



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ
Учебно-методическая документация

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

ОДП 17. ФИЗИКА

Специальности:

15.02.08 **Технология машиностроения**

15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)

23.02.03 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта

11.02.11 Сети связи и системы коммутации

Квалификация выпускника: техник

(базовая подготовка)

09.02.03 Программирование в компьютерных системах

Квалификация выпускника: техник-программист

09.02.01 Компьютерные системы и комплексы

Квалификация выпускника: техник по компьютерным системам

(базовая подготовка)

Разработчик: преподаватель- Л.П. Белорусова

Методические указания по выполнению лабораторных работ приняты на заседании предметной (цикловой) комиссии общеобразовательных, общих гуманитарных и социально-экономических и естественно-научных дисциплин колледжа протокол № 1 от 24.09.15

Председатель предметной (цикловой) комиссии  Л.П. Белорусова

Содержание

Пояснительная записка.....	4
Тематический план	6
Содержание лабораторных работ.....	10
Лабораторная работа №1	10
Лабораторная работа №2	12
Лабораторная работа №3	14
Лабораторная работа №4	18
Лабораторная работа №5	20
Лабораторная работа №6	22
Лабораторная работа №7	27
Лабораторная работа №8	31
Лабораторная работа №9	36
Лабораторная работа №10	44
Лабораторная работа №11	46
Лабораторная работа №12	51
Лабораторная работа №13	56
Лабораторная работа №14	62
Лабораторная работа №15	66
Приложение А.....	72
Приложение Б.....	73
Приложение В.....	74
Приложение Г.....	80
Приложение Д.....	85
Информационное обеспечение обучения.....	86
Лист регистрации изменений.....	87

Пояснительная записка

Методические указания по выполнению лабораторных работ, являющиеся частью учебно-методического комплекса по дисциплине «Физика» составлены в соответствии с:

1. Федеральным государственным образовательным стандартом по специальностям среднего профессионального образования (далее - СПО):
23.02.03 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта
15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств
11.02.11 Сети связи и системы коммутации
09.02.03 Программирование в компьютерных системах
15.02.08 Технология машиностроения
09.02.01 Компьютерные системы и комплексы
2. Рабочей программой учебной дисциплины
3. Примерной программой учебной дисциплины «Физика» (ФГУ «ФИРО» Минобрнауки России, 2015 г.;
4. Положением о планировании, организации и проведении лабораторных работ и практических занятий студентов, осваивающих основные профессиональные образовательные программы среднего профессионального образования в колледжах НовГУ.

Методические рекомендации включают 15 лабораторных работ, предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины в объеме 30 часов.

В результате выполнения лабораторных работ обучающийся должен:

уметь:

- **описывать и объяснять физические явления и свойства тел:** движение небесных тел и искусственных спутников Земли; свойства газов, жидкостей и твердых тел; электромагнитную индукцию, распространение электромагнитных волн; волновые свойства света; излучение и поглощение света атомом; фотоэффект;
- **отличать** гипотезы от научных теорий;
- **делать выводы** на основе экспериментальных данных;
- **приводить примеры, показывающие, что:** наблюдения и эксперимент являются основой для выдвижения гипотез и теорий, позволяют проверить истинность теоретических выводов; физическая теория дает возможность объяснять известные явления природы и научные факты, предсказывать еще неизвестные явления;
- **приводить примеры практического использования физических знаний:** законов механики, термодинамики и электродинамики в энергетике; различных видов электромагнитных излучений для развития радио и телекоммуникаций, квантовой физики в создании ядерной энергетики, лазеров;
- **воспринимать и на основе полученных знаний самостоятельно оценивать** информацию, содержащуюся в сообщениях СМИ, Интернете, научно-популярных статьях.
- **применять полученные знания для решения физических задач;**
- **определять** характер физического процесса по графику, таблице, формуле;
- **измерять ряд** физических величин, представляя результаты измерений с учетом их погрешностей*;

знать:

- **смысл понятий:** физическое явление, гипотеза, закон, теория, вещество, взаимодействие, электромагнитное поле, волна, фотон, атом, атомное ядро, ионизирующие излучения, планета, звезда, галактика, Вселенная;
- **смысл физических величин:** скорость, ускорение, масса, сила, импульс, работа, механическая энергия, внутренняя энергия, абсолютная температура, средняя кинетическая энергия частиц вещества, количество теплоты, элементарный электрический заряд;

- **смысл физических законов** классической механики, всемирного тяготения, сохранения энергии, импульса и электрического заряда, термодинамики, электромагнитной индукции, фотоэффекта;
- **вклад российских и зарубежных ученых**, оказавших наибольшее влияние на развитие физики;

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

- для обеспечения безопасности жизнедеятельности в процессе использования транспортных средств, бытовых электроприборов, средств радио- и телекоммуникационной связи;
- оценки влияния на организм человека и другие организмы загрязнения окружающей среды;
- рационального природопользования и защиты окружающей среды.

В конце лабораторной работы каждый студент сдает письменный отчет преподавателю, который, учитывая качество проведенной работы, выставляет оценку.

Критерии оценки:

Оценка «5» - выставляется студенту, если он показал полное овладение содержанием материала лабораторной работы, расчеты и задания выполнены правильно, за качественное оформление отчета, правильные ответы на контрольные вопросы;

Оценка «4» - выставляется студенту, если он показал полное овладение содержанием материала лабораторной работы и освоение учебного материала, правильно оформил результаты исследований не более чем с двумя негрубыми ошибками, при ответе на контрольные вопросы допустил 1-2 неточности;

Оценка «3» - выставляется студенту, если он оформил результаты исследований не полностью, при ответе на контрольные вопросы допустил 2-3 грубых ошибки, небрежно оформил отчет;

Оценка «2» - выставляется студенту, если он допустил логические ошибки при оформлении результатов исследований, некачественно оформил отчет, не ответил на контрольные вопросы.

2.3. Тематический план и содержание учебной дисциплины «Физика»

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся, курсовая работа (проект) (если предусмотрены)	Объем часов	Уровень освоения
Введение	Физика – наука о природе. Естественно - научный метод познания, его возможности и границы применимости. Эксперимент и теория в процессе познания природы. Моделирование физических явлений и процессов. Роль эксперимента и теории в процессе познания природы. Физическая величина. Погрешности измерений физических величин. Физические законы. Границы применимости физических законов. Понятие о физической картине мира. Значение физики при освоении профессий СПО и специальностей СПО.	2	2
	Лабораторная работа №1: Вычисление абсолютной и относительной погрешностей измерений в лабораторных работах.	2	
Раздел 1. Механика		16	
Тема 1.1. Кинематика.	Механическое движение. Перемещение. Путь. Скорость. Равномерное прямолинейное движение. Ускорение. Равнопеременное прямолинейное движение. Свободное падение. Движение тела, брошенного под углом к горизонту. Равномерное движение по окружности.	2	2,3
Тема 1.2. Законы механики Ньютона.	Первый закон Ньютона. Сила. Масса. Импульс. Второй закон Ньютона. Основной закон классической динамики. Третий закон Ньютона. Закон всемирного тяготения. Гравитационное поле. Сила тяжести. Вес. Способы измерения массы тел. Силы в механике.	2	2,3
	Контрольная работа по темам «Кинематика» и «Динамика»	1	
	Самостоятельная работа студентов: решение задач по темам «Кинематика» и «Динамика»	6	
Тема 1.3. Законы сохранения в механике.	Законы сохранения в механике. Закон сохранения импульса. Реактивное движение. Работа силы. Работа потенциальных сил. Мощность. Энергия. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии. Применение законов сохранения.	3	2,3
	Лабораторная работа №2: Проверка закона сохранения механической энергии.	2	
Раздел 2 Основы молекулярной физики и термодинамики		40	

