

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Республики Крым
«Бахчисарайский техникум строительства и транспорта»

Утверждаю:

Зав УПР -----/ Ю.Л.Быканов/

Методические рекомендации по организации и
проведению лабораторных работ обучающихся
по ОУД 13 «**ФИЗИКА**»

Составитель: *Суслова Н.М.*, преподаватель физики
Внутренний рецензент: *Ганус О.А.*, методист ГБПОУ РК «БТСТ»

Бахчисарай, 2017

Методические рекомендации рассмотрены
и рекомендованы к утверждению
на заседании предметной методической комиссии

преподавателей естественно-математических
дисциплин ГБПОУ РК «БТСТ»

Председатель ПМК _____ /Ю.Ф.Осипов/

Протокол заседания ПМК

№ _____ от « _____ » _____ 2017 г.

Рассмотрено и одобрено на Методическом совете.

Протокол заседания Методического совета

№ _____ от « _____ » _____ 2017 г.

Председатель : _____ /_ Ю.Л.Быканов/

Аннотация

Методические рекомендации разработаны для проведения лабораторных работ по физике. Этот документ содержит методику проведения занятия, описывая его основные этапы, а также методы и приёмы, используемые при проведении лабораторных работ. Особое внимание уделяется погрешностям измерения, методике проведения лабораторных работ, инструкции по технике безопасности.

Оглавление

1. Введение	5
2. Пояснительная записка	6
3. Погрешности измерений.....	7
4. Методика выполнения лабораторных работ	8
5. Инструкция по технике безопасности.....	11
6. Критерии оценок лабораторных работ.....	15
7. Перечень лабораторных работ	15
Литература.....	71

1.Введение

Учебная работа по физике – комплексная: это изучение теории, решение задач и, что особенно важно, практическая проверка законов при выполнении лабораторных работ.

При измерениях физических величин выполняются три последовательные операции: 1) создание экспериментальных условий, 2) наблюдение, 3) отчет.

Методические рекомендации предназначены для оказания обучающимся помощи в подготовке и проведении лабораторных работ, предусмотренных программой учебного предмета для освоения Государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования по физике.

В методических рекомендациях определены цели выполнения лабораторных работ, дается план проведения и порядок оформления работ. Рекомендации универсальны, и могут использоваться при выполнении лабораторной работы любой тематики.

2. Пояснительная записка

В соответствии с «Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам среднего профессионального образования» лабораторные и практические занятия отнесены к основным видам учебных занятий.

Лабораторные работы и практические занятия составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки обучающихся ГБПОУ РК «БТСТ», осваивающих программу подготовки квалифицированных рабочих, служащих среднего профессионального образования. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений обучающихся.

Выполнение обучающимися лабораторных работ и практических занятий направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам учебных дисциплин, междисциплинарных курсов профессиональных модулей;

- формирование общих компетенций;

- формирование профессиональных компетенций

Физика как наука о наиболее общих законах природы вносит существенный вклад в систему знаний об окружающем мире. Она раскрывает роль науки в экономическом и культурном развитии общества, способствует формированию современного научного мировоззрения.

Лабораторные работы позволяют получить навыки экспериментальной работы, умение обращаться с приборами, самостоятельно делать выводы из полученных опытных данных и тем самым более глубоко и полно усваивать теоретический материал физики.

Цели работ:

- Закрепление, углубление и конкретизация знаний по изучаемому материалу.
- Приобретение практических навыков работы с приборами и оборудованием.
- Приобретение навыков экспериментальной деятельности.

Количество часов на лабораторные работы, определенных учебной программой, составляет 36 часов. Лабораторные работы выполняются группами по 2 человека. На выполнение одной работы отводится два академических часа.

3. Погрешности измерений

Измерение - это нахождение числового значения физической величины опытным путем с помощью средств измерений (линейки, вольтметра, часов и т.д.).

Измерения могут быть прямыми и косвенными.

Прямое измерение - это нахождение числового значения физической величины непосредственно средствами измерений. Например, длину - линейкой, вес - динамометром.

Косвенное измерение - это нахождение числового значения физической величины по формуле, связывающей искомую величину с другими величинами, определяемыми прямыми измерениями. Например, сопротивление проводника определяют по формуле $R=U/I$, где U и I измеряются электроизмерительными приборами. Поэтому измерения никогда не могут быть выполнены абсолютно точно. Результат любого измерения приближенный, характеризуется погрешностью - отклонением измеренного значения физической величины от ее истинного значения.

Перечислим некоторые из причин, приводящих к появлению погрешностей.

1. Ограниченная точность изготовления средств измерения.
2. Влияние на измерение внешних условий (изменение температуры, колебание напряжения ...).
3. Действия экспериментатора (запаздывание с включением секундомера, различное положение глаза...).
4. Приближенный характер законов, используемых для нахождения измеряемых величин.

Перечисленные причины появления погрешностей неустранимы, хотя и могут быть сведены к минимуму. Для установления достоверности выводов, полученных в результате научных исследований, существуют методы оценки данных погрешностей.

Случайные и систематические погрешности.

Погрешности, возникающие при измерениях, делятся на систематические и случайные.

Систематические погрешности - это погрешности, соответствующие отклонению измеренного значения от истинного значения физической величины всегда в одну сторону (повышения или занижения). При повторных измерениях погрешность остается прежней.

Причины возникновения систематических погрешностей.

1. Несоответствие средств измерения эталону.
2. Неправильная установка измерительных приборов (наклон, неуравновешенность).
3. Несовпадение начальных показателей приборов с нулем и игнорирование поправок, которые в связи с этим возникают.

Случайные погрешности - это погрешности, которые непредсказуемым образом меняют свое численное значение. Такие погрешности вызываются большим числом неконтролируемых причин, влияющих на процесс измерения

(неровности на поверхности объекта, дуновение ветра, скачки напряжения и т.д.). Влияние случайных погрешностей может быть уменьшено при многократном повторении опыта.

Абсолютные и относительные погрешности.

Для количественной оценки качества измерений вводят понятия абсолютной и относительной погрешностей измерений.

Абсолютной погрешностью называют модуль разности истинного и измеренного значения величины:

$$\Delta x = |x_{ист} - x_{изм}|$$

Относительной погрешностью называют отношение абсолютной погрешности к истинному значению величины:

$$\delta = \frac{\Delta x}{x_{ист}} \cdot 100\%$$

4. Методика выполнения лабораторных работ

4.1 Подготовка к лабораторным работам

Подготовка к проведению лабораторных работ начинается в начале теоретического изложения изучаемой темы на уроках физики и продолжается по ходу её изучения при освоении материала на занятиях в техникуме и работе над ним в ходе самостоятельной подготовки дома и в библиотеках. Для качественного выполнения лабораторных работ обучающимся необходимо:

- 1) повторить теоретический материал по конспекту и учебникам;
- 2) ознакомиться с описанием лабораторной работы;
- 3) в специальной тетради для лабораторных работ записать название и номер работы, перечень необходимого оборудования, подготовить схему или зарисовку установки, таблицы для записи результатов измерений и вычислений;
- 4) выяснить цель работы, четко представить себе поставленную задачу и способы её достижения, продумать ожидаемые результаты опытов;
- 5) ответить устно или письменно на контрольные вопросы по изучаемой теме или решить ряд задач;
- 6) изучить порядок выполнения лабораторной работы. Подготовить лабораторное оборудование к работе, если нужно собрать электрическую схему. После проверки правильности собранной схемы преподавателем можно начинать выполнение лабораторной работы.

4.2 Сборка электрических цепей

При сборке электрических цепей требуется придерживаться следующих правил:

- 1) Проводить сборку цепи при отключенном источнике напряжения;
- 2) Вначале собирается последовательная цепь, а затем к ней присоединяются параллельные участки;
- 3) Сборку цепи начинают с "+" источника, а заканчивают на "-" источника напряжения;

4) При сборке цепей постоянного тока необходимо соблюдать полярность включения электроизмерительных приборов. "+" приборов необходимо подключать к "+" источника, а "-" приборов к "-" источника.

5) При выполнении лабораторных работ необходимо соблюдать правила техники безопасности, быть аккуратным, бережно относиться к оборудованию и приборам.

4.3 Выполнение измерений и вычислений

1) Выполните лабораторную работу. При этом будьте внимательны при снятии показаний измерительных приборов. Старайтесь снять показания точнее, без излишне грубого округления. Результаты измерений занесите в таблицу.

2) Проведите вычисления искомых величин. При этом не нужно оставлять лишние цифры после запятой. Например, если $U=10,3$ В и $I=0,53$ А, то $R=U/I=12,3/0,53=19,43396$ Ом. Нет никакого смысла в результате вычисления сопротивления оставлять после запятой 5 знаков. Так как напряжение измерено с точностью до десятых долей вольта, то результат измерения сопротивления не будет превосходить эту точность. Точность измерения сопротивления будет ниже, чем точность измерения напряжения, поэтому в качестве ответа необходимо оставить $R=19,4$ Ом.

3) При вычислении относительной погрешности измерения, если $\delta x < 10\%$, то результаты хорошие, $\delta x < 20\%$ - удовлетворительные и $\delta x > 20\%$ - неудовлетворительные.

4) При построении графиков необходимо выяснить функциональную зависимость. Аргумент (независимая переменная) откладывается по горизонтальной оси, а функция – по вертикальной. Необходимо правильно выбрать масштаб по осям координат. Масштаб не должен быть слишком большим или слишком малым. В противном случае график будет или очень маленьким, или очень большим.

4.4 Составление отчета

Составление отчета - индивидуальная работа студента. Отчет является документом о проделанном эксперименте, поэтому в нем должны быть приведены все необходимые сведения для проверки результатов опытов и расчетов.

Отчет обучающего по лабораторной работе составляется по следующей схеме:

1. Тема работы.
2. Цель работы.
3. Оборудование.
4. Теоретическое введение.
5. Методика проведения эксперимента.
6. Экспериментальная часть.

7. Обработка результатов измерения.

8. Выводы.

9. Контрольные вопросы.

Теоретический материал, схемы, рисунки должны быть представлены в отчете в объеме, необходимом для осмысленного выполнения лабораторной работы. Рисунки и схемы выполняются с применением чертежных принадлежностей.

Полученные в опыте значения измеряемой величины заносятся, как правило, в таблицу либо представляются в виде графика.

Представление результатов измерений в виде графиков необходимо для наглядности и определения ряда величин. Масштаб выбирается таким, чтобы, во-первых, экспериментальные точки не сливались, во-вторых, обозначался простыми числами (10, 100, 0,1 и т.д. единиц соответствовали 1 см), в-третьих, занимал размеры около страницы. По осям откладываются деления и указываются символы величин и их единицы измерения.

5.Инструкция по технике безопасности
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Республики Крым

«Бахчисарайский техникум строительства и транспорта»

«СОГЛАСОВАНО»

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель профкома ГБПОУ РК «БТСТ»

Директор ГБПОУ РК «БТСТ» /

_____ / Д.А. Федотова

В.Е.Васильев

Протокол заседания профкома № ____

от «__» _____ 2017 г.

«__» _____ 2017 г.

ИНСТРУКЦИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА № _____

**При проведении лабораторных работ и лабораторного практикума по
физике и электротехнике**

Общие требования безопасности

1.1 К проведению лабораторных работ и лабораторного практикума по физике допускаются обучающиеся с 1 курса, прошедшие инструктаж по охране труда, медицинский осмотр не имеющие противопоказаний по состоянию здоровья.

1.2 Обучающиеся должны соблюдать правила поведения, расписание учебных занятий, установленные режимы труда и отдыха.

1.3 При проведении лабораторных работ и лабораторного практикума по физике возможно воздействие на обучающихся следующих опасных и вредных факторов:

- термические ожоги при нагревании жидкостей и различных физических тел;
- порезы рук при небрежном обращении с лабораторной посудой и приборами из стекла;
- поражение электрическим
- возникновение пожара при неаккуратном обращении с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями.

1.4 Кабинет физики должен быть укомплектован медицинской аптечкой с набором необходимых медикаментов и перевязочных средств, в соответствии с приложением 5 Правил для оказания помощи при травмах.

1.5 При работе в кабинете физики соблюдать правила пожарной безопасности, знать места расположения первичных средств пожаротушения. Кабинет физики должен быть оснащен первичными средствами пожаротушения: огнетушителем углекислотным или порошковым, ящиком с песком и накидкой из огнезащитной ткани.

1.6 О каждом несчастном случае пострадавший или очевидец несчастного случая обязан немедленно сообщить преподавателю. При неисправности оборудования, приспособлений и инструмента прекратить работу и сообщить преподавателю.

1.7 В процессе работы обучающиеся должны соблюдать порядок проведения лабораторных работ и лабораторного практикума, правила личной гигиены, содержать в чистоте рабочее место.

1.8 Обучающиеся, допустившие невыполнение или нарушение инструкций по охране труда, привлекаются к ответственности, и со всеми обучающимися проводится внеплановый инструктаж по охране труда.

Требования безопасности перед началом работ

2.1 Внимательно изучить содержание и порядок проведения лабораторной работы или лабораторного практикума, а также безопасные приемы его выполнения.

2.2 Подготовка к работе рабочего места, убрать посторонние предметы. Приборы и оборудование разместить таким образом, чтобы исключить их падение и опрокидывание.

2.3 Проверить исправность оборудования, приборов, целостность лабораторной посуды и приборов из стекла.

