МУНИЦИПАЛЬНОЕ АВТОНОМНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ЛИЦЕЙ №62 ИМЕНИ КОМАРОВА ВЛАДИМИРА МИХАЙЛОВИЧА»
ГОРОДСКОГО ОКРУГА ГОРОД УФА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

| | | |
|---|---|---|
| РАССМОТРЕНО<br>руководитель ШМО<br>классных руководителей<br>_____<br>А.Р. Муллаянова<br>Протокол № 1 от 26.08.26 г | СОГЛАСОВАНО<br>Заместитель директора по УВР<br>МАОУ «Лицей №62 имени<br>Комарова Владимира Михайловича»<br>_____ К.О. Базлова<br>От 27.08.26 г. | УТВЕРЖДАЮ<br>Директор МАОУ «Лицей №62<br>имени Комарова<br>Владимира Михайловича»<br>_____ Н.Е.Филичкина<br>Приказ № 216 от 28.08.26 г. |

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

«Основы физического эксперимента»
для 10А,Б и 11А,Б класса
на 2026-2027 учебный год

Уфа-2026

**СОДЕРЖАНИЕ**

Пояснительная записка ..... 3

Содержание курса внеурочной деятельности «Основы физического эксперимента (физико-математический профиль)» ..... 9

10 класс ..... 9

11 класс ..... 17

Планируемые результаты освоения курса внеурочной деятельности «Основы физического эксперимента (физико-математический профиль)» ..... 26

Личностные результаты ..... 26

Метапредметные результаты ..... 27

Предметные результаты ..... 30

Тематическое планирование ..... 34

10 класс ..... 34

11 класс ..... 65

Литература и электронные ресурсы ..... 102

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Настоящая рабочая программа курса внеурочной деятельности «Основы физического эксперимента» (далее – программа) разработана в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования (далее – ФГОС СОО) [1, 2] и направлена на организацию обучения в физико-математическом профиле в соответствии с требованиями федеральной образовательной программы среднего общего образования (ФОП СОО) [3].

Реализация программы может содействовать достижению обучающимися планируемых результатов освоения ФОП СОО, развитию личности обучающихся, формированию и удовлетворению их социально значимых интересов и потребностей, самореализации обучающихся через участие во внеурочной деятельности. Одной из возможных форм реализации программы является кружок. Программа может реализовываться образовательной организацией самостоятельно либо на основе взаимодействия с другими организациями, осуществляющими образовательную деятельность.

Программа курса внеурочной деятельности «Основы физического эксперимента» предназначена для реализации в 10–11 классах и направлена на достижение соответствующих результатов, сформулированных в федеральной рабочей программе по учебному предмету «Физика» (углубленный уровень).

При изучении физики на углубленном уровне реализация этих принципов базируется на использовании самостоятельного ученического эксперимента, включающего, в том числе, работы физического практикума. При этом под работами практикума понимается самостоятельное исследование, которое проводится по руководству свернутого, обобщенного вида без пошаговой инструкции. В результате обеспечивается овладение обучающимися умениями проводить прямые и косвенные измерения, исследовать взаимные зависимости двух физических величин и осуществлять постановку опытов по проверке предложенных гипотез. Все это способствует достижению одной из основных целей изучения физики на уровне среднего общего образования – овладению обучающимися методами самостоятельного планирования и проведения физических экспериментов, анализа и интерпретации информации, определения достоверности полученного результата.

Актуальность реализации данной программы определяется тем, что ее освоение позволяет обучающимся на практике ознакомиться с различными физическими явлениями, экспериментально изучить различные физические закономерности, углубить свои теоретические знания, развить имеющиеся и приобрести новые практические умения и навыки в области планирования, подготовки, проведения, анализа и интерпретации физического эксперимента.

Программа дает обучающимся возможность приобрести практический опыт работы с лабораторным оборудованием, овладеть конкретными приемами исследовательской деятельности начинающего физика-экспериментатора, сформировать навыки оценки погрешностей результатов измерения физических величин. Реализация программы создает условия для формирования у обучающихся нестандартного креативного мышления, содействует развитию индивидуальности суждений, формированию культуры обоснования собственного мнения и свободы его выражения.

Программа может быть востребована обучающимися, которые имеют интерес и мотивацию к углубленному изучению физики и математики, готовятся к участию в олимпиадах школьников по физике, в рамках которых предусмотрен практический тур.

Программа преследует не только образовательные, но и воспитательные цели, поскольку соответствует идее экологизации и идее прикладной направленности, которые, в числе других идей, положены в основу курса физики, изучаемого на ступени СОО.

**Варианты реализации программы и формы проведения занятий**

Реализация программы предполагает сочетание различных форм групповой работы (слушание лекций, дискуссия, монтаж экспериментальных установок, проведение физических измерений под руководством преподавателя) и индивидуальной работы (выполнение самостоятельных работ и работ практикума, обработка и интерпретация результатов физических измерений). Использование таких форм работы помогает развивать у обучающихся, с одной стороны, навыки восприятия новой информации при различных формах ее подачи, а с другой стороны – активность, самостоятельность и творческое начало. В целом реализация данной программы должна положительно

сказываться как на актуализации знаний, умений и навыков обучающихся в рамках их предпрофессиональной технологической (инженерной) подготовки, так и на социальном формировании личности обучающихся.

Программа курса рассчитана на 68 часов, в рамках которых предусмотрены такие формы работ, как лекции, самостоятельные работы и работы практикума. В ходе самостоятельных работ обучающиеся под контролем преподавателя закрепляют новые знания, отрабатывают определенные умения и навыки. Работы практикума подразумевают самостоятельное решение обучающимися экспериментальных физических задач. Тематика работ практикума и порядок их следования соответствуют структуре тематического планирования федеральной рабочей программы по учебному предмету «Физика» (углубленный уровень).

Программа рассчитана на реализацию в течение двух лет обучения в 10–11 классах при проведении занятий один раз в неделю объемом 1 час каждое. По усмотрению учителя порядок следования занятий может быть изменен, а некоторые могут быть исключены.

Допускается реализация части программы в течение одного учебного года – для обучающихся только 10-го или только 11-го класса. Однако в этом случае при работе с обучающимися 11-го класса рекомендуется начинать изложение учебного материала с проведения занятий, направленных на освоение обучающимися основных приемов и методов обработки результатов физических измерений и оценки погрешностей. Для этого рекомендуется: 1) провести в классе занятия № 1, № 3 и № 5 из программы 10-го класса; 2) задать на дом выполнение заданий № 2, № 4 и № 6 из программы 10-го класса; 3) в дальнейшем следовать программе 11-го класса, исключив из нее, по усмотрению учителя, какие-либо три занятия (например, № 16, № 17, № 18).

Возможно также освоение обучающимися 11-го класса полной программы при условии проведения занятий два раза в неделю объемом 2 часа каждое.

Ряд работ практикума (на усмотрение учителя) может быть задан обучающимся на дом для самостоятельного выполнения с последующим контролем и обсуждением полученных результатов.

**Взаимосвязь с федеральной рабочей программой воспитания**

Программа разработана с учетом рекомендаций федеральной рабочей программы воспитания. В частности, она учитывает психолого-педагогические особенности соответствующей возрастной категории обучающихся.

Программа соответствует таким целям воспитания обучающихся, как развитие личности, создание условий для самоопределения и социализации.

Программа содействует решению следующих задач воспитания обучающихся: усвоение знаний, норм, духовно-нравственных ценностей, традиций, которые выработало российское общество; формирование и развитие личностных отношений к этим нормам, ценностям; приобретение соответствующего этим нормам, ценностям, традициям социокультурного опыта поведения, общения, межличностных и социальных отношений, применения полученных знаний; достижение личностных результатов освоения общеобразовательной программы по физике в соответствии с ФГОС СОО.

Программа соответствует следующим основным направлениям воспитания.

1) Трудовое воспитание – воспитание уважения к труду, трудящимся, результатам труда (своего и других людей), ориентация на трудовую деятельность, получение профессии, личностное самовыражение в продуктивном, нравственно достойном труде в российском обществе, достижение выдающихся результатов в профессиональной деятельности. Целевыми ориентирами являются: формирование осознанной готовности к получению профессионального образования, непрерывному образованию в течение жизни как условию успешной профессиональной и общественной деятельности; понимание специфики самообразования и профессиональной самоподготовки в информационном высокотехнологическом обществе, готовности учиться и трудиться в современном обществе; ориентированность на осознанный выбор сферы профессиональной трудовой деятельности в российском обществе с учетом личных жизненных планов, потребностей своей семьи, общества.

2) Экологическое воспитание – формирование экологической культуры, ответственного, бережного отношения к природе, окружающей среде на основе российских традиционных духовных ценностей, навыков охраны, защиты, восстановления природы, окружающей среды. Целевым ориентиром является осознание необходимости применения знания естественных и социальных наук для разумного, бережливого природопользования в быту, общественном пространстве.

3) Ценности научного познания – воспитание стремления к познанию себя и других людей, природы и общества, к получению знаний, качественного

образования с учетом личностных интересов и общественных потребностей. Целевыми ориентирами являются: формирование деятельно выраженного познавательного интереса в области физики с учетом своих интересов, способностей, достижений; получение представлений о современной научной картине мира, о достижениях науки и техники, о значении науки в жизни российского общества, обеспечении его безопасности; приобретение навыков критического мышления, определения достоверной научной информации и критики антинаучных представлений; развитие и применение навыков наблюдения, накопления и систематизации фактов, осмысления опыта в естественно-научной области познания, исследовательской деятельности.

**Особенности работы учителя по программе**

При реализации данной программы задача учителя состоит в том, чтобы создать условия для усвоения обучающимися новых знаний, приобретения ими новых умений и закрепления навыков, необходимых для проведения физических экспериментов и анализа полученных результатов.

Для решения этой задачи необходимо наличие в кабинете физики оборудования, комплектующих и расходных материалов, требующихся для проведения самостоятельных работ и работ практикума. Перечень предлагаемых работ сформирован таким образом, что подготовка к их проведению не должна вызывать существенных затруднений – все необходимое для реализации программы, как правило, либо находится в кабинете физики, либо доступно в повседневном бытовом обиходе.

Перед началом занятий учителю рекомендуется самостоятельно выполнить все теоретические задания, самостоятельные работы и работы практикума, которые должны будут выполнять обучающиеся. Это даст учителю возможность не только выявить возможные технические проблемы, но и получить контрольные результаты измерений и их обработки, которые понадобятся для дальнейшей проверки правильности выполнения работ обучающимися.

Поскольку одним из главных результатов работы учителя в рамках внеурочной деятельности является личностное развитие обучающихся, учителю рекомендуется при проведении занятий по программе активно участвовать в деятельности обучающихся, контролировать ход выполнения ими экспериментальной работы, направлять и корректировать их действия,

своевременно указывать на ошибки и недочеты, подсказывать и демонстрировать правильные способы выполнения практической работы, обсуждать причины и возможные последствия допускаемых ошибок. Во время занятий необходимо поддерживать доброжелательную атмосферу сотрудничества.

Учителю следует учитывать, что логика освоения программы предполагает последовательное изучение материала – сначала обучающиеся должны освоить базовые приемы и методы проведения физических измерений и обработки получаемых результатов, а уже затем применять их на практике по схеме «от простого к сложному». Потому примерная схема проведения занятий по программе может быть следующей:

1) объяснение теоретического материала по теме;

2) подготовка к выполнению самостоятельной работы или работы практикума – обсуждение задания, устройства экспериментальной установки, необходимого теоретического материала, приемов и методов прямых экспериментальных измерений, способов их обработки и оценки погрешностей измерений;

3) проведение самостоятельной работы или работы практикума, контроль правильности проведения измерений;

4) обработка полученных экспериментальных данных, оценка погрешностей;

5) обсуждение результатов обработки полученных экспериментальных данных и проверка их правильности.

В случае нехватки времени на реализацию в классе пункта 4 данной схемы рекомендуется предложить обучающимся выполнить соответствующие действия дома, а пункт 5 реализовать в начале следующего занятия, либо провести необходимые обсуждения с обучающимися в порядке индивидуальной работы.

## СОДЕРЖАНИЕ КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ «ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА (ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ)»

### 10 КЛАСС

**Занятие 1. Погрешности в эксперименте**

***Лекция*** **«**Погрешности прямых измерений». Обсуждается природа возникновения погрешностей, методы их минимизации и оценки.

***Лекция*** «Погрешности косвенных измерений». Обсуждаются методы и приемы оценки погрешностей косвенных измерений.

*Используемые материалы:* [4], часть 1.

**Занятие 2. Оценка погрешностей прямых и косвенных измерений**

***Самостоятельная работа*** «Оценка погрешностей косвенных измерений по результатам прямых измерений».

**Занятие 3. Усреднение измерений. Случайная погрешность. Кинематические измерения**

***Лекция*** **«**Случайные погрешности». В соответствии с уровнем подготовки обучающихся и доступным оборудованием может быть проведена одна из двух работ практикума.

***Практикум № 1***

*Задание.* Определите с максимальной точностью среднюю скорость движения зернышка пшена в бутылке с водой.

*Оборудование.* Пшено, наполненная водой пластиковая бутылка с отрезанным горлышком, секундомер, линейка.

