



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ САХА
(ЯКУТИЯ)
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)
«РЕГИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ В Г. МИРНОМ»
Филиал «Светлинский»**



**РАСМОТРЕНО И РЕКОМЕНДОВАНО
К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ
на заседании кафедры «ОГД»
Протокол № _____ от
« _____ » _____ 2020 г.**

**УТВЕРЖДАЮ:
Зам. директора ГАПОУ РС(Я) «МРТК»
А.А. Мусорина
2020 г.**



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для студентов
по проведению лабораторных работ
по учебной дисциплине ОДП одп.03 «Физика» по профессии среднего
профессионального образования
18.01.02 Лаборант-эколог**

**Составитель: С.В. Петкина,
преподаватель общеобразовательных дисциплин**

п.Светлый
2020 год

Аннотация

Методические указания по проведению лабораторных работ по учебной дисциплине ОДП. 03 «Физика» предназначены для студентов, обучающихся по профессии 18.01.02 «Лаборант – эколог».

Методические указания по выполнению лабораторной работы содержат теоретические основы, которыми студенты должны владеть перед проведением лабораторной работы; описание приборов и материалов; рекомендации по проведению самостоятельных исследований.

СОДЕРЖАНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА		4
1.	Теоретическая подготовка	10
2.	Критерии оценок	12
3.	Указания к выполнению лабораторных работ для студентов	12
4.	Техника безопасности при выполнении лабораторных работ	13
5.	Лабораторная работа № 1	14
6.	Лабораторная работа № 2	19
7.	Лабораторная работа № 3	21
8.	Лабораторная работа № 4	22
9.	Лабораторная работа № 5	24
10.	Лабораторная работа № 6	27
11.	Лабораторная работа № 7	29
12.	Лабораторная работа № 8	31
13.	Лабораторная работа № 9	34
14.	Лабораторная работа № 10	37
15.	Лабораторная работа № 11	39
16.	Лабораторная работа № 12	41
17.	Лабораторная работа № 13	42
18.	Лабораторная работа № 14	46
19.	Лабораторная работа № 15	50
29.	Заключение	?
21.	Список литературы	54

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические указания по проведению лабораторных работ разработаны согласно рабочим программам по учебной дисциплине «Физика» и требованиям к умениям и знаниям Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования (далее – ФГОС СПО).

Лабораторные работы направлены на освоение следующих умений и знаний согласно ФГОС СПО.

уметь:

- экспериментально находить коэффициент трения и скольжения;
- формулировать понятия: механическое движение, скорость и ускорение, система отсчета;
- изображать графически различные виды механических движений;
- различать понятия веса и силы тяжести;
- формулировать понятия колебательного движения и его видов; понятие волны;
- изображать графически гармоническое колебательное движение;
- применять основные положения МКТ для объяснения понятия внутренней энергии, а также изменения внутренней энергии при изменении температуры тела;
- решать качественные задачи с использованием знаний о способах изменения внутренней энергии;
- читать и строить графики зависимости между основными параметрами состояния газа, изменения температуры тел при нагревании и охлаждении;
- пользоваться термометром, калориметром, таблицами удельной теплоемкости вещества, экспериментально определять удельную теплоемкость воды;

- применять положение электронной теории для объяснения электризации тел при их соприкосновении, существования проводников и диэлектриков;
- собирать электрические цепи из последовательного и параллельного соединения проводников;
- применять положения электронной теории для объяснения электрического тока в металлах, электрического сопротивления, нагревания проводника электрическим током; чертить и собирать схемы электрических цепей;
- измерять силу тока в электрической цепи, напряжение на концах проводника;
- определять сопротивление проводника с помощью амперметра и вольтметра: пользоваться реостатом;
- измерять ЭДС и внутреннее сопротивление источника;
- производить расчеты электрических цепей с применением законов Ома и Кирхгофа, закономерностей параллельного и последовательного соединения проводников;
- определять силу тока и напряжение по графику зависимости между этими величинами; строить графики зависимости силы и мощности тока от напряжения;
- находить по таблицам удельное сопротивление проводников;
- проводить электролиз с раствором медного купороса и определять экспериментально электрохимический эквивалент меди;
- объяснять на основе электронной теории механизм проводимости электрического тока различными средами;
- определять направление индукции и напряженности магнитного поля; направление действия сил Ампера и Лоренца;
- экспериментально исследовать действия магнитного поля на проводник с током;

- определять направление индукционного тока;
- экспериментально исследовать действие магнитного поля на катушку с током;
- объяснять на основе свойств волн особенности и практическое применение электромагнитных волн;
- определять экспериментально: показатель преломления среды; силу света источника при помощи фотометра; длину световой волны; наблюдать спектры;
- вычислять красную границу фотоэффекта и энергию фотоэлектронов на основе уравнения Эйнштейна;
- объяснять принцип действия квантового генератора;
- определять знак заряда и направление движения элементарных частиц по их трекам на фотографиях.
- определять продукты ядерных реакций на основе законов сохранения электрического заряда и массового числа; рассчитывать энергетический выход ядерной реакции.
- рассчитывать энергетический выход при протекании термоядерных реакций.

знать:

- понятия: сила трения скольжения, коэффициент трения скольжения и его зависимость от различных факторов;
- основные единицы системы СИ;
- виды механического движения в зависимости от формы траектории и скорости перемещения тела;
- понятия траектории, пути, перемещения;
- различие классического и релятивистского законов сложения скоростей; относительность понятий длины и промежутков времени.

- основную задачу динамики;
- понятия массы, силы, веса;
- законы Ньютона;
- основной закон динамики материальной точки;
- закон всемирного тяготения;
- понятия импульса тела, работы, мощности, механической энергии и ее видов;
- закон сохранения импульса;
- закон сохранения механической энергии;
- превращение энергии при колебательном движении;
- суть механического резонанса;
- процесс распространения колебаний в упругой среде;
- понятия: тепловое движение частиц, массы и размеры молекул, идеальный газ: изотермический, изохорный и изобарный процессы; броуновское движение; температура (мера средней кинетической энергии молекул); внутренняя энергия; работа как способ изменения внутренней энергии; теплопередача; количество теплоты; удельная теплоемкость вещества; законы и формулы: основное уравнение молекулярно-кинетической теории, уравнение Менделеева - Клапейрона, связь между параметрами состояния газа в изопроцессах;
- формулы: для вычисления количества теплоты, выделяемой или поглощаемой; изменение температуры тела; определения внутренней энергии системы; уравнение теплового баланса;
- понятия: необратимость тепловых процессов, адиабатный процесс; законы и формулы: первый и второй законы термодинамики, КПД тепловых двигателей;

- практическое применение: тепловые двигатели и их применение на транспорте, в энергетике и в сельском хозяйстве; методы профилактики и борьбы с загрязнением окружающей среды;
- понятия: электрический заряд, электрическое поле; напряженность, разность потенциалов, напряжение, емкость, диэлектрическая проницаемость;
- законы: Кулона, сохранения заряда;
- понятия: суперпозиция полей; напряженность; электрический ток в металлах; сила тока; плотность тока;
- сторонние силы и ЭДС; электрическое сопротивление и удельное электрическое сопротивление;
- законы: Ома для участка цепи и для полной цепи, Кирхгофа, Джоуля-Ленца;
- формулы: силы и плотности тока; сопротивления, ЭДС, работы и мощности тока;
- понятия: электролиз, термоэлектронная эмиссия, вакуум, плазма, собственная и примесная проводимость полупроводников, p-n-переход в полупроводниках;
- законы: Фарадея (электролиза);
- практическое применение: электролиза в металлургии и гальванотехнике; электронно-лучевая трубка; полупроводниковые приборы (диод, транзистор);
- понятия: магнитное поле, магнитная проницаемость, магнитная индукция и
- напряженность магнитного поля, магнитный поток;
- законы: Ампера, электромагнитной индукции, правило Ленца, правило «Буравчика»;
- практическое применение электроизмерительных приборов магнитоэлектрической и электромагнитной систем;

- понятия: электромагнитная индукция, самоиндукция, индуктивность, потокосцепление;
- понятия: открытый колебательный контур; электромагнитное поле и электромагнитная волна; принцип радиосвязи, радиолокация и телевидение; шкала электромагнитных волн; энергия электромагнитной волны и плотность потока излучения;
- формулы: связи длины волны с частотой и скоростью;
- практическое применение: радиосвязь, телевидение и радиолокация; примеры практического применения электромагнитных волн инфракрасного, ультрафиолетового и рентгеновского диапазона частот.
- понятия: свет, основные понятия фотометрии; дифракция, интерференция, дисперсия и поляризация света;
- законы: отражения и преломления, полного внутреннего отражения света; принцип постоянства скорости света в вакууме; практическое применение: полное отражение, спектральный анализ;
- понятия: фотон, фотоэффект, корпускулярно-волновой дуализм, люминесценция;
- законы фотоэффекта;
- практическое применение: устройство и принцип действия фотоэлемента; примеры технического использования фотоэлементов;
- понятия: ядерная модель атома, атомное ядро;
- понятия: радиоактивность, изотоп, ядерные реакции, энергия связи, радиоактивный распад, цепная реакция деления ядер, элементарная частица, атомное ядро, ядерные силы;
- законы: радиоактивного распада;
- практическое применение: устройство и принцип действия ядерного реактора;
- основные этапы развития, перспективы получения энергии с помощью термоядерных реакций;

Теоретическая подготовка

Теоретическая подготовка необходима для проведения физического эксперимента и должна проводиться обучающимися в виде самостоятельной работы.

Необходимо внимательно изучить руководство к данной лабораторной работе. Особое внимание в ходе теоретической подготовки должно быть обращено на понимание физической сущности процесса.

Для самоконтроля в каждой работе приведены контрольные вопросы, на которые обучающийся обязан дать четкие и правильные ответы.

