магнитный поток. Закон электромагнитной индукции. ЭДС индукции, вихревое электрическое поле.
3. Как связаны между собой количество теплоты, выделяющееся в единицу времени при включении в сеть с напряжением 220В нагревателя с сопротивлением сопротивление 80 Ом и количество теплоты, выделяющееся в единицу времени при включении в сеть с напряжением 55В нагревателя с сопротивлением 20 Ом?

#### **Билет 8**

1. Емкость. Конденсаторы. Последовательное и параллельное соединение конденсаторов.
2. Индуктивность проводника. Явление самоиндукции. ЭДС самоиндукции. Взаимная индукция. Принцип работы трансформатора.

3. Движение электронов при протекании тока по проводнику крайне медленное, порядка 0.1 мм/с. Почему же лампочки в помещении немедленно вспыхивают после включения тока?

#### **Билет 9**

1. Энергия заряженного конденсатора. Энергия и плотность энергии электрического поля.
2. Колебательный контур. Процессы, протекающие в колебательном контуре. Преобразование энергии в контуре.
3. Электрон переместился в однородном электрическом поле из точки с потенциалом 8В в точку, потенциал которой в 8 раз меньше. Какую работу при этом совершило над электроном электрическое поле?

#### **Билет 10**

1. Электрический ток. Условия возникновения электрического тока. Сила и плотность тока.
2. Сила Ампера. Контур с током в магнитном поле.
3. Конденсатор емкостью  $C$  подключен к источнику напряжения. Затем последовательно с данным конденсатором подключили другой такой же емкости. Как при этом энергия электрического поля в конденсаторах?

#### **Билет 11**

1. Закон Ома для участка цепи. Сопротивление проводника. Закон Ома в дифференциальной форме.
2. Энергия и плотность энергии магнитного поля.
3. В однородном магнитном поле, индукция которого 0.1 Тл, помещена квадратная рамка. Плоскость рамки составляет с магнитным полем угол  $30^\circ$ . Сторона рамки 4 см. Определить магнитный поток, пронизывающий рамку.

#### **Билет 12**

1. Электрические цепи. Последовательное и параллельное соединение проводников. Шунт и добавочное сопротивление.
2. Излучение электромагнитных волн. Энергия электромагнитной волны.
3. Ионы двух изотопов с массами  $m_1$  и  $m_2$ , имеющие одинаковый заряд и прошедшие одинаковую ускоряющую разность потенциалов, влетают в магнитное поле перпендикулярно силовым линиям. Найти отношение радиусов траекторий, по которым будут двигаться ионы в магнитном поле.

#### **Билет 13**

1. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца.
2. Последовательная цепь переменного тока с активным, индуктивным и емкостным сопротивлениями. Закон Ома для цепи переменного тока. Сдвиг фаз между током и напряжением.
3. Положительно заряженная стеклянная палочка притягивает подвешенное на нити тело. Можно ли заключить, что тело заряжено отрицательно? Положительно заряженная палочка отталкивает подвешенное на нити тело. Следует ли отсюда, что тело заряжено положительно?

#### **Билет 14**

1. Сторонние силы. Электродвижущая сила источника тока. Закон Ома для полной цепи.

2. Получение переменного тока. Вынужденные электрические колебания.
3. Как изменится период обращения частицы, влетевшей в однородное магнитное поле перпендикулярно силовым линиям поля, если ее заряд и скорость увеличить в 3 раза?

#### Билет 15

1. Основные положения классической теории электропроводности металлов. Закон Ома. Природа электрического сопротивления металлов.
2. Мощность в цепи переменного тока. Коэффициент мощности. Действующие (эффективные) значения тока и напряжения.
3. Заряженные металлические шары, радиусы которых  $R$  и  $2R$ , имеют одинаковую плотность заряда  $\rho$ . Чему равно отношение потенциала меньшего шара к потенциалу большего шара?

#### Билет 16

1. Электрический ток в электролитах. Электролиз, законы электролиза.
2. Резонанс в цепи переменного тока.
3. Протон и  $\alpha$ -частица, двигаясь с одинаковой скоростью, влетают в заряженный плоский конденсатор параллельно пластинам. Как соотносятся между собой на выходе из конденсатора их смещения по оси, перпендикулярной пластинам конденсатора? Заряд  $\alpha$ -частицы в два раза больше заряда протона, а масса в четыре раза.

#### Билет 17

1. Электрический ток в газе. Несамостоятельный и самостоятельный газовый разряды. Виды газовых разрядов. Понятие о плазме.
2. Электромагнитные волны, их характеристики и свойства. Уравнение плоской монохроматической волны.
3. Какое дополнительное сопротивление и как нужно подключить к вольтметру с внутренним сопротивлением  $1 \text{ кОм}$  для расширения его пределов в 10 раз?

#### Билет 18

1. Термоэлектронная эмиссия и ток в вакууме. Дiode и его вольт-амперная характеристика.
2. Физические основы радиосвязи. Шкала электромагнитных волн.
3. Чему равен полный ток в цепи, состоящей из источника, э.д.с. которого равна  $8\text{В}$ , а внутреннее сопротивление  $1/8 \text{ Ом}$  и двух параллельно соединенных сопротивлений равных  $1.5 \text{ Ом}$  и  $0.5 \text{ Ом}$ ?

### 2.3.5. ПРОГРАММА И ЗАДАНИЯ ПО ОПТИКЕ (34ч)

**Введение.** Предмет изучения оптики. Краткий исторический обзор развития оптики.

#### Световые волны

Источники и приемники света. Электромагнитная природа света. Теория Максвелла. Специальная теория относительности. Развитие представлений о пространстве и времени. Принцип относительности Эйнштейна. Скорость света в вакууме как предельная скорость передачи сигнала. Постулаты

Эйнштейна и их следствия. Преобразования Лоренца. Релятивистский закон сложения скоростей. Закон взаимосвязи массы и энергии.

### *Геометрическая оптика*

Геометрическая оптика как предельный случай волновой оптики. Объяснение прямолинейного распространения света. Принцип Ферма. Законы отражения, преломления как следствия принципа Ферма. Отражение плоской зеркальной поверхностью и построения изображения Тонкая линза. Увеличение линзы. Построение изображения в линзе. Фокусное расстояние и оптическая сила линзы. Формула линзы. Система линз. Глаз. Бинокулярное зрение. Оптические приборы: лупа, микроскоп, телескоп, фотоаппарат, проекционные аппараты. Распространение света в оптически неоднородных средах. Миражи.

### **Распространение света в вакууме**

- Интерференция световых волн.** Принцип Гюйгенса. Когерентность. Разность хода волн, разность фаз. Условия максимума и минимума интерференции. Методы осуществления интерференции. Интерференция в тонких пленках. Получение интерференции с помощью бипризмы Френеля. Интерферометры. Применение интерференции света.
- Дифракция света.** Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля. Дифракция Френеля. Дифракция Фраунгофера. Зонная пластинка. Дифракционная решетка, ее использование.

### **Распространение света в веществе**

- Поляризация света.** Получение поляризованного света. Законы Брюстера и Малюса. Применение поляризованного света. Принципы голографии.

**Дисперсия, поглощение и рассеяние света.** Методы наблюдения дисперсии. Преломление в призме. Спектральные приборы. Радуга. Закон Бугера. Цвет вещества. Закон Релея. Цвет неба и зорь.

Учебники и учебные пособия по оптике для обучающихся: Касьянов В.А. «Физика 11»., Набатов А.В., Решетникова Н.Г. «Руководство к лабораторным работам по оптике».

## **КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**

11 класс I семестр 34 часа

№	Число	Вид занятия	Содержание	Часы
1	Сентябрь	Лекция	Источники и приемники света. Электромагнитная природа света. Распространение света в вакууме. Скорость света и опытное ее определение. Принцип Гюйгенса. Интерференция и дифракция света.	2
2		Практика.	Зоны Френеля. Дифракция Френеля, Фраунгофера. Дифракционная решетка, ее использование. Зонная пластинка. Голография.	2
3		ЛабРаб	Определение длины волны света с помощью дифракционной решетки. Определение условий дифракции света.	2
4		Практика	Демонстрация интерференции и ее	2

			использование.	
5	Октябрь	ЛабРаб	Получение голограмм	2
6		Практика	Геометрическая оптика как предельный случай волновой оптики. Принцип Ферма. Законы отражения и преломления. Тонкая линза. Формула линзы. Свойства линзы.	2
7		Практика ЛабРаб	Оптические системы. Экспериментальное определение характеристик систем. Зрительная система. Бинокулярное зрение.	2
8		Семинар	«Зрение – лучше сберечь»	2
9		Практика	Тренировка зрения.	2
10	Ноябрь	Семинар	«Оптические устройства»	2
11		Практика	Расчет оптических систем и их конструирование.	2
12		Лекция	Распространение света в веществе. Поляризация. Дисперсия и рассеяние света. Химическое действие света.	2
13		Семинар	Оптические явления в природе – радуют глаз.	2
14		Практика	Экспериментальное определение поляризации света неба.	2
15	Декабрь	Практика	Демонстрация дисперсии. Получение радуги.	2
16		ЛабРаб.	Получение объемной фотографии.	2
17		Контроль	Контрольная работа.	2

### ПЛАН КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

Тема	Контрольные задания	Баллы
1. Дифракция	Диктант №1	8
	Продумать и оформить ф.л.р.	
	1.«Дифракция Френеля на отверстиях, нити».	6
	2. «Дифракция Фраунгофера на решетке».	6
2. Интерференция	3. «Определение длины световой волны»	6
	Диктант №2	8
4. Поляризация, дисперсия и рассеяние света.	1.Продумать и оформить ф.л.р.	6
	«Интерференция света»	
5. Химическое действие света.	1. Выступить на семинаре «Оптические явления в природе» с сообщением.	6
	1. Сделать фотографии для стереоскопа	10
	2. Индивидуальное задание по теме «Волновая оптика. Фотометрия».	8
3. Геометрическая оптика	Диктант №3	8
	1. Индивидуальное задание по теме «Геометрическая оптика».	10
	2. Продумать и оформить ф.л.р «Определение характеристик линз».	6
	3. Оформить паспорт на оптический прибор.	6
	4. Выступить на семинаре «Оптические приборы» с сообщением.	6
		3

	5. Выучить и демонстрировать упражнения для зрения. 6. Сконструировать оптическое устройство.	10
		Всего 110

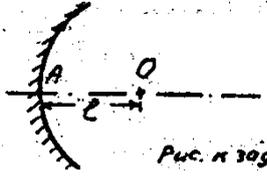
### Перечень лабораторных работ по оптике

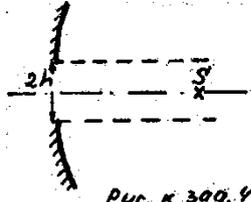
1. Определение освещенности поверхности.
2. Определение фокусного расстояния тонкой линзы.
3. Изучение микроскопа.
4. Изучение зрительной трубы.
5. Изучение оптических устройств (проекторных аппаратов, зрительных органов живых существ, в том числе человека, стереоскопа), определение их характеристик.
6. Оценка длины световой волны с помощью бипризмы Френеля.
7. Дифракция Френеля на простейших препятствиях.
8. Дифракция Фраунгофера на одной и нескольких щелях.
9. Определение длины волны по дифракционной картине.
10. Наблюдение поляризации солнечного света.
11. Изучение зонных пластинок.
12. Простые демонстрации лазерных спеклов.

## ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

### ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

#### Задание 1.

1. Построить изображение стрелки  $AB$ . Посмотреть на себя в двугранное зеркало (два зеркала, сложенных под углом  $90^\circ$ ); Вы увидите себя таким, каким Вас видят другие.
2. Источником света является узкая, щель. Почему получается на экране четкая тень от карандаша, если он параллелен щели, и не получается, если - перпендикулярен?
3. Вогнутое сферическое металлическое зеркало, направленное на Солнце, собрало свет в точку  $O$ , расположенную на расстоянии  $l$  от него ( $l=AO$ ). Температура зеркала была при этом равна температуры  $T_1$ . Металл нагрелся до температуры  $T_2$ . Центральная точка  $A$  зеркала закреплена. Найти расстояние от точки  $A$  до точки, в которой соберутся лучи при температуре  $T_2$ , если коэффициент линейного расширения металла равен  $\alpha$ .
 