*Краткое описание решения.* Проводится серия экспериментов по измерению с помощью секундомера времени прохождения зернышком пшена в толще воды некоторого фиксированного расстояния вдоль вертикали. Вычисляется среднее время движения зерен. Рассчитывается средняя установившаяся скорость этого движения. Оценивается погрешность.

*Описание схожей работы практикума:* всероссийская олимпиада школьников по физике, региональный этап 2023 г., задача «Пшено и вязкость» [9, 10].

***Практикум № 2***

*Задание.* Соберите установку для запуска шарика в полет с некоторой высоты с фиксированной горизонтальной начальной скоростью. Исследуйте зависимость вертикальной и горизонтальной координат шарика при полете. Определите скорость шарика в начале полета.

*Оборудование.* Стальной шарик, пусковое устройство (отрезок алюминиевого профиля, магнит неодимовый, два стальных шарика), штатив с лапкой и муфтой, малярный скотч, рулетка, копировальная бумага.

*Краткое описание решения.* Осуществляется сборка пусковой установки. Проводится серия экспериментов по запуску шарика в полет и измерению координат падения шарика относительно точки сброса. По полученным данным рассчитывается начальная скорость полета шарика.

*Описание схожей работы практикума:* международная олимпиада по экспериментальной физике 2021 г., задача «Пушка» [11].

**Занятие 4. Простейшие геометрические измерения**

***Практикум***

*Задание.* Определите с максимальной точностью толщину проволоки и внешний диаметр иглы, площадь нарисованной на листе бумаги фигуры, объем бруска. Оцените погрешности.

*Оборудование.* Проволока, игла от шприца (со сточенным острием), изображение фигуры сложной формы на разлинованной квадратами бумаге, деревянный брусок, линейка, штангенциркуль.

*Краткое описание решения.* Проводятся измерения толщины проволоки методом рядов. Проводится измерение диаметра иглы методом прокатывания. Проводится измерение площади фигуры методом подсчета площади по клеткам сетки известного шага. Проводится измерение габаритов бруска и вычисление его объема. Оценивается погрешность измеренных величин. Проводится проверка правильности измерения диаметра иглы с помощью штангенциркуля.

**Занятие 5. Графики экспериментальных зависимостей. Графическая обработка данных**

***Лекция*** «Оформление графиков экспериментальных зависимостей. Графическая обработка данных».

Обсуждаются основные правила оформления графиков зависимостей физических величин друг от друга.

***Самостоятельная работа*** «Построение графиков в соответствии с изученными правилами с использованием готовых таблиц с данными».

*Используемые материалы:* методические рекомендации Центральной предметно-методической комиссии по оцениванию оформления графиков на практических турах всероссийской олимпиады школьников по физике [12].

**Занятие 6. Обработка нелинейных зависимостей: линеаризация, подсчет площади под графиком, построение касательных к графику**

***Лекция*** **«**Линеаризация экспериментальных зависимостей и другие графические способы обработки данных».

Обсуждается метод замены переменных при линеаризации экспериментальных зависимостей. Обсуждается физический смысл площади под графиком и углового коэффициента касательной к графику.

**Занятие 7. Измерение зависимости координаты границы области намокания от времени. Линеаризация зависимости**

***Практикум***

*Задание.* Вырежьте из бумажной салфетки ленту длиной 30 см и шириной 2–3 см. Опустите конец бумажной ленты в воду и включите секундомер. Изучите зависимость координаты границы области, пропитавшейся водой, от времени. Определите характер этой зависимости.

*Оборудование.* Секундомер, бумажные салфетки, рулетка, чашка Петри.

*Краткое описание решения.* Ставится опыт по изучению движения границы намокания бумажной салфетки. Используется замена переменных для линеаризации зависимости и построения линейного графика, который впоследствии позволяет судить о конкретном характере зависимости.

*Описание схожей работы практикума:* [5], задача № 32 «Намокание ткани».

**Занятие 8. Изучение упругого гистерезиса**

***Практикум***

*Задание.* Закрепите с помощью зажима линейку на столе. Проденьте дужку зажима в кольцо банковской резинки. Зацепите крючком динамометра кольцо

резинки. Измерьте зависимость длины резинки от растягивающей силы при нагрузке (растяжении) и разгрузке. Проведите измерения с шагом в 0,5 Н, при каждом измерении делайте задержку в 30 с. Постройте график измеренной зависимости, опишите ее характер. Сделайте предположения о причинах наблюдаемой зависимости. Рассчитайте, в каких пределах лежит коэффициент жесткости резинового кольца. Используя полученные данные, рассчитайте, какую энергию поглотила резинка за время проведения измерений.

*Оборудование.* Линейка, зажим, динамометр с пределом измерений 5 Н, резиновое кольцо (резинка для банкнот), секундомер.

*Краткое описание решения.* Выполняется опыт по изучению зависимости силы упругости резинового кольца от его длины при постепенном увеличении и при постепенном уменьшении растягивающей силы. Наблюдается явление упругого гистерезиса. Две полученные экспериментальные зависимости наносятся на один график. Проводится анализ полученных результатов.

## Занятие 9. Нахождение массы линейки и шприца с помощью уравновешивания рычага

***Практикум***

*Задание.* Определите с максимальной точностью массу шприца и массу линейки.

*Оборудование.* Шприц объемом 20 мл, линейка, стакан с водой.

*Краткое описание решения.* К концу линейки, которая используется в качестве рычага, подвешивается шприц. Измеряется зависимость координаты точки опоры уравновешенного рычага от объема воды в шприце. По полученным данным определяются масса шприца и масса линейки.

*Описание схожей работы практикума:* региональный этап олимпиады им. Дж. К. Максвелла по физике, 2014 г., 8 класс, задача «Недеструктивный анализ».

## Занятие 10. Измерение коэффициента энергетических потерь при отскоке шарика от поверхности

***Практикум***

*Задание.* Проведите исследование зависимости высоты отскока шарика после соударения с поверхностью стола от высоты сброса. Проведите опыт для двух типов шариков. Определите характер зависимости.

*Оборудование.* Шарик для настольного тенниса, резиновый шарик «попрыгун», рулетка, малярный скотч.

*Краткое описание решения.* Проводится опыт по измерению высоты отскока шарика после соударения с поверхностью горизонтального стола в зависимости от высоты сброса. Измерения проводятся для двух типов шариков. Для резинового шарика зависимость является прямой пропорциональностью, для шарика от настольного тенниса зависимость не является таковой. Обсуждаются возможные причины полученных результатов.

**Занятие 11. Определение теплоемкости твердого тела**

***Практикум***

*Задание.* Определите с максимальной точностью теплоемкость грузика.

*Оборудование.* Грузик массой 50 г, стакан объемом 0,2 л с водой комнатной температуры, емкость с горячей водой, два термометра, салфетки, поднос, нить.

*Краткое описание решения.* Проводится опыт по измерению теплоемкости грузика методом переноса его из холодной воды в горячую. Оценивается изменение температуры холодной воды за счет получения количества теплоты от горячего грузика.

**Занятие 12. Измерение температуры рук экспериментатора и давления, которое могут создать его легкие**

***Практикум***

*Задание.* 1) Определите внутреннее сечение трубки. Подсоедините к шприцу объемом 20 мл трубку с помещенной в нее каплей воды. Зажмите шприц в ладонях и нагревайте его таким образом в течение 5 минут. Измерьте перемещение капли по трубке. Используя полученные данные, оцените температуру рук экспериментатора. 2) Дождитесь, когда шприц снова примет комнатную температуру. Вдувая воздух в свободный конец трубки, измерьте перемещение капли при максимальном давлении воздуха, создаваемом на конце трубки. Используя полученные данные, оцените давление, которое могут создать легкие экспериментатора.

*Оборудование.* Шприц объемом 20 мл, трубка от инфузионной системы, вода, линейка, секундомер.

*Краткое описание решения.* 1) К шприцу объемом 20 мл подсоединяется трубка с помещенной в нее каплей воды. Шприц нагревается руками, измеряется перемещение капли по трубке. На основе данных о сечении трубки и объеме воздуха в шприце рассчитывается температура рук экспериментатора. 2) Используя ту же установку, экспериментатор создает давление внутри свободного конца трубки. Капля воды перемещается по трубке. На основе данных о ее смещении оценивается давление, которое могут создать легкие экспериментатора.

*Описание схожей работы практикума:* 1) заключительный этап всероссийской олимпиады школьников, 2023 г., 10 класс, задача «Насыщенный пар», пункт № 1 [13, 14].

## Занятие 13. Эффективный коэффициент жесткости системы. Определение модуля Юнга проволоки с помощью рычага. Определение предела упругой деформации

***Практикум***

*Задание.* Определите с максимальной точностью модуль Юнга проволоки.

*Оборудование.* Штатив с двумя лапками, проволока, линейка деревянная длиной 50 см, грузы массой по 50 г, два канцелярских зажима.

*Краткое описание решения.* Линейка подвешивается на проволоке так, чтобы получился сильно неравноплечий рычаг. Ближний к точке подвеса конец горизонтальной линейки опирается снизу на лапку штатива. К другому концу линейки подвешиваются грузы. Измеряется зависимость смещения конца линейки, к которому подвешиваются грузы, от их суммарной массы. На основе полученных данных и геометрических параметров установки рассчитывается модуль Юнга проволоки.

*Описание схожей работы практикума:* [6], задача № 9.30.

## Занятие 14. Измерение коэффициента поверхностного натяжения методом отрыва

***Практикум***

*Задание.* Придумайте способ измерения силы, которую требуется приложить к проволочной рамке для того, чтобы оторвать ее от поверхности воды. Проведите эксперимент и оцените коэффициент поверхностного натяжения воды.

*Оборудование.* Кювета широкая с водой, проволока, весы, нить.

*Краткое описание решения.* Проводится опыт по измерению силы отрыва проволочной рамки от поверхности воды при различных периметрах рамки. Проводится оценка коэффициента поверхностного натяжения воды.

*Описание схожей работы практикума:* [7], задача № 331.

## Занятие 15. Определение точки росы. Знакомство с электрическим конденсатором

***Практикум № 1***

*Задание.* Оцените влажность воздуха в комнате.

*Оборудование.* Пробирка стеклянная, маленькие кусочки льда, термометр, таблица зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

*Краткое описание решения.* В пробирку с водой постепенно добавляют кусочки льда и дожидаются момента выступления капель росы на поверхности пробирки. По полученным данным о температуре точке росы с помощью таблицы зависимости давления насыщенного пара воды от температуры определяется относительная влажность воздуха в комнате.

*Описание схожей работы практикума:* [8], глава № 3, лабораторная работа № 9.

***Практикум № 2***

*Задание.* Определите с максимальной точностью отношение электрических емкостей двух конденсаторов.

*Оборудование.* два электролитических конденсатора, вольтметр, батарейка, соединительные провода.

*Краткое описание решения.* Проводится опыт по зарядке конденсатора от другого заранее заряженного конденсатора. Измеряются напряжения на конденсаторах до и после подключений. Оценивается отношение емкостей конденсаторов.

*Описание схожей работы практикума:* [6], задача № 10.22.

## Занятие 16. Изучение процесса разрядки конденсатора

***Практикум***

*Задание.* Изучите зависимость напряжения на конденсаторе от времени при его разрядке. Определите емкость конденсатора.

*Оборудование.* Электролитический конденсатор, вольтметр, батарейка, секундомер, соединительные провода.

*Краткое описание решения.* Проводится измерение зависимости напряжения на разряжающемся конденсаторе от времени. Делается оценка емкости конденсатора. В качестве сопротивления для разрядки конденсатора выступает внутреннее сопротивление вольтметра.

*Описание схожей работы практикума:* [5], задача № 10 «Изучение светодиода» (часть № 1).

**Занятие 17. Определение удельного сопротивления материала проволоки**

***Практикум***

*Задание.* Определите удельное сопротивление проволоки.

*Оборудование.* Два мультиметра (в режиме вольтметра и амперметра), соединительные провода, батарейка, образцы проволоки, линейка, микрометр.

*Краткое описание решения.* Исследуемая проволока соединяется последовательно с амперметром и подключается к батарейке. Параллельно участку проволоки подключается вольтметр. Из отношения показаний приборов рассчитывается сопротивление участка проволоки, после чего измеряются его геометрические размеры. Из полученных данных определяется удельное сопротивление материала, из которого изготовлена проволока.

*Описание схожей работы практикума:* Международная олимпиада по экспериментальной физике 2022 г., задача «Малое сопротивление».

**Занятие 18. Измерение вольт-амперной характеристики полупроводникового диода**

***Практикум***

*Задание.* Измерьте зависимость силы тока, протекающего через диод, от подаваемого на него напряжения (в прямом и обратном направлении). Постройте график вольт-амперной характеристики диода.

*Оборудование.* Вольтметр, амперметр, соединительные провода, полупроводниковый диод, макетная плата, переменный резистор, батарейка.

*Краткое описание решения.* Проводится эксперимент по измерению ВАХ диода в прямом и обратном направлении.

*Описание схожей работы практикума:* [8], глава № 4, лабораторная работа № 9.

## 11 КЛАСС

### Занятие 1. Оценка величины горизонтальной составляющей магнитной индукции магнитного поля Земли

***Практикум***

*Задание.* Оцените модуль горизонтальной составляющей вектора магнитной индукции магнитного поля Земли.

*Оборудование.* Компас, соленоид (диаметр 10 см, 150 витков), лабораторный блок питания, транспортир.