Требования безопасности во время работы

3.1 Точно выполнять все указания преподавателя при проведении лабораторной работы или практикума, без его разрешения не выполнять самостоятельно никаких работ.

3.2 При работе со спиртовкой беречь одежду и волосы от воспламенения, не зажигать одну спиртовку от другой, не извлекать из горячей спиртовки горелку с фитилём, не задувать пламя спиртовки ртом, а гасить его, накрывая специальным колпачком.

3.3 При нагревании жидкости в пробирке или колбе использовать специальные держатели (штативы), отверстие пробирки или горлышко колбы не направлять на себя и на своих товарищей.

3.4 Во избежание ожогов, жидкость и другие физические тела 60-70°C, не брать незащищёнными руками.

3.5 Соблюдать осторожность при обращении с приборами из стекла и лабораторной посудой, не бросать, не ронять и не ударять их.

3.6 Следить за исправностью всех креплений в приборах и приспособлениях, не прикасаться и не наклоняться близко к вращающимся и движущимся частям машин и механизмов.

3.7 При сборке электрической схемы использовать провода с наконечниками, без видимых повреждений изоляции, избегать пересечений проводов, источник тока подключать в последнюю очередь.

3.8 Собранную электрическую схему включать под напряжение только после проверки её преподавателем или лаборантом.

3.9 Не прикасаться к находящимся под напряжением элементам электрической цепи, к корпусам стационарного электрооборудования, к зажимам конденсаторов, не производить переключений в цепях до отключения источника тока.

3.10 Наличие напряжения в электрической цепи проверять только приборами.

3.11 Не допускать предельных нагрузок измерительных приборов.

3.12 Не оставлять без надзора невыключенные электрические устройства, приборы.

Требования безопасности в аварийных ситуациях

4.1 При обнаружении неисправности в работе электрических устройств и приборов находящихся под напряжением, повышенном их нагревании, появлении искрения запаха горелой изоляции и т.д. немедленно отключить источник электропитания и сообщить об этом преподавателю.

4.2 В случае, если разбилась лабораторная посуда или приборы из стекла, не собирать их осколки незащищёнными руками, а использовать для этой цели щётку и совок.

4.3 При разливе жидкости и её загорании немедленно сообщить об этом преподавателю и по его указаниям покинуть помещение.

4.4 При получении травмы сообщить об этом преподавателю, который немедленно окажет первую медицинскую помощь пострадавшему, и сообщить администрации учреждения, при необходимости отправить пострадавшего в ближайшее лечебное учреждение.

Требование безопасности по окончании работы

5.1 Отключить источник тока. Разрядить конденсаторы с помощью изолированного проводника и разобрать электрическую схему.

5.2 Разборку установки для нагревания жидкости производить после её остывания.

5.3 Привести в порядок рабочее место, сдать преподавателю приборы, оборудование, материалы и тщательно вымыть руки с мылом.

Разработчик _____/Н. М.Суслова/

6.Критерии оценок лабораторных работ

Оценка «5» (отлично) ставится, если обучающийся выполняет работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; самостоятельно и рационально монтирует необходимое оборудование; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; соблюдает требования правил безопасного труда; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ погрешностей.

Оценка «4» (хорошо) ставится, если выполнены требования к оценке 5, но было допущено два - три недочета, не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

Оценка «3» (удовлетворительно) ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; если в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки.

Оценка «2» (неудовлетворительно) ставится, если работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов; если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно.

Лабораторные работы выполняются по письменным инструкциям, которые приводятся в данном пособии. Каждая инструкция содержит краткие теоретические сведения, относящиеся к данной работе, перечень необходимого оборудования, подробный порядок выполнения.

7.Перечень лабораторных работ

- ЛР 1. Определение погрешностей при выполнении ЛР
- ЛР 2. Измерение ускорения тела при равноускоренном движении
- ЛР 3. Изучение закона сохранения энергии
- ЛР 4. Изучение зависимости периода колебаний нитяного маятника от длины нити
- ЛР 5. Определение массы воздуха в помещении
- ЛР 6. Определение влажности воздуха и массы водяного пара в помещении
- ЛР 7. Измерение коэффициента поверхностного натяжения жидкости
- ЛР 8. Изучение закона Ома для участка цепи, последовательного и параллельного соединения проводников
- ЛР 9. Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника напряжения
- ЛР 10. Определение удельного сопротивления проводника
- Л.Р.11 Определение температуры нити лампы накаливания
- ЛР12. Вольт-амперная характеристика полупроводникового диода
- ЛР 13. Наблюдение действия магнитного поля на ток
- ЛР 14. Изучение явления электромагнитной индукции
- ЛР 15. Определение фокусного расстояния и оптической силы собирающей линзы с использованием формулы тонкой линзы
- ЛР 16. Определение длины световой волны
- ЛР17. Наблюдение интерференции и дифракции света
- ЛР18. Изучение треков частиц по готовым фотографиям

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА

на выполнение лабораторной работы № 1 по дисциплине «Физика»

Тема: Определение погрешностей при выполнении ЛР.

Цель: Научиться находить погрешности методом среднего арифметического, методом оценки результатов измерений и методом верхней и нижней границ.

Оборудование: Измерительная лента, микрокалькулятор.

Теория

Выполнение лабораторных работ связано с измерением физических величин. Измерения не дают возможности получить абсолютно точные результаты. Точность измерений характеризуется абсолютной и относительной погрешностями.

Абсолютной погрешностью называют модуль разности истинного и измеренного значения величины:

$$\Delta x = |x_{ист} - x_{изм}|$$

Относительной погрешностью называют отношение абсолютной погрешности к истинному значению величины:

$$\delta = \frac{\Delta x}{x_{ист}} \cdot 100\%$$

Существуют различные методы определения величин и их погрешностей.

1. Метод среднего арифметического.

Измерение величины производят несколько раз (минимум три) и среднеарифметическое результатов этих измерений принимают за истинное значение:

$$x_{cp} = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{3}$$

Находят абсолютные погрешности каждого измерения:

$$\Delta x_1 = |x_{cp} - x_1|; \quad \Delta x_2 = |x_{cp} - x_2|; \quad \Delta x_3 = |x_{cp} - x_3|$$

Определяют среднее арифметическое этих погрешностей:

$$\Delta x_{cp} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3}{3}$$

Находят относительную погрешность:

$$\delta = \frac{\Delta x_{cp}}{x_{cp}} \cdot 100\%$$

2. Метод оценки результатов измерений.

Этот метод используют при косвенных измерениях искомой величины.

Погрешности вычисляют по формулам, приведенным в таблице.

№ п/п	Математическая операция	Погрешности	
		Абсолютная	Относительная
1	$a \cdot b$	$a_{cp} \Delta b_{cp} + b_{cp} \Delta a_{cp}$	$\frac{\Delta a_{cp}}{a_{cp}} + \frac{\Delta b_{cp}}{b_{cp}}$

2	$\frac{a}{b}$	$\frac{a_{cp} \Delta b_{cp} + b_{cp} \Delta a_{cp}}{b^2}$	$\frac{\Delta a_{cp}}{a_{cp}} + \frac{\Delta b_{cp}}{b_{cp}}$
3	a^2	$2a_{cp} \Delta a_{cp}$	$\frac{2a_{cp} \Delta a_{cp}}{a_{cp}}$
4	\sqrt{a}	$\frac{1}{2} a_{cp} \Delta a_{cp}$	$\frac{\Delta a_{cp}}{2a_{cp}}$

Относительную погрешность выражают в процентах.

3. Метод верхней и нижней границ.

Находят верхнюю и нижнюю границы искомой величины:

$$x_в = x_{cp} + \Delta x_{cp}, \quad x_н = x_{cp} - \Delta x_{cp}$$

Определяют среднее значение искомой величины: $x_{cp} = \frac{x_в + x_н}{2}$

Определяют абсолютную и относительную погрешности:

$$\Delta x_{cp} = \frac{x_в - x_н}{2}; \quad \delta = \frac{\Delta x_{cp}}{x_{cp}} \cdot 100\%$$

Порядок выполнения работы

1. Измерить длину и ширину комнаты (три раза).
2. Определить среднее значение величин и их абсолютную погрешность.
3. Результаты записать в виде: длина $a = a_{cp} \pm \Delta a_{cp}$; ширина $b = b_{cp} \pm \Delta b_{cp}$
4. Вычислить площадь комнаты, абсолютную и относительную погрешности методом оценки результата измерений:

$$S_{cp} = a_{cp} \cdot b_{cp}; \quad \Delta S_{cp} = a_{cp} \cdot \Delta b_{cp} + b_{cp} \cdot \Delta a_{cp}; \quad \delta = \frac{\Delta S_{cp}}{S_{cp}} \cdot 100\%$$

5. Вычислить площадь комнаты, абсолютную и относительную погрешности методом верхней и нижней границ:

$$a_в = a_{cp} + \Delta a_{cp}; \quad b_в = b_{cp} + \Delta b_{cp}; \quad S_в = a_в \cdot b_в$$

$$a_н = a_{cp} - \Delta a_{cp}; \quad b_н = b_{cp} - \Delta b_{cp}; \quad S_н = a_н \cdot b_н$$

$$S_{cp} = \frac{S_в + S_н}{2}; \quad \Delta S_{cp} = \frac{S_в - S_н}{2}; \quad \delta = \frac{\Delta S_{cp}}{S_{cp}} \cdot 100\%$$

6. Сделать вывод, сравнив результаты 4 и 5 пунктов.

Контрольные вопросы

1. Дать определение абсолютной и относительной погрешностей измерений.
2. Как определить среднее значение величины?

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА

на выполнение лабораторной работы №2 по дисциплине «Физика»

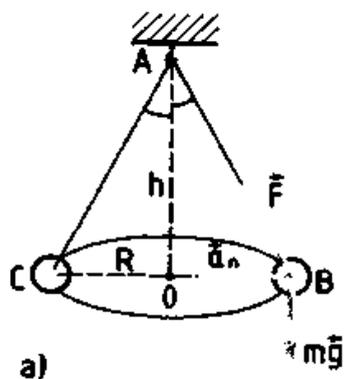
Тема: Изучение движения тела по окружности под действием сил упругости и тяжести

Цель по определению центростремительного ускорения шарика при его равномерном движении окружности.

Оборудование: штатив с муфтой и лапкой, лента измерительная, циркуль, динамометр лабораторный, весы с разновесами, шарик на нити, кусочек пробки с отверстием, лист бумаги, линейка.

Краткие теоретические сведения

Эксперименты проводятся с коническим маятником. Небольшой шарик движется по окружности радиуса R . При этом нить AB , к которой прикреплен шарик, описывает поверхность прямого кругового конуса. На шарик действуют две силы: сила тяжести mg и натяжение нити F (рис. а). Они создают

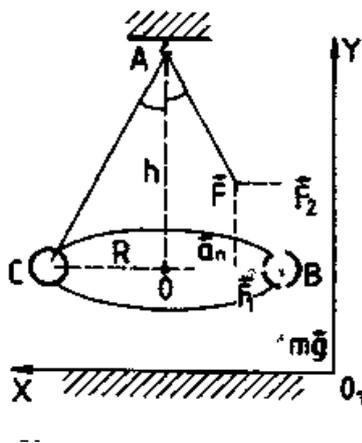


центростремительное ускорение a_n , направленное по радиусу к центру окружности. Модуль ускорения можно определить кинематически. Он равен:

$$a_n = \omega^2 R = \frac{4\pi^2 R}{T^2}$$

Для определения ускорения надо измерить радиус окружности и период обращения шарика по окружности.

Центростремительное (нормальное) ускорение можно определить также, используя законы динамики.



Согласно второму закону Ньютона $ma = mg + F$. Разложим силу F на составляющие F_1 и F_2 , направленные по радиусу к центру окружности и по вертикали вверх.

Тогда второй закон Ньютона запишется следующим образом:

$$ma = mg + F_1 + F_2$$

Направление координатных осей выберем так, как показано на рисунке б. В проекциях на ось O_1Y уравнение движения шарика примет вид: $0 = F_2 - mg$. Отсюда $F_2 = mg$: составляющая F_2 уравновешивает силу

тяжести mg , действующую на шарик.

Запишем второй закон Ньютона в проекциях на ось O_1X :

$$ma_n = F_1. \text{ Отсюда } a_n = \frac{F_1}{m}$$

Модуль составляющей F_1 можно определить различными способами. Во-первых, это можно сделать из подобия треугольников OAB и FBF_1 :

$$\frac{F_1}{R} = \frac{mg}{h}$$

$$\text{Отсюда } F_1 = \frac{mgR}{h} \text{ и } a_n = \frac{gR}{h}$$

Во-вторых, модуль составляющей F_1 можно непосредственно измерить динамометром. Для этого оттягиваем горизонтально расположенным динамометром шарик на расстояние, равное радиусу R окружности (рис. в), и определяем показание динамометра. При этом сила упругости пружины уравнивает составляющую F_1 .

Сопоставим все три выражения для a_n :

$$a_n = \frac{4\pi^2 R}{T^2}, \quad a_n = \frac{gR}{h}, \quad a_n = \frac{F_1}{m}$$

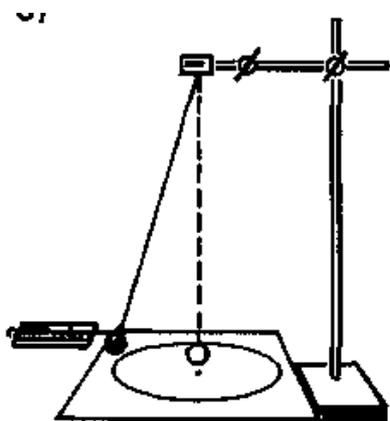
и убедимся, что они близки между собой.