Теоретическая подготовка завершается предварительным составлением отчета по следующему плану:

1. Название работы
2. Цель работы
3. Оборудование
4. Ход работы (включает рисунки, схемы, таблицы, основные формулы для определения величин, а так же расчетные формулы для определения погрешностей измеряемых величин).
5. Расчеты – окончательная запись результатов работы
6. Вывод

Ознакомление с приборами, сборка схем.

Приступая к лабораторным работам, необходимо:

1. получить у лаборанта/преподавателя приборы, требуемые для выполнения работы;
2. разобраться в назначении приборов и принадлежностей в соответствии с их техническими данными;
3. пользуясь схемой или рисунками, имеющимися в пособии, разместить приборы так, чтобы удобно было производить отсчеты, а затем собрать установку;

4. сборку электрических схем следует производить после тщательного изучения правил выполнения лабораторных работ по электричеству.

Проведение опыта и измерений.

Лабораторные работы и практические занятия (ЛПЗ) - основные виды учебных занятий, направленные на экспериментальное подтверждение и теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

При выполнении лабораторных работ измерение физических величин необходимо проводить в строгой, заранее предусмотренной последовательности.

Особо следует обратить внимание на точность и своевременность отсчетов при измерении физических величин. Например, точность измерения времени с помощью секундомера зависит не только от четкого определения положения стрелки, но и в значительной степени – от своевременности включения и выключения часового механизма.

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

Внимательное изучение методических указаний поможет выполнить работу.

Небрежное оформление отчета, исправление уже написанного недопустимо.

В конце занятия преподаватель ставит оценку, который складывается из результатов наблюдения за выполнением практической части работы, проверки отчета, беседы в ходе работы или после нее.

Все лабораторные работы должны быть выполнены и защищены в сроки, определяемые программой или календарным планом преподавателя.

Критерии оценок лабораторных работ.

Оценка «5» (отлично) ставится, если обучающийся выполняет работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности при проведении 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.

Указания к выполнению лабораторных работ для студентов:

1. К выполнению лабораторных работ необходимо подготовиться до начала занятия в лаборатории. Кроме описания работы в данном учебном пособии, используйте рекомендованную литературу и конспект лекций. К выполнению работы допускаются только подготовленные студенты.

2. При проведении эксперимента результаты измерений и расчетов записывайте четко и кратко в заранее подготовленные таблицы.

3. При обработке результатов измерений помните, что точность расчетов не может превышать точности прямых измерений.

4. При подготовке к сдаче лабораторной работы, необходимо ответить на предложенные контрольные вопросы.

5. Если отчет по работе не сдан во время (до выполнения следующей работы) по неуважительной причине, оценка за лабораторную работу снижается.

Техника безопасности при выполнении лабораторных работ

- Вход в лабораторию осуществляется только по разрешению преподавателя.

- На первом занятии преподаватель проводит инструктаж по технике безопасности и напоминает студентам о бережном отношении к лаборатории и о материальной ответственности каждого из них за сохранность оборудования и обстановки лаборатории.

- При обнаружении повреждений оборудования персональную ответственность несут студенты, выполнявшие лабораторную работу на этом оборудовании. Виновники обязаны возместить материальный ущерб колледжу.

- При ознакомлении с рабочим местом проверить наличие комплектности оборудования и соединительных проводов (в случае отсутствия, какого - либо элемента, необходимо немедленно сообщить об этом преподавателю).

- Если во время проведения опыта замечены какие-либо неисправности оборудования, необходимо немедленно сообщить об этом преподавателю.

- После окончания лабораторной работы рабочее место привести в порядок.

- Будьте внимательны, дисциплинированы, осторожны, точно выполняйте указания преподавателя.

- Не оставляйте рабочее место без разрешения преподавателя.
- Располагайте приборы, материалы, оборудование на рабочем месте в порядке, указанном преподавателем.
- Не держите на рабочем месте предметы, не требующиеся при выполнении задания.
- Перед тем как приступить к работе, уясните ход ее выполнения.
- Постоянно следите за исправностью всех креплений в приборах, предназначенных для вращения.
- При выполнении опыта колебаний груза на стальном полотне или подвешенного на нити груза, следует надежно укрепить груз, чтобы он не сорвался.
- При изучении свободного падения тел на пол следует положить мешочек с песком.

Лабораторная работа №1

Измерение коэффициента трения скольжения

Цель работы: измерить коэффициент трения скольжения деревянного бруска по деревянной линейке двумя различными способами.

Оборудование (принадлежности): 1) деревянный брусок, 2) набор грузов, 3) динамометр, 4) деревянная линейка, 5) измерительная лента.

Теоретическое обоснование:

1. Принципиальная схема первого способа измерения коэффициента трения скольжения приведена на рисунке 1.

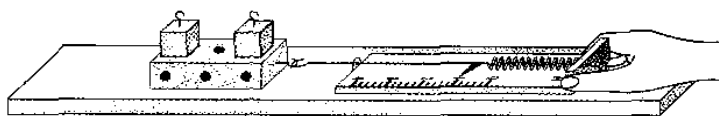


Рис. 1

Деревянный брусок, на котором сверху помещаются грузы, присоединён к динамометру.

При приложении к динамометру внешней силы брусок может перемещаться по горизонтально расположенной деревянной линейке. При равномерном движении бруска его ускорение равно нулю. Согласно второму закону Ньютона геометрическая сумма сил, действующих на брусок в этом случае также равно нулю. Это означает, что сила трения скольжения уравнивает силу растяжения пружины динамометра и может быть измерена динамометром.

Коэффициент трения скольжения определяется как коэффициент пропорциональности между силой трения $F_{\text{тр}}$ бруска с грузами на опору (или весом тела):

$$F_{\text{тр}} = \mu F_{\perp}$$

Сила нормального давления F_{\perp} в данном случае равна весу бруска вместе с грузом и определяется взвешиванием (рис. 2). Тогда по результатам измерений $F_{\text{тр}}$ и F_{\perp} можно вычислить коэффициент трения скольжения:

$$\mu = \frac{F_{\text{тр}}}{F_{\perp}}$$

Согласно формуле (1) графиком зависимости $F_{\text{тр}}$ от силы нормального давления тела F_{\perp} является прямая линия (рис.3). Как видно из графика, $\mu = \text{tg} \alpha$ (где α - угол наклона прямой к оси абсцисс).

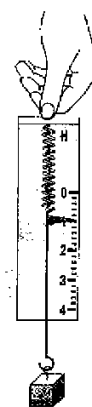


Рис. 2

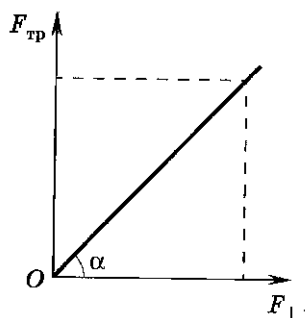


Рис. 3

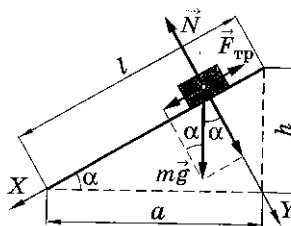


Рис. 4

2. Вторым способом измерения коэффициента трения скольжения не требует непосредственного измерения сил и соответственно использования динамометра. В этом случае один из концов линейки с помещённым на ней бруском и грузом постепенно приподнимают до тех пор, пока при небольшом толчке брусок не начнёт равномерно скользить вниз по линейке (рис. 4). В этот момент линейка образует угол α с горизонталью, а сумма проекций сил на оси X и Y, действующих на тело, будет равна нулю:

$$(X) mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} = 0,$$

$$(Y) mg \cos \alpha - N = 0$$

Учитывая, что $F_{\text{тр}} = \mu F_{\perp}$, а $F_{\perp} = N$ по третьему закону Ньютона, можно представить систему уравнений (3) в виде

$$mg \sin \alpha = \mu N,$$

$$mg \cos \alpha = N.$$

Беря отношение правых и левых частей системы (4), получаем:

$$\mu = \tan \alpha.$$

Как видно из рисунка 4,

$$\tan \alpha = \frac{h}{a}, \quad a = \sqrt{l^2 - h^2}.$$

Следовательно,

$$\mu = \frac{h}{\sqrt{l^2 - h^2}}.$$

Порядок выполнения работы:

1. С помощью динамометра определите вес деревянного бруска P_0 , бруска вместе с одним грузом ($P_0 + P$), бруска с двумя грузами ($P_0 + 2P$), бруска с тремя грузами ($P_0 + 3P$). Результаты занесите в таблицу 1 (в графу).

	P_0	$P_0 + P$	$P_0 + 2P$	$P_0 + 3P$
F				
F				

тр				
----	--	--	--	--

2. Динамометром равномерно тяните брусок по линейке, измеряя силу тяги F_T ($F_T = F_{тр}$). Опыт повторите, нагрузив брусок одним, потом двумя и тремя грузами. Результаты измерений $F_{тр}$ запишите в таблицу 1.

3. Постройте график зависимости $F_{тр}$ от F_{\perp} (рис.5), используя данные таблицы 1. Через начало отсчёта проведите прямую так, чтобы число точек над прямой равнялось числу точек под прямой.

4. Найдите коэффициент трения скольжения μ по формуле (5) как тангенс угла наклона прямой линии к оси абсцисс.

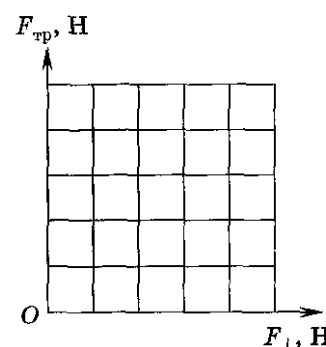


Рис. 5

Для этого выберите произвольную точку с координатами ($F_{\perp}, F_{тр}$) на прямой и найдите μ как отношение

$$\mu = \frac{F_{тр}}{F_{\perp}} =$$

5. Через начало отсчёта проведите прямую под минимальным углом α_{min} к горизонтали через экспериментальную точку. Рассчитайте минимальное значение коэффициента трения скольжения.

$$\mu_{min} = \operatorname{tg} \alpha_{min} =$$

6. Оцените абсолютную погрешность измерения коэффициента трения скольжения.

$$\Delta\mu = \mu - \mu_{min} =$$

7. Запишите окончательный результат в виде

$$\mu \pm \Delta\mu =$$

8. Измерьте длину линейки.

$$l = (\Delta l = 1 \text{ см}).$$

9. Отсоедините динамометр от бруска. На один из концов линейки поместите брусок с одним грузом и медленно приподнимайте его (см. рис.

