

Филиал Государственного бюджетного профессионального
образовательного учреждения Иркутской области
«Иркутский колледж автомобильного транспорта
и дорожного строительства» в поселке Улькан

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
ОУД. 15 Физика
по программе подготовки квалифицированных рабочих и служащих
15.01.31 Мастер контрольно-измерительных приборов и автоматики

2020

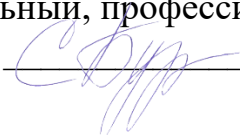
Методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине Физика разработаны на основе ФГОС СПО 15.01.31 Мастер контрольно-измерительных приборов и автоматики и рабочей программы дисциплины.

Организация-разработчик: Филиал Государственного бюджетного профессионального образовательного учреждения Иркутской области «Иркутский колледж автомобильного транспорта и дорожного строительства» в поселке Улькан

Составитель:

Рыкова Елена Станиславовна, преподаватель ВКК

Рассмотрены и одобрены на заседании методической комиссии
«Общеобразовательный, профессиональный цикл»

Руководитель МК  Бурлакова С.С.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	4
2. ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРАВИЛАМ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	7
3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	8
4. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ОТЧЕТА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ	9
5. ИНСТРУКЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.	10
Л.р. №1 "Изучение равнопеременного движения"	10
Л.р. №2 «Исследование движения тела под действием постоянной силы»	14
Л.р. №3 «Изучение особенностей силы трения (скольжения)»	16
Л.р. №4 Изучение закона сохранения импульса.	18
Л.р. №5 Сохранение механической энергии при движении тела под действием сил тяжести и упругости.	22
Л.р. №6 Изучение законов сохранения на примере удара шаров и баллистического маятника.	24
Л.р. №7 Сравнение работы силы с изменением кинетической энергии тела.	26
Л.р. №8 Наблюдение броуновского движения.	29
Л.р. №9 Измерение влажности воздуха.	31
Л.р. №10 Изучение особенностей теплового расширения воды.	33
Л.р. №11 Измерение поверхностного натяжения жидкости.	35
Л.р. №12 Наблюдение процесса кристаллизации	38
Л.р. №13 Изучение теплового расширения твердых тел.	41
Л.р. №14 Изучение деформации растяжения.	43
Л.р. № 15 Изучение закона Ома для участка цепи, последовательного соединения проводников.	45
Л.р. № 16 Изучение параллельного соединения проводников.	48
Л.р. №17 Изучение закона Ома для полной цепи.	50
Л.р. № 18 Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника напряжения.	52
Л.р. №19 Определение коэффициента полезного действия электрического чайника.	54
Л.р. № 20 Определение температуры нити лампы накаливания.	56
Л.р. №21 Изучение явления электромагнитной	58

индукции.	
Л.р. №22 Изучение зависимости периода колебаний нитяного (или пружинного) маятника от длины нити (или массы груза).	60
Л.р. №23 Индуктивное сопротивления в цепи переменного тока.	61
Л.р. № 24 Ёмкостное сопротивления в цепи переменного тока.	63
Л.р. №25 Изучение изображения предметов в тонкой линзе.	65
Л.р. №26 Изучение интерференции света.	67
Л.р. №27 Изучение дифракции света.	69
Л.р. №28 Градуировка спектро스코па и определение длины волны спектральных линий.	70

1. Пояснительная записка

Методические указания по выполнению лабораторных работ составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины «Физика» для оказания помощи обучающимся в организации и успешном выполнении лабораторных работ.

При изучении учебной дисциплины «Физика» на проведение лабораторных работ отводится 28 часов.

Освоение содержания учебной дисциплины «Физика», обеспечивает достижение студентами следующих **результатов**:

личностных:

- чувство гордости и уважения к истории и достижениям отечественной физической науки; физически грамотное поведение в профессиональной деятельности и в быту при обращении с приборами и устройствами;
- готовность к продолжению образования и повышения квалификации в избранной профессиональной деятельности и объективное осознание роли физических компетенций в этом;
- умение использовать достижения современной физической науки и физических технологий для повышения собственного интеллектуального развития в выбранной профессиональной деятельности;
- самостоятельно добывать новые для себя физические знания, используя для этого доступные источники информации;
- умение выстраивать конструктивные взаимоотношения в команде по решению общих задач;
- умение управлять своей познавательной деятельностью, проводить самооценку уровня собственного интеллектуального развития.

метапредметных:

- использовать различные виды познавательной деятельности для решения физических задач, применять основные методы познания (наблюдение, описание, измерение, эксперимент) для изучения различных сторон окружающей действительности;
- использовать основные интеллектуальные операции: постановка задачи, формулирование гипотез, анализ и синтез, сравнение, обобщение, систематизация, выявление причинно-следственных связей, поиск аналогов, формулирование выводов для изучения различных сторон физических объектов, физических явлений и физических процессов, с которыми возникает необходимость сталкиваться в профессиональной сфере;
- умение генерировать идеи и определять средства, необходимые для их реализации;
- умение использовать различные источники для получения физической информации, умение оценить её достоверность;
- умение анализировать и представлять информацию в различных видах;

- умение публично представлять результаты собственного исследования, вести дискуссии, доступно и гармонично сочетая содержание и формы представляемой информации.

предметных:

- сформированность представлений о роли и месте физики в современной научной картине мира; понимание физической сущности наблюдаемых во Вселенной явлений; понимание роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;
- владение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; уверенное использование физической терминологии и символики;
- владение основными методами научного познания, используемыми в физике: наблюдение, описание, измерение, эксперимент;
- умения обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;
- сформированность умения решать физические задачи;
- сформированность умения применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе, в профессиональной сфере и для принятия практических решений в повседневной жизни;
- сформированность собственной позиции по отношению к физической информации, получаемой из разных источников.

Критерии оценивания лабораторной работы

Оценка	Критерии оценки работы студента
«Отлично»	лабораторная работа выполнена с соблюдением правил техники безопасности; протокол лабораторной работы оформлен во время занятия, содержит подробное описание всех этапов лабораторной работы. Дано правильное развернутое санитарно-гигиеническое заключение, подтвержденное подписью преподавателя.
«Хорошо»	лабораторная работа выполнена с соблюдением правил техники безопасности; протокол лабораторной работы оформлен во время занятия; этапы лабораторной работы описаны недостаточно подробно. Санитарно-гигиеническое заключение, подтвержденное подписью преподавателя, содержит незначительные ошибки.
«Удовлетворительно»	лабораторная работа выполнена с небольшими нарушениями правил техники безопасности; протокол лабораторной работы оформлен во время занятия, но в нем отсутствует описание некоторых этапов лабораторной работы. Санитарно-гигиеническое заключение, подтвержденное подписью преподавателя, содержит не грубые ошибки.
«Неудовлетворительно»	лабораторная работы выполнена с серьезными нарушениями техники безопасности, протокол лабораторной работы не оформлен во время занятия или содержит грубые ошибки в оформлении и заключении.

Уважаемый студент!

Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по дисциплине Физика созданы Вам в помощь для работы на занятиях, подготовки к лабораторным работам, правильного составления отчетов.

Приступая к выполнению лабораторной работы, Вам необходимо внимательно прочитать ее цели, ознакомиться с требованиями к уровню Вашей подготовки в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами третьего поколения, краткими теоретическими и учебно-методическими материалами по теме лабораторной работы, ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.

Отчет о лабораторной работе выполняется по приведенному алгоритму для лабораторных работ (п.4).

Если в процессе подготовки к лабораторным работам возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, Вы можете обратиться к преподавателю для получения консультаций.

Желаем Вам успехов!

2. Инструкция по правилам безопасности труда для студентов при выполнении лабораторных работ

1. Будьте внимательны и дисциплинированы, точно выполняйте указания преподавателя.
2. Не приступайте к выполнению работы без разрешения преподавателя.
3. Размещайте приборы, материалы, оборудование на своем рабочем месте таким образом, чтобы исключить их падение или опрокидывание.
4. Перед выполнением работы внимательно изучите ее содержание и инструкцию ее выполнения.
5. При проведении опытов не допускайте предельных нагрузок измерительных приборов. При работе с приборами из стекла соблюдайте особую осторожность.
6. Следите за исправностью всех креплений в приборах и приспособлениях. Не прикасайтесь и не наклоняйтесь (особенно с неубранными волосами) к вращающимся частям установки.
7. При сборке экспериментальных установок используйте провода (с наконечниками и предохранительными чехлами) с прочной изоляцией без видимых повреждений.
8. При сборке электрической цепи избегайте пересечения проводов. Запрещается пользоваться проводником с изношенной изоляцией.
9. Источник тока к электрической цепи подключайте в последнюю очередь. Собранный цепь включайте только после проверки и с разрешения преподавателя. Наличие напряжения в цепи можно проверять только с помощью приборов или указателей напряжения.
10. Не прикасайтесь к находящимся под напряжением элементам цепей, лишенным изоляции. Не производите пересоединения в цепях и смену приборов до отключения источника электропитания.

3. Порядок выполнения лабораторных работ

1. Уясните тему и цель лабораторной работы. Внимательно прочтите инструкцию к ней и бланк отчёта о выполнении лабораторной работы. Исходя из прочитанного, составьте план действий, необходимых для достижения поставленных целей.
2. Проверьте свою подготовленность к выполнению работы. Если ответы на поставленные вопросы представляют для вас затруднение, то прочтите материал по учебнику.
3. Проверьте наличие на лабораторном столе необходимого оборудования и материалов.
4. Ознакомившись с описанием лабораторной работы, подумайте, понятны ли вам приёмы осуществления тех или иных операций эксперимента. Если у вас возникают сомнения, проконсультируйтесь у преподавателя. Если вопросов нет, приступайте к работе.
5. Перед началом работы в отчёте о выполнении заполните свои данные.
6. По мере проведения эксперимента и получения определённых данных (показания приборов), заполняйте таблицу. В экспериментальной работе не бывает мелочей. Любые, на первый взгляд малозначительные замечания могут оказаться необходимыми при формулировке выводов.
7. По окончании лабораторной работы оформите её результаты (в виде таблиц, графиков, диаграмм, словесных описаний, вычислений) в бланке отчёта о выполнении лабораторной работы.
8. Сформулируйте выводы на основании результатов проведённого эксперимента и сделайте соответствующую запись.
9. Дайте чёткие, лаконичные ответы на контрольные вопросы.

4. Правила оформления отчета при выполнении лабораторной работы

Отчет по лабораторной работе оформляется в тетрадях для лабораторных работ и должен содержать:

1. Название работы.
2. Цель работы (указанная в методической разработке цель работы может быть дополнена).
3. Оборудование и материалы.
4. Рисунок или схема установки. Особенности подключения приборов, важные для проведения эксперимента.
5. Краткое изложение технологии выполнения работы (Описание процедуры измерений).
6. Таблица результатов измерений и вычислений.
7. Расчеты, измеряемых косвенно величин.
8. Графики (если они необходимы).
9. Оценка погрешностей измерений.
10. Выводы, в соответствии с целью работы.
11. Ответы на вопросы к лабораторной работе.

5. Инструкции к выполнению лабораторных работ.

Л.р. №1 "Изучение равнопеременного движения"

Приборы и материалы: прибор по кинематике и динамике; лента измерительная с сантиметровыми делениями; секундомер; штатив; кусок сукна; кружочки из картона с вырезом.

Цель: экспериментально проверить зависимость скорости и перемещения тела от времени при прямолинейном равноускоренном движении

Описание работы:

В данной работе нужно экспериментально проверить зависимость скорости и перемещения тела от времени при прямолинейном равноускоренном движении с начальной скоростью, равной нулю.

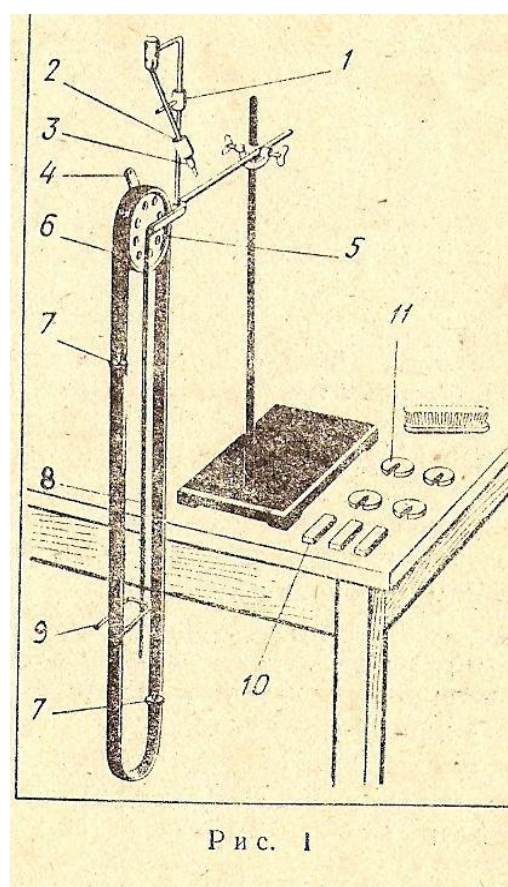
Так как в работе изучается прямолинейное движение, то соотношение между векторными величинами скорости и перемещения можно записать так:

$$v = at, \quad s = \frac{at^2}{2},$$

Где v , a , s —проекции соответствующих векторов на координатную ось, направленную вдоль прямой, по которой движется тело.

Прибор, применяемый для выполнения работы (рис.1) представляет собой легкоподвижный шкив 5, через который перекинута матерчатая лента 6 в виде замкнутой петли длиной 120-150см.

К ленте прикреплены две алюминиевые площадки 7, одна из которых находится в месте соединения концов ленты, а другая—на противоположном конце петли. На площадки кладут грузы 11 (четыре груза по 50г) и перегрузки 10 в виде пластинок (один массой 10г, два массой по 5 г). шкив с лентой можно удерживать неподвижно с помощью откидной защелки 4, которая своим выступом входит в одно из отверстий боковой стенки шкива.