Тема 2.1. Основы молекулярно-кинетической теории.	Идеальный газ. Основные положения молекулярно-кинетической теории. Размеры и масса молекул и атомов. Броуновское движение. Диффузия. Силы и энергия межмолекулярного взаимодействия. Строение газообразных, жидких и твердых тел. Скорости движения молекул и их измерение. Идеальный газ. Давление газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов. Температура и ее измерение. Газовые законы. Абсолютный нуль температуры. Термодинамическая шкала температуры. Уравнение состояния идеального газа. Молярная газовая постоянная	5	2
	Лабораторная работа №3: Исследование изотермического процесса..	2	
	Самостоятельная работа студентов: решение задач по теме «Основы молекулярно-кинетической теории».	8	
	Контрольная работа по теме «Молекулярная физика».	1	
Тема 2.2 Основы термодинамики.	Основные понятия и определения. Внутренняя энергия системы. Внутренняя энергия идеального газа. Работа и теплота как формы передачи энергии. Теплоемкость. Удельная теплоемкость. Уравнение теплового баланса. Первое начало термодинамики. Адиабатный процесс. Принцип действия тепловой машины. КПД теплового двигателя. Второе начало термодинамики. Термодинамическая шкала температур. Холодильные машины. Тепловые двигатели. Охрана природы.	4	
	Самостоятельная работа студентов: решение задач по теме «Основы термодинамики».	6	
Тема 2.3 Свойства паров.	Испарение и конденсация. Насыщенный пар и его свойства. Абсолютная и относительная влажность воздуха. Точка росы. Кипение. Зависимость температуры кипения от давления. Перегретый пар и его использование в технике.	4	
	Лабораторная работа №4: Определение относительной влажности воздуха.	2	
Тема 2.4 Свойства жидкостей.	Характеристика жидкого состояния вещества. Поверхност- ный слой жидкости. Энергия поверхностного слоя. Явления на границе жидкости с твердым телом. Капиллярные явления.	2	
	Лабораторная работа №5: Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости	2	
Тема 2.5 Свойства твердых тел.	Характеристика твердого состояния вещества. Упругие свойства твердых тел. Закон Гука. Механические свойства твердых тел. Тепловое расширение твердых тел и жидкостей. Плавление и кристаллизация.	2	
	Лабораторная работа №6: Измерение удельной теплоемкости вещества.	2	

Раздел 3. Электродинамика		62	
Тема 3.1 Электрическое поле.	Электрические заряды. Закон сохранения заряда. Закон Кулона. Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции полей. Работа сил электростатического поля. Потенциал. Разность потенциалов. Эквипотенциальные поверхности. Связь между напряженностью и разностью потенциалов электрического поля. Диэлектрики в электрическом поле. Поляризация диэлектриков. Проводники в электрическом поле. Конденсаторы. Соединение конденсаторов в батарею. Энергия заряженного конденсатора. Энергия электрического поля.	8	
	Лабораторная работа №7: Измерение электроемкости конденсатора.	2	
	Контрольная работа по теме «Электростатика»	1	
	Самостоятельная работа студентов: решение задач по теме «Электростатика».	4	
Тема 3.2 Законы постоянного тока.	Условия, необходимые для возникновения и поддержания электрического тока. Сила тока и плотность тока. Закон Ома для участка цепи без ЭДС. Зависимость электрического сопротивления от материала, длины и площади поперечного сечения проводника. Зависимость электрического сопротивления проводников от температуры. Электродвижущая сила источника тока. Закон Ома для полной цепи. Соединение проводников. Соединение источников электрической энергии в батарею. Закон Джоуля— Ленца. Работа и мощность электрического тока. Тепловое действие тока.	12	2
	Лабораторная работа №8: Определение удельного сопротивления проводника.	2	
	Лабораторная работа №9: Определение эффективности установки с электрическим нагревателем.	2	
	Контрольная работа по теме «Постоянный ток».	1	
Тема 3.3 Электрический ток в полупроводниках.	Самостоятельная работа студентов: решение задач по теме «Постоянный ток».	4	
	Собственная проводимость полупроводников. Полупроводниковые приборы.	2	2
Тема 3.4 Магнитное поле.	Вектор индукции магнитного поля. Действие магнитного поля на прямолинейный проводник с током. Закон Ампера. Взаимодействие токов. Магнитный поток. Работа по перемещению проводника с током в магнитном поле. Действие магнитного поля на движущийся заряд. Сила Лоренца. Определение удельного заряда. Ускорители заряженных частиц.	7	2
	Контрольная работа по теме «Магнитные явления».	1	

	Самостоятельная работа студентов: решение задач по теме «Магнитные явления».	12	
Тема 3.5 Электромагнитная индукция.	Электромагнитная индукция. Вихревое электрическое поле. Самоиндукция. Энергия магнитного поля.	4	2
Раздел 4. Колебания и волны		28	
Тема 4.1 Механические колебания.	Колебательное движение. Гармонические колебания. Свободные механические колебания. Линейные механические колебательные системы. Превращение энергии при колебательном движении. Свободные затухающие механические колебания. Вынужденные механические колебания.	2	
	Лабораторная работа №10: Определение ускорения свободного падения с помощью математического маятника.	2	
Тема 4.2 Упругие волны.	Поперечные и продольные волны. Характеристики волны. Уравнение плоской бегущей волны. Интерференция волн. Понятие о дифракции волн. Звуковые волны. Ультразвук и его применение.	2	
Тема 4.3 Электромагнитные колебания.	Свободные электромагнитные колебания. Превращение энергии в колебательном контуре. Затухающие электромагнитные колебания. Генератор незатухающих электромагнитных колебаний. Вынужденные электрические колебания. Переменный ток. Генератор переменного тока. Емкостное и индуктивное сопротивления переменного тока. Закон Ома для электрической цепи переменного тока. Работа и мощность переменного тока. Генераторы тока. Трансформаторы. Токи высокой частоты. Получение, передача и распределение электроэнергии.	8	
Тема 4.4 Электромагнитные волны.	Электромагнитное поле как особый вид материи. Электромагнитные волны. Вибратор Герца. Открытый колебательный контур. Изобретение радио А. С. Поповым. Понятие о радиосвязи. Применение электромагнитных волн.	5	
	Контрольная работа по теме «Электромагнитные волны».	1	
	Самостоятельная работа студентов: решение задач по теме «Электромагнитные волны».	8	
Раздел 5. Оптика		33	
Тема 5.1 Природа света.	Скорость распространения света. Законы отражения и преломления света. Полное отражение. Линзы. Глаз как оптическая система. Оптические приборы.	8	

	Лабораторная работа №11: Определение показателя преломления стекла.	2	
	Лабораторная работа №12: Определение фокусного расстояния и оптической силы линзы	2	
Тема 5.2 Волновые свойства света.	Интерференция света. Когерентность световых лучей. Интерференция в тонких пленках. Полосы равной толщины. Кольца Ньютона. Использование интерференции в науке и технике. Дифракция света. Дифракция на щели в параллельных лучах. Дифракционная решетка. Понятие о голографии. Поляризация поперечных волн. Поляризация света. Двойное лучепреломление. Поляроиды. Дисперсия света. Виды спектров. Спектры испускания. Спектры поглощения. Ультрафиолетовое и инфракрасное излучения. Рентгеновские лучи. Их природа и свойства.	12	
	Лабораторная работа №13: Определение длины световой волны с помощью дифракционной решетки.	2	
	Лабораторная работа №14: Наблюдение сплошного и линейчатого спектров.	2	
	Контрольная работа по теме «Оптика»	1	
	Самостоятельная работа студентов: решение задач по теме «Оптика».	6	
Раздел 6. Элементы квантовой физики		40	
Тема 6.1 Квантовая оптика.	Квантовая гипотеза Планка. Фотоны. Внешний фотоэлектрический эффект. Внутренний фотоэффект. Типы фотоэлементов	6	
Тема 6.2 Физика атома.	Развитие взглядов на строение вещества. Закономерности в атомных спектрах водорода. Ядерная модель атома. Опыты Э. Резерфорда. Модель атома водорода по Н. Бору. Квантовые генераторы.	5	
	Контрольная работа по теме «Физика атома».	1	
	Самостоятельная работа студентов: решение задач по теме «Физика атома».	8	
Тема 6.3 Физика атомного ядра.	Естественная радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Способы наблюдения и регистрации заряженных частиц. Эффект Вавилова— Черенкова. Строение атомного ядра. Дефект массы, энергия связи и устойчивость атомных ядер. Ядерные реакции. Искусственная радиоактивность. Деление тяжелых ядер. Цепная ядерная реакция. Управляемая цепная реакция. Ядерный реактор. Получение радиоактивных изотопов и их применение. Биологическое действие радиоактивных излучений. Элементарные частицы.	9	
	Лабораторная работа №15: Изучение треков заряженных частиц по готовым фотографиям.	2	
	Контрольная работа по теме «Физика атомного ядра».	1	
	Самостоятельная работа студентов: решение задач по теме «Физика атомного ядра».	8	

Раздел 7. Эволюция Вселенной		3	
Тема 7.1 Строение и развитие Вселенной.	Наша звездная система — Галактика. Другие галактики. Бесконечность Вселенной. Понятие о космологии. Расширяющаяся Вселенная. Модель горячей Вселенной. Строение и происхождение Галактик.	2	
Тема 7.2 Эволюция звезд. Гипотеза происхождения Солнечной системы.	Термоядерный синтез. Проблема термоядерной энергетики. Энергия Солнца и звезд. Эволюция звезд. Происхождение Солнечной системы.	1	
	Всего	226	

Для характеристики уровня освоения учебного материала используются следующие обозначения:

1. – ознакомительный (узнавание ранее изученных объектов, свойств);
2. – репродуктивный (выполнение деятельности по образцу, инструкции или под руководством);
3. – продуктивный (планирование и самостоятельное выполнение деятельности, решение проблемных задач).