4). Измерьте высоту подъема h конца линейки, когда при небольшом толчке брусок начинает скользить вниз равномерно.

$$h = (\Delta h = 1 \text{ см}).$$

10. Вычислите коэффициент трения скольжения по формуле (6).

$$\mu = \frac{h}{\sqrt{l + h^2}} =$$

11. Рассчитайте относительную погрешность косвенного измерения коэффициента трения скольжения по формуле:

$$\varepsilon = \frac{\Delta\mu}{\mu} = \frac{\Delta h}{h} + \frac{l\Delta l + h\Delta h}{l^2 - h^2} =$$

12. Вычислите абсолютную погрешность измерения μ :

$$\Delta\mu = \mu\varepsilon =$$

13. Запишите окончательный результат в виде:

$$\mu + \Delta\mu =$$

14. Сравните величины коэффициента трения скольжения, измеренные двумя различными способами.

15. Сделайте вывод.

Дополнительное задание:

Доказать, что сила трения скольжения не зависит от площади трущихся поверхностей.

1. Деревянный брусок равномерно тяните динамометром по горизонтальной линейке, измеряя силу тяги.

2. Опыт повторите при перестановке бруска на другие грани с различной площадью поверхности.

Контрольные вопросы для самопроверки:

1) Каков физический смысл массы тела? Каким свойством оно обладает?

2) Каков физический смысл силы? По какому признаку можно судить о том, что к телу приложена сила?

3) Сформулируйте три закона динамики и объясните их физический смысл.

4) Если электровоз резко двигается с места, то может произойти разрыв сцепления вагонов. Почему?

5) На полке вагона поезда лежат книга и мяч. Почему, когда поезд тронулся с места, мяч скатился, а книга осталась в покое? В какую сторону покати́лся мяч?

Лабораторная работа № 2

Изучение закона сохранения механической энергии

Цель работы: состоит в сравнении изменений потенциальной энергии груза, прикреплённого к пружине, и энергии пружины, растянутой под действием груза.

Оборудование: 1) штатив с муфтой и штативной лапой; 2) динамометр; 3) два груза; 4) направляющая рейка.

Теоретическое обоснование:

Изменение потенциальной энергии груза по отношению, к какой либо поверхности определяется изменением его высоты относительно этой поверхности:

$$\Delta E_{n1} = mgh_2 - mgh_1$$

Изменение энергии пружины, если в исходном состоянии она не была деформирована, определяется её величиной в растянутом положении:

$$\Delta E_{n1} = \frac{kx^2}{2} - 0 = \frac{kx^2}{2}$$

Если пружина удлиняется под действием падающего груза, то на основании закона сохранения энергии должно выполняться равенство:

$$\Delta E_{n1} = \Delta E_{n2}$$

Порядок выполнения работы:

1. В штативной лапе закрепите динамометр за кольцо, которое непосредственно крепиться к корпусу динамометра, а саму штативную

лапу в муфте. Таким образом избегают касания грузами основания штатива.

2. Установите направляющую рейку так, чтобы её шкала располагалась как можно ближе к указателю динамометра.

3. Подготовьте таблицу для записи результатов измерений и вычислений.

№	$x_1, \text{ м}$	$x_2, \text{ м}$	$\Delta x, \text{ м}$	$\Delta x_{\text{ср}} = \Delta h, \text{ м}$	$\Delta E_{\text{г}}, \text{ Дж}$	$\Delta E_{\text{п}}, \text{ Дж}$

4. Определите положение указателя нерастянутой пружины динамометра на шкале – x_1 .

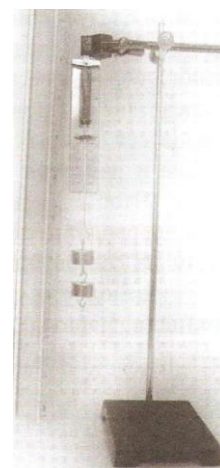
5. Подвесьте к динамометру два груза и, приподнимая их рукой, верните пружину в нерастянутое состояние. Отпустите грузы и заметьте по шкале положение указателя, соответствующее максимальному удлинению пружины – x_2 .

6. Вычислите удлинение пружины: $\Delta x = x_1 - x_2$.

7. Повторите опыт 5 – 6 раз и вычислите среднее значение удлинения $\Delta x_{\text{ср}}$. Использование при дальнейших расчётах среднего значения удлинения позволит уменьшить влияние на результат случайных погрешностей, допущенных при проведении отдельных измерений положения указателя. Изменение длины пружины **соответствует изменению высоты грузов, поэтому $\Delta x_{\text{ср}} = \Delta h$.**

8. Определите общую массу грузов (масса груза указана на его поверхности) и, пользуясь формулой, вычислите изменение потенциальной энергии грузов $\Delta E_{\text{г}}$.

9. Вычислите по формуле изменение энергии пружины. При этом учитывают, что жёсткость пружины динамометра $k = 40 \text{ Н/м}$.



10. Сравните изменение энергии грузов и пружины и сделайте вывод о сохранении полной механической энергии системы грузы – пружина.

Контрольные вопросы:

1. Что называется потенциальной энергией системы.
2. Может ли потенциальная энергия быть отрицательной?
3. Потенциальная энергия тела массой m , поднятого на высоту h относительно Земли, определяется по Формуле:
4. В чем состоит закон сохранения полной механической энергии?

Лабораторная работа № 3

Изучение равновесия тел под действием нескольких сил

Цель работы: состоит в проверки утверждения о том, что тело, имеющее закрепленную ось вращения, находится в равновесии, если сумма моментов сил, стремящихся вращать тело по часовой стрелке, равна сумме моментов сил, стремящихся вращать его против часовой стрелки.

Оборудование: 1) штатив с муфтой; 2) рычаг; 3) набор грузов; 4) динамометр; 5) линейка.

Моментом силы называют произведение ее модуля на плече силы.

Порядок выполнения работы:

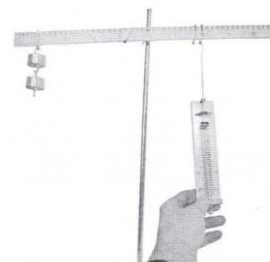
1. Подготовьте таблицу для записи результатов измерений и вычислений:

№ опыта	Против часовой стрелки			По часовой стрелке		
	$P, Н$	$l_1, м$	$M_1 = P \cdot l_1$	$F, Н$	$L_2, м$	$M_2 = F \cdot l_2$
1						

2. Закрепите муфту на стержне штатива. Вставьте ось в центральное отверстие рычага и заверните её в торцевую часть муфты. Рычаг должен располагаться на высоте около 40 см от поверхности стола (это необходимо для того, чтобы динамометр не упирался в стол). При необходимости уравновесьте рычаг ползунками.

3. Подвесьте к динамометру два груза, определите их суммарный вес P занесите результат в таблицу.

4. Подвесьте эти грузы на расстоянии 20 см слева от оси рычага.



5. Прикрепите динамометр на расстояние 10 см справа от оси, как показано на рисунке, и, потянув за него вниз, верните рычаг в исходное положение.

6. По показанию динамометра определите величину силы F , которую необходимо было приложить к рычагу, чтобы вернуть его в равновесие.

7. Измерьте линейкой плечи сил, приложенных к рычагу со стороны грузов и динамометра l_1 и l_2 .

8. Повторите опыт 3 – 4 раза, меняя всякий раз количество грузов, места их подвеса и место прикрепления динамометра. В конце каждого опыта, когда рычаг будет уравновешен, заносите данные о силах и их плечах в таблицу.

9. Вычислите величины моментов M_1 и M_2

10. Сравните величины моментов сил, приложенных к рычагу против и по часовой стрелки в каждом опыте, и сделайте вывод о справедливости утверждения, которое необходимо было проверить в работе.

Контрольные вопросы:

1. Что такое плечо силы?
2. Что называется моментом силы?
3. Сформулируйте «золотое правило» механики.
4. Дайте определение устойчивому равновесию; неустойчивому равновесию; безразличному равновесию.

Лабораторная работа № 4

Определение массы воздуха в помещении

Цель работы: определить массу, число молекул воздуха и их концентрацию в классной комнате.

Оборудование: 1) барометр; 2) термометр; 3) мерная лента или план кабинета.

Теоретическое обоснование:

Масса воздуха в помещении может быть определена с помощью

$$\text{уравнения Менделеева-Клапейрона: } \rho V = \frac{m}{M} RT$$

$$\text{Откуда получим: } m = \frac{pVM}{RT}$$

где p - давление воздуха в Па, измеренное барометром;

$V = a * b * c$ - объем комнаты в м³, a , b , c - длина, высота, ширина комнаты в м;

$M = 29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль - средняя молярная масса воздуха;

$R = 8,31$ Дж/(моль К) - универсальная газовая постоянная;

$T = t + 273$ - абсолютная температура воздуха, t - температура по шкале Цельсия, измеренная термометром.

Порядок выполнения работы:

1. Используя теорию составить таблицу для записи результатов измерений и вычислений.
2. При помощи барометра определить давление воздуха в помещении.
3. Определить температуру воздуха в помещении при помощи термометра.
4. Определить объем помещения: измерить его длину, ширину и высоту.
5. Определить массу воздуха, используя формулу, полученную из уравнения Менделеева-Клапейрона.
6. Определить число молекул воздуха в комнате и их концентрацию.
7. Определить массу воздуха, число молекул -и их концентрацию при нормальных условиях: $p_0 = 760$ мм. рт. ст., $t_0 = 0^\circ\text{C}$ или $T = 273\text{K}$.
8. Сравнить полученные результаты и сделать вывод.