К обойме шкива прикреплена Г-образная подставка с маятниковым

хронографом 2, представляющим собой свободно качающийся стержень с грузом. На нижнем конце стержня имеется гибкая спиральная пружина 3, в открытый конец которой вставляют заточенный кусок мела.

При колебаниях маятника мел оставляет на движущейся ленте отметки в виде тонких белых черточек. Для удержания маятника в отклоненном положении служит стопорный штифт 1.

На конце обоймы шкива имеется выступ с отверстием, в которое вставляют подвесной стержень 8 с надетой на него подвижной вилкой 9. Вилка служит для снятия пластинчатых перегрузков: грузы через нее проходят свободно, а перегрузки, положенные сверху грузов, задерживаются, не останавливая движение ленты.

Для выполнения опытов штатив с укрепленным на нем прибором устанавливают у края стола так, чтобы лента при движении не касалась крышки стола и не соскакивала со шкива. Прибор устанавливают на такой высоте, чтобы передняя площадка с грузами, находясь в нижнем положении, касалась пола. Положение мела регулируют так, чтобы он касался ленты в ее середине и при колебаниях маятника оставлял на ленте заметные тонкие черточки. Перед началом каждой записи меловые метки на ленте стирают щеткой или суконкой. Чтобы произвести запись колебаний маятника на ленте, поступают следующим образом. С помощью секундомера настраивают маятник хронографа на частоту 2 колебания в секунду. Для этого на опыте подбирают соответствующее положение груза на стержне хронографа. Затем переднюю площадку с грузами поднимают в верхнее положение, шкив закрепляют откидной защелкой, маятник отводят в сторону и удерживают в отклоненном положении стопорным штифтом. Выдвинув стопорный штифт, пускают маятник. Одновременно с нанесением первой метки маятник откидывает защелку, освобождая шкив с лентой. Под действием перегрузка лента с грузами приходит в равноускоренное движение, а маятник через равные промежутки времени (0,5с) наносит на движущейся ленте меловые отметки. Расстояние между отметками измеряют с помощью измерительной ленты или линейки.

Для определения мгновенной скорости в конце какого-либо промежутка времени на выступ обоймы шкива подвешивают металлический стержень 8 с вилкой 9. Ленту с записью равноускоренного движения (с теми же грузами и перегрузком) располагают на шкиве так, чтобы третья метка оказалась под маятником. затормозив шкив откидной защелкой, устанавливают вилку на стержне на уровне перегрузка. Отмечают карандашом на стержне это положение вилки. Таким же образом отмечают положение вилки при нахождении в верхней части шкива четвертой, пятой, шестой меток. Затем стирают на ленте все метки, кроме первой, вилку устанавливают на стержне

на первой метке и производят запись.

Движение за первые два промежутка времени будет равноускоренным, а далее - равномерным, так как перегрузок снимается вилкой.

Зная перемещение и время, определяют скорость равномерного движения ленты, которая и будет мгновенной скоростью в конце второго промежутка времени. Устанавливая вилку на стержне по второй, третьей и др. меткам, определяют мгновенные скорости в конце последующих промежутков времени.

Ход работы:

Задание 1: Исследование зависимости перемещения от времени движения тела.

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

Перемещение ленты S , см	Время движения ленты t , с	Квадрат времени движения ленты t^2 , с ²

2. Ознакомьтесь с устройством прибора.

3. Установите прибор у края стола, как показано на рисунке 1. Снимите с ободка шкива подвесной стержень 8 с вилкой 9 (они не нужны в этой части работы).

4. С помощью секундомера настройте маятник хронографа на частоту 2 колебания в секунду.

5. Положите на обе площадки грузы массой 100г и компенсируйте трение в осях шкива кружочками из картона так, чтобы при легком толчке груза вниз лента двигалась равномерно.

6. Произведите запись колебания маятника и убедитесь в равномерности движения ленты.

7. Положите на передний груз перегрузок массой 5 г и снова сделайте запись.

8. Измерьте перемещения, пройденные лентой с грузами в различные промежутки времени. Результаты измерений запишите в таблицу.

9. На основании полученных результатов сделайте вывод о зависимости перемещения от времени при равноускоренном движении тела.

Задание 2: Исследование зависимости скорости от времени движения тела.

1. Сформулируйте цель задания. Подготовьте в тетради таблицу для записи результатов измерений и вычислений.

Время равноускоренного движения ленты t , с	Перемещение при равноускоренном движении ленты S , см	Время равномерного движения ленты t_1 , с	Мгновенная скорость ленты v , см/с

2. Подготовьте прибор так, как было указано в первом задании (пункт 5). Положите на передний груз перегрузок 5 г и сделайте запись равноускоренного движения.
3. Определите мгновенные скорости в конце второго, третьего, четвертого и пятого промежутков времени. результаты измерений и вычислений запишите в таблицу.
4. Рассмотрите числа первой и последней граф таблицы и, принимая во внимание допущенные погрешности, сделайте вывод о зависимости мгновенной скорости от времени при равноускоренном движении тела.

Контрольные вопросы:

1. Почему расстояние между метками на ленте следует измерять посередине ширины ленты, а не по краям?
2. Изменится ли установленная в опытах зависимость перемещения от времени, если: а) изменить силу тяги, т.е. взять другой перегрузок; б) предварительно не компенсировать силу трения?
3. Как относятся между собой перемещения, проходимые лентой за последовательные равные промежутки времени?
4. Изменится ли установленная в опытах зависимость скорости от времени, если: а) изменить массу движущихся грузов; б) предварительно не компенсировать силу трения?
5. Каковы основные причины погрешностей, возникающих при измерении перемещения, времени и скорости движения тела?

Л.р. №2 «Исследование движения тела под действием постоянной силы»

Тема: «Изучение движения тела под действием постоянной силы (по наклонной плоскости)»

Цель работы:

- 1) доказать, что движение тела под действием силы - равноускоренное;
- 2) вычислить ускорение движения.

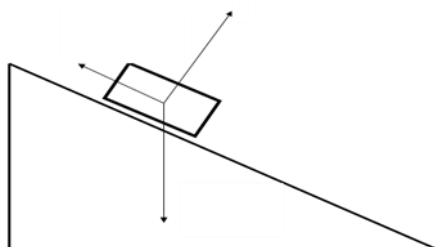
Оборудование: штатив, направляющая рейка, каретка, секундомер с двумя датчиками.

Ход работы

1. Собрать установку:



2. Выполнить чертеж, указать силы.



3. Установить направляющую рейку при помощи штатива под углом 30° ($h=22$ см).
4. К секундомеру подключить датчики. Один датчик установить на расстоянии 6 см от начала рейки. Второй- датчик будет устанавливаться на расстоянии 25см, 30см, 35см.
5. Каретку устанавливаем на направляющую рейку так, чтобы магнит располагался на расстоянии менее 1 см от первого датчика.
6. Отпустить каретку и определить время движения каретки между датчиками. Опыт повторить 3 раза. Результаты измерений записать в таблицу.

Таблица.

№ серии	S, м	t., с	t _{ср.} , с	a, м/с ²	a _{ср.} , м/с ²	$\Delta a/a$	Δa , м/с ²
---------	------	-------	----------------------	---------------------	-------------------------------------	--------------	-------------------------------

1	0,25	t ₁ = t ₂ = t ₃ =					
2	0,30						
3	0,35						

Обработка результатов:

1. При движении с ускорением, (если $v_0=0$) $S = \frac{a \cdot t^2}{2}$

Должно выполняться соотношение: $\frac{S_2}{S_1} = \frac{t_2^2}{t_1^2} = \left(\frac{t_2}{t_1}\right)^2$

Проверьте выполнение этого равенства. Сделайте вывод.

2. По результатам опытов вычислите ускорение: $a = \frac{2S}{t^2}$;
Результаты занесите в таблицу.

3. Вычислите максимальную относительную погрешность: $\varepsilon = \frac{\Delta a}{a} = \frac{\Delta S}{S} + 2 \frac{\Delta t}{t}$

4. Вычислите абсолютную погрешность: $\Delta a = \varepsilon \cdot a_{cp}$; результат занесите в таблицу.
Сделайте вывод.

Л.р. №3 «Изучение особенностей силы трения (скольжения)»

Тема: Изучение особенностей силы трения (скольжения)

Цели работы: 1. Измерить коэффициент трения скольжения деревянного бруска по деревянной поверхности.

2. Исследовать зависимость коэффициента трения от силы нормального давления.

3. Исследовать зависимость коэффициента трения от площади соприкосновения трущихся поверхностей.

4. Графически проанализировать полученные результаты и выявить источники возможных погрешностей.

Оборудование:

Выполнение работы

На оценку «удовлетворительно»

1. Измеряю вес бруска без груза (будущую силу нормального давления бруска на доску):

$$N_0 = \text{_____ Н}$$

2. Измеряю силу трения бруска о доску при его равномерном скольжении на широкой грани:

$$F_{\text{тр}} = \text{_____ Н}$$

3. Вычисляю коэффициент трения скольжения:

$$\mu = \frac{F_{\text{тр}}}{N} =$$

Делаю вывод в соответствии с 1й целью работы: проделав опыты, я ...

На оценку «хорошо»

4. Считая, что вес каждого грузика составляет 1 Н, повторяю п.п. 2-3 и

Вес грузиков, Н	Сила нормального давления, Н	На широкой грани бруска		На узкой грани бруска	
		Сила трения, Н	Коэффициент трения	Сила трения, Н	Коэффициент трения

заполняю таблицу (кроме двух последних колонок):

Делаю вывод в соответствии с 2й целью работы: проделав опыты, я ...

На оценку «отлично»

5. Повторяю опыты, изменив положение бруска, и заполняю оставшиеся правые колонки таблицы.

Делаю вывод в соответствии с 3й целью работы: проделав опыты, я ...

На дополнительную оценку «отлично»

6. Строю график зависимости модуля силы трения от модуля силы нормального давления (на миллиметровой бумаге и вклеиваю ниже).

Делаю вывод в соответствии с 4й целью работы: основными источниками погрешностей я считаю ...

Л.р. №4 Изучение закона сохранения импульса.

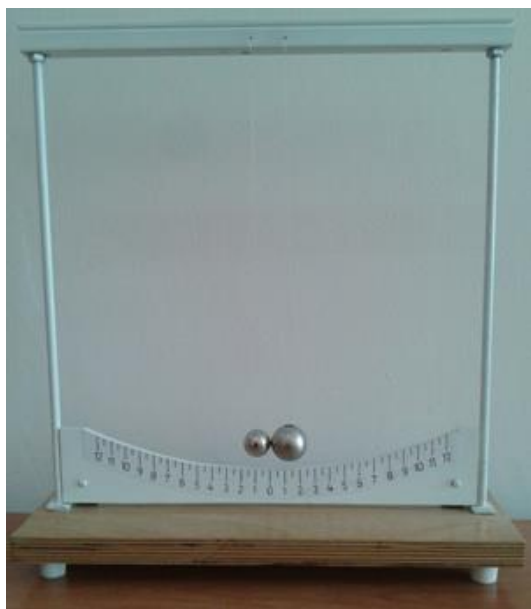
Тема: Изучение закона сохранения импульса

Цель: экспериментально проверить справедливость закона сохранения импульса тел при прямом упругом соударении

Оборудование: 1. Два металлических шарика разной массы.
2. Рама для подвеса шариков.
3. Измерительная линейка.

Описание работы

Установка состоит из двух стальных шаров, на длинных подвесах и измерительной линейки под шарами. Центры масс соприкасающихся шаров лежат на одном уровне от точки подвеса. Отведя один из шаров (например, большей массы) в сторону и отпустив его, можно произвести прямой (центральный) удар шаров.



Если до столкновения один из шаров покоился $v_2=0$, то выражение закона сохранения импульса упростится. При прямом ударе оба шара после столкновения движутся по одной прямой, поэтому от векторной формы записи закона сохранения импульса можно перейти к алгебраической и учитывая, что после столкновения оба шара движутся в одном направлении, получим:

$$m_1 \cdot v_1 = m_1 \cdot v'_1 + m_2 \cdot v'_2$$

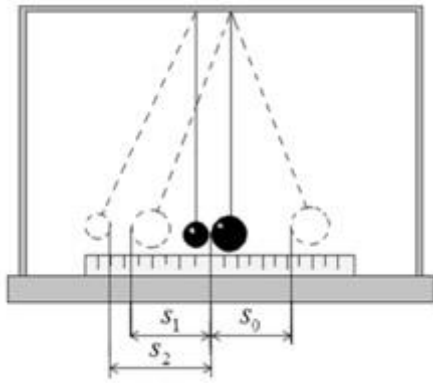


рис. 2

Для определения скорости первого шара v_1 до удара и скоростей шаров v'_1 и v'_2 после удара воспользуемся законом сохранения механической энергии. Потенциальная энергия шара в положении максимального отклонения равняется его кинетической энергии при ударе

$$mgh = \frac{mv^2}{2},$$

отсюда $v = \sqrt{2gh}$.

Высоту подъёма шара можно определить по его максимальному отклонению s от положения равновесия (рис.3,а).

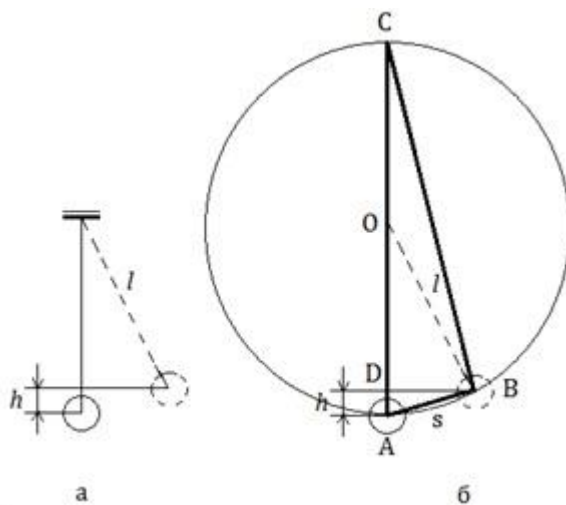


рис. 3

Треугольник ABC прямоугольный (опирается на диаметр). Катет AB является средней пропорциональной величиной между гипотенузой $AC=2l$ и своей проекцией на гипотенузу AD (рис.3,б):

$AB^2 = AC \cdot AD$ то есть $s^2 = 2lh$, откуда $h = \frac{s^2}{2l}$. Следовательно, величины

$$v_1 = s_0 \sqrt{\frac{g}{l}}, \quad v'_1 = s_1 \sqrt{\frac{g}{l}}, \quad v'_2 = s_2 \sqrt{\frac{g}{l}},$$

скоростей можно выразить так:

где S_0 ,

S_1 - максимальные отклонения первого шара до и после удара; S_2 - максимальное отклонение второго шара после удара. Запишем уравнение закона сохранения импульса через выражения

$$m_1 s_0 \sqrt{\frac{g}{l}} = m_1 s_1 \sqrt{\frac{g}{l}} + m_2 s_2 \sqrt{\frac{g}{l}}$$

скоростей: или $m_1 \cdot S_0 = m_1 \cdot S_1 + m_2 \cdot S_2$. Таким образом, проверка закона сохранения импульса в данной работе сводится к проверке справедливости последнего уравнения.