*Краткое описание решения.* Проводится эксперимент по определению пространственной ориентации вектора индукции магнитного поля, создаваемого на оси соленоида при суперпозиции магнитного поля Земли и магнитного поля соленоида, в зависимости от силы тока в витках соленоида. По этой зависимости определяется модуль горизонтальной составляющей вектора магнитной индукции магнитного поля Земли.

*Описание схожей работы практикума:* [8], глава № 4, лабораторная работа № 12.

### Занятие 2. Измерение зависимости величины магнитной индукции магнитного поля магнита от расстояния

***Практикум***

*Задание.* Изучите зависимость величины магнитной индукции магнитного поля постоянного магнита на его продольной оси симметрии от расстояния между центром магнита и точкой измерений.

*Оборудование.* Смартфон с предустановленным программным обеспечением для измерения величины магнитного поля, цилиндрический магнит, линейка, малярный скотч.

*Краткое описание решения.* С помощью датчиков смартфона проводится прямое измерение величины магнитной индукции магнитного поля на оси цилиндрического магнита в зависимости от расстояния до него.

### Занятие 3. Наблюдение магнитного гистерезиса

***Практикум***

*Задание.* Намотайте несколько витков изолированного провода на цилиндрическую часть лапки штатива. Поднесите торец лапки близко к положению датчика магнитного поля мобильного телефона. Подайте

электрический ток в провод. Измерьте зависимость величины индукции магнитного поля на торце лапки от силы протекающего через провод тока. Для этого вначале повышайте значения силы протекающего тока до максимально возможного значения, а потом понижайте до нулевого значения. Затем смените полярность подключения источника тока и повторите опыт. Постройте график, описывающий зависимость величины магнитной индукции на торце лапки от силы протекающего через провод тока.

*Оборудование.* Смартфон с предустановленным программным обеспечением для измерения величины магнитного поля, штатив с двумя лапками, одна из которых должна быть железной (или другой железный сердечник), лабораторный источник питания, одножильный изолированный провод, выдерживающий максимальный ток лабораторного источника питания.

*Краткое описание решения.* Лапка штатива обматывается несколькими витками толстого изолированного провода. С помощью лабораторного источника питания через провод пропускается электрический ток. Сначала ток пропускают в одном направлении с постепенным увеличением силы тока и ее последующим уменьшением, потом процедуру повторяют для противоположного направления тока. При этом измеряется величина индукции магнитного поля на торце лапки штатива с помощью мобильного телефона. Строится зависимость величины индукции магнитного поля от силы протекающего через провод тока. Обсуждается полученный график и явление магнитного гистерезиса.

**Занятие 4. Изучение работы электродвигателя и динамо-машины (часть 1)**

***Лекция*** «Электродвигатель и электрогенератор». Обсуждается история изобретения электродвигателя и совершенствования его конструкции. Описывается внутреннее устройство электродвигателя и электрогенератора. Разбираются теоретические задачи по данной теме.

**Занятие 5. Изучение работы электродвигателя и динамо-машины (часть 2)**

***Практикум***

*Задание.* 1) Проведите серию экспериментов и измерьте зависимость силы тока, вырабатываемой генератором, от величины момента силы, приложенного к его валу. 2) Проведите серию экспериментов и измерьте зависимость величины

напряжения, поданного на электродвигатель, от частоты его вращения и механической нагрузки его вала.

*Оборудование.* Электрический моторчик с редуктором, набор грузов, реостат, соединительные провода, лабораторный источник питания, мультиметр (амперметр), секундомер.

*Краткое описание решения.* Проводятся опыты по измерению зависимости силы тока, вырабатываемой генератором, от величины момента силы, приложенного к его валу. Проводится опыт по изучению связи величин напряжения, поданного на электродвигатель, от частоты его вращения и механической нагрузки его вала.

*Описание схожих работ практикума:* 1) Международная олимпиада по экспериментальной физике 2018 г., задача «Моторчик с редуктором», пункты №№ 1–4; 2) Международная олимпиада по экспериментальной физике 2022 г., задача «Фонарь», пункты №№ 1–4.

## Занятие 6. Изучение зависимости периода колебаний линейки на цилиндрической поверхности от радиуса ее кривизны

***Практикум***

*Задание.* Определите характер зависимости периода колебаний линейки, положенной на цилиндрическую поверхность, от радиуса кривизны этой поверхности.

*Оборудование.* Набор цилиндров разного радиуса (например, различные цилиндрические сосуды), линейка, секундомер.

*Краткое описание решения.* Проводится серия прямых измерений зависимости периода колебаний линейки, положенной на цилиндрическую поверхность, от радиуса кривизны этой поверхности. Используются методы линеаризации и графического анализа экспериментальных данных.

## Занятие 7. Изучение зависимости амплитуды колебаний пружинного маятника от времени

***Практикум***

*Задание.* Измерьте зависимость амплитуды затухающих колебаний пружинного маятника от времени. Проверьте гипотезу об экспоненциальном характере полученной зависимости.

*Оборудование.* Пружина от динамометра с пределом измерений 1 Н, груз массой 150 г, секундомер, штатив с лапкой и муфтой, линейка.

*Краткое описание решения.* Проводится эксперимент по прямому измерению зависимости амплитуды затухающих колебаний пружинного маятника от времени. Строится график исследованной зависимости в линеаризованном виде.

**Занятие 8. Измерение активного и реактивного сопротивлений катушки индуктивности**

***Практикум***

*Задание.* Соберите электрическую цепь из последовательно соединенных резистора и катушки индуктивности. Проведите измерение зависимости напряжения на резисторе от частоты подаваемого на эту цепь напряжения. По полученным данным определите активное сопротивление и реактивное сопротивление катушки индуктивности. Рассчитайте индуктивность катушки.

*Оборудование.* Катушка индуктивности, резистор с сопротивлением, близким к активному сопротивлению катушки индуктивности, соединительные провода, генератор низкой частоты, осциллограф или вольтметр переменного напряжения.

*Краткое описание решения.* Собирается электрическая цепь из последовательно соединенных резистора и катушки индуктивности. На эту цепь подается переменное напряжение. Проводится измерение зависимости напряжения на резисторе от частоты подаваемого на цепь напряжения (амплитуда напряжения на всей цепи постоянна). По низкочастотной области графика определяется активное сопротивление катушки индуктивности, по высокочастотной части определяется индуктивность катушки.

**Занятие 9. Звук. Осциллограмма звука. Спектр звука**

***Лекция*** «Введение в экспериментальную акустику». Вводятся основные понятия акустики. Обсуждается механика распространения акустических колебаний. Вводится понятие тона и обертона. Обсуждаются методы исследования звуковых сигналов.

***Практикум***

*Задание.* Проведите серию экспериментов по записи осциллограмм и спектров гласных звуков одной частоты. Опишите основные отличия в осциллограммах для разных гласных звуков. Ответьте на вопрос, достаточно ли для описания какого-либо звучания одной лишь спектрограммы?

*Оборудование.* Персональный компьютер с микрофоном или смартфон с предустановленным программным обеспечением.

*Краткое описание решения.* Проводится серия экспериментов по получению осциллограмм и спектров гласных звуков одной частоты. Проводится сравнительный и качественный анализ осциллограмм и спектров.

*Описание схожей работы практикума:* Международная олимпиада по экспериментальной физике 2017 г., задача «Акустические резонаторы», часть № 1.

**Занятие 10. Стоячие механические волны**

***Лекция*** «Стоячие механические волны». Обсуждается механика стоячих волн в одномерной среде. Рассматриваются примеры различных граничных условий.

***Практикум***

*Задание.* Подуйте в пробирку так, чтобы она начала звучать. Проведите измерение зависимости частоты основного тона и первого обертона воздушного столба в пробирке от высоты этого столба. Для изменения длины воздушного столба заполняйте пробирку водой. Определите скорость звука в воздухе.

*Оборудование:* Персональный компьютер с микрофоном или смартфон с предустановленным программным обеспечением, пробирка, вода, линейка.

*Краткое описание решения.* Проводится серия экспериментов по измерению акустического спектра звучания пробирки, возникающего при вдувании в нее воздуха. Строится линеаризованный график зависимости частоты основного тона и первого обертона от высоты воздушного столба в пробирке. По полученным данным определяется скорость звука в воздухе.

*Описание схожей работы практикума:* Международная олимпиада по экспериментальной физике 2017 г., задача «Акустические резонаторы», часть № 2.

**Занятие 11. Измерение показателя преломления стекла**

***Практикум № 1***

*Задание.* Определите показатель преломления стеклянной пластины.

*Оборудование.* Предметное стекло, миллиметровка, лазерная указка, линейки, штативы с лапкой и муфтой.

*Краткое описание решения.* Проводится серия экспериментов по изучению перенаправления луча света, падающего на боковую поверхность предметного стекла, в зависимости от выбранного угла падения. Вычисляется показатель преломления материала пластины.

*Описание схожей работы практикума:* Международная олимпиада по экспериментальной физике 2021 г., задача «Отражение, преломление и пропускание», пункт № 4.

***Практикум № 2***

*Задание.* Определите с максимальной точностью показатель преломления материала призмы.

*Оборудование.* Призма, лазерная указка, транспортир, штативы.

*Краткое описание решения.* Проводится опыт по измерению минимального угла отклонения лазерного луча треугольной равносторонней призмой. По полученному значению угла рассчитывается показатель преломления призмы.

**Занятие 12. Полное внутреннее отражение**

***Лекция*** «Применение эффекта полного внутреннего отражения в измерениях». Обсуждается эффект полного внутреннего отражения. Описываются приемы по использованию этого эффекта при проведении оптических измерений.

***Практикум***

*Задание.* Определите показатель преломления материала призмы.

*Оборудование.* Стеклянная призма, лазерная указка, линейка.

*Краткое описание решения.* Проводится опыт по наблюдению эффекта полного внутреннего отражения света, который распространяется в призме. Измеряются параметры, при которых достигается эффект. Вычисляется показатель преломления материала призмы.

*Описание схожей работы практикума:* Международная олимпиада по экспериментальной физике 2021 г., задача «Дисперсия», пункт № 1 [16].

**Занятие 13. Проверка формулы тонкой линзы с помощью метода параллакса, примененного для определения положения изображения**

***Практикум***

*Задание.* Определите с максимальной точностью фокусное расстояние собирающей линзы.

*Оборудование.* Собирающая линза, оптическая скамья (либо мерная лента и крепление для линзы), две иглы от шприца (со сточенным острием), пластилин, точечный источник света.

*Краткое описание решения.* Обсуждается и демонстрируется эффект параллакса. Изученный эффект используется для определения положения изображения источника света с малой светимостью, полученного с помощью собирающей линзы. По нескольким опытам рассчитывается фокусное расстояние линзы.

**Занятие 14. Измерение фокусного расстояния рассеивающей линзы**

***Практикум***

*Задание.* Определите с максимальной точностью фокусное расстояние рассеивающей линзы.

*Оборудование.* Рассеивающая линза, собирающая линза, оптическая скамья (либо мерная лента и крепления для линз), лист картона, ножницы, точечный источник света.

*Краткое описание решения.* Обсуждаются приемы измерения фокусного расстояния рассеивающей линзы. Проводится опыт по получению действительного изображения в рассеивающей линзе путем создания с помощью собирающей линзы мнимого источника для рассеивающей линзы. Также проводится опыт по наблюдению расходящегося светового пучка, образованного светом, излученным точечным источником и прошедшим через рассеивающую линзу, на которую наклеена диафрагма. По результатам полученных экспериментов рассчитывается оптическая сила рассеивающей линзы.

*Описание схожей работы практикума:* [8], глава № 5, лабораторная работа № 12.

**Занятие 15. Определение длины волны лазерного излучения с помощью схемы Юнга**

***Практикум***

*Задание.* Придумайте экспериментальную установку, позволяющую наблюдать интерференционную картину от светового излучения лазера. Определите длину волны излучения лазерной указки.

*Оборудование.* Лазерная указка, нитка, фольга, булавки, экран, рулетка.

*Краткое описание решения.* Двумя связанными ниткой булавками прокалываются два близкорасположенных отверстия в алюминиевой пищевой фольге. Полученные отверстия освещаются лазерным пучком. В прошедшем свете наблюдается интерференционная картина. По расстоянию между полосами интерференционной картины и расстоянию между отверстиями в фольге рассчитывается длина волны света в лазерном пучке.

*Описание схожей работы практикума:* заключительный этап всероссийской олимпиады школьников по физике 2000 г., 11 класс, задача № 1.

**Занятие 16. Изучение спектра света различных источников с помощью дифракционной решетки**

***Практикум***

*Задание.* Придумайте, соберите и опишите экспериментальную установку, позволяющую получить оптический спектр излучения света различных источников. Проведите исследование спектров предложенных вам источников света.

*Оборудование.* Дифракционная решетка, фонарь с лампой накаливания, светодиодный фонарь, газоразрядная лампочка, экран, диафрагма, мерная лента.

*Краткое описание решения.* Проводится серия экспериментов по наблюдению оптических спектров излучения источников света разной природы. Проводится сравнительный и количественный анализ этих спектров.

*Описание схожей работы практикума:* Международная олимпиада по экспериментальной физике 2018 г., задача «Спектр».

**Занятие 17. Исследование зависимости интенсивности свечения светодиода от силы протекающего через него тока**

***Практикум***

*Задание.* Измерьте зависимость интенсивности свечения светодиода от силы протекающего через него тока. Определите характер измеренной зависимости.