Содержание лабораторных работ

Введение

Лабораторная работа №1. Вычисление абсолютной и относительной погрешностей измерений в лабораторных работах.

Объем учебного времени – 2 часа.

Цель работы: ознакомление с видами погрешностей измерений, опытное определение абсолютной и относительной погрешностей при прямом и косвенном измерениях.

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны

знать:

- виды погрешностей измерений;
- формулы абсолютной и относительной погрешностей измерений;

уметь:

- определять абсолютную и относительную погрешности при прямом и косвенном измерениях;
- записывать результаты измерений.

Оборудование: линейка ученическая, термометр лабораторный, амперметр, вольтметр, стержень, пластинка для измерения объема.

Правила техники безопасности (Приложение Д).

Основные теоретические положения

Справочный материал, необходимый для выполнения данной лабораторной работы (Приложение В):

- виды погрешностей измерений;
- определение погрешностей при прямых измерениях физических величин;
- определение погрешностей при косвенных измерениях физических величин;
- класс точности, погрешность измерения электроизмерительного прибора;
- как записывать результат измерения.

Порядок выполнения работы

Задание I: Определить погрешности при прямом измерении (Приложение В, пример 1).

1. Определите максимальную абсолютную погрешность при использовании ученической линейки и лабораторного термометра:

$$\Delta t^0 C = \Delta_{\text{н}} t^0 C + \Delta_{\text{о}} t^0 C, \Delta l = \Delta_{\text{н}} l + \Delta_{\text{о}} l \text{ (округляем до одной значащей цифры)}.$$

2. Измерьте один раз длину стержня и температуру помещения – l и $t^0 C$. Запишите приближенные значения длины стержня и температуры помещения.

3. Рассчитайте относительную погрешность измерения длины стержня и температуры помещения.

4. Запишите численное значение результата при прямом измерении в виде:

$$l_{\text{ист}} = l \pm \Delta l \quad \delta = \dots\%; \text{ используя обозначения } l - \text{длина в мм,}$$

$$t_{\text{ист}}^0 C = t^0 C \pm \Delta t^0 C$$

5. Определите абсолютную инструментальную погрешность амперметра и вольтметра, зная их класс точности (Приложение В. Пример 4).

$$\Delta_{II} I = \frac{k \cdot I_{\max}}{100}, \quad \Delta_{II} U = \frac{k \cdot U_{\max}}{100}, \quad \text{где } k - \text{класс точности приборов, написан на}$$

шкале амперметра и вольтметра.

6. Определите максимальную абсолютную погрешность при использовании лабораторного амперметра и вольтметра

$$\Delta I = \Delta I_{II} + \Delta I_0$$

$$\Delta U = \Delta U_{II} + \Delta U_0$$

Задание II: Определить погрешности измерения при косвенном измерении объема пластинки.

1. Вычислить приближенное значение объема пластинки, измерив один раз длину, высоту, ширину в мм.

2. Вычислить относительную погрешность измерения, как показано в таблице 2. (Приложение В.)

3. Вычислить абсолютную погрешность косвенных измерений объема пластинки.

$$\Delta V = V \cdot \delta (\delta \text{ выражается десятичной дробью})$$

4. Записать результат косвенного измерения объема пластинки

$$\delta = \dots \%$$

Задание III: Оформить результаты измерений и вычислений в форме отчета по лабораторной работе в соответствии с Приложением Б.

Контрольные вопросы:

1. Чем отличаются прямое и косвенное измерения физической величины?
2. Как вычислить максимальную абсолютную погрешность прямых измерений?
3. Как вычислить относительную погрешность измерения прямых измерений?
4. Как определить абсолютную инструментальную погрешность амперметра?
5. Как записывается результат измерения?
6. Задача: При измерении массы и объема исследуемого тела найдены результаты: $m = (200 \pm 0,5) \text{ г}$; $V = (35,0 \pm 0,5) \text{ см}^3$. Определите по данным измерениям плотность вещества, относительную погрешность косвенного измерения плотности и абсолютную погрешность измерения плотности (Приложение В, пример 2).

Форма контроля - письменный отчет.

Список рекомендуемой литературы:

1. Мякишев Г.Я. Физика 10 класс.- М.: Просвещение, 2011.- 366 с. + CR-ROM.

Раздел 1. Механика
Тема 1.3. Законы сохранения в механике.

Лабораторная работа №2. Проверка закона сохранения механической энергии.

Объем учебного времени – 2 часа.

Цель работы: экспериментальное подтверждение выполнения закона сохранения механической энергии.

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны

знать:

- закон сохранения энергии в механике;

уметь:

- определять опытным путем потенциальную энергию поднятого над землей тела и упругодеформированной пружины;

- анализировать результаты опытов;

- делать выводы.

Оборудование: динамометр, груз массой 100г (2 шт), спиральная пружина, желоб, штатив с муфтой и лапкой.

Правила техники безопасности (Приложение Д).

Основные теоретические положения

$F_{\text{упр}} = kx$, где k – коэффициент жесткости пружины $\left(\frac{H}{m}\right)$,

x – удлинение пружины (м).

$F = mg$ – сила тяжести, действующая на грузы, где $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения.

$E_n = \frac{kx^2}{2}$ – потенциальная энергия деформированной пружины, где

x_m – максимальное удлинение пружины

$E_n = mgx_m$ – потенциальная энергия грузов перед началом падения

с высоты x_m .

Порядок выполнения работы

Задание I: Определить потенциальную энергию упруго-деформированного тела и потенциальную энергию грузов.

1. В лапке штатива закрепите пружину. Она должна располагаться вертикально свободным концом вниз.

2. Желоб закрепите в штативе вертикально внешней шкалой к наблюдателю. Расстояние между пружиной и желобом не более 1 – 2 см.

3. Определите с помощью динамометра силу тяжести, действующую на два груза.

4. Подвесьте к пружине два груза и измерьте удлинение пружины. Вычислите коэффициент жёсткости пружины, зная силу тяжести и удлинение пружины.

5. Поднимите верхний груз, пока пружина вновь не окажется в нерастяннутом состоянии. Затем отпустите груз и заметьте величину максимального удлинения пружины.
6. Опыт повторите 3 раза и определите среднее значение максимального удлинения.
7. Вычислите энергию деформированной пружины, зная k и x .
8. Вычислите потенциальную энергию грузов по формуле $mgx_{\text{м}}$ перед началом падения.

Задания II: Сравнить найденные значения энергии деформированной пружины и потенциальной энергии грузов и указать причины, из-за которых возможно произошло расхождение результатов.

Задания III: Оформить результаты измерений и вычислений в форме отчета по лабораторной работе в соответствии с Приложением Б.

Контрольные вопросы:

1. Что называют полной механической энергией системы?
2. В каких случаях механическая энергия системы остается неизменной?
3. Задача. Деформированную пружину растягивают на $x=10\text{см}$. Найдите работу деформирующей пружину силы, если при растяжении пружины на 1см требуется сила 2Н. Чему равна работа силы упругости пружины?
4. Задача. При подготовке пружинного пистолета к выстрелу пружину жесткостью 1 кН/м сжали на 3см. Какую скорость приобретает снаряд массой 0,45кг при выстреле в горизонтальном направлении?

Форма контроля - письменный отчет

Список рекомендуемой литературы:

1. Мякишев Г.Я. Физика 10 класс.- М.: Просвещение, 2011.- 366 с. + CR-ROM.

Раздел 2. Основы молекулярной физики и термодинамики.

Тема 2.1. Основы молекулярно-кинетической теории

Лабораторная работа № 3. Исследование изотермического процесса.

Объем учебного времени – 2 часа.

Цель работы: экспериментальное подтверждение выполнения закона Бойля-Мариотта.

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны

знать:

- закон Бойля - Мариотта;

уметь:

- исследовать изотермический процесс опытным путем;

- анализировать результаты исследований;

- делать выводы.

Оборудование: стеклянная трубка диаметром 40мм, стеклянная трубка диаметром 10мм закрытая с одного конца, барометр, измерительная линейка, сосуд с водой, штатив.

Правила техники безопасности (Приложение Д).

Основные теоретические положения

Для выполнения работы следует воспользоваться узкой трубкой, закрытой с одного конца. Воздух, заключенный в трубке, будет служить объектом обследования. Объем и давление воздуха можно изменять, погружая трубку в воду. При изменении объема и давления одной и той же массы газа при постоянной температуре произведение давления на объем остается неизменным,

при $T = const$, $p \cdot V = const$ (закон Бойля - Мариотта)

Порядок выполнения работы

Задание I: Определить первое состояние воздуха в трубке.