*Рис. к зад. 3*
4. а). В центре сферического зеркала радиуса  $R$  с главной оптической осью  $AA'$  поместили точечный источник света  $S$  и разрезав зеркало пополам по горизонтали, отодвинули верхнюю половину  $C$  на расстояние  $BC=R$  вдоль  $A'A$ . Найти расстояние между изображениями источника.
 

*Рис. к зад. 4б.*

б). В центре сферического зеркала расположен точечный источник света  $S$ . Зеркало разрезали пополам. Обе половины симметрично раздвинули на расстоянии  $h$  от главной оптической оси целого зеркала. Найти расстояние между изображениями источника.

5. Около вертикальной стены стоят два человека на расстояниях  $l_1$  и  $l_2$  от неё и на расстоянии  $r$  друг от друга. Первый громко произносит короткое слово. За какое время должен произнести он это слово, чтобы второй человек услышал конец его совпадающим с началом эха? Скорость звука равна  $C$ .

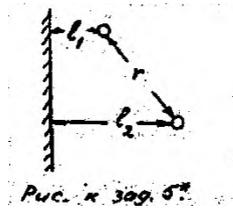


Рис. к зад. 5\*

6. Полуцилиндрическое зеркало поместили в широкий пучок света, следующий параллельно главной оптической оси зеркала. Найти максимальный угол между лучами в отраженном от зеркала пучке (угол расхождения).

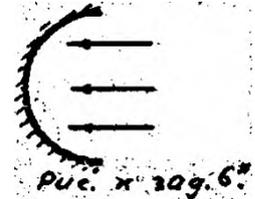
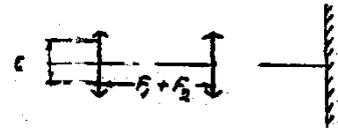


Рис. к зад. 6\*

### Задание 2.

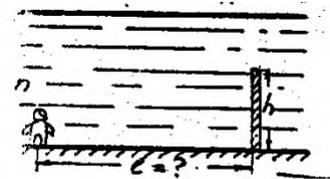
1. Две линзы с фокусными расстояниями  $F_1$  и  $F_2$  имеют общую главную оптическую ось. Расстояние между ними равно сумме фокусных расстояний. На первую линзу падает вдоль оптической оси параллельный пучок света ширины  $a$ . Каким будет размер пятна на экране, расположенном на расстоянии  $F_1 + F_2$  от второй линзы?



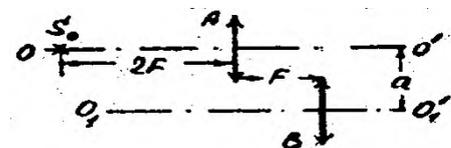
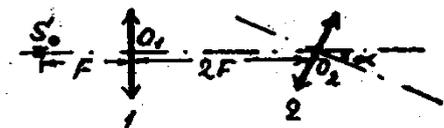
2. Каким должен быть внешний радиус изгиба световода, сделанного из прозрачного вещества с показателем преломления  $n$ , чтобы при диаметре световода, равном  $l$ , свет, вошедший в световод перпендикулярно плоскости сечения, распространялся, не выходя наружу через боковую поверхность?



3. Водолаз стоит на дне чистого озера глубины  $H$ . Перед ним на дне стоит стенка высоты  $h$ , закрывавшая видимость. На какое расстояние  $l$  надо отойти водолазу от стенки, чтобы можно было увидеть дно за стенкой? Коэффициент преломления, воды равен  $n$ , воздуха – 1. Считать, что рост водолаза мал по сравнению с высотой  $h$ .



4. Две одинаковые собирающие линзы фокусных расстояний  $F$  расположены так, что их главные оптические оси образуют угол  $\alpha$  и оптическая ось первой линзы проходит через центр второй. В фокусе первой линзы расположен точечный источник света  $S$ . Расстояние между центрами линз равно  $2F$ . Найти расстояние между источником света  $S_0$  его изображением  $S$  в паре линз.



5. Две собирающие линзы А и В с одинаковыми фокусными расстояниями  $F$  расположены на расстоянии  $F$  друг от друга, оптическая ось  $OO'$  линзы А параллельна оптической оси  $O_1O_2$  линзы В и находится на расстоянии  $a$  от неё. Найти расстояние между изображением и точечным источником  $S_0$ , расположенным на оси  $OO'$  на расстоянии  $2F$  от линзы А.
6. Под водой находится полая двояковогнутая линза, имеющая в воде фокусное расстояние. На нее падает вдоль оси линзы параллельный пучок света. Показатель преломления воды равен  $n$ . Линза расположена на расстоянии  $l (l < F)$  от поверхности воды, параллельно этой поверхности. Найти на каком расстоянии от линзы соберутся лучи. Считать, что для любых лучей угол между лучом и оптической осью мал, т.е. таков, что  $\operatorname{tg} a \approx \sin a \approx a$
7. Оценить, во сколько раз в ясный полдень светлее, чем в ясную ночь при полнолунии. Коэффициент отражения от Луны принять равным  $h=0,2$ . Угловой размер Солнца и Луны одинаков и примерно равен  $\alpha = 0,01 \text{ рад}$ .



### Задание 3.

1. Придумайте такой глаз, чтобы он хорошо видел в воде и на воздухе.
2. Два плоских зеркала образуют двухгранный угол с раствором  $90^\circ$ . В угол вставлена собирающая линза с фокусным расстоянием  $f$ , так что ее главная оптическая ось составляет угол  $45^\circ$  с каждым зеркалом. Радиус линзы  $R=f$ . На главной оптической оси линзы находится источник света на расстоянии  $1,5f$  от линзы. Найти изображение источника света относительно линзы.
3. Расстояние от предмета до экрана  $90 \text{ см}$ . Где между ними надо поставить линзу с фокусным расстоянием  $20 \text{ см}$ ., чтобы получить изображение предмета на экране?
4. Луч света переходит из стекла в воду. Угол падения  $40^\circ$ . Определите угол преломления и предельный угол полного внутреннего отражения. Абсолютный показатель преломления стекла и воды:  $1,5$  и  $1,33$ .
5. Найти оптическую силу и фокусное расстояние двояковыпуклой линзы, если изображения предмета помещенного в  $15 \text{ см}$  от линзы, получается на расстоянии  $30 \text{ см}$  от нее. Найти увеличение линзы.
6. Параллельно оси конического зеркала пущен луч света. При каком угле раствора конуса  $2\alpha$  свет вернется строго по первоначальному пути, отразившись только три раза.
7. Оцените фокусное расстояние кинопроектора, использованного для показа в этой аудитории. Предполагается, что Вы хорошо представляете явление, можете сами задать все необходимые для решения задачи величины, выбрать достаточно правильно их численные значения и получить численный результат.
8. Световод состоит из множества круглых стеклянных волокон, собранного в пучок. Если луч лазера ввести в такой световод параллельно его оси, то выходящий из другого конца свет дает на экране пятно круглой формы.

Если вводить свет под углом к оси световода, то на экране появляется кольцо света. Объясните явление.

9. Тонкая плоско-вогнутая линза опущена вводу в горизонтальном положении вогнутой поверхностью вниз так, что пространство под ней заполнено воздухом. Радиус вогнутой поверхности равен 15 см. каково фокусное расстояние такой системы?
10. Горизонтально расположенное вогнутое зеркало заполнено водой. Радиус зеркала 60 см. Каково фокусное расстояние такой системы? Наибольшая глубина в зеркале мала по сравнению с радиусом сферы.
11. Плоские поверхности плоско-выпуклой и плоско-вогнутой линз склеены тонким слоем прозрачного клея. Коэффициент преломления стекол, из которых сделаны линзы равны соответственно 1,6 и 1,5. Радиусы сферических поверхностей и толщины линз одинаковы и равны соответственно 10 см и 2,4 см. определите оптическую силу такой системы в воздухе.
12. При каком минимальном угле падения луча света на стопку плоских прозрачных пластинок одинаковой толщины, луч не пройдет сквозь стопку? Абсолютный показатель преломления каждой пластины в  $k$  раз меньше, чем у выше лежащей. Показатель преломления верхней пластины  $n$ . Число пластин  $N$ .
13. На тонкую сферическую колбу, наполненную жидкостью, падает узкий параллельный пучок света так, что ось пучка проходит через центр колбы. На противоположной стороне колбы пучок света имеет диаметр в два раза меньше диаметра пучка, падающего на колбу. Каков показатель преломления жидкости в колбе?  
Луч света падает на одно из зеркал, составляющих двугранный угол  $20^\circ$  параллельно плоскости делящей угол пополам, под прямым углом к линии пересечения зеркал. Как он идет дальше? Какова будет сила света по выходе луча из двугранного угла, если начальная сила света равна 10 св и если при каждом отражении сила света уменьшается в два раза?

**Задание 4.** Самостоятельная работа.

1. Сформулируйте закон отражения света.
2. Сформулируйте закон Снелла.
3. Сформулируйте принцип Ферма.
4. Оформите паспорт к одному из проекционных аппаратов.
5. Определите характеристики собственного глаза.

## **ВОЛНОВАЯ ОПТИКА**

**Задание 5.**

1. Опыт Юнга (рис.1) был проведен в прозрачной жидкости вначале с монохроматическим светом длины волны  $\lambda_1 = 600 \text{ нм}$ , а затем со светом другой длины волны  $\lambda_2$ . Определить длину волны во втором случае, если 7-ая светлая полоса в первом случае совпала с 10-ой темной полосой во втором случае.
2. Пучок параллельных лучей монохроматического света длины волны

- $\lambda = 480 \text{ нм}$  падает под углом  $30^\circ$  на мыльную пленку (рис.2). Определить наименьшую толщину пленки, при которой отраженные лучи максимально ослаблены интерференцией.
- В изображенной на рисунке 3 интерференционной схеме с бипризмой Френеля расстояние от светящейся щели  $S$  до бипризмы  $a = 0,3 \text{ м}$ , расстояние от бипризмы до экрана  $b = 0,7 \text{ м}$ . Показатель преломления бипризмы  $n = 1,5$ . Определить: а) при каком значении преломляющего угла призмы  $\varphi$  ширины интерференционной полосы  $\Delta x$  наблюдаемой на экране будет  $\Delta x = 0,4 \text{ мм}$ ; б) максимальное число полос, которого можно наблюдать на этой установке.
  - Точечный источник света, длина волны которого  $\lambda = 500 \text{ нм}$  помещен на расстоянии  $a = 0,5 \text{ м}$  перед экраном с отверстием радиуса  $r = 0,5 \text{ мм}$  (рис.4). Определить расстояние  $b$  от преграды до точки, для которой число открытых зон Френеля –  $m$  равно: а) 1; б) 5; в) 10.
  - Параллельный пучок монохроматического света  $\lambda = 600 \text{ нм}$  нормально падает на непрозрачный экран с круглым отверстием  $d = 1,2 \text{ мм}$  (рис.5). На расстоянии  $b = 18 \text{ см}$  за экраном на оси отверстия наблюдается темное пятно. На какое минимальное расстояние  $D$  нужно сместиться от этой точки вдоль оси отверстия удаляясь от него, чтобы наблюдать в центре дифракционной картины вновь темное пятно?
  - На дифракционную решетку в направлении нормали к ее поверхности падает монохроматический свет (рис.6). Период решетки  $d = 2 \text{ мкм}$ . Определить наибольший порядок дифракционного максимума, который дает эта решетка в случае красного света  $\lambda_1 = 0,7 \text{ мкм}$  и в случае фиолетового света  $\lambda_2 = 0,41 \text{ мкм}$ .
  - Пучок света падает на полированную поверхность стеклянной пластины, погруженной в жидкость (рис.7). Отраженный от пластины пучок света образует угол  $\beta = 97^\circ$  с падающим пучком. Определить показатель преломления жидкости –  $n_1$ , если отраженный свет поляризован, а показатель преломления стекла  $n_2 = 1,5$ .
  - Две призмы Николя  $N_1$  и  $N_2$  расположены так, что угол между их плоскостями пропускания составляет  $60^\circ$  (рис.8). определить во сколько раз уменьшится интенсивность естественного света  $I_0$ . Коэффициент поглощения света призмой Николя  $k = 0,05$ . Потери на отражение не учитывать.
  - Определите положения максимумов на экране (рис.9).
  - Найти радиусы первых пяти зон Френеля, если расстояние от источника света до волновой поверхности  $a = 1 \text{ м}$ , расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения  $b = 1 \text{ м}$ . Длина волны света  $\lambda = 500 \text{ нм}$ .
  - На щель шириной  $b = 2 \text{ мкм}$  падает нормально параллельный пучок монохроматического света ( $\lambda = 589 \text{ нм}$ ). Под какими углами будет наблюдаться дифракционные максимумы света?
  - Свет от монохроматического источника ( $\lambda = 600 \text{ нм}$ ) падает нормально на диафрагму с диаметром отверстия  $d = 6 \text{ мм}$ . За диафрагмой на расстоянии

$v=3\text{м}$  от нее находится экран. Какое число зон Френеля укладывается в отверстии диафрагмы? Каким будет центр дифракционной картины на экране: темным или светлым.