*Оборудование.* Светодиод, люксметр (или смартфон с датчиком освещенности), лабораторный блок питания (или две батарейки АА, реостат и мультиметр), соединительные провода.

*Краткое описание решения.* Проводится эксперимент по прямому измерению зависимости интенсивности излучения светодиода от силы протекающего через него тока. Строится график полученной зависимости. Определяется характер зависимости.

## Занятие 18. Наблюдение избирательности внутреннего фотоэффекта к длине волны света

***Практикум***

*Задание.* Установите два светодиода друг напротив друга. Изучите явление возникновения фототока в освещаемом светодиоде. Для этого измерьте зависимость силы фототока от напряжения на светодиоде, выполняющем роль источника света. Повторите опыт, применяя в качестве источников света светодиоды, дающие свет с разными длинами волн. Определите условия, при которых в освещаемом светодиоде возникает фототок.

*Оборудование.* Три пары светодиодов разных цветов (красные, зеленые и синие), блок питания светодиода-осветителя, мультиметр.

*Краткое описание решения.* Два светодиода устанавливаются напротив друг друга. Через один светодиод пропускается ток от источника питания. Изучается явление возникновения фототока во втором светодиоде. Обнаруживается, что фототок во втором светодиоде возникает только при освещении его светодиодом с длиной волны, меньшей или равной длине волны, на которую рассчитан освещаемый светодиод.

*Описание схожей работы практикума:* Международная олимпиада по экспериментальной физике 2020 г., задача «Оптопара» [17].

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ «ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА (ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ)»

### ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

*В сфере гражданского воспитания:*

готовность вести совместную деятельность в интересах гражданского общества, участвовать в самоуправлении в образовательной организации;

умение взаимодействовать с социальными институтами в соответствии с их функциями и назначением.

*В сфере патриотического воспитания:*

сформированность российской гражданской идентичности, патриотизма;

ценностное отношение к государственным символам, достижениям российских ученых в области физики и техники.

*В сфере духовно-нравственного воспитания:*

сформированность нравственного сознания, этического поведения;

способность оценивать ситуацию и принимать осознанные решения, ориентируясь на морально-нравственные нормы и ценности, в том числе в деятельности ученого;

осознание личного вклада в построение устойчивого будущего.

*В сфере эстетического воспитания:*

эстетическое отношение к миру, включая эстетику научного творчества, присущего физической науке.

*В сфере трудового воспитания:*

интерес к различным сферам профессиональной деятельности, в том числе связанным с физикой и техникой, умение совершать осознанный выбор будущей профессии и реализовывать собственные жизненные планы;

готовность и способность к образованию и самообразованию в области физики на протяжении всей жизни.

*В сфере экологического воспитания:*

сформированность экологической культуры, осознание глобального характера экологических проблем;

планирование и осуществление действий в окружающей среде на основе знания целей устойчивого развития человечества;

расширение опыта деятельности экологической направленности на основе имеющихся знаний по физике.

*В сфере ценности научного познания:*

сформированность мировоззрения, соответствующего современному уровню развития физической науки;

осознание ценности научной деятельности, готовность в процессе изучения физики осуществлять проектную и исследовательскую деятельность индивидуально и в группе.

**МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

## Познавательные универсальные учебные действия:

**Базовые логические действия:**

самостоятельно формулировать и актуализировать проблему, рассматривать ее всесторонне;

определять цели деятельности, задавать параметры и критерии их достижения;

выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых физических явлениях;

разрабатывать план решения проблемы с учетом анализа имеющихся материальных и нематериальных ресурсов;

вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям, оценивать риски последствий деятельности;

координировать и выполнять работу в условиях реального, виртуального и комбинированного взаимодействия;

развивать креативное мышление при решении жизненных проблем.

**Базовые исследовательские действия:**

владеть научной терминологией, ключевыми понятиями и методами физической науки;

владеть навыками учебно-исследовательской и проектной деятельности в области физики, способностью и готовностью к самостоятельному поиску методов решения задач физического содержания, применению различных методов познания;

владеть видами деятельности по получению нового знания, его интерпретации, преобразованию и применению в различных учебных ситуациях, в том числе при создании учебных проектов в области физики;

выявлять причинно-следственные связи и актуализировать задачу, выдвигать гипотезу ее решения, находить аргументы для доказательства своих утверждений, задавать параметры и критерии решения;

анализировать полученные в ходе решения задачи результаты, критически оценивать их достоверность, прогнозировать изменение в новых условиях;

ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности, в том числе при изучении физики;

давать оценку новым ситуациям, оценивать приобретенный опыт;

уметь переносить знания по физике в практическую область жизнедеятельности;

уметь интегрировать знания из разных предметных областей;

выдвигать новые идеи, предлагать оригинальные подходы и решения;

ставить проблемы и задачи, допускающие альтернативные решения.

**Работа с информацией:**

владеть навыками получения информации физического содержания из источников разных типов, самостоятельно осуществлять поиск, анализ, систематизацию и интерпретацию информации различных видов и форм представления;

оценивать достоверность информации;

использовать средства информационных и коммуникационных технологий в решении когнитивных, коммуникативных и организационных задач с соблюдением требований эргономики, техники безопасности, гигиены, ресурсосбережения, правовых и этических норм, норм информационной безопасности;

создавать тексты физического содержания в различных форматах с учетом назначения информации и целевой аудитории, выбирая оптимальную форму представления и визуализации.

## Коммуникативные универсальные учебные действия:

осуществлять общение во внеурочной деятельности;

распознавать предпосылки конфликтных ситуаций и смягчать конфликты;

развернуто и логично излагать свою точку зрения с использованием языковых средств;

понимать и использовать преимущества командной и индивидуальной работы;

выбирать тематику и методы совместных действий с учетом общих интересов и возможностей каждого члена коллектива;

принимать цели совместной деятельности, организовывать и координировать действия по ее достижению: составлять план действий, распределять роли с учетом мнений участников, обсуждать результаты совместной работы;

оценивать качество своего вклада и каждого участника команды в общий результат по разработанным критериям;

предлагать новые проекты, оценивать идеи с позиции новизны, оригинальности, практической значимости;

осуществлять позитивное стратегическое поведение в различных ситуациях, проявлять творчество и воображение, быть инициативным.

## Регулятивные универсальные учебные действия:

**Самоорганизация:**

самостоятельно осуществлять познавательную деятельность в области физики, выявлять проблемы, ставить и формулировать собственные задачи;

самостоятельно составлять план решения расчетных и качественных задач, план выполнения практической работы с учетом имеющихся ресурсов, собственных возможностей и предпочтений;

давать оценку новым ситуациям;

расширять рамки учебного предмета на основе личных предпочтений;

делать осознанный выбор, аргументировать его, брать на себя ответственность за решение;

оценивать приобретенный опыт;

способствовать формированию и проявлению эрудиции в области физики, постоянно повышать свой образовательный и культурный уровень.

**Самоконтроль, эмоциональный интеллект:**

давать оценку новым ситуациям, вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям;

владеть навыками познавательной рефлексии как осознания совершаемых действий и мыслительных процессов, их результатов и оснований;

использовать приемы рефлексии для оценки ситуации, выбора верного решения;

уметь оценивать риски и своевременно принимать решения по их снижению;

принимать мотивы и аргументы других при анализе результатов деятельности;

принимать себя, понимая свои недостатки и достоинства;

принимать мотивы и аргументы других при анализе результатов деятельности;

признавать свое право и право других на ошибки.

## ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

К концу ***10 класса*** обучающийся научится:

понимать значение описательной, систематизирующей, объяснительной и прогностической функций физической теории – механики, молекулярной физики и термодинамики, роль физической теории в формировании представлений о физической картине мира;

различать условия применимости изученных моделей физических тел и процессов (явлений);

различать условия (границы, области) применимости изученных физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов и ограниченность использования частных законов;

анализировать и объяснять механические, тепловые, электрические процессы и явления, используя основные положения и законы механики, молекулярно-кинетической теории, молекулярной физики и термодинамики, электродинамики;

анализировать и объяснять физические явления, используя основные положения и физические законы;

описывать физические процессы и явления, используя необходимые величины;

объяснять особенности протекания изучаемых физических явлений;

проводить исследование зависимости одной физической величины от другой с использованием прямых измерений, при этом конструировать установку, фиксировать результаты полученной зависимости физических величин в виде графиков с учетом абсолютных погрешностей измерений, делать выводы по результатам исследования;

проводить косвенные измерения физических величин, при этом выбирать оптимальный метод измерения, оценивать абсолютные и относительные погрешности прямых и косвенных измерений;

проводить опыты по проверке предложенной гипотезы: планировать эксперимент, собирать экспериментальную установку, анализировать полученные результаты и делать вывод о статусе предложенной гипотезы;

соблюдать правила безопасного труда при проведении исследований в рамках практикума и учебно-исследовательской деятельности с использованием измерительных устройств и лабораторного оборудования;

решать расчетные задачи с явно заданной и неявно заданной физической моделью: на основании анализа условия обосновывать выбор физической модели, отвечающей требованиям задачи, применять формулы, законы, закономерности и постулаты физических теорий при использовании математических методов решения задач, проводить расчеты на основании имеющихся данных, анализировать результаты и корректировать методы решения с учетом полученных результатов;

решать качественные задачи, требующие применения знаний из разных разделов курса физики, а также интеграции знаний из других предметов естественно-научного цикла: выстраивать логическую цепочку рассуждений с опорой на изученные законы, закономерности и физические явления;

использовать теоретические знания для объяснения основных принципов работы измерительных приборов;

анализировать и оценивать последствия бытовой и производственной деятельности человека, связанной с физическими процессами, с позиций экологической безопасности, представлений о рациональном природопользовании, а также разумном использовании достижений науки и технологий для дальнейшего развития человеческого общества;

применять различные способы работы с информацией физического содержания с использованием современных информационных технологий, при этом использовать современные информационные технологии для поиска, переработки и предъявления учебной и научно-популярной информации, структурирования и интерпретации информации, полученной из различных источников, критически анализировать получаемую информацию и оценивать ее достоверность как на основе имеющихся знаний, так и на основе анализа источника информации;

проявлять организационные и познавательные умения самостоятельного приобретения новых знаний в процессе выполнения проектных и учебно-исследовательских работ;

работать в группе с исполнением различных социальных ролей;

проявлять мотивацию к будущей профессиональной деятельности по специальностям физико-технического профиля.

К концу ***11 класса*** обучающийся научится:

понимать роль физики в экономической, технологической, социальной и этической сферах деятельности человека, роль и место физики в современной научной картине мира, значение описательной, систематизирующей, объяснительной и прогностической функций физической теории, роль физической теории в формировании представлений о физической картине мира, место физической картины мира в общем ряду современных естественно-научных представлений о природе;

различать условия применимости изученных моделей физических тел и процессов (явлений);

различать условия (границы, области) применимости изученных физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов и ограниченность использования частных законов;

анализировать и объяснять электромагнитные, квантовые процессы и явления, используя основные положения и законы электродинамики и квантовой физики;

описывать изученные физические процессы и явления;

объяснять особенности протекания изученных физических явлений;

проводить исследование зависимостей физических величин с использованием прямых измерений, при этом конструировать установку, фиксировать результаты полученной зависимости физических величин в виде графиков с учетом абсолютных погрешностей измерений, делать выводы по результатам исследования;

проводить косвенные измерения физических величин, при этом выбирать оптимальный метод измерения, оценивать абсолютные и относительные погрешности прямых и косвенных измерений;

проводить опыты по проверке предложенной гипотезы: планировать эксперимент, собирать экспериментальную установку, анализировать полученные результаты и делать вывод о статусе предложенной гипотезы;

соблюдать правила безопасного труда при проведении исследований в рамках практикума и учебно-исследовательской деятельности с использованием измерительных устройств и лабораторного оборудования;

решать расчетные задачи с явно заданной и неявно заданной физической моделью;

решать качественные задачи, требующие применения знаний из разных разделов курса физики, а также интеграции знаний из других предметов естественно-научного цикла: выстраивать логическую цепочку рассуждений с опорой на изученные законы, закономерности и физические явления;

использовать теоретические знания для объяснения основных принципов работы измерительных приборов;

анализировать и оценивать последствия бытовой и производственной деятельности человека, связанной с физическими процессами, с позиций экологической безопасности, представлений о рациональном природопользовании, а также разумном использовании достижений науки и технологий для дальнейшего развития человеческого общества;

применять различные способы работы с информацией физического содержания с использованием современных информационных технологий, при этом использовать современные информационные технологии для поиска, переработки и предъявления учебной и научно-популярной информации, структурирования и интерпретации информации, полученной из различных источников, критически анализировать получаемую информацию и оценивать ее достоверность как на основе имеющихся знаний, так и на основе анализа источника информации;

проявлять организационные и познавательные умения самостоятельного приобретения новых знаний в процессе выполнения проектных и учебно-исследовательских работ;

работать в группе с исполнением различных социальных ролей;

проявлять мотивацию к будущей профессиональной деятельности по специальностям физико-технического профиля.

## ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

### 10 КЛАСС

| № п/п | Наименование разделов и тем учебного предмета | Количество часов | Программное содержание | Характеристика деятельности обучающихся |
|---|---|---|---|---|
| **Раздел 1. Механика** | | | | |
| 1.1 | Погрешности в эксперименте (лекция) | 2 | Эксперимент и теория в процессе познания природы. Наблюдение и эксперимент в физике. Способы измерения физических величин (аналоговые и цифровые измерительные приборы, компьютерные датчиковые системы). Погрешности измерений физических величин (абсолютная и относительная). Гипотеза. Физический закон, границы его применимости | *Оперировать понятиями:* наблюдение, эксперимент, гипотеза, теория, физическая величина, физический закон, измерительный прибор, измерение, результат измерения, цена деления шкалы прибора, погрешность измерения. *Приводить примеры* наблюдения, эксперимента, гипотезы, теории, физических величин, физических законов, измерительных приборов. *Определять* цену деления шкалы прибора, абсолютную погрешность прямого измерения. *Знать* формулы для оценки |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | относительной погрешности косвенного измерения, правила округления абсолютных погрешностей, выражение относительных погрешностей в процентах |
| 1.2 | Оценка погрешностей прямых и косвенных измерений (самостоятельная работа) | 2 | Определение погрешностей прямых измерений по заданным результатам измерений. Приемы оценки погрешностей косвенных измерений | *Оперировать понятиями:* абсолютная погрешность измерения, относительная погрешность измерения. *Приводить примеры* прямых и косвенных измерений. *Определять* погрешности прямых измерений. *Использовать* метод границ для оценки абсолютной погрешности прямого измерения, правила округления абсолютных погрешностей, формулы для оценки относительной погрешности косвенного измерения. *Уметь* округлять абсолютные |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | погрешности, выражать относительные погрешности в процентах.<br>*Решать* задачи на оценку относительных погрешностей |
| 1.3.1 | Усреднение измерений. Случайная погрешность (практикум) | 1 | Приборные погрешности, случайные и систематические погрешности | *Оперировать понятиями:* приборная погрешность, случайная погрешность, систематическая погрешность, среднее значение.<br>*Приводить примеры* приборной, случайной и систематической погрешности.<br>*Определять* экспериментально набор значений физической величины при проведении нескольких независимых измерений.<br>*Использовать* формулы для среднего арифметического нескольких чисел, для оценки абсолютной погрешности значения физической величины, оцененного как среднее арифметическое набора ее значений. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | *Оценивать* значение измеряемой физической величины как среднее арифметическое набора ее значений, полученных при проведении нескольких независимых измерений, абсолютную и относительную погрешность значения этой физической величины. *Устанавливать взаимосвязи* между оценкой значения физической величины, определяемой по результатам нескольких независимых измерений, и средним арифметическим нескольких чисел |
| 1.3.2 | Кинематические измерения дальности полета, расчет начальной скорости (практикум) | 1 | Перемещение, скорость и ускорение материальной точки, их проекции на оси системы координат. Сложение перемещений и сложение скоростей. Движение тела, брошенного под углом к горизонту. Зависимость | *Оперировать понятиями:* скорость, ускорение, свободное падение, дальность полета, абсолютная погрешность измерения, относительная погрешность измерения. *Приводить примеры* свободного падения тел при различных |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | координат, скорости и ускорения материальной точки от времени | значениях начальной скорости, при разных углах между начальной скоростью и горизонтом. *Использовать* рулетку, кинематические формулы, описывающие движение тела, брошенного под углом к горизонту. *Формулировать* гипотезу о характере зависимости дальности полета тела, брошенного горизонтально, от его начальной скорости. *Исследовать* зависимость дальности полета тела, брошенного горизонтально, от его начальной скорости и *интерпретировать* полученные результаты. *Решать* задачу на определение по экспериментальным данным начальной скорости тела, брошенного горизонтально. *Определять* абсолютную и относительную погрешность |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | начальной скорости тела, брошенного горизонтально |
| 1.4 | Простейшие геометрические измерения (самостоятельная работа) | 2 | Методы и приемы проведения прямых и косвенных измерений геометрических величин (длина, угол, площадь, объем) | *Оперировать понятиями:* абсолютная погрешность измерения, относительная погрешность измерения.<br>*Знать* методы и приемы проведения прямых измерений геометрических величин.<br>*Применять* формулы для определения абсолютных и оценки относительных погрешностей.<br>*Решать* задачу на определение площади фигуры и объема тела по экспериментально измеренным значениям длин.<br>*Определять* значения относительных погрешностей в процентах |
| 1.5 | Графики экспериментальных зависимостей. | 2 | Графическое представление зависимостей физических величин друг от друга. Линейная | *Оперировать понятиями:* график зависимости одной физической величины от другой, линейная |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Графическая обработка данных (лекция) | | зависимость. Угловой коэффициент и свободное слагаемое линейной зависимости | зависимость, угловой коэффициент и свободное слагаемое линейной зависимости, аппроксимация, интерполяция, экстраполяция.<br>*Знать* правила построения графиков зависимостей физических величин друг от друга.<br>*Строить* графики линейных зависимостей физических величин друг от друга.<br>*Применять* правила построения графиков зависимостей физических величин друг от друга.<br>*Приводить примеры* аппроксимации, интерполяции, экстраполяции.<br>*Уметь* проводить процедуры аппроксимации, интерполяции, экстраполяции.<br>*Определять* значения углового коэффициента и свободного слагаемого линейной зависимости, оценивать их абсолютные |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | погрешности.<br>*Устанавливать взаимосвязи* между математическим понятием «линейная функция» и линейной зависимостью физических величин друг от друга.<br>*Исследовать и интерпретировать* графики линейных зависимостей физических величин друг от друга.<br>*Решать* задачи на построение линейных графиков зависимостей физических величин друг от друга по заданным наборам экспериментальных данных, определять по построенному графику угловой коэффициент и свободное слагаемое, оценивать их абсолютные и относительные погрешности |
| 1.6 | Обработка нелинейных зависимостей: линеаризация, подсчет площади | 2 | Графическое представление зависимостей физических величин друг от друга. Нелинейная зависимость и ее линеаризация | *Оперировать понятиями:* график зависимости одной физической величины от другой, нелинейная зависимость, линеаризация нелинейной зависимости, площадь |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | под графиком, построение касательных к графику (лекция) | | | под графиком зависимости, касательная к графику зависимости в данной точке.<br>*Знать* правила построения графиков зависимостей физических величин друг от друга, физический смысл площади под графиком зависимости и касательной к графику зависимости в данной точке.<br>*Строить* исходные и линеаризованные графики зависимостей физических величин друг от друга, касательную к графику нелинейной зависимости в данной точке.<br>*Применять* правила построения графиков зависимостей физических величин друг от друга.<br>*Определять* значения площади под графиком зависимости и углового коэффициента касательной к графику нелинейной |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | зависимости в данной точке, оценивать их абсолютные погрешности.<br>*Устанавливать взаимосвязи* между математическим понятием «функция» и зависимостью физических величин друг от друга.<br>*Исследовать и интерпретировать* графики нелинейных зависимостей физических величин друг от друга.<br>*Решать* задачи на построение линеаризованных графиков зависимостей физических величин друг от друга по заданным наборам экспериментальных данных, определять по построенному графику угловой коэффициент и свободное слагаемое, оценивать их абсолютные и относительные погрешности |
| 1.7 | Измерение зависимости координаты границы | 2 | Равномерное и неравномерное прямолинейное движение. Координата, время, скорость | *Оперировать понятиями:* график зависимости одной физической величины от другой, нелинейная |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | области намокания от времени. Линеаризация зависимости (практикум) | | | зависимость, линеаризация нелинейной зависимости. *Строить* линеаризованный график зависимости физических величин друг от друга. *Применять* правила построения графиков зависимостей физических величин друг от друга. *Определять* значения углового коэффициента и свободного слагаемого графика линейной зависимости, оценивать их абсолютные погрешности. *Исследовать и интерпретировать* нелинейную зависимость координаты границы области намокания бумаги от времени. *Использовать* секундомер и рулетку |
| 1.8 | Изучение упругого гистерезиса (практикум) | 2 | Сила. Измерение силы динамометром. Упругие и частично упругие деформации. Сила упругости. Закон Гука. | *Оперировать понятиями:* сила, деформация, упругий гистерезис. *Уметь* формулировать закон Гука, собирать экспериментальную |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Отклонения от закона Гука. Гистерезис. Работа силы на малом и на конечном перемещении. Графическое представление работы силы | установку.<br>*Формулировать* гипотезу о характере зависимости длины объекта от величины приложенной к нему силы.<br>*Строить* нелинейный график зависимости физических величин друг от друга.<br>*Применять* правила построения графиков зависимостей физических величин друг от друга.<br>*Исследовать и интерпретировать* нелинейную зависимость длины объекта от величины приложенной к нему силы.<br>*Определять* угол наклона касательной к графику нелинейной зависимости в данной точке, площадь под графиком, оценивать абсолютные и относительные погрешности этих величин.<br>*Использовать* секундомер и динамометр. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | *Устанавливать взаимосвязи* между определением физической величины «механическая работа» и геометрическим понятием «площадь под графиком зависимости величины силы от величины деформации» |
| 1.9 | Нахождение массы линейки и шприца с помощью уравновешивания рычага (практикум) | 2 | Абсолютно твердое тело. Вращательное движение твердого тела. Момент силы относительно оси вращения. Плечо силы. Сложение сил, приложенных к твердому телу. Центр тяжести тела. Условия равновесия твердого тела. Рычаг | *Оперировать понятиями:* момент силы относительно оси вращения, плечо силы, центр тяжести тела, рычаг.<br>*Уметь* формулировать правило моментов, условия равновесия абсолютно твердого тела, складывать силы, приложенные к твердому телу, собирать экспериментальную установку.<br>*Приводить* примеры применения рычагов.<br>*Формулировать* гипотезу о характере зависимости координаты точки опоры уравновешенного рычага |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | от величины силы, приложенной к его концу.<br>*Строить* линейный график зависимости физических величин друг от друга.<br>*Применять* правила построения графиков зависимостей физических величин друг от друга.<br>*Исследовать и интерпретировать* зависимость координаты точки опоры уравновешенного рычага от величины силы, приложенной к его концу.<br>*Определять* по графику линейной зависимости значения углового коэффициента и свободного слагаемого, оценивать абсолютные и относительные погрешности этих величин.<br>*Использовать* линейку, а также шприц с делениями для измерения объема.<br>*Решать* задачи о равновесии рычага |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.10 | Измерение коэффициента энергетических потерь при отскоке шарика от поверхности (практикум) | 2 | Импульс силы и изменение импульса тела. Закон сохранения импульса. Кинетическая энергия материальной точки. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки. Потенциальные и непотенциальные силы. Потенциальная энергия. Потенциальная энергия тела в однородном гравитационном поле. Связь работы непотенциальных сил с изменением механической энергии системы тел. Закон сохранения механической энергии. Упругие и неупругие столкновения. Внутренняя энергия тела | *Оперировать понятиями:* импульс силы, импульс тела, кинетическая энергия материальной точки, потенциальные и непотенциальные силы, потенциальная энергия (в т.ч. тела в однородном гравитационном поле), упругие и неупругие столкновения. *Уметь* формулировать закон сохранения импульса и теорему об изменении кинетической энергии материальной точки, давать определение потенциальных и непотенциальных сил; формулировать закон сохранения механической энергии. *Приводить примеры* случаев, когда импульс тела сохраняется или не сохраняется, когда механическая энергия системы сохраняется или не сохраняется, упругих и неупругих столкновений. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | *Формулировать* гипотезу о характере зависимости высоты отскока шарика после соударения с поверхностью горизонтального стола от высоты сброса.<br>*Строить* линейный и нелинейный график зависимости физических величин друг от друга.<br>*Применять* правила построения графиков зависимостей физических величин друг от друга.<br>*Исследовать и интерпретировать* зависимость высоты отскока шарика после соударения с поверхностью горизонтального стола от высоты сброса.<br>*Использовать* рулетку.<br>*Решать* задачи об абсолютно упругих и абсолютно неупругих соударениях |
| Итого по разделу | | 20 | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика** | | | | |
| 2.1. | Определение теплоемкости твердого тела (практикум) | 2 | Количество теплоты. Теплоемкость тела. Удельная и молярная теплоемкости вещества. Уравнение теплового баланса. Тепловое равновесие | *Оперировать понятиями:* количество теплоты, теплоемкость тела, удельная и молярная теплоемкости вещества, тепловое равновесие.<br>*Уметь* формулировать уравнение теплового баланса, собирать экспериментальную установку.<br>*Приводить примеры* тел, обладающих одинаковой теплоемкостью, но различной удельной теплоемкостью.<br>*Применять* уравнение теплового баланса для описания процесса теплообмена твердого тела с водой.<br>*Исследовать* теплообмен между твердым телом и жидкостями *и интерпретировать* результаты этих опытов.<br>*Определять* теплоемкость твердого тела на основании результатов опытов по изучению теплообмена |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | между твердым телом и жидкостями с разными температурами, оценивать абсолютную и относительную погрешности измеренной величины. *Использовать* термометр. *Устанавливать взаимосвязи* между законом сохранения энергии и уравнением теплового баланса. *Решать* задачи на применение уравнения теплового баланса |
| 2.2. | Измерение температуры рук экспериментатора и давления, которое могут создать его легкие (практикум) | 2 | Давление, объем, температура, количество вещества. Идеальный газ. Уравнение Менделеева–Клапейрона. Газовые законы. Газовый термометр | *Оперировать понятиями:* давление, объем, температура, количество вещества, идеальный газ. *Уметь* записывать уравнение Менделеева–Клапейрона, формулировать газовые законы, собирать экспериментальную установку. *Знать* устройство и принцип работы газового термометра. *Приводить примеры* поведения газа при изменении его давления, объема, температуры. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | *Применять* линейку и секундомер. *Определять* температуру и давление идеального газа по результатам опытов с самодельным газовым термометром. *Использовать* линейку и самодельный газовый термометр. *Устанавливать взаимосвязи* между внешними и внутренними макропараметрами термодинамической системы. *Решать* задачи на применение уравнения Менделеева–Клапейрона |
| 2.3. | Эффективный коэффициент жесткости системы. Определение модуля Юнга проволоки с помощью рычага. Определение предела упругой деформации (практикум) | 2 | Деформации твердого тела. Растяжение и сжатие. Модуль Юнга. Упругие и неупругие деформации. Предел упругих деформаций. Закон Гука. Момент силы относительно оси вращения. Плечо силы. Условия равновесия твердого тела. Рычаг | *Оперировать понятиями:* упругие и неупругие деформации, предел упругой деформации, модуль Юнга, момент силы относительно оси вращения, плечо силы, рычаг. *Уметь* формулировать закон Гука для деформации растяжения однородного стержня с постоянным поперечным сечением, условие |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | равновесия абсолютно твердого тела, собирать экспериментальную установку.<br>*Приводить примеры* упругих и неупругих деформаций, материалов с различными модулями Юнга.<br>*Применять* закон Гука для расчета деформации растяжения проволоки.<br>*Исследовать* зависимость удлинения проволоки от величины растягивающей ее силы *и интерпретировать* полученные результаты, в том числе для определения предела упругой деформации.<br>*Определять* модуль Юнга проволоки на основании результатов опытов по растяжению проволоки с помощью различных по величине сил, оценивать абсолютную и относительную погрешность измеренного модуля Юнга. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | *Использовать* неравноплечий рычаг для увеличения силы и перемещения. *Решать* задачи на применение закона Гука для расчета растяжения и сжатия стержней |
| 2.4. | Измерение коэффициента поверхностного натяжения методом отрыва (практикум) | 1 | Поверхностное натяжение. Коэффициент поверхностного натяжения. Сила поверхностного натяжения. Капиллярные явления. Давление под искривленной поверхностью жидкости. Формула Лапласа | *Оперировать понятиями:* поверхностное натяжение, коэффициент поверхностного натяжения, капиллярные явления. *Уметь* записывать формулу для силы поверхностного натяжения, формулу Лапласа для определения давления под искривленной поверхностью жидкости, собирать экспериментальную установку. *Приводить примеры* поверхностных явлений и капиллярных явлений. *Применять* метод отрыва рамки от поверхности жидкости для измерения коэффициента поверхностного натяжения жидкости. *Исследовать* зависимость величины |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | силы, необходимой для отрыва от поверхности воды проволочной рамки, от ее периметра *и интерпретировать* результаты проведенных измерений. *Определять* коэффициент поверхностного натяжения жидкости по результатам проведенных измерений, оценивать абсолютную и относительную погрешность измеренной величины. *Использовать* рычаг для создания силы заданной величины. *Решать* задачи на применение формулы для силы поверхностного натяжения и формулы Лапласа |
| 2.5.1. | Определение точки росы (практикум) | 1 | Насыщенные и ненасыщенные пары. Качественная зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры, их независимость от объема | *Оперировать понятиями:* насыщенный и ненасыщенный пар, влажность воздуха, абсолютная и относительная влажность. *Уметь* качественно описывать зависимость плотности и давления |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | насыщенного пара. Влажность воздуха. Абсолютная и относительная влажность | насыщенного пара от температуры, их независимость от объема насыщенного пара, собирать экспериментальную установку. *Приводить примеры* насыщенного и ненасыщенного пара. *Исследовать* процесс выпадения росы при понижении температуры влажного воздуха *и интерпретировать* полученные результаты. *Определять* по полученным экспериментальным данным температуру точку росы, и затем, с помощью таблицы зависимости давления насыщенного пара воды от температуры, относительную влажность воздуха, а также абсолютные и относительные погрешности этих величин. *Использовать* термометр. *Решать* задачи на вычисление |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | абсолютной и относительной влажности |
| 2.5.2. | Знакомство с электрическим конденсатором (практикум) | 1 | Электрический заряд. Электрическое поле. Напряженность и потенциал электрического поля. Разность потенциалов и напряжение. Измерение напряжения. Вольтметр. Конденсатор. Электроемкость конденсатора. Параллельное и последовательное соединение конденсаторов | *Оперировать понятиями:* электрический заряд, электрическое поле, напряженность и потенциал электрического поля, разность потенциалов и напряжение, конденсатор, электроемкость конденсатора. *Уметь* вычислять заряд конденсатора по его электроемкости и напряжению, применять формулы для расчета электроемкости при последовательном и параллельном соединении конденсаторов, собирать электрическую цепь. *Приводить примеры* последовательного и параллельного соединения конденсаторов. *Исследовать* зависимость напряжения на конденсаторе |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | от его электроемкости<br>*и интерпретировать* результаты этого эксперимента.<br>*Определять* отношение электрических емкостей двух конденсаторов по измеренным значениям напряжения на них, оценивать абсолютные и относительные погрешности измеряемых величин.<br>*Использовать* вольтметр.<br>*Решать* задачи на соединение конденсаторов |
| Итого по разделу | | 9 | | |
| **Раздел 3. Электродинамика.** | | | | |
| 3.1. | Изучение процесса разрядки конденсатора (практикум) | 2 | Электрический заряд. Электрическое поле. Напряженность и потенциал электрического поля. Разность потенциалов и напряжение. ЭДС источника тока. Измерение напряжения. Вольтметр. | *Оперировать понятиями:* электрический заряд, электрическое поле, напряженность и потенциал электрического поля, разность потенциалов и напряжение, ЭДС источника тока, конденсатор, электроемкость конденсатора, |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Конденсатор. Электроемкость конденсатора. Электрическое сопротивление. Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи. Конденсатор в цепи постоянного тока | электрическое сопротивление. *Уметь* формулировать Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи, вычислять заряд конденсатора по его электроемкости и напряжению, собирать электрическую цепь. *Приводить примеры* поведения конденсатора, включенного в цепь постоянного тока. *Формулировать* гипотезу о характере зависимости силы тока от времени при разрядке конденсатора через резистор. *Строить* график зависимости силы тока от времени при разрядке конденсатора через резистор. *Применять* правила построения графиков зависимостей физических величин друг от друга. *Исследовать* зависимость силы тока |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | от времени при разрядке конденсатора через резистор *и интерпретировать* эту зависимость. *Определять* электроемкость конденсатора, выражая ее через угловой коэффициент касательной к графику зависимости силы тока разрядки конденсатора от времени, оценивать абсолютную и относительную погрешность электроемкости. *Использовать* вольтметр и секундомер. *Устанавливать взаимосвязи. Решать* качественные задачи о конденсаторах, включенных в цепь постоянного тока |
| 3.2. | Определение удельного сопротивления | 1 | Сила тока. Напряжение. Закон Ома для участка цепи. Электрическое сопротивление. | *Оперировать понятиями:* сила тока, напряжение, электрическое сопротивление, |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | материала проволоки (практикум) | | Зависимость сопротивления однородного проводника от его длины и площади поперечного сечения. Удельное сопротивление вещества | удельное сопротивление вещества.<br>*Уметь* формулировать закон Ома для участка цепи, записывать формулу для зависимости сопротивления однородного проводника от его длины и площади поперечного сечения, собирать электрическую цепь.<br>*Приводить примеры* веществ с различным удельным сопротивлением.<br>*Применять* метод измерения малых электрических сопротивлений.<br>*Исследовать* зависимость напряжения между концами отрезка проволоки от длины этого отрезка *и интерпретировать* результаты проведенных измерений, вычислять электрическое сопротивление отрезка проволоки по измеренным значениям |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | силы тока и напряжения. *Определять* удельное сопротивление материала проволоки по известным длине, диаметру и сопротивлению, оценивать абсолютную и относительную погрешность удельного сопротивления. *Использовать* мультиметр в режимах вольтметра и амперметра, линейку, микрометр. *Решать* задачи на закон Ома для участка цепи и на зависимость сопротивления отрезка проволоки от его характеристик |
| 3.3. | Измерение вольт-амперной характеристики полупроводникового диода (практикум) | 2 | Полупроводники. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Свойства *p*-*n*-перехода. Полупроводниковый диод | *Оперировать понятиями:* полупроводник, собственная и примесная проводимость, *p*-*n*-переход, полупроводниковый диод. *Уметь* объяснять природу собственной и примесной проводимости, свойства *p*-*n*-перехода, принцип действия |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | полупроводникового диода, его функционирование при включении в электрическую цепь постоянного тока в прямом и в обратном направлении, собирать электрическую цепь, читать маркировку полупроводникового диода.<br>*Приводить примеры* использования полупроводникового диода в электрических цепях.<br>*Формулировать* гипотезу о характере зависимости силы тока, текущего через полупроводниковый диод, от поданного на него напряжения.<br>*Строить* экспериментально вольт-амперную характеристику (ВАХ) полупроводникового диода при его включении в электрическую цепь постоянного тока в прямом и в обратном направлении.<br>*Применять* правила построения графиков зависимостей физических |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | величин друг от друга.<br>*Исследовать* ВАХ полупроводникового диода, включенного в цепь постоянного тока в прямом и в обратном направлении *и интерпретировать* эту зависимость.<br>*Определять* электрическое сопротивление полупроводникового диода при данном значении напряжения, оценивать абсолютную и относительную погрешность этой физической величины.<br>*Использовать* вольтметр, амперметр, переменный резистор, макетную плату, полупроводниковый диод.<br>*Решать* задачи на цепи постоянного тока при наличии в них идеального диода |
| Итого по разделу | | 5 | | |
| ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ | | 34 | | |