1. Приготовьте таблицу для записи результатов измерений и вычислений первого опыта:

Таблица 1

№ опыта	p_1 , мм рт. ст.	V_1 , усл. ед.	$p_1 V_1$

2. Измерьте длину l_1 узкой трубки и выразите объем V_1 воздуха в ней в условных единицах объема (каждый мм длины соответствует единице объема). 3. Определите по барометру давление воздуха в трубке, оно равно атмосферному.

4. Вычислите произведение $p_1 V_1$, ответ запишите в стандартном виде.

Задание II: Определить второе состояние воздуха в трубке

1. Приготовьте таблицу 2 для записи результатов измерений и вычислений второго опыта:

Таблица 2

N опыта	h , мм.	l_0 , мм.	P_2 , мм. рт. ст	V_2 , усл. ед.	P_2V_2

2. Погрузите узкую трубку открытым концом в сосуд с водой до дна.

3. Измерьте новый объем воздуха, находящегося в трубке, который численно равен: $l_2 = l_1 - l_0$, где l_0 - высота столба воды в трубке.

4. Определите давление p_2 , для этого к атмосферному давлению p_1 прибавьте давление p столба воды, которое определяется его высотой h от поверхности воды до ее уровня в трубке.

Давление следует выразить в мм рт.ст. (1мм рт. ст. соответствует 13,6 мм водяного столба),

поэтому $p_2 = p_{ATM} + \frac{h}{13.6}$, где h выражено в миллиметрах.

5. Вычислите произведение p_2V_2 .

Задание III: Определить абсолютную и относительную погрешность измерений и сделайте вывод по результатам работы (Приложении В, пример 3).

$$\frac{|B.Г. + H.Г. |}{2} = X_{CP}.$$

$$\frac{|B.Г. - H.Г. |}{2} = \Delta X$$

$$\delta = \frac{\Delta X}{X_{CP}} \cdot 100\%$$

, где $B.Г.$ – верхняя граница

(наибольшее произведение pV),

$H.Г.$ – нижняя граница (наименьшее произведение pV).

Задание IV: Оформить результаты измерений и вычислений в форме отчета по лабораторной работе в соответствии с Приложением Б.

Контрольные вопросы:

1. Объяснить сущность закона Бойля-Мариотта, пользуясь молекулярно-кинетической теорией.
2. Производит ли газ давление в состоянии невесомости? Объясните.
3. Задача: Для изотермического процесса построить график зависимости p от V , взяв за исходное давление 1 кг воздуха при нормальных условиях.

Форма контроля - письменный отчет.

Список рекомендуемой литературы:

1. Мякишев Г.Я. Физика 10 класс.- М.: Просвещение, 2011.- 366 с. + CR-ROM.

Тема 2.3. Свойства паров

Лабораторная работа № 4. Определение относительной влажности воздуха.

Объем учебного времени – 2 часа.

Цель: определение опытным путем относительной влажности воздуха и точки росы для данного помещения.

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны **знать:**

- устройство психрометра;
- характеристики влажности воздуха;
- формулу для определения относительной влажности воздуха;

уметь:

- определять опытным путем относительную влажность воздуха и точку росы в помещении.

Оборудование: 3 психрометра, термометр, сосуд с водой, кусочек марли, нитка.

Правила техники безопасности (Приложение Д).

Основные теоретические положения:

Относительная влажность воздуха φ показывает, сколько процентов составляет абсолютная влажность ρ_a от плотности насыщенного водяного пара ρ_n при данной температуре:

$$\varphi = \frac{\rho_a}{\rho_n} \cdot 100\%$$

Температура, при которой воздух в процессе своего охлаждения становится насыщенным водяными парами, называется точкой росы t_p .

Порядок выполнения работы:

Задание I: Определить относительную влажность воздуха.

1. Изучите устройство психрометра с.189, 190 [1].
2. Снимите показания сухого и влажного термометров: t_c и $t_{вл}$ у трех психрометров.
3. Вычислите разность их показаний: $\Delta t = t_c - t_{вл}$.
4. Пользуясь психрометрической таблицей 6, с.166 [3], определите относительную влажность воздуха φ в каждом случае.
5. Вычислите среднее значение относительной влажности воздуха:

$$\varphi_{cp} = \frac{\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3}{3}$$

Задание II: Определить относительную влажность воздуха, используя самодельный психрометр.

1. Изготовьте самодельный психрометр, обернув нижний конец термометра марлей и закрепив ее ниткой.
2. Пропитайте марлю водой из сосуда.
3. Уберите сосуд и наблюдайте за показаниями термометра. Запишите показание термометра, когда понижение температуры прекратится.
4. Определите относительную влажность, используя психрометрическую таблицу 6, с.166 [3]. Сравните результат со средним значением относительной влажности

воздуха.

Задание III: Определить точку росы в данном помещении.

1. Рассчитайте среднюю температуру воздуха в помещении t_c .
2. Определите p_n , пользуясь таблицей 5, с.165 [3], зная t_c .
3. Получите *рабочую формулу* для определения абсолютной влажности p_a , используя формулу относительной влажности воздуха.
4. Вычислите p_a , зная $\varphi_{ср}$ и p_n .
5. Определите точку росы t_p для данного помещения по таблице 5, с.165 [3].

Задание IV: Вычислить абсолютную и относительную погрешности измерения относительной влажности $\Delta\varphi$ и $\delta\varphi$.

Задание V: Оформить результаты измерений и вычислений в форме отчета по лабораторной работе в соответствии с Приложением Б.

Контрольные вопросы:

1. Почему показания влажного термометра психрометра меньше показаний сухого термометра? При каком условии разность показаний термометров наибольшая?
2. Сухой и влажный термометры показывают одну и ту же температуру. Какова относительная влажность воздуха?
3. Почему после жаркого дня роса бывает более обильной?
4. Почему перед дождем наблюдается низкий полет ласточек?

Форма контроля - письменный отчет

Список рекомендуемой литературы:

1. Мякишев Г.Я. Физика 10 класс.- М.: Просвещение, 2011.- 366 с. + CR-ROM.

Тема 2.4. Свойства жидкостей
Лабораторная работа № 5. Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости.

Объем учебного времени – 2 часа.

Первый уровень

Цель работы: определение коэффициента поверхностного натяжения методом подъема воды в капилляре, исследование зависимости поверхностного натяжения от температуры и рода жидкости.

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны **знать:**

- причину поднятия смачивающей жидкости в капилляре;
- формулу зависимости высоты поднятия жидкости в капилляре от рода жидкости и радиуса капилляра;

уметь:

- определять коэффициент поверхности натяжения методом подъема жидкости в капилляре.

Оборудование: стакан с водой, капиллярная трубка, клин из миллиметровой бумаги, масштабная линейка, лупа.

Правила техники безопасности (Приложение Д).

Основные теоретические положения

Поднятие смачивающей жидкости в капиллярной трубке происходит в результате того, что поверхность жидкости стремится сократиться из-за действия силы поверхностного натяжения.

Поэтому на жидкость оказывается дополнительное давление, которое, в случае смачивания, направлено вверх

$$p_{\text{л}} = \frac{F_n}{S} = \frac{\sigma l}{S} = \frac{\sigma' \cdot 2\pi r}{\pi r^2} = \frac{2\sigma}{r}$$

Подъем жидкости происходит до тех пор пока дополнительное давление не сравняется с давлением столба жидкости в капилляре

$$p_{\text{л}} = \rho gh \Rightarrow \frac{2\sigma}{r} = \rho gh \Rightarrow h = \frac{2\sigma}{\rho rg}$$

где ρ - плотность жидкости, r - радиус капилляра.

Инструктаж по проведению лабораторной работы:

1. Для опыта рекомендуется использовать дистиллированную воду или хорошо прокипяченную воду.
2. Предварительно смочить внутреннюю поверхность капиллярной трубки исследуемой жидкостью, а затем провести опыт.
3. Измерять высоту поднятия жидкости по нижней части мениска в капилляре. Для удобства отсчета наблюдения производить через лупу.

Порядок выполнения работы

Задание I: Определить коэффициент поверхностного натяжения методом подъёма воды в капилляре.

1. Начертите таблицу 1.

Таблица 1

Диаметр канала капиллярной трубки	d, м	
Высота подъёма воды в капилляре	h, м	
Плотность воды	ρ , кг/м ³	
Коэффициент поверхностного натяжения	σ , Н/м	
Табличное значение	$\sigma_{\text{табл}}$, Н/м	
Относительная погрешность	δ , %	

2. Измерьте клином диаметр капилляра.
3. Опустите в стакан с водой капиллярную трубку.
4. Измерьте высоту подъема воды в капиллярной трубке над поверхностью воды в стакане.
5. Выведите *рабочую формулу* для вычисления коэффициента поверхностного натяжения и рассчитайте коэффициент поверхностного натяжения.
6. Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу 1.
7. Сравните результат с табличным значением (таблица 3, с. 165 [3]), определите

относительную погрешность по формуле: $\delta = \frac{\Delta\sigma}{\sigma_{\text{ТАБЛ}}} \cdot 100\%$

Задание II: Исследовать зависимость поверхностного натяжения от температуры и рода жидкости.