13. Определите период решетки, если спектр первого порядка для зеленой линии ртути  $\lambda=546\text{нм}$  наблюдается под углом  $19^{\circ}18'$ . Сколько штрихов имеет решетка на  $1\text{мм}$  длины?
14. Постройте график распределения интенсивности по экрану, находящемуся на расстоянии  $l=4\text{м}$  от решетки, приняв  $I_0=1$ ,  $v=0,1\text{мм}$ ,  $\lambda=0,55\text{мкм}$ ,  $N=5$ ,  $d=0,3\text{мм}$ . (ЭВМ).

### Задание 6. Самостоятельная работа

1. Составить краткое, информационное определение для толкового физического словаря: световой волны, интерференции, дифракции, голографии.
2. Перечислите основные характеристики световой волны, дайте их определение и укажите размерность.
3. Изобразите графическую модель световой волны, сочетая наглядность и информативность.
4. Опишите эксперимент по определению: скорости света, длины волны света.
5. Изобразите, в удобном для восприятия, масштабную шкалу электромагнитных волн. Детально охарактеризуйте область, видимую человеческим глазом.
6. Задача. Определите результат интерференции в точке Р.

## ФОТОМЕТРИЯ

### Задание 7.

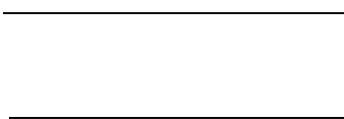
1. Над горизонтальной поверхностью помещены на высоте  $2\text{м}$  и на расстоянии  $1\text{м}$  друг от друга два источника света, дающие световые потоки по  $300\text{лм}$  каждый. Определить освещенность на этой поверхности: а) в точках под источниками света; б) на середине расстояния между ними.
2. Осколком плоского зеркала неправильной формы на вертикальную стенку пускают солнечный зайчик один раз в точку В, другой раз в точку С. Зайчик в точке В оказывается круглым, а освещенность его в центре втрое больше, чем на участках, освещенных только рассеянным светом. Какова освещенность в центре зайчика в точке С? Лучи SA, AB, AC лежат в вертикальной плоскости, AB – горизонтальной. Углы  $\angle SAB = \angle BAC = 45^{\circ}$ .
3. Чем легче поджечь кусок дерева: вогнутым зеркалом с диаметром оправы  $D=1\text{м}$  и радиусом кривизны  $R=10\text{м}$  или линзой с диаметром  $d=2\text{см}$  и  $F=4\text{см}$ ? Источник света – Солнце.
4. Точечный источник монохроматического света излучает мощность  $W_0=10\text{Вт}$  на длине волны  $\lambda=0,5\text{мкм}$ . На каком максимальном расстоянии этот источник будет замечен человеком, если глаз реагирует на световой поток в  $60$  фотонов в секунду? Диаметр зрачка  $d=0,5\text{см}$ ,  $h=6,6 \cdot 10^{-34}\text{Дж}\cdot\text{с}$ .

Проверка теоретических знаний всех учащихся проводится регулярно по каждой новой пройденной теме чаще в виде физического диктанта.

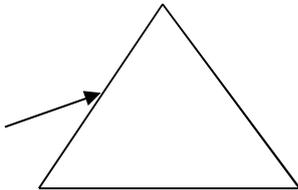
### Геометрическая оптика

1. Что такое луч?
2. Какой пучок лучей называется гомоцентрическим?
3. Основные законы геометрической оптики.
4. Сформулируйте принцип Ферма.
5. Что такое оптическая длина пути?
6. Что называется показателем преломления среды?
7. Сформулируйте законы отражения света.
8. Постройте изображение точечного источника света в плоском зеркале.
9. Сформулируйте законы преломления света.
10. Покажите ход луча через границу раздела двух сред для случая  $n_2 < n_1$ .  
На рисунке укажите углы падения и преломления.
11. Что такое полное внутреннее отражение, и при каком условии оно наблюдается?
12. Постройте изображение точечного источника света в плоскопараллельной стеклянной пластинке (рис.).

\* S



13. Укажите дальнейший ход луча. Призма стеклянная (рис.).

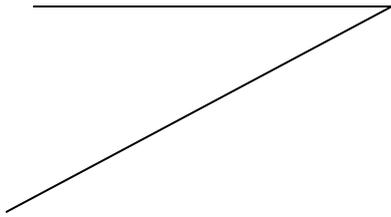


14. Постройте изображение предмета в вогнутом сферическом зеркале.
15. Что представляет собой линза?
16. Какая линза называется тонкой?
17. От чего зависит оптическая сила линзы, и в каких единицах измеряется?
18. Какая линза называется собирающей (рассеивающей)?
19. Что такое главная оптическая ось линзы?
20. Что называется оптическим центром тонкой линзы?
21. Что называется главным фокусом линзы?

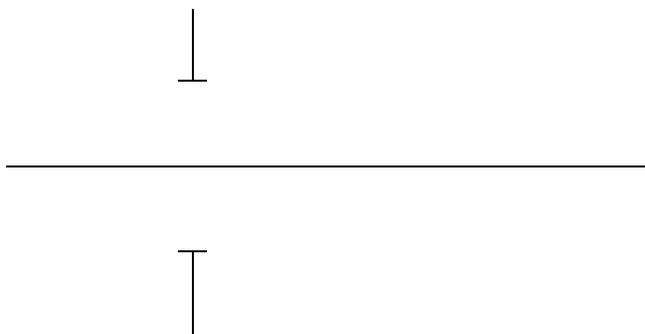
22. Что такое фокусное расстояние и как оно связано с оптической силой линзы?
23. Перечислите правила построения изображения в тонкой линзе.
24. Постройте изображение предмета находящегося между первым фокусом и собирающей (рассеивающей) линзой. Дайте характеристику получившемуся изображению.
25. Для указанного выше случая запишите формулу линзы, учитывая правило знаков. Все необходимые расстояния укажите на чертеже.
26. Что называется линейным увеличением.
27. Что такое фокальная плоскость линзы.
28. Какие преломляющие среды входят в состав человеческого глаза?
29. Что такое аккомодация глаза?
30. Чему равно расстояние наилучшего зрения для человека с неиспорченным зрением?
31. Что такое близорукость (дальнозоркость) и как ее можно исправить?
32. Постройте изображение в лупе. Для чего предназначена лупа и от чего зависит ее увеличение?
33. Для чего предназначен микроскоп и какова его конструкция?
34. Что такое зрительная труба, из каких линз она состоит и для чего предназначена?
35. Нарисуйте ход лучей в телескопической системе состоящей из двух собирающих линз.

### **Волновая оптика**

1. Что представляет собой свет с точки зрения волновой оптики?
2. Укажите границы видимого света.
3. Что представляет собой белый свет?
4. Расположите цвета в порядке возрастания длины волны (уменьшения частоты).
5. Что называется фронтом волны?
6. Как взаимно ориентированы фронт волны и луч. Ответ проиллюстрируйте рисунками для случая плоской и сферической волн.
7. Сформулируйте принцип Гюйгенса.
8. Сформулируйте принцип суперпозиции электромагнитных волн.
9. Какие волны называются когерентными?
10. Что такое интерференция волн?
11. При каком условии когерентные волны при наложении усиливают (ослабляют) друг друга?
12. Что такое оптическая разность хода волн?
13. Запишите условие максимума (минимума) интерференции?
14. Что будет наблюдаться в точке А максимум или минимум интерференции. Источники  $S_1$  и  $S_2$  когерентны и синфазны (рис.).



15. Что такое дифракция света?
16. При каких условиях дифракция света наиболее ярко выражена?
17. Как качественно объясняется явление дифракции?
18. Принцип Гюйгенса-Френеля.
19. Что такое зона Френеля?
20. Какая дифракция называется дифракцией Френеля.
21. Условие максимума и минимума дифракции.
22. С помощью циркуля и линейки построением определите результат дифракции Френеля (макс. или мин.) на круглом отверстии в точке А. Длину волны условно возьмите равной 0,5 см (рис.).



23. Какая дифракция называется дифракцией Фраунгофера?
24. Запишите условие минимума дифракции Фраунгофера на одной щели.
25. Как изменится дифракционная картина при изменении числа от одной до двух, почему?
26. Что представляет собой дифракционная решетка?
27. Запишите условие максимума дифракции на решетке.
28. Дифракционная решетка освещается параллельным пучком белого света. Какие волны соответствующие красному цвету или фиолетовому отклонятся на больший угол в результате дифракции?
29. Как будет окрашен нулевой максимум? Как будет выглядеть в целом дифракционная картина?
30. Как распределены направления колебаний вектора  $\mathbf{E}$  в естественном свете?
31. Какой свет называется поляризованным?
32. Какой свет называется плоско-поляризованным?
33. Как называются устройства для получения плоско-поляризованного света?
34. Запишите и проиллюстрируйте рисунком закон Малюса?

35. Как известно частично поляризованный свет можно получить при отражении и преломлении. Колебания какого направления преобладают в отраженном (преломленном) свете?
36. Закон Брюстера.
37. Что такое дисперсия света?
38. Какая дисперсия называется нормальной (аномальной)? Как вид дисперсии связан с поглощением света веществом?
39. Какие лучи сильнее отклоняются стеклянной призмой в результате преломления?
40. Что такое поглощение света?
41. Запишите закон Бугера и представьте его графически.
42. Что такое рассеяние света, и при каких условиях оно является наиболее заметным?
43. Закон Релея.

### **Самостоятельная работа №1**

#### ***Тема: Геометрическая оптика***

1. Сформулируйте закон отражения света.
2. Сформулируйте закон Снелла.
3. Сформулируйте принцип Ферма.
4. Оформите паспорт к одному из проекционных аппаратов.
5. Определите характеристики собственного глаза.

### **Самостоятельная работа №2**

#### ***Тема: Волновая оптика***

1. Составить краткое, информационное определение для толкового физического словаря: световой волны, интерференции, дифракции, голографии.
2. Перечислите основные характеристики световой волны, дайте их определение и укажите размерность.
3. Изобразите графическую модель световой волны, сочетая наглядность и информативность.
4. Опишите эксперимент по определению: скорости света, длины волны света.
5. Изобразите, в удобном для восприятия, масштабную шкалу электромагнитных волн. Детально охарактеризуйте область, видимую человеческим глазом.
6. Задача. Определите результат интерференции в точке Р.

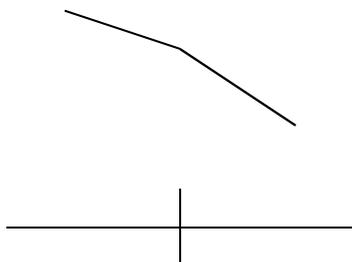
### **Контрольная работа**

#### **Вариант 1**

1. Под каким углом должен падать луч на плоское зеркало, чтобы угол между отраженным и падающим лучами был равен  $70^{\circ}$  ?