В этой работе с наибольшей тщательностью следует измерять время. Для этого полезно отсчитывать возможно большее число оборотов маятника, уменьшая тем самым относительную погрешность.

Взвешивать шарик с точностью, которую могут дать лабораторные весы, нет необходимости. Вполне достаточно взвешивать с точностью до 1 г. Высоту конуса и радиус окружности достаточно измерить с точностью до 1 см. При такой точности измерений относительные погрешности величин будут одного порядка.

Порядок выполнения работы

1. Определить массу шарика на весах с точностью до 1 г.
2. Нить продеть сквозь отверстие и зажать пробку в лапке штатива (рис. в).



в)

3. Вычертить на листе бумаги окружность, радиус которой около 20 см. Измеряем радиус с точностью до 1 см.

4. Штатив с маятником расположить так, чтобы продолжение шнура проходило через центр окружности.

5. Взяв нить пальцами у точки подвеса, вращать маятник так, чтобы шарик описывал окружность, равную начерченной на бумаге.

6. Отсчитать время, за которое маятник совершает к примеру, $N = 50$ оборотов.

7. Определить высоту конического маятника. Для этого измерить расстояние по вертикали от центра шарик; до точки подвеса.

8. Найти модуль центростремительного ускорение по формулам:

$$a_n = \frac{4\pi^2 R}{T^2} \quad \text{и} \quad a_n = \frac{gR}{h}$$

9. Оттянуть горизонтально расположенным динамометром шарик на расстояние, равное радиусу окружности, и измерить модуль составляющей F_x . Затем вычислить ускорение по формуле $a_x = \frac{F_x}{m}$.

10. Результаты измерений занести в отчетную таблицу.

Отчетная таблица

Номер опыта	R, м	N	Δt , с	$T = \Delta t/N$, с	h, м	m, кг	$a_x = \frac{4\pi^2 R}{T^2}$	$a_x = \frac{gR}{h}$	$a_x = \frac{F_x}{m}$
-------------	------	---	----------------	----------------------	------	-------	------------------------------	----------------------	-----------------------

11. Сравнивая полученные три значения модуля центростремительного ускорения, убедиться, что они примерно одинаковы. Сделать вывод

Контрольные вопросы:

1. В чем отличие равноускоренного движения по окружности от равномерного движения?
2. Какое ускорение всегда перпендикулярно мгновенной скорости?

Инструкционная карта на выполнение лабораторной работы №3 по дисциплине «Физика»

Тема: «Исследование зависимости силы трения от силы нормального давления»

Цель работы: установить зависимость силы трения скольжения от силы нормального давления (веса тела) и определить коэффициент трения скольжения дерева по дереву.

Приборы и материалы: брусок, набор грузов по 100 г, динамометр, деревянная дощечка.

Теория

Чтобы брусок двигался равномерно и прямолинейно, нужно, чтобы модуль силы тяги был равен модулю силы трения.

На этом основан метод измерения силы трения. Следует приложить к бруску силу тяги, которая будет поддерживать равномерное прямолинейное движение этого тела. По этой силе тяги определяют модуль силы трения.

Ход работы

1. Определите вес бруска с помощью динамометра. Определите его массу по формуле: $m = P/g$, где принять $g = 10 \text{ м/с}^2$.
2. Положите брусок на горизонтально расположенную деревянную дощечку. На брусок поставьте груз 100 г.

3. Прикрепив к бруску динамометр, как можно более равномерно тяните его вдоль линейки. Запишите показания динамометра, это и есть величина силы трения скольжения.

4. Добавьте второй, третий, четвертый грузы, каждый раз измеряя силу трения.

5. В каждом опыте рассчитать коэффициент трения по формуле: $\mu = \frac{F_{тр}}{N}$. Принять $g=10 \text{ м/с}^2$. 6. Определить среднее значение коэффициента трения.

6. Результаты измерений и расчётов занести в таблицу.

Выполнение работы.

№ опыта	Количество грузов на бруске	Сила нормального давления (вес бруска с грузами), N(P), Н	Сила трения скольжения, F _{тр.} , Н	Коэффициент трения, μ	Среднее значение коэффициента трения, $\mu_{ср.}$
1	0				
2	1				
3	2				
4	3				

Расчеты:

$$\mu = \frac{F_{тр}}{N} \quad \mu_1 = \quad \mu_2 = \quad \mu_3 = \quad \mu_4 =$$

$$\mu_{ср.} = \frac{\mu_1 + \mu_2 + \mu_3 + \mu_4}{4} =$$

Вывод:

Контрольные вопросы.

1. Назовите основные причины, от которых зависит сила трения?
2. По результатам измерений постройте график зависимости силы трения **F_{тр.}** от силы нормального давления **N(P)**.
3. Определите по графику среднее значения коэффициента трения. Для этого возьмите точку на прямой (в средней части графика), определите по нему соответствующие этой точке значения силы трения и силы нормального давления и вычислите коэффициент трения по формуле:

$$\mu = \frac{F_{тр.}}{N} .$$

Сравните с табличным средним значением коэффициента.

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА

на выполнение лабораторной работы №4 по дисциплине «Физика»

Тема: Изучение закона сохранения механической энергии

Цель работы: исследовать явление превращения потенциальной энергии упругой деформации пружины в кинетическую энергию поступательного движения тела.

Оборудование: два штатива, динамометр, шар с отверстием, нить, линейка, белая и копировальная бумага, весы, гири

Краткие теоретические сведения

По закону сохранения и превращения механической энергии при любых взаимодействиях тел силами всемирного тяготения и упругости механическая энергия системы тел не изменяется.

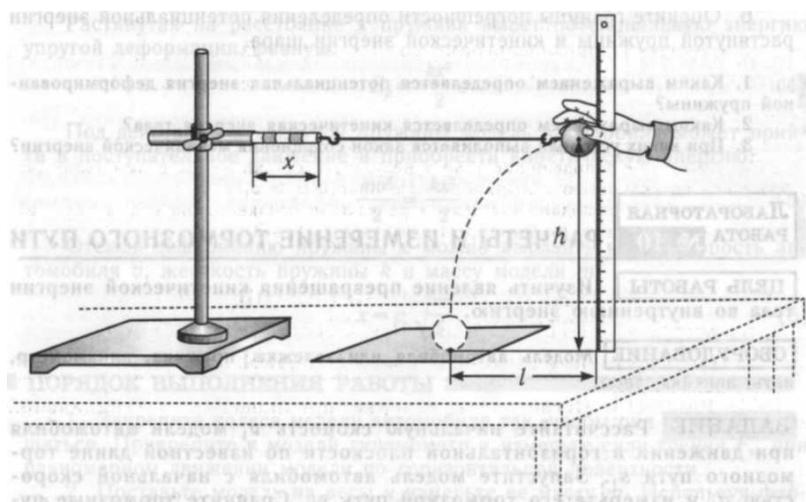
Поэтому если скорость некоторого тела изменяется под действием пружины, то изменение кинетической энергии тела ΔE_k должно быть равно изменению потенциальной энергии пружины с противоположным знаком: $\Delta E_k = -\Delta E_p$, $\Delta E_k + \Delta E_p = 0$

Если пружина жесткостью k имеет деформацию x , то ее потенциальная энергия упругой деформации равна: $E_p = \frac{kx^2}{2}$.

Если потенциальная энергия полностью расходуется при взаимодействии пружины жесткостью k и тела массой m , то это тело из состояния покоя должно приобрести такую скорость, при которой выполняется равенство $\Delta E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{kx^2}{2}$

Порядок выполнения работы

1. Установить динамометр и шар на одинаковой высоте h от поверхности стола. Нить длиной 60 – 80 см одним концом зацепить за крючок динамометра, другим концом привязать к шару.



2. Придерживая шар, отодвинуть штатив настолько, чтобы деформация пружины x была равна 10 см. снять показания динамометра F .

Определить жесткость

пружины $k = \frac{F}{x}$

3. По найденной жесткости k пружины и её

деформациих вычислить изменение потенциальной энергии упругой

деформации: $\Delta E_p = \frac{kx^2}{2}$.

$$v = \frac{l}{t}, \quad t = \sqrt{\frac{2h}{g}},$$

$$v = l \cdot \sqrt{\frac{g}{2h}}$$

4. Отпустить шар. В месте падения шара положить листы белой и копировальной бумаги. Место падения отмечается при ударе по копировальной бумаге.

Повторить опыт три раза. Измерить среднее значение дальности полёта l шара при падении с высоты

$\Delta E_k = \frac{mv^2}{2}$ Массу шара измерить с помощью весов. Вычислить изменение кинетической энергии шара:

Результаты измерений и вычислений занесите в отчетную таблицу:

Отчетная таблица

$h, \text{ м}$ $x, \text{ м}$ $F, \text{ н}$ $k=F/x, \text{ Н/м}$ $\Delta E_p = \frac{kx^2}{2}$ $m, \text{ кг}$ $l, \text{ м}$ $V, \text{ м/с}$ $\Delta E_k = \frac{mv^2}{2}$ Дж

5. Сравнить полученные значения и сделать вывод.

6. Оценить границы погрешности определения потенциальной энергии растянутой пружины и кинетической энергии шара.

Контрольные вопросы

1. Каким выражением определяется потенциальная энергия деформированной пружины?
2. Каким выражением определяется кинетическая энергия тела?
3. При каких условиях выполняется закон сохранения механической энергии

Инструкционная карта на выполнение лабораторной работы №5

по дисциплине «Физика»

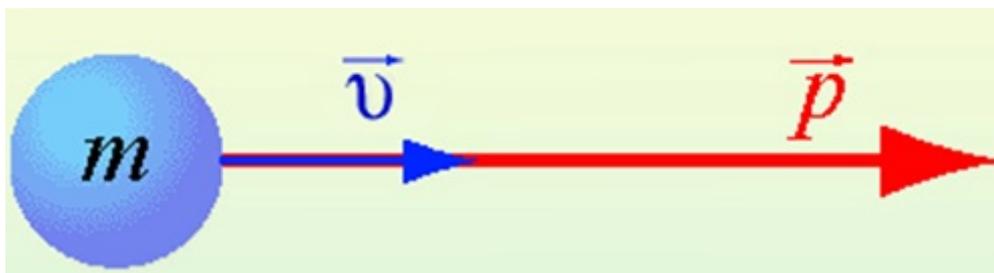
Тема: ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНА СОХРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСА И РЕАКТИВНОГО ДВИЖЕНИЯ.

Цель: экспериментально подтвердить справедливость закона сохранения импульса для двух шаров разной массы при их центральном столкновении.

Оборудование: весы учебные; желоб дугообразный, желоб прямой, стальной шарик, пластиковый шарик, стержень штатива с муфтой, укладочный пенал, листы белой и копировальной бумаги.

Теория

Величина, равная произведению массы материальной точки на ее скорость, называется **импульсом**.



$$p = mv$$

p — импульс тела

m — масса тела

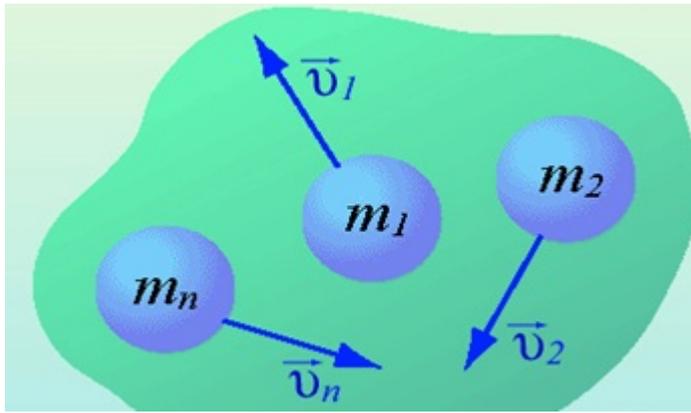
v — скорость тела

Импульс тела **направлен в ту же сторону, что и скорость тела.**

Единицей измерения импульса в СИ является **1 кг·м/с.**

Изменение импульса тела происходит при взаимодействии тел, например, при ударах.

Для системы материальных точек полный импульс равен сумме импульсов. При этом следует иметь в виду, что импульс – это векторная величина, и поэтому в общем случае импульсы складываются как векторы, т.е. по правилу параллелограмма.



$$\vec{p}_{\text{сист}} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + \dots + m_n \vec{v}_n$$

Если на систему тел не действуют внешние силы со стороны других тел, такая система называется замкнутой. **Замкнутая система** – это система тел, которые взаимодействуют только друг с другом.

Закон сохранения импульса: в замкнутой системе векторная сумма импульсов всех тел, входящих в систему, остается постоянной при любых взаимодействиях тел этой системы между собой.

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}'_1 + m_2 \vec{v}'_2$$

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}'_1 + \vec{p}'_2$$

m_1, m_2 — массы взаимодействующих тел, кг

v_1, v_2 — скорости тел до столкновения, м/с

v'_1, v'_2 — скорости тел после столкновения, м/с

Закон сохранения импульса можно сформулировать и так: **если на тела системы действуют только силы взаимодействия между ними («внутренние силы»)**, то **полный импульс системы тел не изменяется со временем, т.е. сохраняется. Этот закон применим к системе, состоящей из любого числа тел.** Отметим еще раз, что импульс – величина векторная, поэтому сохранение полного импульса означает сохранение не только его величины, но и направления.