1. Рассмотрите таблицу 2 и сделайте вывод о зависимости коэффициента поверхностного натяжения от температуры. Укажите причину этой зависимости.

Таблица 2

Температура T, К	Поверхности натяжение δ , 10 ⁻³ Н/м	Температура T, К	Поверхности, натяжение δ , 10 ⁻³ Н/м
283	74,0	298	71,8
288	73,3	303	71,0
293	72,5		

2. Рассмотрите таблицу 3, с. 165 [3] и сделайте вывод о зависимости коэффициента поверхностного натяжения от рода жидкости. Укажите причину этой зависимости.

Задание III: Оформить результаты измерений и вычислений в форме отчета по лабораторной работе в соответствии с Приложением Б.

Контрольные вопросы:

1. Почему смачивающая жидкость поднимается в капиллярной трубке?
2. Изменится ли результат вычисления коэффициента поверхностного натяжения, если диаметр капилляра будет меньше? Почему?

Второй уровень

Цель работы: определение коэффициента поверхностного натяжения методом подъема воды в капилляре и методом отрыва капли, исследование зависимости поверхностного натяжения от температуры и рода жидкости.

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны **знать:**

- методы определения коэффициента поверхностного натяжения;
- зависимость коэффициента поверхностного натяжения жидкости от температуры и рода жидкости;

- причину поднятия смачивающей жидкости в капилляре;

- условие отрыва капли;

уметь:

- определять коэффициент поверхностного натяжения методом отрыва капель и методом поднятия смачивающей жидкости в капилляре.

Основные теоретические положения

Молекулы поверхностного слоя жидкости обладают избытком потенциальной энергии по сравнению с энергией молекул, находящихся внутри жидкости.

Как и любая механическая система, поверхностный слой жидкости, стремясь уменьшить потенциальную энергию, сокращается. При этом совершается работа $A = \sigma \cdot \Delta S$, где σ – коэффициент пропорциональности (выражается в Дж/м² или Н/м), называемый поверхностным натяжением: $\sigma = A / \Delta S$, или $\sigma = F / l$, где F – сила поверхностного натяжения, l – длина границы поверхностного слоя жидкости.

Поверхностное натяжение можно определить различными методами.

Метод отрыва капель

Коэффициент поверхностного натяжения воды можно определить, воспользовавшись расчетной формулой: $\sigma = \frac{mg}{\pi d}$, где m – масса капли, g – ускорение свободного падения, а d – диаметр отверстия капельницы.

В работе используют капельницу, диаметр отверстия которой известен и указан на корпусе. Определение массы одной капли проводят так. С помощью весов определяют массу стакана. Затем из капельницы в стакан капают 60 – 70 капель. Капли считают. Определяют массу стакана с водой. По разнице масс находят массу воды в стакане. Разделив ее на число капель, находят массу одной капли. Далее по приведенной выше формуле вычисляют коэффициент поверхностного натяжения.

Метод подъема воды или другой смачивающей жидкости в капиллярах

Поднятие смачивающей жидкости в капиллярной трубке над уровнем жидкости в большом сосуде происходит в результате того, что поверхность жидкости стремится сократиться, поэтому на жидкость оказывается дополнительное давление $\Delta p = 2\sigma / R$, где R – радиус капилляра. Смачивающая жидкость капилляра поднимается на такую высоту, при которой вес ее столбика над уровнем жидкости в большом сосуде уравнивается силой дополнительного давления: $mg = \Delta p S$, или $\rho S h g = 2\sigma S / R$, откуда $h = 2\sigma / (R\rho g)$, где ρ – плотность жидкости.

Задание I: Определить коэффициент поверхностного натяжения методом отрыва капли.

Оборудование: капельница с водой, стакан, весы с разновесами.

Правила техники безопасности (Приложение Д).

Порядок выполнения работы

1. Определите массу стакана.
2. Накапайте из капельницы в стакан 60-70 капель воды.
3. Определите массу стакана с водой.
4. Найдите массу воды в стакане.
5. Рассчитайте массу одной капли.
6. Вычислите коэффициент поверхностного натяжения по формуле: $\sigma = \frac{mg}{\pi d}$, где m – масса капли, g – ускорение свободного падения, а d – диаметр отверстия капельницы.
7. Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу 1.

Таблица 1

№ опыта	M, кг	N	m, кг	σ , Н/м

где M – общая масса капель; N – число капель в стакане; m – масса одной капли, σ – коэффициент поверхностного натяжения воды.

8. Проведите опыт еще два раза и найдите среднее значение коэффициента поверхностного натяжения.
9. Сравните полученные значения с данными из таблицы 3, с.165 [3]

Задание II: Определить коэффициент поверхностного натяжения методом подъема воды в капилляре.

Оборудование: стакан с водой, две капиллярные трубки различного сечения, набор игл, микрометр, масштабная линейка, лупа.

Инструктаж по проведению лабораторной работы:

1. Капиллярные трубки пронумеровать.
2. Предварительно смочить внутреннюю поверхность капиллярной трубки исследуемой жидкостью, а затем провести опыт.
3. Высоту подъема жидкости измерять по нижней части мениска в капилляре. Для удобства отсчета наблюдение производить через лупу.

Порядок выполнения работы

1. Опустите в стакан с водой поочередно каждую из двух капиллярных трубок.
2. Измерьте высоту подъема воды в капиллярной трубке над поверхностью воды в стакане.
3. Подберите иглу требуемой толщины, введите ее в капилляр и отметьте на ней место, до которого она вошла в капилляр. Микрометром измерьте диаметр иглы в отмеченном месте.
4. Вычислите поверхностное натяжение по формуле
$$\sigma = hR\rho g / 2 = hd\rho g / 4.$$
5. Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу 2.

Таблица 2

Номер капиллярной трубки	Диаметр канала капиллярной трубки $d, \text{м}$	Высота подъема воды в капилляре $h, \text{м}$	Плотность воды, $\rho \text{ кг/м}^3$	Поверхностное натяжение $\sigma, \text{Н/м}$	Среднее значение поверхностного натяжения $\sigma_{\text{ср}}, \text{Н/м}$	Табличное значение поверхностного натяжения $\sigma_{\text{таб}}, \text{Н/м}$	Относительная погрешность $\delta, \%$

6. Сравните результаты с данными из таблицы 3 с.165 [3].

7. Определите относительную погрешность по формуле

$$\delta = \frac{\Delta\sigma}{\sigma} = \frac{\Delta h}{h} + \frac{\Delta d}{d}.$$

Задание III: исследовать зависимость поверхностного натяжения от температуры и рода жидкости.

1. Рассмотрите таблицу 3 и сделайте вывод о зависимости коэффициента поверхностного натяжения от температуры. Укажите причину этой зависимости.

Таблица 3

Температура Т, К	Поверхности натяжение $\delta, 10^{-3} \text{ Н/м}$	Температура Т, К	Поверхности, натяжение $\delta, 10^{-3} \text{ Н/м}$
283	74,0	298	71,8
288	73,3	303	71,0
293	72,5		

2. Рассмотрите таблицу 3 с.165 [3] и сделайте вывод о зависимости коэффициента поверхностного натяжения от рода жидкости. Укажите причину этой зависимости.

Задание IV: Оформить результаты измерений и вычислений в форме отчета по лабораторной работе в соответствии с Приложением Б.

Контрольные вопросы:

1. При каком условии начинается падение капли из отверстия капельницы?
2. В двух одинаковых пробирках находится одинаковое количество капель воды. В одной пробирке вода чистая, в другой – с прибавкой мыла. Одинаковы ли объемы отмеренных капель? Ответ обоснуйте.
3. Изменится ли результат вычисления поверхностного натяжения, если опыт проводить в другом месте Земли?
4. Почему в методе отрыва капель: а) рекомендуется проводить измерения для возможно большего числа капель? б) следует добиваться медленного падения капель?

Форма контроля - письменный отчет

Список рекомендуемой литературы:

1. Мякишев Г.Я. Физика 10 класс.- М.: Просвещение, 2011.- 366 с. + CR-ROM.

Тема 2.5. Тема. Свойства твердых тел

Лабораторная работа №6. Измерение удельной теплоемкости вещества

Объем учебного времени – 2 часа.

Цель работы: определение опытным путем удельной теплоемкости металла.

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны **знать:**

- формулы расчета количества теплоты при теплопередаче;

- уравнение теплового баланса;

уметь:

- определять удельную теплоемкость металла опытным путем.