Контрольные вопросы:

1. Что такое давление газа? Чем оно обусловлено?
2. Какими приборами измеряют давление газа?
3. Что называется изопроцессом?
4. Какой физический смысл имеют молярная газовая постоянная и постоянная Больцмана?
5. Выведите уравнение Клапейрона-Менделеева из основного уравнения молекулярно-кинетической теории.

Лабораторная работа № 5

Измерение влажности воздуха

Цель работы: научиться определять влажность воздуха.

Оборудование: 1) штатив демонстрационный; 2) демонстрационный термометр (термометр, марля, сосуд с водой); 3) психрометрическая таблица.

Теоретическое обоснование:

В атмосфере Земли всегда содержатся водяные пары. Их содержание в воздухе характеризуются абсолютной и относительной влажностью. Абсолютная влажность определяется плотностью водяного пара ρ_a , находящегося в атмосфере, или его парциальным давлением p_a . Парциальным давлением p_n называется давлением, которое производил бы водяной пар, если бы все другие газы в воздухе отсутствовали.

Относительной влажностью φ называется отношение парциального давления p_n водяного пара, содержащегося в воздухе, к давлению насыщенного пара $p_{н.п.}$, при данной температуре. Относительная влажность

воздуха φ показывает, сколько процентов составляет парциальное давление от давления насыщенного пара при данной температуре и определяется по формулам:

$$\varphi = \frac{P_n}{P_{н.п.}} \times 100\%$$

$$\varphi = \frac{P_a}{P_{н.п.}} \times 100\%$$

Парциальное давление P_n можно рассчитать по уравнению Менделеева-Клайперона или по точке росы. Точка росы – температура, при которой водяной пар, находящейся в воздухе становится насыщенным.

Относительную влажность воздуха можно определить с помощью специальных приборов.

Порядок выполнения работы:

Задание 1. Записать в тетрадь название работы, цель работы и принадлежности.

Задание 2. Письменно ответить на вопросы (текст вопросов не переписывать):

1. Почему испаряясь, жидкость, понижает свою температуру?
2. При каких условиях термометры психрометра будут показывать одинаковую температуру?
3. Как повысить влажность воздуха в комнате?
4. Как объяснить образование росы и тумана?
5. Как с помощью психрометра определить относительную влажность воздуха?

Задание 3. Начертить таблицу для записи результатов измерений и вычислений:

Таблица

	Физические величины	Данные опыта	№ варианта
	температура воздуха, t_c°		
	показания влажного термометра, $t_{вл}^\circ$		
	относительная влажность воздуха, $B(\%)$		
	плотность насыщенного пара при данной температуре, $P_n(\text{кг}/\text{м}^3)$		
	абсолютная влажность U воздуха, $P_a(\text{кг}/\text{м}^3)$		
	точка росы, t_p°		

Задание 4. Выполнить работу. Данные измерений и вычислений занесите в таблицу.

1. Определить температуру влажного термометра
2. Определить температуру воздуха сухим термометром t_c°
3. Найти разность температур $t_c^\circ - t_{вл}^\circ$ и по психрометрической таблице определить относительную влажность воздуха B .
4. Определить с помощью таблицы плотность насыщающего пара при данной температуре $t_c^\circ - P_n$.
5. Вычислить абсолютную влажность воздуха: $P_a = (B - P_n)/100\%$
6. По таблице плотности насыщающего пара определить точку росы для данных условий: $P_a - t_p^\circ$

Задание 5. Выполнить индивидуальное задание по вариантам.

Контрольные вопросы:

1. Могут ли в ходе опытов температуры «сухого» и «влажного» термометров оказаться одинаковыми?
2. Может ли температура «влажного» термометра оказаться выше температуры «сухого»?

3. Каким может быть предельное значение относительной влажности воздуха?

Лабораторная работа № 6

Определение удельной теплоемкости твердого вещества

Цель работы: опытным путем определить величину удельной теплоемкости вещества и выяснить физический смысл уравнения теплового баланса.

Оборудование: 1) весы оптические на штативе; 2) разновес; 3) исследуемое вещество; 4) калориметр; 5) термометр; 6) электроплитка; 7) сосуд с водой

Порядок выполнения работы:

Задание 1. Записать в тетрадь название работы, цель работы, оборудование.

Задание 2. Начертить таблицу для записи результатов измерений и вычислений.

Таблица

1. масса твердого тела, кг	m_1	
2. температура тела, °С	t_1	
3. масса калориметра, кг	m_2	
4. масса воды, кг	m_3	
5. температура воды и калориметра, °С	$t_2=t_3$	
6. температура смеси, °С	θ	
7. удельная теплоемкость калориметра, Дж/(кг·°К)	c_2	
8. удельная теплоемкость воды, Дж/(кг·°К)	c_3	
9. удельная теплоемкость твердого тела, Дж/(кг·°К)	c_1	
10. табличное значение удельной теплоемкости твердого тела, Дж/(кг·°К)	c_T	
11. относительная погрешность, %	δ	

Задание 3. Выполнить работу:

1. Определить массу исследуемого тела m_1 ;
2. Опустить исследуемое тело в сосуд с водой и нагреть воду до кипения;
3. Определить массу калориметра m_2 ;
4. Налить до половины воды в калориметр и определить массу воды m_3 ;
5. Измерить начальную температуру калориметра с водой $t_2=t_3$;
6. Опустить нагретое тело в калориметр с водой и измерить температуру смеси θ ;
7. Составить уравнение теплового баланса и определить удельную теплоемкость вещества.

Теплота, отданная горячим телом:

$$Q_{\text{отд}}=m_1c_1(t_1-\theta)$$

Теплота, полученная калориметром:

$$Q_{\text{пол.к.}}=m_2c_2(\theta-t_2)$$

Теплота, полученная водой:

$$Q_{\text{пол.в.}}=m_3c_3(\theta-t_3)$$

Уравнение теплового баланса: $Q_{\text{отд}}=Q_{\text{пол}}$

$$m_1c_1(t_1-\theta)=m_2c_2(\theta-t_2)+m_3c_3(\theta-t_3)$$

$$m_1c_1(t_1-\theta)=(\theta-t_2)(m_2c_2+m_3c_3)$$

Так как $t_2=t_3$, $(\theta-t_2)=(\theta-t_3)$

$$c_1=(\theta-t_2)(m_2c_2+m_3c_3)/(m_1(t_1-\theta))\text{Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{К})$$

8. Определить погрешности

$$\Delta=|c_{\text{табл}}-c_1|$$

$$\delta=(\Delta/c)\cdot 100\%$$

9. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу и сделайте вывод.

Контрольные вопросы:

1. Какова разница между теплоемкостью тела и удельной теплоемкостью?

2. В чем смысл уравнения теплового баланса и какое отношение оно имеет к закону сохранения энергии?

Лабораторная работа № 7

Опытная проверка закона Ома для участка цепи

Цель работы: определить характер зависимости силы тока на участке цепи от приложенного к этому участку напряжения и характер зависимости силы тока на участке цепи от величины сопротивления этого участка.

Оборудование: 1) источник электропитания; 2) амперметр; 3) вольтметр; 4) резистор R_1 ; 5) резистор R_2 ; 6) переменный резистор; 7) ключ; 8) соединительные провода.

Порядок выполнения работы:

Опыт 1.

1. Подготовьте таблицу для записи результатов измерений:

Напряжение, В		2,5	3	3,5	4
Сила тока, А (опыт с $R_1 = 12$ Ом)					
Сила тока, А (опыт с $R_2 = 6$ Ом)					

2. Соберите установку, схема которой показана на рисунке 1. Для сборки установки используют сопротивление

$R_1 = 12$ Ом. Переменный резистор включают в схему, вставляя соединительные провода в гнезда 1 и 2 на его подставке.

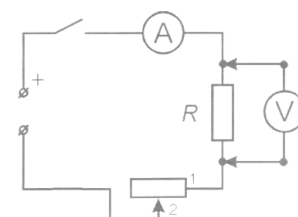


Рис 1

3. Замкните ключ и, вращая ручку переменного резистора, установите на сопротивлении R_1 величину напряжения 2 В.

4. Измерьте и запишите в таблицу величину силы тока в цепи.

5. Повторите измерение силы тока при значениях напряжения на

сопротивлении R_1 , указанных в таблице. Необходимые значения напряжений устанавливают поворотом ручки переменного резистора.

6. Замените в собранной цепи сопротивление R_1 на сопротивление R_2 , величина которого 6 Ом.

7. Измерьте силу тока в сопротивлении R_2 при значениях напряжения на нем 2,5 В; 3 В; 3,5 В и 4 В.

8. Постройте график зависимости силы тока в сопротивлении R_1 от приложенного к нему напряжения.

9. Сделайте вывод о том, как зависит сила тока на участке цепи от приложенного к этому участку напряжения.

10. На том же графике постройте график зависимости силы тока от напряжения на сопротивлении R_2 .

11. Сделайте вывод о том, изменился ли характер зависимости силы тока от напряжения на участке цепи при изменении сопротивления этого участка.

12. Установите, как наклон графика зависимости силы тока от напряжения на участке цепи зависит от сопротивления этого участка.

Опыт 2.

1. Соберите установку, схема которой показана на рисунке 1. При сборке установки используйте сопротивление R_1 , величина которого 12 Ом. Переменное сопротивление включают в схему, вставляя соединительные провода в гнезда 1 и 2 на его подставке.

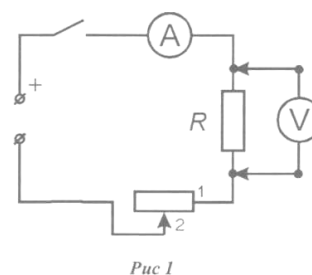


Рис 1

2. Замкните ключ и, вращая ручку переменного сопротивления, установите на сопротивлении R_1 величину напряжения 3 В.