**11 КЛАСС**

| № п/п | Наименование разделов и тем учебного предмета | Количество часов | Программное содержание | Характеристика деятельности обучающихся |
|---|---|---|---|---|
| **Раздел 1. Электродинамика** | | | | |
| 1.1. | Оценка величины горизонтальной составляющей магнитной индукции магнитного поля Земли (практикум) | 2 | Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции магнитных полей. Линии магнитной индукции. Магнитное поле катушки с током | *Оперировать понятиями:* магнитное поле, вектор магнитной индукции, линии магнитной индукции.<br>*Уметь* формулировать принцип суперпозиции магнитных полей, изображать линии индукции магнитного поля катушки с током, собирать экспериментальную установку.<br>*Приводить примеры* природных объектов и технических устройств, являющихся источниками постоянного магнитного поля.<br>*Применять* принцип суперпозиции магнитных полей.<br>*Исследовать* пространственную ориентацию вектора индукции |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | магнитного поля, создаваемого на оси соленоида при суперпозиции магнитного поля Земли и магнитного поля соленоида, в зависимости от силы тока в витках соленоида *и интерпретировать* полученные результаты.<br>*Определять* по результатам проведенного эксперимента модуль горизонтальной составляющей вектора магнитной индукции магнитного поля Земли, оценивать абсолютную и относительную погрешность измеренной физической величины.<br>*Использовать* компас, соленоид, лабораторный блок питания, транспортир.<br>*Решать* задачи на применение принципа суперпозиции магнитных полей |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1.2. | Измерение зависимости величины магнитной индукции магнитного поля магнита от расстояния (практикум) | 2 | Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Линии магнитной индукции. Магнитное поле постоянного магнита | *Оперировать понятиями:* магнитное поле, вектор магнитной индукции, линии магнитной индукции. *Уметь* изображать линии индукции магнитного поля постоянного магнита, собирать экспериментальную установку. *Приводить примеры* природных объектов и технических устройств, являющихся источниками постоянного магнитного поля. *Применять* смартфон с предустановленным программным обеспечением для измерения величины магнитного поля, правила построения графиков зависимостей физических величин друг от друга. *Исследовать* зависимость величины магнитной индукции магнитного поля постоянного магнита на его продольной оси симметрии от расстояния между центром |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | магнита и точкой измерений *и интерпретировать* полученные результаты. *Строить* экспериментально график зависимости модуля магнитной индукции магнитного поля постоянного магнита на его продольной оси симметрии от расстояния между центром магнита и точкой измерений (с учетом абсолютных погрешностей измеренных физических величин). *Использовать* цилиндрический постоянный магнит, линейку. *Решать* задачи на применение принципа суперпозиции магнитных полей |
| 1.3. | Наблюдение магнитного гистерезиса (практикум) | 2 | Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Линии магнитной индукции. Магнитное поле катушки с постоянным током. Магнитное поле | *Оперировать понятиями:* магнитное поле, вектор магнитной индукции, линии магнитной индукции, ферромагнетик, магнитный гистерезис. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | в веществе. Ферромагнетики. Магнитный гистерезис | *Уметь* изображать линии индукции магнитного поля катушки с постоянным током, объяснять явления ферромагнетизма и магнитного гистерезиса, собирать экспериментальную установку. *Приводить примеры* материалов, обладающих ферромагнитными свойствами. *Применять* смартфон с предустановленным программным обеспечением для измерения величины магнитного поля, правила построения графиков зависимостей физических величин друг от друга. *Исследовать* зависимость величины магнитной индукции магнитного поля вблизи торца катушки с постоянным током, намотанной на ферромагнитный сердечник, от силы протекающего через катушку тока *и интерпретировать* |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | полученные результаты как наблюдение магнитного гистерезиса. *Строить* экспериментально график зависимости модуля магнитной индукции магнитного поля катушки с ферромагнитным сердечником от силы протекающего через катушку тока (с учетом абсолютных погрешностей измеренных физических величин). *Использовать* лабораторный источник питания |
| 1.4 | Изучение работы электродвигателя и динамо-машины (часть 1) (лекция) | 2 | Постоянный ток, сила Ампера (ее направление и модуль), электродвигатель постоянного тока, динамо-машина (генератор постоянного тока) | *Оперировать понятиями:* сила Ампера, электродвигатель, динамо-машина. *Уметь* определять модуль и направление силы Ампера. *Знать* историю изобретения электродвигателя и совершенствования его конструкции, устройство |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | и принцип действия электродвигателя постоянного тока и динамо-машины.<br>*Приводить примеры* применения электродвигателя постоянного тока и динамо-машины.<br>*Определять* направление вращения якоря электродвигателя при заданном направлении протекания электрического тока в обмотках станины.<br>*Решать* задачи о электродвигателе постоянного тока и динамо-машине |
| 1.5. | Изучение работы электродвигателя и динамо-машины (часть 2) (практикум) | 2 | Постоянный ток, сила Ампера (ее направление и модуль), электродвигатель постоянного тока, динамо-машина (генератор постоянного тока) | *Оперировать понятиями:* сила Ампера, электродвигатель, динамо-машина.<br>*Уметь* определять модуль и направление силы Ампера, собирать экспериментальную установку.<br>*Приводить примеры* применения электродвигателя постоянного тока |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | и динамо-машины.<br>*Применять* теоретические сведения об электродвигателе постоянного тока и о динамо-машине для объяснения проводимого эксперимента.<br>*Исследовать* две зависимости:<br>1) силы тока, вырабатываемой генератором, от величины момента силы, приложенного к его валу;<br>2) величины напряжения, поданного на электродвигатель, от частоты его вращения и механической нагрузки его вала<br>*и интерпретировать* полученные результаты.<br>*Использовать* электромотор, лабораторный источник питания, реостат, мультиметр |
| Итого по разделу | | 10 | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Раздел 2. Колебания и волны.** | | | | |
| 2.1. | Изучение зависимости периода колебаний линейки на цилиндрической поверхности от радиуса ее кривизны (практикум) | 2 | Гармонические колебания. Их кинематическое, динамическое и энергетическое описание. Период и частота колебаний. Период малых свободных колебаний математического маятника | *Оперировать понятиями:* гармонические колебания, период и частота колебаний. *Уметь* записывать и интерпретировать уравнение гармонических колебаний, применять закон сохранения энергии для колебательных процессов, собирать экспериментальную установку, объяснять роль малости амплитуды колебаний. *Приводить примеры* колебательных процессов. *Формулировать* гипотезу о характере зависимости периода колебаний линейки на цилиндрической поверхности от радиуса ее кривизны. *Исследовать* зависимости периода колебаний линейки на цилиндрической поверхности от радиуса ее кривизны |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | *и интерпретировать* полученную зависимость.<br>*Строить* график зависимости периода колебаний линейки на цилиндрической поверхности от радиуса ее кривизны и линеаризовывать эту зависимость (с учетом абсолютных погрешностей измеряемых физических величин).<br>*Применять* правила построения графиков зависимостей физических величин друг от друга.<br>*Использовать* линейку, секундомер.<br>*Устанавливать взаимосвязи* между кинематическим, динамическим и энергетическим описанием гармонических колебаний.<br>*Решать* задачи на гармонические колебания |
| 2.2. | Изучение зависимости амплитуды колебаний | 2 | Гармонические колебания. Амплитуда, период и частота | *Оперировать понятиями:* гармонические колебания, |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | пружинного маятника от времени (практикум) | | колебаний.<br>Понятие о затухающих колебаниях. | амплитуда, период и частота колебаний, затухание колебаний.<br>*Уметь* объяснять затухающие колебательные процессы с позиций закона изменения механической энергии, собирать экспериментальную установку.<br>*Приводить примеры* затухающих колебательных процессов.<br>*Формулировать* гипотезу о характере зависимости амплитуды колебаний пружинного маятника от времени при наличии затухания.<br>*Строить* график зависимости амплитуды затухающих колебаний маятника времени и линеаризовывать эту зависимость (с учетом абсолютных погрешностей измеряемых физических величин).<br>*Применять* правила построения графиков зависимостей физических величин друг от друга. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | *Исследовать* зависимость амплитуды затухающих колебаний маятника от времени *и интерпретировать* эту зависимость. *Использовать* линейку и секундомер |
| 2.3. | Измерение активного и реактивного сопротивлений катушки индуктивности (практикум) | 2 | Переменный ток. Амплитудное и действующее значение силы тока и напряжения. Синусоидальный переменный ток. Резистор, конденсатор и катушка индуктивности в цепи синусоидального переменного тока. Активное и реактивное (емкостное и индуктивное) сопротивление | *Оперировать понятиями:* переменный ток, амплитудное и действующее значение силы тока и напряжения, синусоидальный переменный ток, активное, реактивное, емкостное и индуктивное сопротивление. *Уметь* объяснять поведение резистора, конденсатора и катушки индуктивности, включенных в цепь синусоидального переменного тока, собирать электрическую цепь (последовательно соединенные резистор и катушка индуктивности, подключенные к генератору). *Приводить примеры* применения реактивных элементов в цепях |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | переменного тока.<br>*Формулировать* гипотезу о характере зависимости амплитуды напряжения на резисторе от частоты подаваемого на вход цепи переменного напряжения постоянной амплитуды.<br>*Строить* график зависимости амплитуды напряжения на резисторе от частоты подаваемого на вход цепи переменного напряжения постоянной амплитуды (с учетом абсолютных погрешностей измеряемых физических величин).<br>*Применять* правила построения графиков зависимостей физических величин друг от друга.<br>*Исследовать* зависимость амплитуды напряжения на резисторе от частоты подаваемого на вход цепи переменного напряжения постоянной амплитуды *и интерпретировать* полученную зависимость. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | *Определять* активное сопротивление катушки индуктивности (по низкочастотной области графика) и индуктивность катушки (по высокочастотной части графика). *Использовать* генератор низкой частоты, осциллограф или вольтметр переменного напряжения. *Решать* задачи на цепи переменного тока с резисторами, конденсаторами и катушками индуктивности |
| 2.4.1. | Введение в экспериментальную акустику (лекция) | 1 | Механические волны, условия их распространения. Поперечные и продольные волны. Период, частота, скорость распространения и длина волны. Отражение, преломление, интерференция и дифракция волн. Звук как механическая волна. Скорость звука. Громкость звука. Высота тона. Обертоны. Тембр звука | *Оперировать понятиями:* механическая волна, период, частота, скорость распространения и длина волны, отражение, преломление, интерференция и дифракция волны, звук, скорость, громкость, высота тона, обертон и тембр звука. *Уметь* объяснять различие между поперечными и продольными волнами. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | *Знать* формулы, связывающие скорость, период, частоту и длину волны, простейшие методы исследования звуковых сигналов. *Приводить примеры* звуков разной громкости, высоты тона и тембра, явлений отражения, преломления, интерференции и дифракции волны. *Определять* на слух звуки высоких и низких частот, тональные звуки и шумы. *Решать* задачи о звуковых волнах |
| 2.4.2. | Осциллограмма и спектр гласных звуков (практикум) | 1 | Период, частота, скорость распространения и длина волны. Скорость звука. Громкость звука. Высота тона. Обертоны. Тембр звука. Спектр звука | *Оперировать понятиями:* высота тона, обертоны, тембр звука, спектр звука, осциллограмма. *Уметь* объяснять, какая информация содержится в осциллограмме, а какая в спектре, собирать экспериментальную установку. *Приводить примеры* природных процессов и технических устройств, которые генерируют тональные |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | звуки и шумы, их осциллограмм и спектров.<br>*Применять* для получения осциллограмм и спектров звуков персональный компьютер с микрофоном или смартфон с предустановленным программным обеспечением.<br>*Формулировать* гипотезу о характере осциллограмм и спектров различных звуков.<br>*Исследовать* осциллограммы и спектры различных гласных звуков близких частот *и интерпретировать* эти осциллограммы и спектры.<br>*Определять* по осциллограммам и спектрам амплитуды звуковых волн, частоты их тонов и обертонов, оценивать абсолютные и относительные погрешности измеренных физических величин. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | *Устанавливать взаимосвязи* между громкостью звука и видом осциллограммы; между высотой тона (тембром звука) и видом спектра |
| 2.5.1. | Стоячие механические волны (лекция) | 1 | Стоячая механическая волна как сумма двух волн, бегущих в противоположных направлениях. Поперечные и продольные стоячие волны. Период, частота, скорость распространения и длина стоячей волны. Узлы и пучности. Влияние границ одномерной среды на формирование стоячих волн. Резонаторы с открытыми и закрытыми концами. Условия образования стоячих звуковых волн в различных резонаторах. Основной тон и обертоны стоячей звуковой волны | *Оперировать понятиями:* стоячая волна, узел и пучность стоячей волны, основной тон и обертон стоячей звуковой волны.<br>*Уметь* объяснять условия образования стоячих звуковых волн в различных резонаторах, принцип действия камертона.<br>*Знать* виды граничных условий, формулу, связывающую частоты основных тонов и обертонов с длиной резонатора и скоростью звука.<br>*Приводить примеры* звуковых резонаторов.<br>*Решать* простейшие задачи о стоячих звуковых волнах |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2.5.2 | Изучение спектра звука линейного резонатора (практикум) | 1 | Основной тон и обертоны стоячей звуковой волны | *Оперировать понятиями:* основной тон и обертоны стоячей волны, тембр звука, спектр звука.<br>*Уметь* объяснять, какая информация содержится спектре звуковой волны, собирать экспериментальную установку.<br>*Приводить примеры* линейных звуковых резонаторов.<br>*Применять* для получения звуков самодельный акустический резонатор (пробирку, частично заполненную водой), а для получения спектров звуков – персональный компьютер с микрофоном или смартфон с предустановленным программным обеспечением.<br>*Формулировать* гипотезу о характере зависимостей частоты основного тона и первого обертона звуковой волны от длины резонатора.<br>*Строить* линеаризованные графики |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | зависимостей частоты основного тона и первого обертона звуковой волны от высоты воздушного столба в пробирке (с учетом абсолютных погрешностей измеряемых физических величин).<br>*Применять* правила построения графиков зависимостей физических величин друг от друга.<br>*Исследовать* графики зависимостей частоты основного тона и первого обертона звуковой волны от высоты воздушного столба в пробирке *и интерпретировать* эти графики.<br>*Определять* скорость звука в воздухе по графикам зависимостей частоты основного тона и первого обертона звуковой волны от высоты воздушного столба в пробирке, оценивать абсолютную и относительную погрешность измеренной физической величины |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2.6.1. | Измерение показателя преломления плоскопараллельной пластины (практикум) | 1 | Луч света. Отражение света. Законы отражения света. Преломление света. Законы преломления света. Абсолютный показатель преломления. Относительный показатель преломления | *Оперировать понятиями:* луч света, отражение света, преломление света, абсолютный и относительный показатель преломления.<br>*Уметь* формулировать законы отражения света, законы преломления света, собирать экспериментальную установку.<br>*Приводить примеры* оптических явлений, в которых наблюдаются явления отражения и преломления света.<br>*Применять* законы преломления света.<br>*Строить* ход лучей при преломлении света на поверхности.<br>*Исследовать* изменение направления луча света, падающего на боковую поверхность плоскопараллельной пластины, в зависимости от угла падения |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | *и интерпретировать* полученные результаты.<br>*Определять* показатель преломления материала плоскопараллельной пластины, оценивать абсолютную и относительную погрешность измеренной физической величины.<br>*Использовать* лазерную указку, линейку.<br>*Решать* задачи на преломление света |