Основные теоретические положения

В калориметр массой m_1 налита вода массой m_2 при температуре t_1 . Из чайника с кипящей водой достают металлический цилиндр массой m , имеющий температуру t_2 и погружают в калориметр. Когда температура воды в калориметре перестанет повышаться, измеряется термометром ее значение Θ .

Количество теплоты $Q_{отд}$, отданное металлическим цилиндром при остывании до температуры Θ , равно:

$$Q_{отд} = cm(t_2 - \Theta), \quad (1)$$

где c – удельная теплоемкость вещества цилиндра.

Количество теплоты $Q_{пол}$, полученное металлическим цилиндром при остывании до температуры Θ .

$$Q_{пол} = c_1 m_1 (\Theta - t_1) + c_2 m_2 (\Theta - t_1), \quad (2)$$

где c_1 – удельная теплоемкость металла, из которого сделан калориметр, c_2 – удельная теплоемкость воды.

При теплообмене количество теплоты, отданное нагретым телом (металлическим цилиндром), равно количеству теплоты, полученному холодными телами (калориметром и водой):

$$Q_{отд} = Q_{пол}, \text{ или } cm(t_2 - \Theta) = (c_1 m_1 + c_2 m_2)(\Theta - t_1). \quad (3)$$

Из уравнения теплового баланса можно найти неизвестную удельную теплоемкость металла, из которого изготовлен цилиндр:

$$c = \frac{(c_1 m_1 + c_2 m_2)(\Theta - t_1)}{m(t_2 - \Theta)}. \quad (4)$$

Первый уровень

Оборудование: калориметр с водой, чайник (один на всех), цилиндр металлический, проволочный крючок для удаления цилиндра из чайника, бумага фильтровальная, весы с гирями, термометр.

Правила техники безопасности (Приложение Д).

Порядок выполнения работы

Задание I: Вычислить удельную теплоемкость вещества.

1. В чайник с водой поместите цилиндр, изготовленный из металла с неизвестной удельной теплоемкостью. Воду в чайнике нагрейте до кипения.
2. Определите на весах массу внутреннего сосуда калориметра m_1 .
3. Налейте в сосуд воду (менее половины объема) и определите массу сосуда с водой $m_1 + m_2$.
4. Определите массу воды в сосуде m_2 .
5. Собрав калориметр, измерьте начальную температуру воды термометром t_1 .
6. Из чайника с кипящей водой достаньте проволоочным крючком металлически цилиндр при температуре, близкой $t_2 = 100^\circ \text{C}$, и быстро перенесите его в калориметр.
7. Измерьте температуру воды Θ при установлении теплового баланса, т. е. когда температура перестанет повышаться.
8. Выньте металлический цилиндр из воды и, осушив фильтровальной бумагой, определите его массу с помощью весов.
9. Вычислите удельную теплоемкость металла, из которого изготовлен цилиндр, по формуле $c = \frac{(c_1 m_1 + c_2 m_2)(\Theta - t_1)}{m(t_2 - \Theta)} = \left(c_1 = 920 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}; c_2 = 4180 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}} \right)$.

Задание II: Рассчитать относительную и абсолютную погрешности измерения удельной теплоемкости.

1. Абсолютные погрешности измерения масс $\Delta m_1, \Delta m_2, \Delta m$ определите массой минимальной разности при взвешивании. Из-за выполнения неравенств $\Delta m_1 \ll m_1; \Delta m_2 \ll m_2; \Delta m \ll m$ погрешностями при измерении масс можно пренебречь. Поэтому относительную погрешность при косвенном измерении удельной теплоемкости можно представить выражением:

$$\frac{\Delta c}{c} = \frac{\Delta(\Theta - t_1)}{\Theta - t_1} + \frac{\Delta(\Theta - t_2)}{t_2 - \Theta}.$$

2. При измерении жидкостным термометром можно считать, что

$$\Delta(\Theta - t_1) = \Delta(t_2 - \Theta) = 1^\circ \text{C}.$$

Тогда относительная погрешность измерения удельной теплоемкости:

$$\varepsilon = \frac{\Delta c}{c} = \frac{1}{\Theta - t_1} + \frac{1}{t_2 - \Theta}$$

2. Рассчитайте абсолютную погрешность измерения удельной теплоемкости:

$$\Delta c = c \varepsilon$$

3. Представьте окончательный результат измерения удельной теплоемкости в виде:
 $c \pm \Delta c$
4. Определите вещество, из которого выполнен цилиндр по таблице 2, с.164 [3].

Задание III: Оформить результаты измерений и вычислений в форме отчета по лабораторной работе в соответствии с Приложением Б.

Контрольные вопросы:

1. Почему при плавлении и кипении температура вещества не меняется?
2. Почему во время ледохода становится холоднее, а во время снегопада теплее?
3. Что называется количеством теплоты?

- Каков физический смысл удельной теплоемкости вещества? В чем её выражают в системе СИ?
- В чем суть уравнения теплового баланса?
- Какие потери теплоты не учитывались в данной лабораторной работе?

Форма контроля - письменный отчет

Список рекомендуемой литературы:

- Мякишев Г.Я. Физика 10 класс.- М.: Просвещение, 2011.- 366 с. + CR-ROM.

Второй уровень

Оборудование: весы и разновес, термометр, калориметр, калориметрические тела (алюминий, железо, медь), сосуд с кипящей водой на плитке (один на всех), вода в стакане.

Правила техники безопасности (Приложение Д).

Порядок проведения работы

Задание I: Приготовить таблицу 1 для записи результатов измерений и вычислений.

Таблица 1

№ опыта	вещество	Испытуемое тело		Жидкость в калориметре		Калориметр		Температура		Удельная теплоемкость вещества	Относительная погрешность
		масса	температура	масса	Удельная теплоемкость	масса	Удельная теплоемкость	начальная	конечная		
		m	$t^{\circ}C$	m_1	c_1	m_2	c_2	$t_1^{\circ}C$	$\theta^{\circ}C$	c	
		кг	град	кг	$\frac{Дж}{кг \cdot град}$	кг	$\frac{Дж}{кг \cdot град}$	град	град	$\frac{Дж}{кг \cdot град}$	

Задание II: Вычислить удельную теплоемкость вещества.

- Рассмотрите шкалу термометра, определите цену деления. Проверьте весы. Все взвешивания в дальнейшем производите с точностью до 0,1 г.
- Определите массу испытуемого тела m .
- Определите массу внутреннего сосуда калориметра m_2 .
- Налейте во внутренний сосуд калориметра около 200 см³ воды.
- Взвесьте внутренний сосуд калориметра с жидкостью (m_3) и определите массу m_1 воды: $m_1 = m_3 - m_2$.
- Поместите внутренний сосуд калориметра во внешний и измерьте начальную температуру воды $t_1^{\circ}C$.
- Подогрейте в кипящей воде испытуемое тело и быстро перенести его в калориметр.

8. Перемешивая жидкость в калориметре, подождите, когда перестанет повышаться температура; измерьте окончательную температуру $\theta^0 \text{C}$.
9. Результаты всех измерений и вычислений запишите в таблицу 1.
10. Составьте уравнение теплового баланса и найдите из него удельную теплоемкость вещества c .

Задание III: Сравнить найденный результат с табличным значением удельной теплоемкости вещества (таблица 2, с.164[3]) и определить относительную погрешность измерения по формуле:

$$\delta = \frac{c - c_T}{c} \cdot 100\%$$

где c – измеренное значение;

c_T - табличное значение удельной теплоемкости вещества.

Задание IV: Оформить результаты измерений и вычислений в форме отчета по лабораторной работе в соответствии с Приложением Б.

Контрольные вопросы:

1. Чему равна удельная теплоемкость воды? Каков физический смысл удельной теплоемкости воды?
2. Вычислить удельную теплоемкость меди, если известно, что она составляет 0,09 от удельной теплоемкости воды.
3. При определении удельной теплоемкости вещества не приняли во внимание массу и удельную теплоемкость калориметра. Как скажется это на величине результата? Ответ обоснуйте.

Форма контроля - письменный отчет

Список рекомендуемой литературы:

Мякишев Г.Я. Физика 10 класс.- М.: Просвещение, 2011.- 366 с. + CR-ROM.

Раздел 3. Электродинамика.
Тема 3.1 Электрическое поле.

Лабораторная работа № 7. Измерение емкости конденсатора.

Объем учебного времени – 2 часа.

Первый уровень

Цель работы: изучение устройства плоского конденсатора и опытное определение его емкости.

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны **знать:**

- устройство плоского конденсатора;
- формулу емкости плоского конденсатора;
- типы конденсаторов;

уметь:

- вычислять емкость плоского конденсатора;
- пользоваться штангенциркулем;
- вычислять емкость батареи конденсаторов при последовательном и параллельном соединениях.