Закон сохранения импульса выполняется при распаде тела на части и при абсолютно неупругом ударе, когда соударяющиеся тела соединяются в одно. Если распад или удар происходят в течение малого промежутка времени, то закон сохранения импульса приближенно выполняется для этих процессов даже при наличии внешних сил, действующих на тела системы со стороны тел, не входящих в нее, т.к. за малое время внешние силы не успевают значительно изменить импульс системы.

Под ударом в механике понимается кратковременное взаимодействие двух или более тел, возникающее в результате их соприкосновения (соударение шаров,

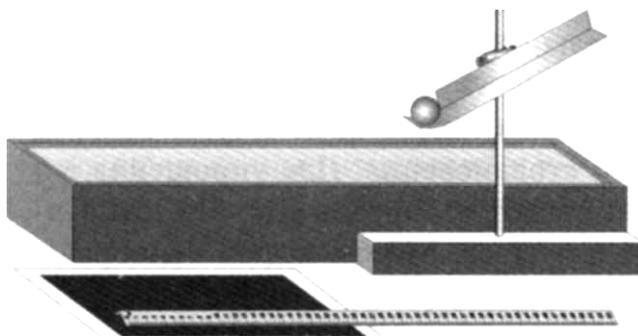
удар молота о наковальню и др.). Самым простым является прямой (центральный) удар, то есть такой удар, при котором скорости соударяющихся тел до удара направлены по линии, соединяющей центры тел. При соударении взаимодействие длится такой короткий промежуток времени (иногда измеряемый тысячными долями секунды) и возникают столь большие внутренние силы взаимодействия, что внешними силами можно пренебречь и систему соударяющихся тел можно считать замкнутой и применять к ней закон сохранения импульса.

В зависимости от упругих свойств тел соударения могут протекать весьма различно. Принято выделять два крайних случая: абсолютно упругий и абсолютно неупругий удары.

Абсолютно упругим называется удар, при котором после взаимодействия тела полностью восстанавливают свою форму. Таких ударов в природе не существует, так как всегда часть энергии затрачивается на необратимую деформацию тел. Однако для некоторых тел, например стальных закаленных шаров, потерями механической энергии при столкновении можно пренебречь и считать удар абсолютно упругим. В случае центрального абсолютно упругого удара двух тел с массами m_1 , m_2 и скоростями v_1 , v_2 до удара и v'_1 , v'_2 после удара можно записать закон сохранения импульса тел:

Порядок выполнения работы:

1. Собрать установку, где муфта с желобом находится на высоте 10-12 см над столом:



2. Один из шаров необходимо поместить на край горизонтального участка желоба, а второй пустить по желобу с некоторой высоты. После столкновения шары, описав параболические траектории, упадут на поверхность стола.
3. Измерить высоту H горизонтальной части желоба и расстояние L , которое пролетел каждый шар над столом.
4. Вычислить скорости движения шаров и их импульсы по формулам:

$p_1+0=p_1^1+p_2^1$ (1) или $m_1v_1=m_1 v_1^1+m v_2^1$ (2) закон сохранения импульса для двух шаров;

$L = vt$ (3) и $H=gt^2/2$ (4) уравнения движения каждого шара относительно горизонтальной и вертикальной оси.

Из (3) следует, что $v =L/t$ (5). Если из (4) выразить время полета и подставить его в (5), то $v = L\sqrt{\frac{g}{2H}}$ (6)

5. На основании расчетов проверить справедливость равенства (1).
6. Числовые расчеты и результаты занесите в отчет.

Отчет о выполнении:

№ опыта	m_1 , кг	m_2 , кг	H, м	L_1 , м	v_1 , м/с	p_1 , кг*м/с	L_1^1 , м	L_2^1 , м	v_1^1 , м/с	v_2^1 , м/с	p_1^1 , кг*м/с	p_2^1 , кг*м/с
1	0,37 1	0,05 22	0,14	0,15	0,89	0,33	0,12	0,20	0,71	1,18	0,26	0,06 2
2	0,37 1	0,05 22	0,14	0,12	0,71	0,26	0,10	0,16	0,59	0,94	0,35	0,04 9
3	0,37 1	0,05 22	0,14	0,13	0,77	0,28	0,11	0,17	0,65	0,65	0,24	0,03 3

H - высоту горизонтального участка желоба; L_1 - дальность полета первого шара; v_1 и p_1 - скорость и импульс шара на горизонтальном участке желоба; L_1^1 и L_2^1 - дальность полета первого и второго шара после соударения; p_1^1 и p_2^1 - импульсы первого и второго шара после соударения.

Контрольные вопросы:

1. Дать определение понятиям импульс тела и импульс силы:
1. Дать определение понятиям импульс тела и импульс силы:
2. Пояснить физический смысл упругого и неупругого взаимодействия:
3. Дайте определение реактивного движения.
4. Запишите формулу закона сохранения импульса для движения ракеты?

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА

на выполнение лабораторной работы №6 по дисциплине «Физика»

Тема: изучение зависимости периода колебаний математического маятника от длины нити.

Цель: проверить на практике, как зависит период и частота свободных колебаний математического маятника от его длины.

Оборудование: лабораторный комплект по «Механике»: штатив с муфтой и лапкой, шарик с нитью, секундомер, измерительная лента.

Теория

Колебательное движение – это движение, повторяющееся через равные промежутки времени.

Период колебания T – время одного полного колебания.

Частота колебания ν – число полных колебаний за единицу времени; величина, обратная периоду.

Для математического маятника:

$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$, где l – длина нити, $g=9,8 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения.

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}.$$

Порядок выполнения работы

1. Начертите *таблицу 1* в тетрадь для записи результатов измерений и вычислений:

№ опыта	l, см	N	Результат измерений	Результат вычислений	
			t, с	T, с	ν , Гц
1	15	30	23,02	0,76	1,3
2	20	30	28,54	0,95	1,07
3	45	30	42,38	1,4	0,7
4	80	30	53,36	1,77	0,56
5	125	30			

2. Соберите штатив. Закрепите нить с шариком в лапке штатива. Первоначальная длина маятника 5 см (от точки подвеса до середины шарика).
3. Отклоните шарик от положения равновесия на 1-2 см и отпустите. Измерьте промежуток времени t , за который маятник совершит 30 полных колебаний. Результат запишите в таблицу 1.
4. Повторите пункт 3 для длины маятника в 20, 45, 80, 125 см.
5. Для каждого опыта вычислите и запишите в таблицу 1 значения периода T колебаний: $T=t/N$.
6. Для каждого опыта вычислите и запишите в таблицу 1 значения частоты ν колебаний: $\nu =1/T$.
7. Сделайте вывод, как зависит период и частота колебаний маятники от его длины.

Дополнительное задание.

Цель задания: выяснить, какая математическая зависимость существует между длиной маятника и периодом его колебаний.

1. Начертите таблицу 2.

$\frac{T_2}{T_1} = 1,25$	$\frac{T_3}{T_1} = 1,84$	$\frac{T_4}{T_1} = 2,3$	$\frac{T_5}{T_1} =$
$\frac{l_2}{l_1} = 1,33$	$\frac{l_3}{l_1} = 3$	$\frac{l_4}{l_1} = 5,3$	$\frac{l_5}{l_1} =$

2. Пользуясь данными табл.1, вычислите и запишите приведенные в таблице 2 отношения периодов и длин (округлите до целых чисел).
3. Сравните результаты всех четырех столбцов таблицы 2 и найдите их общую закономерность. На основании этого выберите из пяти приведенных ниже равенств те, которые верно отражают зависимость между периодом и длиной маятника:

1) $\frac{T_k}{T_1} = \frac{l_k}{l_1}$ 2) $\frac{T_k}{T_1} = \frac{l_1}{l_k}$ 3) $\frac{T_k}{T_1} = \sqrt{\frac{l_k}{l_1}}$ 4) $\sqrt{\frac{T_k}{T_1}} = \frac{l_k}{l_1}$ 5) $(\frac{T_k}{T_1})^2 = \frac{l_k}{l_1}$, где k – 2, 3, 4, 5.

Контрольные вопросы

1. Какое движение называют колебательным? Перечислите основные величины колебательного движения.
2. Что называют периодом и частотой колебаний? В каких единицах они измеряются?
3. Что называется математическим и пружинным маятником?
4. Как изменится период и частота колебаний маятника при увеличении длины нити в 4 раза?

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА

на выполнение лабораторной работы № 7 по дисциплине «Физика»

Тема: Определение массы воздуха в помещении.

Цель: Научиться определять массу воздуха в помещении, используя уравнение Менделеева - Клапейрона.

Оборудование: Измерительная лента, термометр, барометр.

Теория

К обычному состоянию газа, в том числе воздуха можно применить уравнение Менделеева - Клапейрона:

$$PV = \frac{m}{\mu} \cdot RT$$

$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}}$ - универсальная газовая постоянная

$\mu = 29 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$ - молярная масса воздуха

Из уравнения Менделеева - Клапейрона можно выразить массу.

Порядок выполнения работы

1. Измерить длину, ширину и высоту своей комнаты в метрах с точностью до сотых.
2. Вычислить объем комнаты: $V = abc$.
3. С помощью термометра определить температуру в комнате по шкале Цельсия и выразить ее в Кельвинах.
4. С помощью барометра определить давление в мм. рт. ст. и выразить его в Паскалях. 1мм. рт. ст. \approx 133 Па.
5. Вычислить массу воздуха в комнате при помощи уравнения Менделеева-Клапейрона.
6. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу.

№ п/п	Результаты измерений					Результаты вычислений	
	Длина, м	Ширина, м	Высота, м	Температура, К	Давление, Па	Объем, м ³	Масса, кг
1							

7. Вычислить плотность воздуха и сравнить ее значение с табличным. Сделать вывод.

Контрольные вопросы:

1. Из уравнения Менделеева - Клапейрона выразить любую величину и выполнить действия с единицами измерений.
2. Как выразить температуру в Кельвинах, а давление в Паскалях?

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА

на выполнение лабораторной работы № 8 по дисциплине «Физика»

Тема: Определение влажности воздуха и массы водяного пара в помещении.

Цель: Научиться определять влажность воздуха и массу водяного пара в помещении, используя психрометр.

Оборудование: Измерительная лента, психрометр.

Теория

В атмосфере Земли всегда содержатся водяные пары. Их содержание в воздухе характеризуется абсолютной и относительной влажностью.

Абсолютной влажностью воздуха называют массу водяного пара, содержащегося в 1 м^3 воздуха, т. е. плотность водяного пара.

Относительной влажностью воздуха называют отношение абсолютной влажности к плотности водяного пара, насыщающего воздух при данной температуре.

Относительная влажность выражается в процентах:
$$\varphi = \frac{\rho_a}{\rho_n} \cdot 100\%$$

Порядок выполнения работы

1. Подготовить термометр к работе.
2. Определить показания сухого и смоченного термометров.
3. По таблице психрометра определить относительную влажность воздуха.
4. Пользуясь таблицей «Плотность насыщенного водяного пара при различных температурах» определить плотность насыщенного водяного пара, соответствующую температуре воздуха в помещении.
5. Пользуясь формулой $\varphi = \frac{\rho_a}{\rho_n} \cdot 100\%$, вычислить абсолютную влажность воздуха ρ_a
6. Определить массу водяного пара в помещении по формуле $m = \rho_a \cdot V$, используя объем своей комнаты.
7. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу.

№ П/П	Результаты измерений				Результаты вычислений	
	Температура сухого термометра в °С	Температура влажного термометра в °С	Относительная влажность воздуха в %	Плотность насыщенного водяного пара в кг/м ³	Абсолютная влажность воздуха в кг/м ³	Масса водяного пара в кг
1.						

Контрольные вопросы

1. Дать определение абсолютной и относительной влажности воздуха.
2. Рассказать, как пользоваться психрометром.

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА

на выполнение лабораторной работы № 9 по дисциплине «Физика»

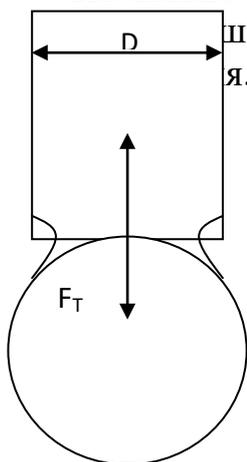
Тема: Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости.

Цель: Научиться определять коэффициент поверхностного натяжения жидкости методом отрыва капель.

Оборудование: Капельница, весы с разновесами, стакан.

Теория

На каплю жидкости, которая висит на конце пипетки, действуют две силы
сдвигающие друг друга: сила тяжести и сила поверхностного
я.



$$F_T = m_K g, \quad \text{где} \quad m_K = \frac{m}{n}, \quad g \approx 9,81 \text{ м/с}^2$$

$$F_H \approx 0,9\pi D \cdot \sigma$$

Из этого следует, что коэффициент поверхностного
может быть рассчитан по формуле:

$$\sigma \approx \frac{mg}{0,9\pi Dn}$$

Порядок выполнения работы

1. Измерить диаметр канала пипетки.
2. Определить массу пустого стакана.
3. Добиться медленного отрыва капель.
4. В пустой стакан отсчитать 100 капель и взвесить его.
5. Определить массу капель.
6. Вычислить коэффициент поверхностного натяжения по формуле: $\sigma \approx \frac{mg}{0,9\pi Dn}$
7. Опыт повторить с другим количеством капель.
8. Найти среднее значение коэффициента поверхностного натяжения и сравнить результат табличным.
9. Определить абсолютную и относительную погрешности:

$$\Delta\sigma = |\sigma_T - \sigma_{cp}|; \quad \delta = \frac{\Delta\sigma}{\sigma_T} \cdot 100\%$$

10. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу.