| 2.6.2 | Измерение показателя преломления призмы по минимальному углу отклонения лазерного луча (практикум) | 1 | Преломление света. Законы преломления света. Абсолютный показатель преломления. Относительный показатель преломления. Призма. Преломляющий угол призмы | *Оперировать понятиями:* преломление света, абсолютный и относительный показатель преломления, преломляющий угол призмы.<br>*Уметь* рассчитывать минимальный угол отклонения луча треугольной равносторонней призмой, собирать экспериментальную установку.<br>*Приводить примеры* оптических приборов, в которых применяются преломляющие призмы. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | *Применять* законы преломления света.<br>*Строить* ход лучей в треугольной равносторонней призме в случае произвольного направления падения луча и в случае минимального угла отклонения луча.<br>*Исследовать* зависимость угла отклонения луча треугольной равносторонней призмой от направления падающего луча *и интерпретировать* полученные результаты.<br>*Определять* по полученному значению минимального угла отклонения луча треугольной равносторонней призмой показатель преломления материала призмы, оценивать абсолютную и относительную погрешность измеренной физической величины. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | *Использовать* призму, лазерную указку, транспортир.<br>*Решать* задачи о преломлении лучей в призмах |
| 2.7.1. | Применение эффекта полного внутреннего отражения<br>в измерениях (лекция) | 1 | Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения | *Оперировать понятиями:* полное внутреннее отражение, предельный угол полного внутреннего отражения.<br>*Уметь* формулировать условие возникновения полного внутреннего отражения.<br>*Знать* формулу, связывающую угол полного внутреннего отражения<br>с абсолютными показателями преломления сред.<br>*Приводить примеры* природных явлений и технических устройств,<br>в которых наблюдается (применяется) явление полного внутреннего отражения.<br>*Решать* задачи на полное внутреннее отражение |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2.7.2. | Измерение показателя преломления призмы с помощью наблюдения угла полного внутреннего отражения (практикум) | 1 | Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения | *Оперировать понятиями:* преломление света, абсолютный и относительный показатель преломления, преломляющий угол призмы, полное внутреннее отражение, предельный угол полного внутреннего отражения.<br>*Уметь* рассчитывать угол полного внутреннего отражения, собирать экспериментальную установку.<br>*Приводить примеры* оптических приборов, в которых применяются преломляющие призмы и используется явление полного внутреннего отражения.<br>*Строить* ход луча в треугольной призме с учетом возможного полного внутреннего отражения луча.<br>*Применять* законы преломления света.<br>*Исследовать* условия, при которых можно наблюдать полное внутреннее |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | отражение луча, идущего в треугольной призме *и интерпретировать* полученные результаты. *Определять* показатель преломления материала призмы по измеренным параметрам, при которых начинает наблюдаться полное внутреннее отражение луча в призме, оценивать абсолютную и относительную погрешность измеренной физической величины. *Использовать* призму, лазерную указку, линейку. *Решать* задачи о полном внутреннем отражении лучей в призмах |
| 2.8. | Проверка формулы тонкой линзы с помощью метода параллакса, примененного для определения | 1 | Собирающие линзы. Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы. Зависимость фокусного расстояния тонкой сферической линзы от ее геометрии | *Оперировать понятиями:* линза, тонкая линза, собирающая линза, главная и побочная оптическая ось, фокус, фокусное расстояние, фокальная плоскость, оптическая сила, поперечное увеличение, |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | положения изображения (практикум) | | и относительного показателя преломления. Формула тонкой линзы. Увеличение, даваемое линзой. Параллакс | параллакс.<br>*Уметь* объяснять сущность параллакса, записывать формулу, выражающую зависимость фокусного расстояния тонкой сферической линзы от ее геометрии и относительного показателя преломления, а также формулу тонкой линзы, собирать экспериментальную установку.<br>*Приводить примеры* параллакса, оптических приборов, в которых применяются собирающие линзы.<br>*Применять* формулу тонкой линзы.<br>*Строить* ход различных лучей в тонкой собирающей линзе.<br>*Исследовать* возможность применения эффекта параллакса для определения положения изображения источника света с малой светимостью, полученного с помощью собирающей линзы |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | *и интерпретировать* полученные результаты.<br>*Определять* фокусное расстояние собирающей линзы на основании результатов экспериментов по наблюдению параллакса изображения точечного источника света, оценивать абсолютную и относительную погрешность измеренной физической величины.<br>*Использовать* собирающую линзу, оптическую скамью.<br>*Решать* задачи на тонкие собирающие линзы |
| 2.9. | Измерение фокусного расстояния рассеивающей линзы (практикум) | 2 | Рассеивающие линзы. Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы. Формула тонкой линзы.<br>Ход луча, прошедшего линзу под произвольным углом к ее главной оптической оси. | *Оперировать понятиями:* линза, тонкая линза, рассеивающая линза, мнимый источник света, мнимое изображение.<br>*Уметь* записывать формулу тонкой линзы для случая рассеивающей линзы, собирать экспериментальную установку, получать действительное |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Построение изображений точки и отрезка прямой в собирающих и рассеивающих линзах и их системах | изображение в рассеивающей линзе путем создания с помощью собирающей линзы мнимого источника для рассеивающей линзы. *Приводить примеры* оптических приборов, в которых применяются рассеивающие линзы и системы линз. *Применять* формулу тонкой линзы случая рассеивающей линзы. *Строить* ход различных лучей в тонкой рассеивающей линзе, изображение точки и отрезка прямой в собирающих и рассеивающих линзах и их системах. *Исследовать* ход лучей через рассеивающую линзу, а также в системе, состоящей из собирающей и рассеивающей линз при их различном взаимном расположении *и интерпретировать* полученные результаты. *Определять* фокусное расстояние |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | рассеивающей линзы на основании результатов экспериментов по:<br>1) наблюдению действительного изображения, даваемого рассеивающей линзой;<br>2) наблюдению расходящегося светового пучка, образованного рассеивающей линзой; оценивать абсолютную и относительную погрешность измеренной физической величины.<br>*Использовать* собирающую и рассеивающую линзу, оптическую скамью.<br>*Решать* задачи на тонкие рассеивающие линзы |
| 2.10 | Определение длины волны лазерного излучения с помощью схемы Юнга (практикум) | 2 | Интерференция света. Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух когерентных источников. | *Оперировать понятиями:* интерференция, интерференционная картина, когерентные источники, интерференционная схема, схема Юнга.<br>*Уметь* записывать условия |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Примеры классических интерференционных схем | наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух когерентных источников, собирать экспериментальную установку.<br>*Приводить примеры* природных явлений и технических устройств, в которых наблюдается (применяется) явление интерференции.<br>*Применять* условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине.<br>*Строить* ход «лучей» и показывать на ней разность хода в интерференционной схеме Юнга.<br>*Формулировать* гипотезу о виде интерференционной картины при различных геометрических параметрах схемы Юнга.<br>*Исследовать* интерференционную картину при наблюдении |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | интерференции с помощью схемы Юнга *и интерпретировать* полученные результаты. *Определять* длину волны света по результатам наблюдения интерференционной картины с помощью схемы Юнга, оценивать абсолютную и относительную погрешность измеренной физической величины. *Использовать* лазерную указку, рулетку, а также фольгу, булавки и нитку для реализации схемы Юнга. *Решать* задачи на двухволновую интерференцию |
| Итого по разделу | | 19 | | |
| **Раздел 3. Квантовая физика.** | | | | |
| 3.1. | Изучение спектра света различных источников с помощью дифракционной решетки (практикум) | 1 | Дифракция света. Дифракционная решетка. Условие наблюдения главных максимумов при падении монохроматического света на дифракционную решетку. | *Оперировать понятиями:* дифракция, дифракционная решетка, фотон, уровень энергии атома, излучение и поглощение фотона, спектр излучения, спектроскоп. *Уметь* записывать условия |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Излучение и поглощение фотонов при переходе атома с одного уровня энергии на другой. Виды спектров. Спектроскоп | наблюдения главных дифракционных максимумов при падении монохроматического света на дифракционную решетку, условия излучения и поглощения фотонов при переходе атома с одного уровня энергии на другой, собирать экспериментальную установку. *Приводить примеры* линейчатых, полосатых и сплошных спектров излучения, технических устройств, в которых применяются излучения с различными видами спектров. *Применять* условия наблюдения главных дифракционных максимумов при падении монохроматического света на дифракционную решетку. *Строить* ход «лучей» при их нормальном падении на дифракционную решетку и показывать на ней разность хода. *Формулировать* гипотезу о виде |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | спектров излучения источников света разной природы.<br>*Исследовать* оптические спектры излучения источников света разной природы *и интерпретировать* полученные результаты.<br>*Определять* длины волн излучения различных источников по результатам наблюдения дифракционной картины, даваемой дифракционной решеткой, оценивать абсолютную и относительную погрешность измеренной физической величины.<br>*Использовать* дифракционную решетку, фонарь с лампой накаливания, светодиодный фонарь, газоразрядную лампу, диафрагму, мерную ленту.<br>*Решать* задачи о падении света различного спектрального состава на дифракционную решетку |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3.2. | Исследование зависимости интенсивности свечения светодиода от силы протекающего через него тока (практикум) | 2 | Светодиод, интенсивность излучения, фотон, электрон | *Оперировать понятиями:* светодиод, *p-n*-переход, электрон, дырка, фотон, интенсивность излучения.<br>*Уметь* объяснять в упрощенном виде принцип действия светодиода, собирать экспериментальную установку.<br>*Приводить примеры* применения светодиодов в быту и в технике.<br>*Формулировать* гипотезу о характере зависимости интенсивности излучения светодиода от силы протекающего через него тока.<br>*Исследовать* зависимость интенсивности излучения светодиода от силы протекающего через него тока *и интерпретировать* полученные результаты.<br>*Строить* график зависимости интенсивности излучения светодиода от силы протекающего через него тока (с учетом абсолютных |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | погрешностей измеряемых физических величин).<br>*Применять* правила построения графиков зависимостей физических величин друг от друга.<br>*Определять* характер зависимости интенсивности излучения светодиода от силы протекающего через него тока.<br>*Использовать* светодиод, люксметр (или смартфон с датчиком освещенности), лабораторный блок питания (или источник постоянного напряжения, реостат и мультиметр) |
| 3.3. | Наблюдение избирательности внутреннего фотоэффекта к длине волны света (практикум) | 2 | Светодиод, интенсивность излучения, фотон, электрон. Энергия и импульс фотона. Фотоэффект. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. «Красная граница» фотоэффекта | *Оперировать понятиями:* светодиод, *p-n*-переход, электрон, дырка, фотон, интенсивность излучения, фотоэффект (внешний и внутренний), фототок, «красная граница» фотоэффекта.<br>*Уметь* объяснять в упрощенном виде принцип действия светодиода, |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | формулировать законы фотоэффекта, записывать уравнение Эйнштейна для фотоэффекта и формулу для «красной границы» фотоэффекта, собирать экспериментальную установку.<br>*Приводить примеры* применения светодиодов в быту и в технике.<br>*Применять* законы фотоэффекта, уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, формулу для «красной границы» фотоэффекта.<br>*Формулировать* гипотезу об условиях возникновения внутреннего фотоэффекта при падении на светодиод световых волн разной длины.<br>*Исследовать* явление возникновения фототока в освещаемом светодиоде, изучив зависимость силы фототока в освещаемом светодиоде от напряжения на другом светодиоде, |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | выполняющем роль источника света *и интерпретировать* полученные результаты.<br>*Определять* условие возникновения фототока в освещаемом светодиоде (ток возникает только при освещении его светодиодом с длиной волны, меньшей или равной длине волны, на которую рассчитан освещаемый светодиод).<br>*Использовать* светодиоды разных цветов (красные, зеленые и синие), лабораторный блок питания, мультиметр.<br>*Решать* задачи на фотоэффект |
| Итого по разделу | | 5 | | |
| ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ | | 34 | | |