При малых углах отклонения шара от положения равновесия S_0 , S_1 и S_2 можно заменить соответствующими величинами, отсчитанными по горизонтальной шкале.

Выполнение работы.

1. Перенесите рисунок 2 в отчет по работе.

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

№	m_1 , г	m_2 , г	S_0 , мм	S_1 , мм	S_2 , мм	$m_1 \cdot S_0$, $\frac{\text{г} \cdot \text{мм}}{\text{с}}$	$m_1 \cdot S_1$, $\frac{\text{г} \cdot \text{мм}}{\text{с}}$	$m_2 \cdot S_2$, $\frac{\text{г} \cdot \text{мм}}{\text{с}}$	$m_1 \cdot S_1 + m_2 \cdot S_2$, $\frac{\text{г} \cdot \text{мм}}{\text{с}}$
1									
2									

3. Определите массы шаров m_1 и m_2 . Запишите их результат в таблицу.

4. Отрегулируйте подвеску шаров так, чтобы их центры и точка касания находились на одной горизонтальной линии.

5. Отклоните шар большей массы на 5 см от положения равновесия (S_0) и затем отпустите его. Заметьте максимальное отклонение этого шара после удара (S_1). Повторите опыт 5 раз и найдите среднее значение отклонения $S_{1\text{ср}}$. Запишите его в таблицу (S_1).

6. Повторите опыт 5, но теперь заметьте после удара максимальное отклонение шара с меньшей массой (S_2). Повторите опыт 5 раз, и найдите среднее значение отклонения $S_{2\text{ср}}$. Запишите его в таблицу (S_2).

7. Отклоните шар большей массы на 8 см от положения равновесия (S_0) и затем отпустите его. Заметьте максимальное отклонение этого шара после удара (S_1). Повторите опыт 5 раз и найдите среднее значение отклонения $S_{1\text{ср}}$. Запишите его в таблицу (S_1).

8. Повторите опыт 7, но теперь заметьте после удара максимальное отклонение шара с меньшей массой (S_2). Повторите опыт 5 раз, и найдите среднее значение отклонения $S_{2\text{ср}}$. Запишите его в таблицу (S_2).

9. Используя значения S_0 , S_1 и S_2 , вычислите импульс шара до удара $m_1 \cdot S_0$ и сумму импульсов шаров после удара $m_1 \cdot S_1 + m_2 \cdot S_2$ и внесите в таблицу их результаты.

10. Сравните импульс шара до удара с суммой импульсов шаров после удара. Запишите вывод по полученным результатам работы.

11. Ответьте на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Что такое импульс материальной точки? По какой формуле он находится?

2. Импульс – величина векторная или скалярная?

3. Запишите формулу и формулировку закона сохранения импульса?

4. Выполняется ли закон сохранения импульса при распаде тела?

5. Какое движение называется реактивным?

6. Выполняется ли закон сохранения импульса при реактивном движении?

Л.р. №5 Сохранение механической энергии при движении тела под действием сил тяжести и упругости.

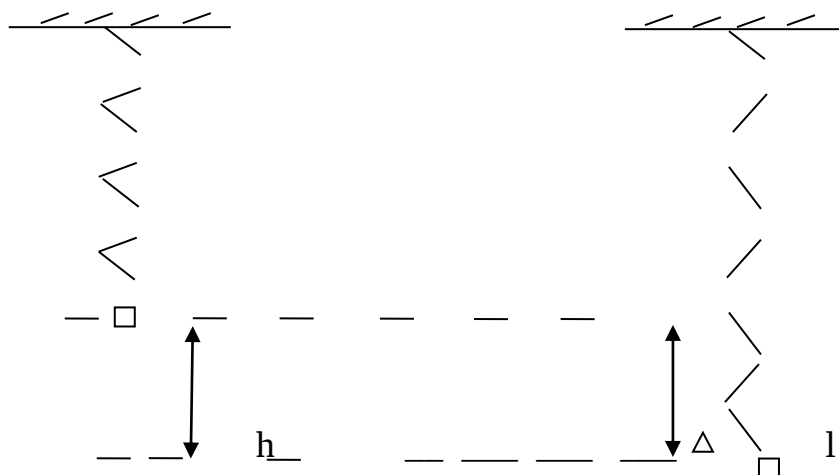
Тема: Сохранение механической энергии при движении тела под действием сил тяжести и упругости.

Цель: наблюдать движение тела под действием сил тяжести и упругости. Сделать вывод о выполнении закона сохранения полной механической энергии. Объяснить причины невыполнения закона сохранения полной механической энергии.

Оборудование: штатив, динамометр, груз, линейка.

Ход работы.

- 1) Закрепите динамометр вертикально с помощью штатива. Подвесьте к грузу к динамометру.
- 2) Поддерживая груз ладонью, установите указатель пружины на нулевое деление динамометра.
- 3) Уберите ладонь и постарайтесь заметить деление на шкале динамометра, до которого максимально отклоняется указатель пружины при падении груза. При необходимости повторите опыт несколько раз.



- 4) Измерьте линейкой удлинение пружины Δl по шкале динамометра.
- 5) Высота падения груза h равна удлинению пружины Δl . Потенциальная энергия груза E_1 при падении переходит в потенциальную энергию растянутой пружины E_2 .
- 6) Рассчитайте $E_1 = mgh$, где $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения, и $E_2 = \frac{k\Delta l^2}{2}$, где $k = 40 \text{ Н/м}$ – жёсткость пружины. Значения округлите до 0,001.
- 7) Результаты занесите в таблицу:

Масса груза m , кг	Удлинение пружины Δl , м	Высота падения груза h , м	Потенциальная энергия груза E_1 , Дж	Потенциальная энергия пружины E_2 , Дж

8) Сравните значения E_1 и E_2 , с учётом абсолютной погрешности измерения энергии 0,001 Дж (то есть, разница между E_1 и E_2 может достигать 0,002 Дж в пределах погрешности измерения).

9) Сделайте вывод.

Л.р. №6 Изучение законов сохранения на примере удара шаров и баллистического маятника.

Цель работы: проверка на практике законов сохранения энергии и импульса на примере упругого и неупругого соударения тел.

Приборы и материалы: штатив с двумя подвесами, набор шаров, масштабная линейка.

Краткие теоретические материалы по теме лабораторной работы

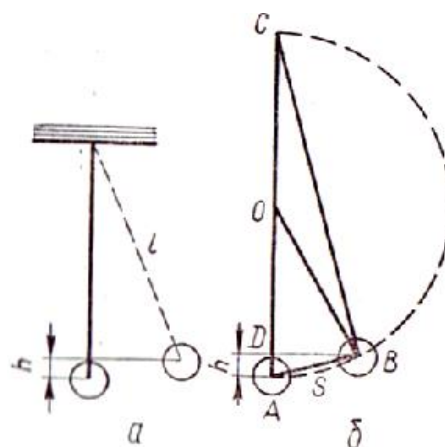
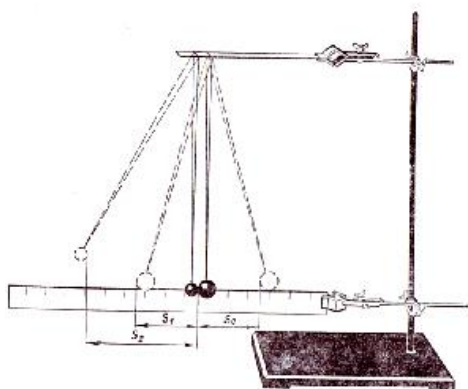
Векторная величина p , равная произведению массы m материальной точки на ее скорость v , и имеющая направление скорости, называется импульсом, или количеством движения, этой материальной точки $p = mv$.

Закон сохранения импульса: Импульс замкнутой механической системы не меняется с течением времени (сохраняется) при любых взаимодействиях материальных точек системы между собой.

Закон сохранения энергии: в системе тел, между которыми действуют только консервативные силы, полная механическая энергия сохраняется, т.е. не меняется со временем $E_k + E_p = \text{const}$.

Описание установки

Соберите установку:



Инструкция по выполнению лабораторной работы

1. Определите массу шаров на весах и измерьте длину их подвеса.
2. Отведите большой шар на 5-7см (S_0) в сторону и отпустите его, произведя прямой удар по другому шару. Заметьте максимальные отклонения шаров после удара S_1 и S_2 .
3. Определите скорости шаров до и после удара: $mgh = \frac{mv^2}{2}$; $v = \sqrt{2gh}$.
4. Высоту подъема шара определите по максимальному отклонению s от положения равновесия (см. рис.2). $AB^2 = AC \cdot AD$, $S^2 = 2lh$; $h = \frac{s^2}{2l}$. Тогда скорости шаров: $v_{01} = S_0 \cdot \sqrt{gl}$; $v_1 = S_1 \cdot \sqrt{gl}$; $v_2 = S_2 \cdot \sqrt{gl}$.

5. Вычислите импульсы шаров до и после взаимодействия.
6. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу 1:

m_1 , кг	m_2 , кг	h , м	t , с	l , м	v_{01} , м/с	v_1 , м/с	v_2 , м/с	p_{01} , кг·м/с	p_1 , кг·м/с	p_2 , кг·м/с

7. Исходя из цели работы, запишите вывод и ответьте на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Как применить законы сохранения энергии и импульса в случаях центральных упругого и неупругого соударения шаров?
2. Какие виды соударений называются абсолютно упругим и абсолютно неупругим ударом?
3. Как определить потери энергии при неупругом и коэффициент восстановления при упругом ударах.
4. Как определить скорость полёта пули с помощью баллистического маятника?
5. Как оценить результат измерений независимыми от измерений способами? (зависимыми способами?)
6. Какая система называется замкнутой?

Л.р. №7 Сравнение работы силы с изменением кинетической энергии тела.

Цель: на опыте убедиться в справедливости теоремы о кинетической энергии, исследуя работу силы упругости.

Оборудование: 2 штатива лабораторных с муфтами и лапками, динамометр, шар, нитки, линейка, весы с разновесами.

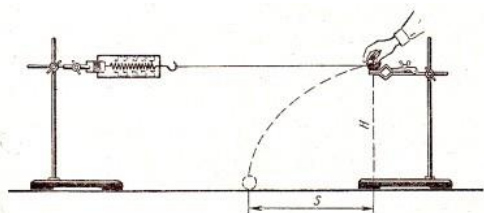
Подготовительные вопросы:

1. Какие тела обладают кинетической энергией?
2. От чего зависит кинетическая энергия тела?
3. Сформулируйте теорему об изменении кинетической энергии тела

Ход работы

1. Соберите установку по рис.1:

укрепите горизонтально в лапке 1 штатива динамометр и лапку для шара на втором штативе на высоте $h = 40$ см от поверхности стола.



2. Определите массу шара с помощью рычажных весов.
3. К шару привяжите нить длиной 60-80 см. Закрепите шар в лапке 2-го штатива, зацепив нить за крючок динамометра 1-го штатива.
4. 2-й штатив вместе с шаром расположите от 1-го штатива на таком расстоянии, чтобы на шар действовала сила упругости $F_{упр} = 2$ Н (показания динамометра).
5. Отпустите шар с лапки и отметьте место его падения на столе. Опыт повторите 2-3 раза и определите среднее значение дальности полёта шара s .
6. Определите модуль скорости шара, приобретённой под действием силы упругости, используя формулы: $v = \frac{s\sqrt{g}}{\sqrt{2h}}$
7. Под действием силы упругости шар приобретает скорость v , а его кинетическая энергия изменяется от 0 до $mv^2/2$, тогда для вычисления изменения кинетической энергии воспользуемся формулой: $\Delta E_k = \frac{mgs^2}{4h}$
8. Сила упругости во время действия на шар изменяется линейно от $F_{упр1} = 2$ Н до $F_{упр2} = 0$ Н. среднее значение силы упругости равно: $F_{упр\text{ ср}} = \frac{F_{упр1}}{2}$
9. Измерьте деформацию пружины динамометра x при силе упругости 2 Н.

10. Вычислим работу A силы упругости, используя формулу: $A = F_{\text{упр ср}} \cdot x$

11. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу:

m , кг	h , м	s , м	ΔE_k , Дж	$F_{\text{упр ср}}, N$	x , м	A , Дж

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?

Вывод: (сравните полученные значения работы A силы упругости и изменения кинетической энергии ΔE_k шара).

Л.р. №8 Наблюдение броуновского движения.

Тема: Наблюдение броуновского движения

Цель: осуществить наблюдение броуновское движение с помощью школьного микроскопа.

Оборудование: Школьный микроскоп. Окуляр 15х. Объектив 40х. Акварельные краски (тушь) , 1-2 см³ молока. Предметные и покровные стекла (5-6 шт.). Два сосуда с водой разной температуры.