3. Измерьте и запишите значение силы тока в цепи.

4. Замените сопротивление R_1 сопротивлением R_2 , величина которого равна 6 Ом.

5. С помощью переменного сопротивления установите на

сопротивлении R_2 прежнее значение напряжения 3 В.

6. Еще раз измерьте и запишите значение силы тока в цепи.
7. Сравнивая два полученных результата, укажите, как и во сколько раз изменилась сила тока в участке цепи при увеличении его сопротивления в два раза и неизменном напряжении.
8. Повторите опыт, установив на сопротивлении R_2 напряжение 4В.
9. Измерьте и запишите значение силы тока в цепи.
10. Замените сопротивление R_2 на сопротивление R_1 , установите на нем напряжение 4 В и вновь измерьте и запишите значение силы тока в цепи.
11. Сравнивая результаты, полученные при напряжении 4 В, укажите, как и во сколько раз изменилась сила тока в участке цепи при увеличении его сопротивления в два раза.
12. Сделайте общий вывод о том, как зависит сила тока на участке цепи от сопротивления этого участка при неизменном напряжении на нем.

Контрольные вопросы:

1. Какие условия необходимы для возникновения и поддержания электрического тока?
2. Что называют силой тока? Плотностью тока?
3. От чего зависит скорость направленного движения (скорость дрейфа) электронов в проводнике?
4. Сформулируйте закон Ома для участка цепи без ЭДС.

Лабораторная работа № 8

Определение удельного электрического сопротивления проводника

Цель работы: овладеть способом измерения удельного сопротивления проводника.

Оборудование: 1) источник электропитания; 2) амперметр; 3) вольтметр; 4) резистор; 5) ключ; 6) циркуль; 7) линейка.

Теоретическое обоснование:

Известно, что сопротивление проводника зависит от удельного сопротивления материала, из которого он изготовлен и его геометрических размеров:

$$R = \rho \frac{L}{S} \quad (1)$$

Отсюда следует, что определить удельное сопротивление проводника можно, зная его сопротивление, длину и площадь поперечного сечения:

$$\rho = \frac{RS}{L} \quad (2)$$

Если проводником является проволока с круглым сечением, то, так как площадь круга

$$S = \pi \frac{d^2}{4}, \rho = \frac{\pi d^2 R}{4L} \quad (3)$$

Следовательно, для определения удельного сопротивления провода знать его длину, диаметр и сопротивление. При отсутствии омметра – прибора, непосредственно измеряющего сопротивление, проводника, эту величину можно определить с помощью амперметра и вольтметра. По закону Ома для участка цепи:

$$I = \frac{U}{R} \quad \text{или} \quad R = \frac{U}{I}. \quad \text{Тогда} \quad \rho = \frac{\pi U d^2}{4IL}.$$

В работе определяют удельное сопротивление провода, из которого изготовлено проволочное сопротивление R_1 . Его диаметр указан на корпусе. Длину провода определяют с помощью циркуля и линейки.

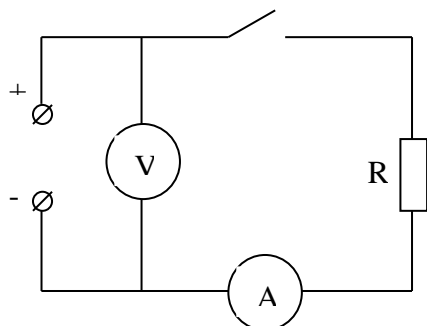
Порядок выполнения работы:

Для измерения удельного сопротивления проводника собирают электрическую цепь, схема которой показана на рисунке 1.

1. Подготовьте таблицу для записи результатов измерений и вычислений:

$L, м$	$d, мм$	$U, В$	$I, А$	$\rho, \frac{Ом * мм^2}{м}$

2. Начертите в тетради схему установки для выполнения работы.



3. С помощью циркуля и линейки измерьте длину одного витка провода, намотанного на каркас панели проволочного сопротивления.

4. Определите число витков провода на каркасе и вычислите его общую длину.

5. Определите диаметр провода.

6. Соберите электрическую цепь.

7. Замкните ключ и измерьте силу тока в цепи и напряжение на проволочном сопротивлении.

8. Вычислите удельное сопротивление проводника.

9. По справочной таблице задачника по физике определите материал провода, из которого изготовлен резистор.

10. Сделайте вывод.

Контрольные вопросы:

- 1) R, I, U, l, ρ - назови величины и их единицы измерения
- 2) Чему равно удельное сопротивление алюминия? вольфрама? Как ты это определил?
- 3) Как включается в цепь вольтметр? амперметр?
- 4) Как зависит сопротивление реостата от вида материала, из которого он изготовлен (т.е. от удельного сопротивления)?

5) Для чего на электрифицированных железных дорогах в стыках рельсов устанавливают соединители в виде жгутов из толстой медной проволоки, приваренных к обоим концам обоих рельсов?

6) 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?

Лабораторная работа № 9

Изучение последовательного и параллельного соединения проводников

Цель работы: экспериментально проверить утверждение о том, что для электрической цепи, содержащий два последовательных соединений сопротивления R_1 и R_2 , справедливы равенства: $R_{12} = R_1 + R_2$; $U_{12} = U_1 + U_2$ и $\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_2}{R_1}$, где U_1 и U_2 – падения напряжения на соответствующих сопротивлениях и экспериментально проверить утверждение о том, что для электрической цепи, содержащей два параллельно соединенных участка, справедливы равенства: $I_{12} = I_1 + I_2$; $1/R_{12} = 1/R_1 + 1/R_2$ и $I_1/I_2 = R_2/R_1$, где I_1 и I_2 – токи, протекающие через соответствующие сопротивления.

Оборудование: 1) электропитание; 2) резистор R_1 ; 3) резистор R_2 ; амперметр; 5) вольтметр; 6) ключ; 7) соединительные провода.

Схема установки для выполнения работы показана на рисунке 1. К источнику питания подключают цепь, состоящую из двух проволочных сопротивлений, амперметра и ключа, соединенных последовательно. Напряжение измеряют вольтметром, который в ходе опыта подключают к различным участкам цепи.

Сопротивление участков цепи определяют по показаниям амперметра и вольтметра на основе закона Ома для участков цепи $R = U/I$.

Порядок выполнения работы:

Опыт 1:

1. Подготовьте в тетради таблицу для записи результатов измерений и вычислений:

I, А	U ₁ ,В	U ₂ ,В	U ₁₂ ,В	R ₁ ,Ом	R ₂ ,Ом	R ₁₂ ,Ом	U ₁ /U ₂	R ₂ /R ₁

2

Нарисуйте в тетради схему электрической цепи (рис. 1).

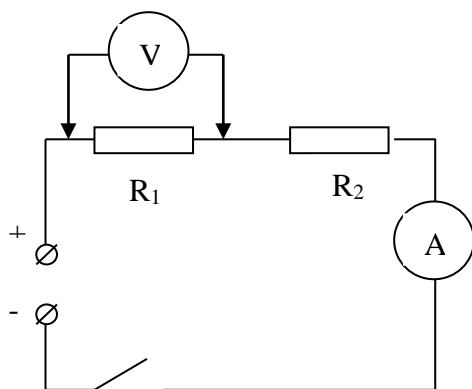


Рис 1

3. Соберите установку и измерьте силу тока в цепи I и напряжение U_1 на первом сопротивлении R_1 .

4. Измените схему установки так, чтобы она позволяла измерить напряжение на втором сопротивлении. Схему зарисуйте в тетрадь.

5. Измерьте напряжение U_2 на втором сопротивлении R_2

6. Вычислите сумму напряжений U_1+U_2 .

7. Измените схему установки так, чтобы она позволяла измерить общее напряжение на двух сопротивлениях. Схему зарисуйте в тетрадь.

8. Измерьте общее напряжение на двух сопротивлениях U_{12} .

9. Проверьте, выполняется ли равенство: $U_{12} = U_1 + U_2$.

10. По данным произведенных измерений вычислите величины сопротивлений R_1 , R_2 и R_{12} .

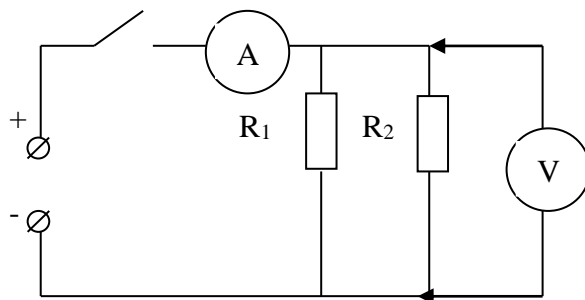
11. Вычислите сумму $R_1 + R_2$ и проверьте справедливость равенства $R_{12} = R_1 + R_2$.

12. Вычислите отношения $\frac{U_1}{U_2}$ и $\frac{R_2}{R_1}$ и проверьте справедливость равенства $\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_2}{R_1}$.

Опыт 2:

1. Подготовьте в тетради таблицу для записи результатов измерений и вычислений:

2. Нарисуйте в тетради схему электрической цепи.



3. Соберите установку и измерьте напряжение U и силу тока в первом сопротивлении I_1

4. Измерьте схему установки так, чтобы она позволяла измерить силу тока во втором сопротивлении. Схему зарисуйте в тетрадь.

5. Соберите установку и измерьте силу тока во втором сопротивлении I_2 .

6. Вычислите сумму токов $I_1 + I_2$.

7. Измените схему установки так, чтобы она позволяла измерить общую силу тока в цепи I_{12} .

8. Проверьте, выполняется ли равенство $I_{12} = I_1 + I_2$.

9. По данным проверенных измерений вычислите величины сопротивлений R_1 , R_2 и R_{12} , а также величины $1/R_1$, $1/R_2$, $1/R_{12}$.

10. Вычислите сумму $1/R_1 + 1/R_2$ и проверьте справедливость равенства $1/R_{12} = 1/R_1 + 1/R_2$.