№	Результаты измерений	Результаты вычислений
---	----------------------	-----------------------

п/п	Масса пустого стакана в кг	Масса стакана с каплями в кг	Масса капель в кг	Число капель	Диаметр канала пипетки в м	Табличное значение в Н/м	Коэффициент поверхностного натяжения в Н/м	Среднее значение в Н/м	Абсолютная погрешность	Относительная погрешность
1	0,05	0,062	0,012	100	0,005	0,078	0,0764	-	0,0016	2
2										

Контрольные вопросы

1. От чего зависит коэффициент поверхностного натяжения?
2. Изменится ли коэффициент поверхностного натяжения, если изменить диаметр канала пипетки?
3. Почему следует добиваться медленного падения капель?
4. Почему рекомендуется производить измерения для возможно большего количества капель?

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА

на выполнение лабораторной работы № 10 по дисциплине «Физика»

Тема: Изучение закона Ома для участка цепи, последовательного и параллельного соединения проводников.

Цель: Экспериментальная проверка законов последовательного и параллельного соединений проводников.

Оборудование: Источник тока, планшет с элементами (резисторы, ключ), амперметр лабораторный, вольтметр лабораторный, соединительные провода, мультиметр.

Теория

Последовательным считают такое соединение проводников, при котором конец первого проводника соединяют с началом второго, конец второго с началом третьего и т.д.

$$I = I_1 = I_2 = \text{const} \quad U = U_1 + U_2 \quad R = R_1 + R_2$$

Параллельным называется такое соединение проводников, при котором начала всех проводников присоединяются к одной точке электрической цепи, а их концы - к другой.

$$I = I_1 + I_2 \quad U = U_1 = U_2 = \text{const} \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Порядок выполнения работы

1 часть: изучение последовательного соединения.

1. Заполните пропуски в формулах последовательного соединения:

$$U = U_1 + U_2 \quad R = R_1 + R_2 \quad I = I_1 = I_2$$

2. Соберите цепь для изучения последовательного соединения по схеме:

3. После проверки цепи преподавателем замкнуть ключ и снять показания амперметра и вольтметра, рассчитать по закону Ома электрическое сопротивление резисторов:

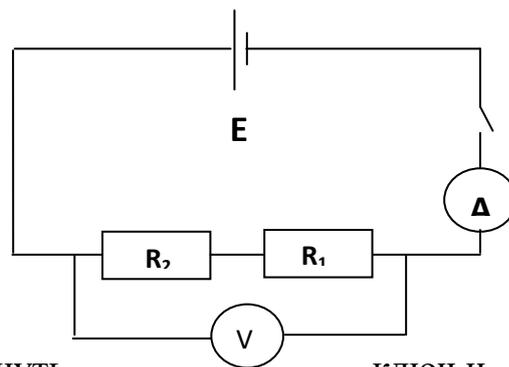
$$R = \frac{U}{I} = \dots \text{Ом}$$

4. Поочерёдно, подключая мультиметр к первому резистору, ко второму резистору, снять показания сопротивлений на каждом резисторе, затем общее сопротивление. Проверить по формулам последовательного соединения:

$$R = R_1 + R_2$$

Результаты измерений занесите в таблицу.

Результаты измерений		Результаты вычислений	Результаты измерений (мультиметра)		
I, А	U, В	R, Ом	R ₁ , Ом	R ₂ , Ом	R, Ом
0,8	3,6	4,5	2,5	2	4,5



ключ и

5. Сравните измеренное и рассчитанное сопротивления при последовательном соединении.

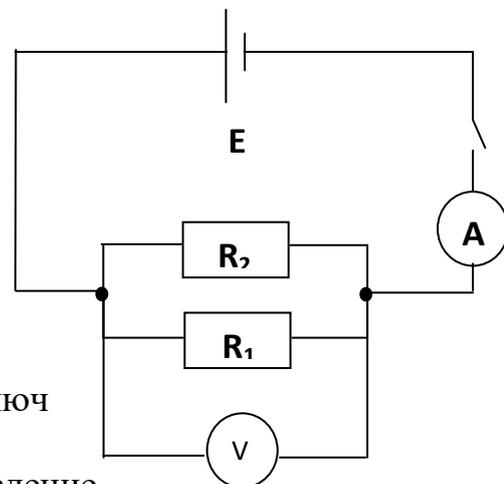
2 часть: изучение параллельного соединения

6. Заполните пропуски в формулах параллельного соединения

$$U=U_1=U_2 \quad \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad I=I_1$$

+I₂

7. Соберите цепь для изучения параллельного соединения по схеме:
8. После проверки цепи преподавателем замкнуть ключ и снять показания амперметра и вольтметра, рассчитать по закону Ома электрическое сопротивление резисторов.
9. Зная значения сопротивлений каждого резистора, рассчитать общее сопротивление при параллельном соединении по формулам параллельного соединения:



$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Результаты измерений занесите в таблицу.

Результаты измерений		Результаты вычислений	Результаты вычислений (мультиметром)		
I, А	U, В	R, Ом	R ₁ , Ом	R ₂ , Ом	R, Ом
0,9	1,6	1,7	2,5	2	1,73

10. Сравните измеренное и рассчитанное сопротивления при параллельном соединении.
11. Вывод.

Контрольные вопросы

1. Законы последовательного и параллельного соединений?
2. От чего зависит сопротивление проводника?
3. Как соединяются потребители электроэнергии в квартирах? Почему?

Дополнительное задание

Вычислить абсолютную и относительную погрешность для общего сопротивления при последовательном и параллельном соединениях.

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА

на выполнение лабораторной работы №11 по дисциплине «Физика»

Тема: Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.

Цель: Научиться определять ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока.

Оборудование: Источник тока, планшет с элементами (реостат, ключ), амперметр лабораторный, вольтметр лабораторный, соединительные провода.

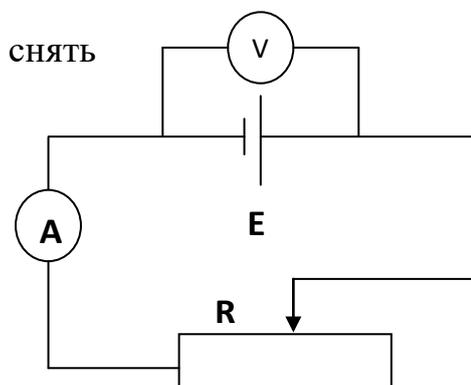
Теория

Для получения электрического тока в проводнике необходимо создать и поддерживать на его концах разность потенциалов. Для этого используют источник тока. Основными характеристиками источников тока являются ЭДС и внутреннее сопротивление. Их можно определить экспериментально, используя закон Ома для полной цепи:

$$I = \frac{E}{R + r}$$

Порядок выполнения работы

1. Составить электрическую цепь по схеме:
2. После проверки цепи преподавателем замкнуть ключ и снять показания амперметра и вольтметра.
3. Опыт повторить три раза, изменяя сопротивление цепи при помощи реостата.
4. Вычислить внутреннее сопротивление и ЭДС источника тока по формулам:



$$\begin{aligned} r_1 &= \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1} & E_1 &= U_1 + I_1 r_1 \\ r_2 &= \frac{U_2 - U_3}{I_3 - I_2} & E_2 &= U_2 + I_2 r_2 \\ r_3 &= \frac{U_3 - U_4}{I_4 - I_3} & E_3 &= U_3 + I_3 r_3 \end{aligned}$$

5. Найти среднее значение этих величин:

$$r_{cp} = \frac{r_1 + r_2 + r_3}{3} \quad E_{cp} = \frac{E_1 + E_2 + E_3}{3}$$

6. Определить абсолютную и относительную погрешности:

$$\begin{aligned} \Delta r_1 &= |r_{cp} - r_1| & \Delta E_1 &= |E_{cp} - E_1| = 1\text{В} \\ \Delta r_2 &= |r_{cp} - r_2| & \Delta E_2 &= |E_{cp} - E_2| = 0,5\text{В} \\ \Delta r_3 &= |r_{cp} - r_3| & \Delta E_3 &= |E_{cp} - E_3| = 0,5\text{В} \\ \Delta r_{cp} &= \frac{\Delta r_1 + \Delta r_2 + \Delta r_3}{3} & \Delta E_{cp} &= \frac{\Delta E_1 + \Delta E_2 + \Delta E_3}{3} = 0,7\text{В} \\ \delta_r &= \frac{\Delta r_{cp}}{r_{cp}} \cdot 100\% & \delta_E &= \frac{\Delta E_{cp}}{E_{cp}} \cdot 100\% \end{aligned}$$

7. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу:

№ П/П	Результаты измерений		Результаты вычислений							
	Сила тока в А	Напряжение в В	Внутреннее сопротивление в Ом	ЭДС в В	Среднее значение сопротивления	Среднее значение ЭДС	Абсолютная погрешность сопротивления	Относительная погрешность сопротивления δ	Абсолютная погрешность ЭДС $\Delta E_{ср}$	Относительная погрешность ЭДС $\delta_E, \%$
1	0,2	1,2	4	2	8	3	0,3	3%	0,7	23%
2	0,25	1	10	3,5						
3	0,3	0,5	10	3,5						
4	0,3	0,4	10	3,5						

8. Вывод.

Контрольные вопросы

1. Какова физическая суть электрического сопротивления?
2. Как при помощи вольтметра измерить ЭДС источника тока?
3. От чего зависит напряжение на зажимах источника тока?
4. Сравнить ЭДС источника тока и напряжение на внешнем участке цепи.

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА

на выполнение лабораторной работы №12 по дисциплине «Физика»

Тема: Определение удельного сопротивления проводника.

Цель: Научиться определять удельное сопротивление проводника и определять материал, из которого сделан проводник.

Оборудование: источник постоянного тока, проволочный резистор, амперметр, вольтметр, линейка, соединительные провода, ключ.

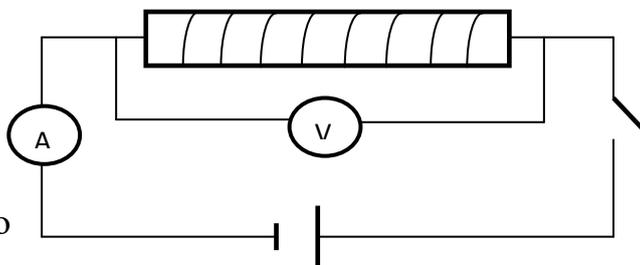
Теория

Проводниками называются вещества, которые проводят электрический ток. Сопротивление проводника зависит от линейных размеров и рода вещества:

$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$ Удельным сопротивлением ρ называют сопротивление проводника длиной 1 м и площадью поперечного сечения 1 м². Каждое вещество имеет свое удельное сопротивление. Его можно измерить экспериментально.

Порядок выполнения работы

1. Собрать электрическую цепь по схеме:
2. Измерить силу тока и напряжение.
3. Определить длину проводника.
4. С проволочного резистора записать диаметр проводника.
5. Вычислить сопротивление проводника по формуле: $R = \frac{U}{I}$



6. Вычислить площадь поперечного сечения проводника: $S = \frac{\pi d^2}{4}$

7. Используя формулу $R = \rho \frac{l}{S}$, выразить и вычислить удельное сопротивление проводника.

8. По таблице определить материал, из которого сделан проводник: $\rho_{\text{таб}}$.

9. Сравнить полученное значение с табличным и вычислить абсолютную и относительную погрешности: $\Delta \rho = |\rho_{\text{ТАБ}} - \rho|$, $\delta = \frac{\Delta \rho}{\rho_{\text{таб}}} \cdot 100\%$: $\Delta \rho = 0,000000005$, $\delta = 20\%$

10. Заполнить таблицу:

<i>Результаты измерений</i>				<i>Результаты вычислений</i>		
I, А	U, В	l, м	d, м	R, Ом	S, м ²	ρ , Ом·м
0,7	1	0,5	0,001	1,43	0,000000785	0,0000000022

12. Вывод: $\Delta \rho = |\rho_{\text{ТАБ}} - \rho|$, $\delta = \frac{\Delta \rho}{\rho_{\text{таб}}} \cdot 100\%$: $\Delta \rho = 0,000000005$, $\delta = 20\%$

Контрольные вопросы

1. Зависит ли удельное сопротивление от размеров проводника? От рода вещества?
2. Зависит ли удельное сопротивление от температуры?

3. От батарейки карманного фонаря к одной из двух одинаковых лампочек мальчик подвел железные провода, а к другой медные. У какой лампочки будет ярче светиться нить накала, если длина и площадь поперечного сечения проводов одинаковые?
4. В каких единицах выражается удельное сопротивление проводника?
5. Из каких веществ изготавливают проводники, применяемые на практике?

**Инструкционная карта
на выполнение лабораторной работы №13 по учебной дисциплине
«Физика»**

Тема: «Определение температуры нити лампы накаливания»

Цель работы: научиться определять температуру нити лампы накаливания.

Оборудование: лампа накаливания, источник электрической энергии, амперметр, вольтметр, реостат ползунковый, ключ, соединительные провода.