Основные теоретические положения:

Электрическая емкость конденсатора – физическая величина, равная отношению заряда одного из проводников к разности потенциалов между этим проводником и

соседним: $C = \frac{Q}{U}$ (1)

В работе измеряется емкость плоского конденсатора – системы двух плоскопараллельных пластин l площадью S , находящихся на расстоянии d друг от друга (рис. 1).

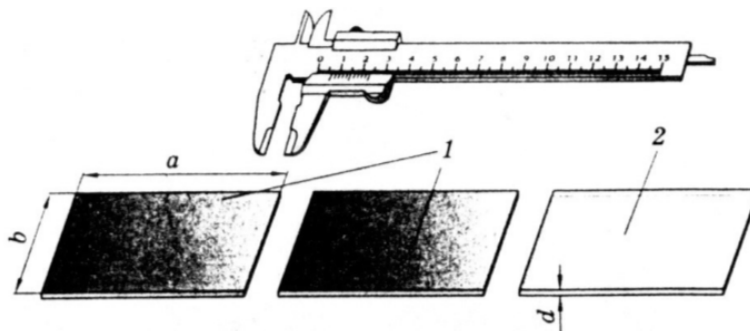


Рис.1

Пространство между пластинками заполнено диэлектриком с относительной диэлектрической проницаемостью ϵ (вставлена стеклянная пластинка 2 толщиной d).

Емкость конденсатора зависит как от его геометрических характеристик (площади пластин, расстояния между ними), так и от относительной диэлектрической проницаемости вещества, заполняющего пространство между пластинами. Емкость не зависит от заряда на пластинах и разности потенциалов, приложенной к ним.

Оборудование: пластинки металлические 2 шт., пластинка стеклянная, штангенциркуль, линейка измерительная.

Правила техники безопасности (Приложение Д).

Порядок выполнения работы

Задание I: Рассчитать емкость плоского конденсатора.

1. Соберите из двух металлических пластин и одной стеклянной (рис.1) плоский конденсатор.
2. Разберите плоский конденсатор, измерьте длину a и ширину b металлической пластины линейкой.
3. Рассчитайте площадь пластин $S=ab$
4. Вычислите абсолютную погрешность площади пластин S по формуле:

$$\Delta S = S \left(\frac{\Delta S}{S} \right) = S \left(\frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b} \right) =$$

Абсолютную погрешность измерений длины и ширины полагают равной 1 мм

$$\Delta a = \Delta b = 1 \text{ мм}$$

5. Измерьте штангенциркулем толщину стеклянной пластины d (Приложение Г).
6. Абсолютную погрешность измерения толщины Δd примите равной цене деления нониуса штангенциркуля $\Delta d = 0,1 \text{ мм}$.
7. Запишите относительную диэлектрическую проницаемость стеклянной пластинки ε .
8. Рассчитайте емкость плоского конденсатора с диэлектриком по формуле: $C = \frac{S \varepsilon \varepsilon_0}{d}$, где $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\Phi}{\text{м}}$ - электрическая постоянная.

Задание II: Вычислить относительную и абсолютную погрешности измерения емкости.

1. Вычислите относительную погрешность косвенного измерения емкости.

$$\frac{\Delta C}{C} = \frac{\Delta S}{S} + \frac{\Delta d}{d} = \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b} + \frac{\Delta d}{d}$$

2. Найдите абсолютную погрешность измерения емкости.

$$\Delta C = C \left(\frac{\Delta C}{C} \right)$$

3. Окончательный результат определения емкости плоского конденсатора представьте в виде $C \pm \Delta C$.

Задание III: Оформить результаты измерений и вычислений в форме отчета по лабораторной работе в соответствии с Приложением Б.

Контрольные вопросы:

1. Что называется конденсатором?
2. Как изменяется емкость конденсатора при наличии диэлектрика?
3. Какие существуют типы конденсаторов?
4. Какую роль выполняют конденсаторы в технике?
5. Как определяют емкость батареи конденсаторов при последовательном и параллельном соединении? Напишите формулы.

Второй уровень

Цель работы: экспериментальное определение емкости конденсатора и батареи конденсаторов.

- В результате выполнения лабораторной работы студенты должны **знать**:
- формулы электроемкости и единицу измерения электроемкости в СИ;
 - соединения конденсаторов в батарее и расчет их общей электроемкости;
- уметь**:
- собирать электрическую цепь по схеме;
 - определять электроемкость исследуемого конденсатора опытным путем;
 - определять электроемкость батареи конденсаторов опытным путем.

Основные теоретические положения

Важнейшей характеристикой любого конденсатора является его электрическая емкость C – физическая величина, равная отношению заряда Q конденсатора к разности потенциалов U между его обкладками: $C=Q/U$. Выражается в СИ в фарадах (Ф). Емкость конденсатора можно определить опытным путем.

Оборудование: источник электрической энергии 6В, миллиамперметр, конденсаторы (3 – 4 шт.) известной емкости (1 – 6 мкФ), конденсатор неизвестной емкости, двухполюсный переключатель, соединительные провода.

Правила техники безопасности (Приложение Д).

Порядок выполнения работы

Задание I: Определить электроемкость исследуемого конденсатора.

1. Составьте электрическую цепь по схеме, изображенной на рис.1. В цепи установите один из конденсаторов известной емкости.

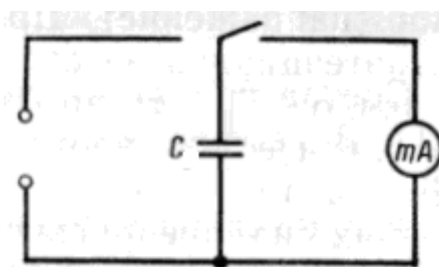


Рис.1

2. Зарядите конденсатор, для этого соедините его (переключателем) на короткое время с источником электрической энергии.
3. Замкните быстро конденсатор на измерительный прибор, сосредоточив внимание на миллиамперметре, и определите число делений, соответствующее максимальному отклонению стрелки.
4. Повторите опыт для более точного определения числа делений n (если результаты будут разные, то для расчета возьмите среднее значение) и найдите отношение найденного количества делений к емкости взятого конденсатора C : $n/C = k$
5. Повторите опыт 2 – 3 раза с другими конденсаторами известной емкости.
6. Начертите таблицу 1 для записи результатов измерений и вычислений.

Таблица 1

Номер опыта	Емкость конденсаторов C , мкФ	Число делений по шкале мили амперметра n	Отношение числа делений к емкости $n/C=k$	Найденная емкость конденсатора C_x , мкФ	Относительная Погрешность $\delta = \frac{ C_{ТАБ} - C_x }{C_{ТАБ}} 100\%$

7. Запишите результаты измерений и вычислений в таблицу 1.

8. Повторите опыт (п. 1 – 4) с конденсатором неизвестной емкости C_x . Определите в этом случае число делений n_x и найдите емкость из соотношения $C_x = n_x / k$.

9. Определите относительную погрешность измерения электроемкости, узнав у преподавателя емкость исследуемого конденсатора и приняв ее за табличное значение.

Задание II: Определить электроемкость батареи параллельного соединения конденсаторов.

1. Составьте электрическую цепь по схеме изображенной на рис.2, включив в нее два параллельно соединенных конденсатора известной емкости.

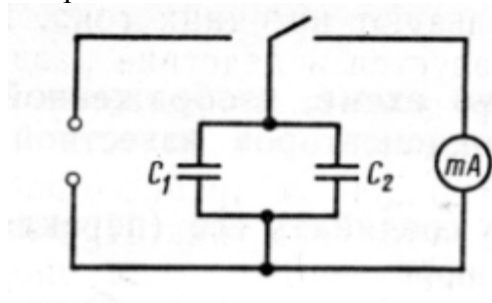


Рис.2

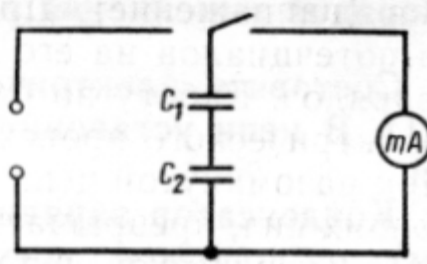


Рис.3

2. Повторите опыт (п. 8 задание I) и найдите емкость батареи параллельно соединенных конденсаторов $C_{ПАР}$.

3. Проверьте соотношение $C_{ПАР} = C_1 + C_2$ и сделайте вывод.

Задание III: Определить электроемкость батареи последовательного соединения конденсаторов.

1. Составьте электрическую цепь по схеме изображенной на рис. 3, включив в нее два последовательно соединенных конденсатора известной емкости.

2. Повторите опыт (п. 8 задание I) и найдите емкость батареи последовательно соединенных конденсаторов $C_{ПОС}$.

3. Проверьте соотношение $\frac{1}{C_{ПОС}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$ и сделайте вывод.