11. Вычислите отношения I_1/I_2 и R_2/R_1 и проверьте справедливость равенства $I_1/I_2 = R_2/R_1$

12. Сделайте вывод.

Контрольные вопросы:

1. Какие сопротивления можно получить, имея три резистора по 6 кОм?
2. Сопротивление одного из последовательно включенных проводников в n раз больше сопротивления другого. Во сколько раз изменится сила тока в цепи (напряжение постоянно), если эти проводники включить параллельно?
3. Какую гидродинамическую аналогию можно использовать для моделирования последовательного и параллельного соединения проводников?
4. Как зависит мощность, выделяемая в проводниках с током, от типа их соединения?
5. Как соединены потребители электроэнергии в квартирах? Почему?

Лабораторная работа № 10

Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока

Цель работы: изучить метод измерения ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока помощью амперметра и вольтметра.

Оборудование: 1) источник тока;
2) амперметр; 3) вольтметр; 4) резистор;
5) ключ; 6) зажим; 7) соединительные провода

Для измерения ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока собирают электрическую цепь, схема которой показана на рисунке 1.

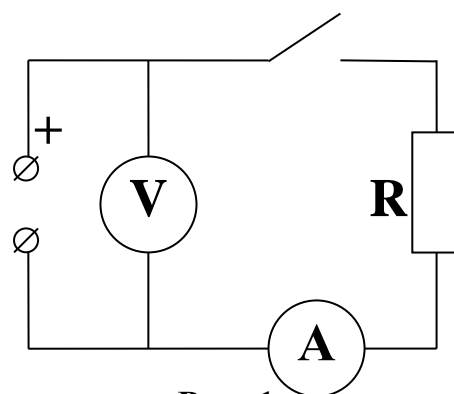


Рис. 1

К источнику тока подключают амперметр, сопротивление и ключ, соединенные последовательно. Кроме того, непосредственно к выходным гнездам источника подключают еще и вольтметр.

ЭДС измеряют по показанию вольтметра при разомкнутом ключе. Этот прием определения ЭДС основан на следствии из закона Ома для полной цепи, согласно которому при бесконечно большом сопротивлении внешней цепи напряжения на зажимах источника равно его ЭДС.

Для определения внутреннего сопротивления источника замыкают ключ К. При этом в цепи можно условно выделить два участка: внешний (тот, который подключен к источнику) и внутренний (тот, который находится внутри источника тока). Поскольку ЭДС источника равна сумме падения напряжения на внутреннем и внешнем участках цепи:

$$\varepsilon = U_r + U_R, \text{ то } U_r = \varepsilon - U_R$$

(1)

По закону Ома для участка цепи $U_r = I \cdot r$ (2). Подставив равенство

(2) в (1) получают: $I \cdot r = \varepsilon - U_R$, откуда $r = \frac{\varepsilon - U_R}{I}$

(3)

Следовательно, чтобы узнать внутреннее сопротивление источника тока, необходимо предварительно определить его ЭДС, затем замкнуть ключ и измерить падение напряжения на внешнем сопротивлении, а также силу тока в нем.

Порядок выполнения работы:

1. Подготовьте таблицу для записи результатов измерений и вычислений:

$\varepsilon, \text{В}$	$U_R, \text{В}$	$I, \text{А}$	$r, \text{Ом}$

2. Начертите схему в тетради для измерения ЭДС и внутреннего сопротивления источника.

3. После проверки схемы соберите электрическую цепь. Ключ разомкните.
4. Измерьте величину ЭДС источника.
5. Замкните ключ и определите показания амперметра и вольтметра.
6. Вычислите внутреннее сопротивление источника.
7. Сделайте вывод.

Контрольные вопросы:

1. Раскройте физический смысл понятия «Электродвижущая сила» источника тока.
2. Почему, определяя пригодность к использованию гальванического элемента, недостаточно ограничиться лишь измерением его ЭДС?
3. Верно ли утверждение о том, что внутреннее сопротивление аккумулятора может изменяться с течением времени?

Лабораторная работа № 11

Наблюдение действия магнитного поля на ток

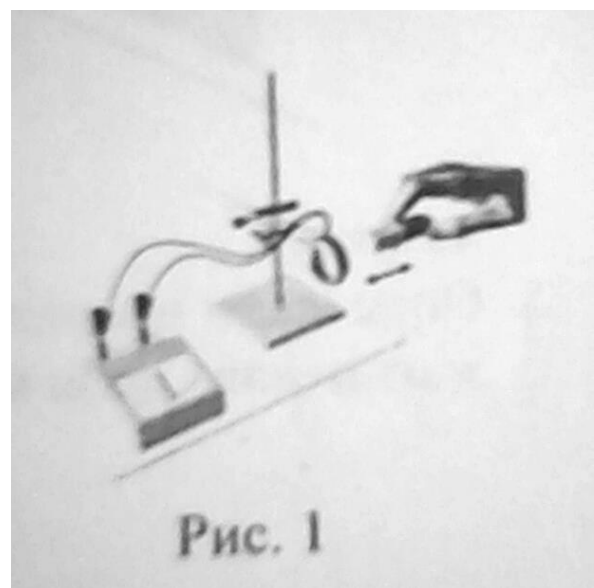
Цель работы: экспериментально определить зависимость действия магнитного поля на проводник с током от силы и направления тока в нем.

Оборудование: 1) источник электропитания; 2) катушка – моток; 3) переменный резистор; 4) ключ; 5) полосовой магнит; 6) штатив с муфтой и лапкой;
7) соединительные провода.

В работе исследуют взаимодействие проволочной катушки – мотка, подвешенной на штативе, с постоянным магнитом, также установленном на этом штативе рядом с катушкой. Последовательно с катушкой включают переменное сопротивление, что позволяет менять в ходе опыта силу тока в ней. Электрическая схема установки показана на рисунке 1.

Порядок выполнения работы:

1. Соберите экспериментальную установку, как показано на рисунке 2. Катушка и магнит должны располагаться так, чтобы плоскость катушки была перпендикулярна продольной оси магнита. Край магнита должен выступать на 1,5 – 2 см за основание штатива и находится в центре катушки.



2. Переменное сопротивление включите в цепь так, чтобы с его помощью можно было изменять силу тока в катушке. Ползунок переменного сопротивления поставьте в такое положение, при котором в цепи протекал бы минимальный ток.

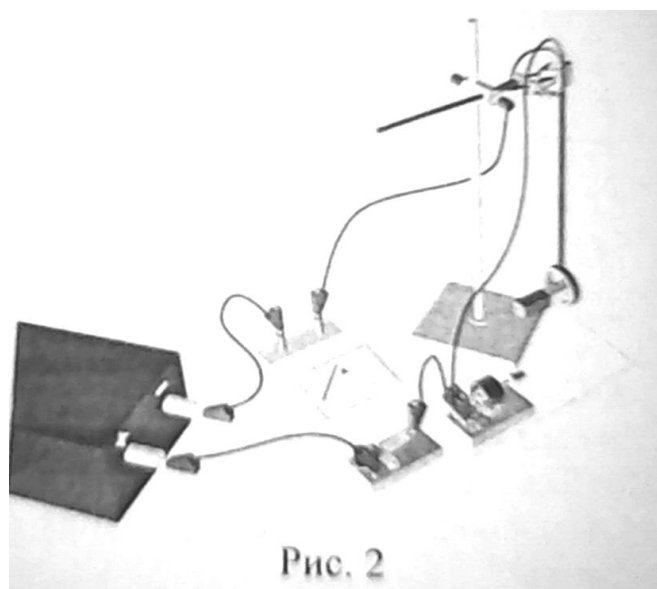
3. Замкните ключ и по изменению положения катушки сделайте вывод о характере действия на нее магнита.

4. Увеличивая с помощью переменного сопротивления ток в цепи, установите, как зависит действие магнитного поля на катушку от направления тока в ней.

5. Изменив подключение соединительных проводов к источнику питания, установите, как зависит действие магнитного поля на катушку от направления тока в ней.

6. Измените, положение полюсов магнита на противоположенное и повторите действия, указанные в пунктах 3, 4 и 5.

7. Для каждого этапа опыта сделайте схематические рисунки, отражающие изменения во взаимодействии магнита и катушки при измерении режимов работы установки.



8. Укажите на рисунках направления магнитного поля магнита, тока в катушке и магнитного поля катушки.

9. Объясните результаты наблюдений.

10. Сделайте вывод.

Контрольные вопросы:

1. Сформулируйте закон Ампера.
2. Объясните взаимодействие токов.

Лабораторная работа № 12

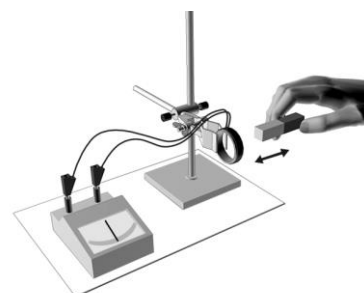
Изучение явления электромагнитной индукции

Цель работы: проверить на опыте зависимость ЭДС индукции от скорости изменения магнитного поля.

Оборудование: 1) миллиамперметр; 2) катушка-моток – 1 шт.; 3) постоянный магнит; 4) штатив с муфтой и лапкой.

Порядок выполнения работы:

1. Закрепите в лапке штатива катушку и подключите ее к гнездам миллиамперметра.



2. Приближая и удаляя с разной скоростью магнит к катушке, установите по показаниям миллиамперметра, как зависит величина индукционного тока от скорости изменения магнитного поля в месте расположения катушки.

3. Установите, зависит ли направление индукционного тока от положения полюсов движущегося магнита.

4. Повторите опыты, закрепив в лапке штатива магнит, приближая и удаляя к нему и от него катушку.

5. Определив направление намотки провода в катушке, направление тока в ней и направление магнитного поля магнита, проверьте справедливость правила Ленца.

6. Сделайте вывод.