Теория

Сопротивление проводника зависит от его состояния. Зависимость от температуры выражается формулой

$$t = \frac{R - R_0}{\alpha R_0}, \text{ где температура измеряется по шкале Цельсия.}$$

Температурные коэффициенты сопротивления различны при разных температурах. Для всех чистых металлов $\alpha = 1/273 \text{ 1/}^\circ\text{C}$. Чем меньше сопротивление проводника, тем больше его проводимость. Проводимость чистых металлов при нагревании уменьшается, а при охлаждении увеличивается.

Порядок выполнения работы:

1. Перечертить таблицу в тетрадь.
2. Собрать цепь согласно схемы на рисунке 4.
3. Цепь замкнуть, установить максимальное сопротивление реостата, измерить напряжение и силу тока в цепи.
4. Вычислить сопротивление лампы. Эта величина будет приниматься за сопротивление нити накала при нулевой температуре R_0 .
5. Меняя положения ползунка реостата, получить такое сопротивление, при котором ток в цепи вызовет свечение нити лампы. Измерить напряжение и силу тока в цепи.
6. Определить сопротивление нити накала R .
7. Определить температуру нити лампы по формуле:

$$t = \frac{R - R_0}{\alpha R_0}$$

α – температурный коэффициент, для вольфрама $\alpha = 0,0045 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.

8. Повторить измерения, уменьшая сопротивление ползункового реостата. Сделайте еще 4 опыта.
9. Вычислить мощность P , потребляемую лампой накаливания каждым опытом.
10. Заполнить таблицу и сделать выводы.

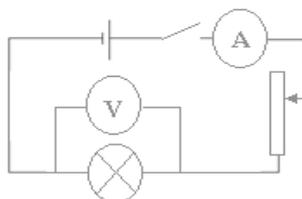


Рисунок 4. Схема электрической цепи

Таблица: Результаты эксперимента

№ опыта	I, A	U, B	$R=U/I,$ Ом	$t, ^\circ C$	$P=I \cdot U,$ Вт
1	0,1	0,8	8	145,3	0,03
2	0,2	0,4	2	119,7	0,08
3	0,2	0,35	0,56	44	0,07
4	0,15	0,35	0,4	170	0,052
5	0,15	0,2	1,33	123	0,03

Контрольные вопросы:

1. Какой прибор служит для определения силы тока в цепи?
2. Какой прибор служит для определения напряжения в цепи?
3. Что такое мощность?

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА

на выполнение лабораторной работы №14 по дисциплине «Физика»

Тема: Вольт-амперная характеристика полупроводникового диода

Цель работы: исследовать зависимость силы тока от напряжения на полупроводниковом диоде; познакомиться с методикой снятия вольт-амперной характеристики полупроводникового диода.

Оборудование: полупроводниковые диоды, лабораторная установка с источником питания, вольтметром на 3 В, микроамперметром на 200 мкА, миллиамперметром на 200 мА, переключателем полярности питания и чувствительности амперметра.

Краткие теоретические сведения

Полупроводниковые приборы являются основой современной электронной техники. Они применяются в радиоприемниках и телевизорах, микрокалькуляторах и электронных вычислительных машинах. Принцип действия большинства полупроводниковых приборов основан на использовании свойств р–n-перехода.

Для образования р–n-перехода в кристалле с электронной проводимостью нужно создать область с дырочной проводимостью или в кристалле с дырочной проводимостью – область с электронной проводимостью.

Такая область создается введением примеси в процессе выращивания кристалла или введением примеси в готовый кристалл. Через границу, разделяющую области кристалла с различными типами проводимости, происходит диффузия электронов и дырок.



Рис. 1

Диффузия электронов из n-полупроводника в p-полупроводник приводит к появлению в электронном полупроводнике нескомпенсированных положительных ионов донорной примеси. В дырочном полупроводнике рекомбинация электронов с дырками приводит к появлению нескомпенсированных зарядов отрицательных ионов акцепторной примеси. Между двумя слоями объемного заряда возникает электрическое поле. По мере накопления объемного заряда напряженность поля возрастает и оно оказывает все большее противодействие переходам электронов из n-полупроводника в p-полупроводник и дырок из p-полупроводника в n-полупроводник. Электронно-дырочный переход, или сокращенно р–n-переход, является границей, разделяющей области с дырочной (p) и электронной (n) проводимостями в одном и том же монокристалле (рис. 1).

Пограничная область раздела полупроводника с различным типом проводимости (она называется запирающим слоем) в связи с уходом свободных электронов и дырок практически превращается в диэлектрик. Между областями с различным типом проводимости объемные заряды ионов создают запирающее напряжение U_z ; его значение для германиевых р–п-переходов равно примерно 0,35 В, для кремниевых – 0,6 В.

Если р–п-переход соединить с источником тока так, чтобы с его положительным полюсом была соединена область с электронной проводимостью, то электроны в п-полупроводнике и дырки в р-полупроводнике будут удаляться внешним полем от запирающего слоя в разные стороны, увеличивая его толщину и удельное сопротивление. Сопротивление р–п-перехода велико, сила тока мала и практически не зависит от напряжения. Этот способ включения р–п-перехода называется включением в запирающем, или обратном, направлении. Обратный ток в этом случае обусловлен собственной проводимостью полупроводниковых материалов, образующих р–п-переход, т. е. наличием небольшой концентрации свободных электронов в р-полупроводнике и дырок в п-полупроводнике, освобожденных тепловым движением собственных атомов.

Если р–п-переход соединить с источником тока так, чтобы положительный полюс был соединен с областью с электронной проводимостью, то переход основных носителей через р–п-переход облегчается. Двигаясь навстречу друг другу, основные носители входят в запирающий слой, уменьшая его толщину и сопротивление. Сила тока через р–п-переход в этом случае при напряжениях, превышающих U_z , ограничивается лишь сопротивлением внешней электрической цепи. Этот способ включения называется включением в пропускном, или в прямом направлении.

Способность р–п-перехода пропускать ток практически только в одном направлении и не пропускать его в противоположном направлении используется в приборах, называемых полупроводниковыми диодами, для преобразования переменного тока в постоянный.

Отношение значения прямого тока к значению обратного при напряжении 1 В называется коэффициентом выпрямления. В хороших диодах коэффициент выпрямления достигает значений порядка 10^6 .

Область рабочих напряжений полупроводникового диода ограничена со стороны малых значений из-за повышения сопротивления р–п-перехода с уменьшением прямого напряжения. Максимальное значение рабочего напряжения диода определяется напряжением пробоя р–п-перехода при обратном включении.

Порядок выполнения работы

1. Разберитесь с работой схемы, представленной на рис. 2. Обратите внимание на полярность включения диода и измерительных приборов.
2. Замкните ключ и постепенно увеличивайте напряжение на диоде, записывая при этом показания приборов.

3. Измените полярность включения диода. Вместо миллиамперметра в электрическую цепь включается микроамперметр. Постепенно увеличивайте напряжение на диоде и записывайте показания соответствующих приборов. Результаты измерений занесите в отчетную таблицу.

Отчетная таблица

Напряжение, В	Прямой ток, мА	Обратный ток, мА
0,1	5	
0,2	20	
0,3	60	
0,4	100	
-200		-1
-400		-1,5
-600		-2

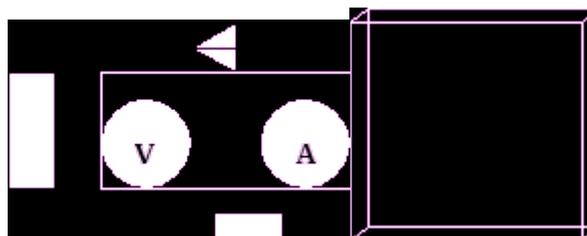


Рис. 2 Рис. 3

По табличным данным постройте вольт-амперную характеристику диода, используя масштаб по осям абсцисс и ординат в соответствии с рис. 3.

Контрольные вопросы

1. Что такое р–n-переход?
2. Почему при отсутствии внешнего электрического поля переход электронов через р–n-переход из n-полупроводника в р-полупроводник затруднен?

3. Почему р–n-переход обладает односторонней проводимостью?
4. В чем заключаются преимущества полупроводниковых диодов по сравнению с вакуумными диодами?
5. Какими недостатками обладают полупроводниковые диоды?
6. Почему полупроводниковый диод нельзя использовать для выпрямления тока при очень малых переменных напряжениях

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА

на выполнение лабораторной работы №15 по дисциплине « Физика»

Тема: Наблюдение действия магнитного поля на ток.

Цель работы: убедиться в том, что однородное магнитное поле оказывает на рамку с током ориентирующее действие.

Оборудование: катушка-моток, штатив, источник постоянного тока, реостат, ключ, соединительные провода, магнит дугообразный или полосовой.

Примечание. Перед работой убедитесь, что движок реостата установлен на максимальное сопротивление.

Теория

Согласно теории близкодействия ток в одном из проводников не может непосредственно действовать на ток в другом проводнике. Электрический ток создает вокруг себя магнитное поле, которое действует на ток второго проводника, а поле, созданное током второго проводника, на ток первого проводника

Ход работы

1. Соберите цепь по рисунку, подвесив на гибких проводах катушку-моток.
2. Расположите дугообразный магнит под некоторым острым углом α (например 45°) к плоскости катушки-мотка и, замыкая ключ, наблюдайте движение катушки - мотка.
3. Повторите опыт, изменив сначала полюсы магнита, а затем направление электрического тока.
4. Зарисуйте катушку-моток и магнит, указав направление магнитного поля, направление электрического тока и характер движения катушки-мотка.
5. Объясните поведение катушки-мотка с током в однородном магнитном поле.
6. Расположите дугообразный магнит в плоскости катушки-мотка ($\alpha=0^\circ$). Повторите действия, указанные в пунктах 2-5.
7. Расположите дугообразный магнит перпендикулярно плоскости катушки-мотка ($\alpha=90^\circ$). Повторите действия, указанные в пунктах 2-5.

Вывод: _____

Контрольные вопросы

1. Каковы основные свойства магнитного поля?
2. Что такое магнитная индукция?
3. Как определить направление магнитной индукции?

4. Что такое сила Ампера?

5. Что такое сила Лоренца?

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА

на выполнение лабораторной работы №16 по дисциплине «Физика»

Тема: Исследование явления электромагнитной индукции.

Цель: исследовать условия возникновения индукционного тока в замкнутом проводнике; убедиться в справедливости правила Ленца; выяснить факторы, от которых зависит сила индукционного тока.

Оборудование: миллиамперметр, полосовой магнит, проволочная катушка в каркасе.

Теория

Явление электромагнитной индукции заключается в возникновении электрического тока в проводящем контуре, который либо покоится в переменном магнитном поле, либо движется в постоянном магнитном поле таким образом, что число линий магнитной индукции, пронизывающих контур, меняется.

Полученный таким способом ток называется **индукционным током**.

Магнитным потоком Φ через поверхность площадью S называется величина, равная произведению модуля вектора магнитной индукции \vec{B} на площадь S и $\cos \alpha$ между векторами \vec{B} и \vec{n} :

$$\Phi = B S \cos \alpha$$

Направление индукционного тока, возникающего в замкнутом контуре при изменении магнитного потока через него определяется **правилом Ленца**: возникающий в замкнутом контуре индукционный ток своим магнитным полем противодействует тому изменению магнитного потока, которым он вызван.

Применять правило Ленца надо так:

1. Установить направление линий магнитной индукции B внешнего магнитного поля.
2. Выяснить, увеличивается ли поток магнитной индукции этого поля через поверхность, ограниченную контуром ($\Delta\Phi > 0$), или уменьшается ($\Delta\Phi < 0$).
3. Установить направление линий магнитной индукции B' магнитного поля индукционного тока I пользуясь правилом буравчика или правилом правой руки.

При изменении магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром, в последнем появляются сторонние силы, действие которых характеризуется ЭДС, называемые **ЭДС индукции**.

Закон электромагнитной индукции: ЭДС индукции в замкнутом контуре равна по модулю скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром:

$$\varepsilon_i = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right|$$

Порядок выполнения работы

1. На рис. 1-6 изображены полосовой магнит, катушка-моток (далее — катушка), присоединенная к миллиамперметру, и указано направление скорости движения магнита. Для каждого случая:

- изобразите направление линий магнитной индукции магнитного поля полосового магнита — синим цветом;
- изобразите направление магнитного поля индукционного тока, который возникнет в катушке, — красным цветом;
- укажите магнитные полюса катушки.