2. Луч света падает на плоскопараллельную стеклянную пластинку под углом  $60^\circ$ . Какова толщина пластинки, если при выходе из нее луч сместился на 20 мм? Показатель преломления стекла 1,5.
3. Построить изображение предмета в тонкой собирающей линзе, если предмет находится на расстоянии  $f < a < 2f$ .
4. Найти построением положение фокусов линзы, если известен ход луча до и

после линзы (рис.)

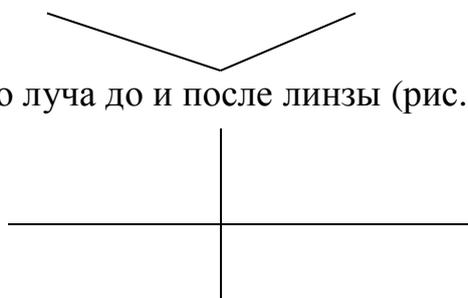


5. Вычислить оптическую силу двояковыпуклой стеклянной линзы находящейся в воздухе, если радиусы кривизны ее сферических поверхностей равны  $R_1 = R_2 = 5$  см.
6. На каком расстоянии от собирающей линзы с фокусным расстоянием 60 см следует поместить предмет, чтобы получить действительное изображение, увеличенное в 2 раза?

### Вариант 2

1. На какой угол повернется луч, отраженный от плоского зеркала, при повороте последнего на угол  $\alpha$ ?
2. Луч, падающий на плоскую границу двух сред, относительный показатель преломления которых  $n$ , частично отражается, частично преломляется. При каком угле падения отраженный луч перпендикулярен к преломленному лучу?
3. Построить изображение предмета в тонкой собирающей линзе, если предмет находится между фокусом и линзой.
4. Найти построением положение фокусов тонкой линзы, если известен ход

произвольного луча до и после линзы (рис.)

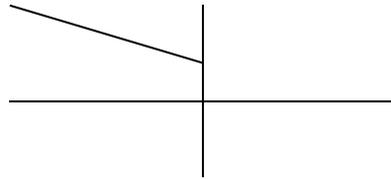


5. Вычислить оптическую силу плоско-выпуклой стеклянной линзы находящейся в воздухе, если радиус кривизны ее сферической поверхности  $R = 4$  см.
6. Предмет находится на расстоянии  $x = 10$  см от переднего фокуса собирающей линзы, а экран, на котором получается четкое изображение предмета,

расположен на расстоянии  $x^{\phi} = 40\text{см}$  от заднего фокуса линзы. Найти фокусное расстояние линзы.

### Вариант 3

1. Определите угловую высоту Солнца над горизонтом, если длина тени от столба высотой 5 м равна 10 м.
2. Луч падает на поверхность воды под углом  $40^{\circ}$ . Под каким углом должен упасть луч на поверхность стекла, чтобы угол преломления оказался таким же?
3. Построить изображение предмета в рассеивающей линзе.
4. Найти построением ход луча после преломления в линзе (рис.).



5. Вычислить оптическую силу выпукло-вогнутой стеклянной линзы, если радиусы кривизны ее сферических поверхностей соответственно равны  $R_1=4\text{см}$ ,  $R_2= 10\text{ см}$ .
6. Расстояние от предмета до экрана равно 3 м. Линзу, какой оптической силы надо взять и где следует ее поместить, чтобы получить изображение предмета, увеличенное в 5 раз?

### Вариант 4

1. Высота Солнца над горизонтом равна  $60^{\circ}$ . Какой будет длина тени человека ростом 1м 80 см?
2. Луч падает под углом  $60^{\circ}$  на стеклянную пластинку толщиной 2 см с параллельными гранями. Определить смещение луча, вышедшего из пластины.
3. Построить изображение в вогнутом сферическом зеркале.
4. Найти построением положение фокусов и оптического центра линзы, если задано положение источника и его изображения (рис.)

\*S

\*S'

5. Вычислить оптическую силу двояковогнутой стеклянной линзы, находящейся в воздухе, если радиусы кривизны ее сферических поверхностей равны  $R_1 = R_2 = 4\text{ см}$ .
6. При помощи линзы, фокусное расстояние которой 20 см, получено изображение предмета на экране, удаленном от линзы на 1 м. На каком расстоянии от линзы находится предмет? Каким будет изображение?

## ТЕСТЫ

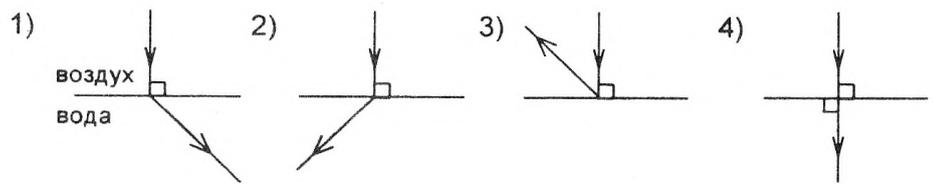
Номер ответа						
№ задания	1	2	3	4	5	6

У11ФИ – 33

### ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

Луч падает из воздуха на поверхность перпендикулярно этой поверхности. На каком рисунке правильно изображен ход луча в воде?

1.  
НН



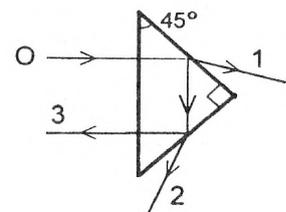
2.  
НК

Предельный угол полного внутреннего отражения при прохождении света из стекла в воздух равен  $a_0$ . Скорость света в этом стекле приблизительно равна: 1)  $c$     2)  $c \sin a_0$     3)  $c / \sin a_0$     4)  $c \cos a_0$

3.  
НО

Луч  $O$  падает из воздуха перпендикулярно грани призмы, показатель преломления стекла которого равен 1,7. Из призмы выйдут лучи

- 1) только 1            2) только 2  
3) только 3            4) 1, 2



4.  
НМ

Сколько изображений источника света  $S$  можно наблюдать в системе, состоящей из двух взаимно перпендикулярных зеркал?

- 1) 1            2) 2            3) 3            4) 4



5.  
НН

Параллельный пучок лучей, падающих на линзу, всегда пересекается в одной точке, находящейся

- 1) в оптическом центре    2) в фокусе    3) на фокальной плоскости  
4) в точке, удаленной от линзы на удвоенное фокусное расстояние

6.  
НН

Плоский предмет находится на расстоянии  $d$  от собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F$ , причем  $0 \leq d < F$ . Изображение этого предмета будет

- 1) действительным обратным            2) действительным прямым  
3) мнимым прямым                            4) мнимым обратным

Номер ответа						
№ задания	1	2	3	4	5	6

У11ФИ – 34

### ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

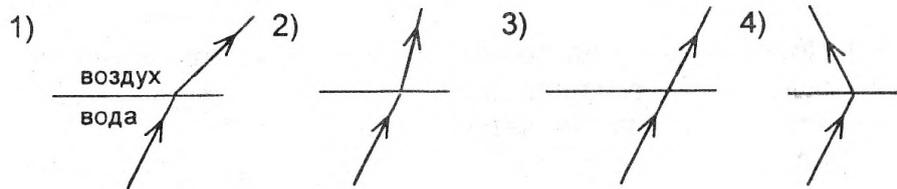
1.  
НН

Угол падения светового луча из воздуха на поверхность воды равен  $0^\circ$ . Свет частично отражается в воздух, частично переходит в воду. Углы отражения и преломления соответственно равны

- 1)  $0^\circ; 0^\circ$       2)  $90^\circ; 0^\circ$       3)  $0^\circ; 90^\circ$       4)  $90^\circ; 90^\circ$ .

2.  
НН

Луч переходит из воды в воздух. На каком из рисунков правильно изображен ход луча в воздухе ?



3.  
НН

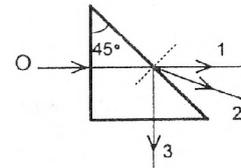
Человек смотрит по вертикали вниз на поверхность водоема, глубина которого 1м. Кажущаяся человеку глубина водоема

- 1)  $< 1\text{м}$     2)  $> 1\text{м}$     3)  $= 1\text{м}$     4)  $\ll 1\text{м}$

4.  
НО

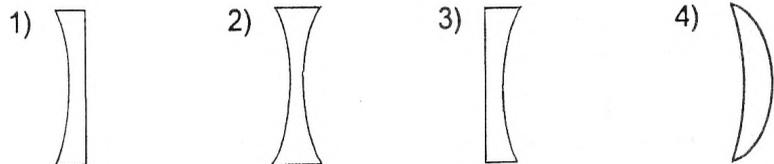
Луч  $O$  падает перпендикулярно грани призмы, показатель преломления которой 1,60. Призма находится в воде (показатель преломления воды 1,33). Из призмы в воду выйдет только

- 1) луч 1    2) луч 2    3) луч 3    4) лучи 2 и 3



5.  
НН

На рисунке изображены сечения стеклянных линз. Какая из них в воздухе является собирающей ?



6.  
НН

Плоский предмет находится на расстоянии  $d$  от линзы с фокусным расстоянием  $F$ , причем  $d > 2F$ . Изображение этого предмета находится на расстоянии  $x$  от линзы, причем

- 1)  $0 < x \leq F$     2)  $F < x < 2F$     3)  $2F < x \leq 4F$     4)  $F < x \leq 3F$

Номер ответа						
-----------------	--	--	--	--	--	--

№ задания	1	2	3	4	5	6
-----------	---	---	---	---	---	---

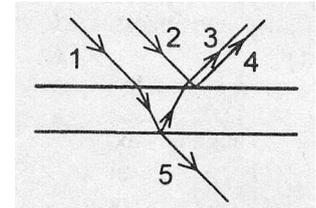
У11ФИ – 35

**ВОЛНОВАЯ ОПТИКА**

1.  
НП

Интерференцию от двух ламп накаливания нельзя наблюдать, так как световые волны, излучаемые ими,

- 1) неполяризованы
- 2) некогерентны
- 3) слишком малой интенсивности
- 4) слишком большой интенсивности



2.  
НП

При отражении от тонкой пленки интерферируют лучи

- 1) 1 и 2
- 2) 2 и 3
- 3) 3 и 4
- 4) 4 и 5

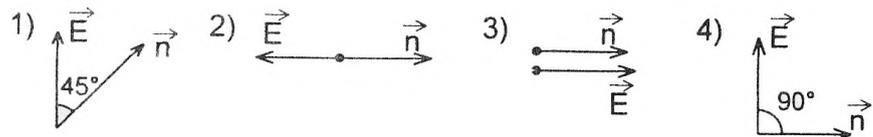
3.  
НС

Период дифракционной решетки  $d$  связан с числом штрихов на миллиметр  $N$  соотношением

- 1)  $d > N = 1$
- 2)  $\frac{d}{N} = 1$
- 3)  $\frac{N}{d} = 1$
- 4)  $d \times N^2 = 1$

4.  
НУ

В плоскополяризованном свете возможно только следующее взаимное расположение вектора напряженности электрического поля в волне  $\vec{E}$  и вектора направления распространения волны  $\vec{n}$



5.  
НУ

Какое минимальное количество поляризаторов необходимо, чтобы наблюдать эффекты поляризации в пучках света от обычной электрической лампы ?