## ЛИТЕРАТУРА И ЭЛЕКТРОННЫЕ РЕСУРСЫ


1. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 мая 2012 г. № 413 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования» (Зарегистрирован Минюстом России 7 июня 2012 г. № 24480).

2. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 12.08.2022 № 732 «О внесении изменений в федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 мая 2012 г. № 413» (Зарегистрирован Минюстом России 12.09.2022 № 70034).

3. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 18.05.2023 № 371 «Об утверждении федеральной образовательной программы среднего общего образования» (Зарегистрирован Минюстом России 12.07.2023 № 74228).

4. Кабардин О. Ф., Орлов В. А. Экспериментальные задания по физике. 9–11 классы: учебное пособие для учащихся общеобразовательных учреждений. – М.: «Вербум–М», 2001. – 208 с.

5. Слободянюк А. И. Физическая олимпиада: экспериментальный тур. – Минск, Аверсэв, 2011. – 378 с.

6. Всероссийские олимпиады по физике. 1992–2001 / Под. ред. С. М. Козела, В. П. Слободянина. – М.: «Вербум–М», 2002. – 392 с.

7. Слободецкий И. Ш., Орлов В. А. Всесоюзные олимпиады по физике. – М.: Просвещение, 1982. – 256 с.

8. Физический практикум для классов с углубленным изучением физики: 10–11 кл. / Ю. И. Дик, О. Ф. Кабардин, В. А. Орлов и др.; Под ред. Ю. И. Дика, О. Ф. Кабардина. – М.: Просвещение, 2002. – 157 с.

9. https://vos.olimpiada.ru/upload/files/Arhive_tasks/2022-23/reg/phys/tasks-maxwell-7-prak-reg-22-23.pdf

10. https://vos.olimpiada.ru/upload/files/Arhive_tasks/2022-23/reg/phys/sol-maxwell-7-prak-reg-22-23.pdf

11. http://olphys.org/olimpiady/Iepho21/8-5_Pushka.pdf

12. https://цпм.рф/wp-content/uploads/2022/12/trebovanija-k-postroeniju-grafikov-1.pdf

13. https://всош.цпм.рф/upload/files/Arhive_tasks/2022-23/final/phys/tasks-phys-10-prak-final-22-23.pdf
14. https://всош.цпм.рф/upload/files/Arhive_tasks/2022-23/final/phys/sol-phys-10-prak-final-22-23.pdf
15. http://olphys.org/img/static/news/9-5_10-5.pdf
16. http://olphys.org/olimpiady/Iepho21/10-1_11-1_Dispersia.pdf
17. http://olphys.org/img/static/news/10-2_11-2.pdf