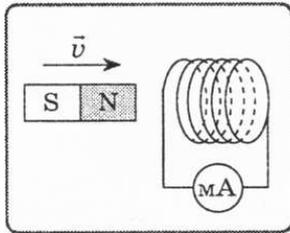


рис.1

рис.2

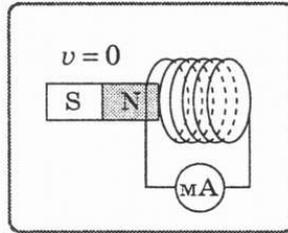


рис.3

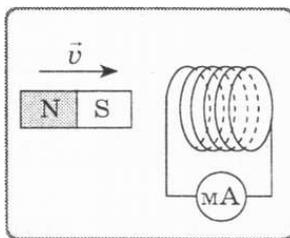
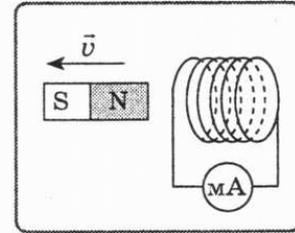


рис.4

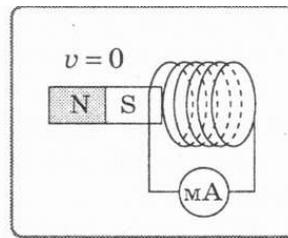


рис.5

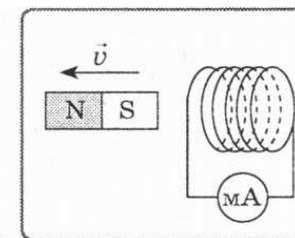


рис.6

2. По результатам выполнения задания заполните таблицу:

№ п/п	Действия с магнитом и катушкой	Как изменяется магнитный поток, пронизывающий катушку (увеличивается, уменьшается, не изменяется)	Магнитный полюс торца катушки, расположенного ближе к магниту	Максимальное отклонение стрелки миллиамперметра
1	Введение магнита в катушку северным полюсом	увеличивается	северный	5 единиц влево
2	Магнит остается неподвижным относительно катушки	не изменяется		
3	Выведение магнита из катушки северным полюсом	уменьшается	южный	5 единиц вправо
4	Введение магнита в катушку южным полюсом	увеличивается	южный	5 единиц вправо
5	Магнит остается неподвижным относительно катушки	не изменяется		

6	Выведение магнита из катушки южным полюсом	уменьшается	северный	5 единиц влево
---	--	-------------	----------	----------------

3. Вывод.

Контрольные вопросы

1. Явление электромагнитной индукции, индукционный ток, магнитный поток.
2. Правило левой руки, правило Ленца, правило буравчика (правило правой руки).

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА

на выполнение лабораторной работы №17 по дисциплине «Физика»

Тема: Определение фокусного расстояния и оптической силы собирающей линзы с использованием формулы тонкой линзы.

Цель: Научиться определять фокусное расстояние и оптическую силу собирающей линзы.

Оборудование: Рейка, источник света, собирающая линза ЛС-1 (длиннофокусная), рамка с диафрагмой буквы, экран, рейтеры, источник питания.

Теория:

Простейший способ измерения фокусного расстояния и оптической силы линзы основан на использовании формулы тонкой линзы $\pm D = \pm \frac{1}{F} = \pm \frac{1}{d} \pm \frac{1}{f}$.

В качестве предмета используется светящаяся рассеянным светом буква. Действительное изображение этой буквы получают на экране.

Порядок выполнения работы.

1. Начертить таблицу для результатов измерений и вычислений:

№ п/п	Результаты измерений		Результаты вычислений				
	Расстояние от предмета до линзы d , м	Расстояние от изображения до линзы f , м	Фокусное расстояние F , м	Оптическая сила линзы D , дптр	Среднее значение фокусного расстояния $F_{\text{ср}}$, м	Абсолютная погрешность ΔF , м	Относительная погрешность фокусного расстояния δ_F , %
1	0,21	0,33	0,13	7,7	0,1275	0,08	0,616
2	0,21	0,31	0,125	8	0,1275	0,08	0,64

2. Установить на противоположных концах рейки источник света на рейтере, с установленной на него рамкой диафрагмы буквы, и экран на рейтере, а между ними собирающую линзу ЛС-1 на рейтере.
3. Включить источник света и, приближая линзу к экрану, получить на нем четкое действительное, перевернутое, уменьшенное изображение буквы диафрагмы.
4. Измерить расстояние d от предмета до линзы и записать в таблицу.
5. Измерить расстояние f от изображения до линзы и записать в таблицу.
6. Включить источник света и, удаляя линзу от экрана, получить на нем четкое действительное, перевернутое, увеличенное изображение буквы диафрагмы.
7. Измерить расстояние d от предмета до линзы и записать в таблицу.
8. Измерить расстояние f от изображения до линзы и записать в таблицу.
9. Вычислить фокусное расстояние, используя формулу тонкой линзы:

$$\pm \frac{1}{F} = \pm \frac{1}{d} \pm \frac{1}{f}$$

Результат вычисления занести в таблицу.

10. Вычислить оптическую силу собирающей линзы, используя формулу:

$$D = \frac{1}{F}$$

Результат вычисления занести в таблицу.

11. Определить среднее значение фокусного расстояния F_{cp} .

12. Определить абсолютную и относительную погрешности, если $F_{таб} = 5 \cdot 10^{-2}$ м:

$$\Delta F_1 = |F_{таб} - F_1|$$

$$\Delta F_{cp} = \frac{\Delta F_1 + \Delta F_2}{2}$$

$$\Delta F_2 = |F_{таб} - F_2|$$

$$\delta_F = \frac{\Delta F_{cp}}{F_{cp}} \cdot 100\%$$

Результаты измерений и вычислений занести в таблицу.

13. Вывод.

Дополнительное задание.

Получите действительное, перевернутое, в натуральную величину изображение на экране.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение линзы. Виды линз.
2. Дайте определение оптического центра, оптической оси, главных фокусов и фокальной плоскости линзы. Начертите ход лучей в линзе.
3. Что такое оптическая сила линзы? В каких единицах она измеряется?
4. При каких условиях собирающая линза дает увеличенное, а при каких - уменьшенное изображение?
5. Назовите оптические приборы.

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА

выполнения лабораторной работы №18 по дисциплине «Физика»

Тема: Определение длины световой волны.

Цель: Научиться определять длину световой волны при помощи дифракционной решетки.

Оборудование: Прибор для определения длины световой волны при помощи дифракционной решетки.

Теория

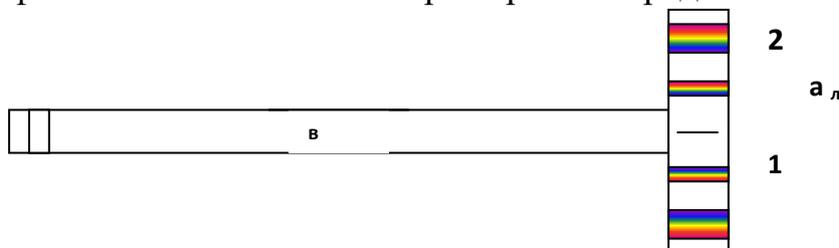
При прохождении света сквозь дифракционную решетку на экране наблюдаются интерференционные максимумы. При этом выполняется условие:

$d \sin \varphi = k\lambda$. Для маленьких углов $\sin \varphi \approx \operatorname{tg} \varphi = \frac{a}{b} \Rightarrow \frac{ad}{b} = k\lambda \Rightarrow \lambda = \frac{ad}{bk}$. Эта

формула позволяет определять длину световой волны при помощи дифракционной решетки экспериментально.

Порядок выполнения работы:

1. Смотря через дифракционную решетку направить прибор на свет так, чтобы увидеть на экране спектры.
2. Определить расстояние от дифракционной решетки до экрана.
3. Определить расстояние от нулевого деления шкалы экрана до середины фиолетовой полосы спектра первого порядка слева и справа.



4. Вычислить среднее значение этого расстояния: $a_{cp} = \frac{a_l + a_n}{2}$
5. Рассчитать длину световой волны по формуле: $\lambda = \frac{a_{cp} d}{bk}$
6. Прodelать то же самое для фиолетовой полосы спектра второго порядка.
7. Найти среднее значение длины волны фиолетового света: $\lambda_{\phi_{cp}} = \frac{\lambda_{\phi_1} + \lambda_{\phi_2}}{2}$
8. Аналогично найти длину волны красного света.
9. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу.

№	Результаты измерений	Результаты вычислений
---	----------------------	-----------------------

п/п	Период дифракционной решетки в м	Порядок спектра	Расстояние от решетки до экрана в м	Среднее расстояние до фиолетовой полосы в м	Среднее расстояние до красной полосы в м	Длина волны фиолетового света в нм	Длина волны красного света в нм	Среднее значение длины волны в нм	
								Фиолетового света	Красного света
1	10^{-5}	1	0,4	0,021	0,027	525	675	543,75	662,5
2	10^{-5}	2	0,4	0,045	0,052	562,5	650	543,75	662,5

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой дифракционная решетка?
2. Что показывает период дифракционной решетки?
3. Какое явление наблюдается на экране за дифракционной решеткой?
4. В каких пределах находится длина волны видимого света?

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА

выполнения лабораторной работы №19 по дисциплине «Физика»

Тема: «Наблюдение интерференции и дифракции света»

Цель работы: экспериментально изучить явление интерференции и дифракции.

Оборудование: электрическая лампа с прямой нитью накала, две стеклянные пластинки, стеклянная трубка, стакан с раствором мыла, кольцо проволочное с ручкой диаметром 30 мм., компакт-диск, капроновая ткань, светофильтр.

Теория: Интерференция – явление характерное для волн любой природы: механических, электромагнитных.

Интерференция волн – сложение в пространстве двух (или нескольких) волн, при котором в разных его точках получается усиление или ослабление результирующей волны.

Обычно интерференция наблюдается при наложении волн, испущенных одним и тем же источником света, пришедших в данную точку разными путями. От двух независимых источников невозможно получить интерференционную картину, т.к. молекулы или атомы излучают свет отдельными цугами волн, независимо друг от друга. Атомы испускают обрывки световых волн (цуги), в которых фазы колебаний случайные. Цуги имеют длину около 1 метра. Цуги волн разных атомов налагаются друг на друга. Амплитуда результирующих колебаний хаотически меняется со временем так быстро, что глаз не успевает эту смену картин почувствовать. Поэтому человек видит пространство равномерно освещенным. Для образования устойчивой интерференционной картины необходимы когерентные (согласованные) источники волн.

Когерентными называются волны, имеющие одинаковую частоту и постоянную разность фаз.

Амплитуда результирующего смещения в точке С зависит от разности хода волн на расстоянии $d_2 - d_1$.

Условие максимума

$$\Delta d = 2k \frac{\lambda}{2} = k\lambda, \quad (\Delta d = d_2 - d_1)$$

где $k=0; \pm 1; \pm 2; \pm 3; \dots$

(разность хода волн равна четному числу полуволн)

Волны от источников А и Б придут в точку С в одинаковых фазах и “усилят друг друга”.

$\varphi_A = \varphi_B$ - фазы колебаний

$\Delta\varphi = 0$ - разность фаз

$A = 2X_{max}$ – амплитуда результирующей волны.

Условие минимума

$$\Delta d = (2k-1) \frac{\lambda}{2}, (\Delta d = d_2 - d_1)$$

где $k=0; \pm 1; \pm 2; \pm 3; \dots$

(разность хода волн равна нечетному числу полуволн)

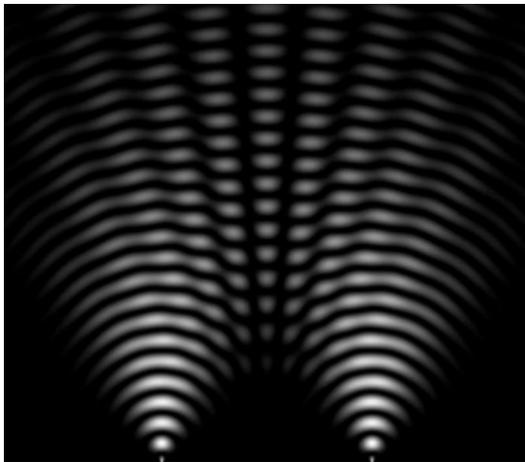
Волны от источников А и Б придут в точку С в противофазах и “погасят друг друга”.

$\varphi_A \neq \varphi_B$ - фазы колебаний

$\Delta\varphi = \pi$ - разность фаз

$A=0$ – амплитуда результирующей волны.

$$\Delta d = (2k-1) \frac{\lambda}{2}$$



Интерференционная картина – регулярное чередование областей повышенной и пониженной интенсивности света.

Интерференция света – пространственное перераспределение энергии светового излучения при наложении двух или нескольких световых волн.

Вследствие дифракции свет отклоняется от прямолинейного распространения (например, близи краев препятствий).

Дифракция – явление отклонения волны от прямолинейного распространения при прохождении через малые отверстия и огибании волной малых препятствий.

Условие проявления дифракции: $d < \lambda$, где d – размер препятствия, λ - длина волны. Размеры препятствий (отверстий) должны быть меньше или соизмеримы с длиной волны.

Существование этого явления (дифракции) ограничивает область применения законов геометрической оптики и является причиной предела разрешающей способности оптических приборов.

Дифракционная решетка – оптический прибор, представляющий собой периодическую структуру из большого числа регулярно расположенных элементов, на которых происходит дифракция света. Штрихи с определенным и постоянным для данной дифракционной решетки профилем повторяются через одинаковый промежуток d (период решетки). Способность дифракционной решетки раскладывать падающий на нее пучок света по длинам волн является ее основным свойством. Различают отражательные и прозрачные дифракционные решетки. *В современных приборах применяют в основном отражательные дифракционные решетки.*

Условие наблюдения дифракционного максимума:

$d \cdot \sin \varphi = k \cdot \lambda$, где $k=0; \pm 1; \pm 2; \pm 3$; d - период решетки, φ - угол, под которым наблюдается максимум, а λ - длина волны.

Из условия максимума следует $\sin \varphi = (k \cdot \lambda) / d$.

Пусть $k=1$, тогда $\sin \varphi_{кр} = \lambda_{кр} / d$ и $\sin \varphi_{ф} = \lambda_{ф} / d$.