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

6.  
НТ

Разложение белого света в спектр при прохождении через призму обусловлено

- 1) преломлением света
- 2) отражением света
- 3) дисперсией света
- 4) поляризацией света

Номер ответа						
№ задания	1	2	3	4	5	6

## ВОЛНОВАЯ ОПТИКА

1. НП При интерференции двух когерентных световых волн интенсивность в некоторой области пространства может быть значительно меньше интенсивности каждой волны в отдельности. Это связано с тем, что энергия волн
- 1) исчезает
  - 2) поглощается
  - 3) перераспределяется в пространстве
  - 4) превращается в другие виды энергии
2. НП Интерференция присуща В случае каких невозможна?
- 1) только механическим волнам
  - 2) только электромагнитным волнам
  - 3) только звуковым волнам
  - 4) всем видам волн
3. НП Какое из перечисленных ниже явлений объясняется только дифракцией света: 1 - радужная окраска тонких мыльных пленок, 2 - отклонение световых лучей в область геометрической тени?
- 1) только 1
  - 2) только 2
  - 3) и 1, и 2
  - 4) ни 1, ни 2
4. НУ В неполяризованном свете угол между направлением распространения света и направлением вектора напряженности электрического поля может быть равным
- 1)  $0^\circ$
  - 2)  $90^\circ$
  - 3)  $180^\circ$
  - 4)  $0^\circ$  или  $90^\circ$
5. НТ Зависимость показателя преломления света от длины волны называется
- 1) интерференцией
  - 2) дифракцией
  - 3) дисперсией
  - 4) поляризацией
6. НТ Показатель преломления красного света в воде 1,331, показатель преломления фиолетового -1,343. Какое значение из приведенных ниже может соответствовать показателю преломления голубого света в воде?
- 1) 1,347
  - 2) 1,343
  - 3) 1,337
  - 4) 1,325

## **ФИЗИКА – III. Техническая физика**

### **2.3.6. Программа по курсу «Приборы и измерения» (ПРИЗ) (17час)**

**Введение:** Предмет изучения и задачи курса.

**Измерительные приборы.** Приборы магнитоэлектрической системы. Класс точности приборов. Добавочные сопротивления, шунты. Цифровые приборы, принцип их работы. Осциллограф, его основные блоки, принцип работы.

**Источники питания электрических цепей.** Гальванический элемент, его ЭДС и внутренне сопротивление. Сетевые источники постоянного тока и напряжения. Генератор синусоидального сигнала. Генератор прямоугольных импульсов.

**Электрические цепи.** Графика элементов цепей. Линейные и нелинейные электрические цепи. Законы Ома. Элементы электрических цепей: резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности, диоды, стабилитроны, транзисторы. Их назначение и характеристики.

**Электрические устройства.** Трансформатор. Выпрямитель переменного тока. Сглаживающий фильтр.

**Электронные устройства.** Параметрический стабилизатор напряжения на стабилитроне. Электронный ключ. Усилитель постоянного тока на транзисторе. Усилитель переменного сигнала на транзисторе. Генераторы на транзисторе: гармонических колебаний и прямоугольных импульсов.

**Методы измерения.** Виды измерений: прямые, косвенные и совместные. Методы измерения токов, напряжений, сопротивлений.

**Методы обработки результатов.** Определение погрешности при прямых, косвенных и совместных измерениях. Вычисление в процессе измерения. Построение гистограмм, графиков, таблиц.

#### **Перечень лабораторных работ по ПРИЗу:**

1. Изучение источника постоянного тока и микроультиметра.
2. Измерение напряжения разными вольтметрами.
3. Исследование параметрического стабилизатора на стабилитроне.
4. Исследование диода в цепи постоянного тока.
5. Исследование усилителя постоянного тока.
6. Изучение канала вертикального отклонения и горизонтальной развёртки осциллографа.
7. Исследование усилителя переменного сигнала.

8. Исследование прохождения синусоидального сигнала через цепь, содержащую диод.
9. Исследование генератора гармонических колебаний.
10. Исследование мультивибратора.

### **2.3.7. Программа по курсу «Цифровая электроника» (ЦЭКА) (34 час)**

**Введение.** Предмет изучения. Развитие цифровой электроники.

**Аналоговые и цифровые сигналы.** Аналоговая и цифровая электроника. Аналоговые и цифровые сигналы

**Логические элементы.** Логические элементы НЕ, ИЛИ, И, ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ. Базовый логический элемент. Логический пробник.

**Элементы комбинационной логики.** Шифратор и дешифратор.

**Элементы последовательной логики.** Триггер. Регистр. Запоминающее устройство. Счётчик.

**Устройства отображения информации.** Газоразрядные, люминесцентные, полупроводниковые и жидкокристаллические индикаторы.

**Цифровые устройства.** Одновибратор (таймер), мультивибратор, секундомер и частотомер. Компаратор. Цифро-аналоговый преобразователь. Аналого-цифровой преобразователь. Цифровой вольтметр.

**Микропроцессорная техника.** Сумматор. Вычитатель. Арифметико-логическое устройство. Процессор. Микропроцессор: архитектура, система команд и программирование. Компьютер минимальной конфигурации "Альфа": архитектура, процессор, тактовый генератор, память, устройство ввода, устройство вывода, устройство управления, программирование, работа принципиальных схем. ПИС-контроллеры.

#### **Перечень лабораторных работ:**

1. Исследование логического элемента.
2. Исследование JK-триггера.
3. Исследование регистра.
4. Исследование триггера Шмитта.
5. Исследование счётчика.
6. Исследование дешифратора семисегментного индикатора.
7. Исследование коммутатора.
8. Исследование реверсивного счётчика.
9. Исследование генератора прямоугольных импульсов.
10. Исследование ЦАП.
11. Исследование АЦП.

## 12. Изучение и программирование микропроцессора.

### **2.3.8. Программа по курсу «Компьютерный физический эксперимент» (КОФЭ) (34час)**

**Введение.** Персональные компьютеры в физическом эксперименте.

**Устройство персонального компьютера.** Архитектура. Порты. Периферийные устройства: принтер, сканер, мышка и графопостроитель.

**Устройство сопряжения с объектом (УСО).** Архитектура. Блоки устройства: блок тумблерного ввода, блок ключей, блок регулируемого напряжения (цифро-аналогового преобразователя) и блок измерения напряжения (аналого-цифрового преобразователя).

**Программирование УСО.** Программирование блоков УСО на языках программирования: Basic, Pascal и Assembler.

**Программные средства.** Пакеты виртуального моделирования. MatLab, Electronic Work Bench.

Перечень лабораторных работ по КОФЭ:

1. Снятие вольт-амперной характеристики стабилитрона.
2. Снятие характеристик трансформатора.
3. Снятие семейства характеристик транзистора.
4. Снятие характеристик источника тока.
5. Исследование затухающих колебаний в колебательном контуре.
6. Исследование переходных процессов.

***Направления проектирования:***

#### **10 класс**

1. Разработка цифровых измерительных приборов.
2. Моделирование физических процессов на компьютере.

#### **11 класс**

1. Разработка электронных приборов на базе микроконтроллеров семейства PIC.
2. Разработка программ драйверов устройств.
3. Разработка аппаратно-программных средств автоматизации эксперимента.

### III. УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС (УМК) ФИЗИКА

Класс	Программа, автор	Рекомендован: кем, когда	Учебник, автор
7	Примерная программа основного общего образования	МО РФ,	Перышкин А.В., Физика 7 кл. М.: Дрофа, 2002.
8	Примерная программа основного общего образования	МО РФ	Перышкин А.В., Физика 8 кл. М.: Дрофа, 2002.
9	Примерная программа основного общего образования	МО РФ	Перышкин А.В., Гутник Е.Г. Физика 9 кл. М.: Дрофа, 2002.
9 физмат	Авторская программа, к.п.н. Санчаа Т.О.	УМС МОПО РТ, 2001	1. Ершов А.П., Воробьев И.И., Харитонов В.Г.. Физика 9. Три уровня. 2. Перышкин А.В., Гутник Е.Г. Физика 9 кл. М.: Дрофа, 2002. 3. Учебное пособие. Санчаа Т.О. Механика. I–Vч.
10 соц-экон, инф-технол.	Примерная программа среднего (полного) образования	МО РФ 1996г.	1. Буховцев Б.Б. Мякишев Г.Я. Сотский Н.Н. Физика 10. Классический курс.
10 физмат, химмат	Авторская программа, к.п.н. Санчаа Т.О.	УМС МОПО РТ, 2001	1. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика 10. Классический курс. 2. Ершов А.И., Куперштох А. Л., Харитонов В.Г. Молекулярная физика. Гидродинамика. 3. Под ред. А.А.Пинского. Физика 10 (для классов с угл. изуч. Физики). 4. Руководство к лаб. работам по оптике. Набатов А.В., Решетникова Н.Г.
11 соц-эк., инф-технол.	Примерная программа среднего (полного) образования	МО РФ 1996г	1. Мякишев Г.Я, Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика 11. Классический курс.
11 физмат,	Авторская программа, к.п.н. Санчаа Т.О.	УМС МО РТ	1. Мякишев Г.Я.. Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика 11.

химмат			Классический курс. 2. Под ред. А.А. Пинского Физика 11 (для кл. с угл. изуч. физики). 3. Санчаа Т.О. Учебное пособие. Квантовая физика Ч1-Ч4.
--------	--	--	---

### Паспорт кабинета «Физика»

(Механика, молекулярная физика, оптика, атомная и ядерная физика, физика элементарных частиц, астрономия)

### МЕХАНИКА

#### Список оборудования

№	Оборудование	Кол-во	Примеч.
1	Установка для изучения равноускоренного движения, демонстрации II закона Ньютона для поступательного движения (машина Атвуда 1)	5	
2	Прибор для изучения равномерного вращательного движения тел, демонстрации II закона Ньютона для вращательного движения (машина Атвуда 2)	5	
3	Установка для демонстрации состояния невесомости	1	
4	Установка для измерения скорости движения тел, демонстрации законов сохранения импульса и энергии	3	
5	Прибор для демонстрации закона сохранения момента импульса	1	
6	Комплект по теме «Колебания»: математический и пружинный маятники	3	
7	Прибор для демонстрации сложения колебаний	1	
8	Звуковой интерферометр	3	
9	Установка для изучения стационарного течения жидкости по трубе переменного сечения	1	
10	Прибор для измерения вязкости воздуха	1	
11	Прибор для демонстрации течения Куэтта	1	
12	Весы лабораторные	5	
13	Частотомер механический	2	
14	Набор игрушек		
15	Набор «Механизмы»	2	
16	Учебный набор гирь	1	
17	Динамометр двунаправленный	1	
18	Динамометр демонстрационный ДД	1	
19	Набор легкоподвижных тележек	1	
20	Набор демонстрационный «Механика»	1	
21	Трибометр демонстрационный	1	
22	Цилиндр измерительный с принадлежностями (Ведро Архимеда)	1	
23	Прибор для демонстрации законов механики с компьютерным измерительным блоком	1	
24	Набор пружин с различной жесткостью	1	

### Аудио-видео материалы

№	Наименование	Кол-во	Примечание
1	Оксфордская видео энциклопедия для детей. Давление	1	в/к
2	Оксфордская видео энциклопедия для детей. Полет	1	в/к
3	Оксфордская видео энциклопедия для детей. Трение	1	в/к
4	Видео энциклопедия для народного образования	1	в/к
5	Невесомость и перегрузка	1	в/к
6	Видео фрагменты. Полет	1	в/к
7	Физика. Механика	1	в/к
8	Физика в картинках. Физикон.	1	CD
9	Электронный задачник по физике. Механика	2	CD
10	Военная энциклопедия, Артиллерия от Альфы до Омеги	1	CD
11	Большая энциклопедия Кирилла и Мефодия	1	CD
12	Compton`s. Interactive Encyclopedia	1	CD
13	Компьютерные лабораторные работы по механике	1	CD
14	Компьютерные лабораторные работы по гидродинамике	1	CD
15	Фильмы BBC по теме Полет	1	CD
16	Художественные фильмы: 1.Гладиатор. 2. Последний самурай.	1	CD
17	Художественные фильмы по механике: 1. Три короля. 2. Перл-Харбор 3. Отважное сердце. 4. Одиссей. 5. Жанна д. Арк. 6. Вокруг света за 80 дней.	1	CD
18	Бумажные самолетики. Первый шаг в небо.	1	CD
19	Физика 7-11 Библиотека наглядных пособий. 1С.	1	CD
20	Физика 7-11 Библиотека наглядных пособий. 1С:Школа. Дрофа.	2	CD
21	Физика. Учебное электронное издание. 7-11 классы Практикум. Физикон.	2	CD
	Итого	24	

### Список литературы

1. Иванов А.С. Проказа А.Т. «Мир механики и техники»: книга для учащихся. М.:Просвещение, 1993 г.(17экз.)
2. Перельман Я.И. «Занимательная физика» М. : Наука, гл.ред.физ-мат. литературы,1991 г.(1экз.)
3. Перельман Я.И. Знаете ли вы физику? Домодедово: ВАП, 1994 г.(2экз.)
4. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Т1: Современная наука о природе. Законы механики. М.: Мир, 1967 г.(1экз.)
5. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Т2: Пространство. Время, Движение. М.: Мир, 1967 г.(2экз.)
6. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Т7: Физика сплошных сред. М.: Мир, 1966 г.(2экз.)
7. Фейнман Р. Характер физических законов. /Библиотека «Квант». Вып. 62 М.: Наука. Гл. ред. физ-мат. литературы,1987 г (5экз.)
8. Асламазов Л.Г., Варламов А.А. Удивительная физика. Библиотечка «Квант». Вып. 63 М.: Наука. Гл. ред. физ-мат. литературы,1988 г (5экз.)