Контрольные вопросы:

1. Дать определение явления электромагнитной индукции.
2. Как читается правило Ленца? Как пользоваться правилом Ленца?
3. В чем отличие силы Ампера от силы Лоренца?
4. Сформулируйте правило буравчика для витка с током.
5. Совершает или не совершает силы Лоренца работу при движении заряда в магнитном поле и почему?
6. На чем основано действие электродвигателей и ряда электроизмерительных приборов.

Лабораторная работа № 13

Исследование зависимости периода колебаний маятника

от длины подвеса

Цель работы: состоит в экспериментальной проверке формулы, связывающей период колебаний маятника с длиной его подвеса и в определении ускорения свободного падения на основе зависимости периода колебаний маятника на подвесе от длины подвеса.

Оборудование: 1) штатив со штативной лапой и муфтой; 2) нить с петлями на концах; 3) груз с крючком; 4) линейка; 5) электронный секундомер.

Теоретическое обоснование:

Тело, подвешенное на нити, может совершать колебания, период которых определяется формулой: $T = 2\pi\sqrt{l/g}$ (1)

где l – длина подвеса, а g – ускорение свободного падения.

Нужно помнить, что зависимость периода колебаний от длины, выраженная формулой (1), справедлива лишь для таких маятников, у которых длина подвеса значительно (не менее чем в десять раз)

превосходит размер подвешенных грузов (длиной нити следует считать расстояние от точки подвеса до центра тяжести груза).

Из этой формулы следует, например, что период колебаний изменится вдвое при изменении длины подвеса в четыре раза.

Это следствие и проверяют в работе. Поочередно испытывают два маятника, длины подвесов которых отличаются в четыре раза. Каждый из маятников приводят в движение и измеряют время, за которое он совершит определенное количество колебаний. Чтобы уменьшить влияние побочных факторов, опыт с каждым маятником проводят несколько раз и находят среднее значение времени, затраченное маятником на совершение заданного числа колебаний. Затем вычисляют периоды маятников и находят их отношение.

Если груз, подвешенный на нити, колеблется, а его размеры значительно меньше, чем длина нити, то период колебаний может быть определен из формулы:

$$T = 2\pi\sqrt{l/g} \quad (1),$$

где l – длина нити (точнее расстояние от точки подвеса до центра тяжести груза), g – ускорение свободного падения. Зная период колебаний и длину нити, на основании этой формулы можно определить ускорение свободного падения:

$$g = 4l\pi^2 / T^2 \quad (2)$$

Длину нити измеряют линейкой, а период – по времени t , за которое маятник совершит определенное количество колебаний N : $T=t/N$.

Причём угол отклонения нити от вертикали при колебаниях груза не должен быть слишком велик (до 5-7 градусов), иначе формула для определения ускорения свободного падения перестает быть верной.

Порядок выполнения работы:

Задание 1. Подготовьте таблицу для записи результатов измерений и вычислений:

l , м	№ опыта	N	t , с	t_{cp} , с	T , с
$l_1=$	1				
$l_2=$	2				

2. Закрепите штативную лапу в муфте у верхнего края стержня штатива. Штатив разместите на столе так, чтобы конец перекладины выступал за край поверхности стола. Подвесьте к штативной лапе с помощью нити один груз из набора. Расстояние от точки повеса до центра груза должно быть 25-30 см.

3. Подготовьте электронный секундомер к работе в ручном режиме.

4. Отклоните груз на 5-6 см от положения равновесия и замерьте время, за которое груз совершит 30 полных колебаний (при отклонении груза следите, чтобы угол отклонения не был велик).

5. Повторите измерение 3-4 раза и определите среднее время t_{cp1} .

6. Вычислите период колебаний груза с длиной подвеса 25-30 см: $T_1 = t_{cp1}/N$

7. Увеличьте длину подвеса в четыре раза.

8. Повторите серию опытов с маятником новой длины и измерьте его период колебаний $T_2 = t_{cp2}/N$

9. Сравните периоды колебаний двух маятников, длины которых отличались в четыре раза, и сделайте вывод относительно справедливости формулы (1). Укажите возможные причины расхождения результатов.

10. Закрепите штативную лапу у верхнего края стержня штатива. Штатив разместите на столе так, чтобы конец перекладины выступал за край поверхности стола. Подвесьте к перекладине один груз из набора. Груз должен висеть в 3-4 см от пола.

11. Для записи результатов измерений и вычислений подготовьте таблицу:

№ опыта	l , м	N	t , с	t_{cp} , с	T , с	g , м/с ²

12. Измерьте лентой длину маятника l (длину нити нужно выбирать максимально возможной, для уменьшения угла отклонения нити от вертикали).

13. Подготовьте измеритель времени к работе в режиме секундомера.

14. Отклоните маятник на 5-10 см и отпустите его (убедитесь, что при этом максимальный угол отклонения груза от вертикали не превышает указанной величины).

15. Замерьте время t , за которое он совершит 40 полных колебаний.

16. Повторите опыт 5-7 раз, после чего вычислите среднее время, за которое маятник сделает 40 колебаний t_{cp} .

17. Вычислите период колебаний $T = t_{cp}/N$

18. Вычислите по формуле (2) ускорение свободного радения.

19. Определите относительную ошибку полученного результата ε :
 $\varepsilon = |g_{изм} - g| * 100\% / g$, где $g_{изм}$ – величина ускорения свободного падения, определенная по результатам проделанной работы, g – значение, взятое из справочника.

20. Сделайте вывод.

Контрольные вопросы:

1. Изменится ли период колебания маятника при перенесении с Земли на Луну?

2. Можно ли при определении периода ограничиться двумя, тремя, десятью колебаниями? В каком случае период будет определяться более точно?

3. Где применяется маятник?

4. Применяется ли маятник в вашей профессии? Если да, то приведите примеры.

Лабораторная работа № 14

Измерение показателя преломления стекла

Цель работы: измерить показатель преломления стекла с помощью плоскопараллельной пластинки.

Оборудование: 1) плоскопараллельная пластинка со скошенными гранями; 2) линейка измерительная; 3) угольник ученический.

Теоретическое обоснование:

Метод измерения показателя преломления с помощью плоскопараллельной пластинки основан на том, что луч, прошедший плоскопараллельную пластинку, выходит из нее параллельно направлению падения.

Согласно закону преломления показатель преломления среды

Для вычисления $\sin \alpha$ и $\sin \beta$ на листе бумаги проводят две параллельные прямые AB и CD на расстоянии 5—10 мм друг от друга и кладут на них стеклянную пластинку так, чтобы ее параллельные грани были перпендикулярны этим линиям. При таком расположении пластинки параллельные прямые не смещаются (рис. 1, а).

Располагают глаз на уровне стола и, следя за прямыми AB и CD сквозь стекло, поворачивают пластинку вокруг вертикальной оси против часовой стрелки (рис. 1, б). Поворот осуществляют до тех пор, пока луч QC не будет казаться продолжением BM и MQ .

Для обработки результатов измерений обводят карандашом контуры пластинки и снимают ее с бумаги. Через точку M проводят перпендикуляр O_1O_2 к параллельным граням пластинки и прямую MF .

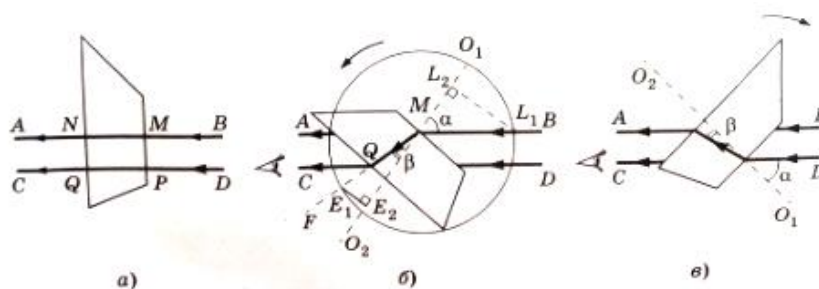


Рис. 1

Затем на прямых BM и MF откладывают равные отрезки $ME_1 = ML_1$ и опускают с помощью угольника из точек L_2 и E_1 перпендикуляры L_1L_2 на прямую O_1O_2 . Из прямоугольных треугольников L_1L_2M и E_1E_2M находим

$$\sin \alpha = \frac{L_1L_2}{ML_1}, \text{ а } \sin \beta = \frac{E_1E_2}{ME_1}.$$

$$\text{Следовательно, } n = \frac{L_1L_2}{E_1E_2}$$

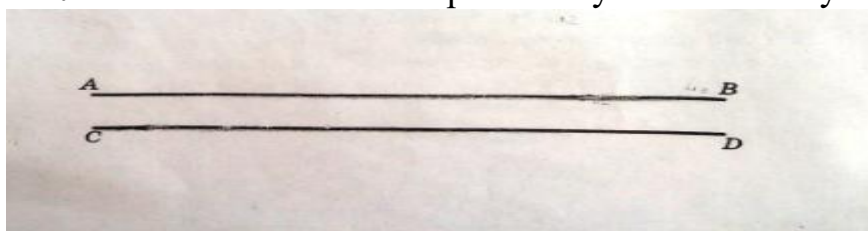
т. е. измерение коэффициента преломления сводится к измерению линейкой длин отрезков L_1L_2 и E_1E_2 .

Отметим, что можно с помощью циркуля построить окружность с центром в точке M и радиусом ME , а затем построить треугольники L_1L_2M и E_1E_2M .

Аналогичные построения можно сделать и при повороте плоскопараллельной пластинки по часовой стрелке (рис. 1, в) и найти второе числовое значение показателя преломления стекла. Тогда за окончательный результат берут их среднее значение.

Порядок выполнения работы:

1. Положите плоскопараллельную пластинку на параллельные



прямые AB и CD .

а) Сначала ориентируйте параллельные грани пластинки перпендикулярно AB и CD . Убедитесь, что параллельные линии при этом не смещаются.

б) Расположите глаз на уровне стола и, следя за линиями AB и CD сквозь стекло, поворачивайте пластинку вокруг вертикальной оси против часовой стрелки до тех пор, пока луч QC не будет казаться продолжением

BM и MQ .