Известно, что $\lambda_{кр} > \lambda_{ф}$, следовательно $\sin \varphi_{кр} > \sin \varphi_{ф}$. Т.к. $y = \sin \varphi_{ф}$ - функция возрастающая, то $\varphi_{кр} > \varphi_{ф}$

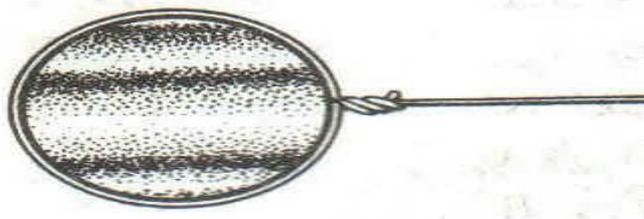
Поэтому фиолетовый цвет в дифракционном спектре располагается ближе к центру.

В явлениях интерференции и дифракции света соблюдается закон сохранения энергии. В области интерференции световая энергия только перераспределяется, не превращаясь в другие виды энергии. Возрастание энергии в некоторых точках интерференционной картины относительно суммарной световой энергии компенсируется уменьшением её в других точках (суммарная световая энергия – это световая энергия двух световых пучков от независимых источников). Светлые полосы соответствуют максимумам энергии, темные – минимумам.

Ход работы:

Опыт 1. Опустите проволочное кольцо в мыльный раствор. На проволочном кольце получается мыльная плёнка.

Расположите её вертикально. Наблюдаем светлые и тёмные горизонтальные полосы, изменяющиеся по ширине по мере изменения толщины плёнки



Объяснение. Появление светлых и темных полос объясняется интерференцией световых волн, отраженных от поверхности пленки. $d = 2h$. Разность хода световых волн равна удвоенной толщине плёнки. При вертикальном расположении пленка имеет клинообразную форму. Разность хода

световых волн в верхней её части будет меньше, чем в нижней. В тех местах пленки, где разность хода равна четному числу полуволн, наблюдаются светлые полосы. А при нечетном числе полуволн – темные полосы. Горизонтальное расположение полос объясняется горизонтальным расположением линий равной толщины пленки.

Освещаем мыльную пленку белым светом (от лампы). Наблюдаем окрашенность светлых полос в спектральные цвета: вверху – синий, внизу – красный.



Объяснение. Такое окрашивание объясняется зависимостью положения светлых полос от длины волн падающего цвета.

Наблюдаем также, что полосы, расширяясь и сохраняя свою форму, перемещаются вниз.

Если воспользоваться светофильтрами и освещать монохроматическим светом, то картина интерференции меняется (меняется чередование темных и светлых полос)

Объяснение. Это объясняется уменьшением толщины пленки, так как мыльный раствор стекает вниз под действием силы тяжести.

Опыт 2. С помощью стеклянной трубки выдуйте мыльный пузырь и внимательно рассмотрите его. При освещении его белым светом наблюдайте образование цветных интерференционных колец, окрашенных в спектральные цвета. Верхний край каждого светлого кольца имеет синий цвет, нижний – красный. По мере уменьшения толщины пленки кольца, также расширяясь, медленно перемещаются вниз. Их кольцеобразную форму объясняют кольцеобразной формой линий равной толщины.





Ответьте на вопросы:

1. Почему мыльные пузыри имеют радужную окраску?
2. Какую форму имеют радужные полосы?
3. Почему окраска пузыря все время меняется?

Опыт 3 . Тщательно протрите две стеклянные пластинки, сложите вместе и сожмите пальцами. Из-за неидеальности формы соприкасающихся поверхностей между пластинками образуются тончайшие воздушные пустоты.



Объяснение: Поверхности пластинок не могут быть совершенно ровными, поэтому соприкасаются они только в нескольких местах. Вокруг этих мест образуются тончайшие воздушные клинья различной формы, дающие картину интерференции. В проходящем свете условие максимума $2h=kl$

Ответьте на вопросы:

1. Почему в местах соприкосновения пластин наблюдаются яркие радужные кольцеобразные или неправильной формы полосы?
2. Почему с изменением нажима изменяются форма и расположение интерференционных полос?

Опыт 4. Рассмотрите внимательно под разными углами поверхность компакт-диска (на которую производится запись).



Объяснение: Яркость дифракционных спектров зависит от частоты нанесенных на диск бороздок и от величины угла падения лучей. Почти параллельные лучи, падающие от нити лампы, отражаются от соседних выпуклостей между бороздками в точках А и В. Лучи, отраженные под углом равным углу падения, образуют изображение нити лампы в виде белой линии. Лучи, отраженные под иными углами имеют некоторую разность хода, вследствие чего происходит сложение волн.

Что вы наблюдаете? Объясните наблюдаемые явления. Опишите интерференционную картину.

Поверхность компакт-диска представляет собой спиральную дорожку с шагом соизмеримым с длиной волны видимого света. На мелкоструктурной поверхности проявляются дифракционные и интерференционные явления. Блики компакт-дисков имеют радужную окраску.

Опыт 5. Посмотрите сквозь капроновую ткань на нить горячей лампы. Поворачивая ткань вокруг оси, добейтесь четкой дифракционной картины в виде двух скрещенных под прямым углом дифракционных полос.

Объяснение: В центре креста виден дифракционный максимум белого цвета. При $k=0$ разность хода волн равна нулю, поэтому центральный максимум получается белого цвета. Крест получается потому, что нити ткани представляют собой две сложенные вместе дифракционные решетки со взаимно перпендикулярными щелями. Появление спектральных цветов объясняется тем, что белый свет состоит из волн различной длины. Дифракционный максимум света для различных волн получается в различных местах.

Зарисуйте наблюдаемый дифракционный крест. Объясните наблюдаемые явления.

Опыт 6.

Дифракция на малом отверстии

Чтобы пронаблюдать такую дифракцию, нам потребуется плотный лист бумаги и булавка. С помощью булавки делаем в листе маленькое отверстие. Затем подносим отверстие вплотную к глазу и наблюдаем яркий источник света. В этом случае видна дифракция света

Запишите вывод. Укажите, в каких из сделанных вами опытов наблюдалось явление интерференции, а в каких дифракции. Приведите примеры интерференции и дифракции, с которыми вы встречались.

Контрольные вопросы (каждый ученик готовит ответы на вопросы):

1. **Что такое свет?**
2. **Кем было доказано, что свет – это электромагнитная волна?**
3. **Какова скорость света в вакууме?**
4. **Кто открыл интерференцию света?**
5. **Чем объясняется радужная окраска тонких интерференционных пленок?**
6. **Могут ли интерферировать световые волны идущие от двух электрических ламп накаливания? Почему?**
7. **Почему толстый слой нефти не имеет радужной окраски?**
8. **Зависит ли положение главных дифракционных максимумов от числа щелей решетки?**
9. **Почему видимая радужная окраска мыльной пленки все время меняется?**

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА на выполнение лабораторной работы № 20 по дисциплине «Физика»

Тема: Изучение треков заряженных частиц по фотографиям

Цель работы: познакомить обучающихся с устройством и принципом действия камеры Вильсона, сформировать элементарные навыки и умения анализировать фотографии треков заряженных частиц, провести идентификацию заряженной частицы по результатам сравнения ее трека с треком протона в камере Вильсона, помещенной в магнитное поле.

Оборудование: фотографии треков заряженных частиц (см. приложение №2), полученных в камере Вильсона, калька, карандаш, циркуль.

Краткие теоретические сведения

Треки заряженных частиц в камере Вильсона представляют собой цепочки микроскопических капелек жидкости (воды или спирта), образовавшиеся вследствие конденсации пересыщенного пара этой жидкости на ионах. Длина трека зависит от начальной энергии заряженной частицы и плотности окружающей среды. Толщина трека зависит от заряда и скорости частицы: она тем больше, чем больше заряд частицы и чем меньше её скорость. При движении заряженной частицы в магнитном поле трек её получается искривлённым. По изменению радиуса кривизны трека можно определить направление движения заряженной частицы и изменение её скорости.

Работа проводится с готовой фотографией треков двух заряженных частиц (трек I принадлежит протону, трек II - частице, которую надо идентифицировать). Линии индукции магнитного поля перпендикулярны плоскости фотографии. Начальные скорости обеих частиц одинаковы и перпендикулярны краю фотографии.

Для заряженной частицы, движущейся перпендикулярно вектору индукции магнитного поля, можно записать:

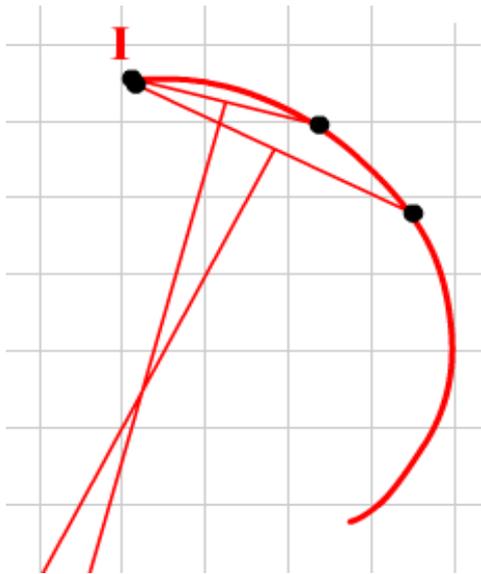
$$qBv = \frac{mv^2}{R} \quad \text{или} \quad \frac{q}{m} = \frac{v^2}{BR}$$

Из этой формулы видно, что отношение удельных зарядов частицы равно обратному отношению радиусов их траекторий. Вычислите удельный заряд идентифицируемой частицы q/m_c и занесите результат в таблицу.

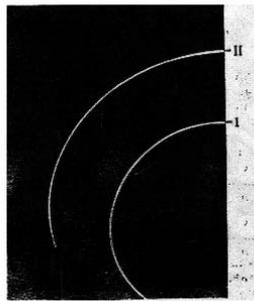
Порядок выполнения работы

1. Перечертите треки частиц с фотографии на кальку (см. приложение №2).
2. Измерьте радиус кривизны R_1 трека протона на начальном участке.

Радиус кривизны трека частицы определяют следующим образом. Вычерчивают, как показано на рисунке, две хорды и восстанавливают к этим хордам в их серединах перпендикуляры. На пересечении перпендикуляров лежит центр окружности.



- Отметьте точку в начале трека протона.
- Следующей точкой отметьте конец первой хорды.
- Поставьте точку для конца второй хорды.
- Проведите хорды и серединные перпендикуляры к ним.
- Поставьте точку на пересечении перпендикуляров - центр окружности.
- Измерьте радиус при помощи линейки.



- Занесите результаты измерения в таблицу.
3. Измерьте радиус кривизны R_{II} трека заряженной частицы на начальном участке. Занесите результаты измерения R_{II} в таблицу.

Отчетная таблица

Измерено
Вычислено

R_I мм

R_{II} мм

ΔR_I мм

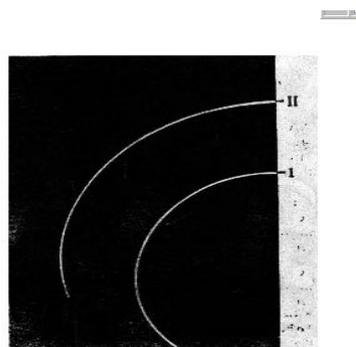
ΔR_{II} мм

$q/m_{\text{ч}}$

$\Delta q/m$

$\varepsilon_{q/m}$ %

4. В обоих случаях инструментальную погрешность можно считать равной 1 мм. Погрешность отсчета надо взять также равной 1 мм. Внесите в таблицу значения:
- ΔR_I - максимальная абсолютная погрешность измерения отрезка R_I ,
 - ΔR_{II} - максимальная абсолютная погрешность измерения отрезка R_{II} ,
5. Идентифицируйте частицу по результатам измерений. Идентификация неизвестной частицы осуществляется путем сравнения ее удельного заряда q/m с удельным зарядом протона.
6. Вычислите абсолютную и относительную погрешности измерения удельного заряда.
7. Если вы будете проводить эксперимент еще раз, то предварительно добавьте строку в таблицу результатов.



Контрольные вопросы

- 1.
2. Как направлен вектор магнитной индукции относительно плоскости фотографии треков частиц?
3. Почему радиусы кривизны на разных участках трека одной и той же частицы различны?

Литература

1. Мякишев Г.Я. Учебник Физика 10 кл.: Дрофа, 2014 год.
2. Мякишев Г.Я. Учебник Физика 11 кл.: Дрофа, 2014 год.
3. Рымкевич А.П. Задачник. Физика. 10-11 кл.: Дрофа, 2013 год.
4. Фирсов А.В. Учебник. Физика 10 кл.: Академия, 2013 год.
5. Лабораторные работы по физике с вопросами и заданиями: учеб. пособие / Тарасов О.М. – М.: Форум, 2011. – 96 с.

Интернет ресурсы

1. <http://www.alleng.ru/d/phys/phys324.htm>
2. http://pnu.edu.ru/ru/faculties/full_time/fkfn/physics/study/labs/
3. <http://www.informio.ru/fond/1986/Methodicheskie-ukazaniya-dlja-vypolnenija-laboratornyh-rabot-po-fizike>
4. <http://www.nizrp.narod.ru/kaffysik.htm>
5. <http://pedsovet.org/publikatsii/fizika/uchebno-metodicheskiy-komplekt-po-fizike>