9. Стасенко А.Л. Физика полета. Библиотека «Квант». Вып. 70 М.: Наука. Гл. ред. физ-мат. литературы, 1988 г (1экз.)
10. Черник А.Д. Физика времени. Библиотека «Квант». Вып. 59 М.: Наука. Гл. ред. физ-мат. литературы, 1987 г. (1экз.)
11. Тулчинский М.Е. Качественные задачи по физике. 6-7 кл. /пособие для учителей, М.: Просвещение, 1976 г. ((1экз.)
12. Памятники науки и техники. 1982-1983гг. /сборник. М.: Наука, 1984 ((1экз.)
13. Толчин В. Инерцоид: силы инерции как источник поступательного движения. Пермь: Пермское книжное издательство, 1977 г. (1экз.)
14. Чедд Г. Звук. М.: Мир, 1975г. (1экз.)
15. Белонучкин В.Е. Кеплер, Ньютон и все, все, все.... Библиотека «Квант». Вып. 78 М.: Наука. Гл. ред. физ-мат. литературы, 1990 г. (1экз.)
16. Физика: Большой энциклопедический словарь. М.: Научное издательство «Большая Российская Энциклопедия», 1999г. (1экз.)
17. Санчаа Т.О. Механика. /пособие для учащихся 9 класса. Кызыл: Лусеум, 1998г. (40экз.)
18. Ершов А.И., Куперштох А. Л., Харитонов В.Г. Молекулярная физика. Гидродинамика. Новосибирск: НГУ, 1991г. (11экз.)
19. Ершов А.И., Воробьев И.И., Харитонов В.Г. Физика: учебник для 9 класса средней школы. Ч.1, ч.2. Новосибирск: НГУ, 1997г (40экз.)
20. Кинематика. Новосибирск: НГУ, 1988г (16экз.)
21. Гидродинамика: методические указания для учащихся ФМШ при НГУ. Новосибирск: НГУ, 1988г. (11экз.)
22. Векштейн Г.Е. Физика сплошных сред в задачах. . Новосибирск: НГУ, 1991г (1экз.)
23. Кикоин И.К. Кикоин А.К. Учебник для 9 класса средней школы. М.: Просвещение, 1994г.(45экз.)
24. Балашов М.М. Физика: пробный учебник для 9 класса средней школы. М.: Просвещение, 1993г. (17экз)
25. Элементарный учебник физики. Т.1 /под ред. Лансберга Г.С. -М.: АОЗТ «Шрайк», 1995г. (1экз)
26. Перышкин А.В., Родина Н.А. Физика. 7 класс. - М.: Просвещение, 1989г. . (1экз)
27. Шахмаев Н.М., Шахмаев С.Н., Шодиев Д.Ш. Физика 9 класс.- М.: Просвещение, 1992г. (1экз)
28. Саенко П.Г. Физика 9 класс.- М.: Просвещение, 1992г. (1экз)

## МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

### Список оборудования

№	Оборудование	Кол-во	Примечания
1	Комплект для определения постоянной Больцмана	3	
2	Прибор для исследования зависимостей между параметрами состояния идеального газа	1	

3	Установка для определения $c_p/c_v$ воздуха	3	
4	Установка для определения коэффициента поверхностного натяжения воды методом максимального давления в газовом пузырьке	3	
5	Установка для определения скрытой теплоты плавления сплава Вуда	3	
6	Таблица Менделеева	1	
7	Психрометр	1	
8	Барометр	1	
9	Плитка лабораторная	2	
10	Трубка Ньютона	1	
11	Барометр–анероид БР-52	1	
12	Набор химической посуды	1	
13	Термометр электронный демонстрационный	1	
14	Прибор для демонстрации действия газов	1	

### Аудио – видео материалы

№	Наименование	Кол-во	Примечание
1	Оксфордская видео энциклопедия для детей. Давление	1	Видео кассета
2	Уроки Пальчикова Е.И. (вещества с уникальными свойствами)	1	Видео кассета
3	Видео энциклопедия для народного образования. Физика. Молекулярная физика.	1	Видео кассета
4	Физика. Молекулярная физика	1	CD
5	Электронный задачник по физике. Молекулярная физика и термодинамика	2	CD
6	Большая энциклопедия Кирилла и Мефодия	1	CD
7	Compton`s. Interactive Encyclopedia	1	CD
8	Компьютерные лабораторные работы по молекулярной физике МФ	1	CD
9	Физика в картинках	1	CD
	Итого	10	

### Список литературы

1. Фейман Р. Лейтон Р., Сендс М. Феймановские лекции по физике. –т.4: Кинетика. Теплота. Звук. М.:Мир,1967г. (1экз.)
2. Гросберг А.Ю., Хохлов А.Р. Физика в мире полимеров. -/библтотека «Квант» вып.74. М.:Наука. Гл.ред.физ.-мат. Литературы,1989г. (5экз.)
3. Полищук В.Р. Как исследуются вещества. -/библтотека «Квант» вып.72. М.:Наука. Гл.ред.физ.-мат. Литературы,1989г. (4экз.)
4. Гильдерман Ю.И. Закон и случай. Новосибирск: «Наука». Сибирское отделение. 1991г. (3экз.)
5. Китайгородский А.И. Порядок и беспорядок в мире атомов. –М.: Наука Гл.ред.физ.-мат. Литературы,1989г. (1экз.)
6. Арцимович Л.А. Элементарная физика плазмы. –М.:Атомиздат,1963г. (1экз.)

7. Смородинский Я.А. Температура. -/ библиотечка «Квант» вып.12. М.:Наука. Гл.ред.физ.-мат. Литературы,1987г. (1экз.)
8. Резников З.М. Прикладная физика: учебное пособие для учащихся по факультативному курсу. 10 класс. –М.: Прсвещение,1989г. (1экз.)
9. Санчаа Т.О. От игры «Кажык» до молекул белка: пособие для учащихся. – Квзыл: Лусеит, 1998г. (40экз.)
10. Ершов А.П., Куперштох А.Л., Харитонов В.Г. Молекулярная физика. Гидродинамика. –Новосибирск: НГУ 1991г. (11экз.)
- 11.Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б. Физика. 10 класс. – М.: Прсвещение,1994г. (35экз.)
- 12.Мансуров А.Н., Мансуров Н.А. Физика. 10-11 класс. – М.: Прсвещение,2001г. (10экз.)
- 13.Анциферов Л.И. . Физика. 10 класс. – М.: Прсвещение,2001г. (20экз.)
14. Касьянов В.А. Физика. 10 класс. – М.: Дрофа,2001г. (10экз.)
- 15.Физика: учебное пособие для 10 класса школ классов с углубленным изучением физики. - /под ред. Пинского А.А. – М.: Прсвещение,1993г. (16экз.), 1995г. (1экз.)
- 16.Элементарный учебник физики. Т.2.-/под ред. Лансберга Г.С.- М.:АОЗТ «Шрайк», 1995г. (1экз.)

## ОПТИКА

### Список оборудования

№	Наименование	Кол-во	Примечания
1	Оптический стол	2	
2	Конструктор по волновой оптике	2	
3	Оптическая скамья	5	
4	Набор по геометрической оптике	5	
5	Призма прямого зрения	9	
6	Фонарь ФОС	1	
7	Микроскоп полевой МИККО (30*)	6	
8	Микроскоп УМ-41П	1	
9	Микроскоп бинокулярный БМ-51-2 (8.75*)	1	сер. №903613
10	Микроскоп измерительный МПБ-2	1	сер. №8304652
11	Пирометр оптический	2	
12	Люксметр	1	
13	Установка «Радуга»	1	
14	Эпипроектор	1	
15	Фотоувеличитель	1	
16	Экран демонстрационный	1	
17	Лазер ЛГН-109	5	1991, сер №344, 482, 449, 439, б/н
18	Лампа теневого проецирования		
19	Глаз муляж	1	
20	Стереоскоп	1	
21	Набор голограмм		
22	Источник света лабораторный	6	
23	Лампа галогенная с отражателем	1	

24	ФОС -1	1	
25	Спектроскоп двухтрубный	1	В списке КФ
26	Набор демонстраций по интерференции, дифракции, поляризации		
27	Набор светофильтров	1	Неполный
28	Зеркало выпуклое и вогнутое (комплект)	1	
29	Прибор для измерения длины световой волны с набором дифракционных решеток	1	

### Список литературы

1. Транковский С. Книга о лазерах. –М.:Детская литература, 1988г. (1экз.)
2. Шахмаев Н.М., Шахмаев С.Н., Шодиев Д.Ш. Физика 11 класс.- М.: Просвещение, 1993г. (35экз.)
3. Мансуров А.Н., Мансуров Н.А. Физика 10-11 класс. – М.:Просвещение,2001г. (10экз.)
4. Физика: учебное пособие для 11 классов школ и классов с углубленным изучением физики. -/под ред. А.А. Пинского – М.:Просвещение, 1995г. (1экз.)
5. Мязишев Г.Я., Буховцев Б.Б. Физика 11. –М.: Просвещение, 2000г. (3экз.)
6. Мязишев Г.Я., Буховцев Б.Б. Физика 11. –М.: Просвещение, 1991г. (7экз.)
7. Набатов А.В., Решетникова Н.Г. Руководство к лабораторным работам по оптике. –Кызыл:КГПИ, 1988г. (19экз.)

### Аудио – видео материалы

№	Наименование	Кол-во	Примечание
1	Оксфордская видео энциклопедия для детей. Антибиотики - Голограммы	1	Видео кассеты
2	Оксфордская видео энциклопедия для детей. Давление - Линзы	1	Видео кассеты
3	Уроки Пальчикова Е.И. Оптика	1	Видео кассеты
4	Видео энциклопедия для народного образования. Физика. Оптика	1	Видео кассеты
5	Волновая оптика	1	Видео кассеты
6	Электронный задачник по физике. Оптика. Волны	1	CD
7	Физика в картинках	1	CD
8	Большая энциклопедия Кирилла и Мефодия	1	CD
9	Compton`s. Interactive Encyclopedia	1	CD
	Итого	9	

## АТОМНАЯ, ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА. ФИЗИКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ.