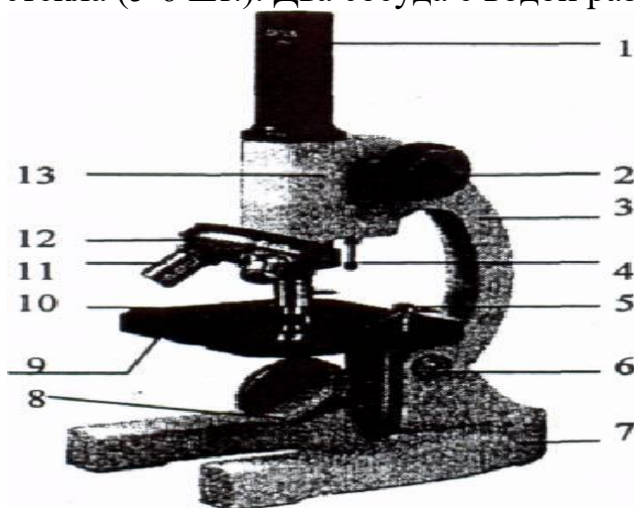


Рис.2

Осуществить наблюдение броуновского движения можно с помощью школьного микроскопа. Внешний вид микроскопа показан на рис.2. Он состоит из: окуляра-1, винта настройки-2, кронштейна-3, упорного винта-4, пружинного держателя-5, шарнира-6, основания-7, осветительного устройства-8, дисковой диафрагмы-9, предметного столика, микрообъектива-11, револьверной головки объективов-12, тубусодержателя-13.

Для работы установите микроскоп на стол предметным столиком от себя. Для удобства наблюдения тубусодержатель можно наклонить. Установите предметное стекло с препаратами на предметный столик, прижав его пружинными держателями. Глядя в окуляр, при помощи винтов настройки медленно поднимайте или опускайте тубус микроскопа до тех пор, пока в поле зрения не появится изображение препарата. При фокусировке можно осторожно передвигать препарат, т.к., подвижное изображение гораздо легче заметить, чем неподвижное. Найдя изображение, еще более медленным вращением винтов добейтесь наиболее резкого изображения. Качество изображения в микроскопе в значительной степени зависит от освещения, поэтому настройка освещения является важной подготовительной операцией. Свет от источника (окно, лампа) должен с помощью зеркала направляться через диафрагму предметного столика на препарат. Предметный столик снабжен диском, поворотом которого можно менять диаметр отверстия диафрагмы. Наблюдая в окуляр, поворачивайте зеркало до тех пор, пока все поле зрения не окажется равномерно освещенным. Фокусировка может считаться законченной, когда будут максимально устранены недостатки изображения в виде полос, пятен, бликов. Ведя наблюдение, не закрывайте

свободный глаз для предупреждения его утомления.

Порядок выполнения работы

1. Подготовить микроскоп для работы.
2. На предметное стекло нанести кисточкой 1-2 капли воды.
3. Коснутся несколько раз той же кисточкой поверхности краски (туши) и снова ввести кисточку в приготовленные капли.
4. Каплю окрашенной жидкости кисточкой перенести на другое предметное стекло и закрыть покровным стеклом.
5. Приготовленный препарат положить на предметный столик микроскопа. Зеркало микроскопа направить на источник света, чтобы получить хорошее освещение препарата.
6. Опустить объектив кремальберным винтом на расстояние $\sim 0,5$ покровного стекла.
7. Наблюдая в микроскоп, сфокусировать изображение микрометрическим винтом.
8. Сосредоточить внимание на какой-нибудь одной из наиболее легких броуновских частиц и, пронаблюдать за ее положением, сделать вывод о характере движения частицы.
9. Опыт повторить с водой более высокой температуры и с раствором молока. Сделать вывод.
10. Выполнить схематический чертёж наблюдаемого явления.
11. Ответить на контрольные вопросы:
 1. Что называют броуновским движением? Как объяснить это явление?
 2. Почему, чем больше размер частиц, тем менее заметно их броуновское движение?
 3. Почему с повышением температуры интенсивность броуновского возрастает?
 4. Будет ли наблюдаться броуновское движение при температуре $t = -273\text{ C}$?
 5. Можно ли наблюдать броуновское движение в условиях невесомости?

Л.р. №9 Измерение влажности воздуха.

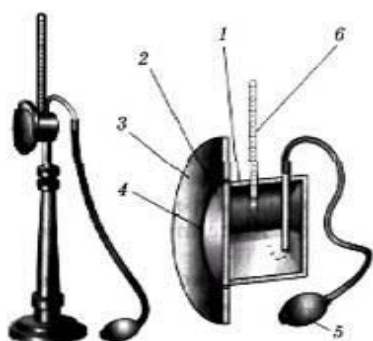
Тема: Определение относительной влажности воздуха с помощью гигрометра и психрометра

Цель:

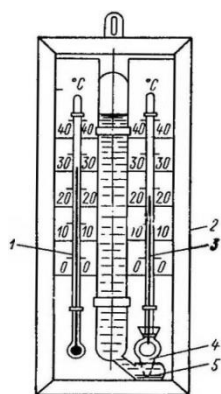
1. Ознакомиться с устройством и принципом действия конденсационного гигрометра.
2. Научиться измерять и вычислять влажность воздуха.
3. Научиться пользоваться психрометрическими таблицами.

Оборудование:

1. Конденсационный гигрометр (рис.1).
2. Термометр.
3. Эфир.
4. Психрометры (рис.2)



Из конденсационных гигрометров, наиболее простое устройство имеет зеркальный гигрометр Ламбрехта (рис.1). Он состоит из металлической камеры 1, передняя часть 2 которой гладко отполирована; внутри камеры налит серный эфир и вставлен термометр 6 для измерения температуры эфира. В камеру входят две трубки, по которым посредством каучукового баллона 5 продувают через эфир воздух; при этом эфир испаряется, и вследствие этого температура воздуха в камере постепенно понижается. При опускании температуры до точки росы зеркальная наружная поверхность 2 гигрометра покрывается мельчайшими капельками воды (запотевает) – «выпадает роса». При этом часть корпуса гигрометра 3 (внешнее кольцо) имеет комнатную температуру и остается сухой (для сравнения). Чем меньше влажность, тем ниже точка росы. Относительная влажность может быть определена по формуле: $\varphi = p_a \cdot 100\% / p_n$



Определение относительной влажности с использованием психрометра. Рассмотрим устройства психрометра Августа (см. рис. 2). Он состоит из: сухого термометра-1, панели-2, влажного термометра-3, чехла-4, сосуда с водой-5. Психрометр Августа имеет два термометра: "сухой" и "влажный". Они так называются потому, что конец одного из термометров находится в воздухе, а конец второго обвязан кусочком марли, погруженным в воду. Испарение воды с поверхности влажного термометра приводит к понижению его температуры. Второй же, сухой термометр, показывает обычную температуру воздуха.

Рис.2 Определение влажности основано на сравнении показаний сухого t_1 и смоченного t_2 термометров. Так как с поверхности резервуара смоченного термометра происходит испарение воды, то его температура будет ниже, чем сухого. Причем разность между показаниями термометров будет тем больше, чем меньше влажность воздуха, так как

при малой влажности испарение происходит более интенсивно и показания влажного термометра будут меньшими. Понижение температуры смоченного термометра продолжается до тех пор, пока не наступит равновесие, при котором на испарение будет уходить столько тепла, сколько будет приходить из окружающей среды.

Порядок выполнения работы

Опыт 1. Работа с гигрометром.

1. Измерить температуру окружающего воздуха $t_{\text{комн}}$
2. Наполнить камеру гигрометра летучей жидкостью (эфир 3-4 см³)
3. Установить термометр в камеру гигрометра (рис.1). При помощи груши продувать воздух через эфир и внимательно следить за полированной поверхностью стенки камеры 1, сравнивая ее с поверхностью кольца 2(рис.1).
4. Заметив появление росы (начало запотевания), записать температуру точки росы $t_{\text{росы}}$. Опыт повторить 1-2 раза.
5. Определить температуру точки росы как среднее арифметическое измеренных температур.
6. По таблице определить плотность пара соответственно при температуре точки росы и комнатной.

ρ_n –плотность пара при точке росы, ρ_a –плотность пара при комнатной температуре

7. Вычислить относительную влажность ϕ_1 по формуле: $\phi_1 = \rho_n(t_{\text{росы}}) \cdot \frac{100\%}{\rho_n(t_{\text{комн}})}$

Опыт 2. Работа с психрометром.

1. Проверить наличие воды в стаканчике психрометра и при необходимости долить ее.
2. Определить температуру сухого термометра $t_{\text{сух}}$
3. Определить температуру влажного термометра $t_{\text{вл}}$
4. Определить разность показаний термометров: $\Delta t = t_{\text{сух}} - t_{\text{вл}}$, °С. Пользуясь психрометрической таблицей, определить относительную влажность B_2 .
5. Результаты измерений и вычислений записать в отчет по лабораторной работе.

Ответить на контрольные вопросы:

1. Почему при продувании воздуха через эфир на полированной поверхности стенки камеры гигрометра появляется роса? В какой момент появляется роса?
2. Температура в помещении понижается, а абсолютная влажность остается прежней.
Как изменится разность показаний термометров психрометра?
3. Почему после жаркого дня роса бывает более обильна?
4. При какой температуре выпадет роса, если абсолютная влажность воздуха $7,3 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$?
5. При понижении температуры от 27 до 10 градусов из каждого кубического метра воздуха выделилось 8 г воды. Какова была относительная влажность воздуха при 27 градусах?

Л.р. №10 Изучение особенностей теплового расширения воды.

Цель: изучить на практике особенности теплового расширения воды;

Оборудование: 1 Штатив с лапкой и муфтой. 5. Спиртовка со спиртом. 6. Пробирка с пробкой и стеклянной трубкой. 7. стакан с водой. 8. Спички, термометр, стакан с холодной водой, чайник с горячей водой (один на всех).

Теоретическая справка

Жидкости расширяются значительно сильнее твердых тел. Они также расширяются во всех направлениях. Вследствие большой подвижности молекул жидкость принимает форму сосуда, в котором она находится, причем следует учитывать и тепловое расширение сосуда. Расширение жидкости в трубках также представляет собой объемное расширение. Следовательно, верны формулы объемного расширения. Если

V_1	объем жидкости при температуре t_1 ,	метр ³
V_2	объем жидкости при температуре t_2 ,	метр ³
ΔV	изменение объема жидкости,	метр ³
β	коэффициент объемного расширения (объемный коэффициент теплового расширения),	1/К

$$\Delta V = V_1 \beta \Delta t; \quad V_2 = V_1(1 + \beta \Delta t)$$

Коэффициент объемного расширения β равен отношению относительного объемного расширения $\Delta V/V_1$ к разности температур Δt : $\beta = \frac{\Delta V}{V_1 \Delta t}$

При увеличении объёма тел уменьшается их плотность: $\rho = \rho_0 / (1 + \beta \cdot \Delta t)$, где V и V_0 - объёмы, а ρ и ρ_0 - плотности соответственно при температурах t и t_0 .

Ход работы:

1. Для наблюдения расширения жидкости пробирку, наполненную водой и плотно закрытую пробкой с трубкой, зажать в лапке штатива и подставить под нее спиртовку (или опустить в горячую воду). Осторожно!
2. Зажечь спиртовку, наблюдать за изменением уровня воды в трубке. Что наблюдали? Почему уровень сначала опустился?
3. Убрать спиртовку, наблюдать за изменением уровня воды в трубке. Что наблюдали?
4. В одинаковые колбы нальем: в одну — воду, а в другую — такой же объем спирта. Колбы закроем пробками с трубками. Начальные уровни воды и спирта в трубках отметим резиновыми кольцами. Поставим колбы в емкость с горячей водой. Уровень воды в трубках станет выше. Вода и спирт при нагревании расширяются. Но уровень в трубке колбы со спиртом выше.

Значит, спирт расширяется больше. Следовательно, тепловое расширение разных жидкостей, как и твердых веществ, неодинаково.

5. Определить плотность спирта в жидкостном термометре при нагревании.

6. Решите задачи:

А) Какой объём имеет нефть при 0°C , если при температуре 20°C её объём равен 65 м^3 ?

Б) Масса 1л спирта при 0°C равна 0,8кг. Определите плотность спирта при температуре 15°C .

Контрольные вопросы:

1. Что называют тепловым расширением тел?
2. Приведите примеры теплового расширения жидкостей, газов.
3. Что такое коэффициент объёмного расширения?

Вывод

Сделайте дома сами

Используя пластиковую бутылку и тонкую трубку для сока, проведите дома опыт по тепловому расширению воздуха и воды. Результаты опыта опишите в тетради. На этот раз наполни бутылку водой до самого верха, до краев горлышка. Трубку выдвини повыше и заткни бутылку пробкой. Вытесненный пробкой излишек воды поднимется по трубке. Пусть он там установится на высоте 1—2 см над пробкой. Если будет больше, отлей. Хорошо было бы и здесь подкрасить воду. Теперь воду в бутылке надо нагреть. Это называется «нагревать на водяной бане». Прямо ставить бутылку на огонь нельзя: она лопнет. Следи внимательно за уровнем воды в трубке! уровень немного опустился... Уровень воды в трубке снова пополз вверх и поднимается все дальше и дальше, Он теперь выше, чем был с самого начала. Значит, вода при нагревании все-таки расширяется. Ну, а почему же сначала уровень шел вниз? Не догадываешься? Да потому, что первой нагрелась бутылка и тоже расширилась. А потом уже тепло дошло до воды!

Л.р. №11 Измерение поверхностного натяжения жидкости.

Тема: Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости.

Цель работы: научиться определять коэффициент поверхностного натяжения жидкости различными методами.

Оборудование: 1. Бюретка с краном. 2. Сосуд с водой. 3. Сосуд для сбора капель. 4. Капиллярные трубки. 5. Масштабная линейка. 6. Миллиметровая бумага.

Теория

Поверхностное натяжение измеряется силой F , приходящейся на единицу длины контура l , ограничивающего эту поверхность, и действующей по касательной к этой поверхности. Сила поверхностного натяжения F стремится сократить площадь свободной поверхности жидкости до минимума

$$F = \sigma \cdot l \quad (1)$$

где $\sigma = F/l$ - коэффициент поверхностного натяжения жидкости (в н/м).