2. Обведите карандашом контуры пластинки, после чего снимите ее с бумаги.

3. Через точку M (см. рис. 1,6) проведите с помощью угольника перпендикуляр O_1O_2 к параллельным граням пластинки и прямую MF (продолжение MQ).

4. С центром в точке M проведите окружность произвольного радиуса, отметьте на прямых BM и MF точки L_1 и L_2 (ML_1 и ME_1).

5. Опустите с помощью угольника перпендикуляры из точек L_1 и E_1 на прямую O_1O_2 .

6. Измерьте линейкой длину отрезка L_1L_2

$$L_1L_2 = \Delta\alpha = \dots$$

7. Запишите окончательный результат измерения.

$$\alpha \pm \Delta\alpha =$$

8. Измерьте линейкой длину отрезка E_1E_2 .

$$E_1E_2 = b = \quad , \quad \Delta b = \quad '$$

9. Запишите окончательный результат измерения.

$$b \pm \Delta b =$$

10. Рассчитайте показатель преломления стекла по формуле (2).

$$n = \frac{L_1L_2}{E_1E_2} = \frac{a}{b} =$$

11. Найдите абсолютную погрешность измерения показателя преломления стекла.

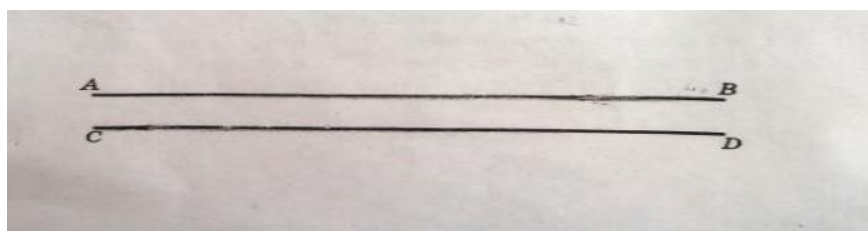
$$\Delta n = n \cdot \varepsilon = n \left(\frac{\Delta\alpha}{\alpha} + \frac{\Delta b}{b} \right) =$$

12. Запишите окончательный результат измерения коэффициента преломления стекла.

$$n \pm \Delta n =$$

Дополнительное задание:

Измерить показатель преломления стекла при повороте плоскопараллельной пластинки по часовой стрелке (см. рис. 1, в)



1. $L_1 L_2$

2. $E_1 E_2$

3. $n = \frac{L_1 L_2}{E_1 E_2}$

4. Найдите среднее арифметическое значение показателя преломления стекла по результатам двух измерений.

$n =$

5. Сделайте вывод.

Контрольные вопросы:

1. Сформулируйте закон отражения света.
2. Сформулируйте закон преломления света.
3. Луч переходит из оптически более плотной в оптически менее плотную среду. Какой угол больше: падения или преломления?
4. Какой показатель преломления называют абсолютным? Относительным?
5. Как пойдет луч, если на границу раздела двух сред он падает под углом больше предельного?
6. Приведите примеры использования законов отражения и преломления в оптических приборах, с которыми вам приходится встречаться в повседневной практике?

Лабораторная работа №15

Изучение интерференции и дифракции света

Цель работы: пронаблюдать и описать явления при прохождении света через два пленочных поляроида, при падении света на нить малого диаметра и на две узкие щели, расположенные близко друг к другу.

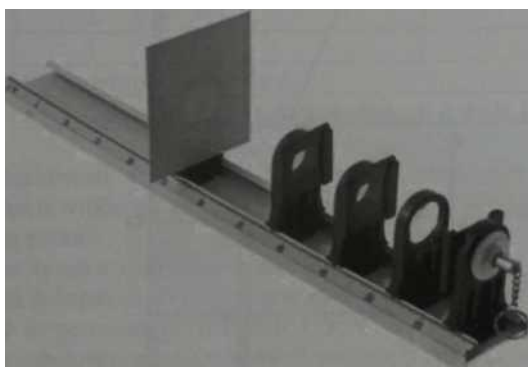
ВНИМАНИЕ! При работе с лазерным источником света **НЕЛЬЗЯ** направлять его в глаза!

Оборудование: 1) лазерный источник света и светодиодный в одном корпусе; 2) оправка для крепления источника света; 3) стойка для укрепления источника света; 4) поляроиды в рамках (2 шт.); 5) оправка с тонкой нитью (медная проволока); 6) оправка с двумя щелями; 7) стойки для укрепления рамок с поляроидами; 8) оправки с нитью и оправки со щелями.

Порядок выполнения работы:

1. Соберите оптическую систему (рис.1а), установив на оптическую скамью держатель с диодным источником света, собирающую линзу №2 с большим фокусным расстоянием, стойки с круглыми вставками для держателей рамок с поляроидами и экран на держателе. Выбор из двух линз линзы с большим фокусным расстоянием осуществляется по расстоянию до изображения от удаленного источника (лампы на потолке, рис.1б)

2. Включите диод, повернув корпус внутри оправки на 90° , и закрепите источник в держателе. Переместите собирающую линзу так, чтобы световое пятно по размеру соответствовало размеру первого поляроида, и приблизьте экран на расстояние 5 см от второго держателя для поляроидов (рис.1).



а)



б)

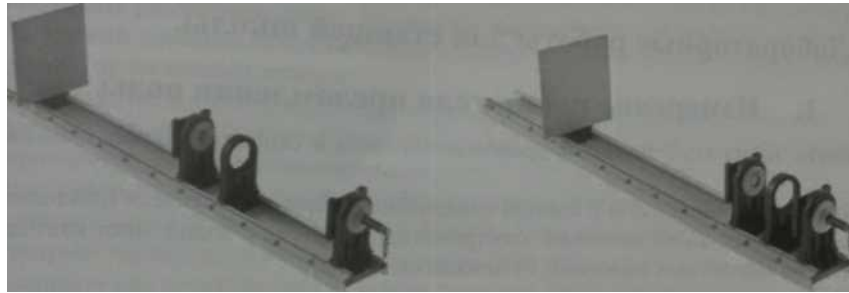
Рис. 1

3. Добейтесь, чтобы на экране наблюдалось светлое пятно равномерной освещенности. Вставьте второй поляроид во второй держатель. Обратите внимание на яркость пятна на экране. Поверните второй поляроид на 90° и сравните яркость пятна на экране при двух положениях поляроида.

4. Выньте второй поляроид из держателя и, оставляя его в пучке света, идущего к экрану, медленно поворачивайте вокруг оси, проходящей перпендикулярно пленочному поляриду на 360° . Опишите наблюдаемые изменения яркости пятна на экране в тетради.

5. Выньте источник света из стойки. Погасите светодиодный источник света и зажгите лазерный, сместив корпус источника относительно оправки и повернув его на 90° вокруг продольной оси. Укрепите включенный лазерный источник света на стойке.

6. Уберите один держатель с поляроидом с оптической скамьи, а во второй вставьте оправку с тонкой нитью (рис.2а)



а)

б)

Рис.2

7. Сдвиньте держатель с нитью ближе к экрану и, смещая источник света с оправкой относительно держателя, добейтесь того, чтобы луч лазера попадал в середину нити, идущей поперек оправки, и перекрывал его.

8. Перемещая держатель с нитью к линзе, наблюдайте за видом тени от нити на экране в ходе такого перемещения. Если нить уходит из светового пучка, меняйте положение лазерного источника света в держателе.

9. Выключите лазерный источник света и опишите наблюдаемые на экране явления. Зарисуйте форму тени в случае, когда нить близка к экрану и когда близка к линзе.

10. Замените оправку с нитью на оправку с двумя щелями, нанесенными на зеркальное покрытие (рис.26), включите лазерный источник света и добейтесь, чтобы пучок лазерного света перекрывал обе щели. Опишите наблюдаемую на экране картину и зарисуйте ее.

11. Соотнесите наблюдаемые явления с дифракцией, интерференцией и поляризацией световых волн и внесите названия этих явлений в соответствующие описания явлений в тетради. Нарисуйте схемы установок для наблюдения этих явлений, подпишите названия установок и детали оптических схем.

12. Сделайте вывод.

Контрольные вопросы:

1. Почему часть мыльной пленки не окрашена цветными

полосами?

2. Как объяснить увеличение ширины цветных полос на мыльной пленке с течением времени?

3. Почему цвет центральной полосы дифракционной картины отличается от цвета полос, расположенных рядом?

4. Как расстояние между нитями капроновой ткани влияет на картину дифракции?

5. Почему при увеличении ширины щели яркие цветные полосы сближаются?

Список литературы:

Основные источники:

1. Дмитриева В.Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля: Учебник для образовательных учреждений начального и среднего профессионального образования/ В.Ф.Дмитриева - 4-е изд., стер – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 448с.
2. Пурышева Н.С. Базовый уровень: учеб.для общеобразовательных учреждений / Н.С. Пурышева, под ред. Н.С. Пурышевой. – 4-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2011. - 255, [1] с.: ил.
3. Электронный ресурс <http://znanium.com>

Дополнительные источники

1. Пинский А.А. Физика: Учебник для 10 кл. – М., 2001.
2. Пинский А.А. Физика и астрономия: Учебник для 10 кл. – М., 2001.
3. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б, Физика: Учебник для 10 кл. – М., 2005.
4. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б, Физика: Учебник для 11 кл. – М., 2005.
5. Кабардин О.Ф. Физика: справочное пособие. – М., 2002.
6. Степанова Г.Н. Сборник задач по физике: 10-11 класс общеобразовательных учреждений. – М., 2006.

Интернет-ресурсы

1. www.fcior.edu.ru (Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов).
2. www.dic.academic.ru (Академик. Словари и энциклопедии).
3. www.st-books.ru (Лучшая учебная литература).
4. www.ru/book (Электронная библиотечная система).
5. www.alleng.ru/edu/phys.htm (Образовательные ресурсы Интернета — Физика).