## Список оборудования

№	Наименование	Кол-во	Примечания
1	Призма прямого зрения	6	
2	Генератор высоковольтный школьный Спектр -1	2	1973
3	Генератор высоковольтный школьный Спектр -1	2	1991
4	Спектроскоп двухтрубный	1	
5	Набор спектральных трубок	3	
6	Установка: «Опыт Франка и Герца»	1	
7	Счетчик Гейгера	1	
8	Камера для наблюдения следов заряженных частиц	1	
9	Дозиметр Дб5Б	1	
10	Микродозиметр	1	
11	Солнечная батарея	2	
12	Яркостный пирометр «Проминь»	2	

## Аудио – видео материалы

№	Наименование	Кол-во	Примечание
1	Видео энциклопедия для народного образования. Физика. Ядро.	1	Видео кассета
2	Физика. Атом.	1	Видео кассета
3	Электронный задачник по физике. Атомная физика. Элементы ядерной физики.	1	CD
4	Физика в картинках	1	CD
5	Электронный учебник по атомной физике	1	CD
5	Компьютерные лабораторные работы по атомной физике	1	CD
	Итого	5	

## Список литературы

1. Фейман Р. Фейман Р. Лейтон Р., Сендс М. Феймановские лекции по физике. –т.8,9 ч.1,2: Кинетика. Теплота. Звук. М.:Мир,1967г. (1экз.)
2. Левинштейн М.Е., Симин Г.С. Барьеры. -/ библиотечка «Квант» вып.65. М.:Наука. Гл.ред.физ.-мат. литературы,1987г. (4экз.)
3. Филлипов А.Т. Многоликий солитон. - библиотечка «Квант» вып.48. М.:Наука. Гл.ред.физ.-мат. литературы,1987г. (4экз.)
4. Воробьев И.И. Теория относительности в задачах. – Наука. Гл.ред.физ.-мат. литературы,1989г. (1экз.)
5. Андрей Сахаров. Мир, прогресс, права человека. -/статья и выступления. – сб.:Сов. Писатель. Ленинградское отделение, 1990г. (1экз.)
6. Мухин К.Н. Занимательная ядерная физика. –М.:Атомиздат,1972г. (1экз.)
7. Снегов С. Прметей раскованный: повесть о первооткрывателях ядерной физики. –М.:Детская литература, 1973г. (1экз.)
8. 50 лет современной ядерной физике. –М.:Энергоатомиздат, 1982г. (1экз.)
9. Астатенков П.Т. Академик И.В. Курчатов. – М.:Воениздат,1971г. (1экз.)
- 10.Лаура Ферми. Атомы у нас дома. Издательство иност. литературы, 1959г. 1экз)

- 11.Клайн Б. В поисках: физики и квантовая теория. –М.:Атомиздат, 1971г. (1экз.)
- 12.Парков Е.И. На перепекрестке бесконечностей. –М.: Атомиздат, 1967г. (1экз.)
- 13.Школьникам о современной физике: акустика, теория относительности, биофизика. -/книга для учащихся 8-10 классов средней школы. – составитель В.Н. Руденко. –М.:Просвещение,1990г. (1экз.)
- 14.Шилейко А. Шилеко Т. Электроны...Электроны... -М.:Детская литература, 1989г. (1экз.)
- 15.Физики: Большой энциклопедический словарь. –М.:Научное издательство «Большая Российская энциклопедия», 1999г. (1экз.)
- 16 Шахмаев Н.М., Шахмаев С.Н., Шодиев Д.Ш. Физика 11 класс.- М.: Просвещение, 1993г. (35экз.)
- 16.Мансуров А.Н., Мансуров Н.А. Физика 10-11 класс. – М.:Прсвещение,2001г. (10экз.)
17. Физика: учебное пособие для 11 классов школ и классов с углубленным изучением физики. -/под ред. А.А. Пинского –М.:Просвщение, 1995г. (1экз.)
18. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б. Физика 11. –М.: Просвщение, 2000г. (3экз.)
- 19.Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б. Физика 11. –М.: Просвщение. 1991г. (7экз.)
- 20.Атом: уч. пособие для учащихся. -/сост. Санчаа Т.О.–Кызыл: Лусеум, 1996г. (45экз.)
- 21.Атомное ядро: методическое пособие для учащихся. -/сост. Санчаа Т.О. – Кызыл: Лусеум, 1997г. (17экз.)

## АСТРОНОМИЯ

### Список оборудования

№	Оборудование	Кол-во	Примечание
1	Модель звездных координат	2	
2	Теллурий	1	
3	Телескоп	2	х
4	Подвижная карта звездного неба демонстрационная	1	
5	Подвижная карта звездного неба лабораторная	10	

### Аудио-видео материалы

№	Наименование	Ко-во	Примечание
1	«Аполлон –13» худ.фильм	1	Видео кассета
2	«Россия в космосе» док. фильм	1	Видео кассета
3	«Для всего человечества» худ. Фильм	1	Видео кассета
4	«The Voyager Odissey» (Док. Фильм)	1	Видео кассета
5	Астрофизика. (Учебный фильм)	1	Видео кассета
6	Soviet space program	1	CD
7	Космос	1	CD
8	Асторофизика Ч1, Ч2,	2	CD
9		1	Комплект
	Итого	10	

### Список литературы

1. Энциклопедия для детей. Т.16. Физика. Ч.1. Биография физики. Путешествие во глубь материи, Механическая картина мира. - /гл. ред. В.А. Володин. – М.: Аванта+, 2000г (1экз.)
2. . Энциклопедия для детей. Т.8 Астрономия. - /гл. ред. Аксенов М.Д. – М.:Аванта+, 2000г. (3экз.)
- 3 Бронштейн М.П., Солнечное вещество. Лучи икс. Изобретатели телеграфа. -/ Библиотечка «Квант». Вып. 80 М.: Наука. Гл. ред. физ-мат. литературы,1990 г (3экз.)
4. Азерников В. Физика, Великие открытия. – М.:Олма-пресс, 2000г. (1экз.)
5. Левитан Е.П. Астрономия: учебник для 11 класса общелобразовательных кчреждений, - М.: Просвещение, 1994г. (15экз.)
6. Физика и астрономия: пробный учебник для7 класса ср. школы. -/А.А. Пинский, В.Г. Разумовский, Ю.И. Дик и др. –М.: Просвещение, 1993г. (6экз.)
7. Карпенко М. Вселенная разумная. – М.:Мир географии, 1992 г. (1экз.)
8. Глазков Ю. Н. Колесников Ю.В. В открытом космосе, М.: Педагогика, 1990г. (1экз.)
9. Рябов Ю.А. Движения небесных тел. –М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988г. (1экз.)
10. Андрианов Н.К. Марленский А.Д. Астрономические наблюдения в школе: книга для учителя. –М.: Просвещение, 1987г. (1экз.)
11. Феоктистов К.П., Бубнов И.Н. О космолетах. –М.: Молодая гвардия, 1982г. (1экз.)
12. Казимировский Э.С. Планета в космической плазме. – Ленинград: Гидрометеоиздат, 1990г. – (1экз.)
13. Пшеничнер Б.Г. Войнов С.С. Внеурочная работа по астрономии: кн.для учителя. –М.: Просвещение, 1989г. (1экз.)

### 3.1. Меры безопасности на занятиях в кабинете физики

1. Только учитель может включать и выключать и электрощиток (автомат).
2. Включать электрооборудование , в том числе телевизор и компьютер, в сеть только с разрешения учителя.
3. При работе со стеклянными приборами необходимо:
  - применять стеклянные трубки с оплавленными краями;
  - правильно подбирать диаметры резиновых и стеклянных трубок при их соединении, концы трубок смачивать водой, глицерином или смазывать вазелином;
  - использовать стеклянную посуду без трещин;
  - не допускать резких изменений температуры и механических ударов;

— соблюдать осторожность при вставлении пробок в стеклянные трубки и обратном процессе;

— отверстие пробирки или горлышко колбы при нагревании в них жидкостей направлять в сторону от себя и учащихся.

4. При работе, если имеется вероятность разрыва сосуда вследствие нагревания, нагнетания или откачивания воздуха на демонстрационном столе, со стороны учащихся устанавливается защитный экран, а учитель пользуется защитными очками. В случае разрыва сосуда запрещается осколки стекла убирать руками. Для этого используются щетки и совок. Так же убирают железные опилки, используемые при наблюдении магнитных спектров.

**Запрещается закрывать сосуд с горячей жидкостью притертой пробкой до тех пор, пока она не остынет; нельзя брать приборы с горячей жидкостью незащищенными руками.**

5. Температура наружных элементов конструкций изделий, нагреваемых в процессе эксплуатации, не должна быть выше 45 °С. При температуре нагрева наружных элементов изделия выше 45 °С на видном месте этого изделия должна быть сделана предупреждающая надпись «Берегись ожога!».
6. Категорически запрещается применять бензин в качестве топлива в спиртовках.
7. Запрещается применение: парообразователей металлических, ламп лабораторных бензиновых, прибора для определения коэффициента линейного расширения металлов (с металлическими трубками, нагреваемыми паром).
8. Запрещается использовать металлические асбестированные сетки и нафталин.
9. Нельзя превышать пределы допустимых скоростей вращения на центробежной машине, универсальном электродвигателе, вращающемся диске, обозначенные в технических описаниях. Во время демонстрации необходимо следить за исправностью всех креплений в этих приборах. Чтобы исключить возможность травмирования отлетевшими деталями, необходимо устанавливать защитный экран.
10. Запрещается применение пылесоса и других воздуходувов при постановке демонстрационных опытов с прибором по механике на воздушной подушке, если уровень фонового шума превышает установленный ГОСТом 12.1.003-76.
11. При постановке всех видов физического эксперимента запрещается применение:
  - металлической ртути;
  - генератора УВЧ на октальных лампах (производство Главучтехпрома);
  - индукционных катушек ИВ-50, ИВ-100 и прибора для демонстрации электроискровой обработки металлов, так как эти приборы создают сильные радиопомехи;

—электрического учебного оборудования с открытыми контактами на напряжения выше 42 В переменного тока и 110 В постоянного.

12. До включения электро-, радиоприборов в сеть необходимо убедиться в соответствии положения переключателя сетевого напряжения его номинальному значению, а также в исправности предохранителей.
13. При измерении напряжений и токов измерительные приборы присоединяются проводниками с надежной изоляцией, снабженными одно-, двухполюсными вилками. Присоединять вилки (щуп) к схеме нужно одной рукой, причем вторая рука не должна касаться шасси, корпуса прибора и других электропроводящих предметов. Особую осторожность следует соблюдать при работе с печатными схемами, для которых характерны малые расстояния между соседними проводниками печатной платы.
14. Замена деталей, а также измерение сопротивлений в цепях учебных установок производятся только после их выключения и разряда конденсаторов с помощью изолированного проводника.
15. При необходимости настройки или регулировки радиоустройства (подстройка контуров, регулировка подстрочечных конденсаторов или резисторов и т. п.) во включенном состоянии пользуются инструментом с надежной изоляцией.
16. При налаживании и эксплуатации осциллографов и телевизоров необходимо с особой осторожностью обращаться с электронно-лучевой трубкой. Недопустимы удары по трубке или попадание на нее расплавленного припоя, так как это может вызвать взрыв трубки.
17. Запрещается включение без нагрузки выпрямителей, так как в этом случае электролитические конденсаторы фильтра заметно нагреваются, а иногда и взрываются.
18. При перегреве трансформатора, появлении запаха гари, искрении внутри баллонов радиоламп или разогревании их анодов радиоустройство следует немедленно выключить.
19. Нельзя оставлять включенные электро-, радиоустройства без надзора и допускать к ним посторонних лиц.
20. При эксплуатации источников высоких напряжений (электрофорная машина, преобразователи типа «разряд») необходимо соблюдать следующие предосторожности:
  - не прикасаться к деталям и проводникам руками или токопроводящими предметами (материалами);
  - высоковольтные соединительные проводники или электроды шарового разрядника следует перемещать с помощью изолирующей ручки (можно использовать чистую сухую стеклянную трубку);-после выключения нужно разрядить конденсаторы путем соединения электродов разрядником или гибким проводником в хлорвиниловой изоляции.
21. Категорически запрещается использование в школах безнакальных трубок: рентгеновской, для отклонения катодных лучей, вакуумной со звездой, вакуумной с мельничкой и др.

22. Не допускается прямое попадание в глаза учителя и учащихся света от электрической дуги, проекционных аппаратов, стробоскопа и лазера.
23. Не разрешается эксплуатация лазера без защитного заземления прибора и ограничения экраном распространения луча вдоль демонстрационного стола. Запрещаются перемещение лазера по оптической скамье во включенном состоянии и все виды регулировок при снятой верхней части корпуса.