При сокращении площади свободной поверхности жидкости совершается работа:

$$A = \sigma \cdot \Delta S \quad (2), \text{ где } \sigma = A / \Delta S$$

Методы определения коэффициента поверхностного натяжения.

Метод отрыва капель.

Опыт осуществляют при помощи установки (см. рис.2). Установка для определения коэффициента поверхностного натяжения состоит из штатива, на котором установлена бюретка с исследуемой жидкостью. Бюретка (от англ. burette) — тонкая проградуированная стеклянная трубка ёмкостью обычно 50 мл, открытая на одном конце и снабжённая стеклянным или тефлоновым запорным краном на другом. Предназначена для точного измерения небольших объемов жидкости. Крупные деления нанесены через каждый миллилитр, а мелкие — через 0,1 мл. На конце бюретки находится наконечник-трубка, в которой находится исследуемая жидкость.

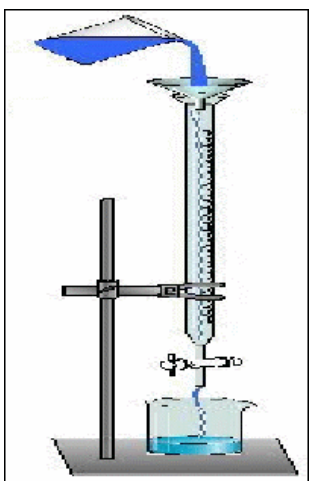


Рис. 2

Открывая кран бюретки так, чтобы из бюретки медленно падали капли. Перед моментом отрыва капли сила тяжести её $P = mg$ равна силе поверхностного натяжения F , граница свободной поверхности-окружность шейки капли, $P = F$. Следовательно, $F = m_{\text{кап}} g$, поэтому $\sigma = m_{\text{кап}} g / d$. Опыт показывает, что $d_{\text{кап}} = 0,9 d$, где d -диаметр канала узкого конца бюретки.

Метод подъема воды в капиллярах. Капиллярными явлениями называют подъем или опускание жидкости в трубках малого диаметра — капиллярах (см. рис.3). Смачивающие жидкости поднимаются по капиллярам, не смачивающие — опускаются. Подъем жидкости в капилляре

продолжается до тех пор, пока сила тяжести действующая на столб жидкости в капилляре, не станет равной по модулю результирующей F_n сил поверхностного натяжения, действующих вдоль границы соприкосновения жидкости с поверхностью капилляра: $F_t = F_n$, где $F_t = mg = \rho h \pi r^2 g$,

$$F_H = \sigma 2\pi r. \text{Отсюда}$$

следует:

$$h = 2\sigma /$$

ρg .

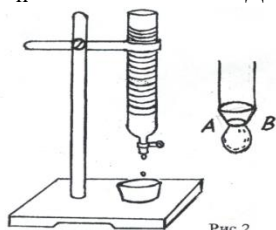


Рис. 2.

Открывают кран бюретки так, чтобы из бюретки медленно капали капли. Перед моментом отрыва капли сила тяжести ее $P = m_{\text{кап}} g$ равна силе поверхностного натяжения F , граница свободной поверхности - окружность шейки капли (АВ на рис.2б) $F = P$

Следовательно, $F = m_{\text{кап}} g$; $F = \pi d_{\text{кап}} \sigma$; $\sigma = m_{\text{кап}} g / d$. Опыт показывает, что $d_{\text{кап}} = 0,9d$, где d - диаметр канала узкого конца бюретки.

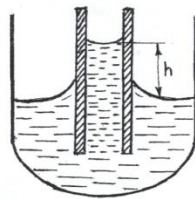


Рис. 3.

Рис.3

Порядок выполнения работы

Опыт 1

1. Собрать установку и наполнить бюретку водой
2. Измерить диаметр канала узкого конца бюретки.
3. Определить по шкале бюретки начальный объем воды V_1 в мл ($1 \text{ мл} = 10^{-6} \text{ м}^3$).
4. Поставить под бюретку сосуд, наполнить ее водой и, плавно открывая кран, добиться медленного отрывания капель (капли должны падать друг за другом через 1-2 с.)
5. Отсчитать 20-40 капель.
6. Определить конечный объем воды в бюретке V_2 .
7. Найти объем капель по формуле: $\Delta V = V_2 - V_1$.
8. Масса одной капли будет равна: $m_x = \rho \Delta V g / n$.
9. Вычислить коэффициент поверхностного натяжения жидкости по формуле: $\sigma = \rho \Delta V / 0,9 n \pi d$, где $\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$ – плотность воды, d - диаметр бюретки, $g = 10 \text{ м/с}^2$ - ускорение свободного падения.

Опыт 2

1. Опустить в стакан с водой капиллярную трубку.
2. Измерить высоту подъема воды h в капиллярной трубке над поверхностью воды в стакане (см. рис.3).
3. Измерить диаметр капилляра d , вычислить его радиус $r = d/2$.
4. Произвести вычисления коэффициента поверхностного натяжения по формуле $\sigma = h r \rho g / 2$
5. Результаты измерений и вычислений записать в таблицу 1.
6. Сравнить результаты с табличным значением коэффициента поверхностного натяжения $\sigma_{\text{табл}} = 0,072 \text{ Н/м}$ и определить абсолютную погрешность методом оценки результатов измерений $\Delta \sigma = |\sigma_{\text{таб}} - \sigma|$
7. Определить относительную погрешность $\delta \sigma = \Delta \sigma \cdot 100\% / \sigma_{\text{таб}}$
8. Все вычисления подробно записать.

Таблица 1

№	$\Delta V (\text{м}^3)$	n	d трубки	d капли	r (м)	h (м)	σ (Н/м)	$\delta \sigma$ %
---	-------------------------	-----	---------------	--------------	------------	------------	-------------------	----------------------

			(м)	(м)				
1					----	----		
2	----	----		----				

Контрольные вопросы

Вариант1.

1. Почему поверхностное натяжение зависит от вида жидкости ?
2. В двух одинаковых пробирках находится одинаковое количество капель воды. В одной пробирке вода чистая , а в другой - с прибавкой мыла. Одинаковы ли объемы отмеренных капель ? Ответ обоснуйте.
3. Изменится ли результат вычисления, если диаметр канала трубки будет меньше ?
4. Какую жидкость можно налить в стакан выше краев ?
5. Между двумя столбами натянута веревка. Как изменится прогиб веревки, если она намокнет от дождя ?

Вариант 2.

1. Почему и как зависит поверхностное натяжение от температуры ?
2. Изменится ли результат вычисления поверхностного натяжения, если опыт про водить в другом месте Земли ?
3. Почему мокрое платье становится узко ?
4. Должны ли смазочные материалы смачивать трущиеся металлы ?
5. Изменится ли высота поднятия жидкости в капиллярной трубке, если ее наклонить?

Рекомендуемая литература

1. Кикоин А.К, Кикоин И.К. Физика: учебник для 10 класса для школ с углубленным изучением физики. – М.: Просвещение, 1998. (Стр.76-90)
2. Омельченко В.П., Антоненко Г.В. Физика.- Р., 2005. (Стр. 121-126)

Л.р. №12 Наблюдение процесса кристаллизации

Цель работы: научиться создавать кристаллы, пронаблюдать за ростом кристалла.

Приборы и материалы: дистиллированная вода, стакан, контейнер для медного купороса, стеклянная палочка, насыщенный раствор соли, медного купороса.

Краткие теоретические материалы по теме лабораторной работы

Существуют два простых способа выращивания кристаллов из раствора: охлаждение насыщенного раствора соли и его выпаривание. Первым этапом при любом из двух способов является приготовление насыщенного раствора. В условиях школьного физического кабинета проще всего выращивать кристаллы алюмокалиевых квасцов. В домашних условиях можно выращивать кристаллы медного купороса или обычной поваренной соли.

Растворимость любых веществ зависит от температуры. Обычно с повышением температуры растворимость увеличивается, а с понижением температуры уменьшается.

При охлаждении горячего (примерно 40°C) насыщенного раствора до 20°C в нем окажется избыточное количества соли на 100 г воды. При отсутствии центров кристаллизации это вещество может оставаться в растворе, т.е. раствор будет пересыщенным.

С появлением центров кристаллизации избыток вещества выделяется из раствора, при каждой данной температуре в растворе остается то количество вещества, которое соответствует коэффициенту растворимости при этой температуре. Избыток вещества из раствора выпадает в виде кристаллов; количество кристаллов тем больше, чем больше центров кристаллизации в растворе. Центрами кристаллизации могут служить загрязнения на стенках посуды с раствором, пылинки, мелкие кристаллики соли. Если предоставить выпавшим кристалликами возможность подрасти в течение суток, то среди них найдутся чистые и совершенные по форме экземпляры. Они могут служить затравками для выращивания крупных кристаллов.

Чтобы вырастить крупный кристалл, в тщательно отфильтрованный насыщенный раствор нужно внести кристаллик - затравку, заранее прикрепленный на волосе или тонкой леске, предварительно обработанной спиртом.

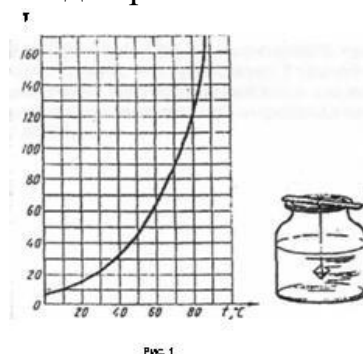
Можно вырастить кристалл без затравки. Для этого волос или леску обрабатывают спиртом и опускают в раствор так, чтобы конец висел свободно. На конце волоса или лески может начаться рост кристалла.

Если для выращивания приготовлен крупный затравочный кристалл, то его лучше вносить в слегка подогретый раствор. Раствор, который был насыщенным при комнатной температуре, при температуре на 3-5°C выше комнатной будет ненасыщенным. Кристалл-затравка начнет растворяться в

нем и потеряет при этом верхние, поврежденные и загрязненные слои. Это приведет к увеличению прозрачности будущего кристалла. Когда температура понизится до комнатной, раствор вновь станет насыщенным, и растворение кристалла прекратится. Если стакан с раствором прикрыть так, чтобы вода из раствора могла испаряться, то вскоре раствор станет пересыщенным и начнется рост кристалла. Во время роста кристалла стакан с раствором лучше всего держать в теплом сухом месте, где температура в течение суток остается постоянной. На выращивание крупного кристалла в зависимости от условий эксперимента может потребоваться от нескольких дней до нескольких недель.

Инструкция по выполнению лабораторной работы

1. Тщательно вымойте стакан и воронку, подержите их над паром.
2. Налейте 100, г дистиллированной (или дважды прокипяченной) воды в стакан и нагрейте её до 30°C-40°C. Используя кривую растворимости, приведенную на рисунке 1, определите массу соли, необходимую для приготовления насыщенного раствора при 30°C.
3. Приготовьте насыщенный раствор и слейте его через ватный фильтр в чистый стакан. Закройте стакан крышкой или листком бумаги. Подождите, пока раствор остынет до комнатной температуры. Откройте стакан. Через некоторое время начнут выпадать первые кристаллы.
4. Через сутки слейте раствор через ватный фильтр в чистый, вновь вымытый и попаренный стакан. Среди множества кристаллов, оставшихся на дне первого стакана, выберите самый чистый кристалл правильной формы. Прикрепите кристалл-затравку к волосу или леске и опустите его в раствор. Волос или леску предварительно протрите ватой, смоченной спиртом. Можно также положить кристалл-затравку на дно стакана перед заливкой в него раствора. Поставьте стакан в теплое чистое место. В течение нескольких суток или недель не трогайте кристалл и не переставляйте стакан. В конце срока выращивания выньте кристалл из раствора, тщательно осушите бумажной салфеткой и уложите в специальную коробку. Руками кристалл не трогайте, иначе он потеряет прозрачность.
5. Исходя из цели работы, запишите вывод и ответьте на контрольные вопросы.



Контрольные вопросы

1. Что называется кристаллом?
2. Какими свойствами обладают кристаллы?
3. Что может служить центром кристаллизации?
4. Чем объясняется неодинаковая скорость роста различных граней одного и того же кристалла?

5. Каким способом можно насыщенный раствор сделать пересыщенным без добавления растворенного вещества?
6. Зачем раствор фильтровался?

Л.р. №13 Изучение теплового расширения твердых тел.

Цель работы: пронаблюдать на практике тепловое расширение твёрдых тел, научиться производить расчеты линейных и объемных изменений твердых тел при изменении их температуры; учиться применять полученные теоретические знания к решению практических задач и объяснять механизм теплового расширения тел на основе молекулярно-кинетической теории.

Оборудование: 1. Стержень алюминиевый. 2. Деревянный брусок. 3. Булавка с большой головкой и насаженной бумажной стрелкой. 4. Штатив с лапкой и муфтой. 5. Спиртовка со спиртом. 6. монетка, дощечка с 2-мя гвоздями.

Теоретическая справка.

Тепловым расширением называется увеличение линейных размеров тела и его объема, происходящие при повышении температуры.

Расширение твердого тела вдоль одного его измерения называется линейным.

Величина, показывающая, на какую долю начальной длины, взятой при 0°C , увеличивается длина тела от нагревания его на 1°C , называется коэффициентом линейного расширения и обозначается через α .

$$\alpha = \frac{l - l_0}{l_0 \Delta t}$$

Увеличение объема тел при нагревании называется объемным расширением. Объемное расширение характеризуется коэффициентом объемного расширения и обозначается через β . $\beta = \frac{V - V_0}{V_0 \Delta t}$

Коэффициент объемного расширения твердого тела равен утроенному коэффициенту линейного расширения, т.е $\beta = 3\alpha$.

Ход работы:

1. Для наблюдения расширения твердых тел, закрепить один конец стержня в лапку штатива, а другой конец плотно прижать сверху к булавке, положенной на деревянный брусок (см. рисунок).
2. Зажечь спиртовку, поднести к стержню и наблюдать за поведением стрелки. Что наблюдали?
3. Убрать спиртовку, снова наблюдать за поведением стрелки. Что наблюдали?
4. Провести наблюдение с холодной и нагретой монеткой. Осторожно!
<http://www.youtube.com/watch?v=6uDL-KX7Tqw>

Расчётные задания:

1. Длина медной проволоки при нагревании от 0° до 100° увеличилась на 0,17м. Определите температурные коэффициенты линейного и объёмного расширения меди, если первоначальная длина проволоки 100м.

2. Стальной стержень при температуре 0° имеет длину 0,2 м. При какой температуре его длина будет 0,213 м?

Контрольные вопросы:

1. Что происходит с телами при охлаждении и расширении?
2. Почему тела расширяются? Что изменяется у тела в процессе расширения?
3. Когда балалайку вынесли из теплого помещения на мороз, ее стальные струны стали более натянуты. Какой вывод можно сделать о различии в тепловом расширении стали и дерева?
4. Почему при пайке применяют легкоплавкие металлы (олово, свинец) и их сплавы?
5. Почему стаканы из толстого стекла лопаются чаще, чем тонкостенные, при наливании в них крутого кипятка?

Вывод:

Л.р. №14 Изучение деформации растяжения.

Цель работы: научиться, экспериментально, определять модуль упругости резины (модуль Юнга) методом деформации резинового шнура.

Оборудование: Штатив с зажимом; Резиновый шнур; Два-три груза известной массы; Измерительная линейка.

Теоретическая справка.

Закон Гука: при малых деформациях механическое напряжение σ прямо пропорционально относительному удлинению ε . $\sigma = E \cdot |\varepsilon|$, где E – модуль упругости или модуль Юнга.

Механическое напряжение: $\sigma = \frac{F}{S}$ Относительное удлинение:

$$\varepsilon = \frac{|\Delta \ell|}{\ell_0} = \frac{\ell - \ell_0}{\ell_0}$$

Подставив эти значения в закон Гука, мы получим: $\frac{F}{S} = E \frac{\ell - \ell_0}{\ell_0} \Rightarrow$

$$E = \frac{F \cdot \ell_0}{S \cdot (\ell - \ell_0)}$$

Ход работы:

1. Подготовить таблицу для записи измерений и вычислений.

№ п/п	Площадь поперечного сечения шнура (м^2)	Расстояние между отметками ℓ_0 (м)	Расстояние после деформации ℓ (м)	Деформирующая нагрузка F (Н)	Модуль упругости E (Н/м^2)
1.					

2. Собрать экспериментальную установку:

3. Нанести карандашом метки А и В на резиновом шнуре, на расстоянии ℓ_0

4. Подвесить деформационную нагрузку к резиновому шнуру, закреплённому на штативе.

5. Измерить расстояние ℓ между штрихами А и В в растянутом состоянии и определить нагрузку F .

6. Вычислить модуль Юнга (модуль упругости) по формуле:

$$E = \frac{F \cdot \ell_0}{S \cdot (\ell - \ell_0)} = \frac{F \cdot \ell_0}{\frac{\pi D^2}{4} \cdot (\ell - \ell_0)}$$

7. Записать все результаты измерений и вычислений в таблицу.

8. Повторить опыт с другой нагрузкой F_2 и вычислить E_2 .

9. Определить среднее значение модуля упругости $E_{\text{ср.}}$: $E_{\text{ср.}} = \frac{E_1 + E_2}{2}$

10. Определить погрешность измерений и вычислений: – абсолютная: $\Delta E = |E_{\text{ср}} - E| =$ – относительная: $\delta = \frac{\Delta E}{E}$

11. Сделать вывод о проделанной работе. Как модуль упругости характеризует сопротивляемость материала?

12. Ответить на контрольные вопросы.

12.1 Что такое деформация?

12.2 Какую деформацию называют упругой?

12.3 Какие существуют виды упругих деформаций?

12.4 Что называют механическим напряжением? (Определение, формула, ед.изм.)

12.5 Какими способами исправляют деформированные детали?

Л.р. № 15 Изучение закона Ома для участка цепи, последовательного соединения проводников.

Цель работы: установить на опыте зависимость силы тока от напряжения и сопротивления. Экспериментальная проверка законов последовательного соединения проводников:

- 1) ознакомиться с приборами для проведения этой лабораторной работы
- 2) научиться соединять резисторы последовательно
- 3) научиться измерять и рассчитывать сопротивление при последовательном соединении резисторов

Оборудование: амперметр лабораторный, вольтметр лабораторный, источник питания, набор из трёх резисторов сопротивлениями 1 Ом, 2 Ом, 4 Ом, реостат, ключ замыкания тока, соединительные провода.

Теоретическая справка.

Электрический ток - упорядоченное движение заряженных частиц. Количественной мерой электрического тока служит сила тока.

Сила тока – скалярная физическая величина, равная отношению заряда q , переносимого через поперечное сечение проводника за интервал времени t , к этому интервалу времени: $I = \frac{q}{t}$

В Международной системе единиц СИ сила тока измеряется в амперах [А].
[1А=1Кл/1с]

Прибор для измерения силы тока Амперметр. Включается в цепь последовательно

Напряжение – это физическая величина, характеризующая действие электрического поля на заряженные частицы, численно равно работе электрического поля по перемещению заряда из точки с потенциалом φ_1 в точку с потенциалом φ_2 : $U = \frac{A}{q}$ Единица напряжения – Вольт [В]
[1В=1Дж/1Кл]

Прибор для измерения напряжения – Вольтметр. Подключается в цепь параллельно тому участку цепи, на котором измеряется разность потенциалов.

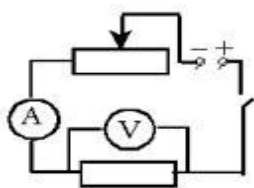
Величина, характеризующая противодействие электрическому току в проводнике, которое обусловлено внутренним строением проводника и хаотическим движением его частиц, называется электрическим сопротивлением проводника. Электрическое сопротивление проводника зависит от размеров и формы проводника и от материала, из которого изготовлен проводник. $R = \frac{\rho l}{S}$ В СИ единицей электрического сопротивления проводников служит Ом [Ом].

Графическая зависимость силы тока I от напряжения U - вольт-амперная характеристика

Закон Ома для участка цепи: сила тока в проводнике прямо пропорциональна приложенному напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению проводника. $I = \frac{U}{R}$

Ход работы.

1. Для выполнения работы соберите электрическую цепь из источника тока, амперметра, реостата, проволочного резистора сопротивлением 2 Ом и ключа. Параллельно проволочному резистору присоедините вольтметр (см. схему).



2. Опыт 1. Исследование зависимости силы тока от напряжения на данном участке цепи. Включите ток. При помощи реостата доведите напряжение на зажимах проволочного резистора до 1 В, затем до 2 В и до 3 В. Каждый раз при этом измеряйте силу тока и результаты записывайте в табл. 1.

табл. 1.

Напряжение, В			
Сила тока, А			

3. По данным опытов постройте график зависимости силы тока от напряжения. Сделайте вывод.

4. Опыт 2. Исследование зависимости силы тока от сопротивления участка цепи при постоянном напряжении на его концах. Включите в цепь по той же схеме проволочный резистор сначала сопротивлением 1 Ом, затем 2 Ом и 4 Ом. При помощи реостата устанавливайте на концах участка каждый раз одно и то же напряжение, например, 2 В. Измеряйте силу тока, результаты записывайте в табл 2.

Сопротивление участка, Ом			
Сила тока, А			

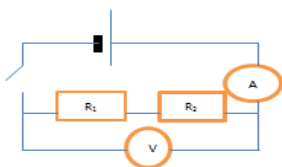
5. По данным опытов постройте график зависимости силы тока от сопротивления. Сделайте вывод.

6. Изучение последовательного соединения проводников:

А. Заполните пропуски в формулах последовательного соединения

$$U = U_1 \dots U_2 \quad R = R_1 \dots R_2 \quad \frac{U_1}{\dots} = \frac{\dots}{R_2}$$

Б. Соберите цепь для изучения последовательного соединения по схеме:



В. Измерьте силу тока. Поочерёдно включая вольтметр к первому резистору, ко второму резистору и ко всему участку, измерьте напряжение. Результаты измерений занесите в таблицу

I, A	U ₁ В	U ₂ В	U В	R ₁ Ом	R ₂ Ом	R Ом

Г. Вычислите сопротивления и занесите результаты в таблицу

$$R_1 = \frac{U_1}{I} = \dots \text{Ом} \quad R_2 = \frac{U_2}{I} = \dots \text{Ом} \quad R = \frac{U}{I} = \dots \text{Ом}$$

Д. Проверьте формулы (см пункт А) последовательного соединения по данным таблицы

Е. Посмотрите на резисторы и запишите: $R_1 = \dots \text{Ом}$ $R_2 = \dots \text{Ом}$

Ж. Вычислите рассчитанное сопротивление при последовательном соединении $R = R_1 + R_2 = \dots \text{Ом}$

З. Сравните измеренное и рассчитанное сопротивления при последовательном соединении

Сделайте вывод

Л.р. № 16 Изучение закона Ома для участка цепи с параллельным соединением проводников.

Цель работы: Экспериментальная проверка законов параллельного соединения проводников:

- 1) ознакомиться с приборами для проведения этой лабораторной работы
- 2) научиться соединять резисторы параллельно
- 3) научиться измерять и рассчитывать сопротивление при параллельном соединении резисторов

Оборудование: амперметр лабораторный, вольтметр лабораторный, источник питания, набор из трёх резисторов сопротивлениями 1 Ом, 2 Ом, 4 Ом, реостат, ключ замыкания тока, соединительные провода.

Теоретическая справка.

Электрический ток - упорядоченное движение заряженных частиц. Количественной мерой электрического тока служит сила тока.

Сила тока – скалярная физическая величина, равная отношению заряда q , переносимого через поперечное сечение проводника за интервал времени t , к этому интервалу времени: $I = \frac{q}{t}$

В Международной системе единиц СИ сила тока измеряется в амперах [А].
[1А=1Кл/1с]

Прибор для измерения силы тока Амперметр. Включается в цепь последовательно

Напряжение – это физическая величина, характеризующая действие электрического поля на заряженные частицы, численно равно работе электрического поля по перемещению заряда из точки с потенциалом φ_1 в точку с потенциалом φ_2 : $U = \frac{A}{q}$ Единица напряжения – Вольт [В]
[1В=1Дж/1Кл]

Прибор для измерения напряжения – Вольтметр. Подключается в цепь параллельно тому участку цепи, на котором измеряется разность потенциалов.

Величина, характеризующая противодействие электрическому току в проводнике, которое обусловлено внутренним строением проводника и хаотическим движением его частиц, называется электрическим сопротивлением проводника. Электрическое сопротивление проводника зависит от размеров и формы проводника и от материала, из которого изготовлен проводник. $R = \frac{\rho l}{S}$ В СИ единицей электрического сопротивления проводников служит Ом [Ом].

Графическая зависимость силы тока I от напряжения U - вольт-амперная характеристика

Закон Ома для участка цепи: сила тока в проводнике прямо пропорциональна приложенному напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению проводника. $I = \frac{U}{R}$

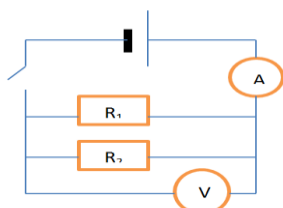
Ход работы.

Изучение параллельного соединения

1. Заполните пропуски в формулах параллельного соединения

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

2. Соберите цепь для изучения параллельного соединения



3. Замкните цепь и измерьте силу тока и напряжение на участке при параллельном соединении

Запишите: $I = \dots\dots\dots A$ $U = \dots\dots\dots V$

4. Пользуясь измеренными данными вычислите сопротивление участка при параллельном соединении

$$R = \frac{U}{I} = \dots\dots\dots \text{Ом} \quad (\text{измеренное сопротивление})$$

5. Посмотрите на резисторы и запишите $R_1 = \dots\dots\dots \text{Ом}$ $R_2 = \dots\dots\dots \text{Ом}$

6. Вычислите по формуле (см пункт1) сопротивление при параллельном соединении

$R = \dots\dots\dots \text{Ом}$ (рассчитанное сопротивление)

7. Сравните рассчитанное и измеренное сопротивления при параллельном соединении

Контрольный вопрос

Как соединяются потребители электроэнергии в квартирах? Почему?

Вывод.

Л.р. №17 Изучение закона Ома для полной цепи.

Цель: установление зависимости силы тока от внешнего сопротивления, определить КПД электрической цепи.

Оборудование: источник питания, проволочный резистор, амперметр, ключ, вольтметр, соединительные провода.

Теоретическая справка.

Закон Ома для полной цепи - сила тока прямо пропорциональна ЭДС цепи, и обратно пропорциональна сумме сопротивлений источника и цепи, где ε – ЭДС, R - сопротивление цепи, r – внутреннее сопротивление источника.

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

Формулу закона Ома для полной цепи можно представить в другом виде. А именно: ЭДС источника цепи равна сумме падений напряжения на источнике и на внешней цепи.

$$E = Ir + IR = U_r + U_R$$

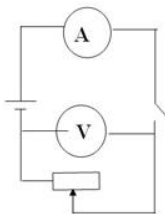
Электродвижущей силой (ЭДС) источника тока называют работу, которая требуется для перемещения единичного заряда между его полюсами.

$$E = \frac{A}{q}$$

КПД электрической цепи — это отношение полезного тепла к полному: $\eta = \frac{Q_{\text{полезн}}}{Q_{\text{полн}}} = \frac{I^2 R t}{I^2 (R + r) t} = \frac{R}{R + r}$

Ход работы:

1) Начертите в тетради схему работы.



2) При разомкнутой цепи вольтметр, подключенный к полюсам источника показывает значение ЭДС источника $\varepsilon =$

3) При замыкании ключа снимите показания силы тока в цепи $I =$ и напряжения на полюсах источника $U =$.

4) Вычислите сопротивление цепи: $R = \frac{U}{I}$

5) Используя закон Ома для полной цепи $I = \frac{E}{R + r}$, определите внутреннее сопротивление источника тока: $r = \frac{E - U}{I} =$

6) Вычислите КПД электрической цепи по формуле: $\eta = \frac{Q_{\text{полезн}}}{Q_{\text{полн}}} = \frac{R}{R + r}$

7) Сделать вывод по работе.