### **МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПОСТАНОВКЕ И ПРОВЕДЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И РАБОТ ПРАКТИКУМА**

1. Все положения по защите от механических, тепловых и других травмирующих факторов, изложенные в разделе «Меры безопасности при подготовке и выполнении демонстрационных опытов», распространяются на постановку и проведение лабораторных работ и работ практикума.
2. При выполнении работ на установление теплового баланса воду следует нагревать не выше 60—70 °С.
3. Запрещается зажигать спиртовку от другой горячей спиртовки.
4. Проведение лабораторных работ и демонстрационных опытов с применением ртути категорически запрещается.
5. Запрещается нагружать измерительные приборы выше предельных значений, обозначенных на их шкале.
6. При постановке лабораторных и практических работ запрещается применение учащимися приборов с надписями на их панелях (корпусе) «Только для проведения опытов учителем».
7. Учебные приборы и изделия, предназначенные для практических работ учащихся, по способу защиты человека от поражения электрическим током должны иметь двойную или усиленную изоляцию или присоединяться непосредственно к источникам питания с напряжением не выше 42 В.

## IV. УЧЕБНО-ИНФОРМАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### 4.1. ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

#### 1. Каталоги ресурсов для образования

Каталог информационной системы «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»

<http://window.edu.ru/window/catalog> Каталог Российского общеобразовательного портала

<http://www.school.edu.ru> Каталог «Образовательные ресурсы сети Интернет для общего образования»

<http://catalog.iot.ru> Каталог «Школьный Яндекс»

<http://shkola.lv> – Портал бесплатного образования

<http://www.uroki.net> - бесплатное поурочное планирование, сценарии, разработки уроков, внеклассные мероприятия и др.

<http://www.proshkolu.ru> - Бесплатный школьный портал – все школы России.

<http://www.int-edu.ru> - Сайт Института Новых Технологий

<http://allbest.ru/mat.htm> Электронные бесплатные библиотеки

<http://en.edu.ru/db> Естественно-научный образовательный портал (учебники, тесты, олимпиады, контрольные)

<http://www.libnet.ru/education/lib/> Электронная библиотека статей по образованию

<http://n-t.org/> Электронная библиотека «Наука и техника»

#### 2. Крупнейшие образовательные ресурсы:

<http://www.edu.ru/> Российское образование. Федеральный портал

<http://www.ed.gov.ru/> Министерство образования и науки Российской Федерации. Федеральное агентство по образованию.

<http://catalog.alledu.ru/> Все образование. Каталог ссылок

<http://www.school.edu.ru/> В помощь учителю. Федерация интернет-образования Российский образовательный портал. Каталог справочно-информационных источников

<http://teacher.fio.ru/> Учитель.ру - Федерация интернет-образования

<http://rating.fio.ru/> Общественный рейтинг образовательных электронных ресурсов

<http://www.college.ru/> Интернет-ресурсы по обучающим программам Дистанционное обучение - проект «Открытый колледж»

<http://ege.edu.ru/> Портал информационной поддержки ЕГЭ

<http://pedsovet.alledu.ru/> Всероссийский августовский педсовет

<http://schools.techno.ru/> Образовательный сервер «Школы в Интернет»

<http://all.edu.ru/> Все образование Интернета

<http://www.en.edu.ru/> Естественно-научный образовательный портал

#### 3. Методические материалы

<http://www.fizika.ru/> Сайт для учащихся и преподавателей физики. На сайте размещены учебники физики для 7, 8 и 9 классов, сборники вопросов и задач, тесты, описания лабораторных работ. Учителя здесь найдут обзоры учебной литературы, тематические и поурочные планы, методические разработки. Имеется также дискуссионный клуб

<http://metodist.i1.ru/> Методика физики

<http://www.phys-campus.bspu.secna.ru/> Кампус

<http://www.uroki.ru/> Образовательный портал (имеется раздел «Информационные технологии в школе»)

<http://physics.ioso.iip.net/> Лаборатория обучения физике и астрономии - ведущая лаборатория страны по разработке дидактики и методики обучения этим предметам в средней школе. Идет обсуждения основных документов, регламентирующих физическое образование. Все они в полном варианте расположены на этих страница. Можно принять

участие в обсуждении.

<http://ioso.ru/ts/archive/physic.htm> Использование информационных технологий в преподавании физики. Материалы (в том числе видеозаписи) семинара в РАО по проблеме использования информационных технологий в преподавании физики. Содержит как общие доклады, так и доклады о конкретных программах и интернет-ресурсах.

<http://physics.ioso.iip.net/index.htm> Лаборатория обучения физике и астрономии (ЛФИА ИОСО РАО). Материалы по стандартам и учебникам для основной и полной средней школы.

<http://www.gomulina.orc.ru> Виртуальный методический кабинет учителя физики и астрономии

<http://www.mpf.da.ru/> Сайт кафедры методики преподавания физики МПУ

#### 4. Опыт работы

[http://www-windows-](http://www-windows-1251.edu.yar.ru/russian/pedbank/soruch/phys/turina/index.html)

[1251.edu.yar.ru/russian/pedbank/soruch/phys/turina/index.html](http://www-windows-1251.edu.yar.ru/russian/pedbank/soruch/phys/turina/index.html) Банк педагогического опыта

<http://www.phizik.cjb.net/> Физик представляет.

#### 5. Разное

<http://physics.nad.ru/physics.htm> Физика в анимациях. На сайте размещены мультики с физическими процессами и даны теоретические объяснения. Очень показательно и поучительно. Есть материал по механике, оптике, волнам и термодинамике. Дифракция Сайт с интерактивными моделями <http://www.kg.ru/diffraction/> Программное обеспечение по физике в <http://physika.narod.ru/> Инструментальная программная система "СБОРКА" для изучения законов постоянного тока в средней школе

<http://shadrinsk.zaural.ru/~sda/project1/index.html> МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ, АСТРОНОМИИ И ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ гимназии №1567 г. Москвы <http://schools.techno.ru/sch1567/metodob/>

<http://www.karelia.ru/psu/Chairs/KOF/abitur/index.htm> Программа по физике «Абитуриент»

<http://school.komi.com/> Дистанционная физическая школа Уроки физики

<http://tco-physics.narod.ru/> Компьютерная поддержка уроков физики. Методика проведения уроков физики с компьютерной поддержкой Российский Государственный университет инновационных технологий и предпринимательства. Северный филиал. Дистанционное обучение. Интерактивные уроки физики

<http://domino.novsu.ac.ru/> Урок по теме «Решение задач. Относительность движения»

<http://ivsu.ivanovo.ac.ru/alumni/grgr/index.htm>

<http://edu.delfa.net:8101> Кабинет физики

#### 6. ПОДГОТОВКА К ЕГЭ

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

<http://www.obrnadzor.gov.ru> Федеральный институт педагогических измерений. Все о ЕГЭ

<http://www.fipi.ru>

Портал информационной поддержки Единого государственного экзамена

<http://ege.edu.ru> Демонстрационные варианты ЕГЭ на портале

«Российское образование» — по русскому языку, литературе, математике, информатике, английскому языку, истории, обществознанию, химии, физике, географии. Все для Абитуриента

<http://edu.ru> Федеральный центр тестирования

<https://yandex.ru/tutor/>

<http://www.rustest.ru>

Тесты онлайн, ЕГЭ, ЦТ <http://www.test4u.ru> Варианты вступительных испытаний по материалам журнала «Квант»

<http://kvant.mirror1.mccme.ru> **Все о ЕГЭ**  
<http://www.egeinfo.ru> Высшее образование в России  
<http://vuzinfo.ru> ЕГЭ: информационная поддержка  
<http://www.ctege.org> Подготовка к ЕГЭ. Тесты  
<http://www.v-vuz.ru> Подготовка к ЕГЭ. Толковый словарь ЕГЭ  
<http://www.pishigramotno.ru> Образовательный центр Перспектива. Подготовка к ЕГЭ  
<http://centerperspektiva.ru/?s=32> Сайт «Обучение.ру»  
<http://www.runovschool.ru/ege/msk.php> Программа образовательных кредитов  
<http://www.znanie.info> Учебно-научный центр довузовского образования  
<http://www.abiturcenter.ru> Учебный центр «Уникум». Проведение репетиционных ЕГЭ  
<http://www.uni-test.ru> Центр интенсивных технологий образования  
<http://www.cito.ru> Центр тестирования и развития при МГУ «Гуманитарные технологии»  
<http://www.proforientator.ru>

## 7. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ УЧИТЕЛЕЙ И УЧЕНИКОВ

Всероссийский интернет-педсовет: образование, учитель, школа  
<http://pedsovet.org> Авторская методика обучения  
<http://www.metodika.ru> Академия повышения квалификации работников образования (АПКиППРО)  
<http://www.apkpro.ru> Интел «Обучение для будущего»  
<http://www.klyaksa.net> Информационно-методический сайт для учителей и школьников  
<http://www.moyashkola.net>  
Информационный портал для работников системы образования [www.KM-school.ru](http://www.KM-school.ru)  
Конференция-выставка «Информационные технологии в образовании» (ИТО)  
<http://www.ito.su> Методика воспитания дошкольников  
<http://www.metodika-online.ru> Центр психологической поддержки бизнеса и семьи  
<http://www.5da.ru>  
<http://www.mirbibigona.ru> Сеть творческих учителей  
<http://it-n.ru> Школьный сектор <http://school-sector.relarn.ru> Сетевое сообщество подростков  
Телеканал «Бибигон» <http://www.bibigon.ru>  
Энциклопедический портал. Все для семьи, школьника, абитуриента  
<http://claw.ru>  
Профориентация. Выбор профессии, вуза, школы, профильного класса  
<http://www.proforientator.ru> Российский союз молодых ученых  
<http://www.rulex.ru> Некоммерческая электронная библиотека «ImWerden»  
<http://imwerden.de/cat/modules.php?name=books> Научная сеть  
<http://www.relga.ru> Сибирский центр инновационных педагогических технологий  
<http://www.open.websib.ru> Энциклопедия замечательных людей и идей  
<http://www.abc-people.com> Путь в науку. Естественно-научный журнал для молодежи  
<http://all-photo.ru/empire> Тесты для выбора профессии <http://www.mappru.com>

## ОФИЦИАЛЬНЫЕ САЙТЫ ОЛИМПИАД ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ

[минобрнауки.рф/олимпиада](http://минобрнауки.рф/олимпиада) Официальный сайт Всероссийской олимпиады школьников.

Всероссийская олимпиада школьников – массовое ежегодное мероприятие по работе с одаренными школьниками в системе российского образования.

Это система охватывает 24 предметные олимпиады для обучающихся государственных, муниципальных и негосударственных образовательных организаций, которые реализуют образовательные программы основного общего и среднего общего образования.

[vserosolymp.rudn.ru](http://vserosolymp.rudn.ru) Методический сайт Всероссийской олимпиады школьников.

Для формирования единой сетевой методической среды ВСОШ в России работает Методический сайт ВСОШ.

Сайт предназначен для оперативного консультационно-методического взаимодействия руководителей Центральных и Региональных предметно-методических комиссий по вопросам проведения всех этапов ВСОШ.

[rsr-olymp.ru](http://rsr-olymp.ru) Российский совет олимпиад школьников.

Российский совет олимпиад школьников формирует Перечень олимпиад школьников на текущий учебный год, совместно с Министерством образования и науки определяет политику организации и проведения олимпиад школьников, а также совместно с государственными органами власти осуществляет контроль и надзор качества проведения олимпиад школьников, включенных в Перечень.

**Министерство образования и науки Республики Тыва**

Тувинский институт развития образования и повышения  
квалификации

*Автор*

**САНЧАА Татьяна Оюновна,**  
кандидат педагогических наук

*Верстка и редактирование:*  
**ТОГОЧАКОВА Тамара Николаевна**

# **КЕЙС УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ**

**Для учителей физики общеобразовательных организаций**

*Кызыл — 2020*