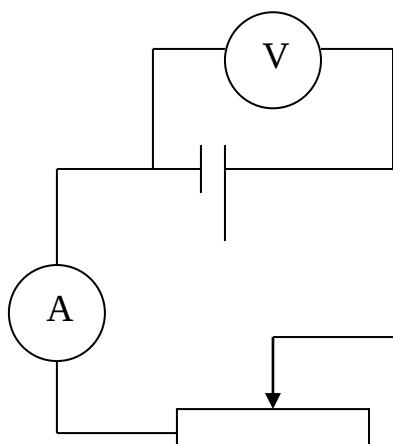
Л.р. №18 Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника напряжения.

Цель работы: измерить ЭДС и внутренне сопротивление источника тока.

Оборудование: амперметр и вольтметр школьные, реостат, соединительные провода.

Ход работы.

Схема электрической цепи, которую используют в этой лабораторной работе, показана на рисунке. В качестве источника тока в схеме используют аккумулятор или батарейку от карманного фонаря.



При разомкнутом ключе ЭДС источника тока равна напряжению на внешней цепи.

В эксперименте источник замкнут на вольтметр, сопротивление, которого должно быть много больше внутреннего сопротивления источника тока.

Обычно сопротивление источника тока мало, поэтому для измерения напряжения можно использовать вольтметр со шкалой 0-6В и сопротивлением 900 Ом.

Внутреннее сопротивление источника тока можно измерить косвенно, сняв показания амперметра и вольтметра при замкнутом ключе. Для определения внутреннего сопротивления источника тока нужно дважды измерить ток и напряжение при двух положениях движка реостата. Тогда внутреннее сопротивление источника будет равно: $r = \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1}$; а ЭДС будет равна:

$$E = U_1 + I_1 r.$$

Порядок выполнения работы.

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

I_1, A	I_2, A	U_1, B	U_2, B	$R, \text{Ом}$	E, B

2.Соберите электрическую цепь согласно схемы. Проверьте правильность подключения вольтметра и амперметра.

3.Проверьте работу цепи при замкнутом и разомкнутом ключе.

4.Измерьте ЭДС источника тока при разомкнутом ключе.

5.Снимите показания амперметра и вольтметра при замкнутом ключе при двух положениях движка реостата. Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу.

Контрольные вопросы.

1. Почему показания вольтметра при разомкнутом и замкнутом ключе различны?

Вывод.

Л.р. №19 Определение коэффициента полезного действия электрического чайника.

Цель работы – научиться определять КПД электроприборов на примере электрочайника.

Оборудование: Электрический чайник, термометр, часы с секундной стрелкой.

Теоретическая справка.

Электрическим током называют упорядоченное, направленное движение заряженных частиц.

Действия электрического тока - тепловое, магнитное, химическое, механическое, физиологическое

Работа тока на участке цепи равна произведению силы тока, напряжения и времени, в течение которого совершалась работа. $A = UI t$.

Закон Джоуля – Ленца: Количество теплоты, выделяемое проводником с током, равно произведению квадрата силы тока, сопротивления проводника и времени прохождения тока по проводнику. $Q = I^2 R t$

Мощность тока равна отношению работы тока ко времени прохождения тока. $P = I U$

Ход работы

1. Рассмотрите электрочайник. По паспортным данным определите электрическую мощность электроприбора P .

2. Налейте в чайник воду объемом V , равным 1 л (1 кг)

3. Измерьте с помощью термометра начальную температуру воды t_1 .

4. Включите чайник в электрическую сеть и нагревайте воду до кипения.

5. Определите по таблице температуру кипения воды t_2 .

6. Заметьте по часам промежуток времени, в течение которого нагревалась вода Δt

Все измерения выполняйте в системе СИ.

7. Используя данные измерений, вычислите:

а) совершенную электрическим током работу, зная мощность чайника P и время нагревания воды Δt , по формуле $A_{\text{эл.тока}} = P \cdot \Delta t$

б) количество теплоты, полученное водой и равное полезной работе,

$$Q_{\text{нагр.}} = cm(t_2 - t_1)$$

8. Рассчитайте коэффициент полезного действия электрочайника по формуле $\eta = \frac{Q}{A} \times 100\% = \frac{cm(t_2 - t_1)}{P \Delta t} \times 100\%$

9. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу

$P, \text{Вт}$	$V, \text{м}^3$	$t_1, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, \text{с}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	$A_{\text{эл.тока}}, \text{Дж}$	$Q_{\text{нагр.}}, \text{Дж}$	$\eta, \%$

Контрольные вопросы:

1. Как рассчитать количество теплоты, выделяющегося в проводнике при протекании по нему тока, зная сопротивление этого проводника?
2. Почему спираль электрочайника изготавливают из проводника большой площади сечения? Дайте развёрнутый ответ.
3. Приведите примеры других электроприборов, в которых нагревательным элементом является спираль. Чем эти приборы отличаются друг от друга?
4. Почему при электросварке большее количества тепла выделяется именно в месте соединения сварных кусков?
5. Почему маломощные приборы невыгодны? Почему при пользовании такими приборами неизбежен перерасход энергии?

Л.р. № 20 Определение температуры нити лампы накаливания.

Цель: определить температуру светящейся нити лампы накаливания.
Оборудование: источник электропитания ВС-24М, лампа накаливания (6.3 В. или 3.5 В.), вольтметр (до 15 В.), миллиамперметр, реостат лабораторный, соединительные провода.

Постановка задачи. Исследовать экспериментально зависимость электрического сопротивления нити накала лампы от температуры. Результаты представьте графически, по графику определите электрическое сопротивление нити лампы при 0°C R_0 , если температурный коэффициент вольфрама $\alpha = 4.8 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$.

Зависимость электрического сопротивления R_t металлов от температуры выражается формулой $R_t = R_0(1 + \alpha \cdot t)$ (1), где R_t - электрическое сопротивление металлического образца при температуре t ; R_0 - электрическое сопротивление его при 0°C ; α - температурный коэффициент электрического сопротивления для данного вещества. Если известны значения электрического сопротивления образца R_0 при 0°C и R_t в нагретом состоянии, а также температурный коэффициент электрического сопротивления α , то температуру t можно вычислить по формуле $t = \left(\frac{R_t}{R_0} - 1\right) \cdot \frac{1}{\alpha}$ (2).

Выражая температуру в градусах Кельвина, получаем другую формулу для определения температуры:

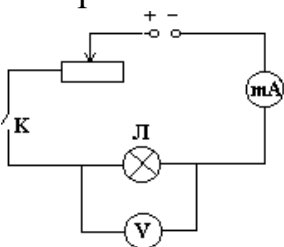
$T = \frac{R_t}{R_0 \cdot \alpha}$ (3), где T - абсолютная температура.

Сопротивление R_t можно определить, используя показания миллиамперметра и вольтметра, применив закон Ома для участка электрической цепи.

Таким образом, для снятия зависимости электрического сопротивления нити лампы накаливания от температуры необходимо измерить напряжение на участке цепи, содержащем лампу, при различных значениях силы тока.

Ход работы:

1. Соберите электрическую цепь согласно рисунку.
2. Измерьте электрическое сопротивление нити лампы накаливания при комнатной температуре R_0 . Считайте полученное значение примерно равным электрическому сопротивлению R_0 нити лампы при 0°C .



2. Перемещая движок реостата, снимите зависимость силы тока от напряжения.

3. Рассчитайте электрическое сопротивление R_t нити лампы в нагретом состоянии $R_t = \frac{U}{I}$ для каждой

пары показаний приборов.

- 4 По найденным значениям электрического сопротивления нити лампы R_0 и R_t и известному значению температурного коэффициента электрического сопротивления вольфрама $\alpha = 4.8 \cdot 10^{-3} K^{-1}$ вычислите температуру T нити лампы, используя выражение (3).
- 5 Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу:

№	I_0, A	U_0, B	$R_0, Ом$	U, B	I, A	$R_t, Ом$	T, K

7. По результатам измерений и вычислений постройте график зависимости электрического сопротивления нити лампы от температуры.

Контрольные вопросы.

1. Почему электрическое сопротивление металлов зависит от температуры?
2. Почему в данной работе электрическое сопротивление нити лампы при комнатной температуре можно считать приблизительно равным ее электрическому сопротивлению при $0^\circ C$?

Л.р. №21 Изучение явления электромагнитной индукции.

Цель работы: исследовать явление электромагнитной индукции, повторив опыты Фарадея сделать вывод.

Оборудование: источник питания, миллиамперметр, катушки с сердечниками, дугообразный магнит, выключатель кнопочный, соединительные провода, магнитная стрелка (компас), реостат.

Тренировочные задания и вопросы

1. 28 августа 1831 г. М. Фарадей _____
2. В чем заключается явление электромагнитной индукции?
3. Магнитным потоком Φ через поверхность площадью S называют _____
4. В каких единицах в системе СИ измеряются
 - а) индукция магнитного поля $[B]=$ _____
 - б) магнитный поток $[\Phi]=$ _____
5. Правило Ленца позволяет определить _____
6. Запишите формулу закона электромагнитной индукции.
7. В чем заключается физический смысл закона электромагнитной индукции?
8. Почему открытие явления электромагнитной индукции относят к разряду величайших открытий в области физики?

Подготовка к проведению работы.

1. Вставить в одну из катушек железный сердечник, закрепив его гайкой. Подключить эту катушку через миллиамперметр, реостат и ключ к источнику питания. Замкнуть ключ и с помощью магнитной стрелки определить расположение магнитных полюсов катушки с током. Зафиксировать, в какую сторону отклоняется при этом стрелка миллиамперметра. В дальнейшем при выполнении работы можно будет судить о расположении магнитных полюсов катушки стоком по направлению отклонения стрелки миллиамперметра.
2. отключить от цепи реостат и ключ, замкнуть миллиамперметр на катушку, сохранив порядок соединения их клемм.

Проведение эксперимента.

1. Приставить сердечник к одному из полюсов дугообразного магнита и вдвинуть внутрь катушки, наблюдая одновременно за стрелкой миллиамперметра.
2. Повторить наблюдение, выдвигая сердечник из катушки, а также меняя полюса магнита.
3. Зарисовать схему опыта и проверить выполнение правила Ленца в каждом случае.
4. Расположить вторую катушку рядом с первой так, чтобы их оси совпадали.
5. Вставить в обе катушки железные сердечники и присоединить вторую катушку через выключатель к источнику питания.

6. 6.Замыкая и размыкая ключ, наблюдать отклонение стрелки миллиамперметра.
7. Зарисовать схему опыта и проверить выполнение правила Ленца.

Л.р. №22 Изучение зависимости периода колебаний нитяного (или пружинного) маятника от длины нити (или массы груза).

Тема: «Исследование зависимости периода и частоты свободных колебаний нитяного маятника от его длины».

Цель работы: Выяснить, как зависят период и частота колебаний нитяного маятника от его длины.

Оборудование: Штатив, груз, нить длиной 125 см., ластик, секундомер.

Ход работы:

При изменении длины нитяного маятника меняется его частота и период. В данной работе мы должны определить эту зависимость. Период и частоту определяем следующим образом:

1. Отклоняем шарик маятника от положения равновесия на небольшую амплитуду и замеряем время t , в течение которого маятник совершит N колебаний.

2. Рассчитываем период и частоту по формулам: $T = t/N$, $\nu = 1/T = N/t$.

3. Измеряем период и частоту при разных значениях длины маятника, тем самым получая зависимость периода и частоты от длины.

4. Записываем результаты расчётов в таблицу и делаем вывод о проделанной работе.

№ опыта	Время t , с	Число колебаний, N	Длина нити l , м	Период T , с	Частота ν , Гц
1					
2					
3					

Л.р. №23 Индуктивное сопротивление в цепи переменного тока.

Цель: Изучить зависимость индуктивного сопротивления от частоты переменного тока при постоянных параметрах элементов.

Оборудование: амперметр, вольтметр, источник тока, резистор, катушка индуктивности, генератор.

Теоретическая справка.

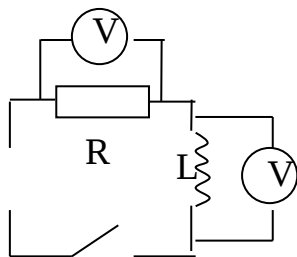
Произведение циклической частоты ω на индуктивность L называют индуктивным сопротивлением: $X_L = \omega \cdot L$

Величину, обратную произведению циклической частоты ω на емкость C , называют емкостным сопротивлением: $X_C = 1/\omega C$

Порядок выполнения работы:

Катушка в цепи переменного тока.

1. собрать цепь, задать параметры $\rightarrow$ резистор $R = 100 \text{ Ом}$; мощность $P = 500 \text{ Вт}$; индуктивность катушки $L = 100 \text{ мГн} = 0,1 \text{ Гн}$; напряжение на генераторе $U = 100 \text{ В}$



2. Изменяя частоту генератора, записать показания вольтметров (напряжения на резисторе U_R и

напряжения на катушке U_L) в таблицу 1

$\nu, \text{ Гц}$	50	100	150	300
$U_R, \text{ В}$	95	84	72	46
$U_L, \text{ В}$	29	53	68	88
$I, \text{ А}$				
$X_L, \text{ Ом}$				

3. Рассчитать значение токов, текущих в цепи, в зависимости от частоты (для этого надо напряжение на резисторе разделить на его сопротивление $I = U_R / R$). Запишите полученные данные в таблицу 1.

4. Определите индуктивные сопротивления для соответствующих частот (для этого надо напряжение на катушке разделить на силу тока $X_L = U_L / I$). Запишите данные в таблицу 1.
5. Построить график зависимости индуктивного сопротивления от частоты переменного тока.
6. Сформулируйте вывод.

Л.р. №24 Ёмкостное сопротивление в цепи переменного тока.

Цель: Изучить зависимость емкостного сопротивления от частоты переменного тока при постоянных параметрах элементов.

Оборудование: амперметр, вольтметр, источник тока, резистор, конденсатор, генератор.

Теоретическая справка.

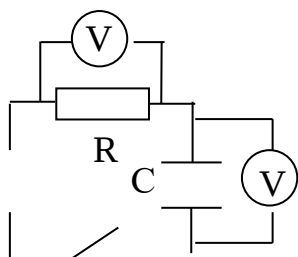
Произведение циклической частоты ω на индуктивность L называют индуктивным сопротивлением: $X_L = \omega \cdot L$

Величину, обратную произведению циклической частоты ω на емкость C , называют емкостным сопротивлением: $X_C = 1 / \omega C$

Порядок выполнения работы:

Конденсатор в цепи переменного тока

1. собрать цепь, задать параметры $\rightarrow$ - рабочее напряжение $U = 400\text{В}$; емкость конденсатора $C = 10\text{ мкФ}$; резистор сопротивлением $R = 100\text{.Ом}$



2. Изменяя частоту генератора, записать показания вольтметров (напряжения на резисторе U_R и

напряжение на конденсаторе U_C) в таблицу 2.

ν , Гц	50	100	150	300
U_R , В	29	53	68	88
U_C , В	95	84	72	46
I , А				
X_C , Ом				

3. Рассчитать значение токов, текущих в цепи, в зависимости от частоты (для этого надо напряжение на резисторе разделить на его сопротивление $I = U_R / R$). Запишите полученные данные в таблицу 2.

4. Определите емкостные сопротивления для соответствующих частот (для этого надо напряжение на конденсаторе разделить на силу тока $X_C = U_C / I$). Запишите данные в таблицу 2.

5. Построить график зависимости емкостного сопротивления от частоты переменного тока.

6. Сформулируйте вывод. (Емкостное сопротивление обратно пропорционально частоте переменного тока).

Контрольные вопросы:

Почему с увеличением частоты индуктивное сопротивление увеличивается, а емкостное уменьшается?

Какой ток удобнее применять для электросварки: переменный или постоянный? Почему?

Л.р. №25 Изучение изображения предметов в тонкой линзе.

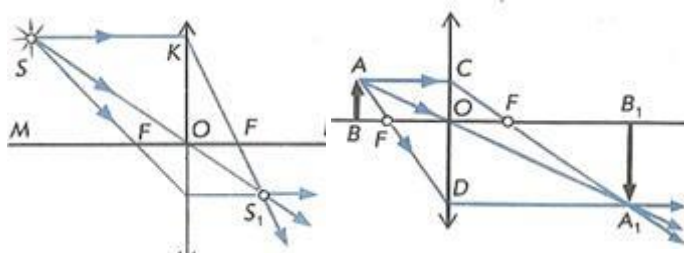
Цель работы: измерить оптическую силу и фокусное расстояние собирающей линзы одним из способов.

Оборудование: источник света, линейка, линза собирающая, лампочка на стойке, экран, соединительные провода, выключатель.

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} = D$$

Теоретическое обоснование: Формула тонкой линзы имеет вид: (1), где d – расстояние от линзы до объекта, f – расстояние от линзы до изображения, F – фокусное расстояние линзы, D – оптическая сила линзы.

Для того, чтобы убедиться в пригодности формулы тонкой линзы, для вашего случая необходимо измерить с помощью этой формулы оптическую силу этой линзы D при различных значениях d и f , найти абсолютные погрешности измерения D и убедиться, что в пределах точности наших измерений оптическую силу линзы можно считать величиной постоянной, т.е. формула работает.



Это можно сделать, измерив расстояния d от предмета до линзы и расстояния f от линзы до реального изображения на экране. Реальное перевернутое изображение на экране для собирающей линзы получается, если предмет расположить от линзы на расстоянии большем фокусного. При этом если расстояние $f < d < 2f$, то изображение будет увеличенным (рис.1), если расстоянию $2f < d$, то уменьшенным (рис. 2). Наблюдаемым предметом может служить светящаяся спираль лампочки.

Простейший способ измерения оптической силы и фокусного расстояния собирающей линзы основан на использовании формулы линзы:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = D \quad (1) \quad \text{или} \quad \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \quad (2)$$

В качестве предмета используется светящаяся лампочка. Действительное изображение нити накала лампочки получают на экране.

Ход работы.

1.Собрать электрическую цепь, подключив лампочку к источнику тока через выключатель.

2.Поставить лампочку и экран по краям стола, между ними поместить линзу. Перемещая линзу, получить резкое изображение светящейся нити лампочки.

3.Измерить расстояния d и f , обратите внимание на точность измерения расстояний.

4.Рассчитать по формулам (1) и (2) оптическую силу и фокусное расстояние линзы.

5.Вывод по работе

Контрольный вопрос.

Какую форму имеет каждый элемент рефлекторного стекла фары? Почему выбрана именно такая форма?

Л.р. №26 Изучение интерференции света.

Цель работы: экспериментально изучить явления интерференции.

Оборудование: электрическая лампа с прямой нитью накала (одна на класс), две стеклянные пластинки, рамка из проволоки, стеклянная трубка, мыльная вода, компакт-диск, спиртовка, спички, лезвие безопасной бритвы, капроновая ткань черного цвета, пинцет, штангенциркуль.

Описание работы: Обычно интерференция наблюдается при наложении волн, испущенных одним и тем же источником, пришедших в данную точку разными путями.

Ход работы

Опыт 1. Окуните проволочную рамку в мыльный раствор и внимательно рассмотрите образовавшуюся мыльную пленку. Зарисуйте в тетради для лабораторных работ увиденную вами интерференционную картину. Обратите внимание, что при освещении пленки белым светом (от окна или лампы) возникают окрашенные полосы. С помощью стеклянной трубки выдуйте мыльный пузырь и внимательно рассмотрите его. При освещении его белым светом наблюдается образование цветных интерференционных колец. По мере уменьшения толщины пленки кольца, расширяясь, перемещаются вниз. Запишите в тетради для лабораторных работ ответы на вопросы:

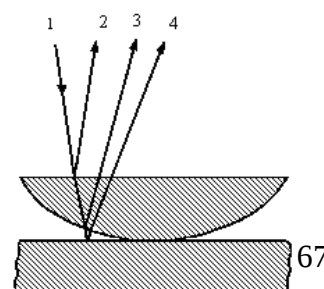
1. Почему мыльные пузыри имеют радужную окраску? 2. Какую форму имеют радужные полосы? 3. Почему окраска пузыря все время меняется?

Опыт 2. Тщательно протрите две стеклянные пластинки, сложите их вместе и сожмите пальцами. Из-за неидеальности формы соприкасающихся поверхностей между пластинками образуются тончайшие воздушные пустоты. При отражении света от поверхностей пластин, образующих зазор, возникают яркие радужные полосы — кольцеобразные или неправильной формы. При изменении силы, сжимающей пластинки, изменяются расположение и форма полос. Зарисуйте увиденные вами картинки в тетради для лабораторных работ. Запишите в тетради для лабораторных работ ответы 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?

3. Выполните задания

1. Установка для получения колец Ньютона освещается монохроматическим светом. Какие лучи участвуют в



получении колец Ньютона при наблюдении их в отраженном свете?

1) 3 и 4 2) 2 и 3 3) 2, 3 и 4 4) 1 и 2

2. В воздухе интерферируют когерентные волны с длиной волны $6 \cdot 10^{-7}$ м.

Усилится или ослабнет свет в точке, если разность хода лучей в ней равна 2,4 мкм? Почему?

- 1) ослабнет, т.к. разность хода равна четному числу полуволн
2) усилится, т.к. разность хода равна целому числу волн
3) ослабнет, т.к. разность хода равна нечетному числу полуволн
4) усилится, т.к. разность хода равна нечетному числу полуволн

3. В некоторую точку пространства приходят когерентные лучи с геометрической разностью хода 1,5 мкм, длина волны которых 600 нм.

Определите результат интерференции в этой точке пространства.

- 1) минимум интенсивности 2) максимум интенсивности 3) ответ не однозначен 4) равномерная освещенность

4. Соблюдается ли закон сохранения энергии в явлении интерференции света?

- 1) соблюдается, т.к. световая волна превращается в другие виды энергии 2) соблюдается, т.к. в области интерференции световая энергия перераспределяется 3) не соблюдается, т.к. в точки минимумов освещенности световая энергия не попадает 4) не соблюдается, т.к. в точках максимумов освещенности световая энергия возрастает относительно суммарной световой энергии

5. При выдувании мыльного пузыря при некоторой толщине пленки он приобретает радужную окраску. Какое физическое явление лежит в основе этого наблюдения? 1) дисперсия 2) дифракция 3) поляризация 4) интерференция

Л.р. №27 Изучение дифракции света.

Цель работы: экспериментально изучить явления дифракции.

Оборудование: электрическая лампа с прямой нитью накала (одна на класс), две стеклянные пластинки, рамка из проволоки, стеклянная трубка, мыльная вода, компакт-диск, спиртовка, спички, лезвие безопасной бритвы, капроновая ткань черного цвета, пинцет, штангенциркуль.

Описание работы: Вследствие дифракции свет отклоняется от прямолинейного распространения (например, вблизи краев препятствий).

Ход работы

Опыт 1. Рассмотрите внимательно под разными углами поверхность компакт-диска (на которую производится запись). Что вы наблюдаете? Объясните наблюдаемые явления. Опишите интерференционную картину.

Опыт 2. Возьмите пинцетом лезвие безопасной бритвы и нагрейте его над пламенем спиртовки. Зарисуйте наблюдаемую картину в тетради для лабораторных работ. Запишите в тетради для лабораторных работ ответы на вопросы:

1. Какое явление вы наблюдали?
2. Как его можно объяснить?

Опыт 3. Посмотрите сквозь черную капроновую ткань на нить горячей лампы. Поворачивая ткань вокруг оси, добейтесь четкой дифракционной картины в виде двух скрещенных под прямым углом дифракционных полос. Зарисуйте наблюдаемый дифракционный крест в тетради для лабораторных работ. Объясните наблюдаемые явления.

Запишите выводы.

4. Выполните задания.

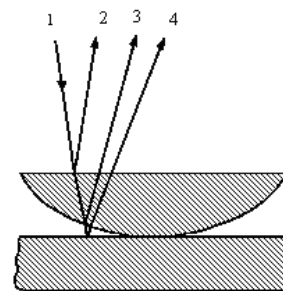
1. Дифракционная решетка позволяет определить
1) частоту волны 2) скорость волны 3) дифракционная решетка не позволяет ничего определять 4) длину волны
2. Дифракция – это 1) отклонение от прямолинейного распространения световых волн 2) исчезновение преломленных лучей 3) зависимость показателя преломления вещества от частоты падающего света 4) разложение света в спектр

3. При каком условии будет наблюдаться дифракция света, длина волны которого λ , а размер отверстия b ?

- 1) $b = \lambda$ 2) $b \gg \lambda$ 3) Дифракция происходит при любых размерах отверстия 4) $b \ll \lambda$

4. Главные максимумы при дифракции на решетке наблюдаются под углом удовлетворяющему условию

- 1) $\sin \varphi = k\lambda$ 2) $\cos \varphi = k\lambda$ 3) $d \sin \varphi = k\lambda$ 4) $d \cos \varphi = k\lambda$



Л.р. №28 Градуировка спектро스코па и определение длины волны спектральных линий.

Цель работы: измерить длину световой волны с помощью дифракционной решетки.

Оборудование: спектроскоп, дифракционная решетка; линейка; источник света с узкой щелью.

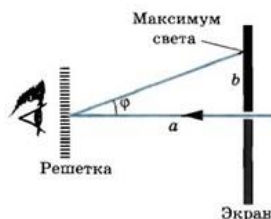
Теоретическая часть

В работе для определения длины световой волны используется дифракционная решетка с периодом 1/100 мм или 1/50 мм (период указан на решетке). Она является основной частью измерительной установки, показанной на рисунке. Решетка 1 устанавливается в держателе 2, который прикреплен к концу линейки 3. На линейке же располагается черный экран 4 с узкой вертикальной щелью 5 посередине. Экран может перемещаться вдоль линейки, что позволяет изменять расстояние между ним и дифракционной решеткой. На экране и линейке имеются миллиметровые шкалы. Вся установка крепится на штативе 6.

Если смотреть сквозь решетку и прорезь на источник света (лампу накаливания или свечу), то на черном фоне экрана можно наблюдать по обе стороны от щели дифракционные спектры 1-го, 2-го и т. д. порядков.

Длина волны λ определяется по формуле $\lambda = d \sin \varphi / k$, где d - период решетки; k - порядок спектра; φ - угол, под которым наблюдается максимум света соответствующего цвета.

Поскольку углы, под которыми наблюдаются максимумы 1-го и 2-го порядков, не превышают 5° , можно вместо синусов углов использовать их тангенсы. Из рисунка видно, что $\tan \varphi = b/a$. Расстояние a отсчитывают по линейке от решетки до экрана, расстояние b - по шкале экрана от щели до выбранной линии спектра.



Окончательная формула для определения длины волны имеет вид $\lambda = db/ka$

Указания к работе

1. Подготовьте бланк отчета с таблицей для записи результатов измерений и вычислений.
2. Соберите измерительную установку, установите экран на расстоянии 50 см от решетки.

3. Глядя сквозь дифракционную решетку и щель в экране на источник света и перемещая решетку в держателе, установите ее так, чтобы дифракционные спектры располагались параллельно шкале экрана.
4. Вычислите длину волны красного цвета в спектре 1-го порядка справа и слева от щели в экране, определите среднее значение результатов измерения.
5. Прodelайте то же для фиолетового цвета.
6. Сравните полученные результаты с длинами волн красного и фиолетового цвета на рис. V, 1 цветной вклейки.
7. Изучите устройство спектроскопа.

Контрольные вопросы

1. Для чего на входе спектроскопа стоит щель?
2. Зачем в спектроскопе призма, объектив, окуляр?
3. Зачем градуируют спектроскоп?
4. Что такое спектр? Почему твёрдые тела и жидкости дают сплошной спектр, а газы – линейчатый или полосатый?