Задание IV: Оформить результаты измерений и вычислений в форме отчета по лабораторной работе в соответствии с Приложением Б.

Контрольные вопросы.

1. Конденсатор в переводе – сгуститель. По какой причине прибору дано такое странное название?
2. Объяснить, можно ли соотношение $C=Q/U$ прочесть так: емкость конденсатора прямо пропорциональна его заряду и обратно пропорциональна напряжению между его обкладками?
3. Почему емкость конденсатора постоянна?
4. От чего и как зависит емкость простейшего конденсатора? Запишите формулу его емкости.
5. Задача: Определить заряд батареи конденсаторов, соединенных так, как показано на рис.4. Емкость каждого конденсатора (в мкФ) указана на рисунке.

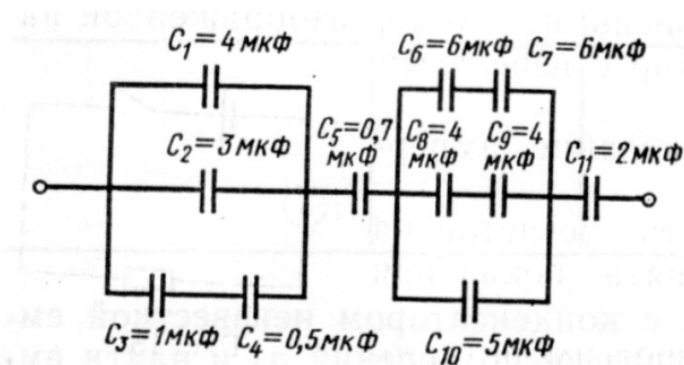


Рис.4

Форма контроля - письменный отчет

Список рекомендуемой литературы:

1. Мякишев Г.Я. Физика 10 класс.- М.: Просвещение, 2011.- 366 с. + CR-ROM.

Тема 3.2. Законы постоянного тока.

Лабораторная работа №8. Определение удельного сопротивления проводников

Объем учебного времени – 2 часа.

Первый уровень I вариант

Цель работы: определение опытным путем удельного сопротивления проводника:
В результате выполнения лабораторной работы студенты должны **знать:**

- закон Ома для участка цепи;
- зависимость сопротивления проводника от материала и его геометрических размеров;

уметь:

- получать *рабочую формулу* для расчета удельного сопротивления проводника;
- собирать электрическую цепь по готовой схеме;
- сравнивать полученное экспериментальное значение удельного сопротивления проводника с табличными данными и определять материал, из которого сделан проводник.

Оборудование: амперметр, вольтметр, лента измерительная, источник тока, проволока известного сечения ($0,2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$) и длиной 65 – 70 см из материала с большим удельным сопротивлением, металлические наконечники, ключ, соединительные провода.

Правила техники безопасности (Приложение Д).

Основные теоретические положения: опорный конспект по теме: Законы постоянного тока и учебник [1] с.274-276.

Порядок выполнения работы:

Задание I: Вычислить удельное сопротивление проводника.

1. Запишите исходные формулы для расчета удельного сопротивления проводника, заполните пропуски: $R = \rho \frac{\dots}{S}; I = \frac{\dots}{R}$.

2. Получите *рабочую формулу* для расчета удельного сопротивления проводника, заполните пропуск: $\rho = \frac{\dots \cdot S}{I \cdot l}$.

3. Зарисуйте в тетради схему электрической цепи для измерения удельного сопротивления проводника (рис. 1).

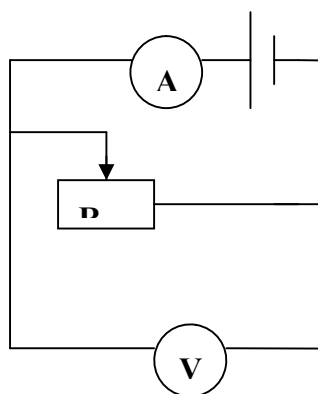


Рис.1

4. Начертите таблицу 1 для записи результатов вычислений и измерений.

Таблица 1

№ опыта	Длина проволоки $l, \text{м}$	Площадь поперечного сечения $S, \text{м}^2$ (дается)	Сила тока $I, \text{А}$	Напряжение $U, \text{В}$	Экспериментальное значение $\rho, \text{Ом} \cdot \text{м}$	Среднее экспериментальное значение $\rho_{\text{ср}}, \text{Ом} \cdot \text{м}$	Табличное значение $\rho, \text{Ом} \cdot \text{м}$

5. Измерьте лентой длину проволоки l (расстояние между металлическими наконечниками).
6. Соберите цепь, соединив последовательно источник тока, проволоку, амперметр и ключ.
7. Подключите вольтметр параллельно проволоке.
8. Измерьте силу тока I в цепи и напряжение U на концах проволоки, замкнув ключ.
9. Вычислите удельное сопротивление по *рабочей формуле*.
10. Разомкните ключ. Измените расстояние l между металлическими наконечниками проволоки и снова измерьте ее длину.
11. Измерьте силу тока I в цепи и напряжение U на концах проволоки, замкнув ключ.
12. Вычислите удельное сопротивление проволоки во второй раз.
13. Повторите пункты 10, 11, 12, проделав опыт и вычисления в третий раз.
14. Рассчитайте среднее значение экспериментально полученного удельного сопротивления по формуле: $\rho_{\text{ср}} = \frac{\rho_1 + \rho_2 + \rho_3}{3}$.
15. Занесите в таблицу 1 результаты измерений и вычислений.
16. Сравните среднее экспериментальное значение удельного сопротивления проводника с табличными данными (таблица 9, с.166 [3]).
17. Запишите вывод, укажите, из какого материала изготовлена проволока.

Задание II: Оформить результаты измерений и вычислений в форме отчета по лабораторной работе в соответствии с Приложением Б.

Контрольные вопросы.

1. Удельное сопротивление фехраля $1,1 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$. Что это значит?
2. Назвать известные вам методы определения сопротивления проводника и записать формулы.

Первый уровень

II вариант

Цель работы: определение удельного сопротивления обмотки реостата опытным путем.

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны **знать:**

- закон Ома для участка цепи;
- зависимость сопротивления проводника от материала и его геометрических размеров;

уметь:

- собирать электрическую цепь по готовой схеме;
- определять удельное сопротивление проводника;
- сравнивать полученное экспериментальное значение удельного сопротивления проводника с табличными данными и определять материал, из которого сделан проводник.

Оборудование: источник питания, реостат, амперметр, вольтметр, ключ, соединительные провода, линейка.

Правила техники безопасности (Приложение Д).

Основные теоретические положения: опорный конспект по теме: Законы постоянного тока и учебник [1] с.274-276.

Порядок выполнения работы

Задание I: Определить удельное сопротивление обмотки реостата.

1. Определите цену деления амперметра и вольтметра.

$$\text{Ц.д. амперметра} = \frac{I_{\max}}{N} \left(\frac{A}{\text{дел}} \right)$$

$$\text{Ц.д. вольтметра} = \frac{U_{\max}}{N} \left(\frac{B}{\text{дел}} \right)$$

2. Начертите схему (рис.1).

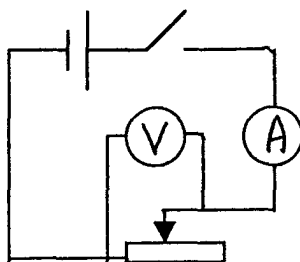


Рис.1

3. Соберите электрическую цепь по схеме (рис.1).

4. Замкните цепь, установите движок реостата так, чтобы включенная часть его обмотки была как можно короче.
5. Запишите показания приборов I, U .
6. Вычислите сопротивление включенной части обмотки реостата по формуле:
 $R = U/I$
7. Определите диаметр обмотки d , для этого: 1) измерьте длину включенной части обмотки реостата l_1 ; 2) подсчитайте число витков включенной части n (рис.2); 3) вычислите диаметр обмотки $d = l_1 / n$. (в метрах).

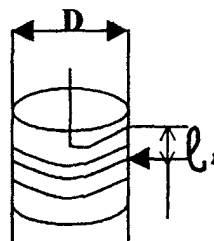


Рис.2

8. Определите площадь сечения обмотки $S = \pi d^2 / 4 (м^2)$.
9. Определите длину l включенной части обмотки реостата. Для этого измерьте диаметр корпуса реостата D ; $l = \pi D n (м)$ (рис.2).
10. Вычислить удельное сопротивление обмотки реостата

$$\rho = RS / l (Ом \cdot м) .$$

11. Сравните с табличными значениями (таблица 9, с.166 [3]) экспериментальное значение удельного сопротивления проводника и определите материал, из которого изготовлена обмотка реостата.

Задание II: Оформить результаты измерений и вычислений в форме отчета по лабораторной работе в соответствии с Приложением Б.

Контрольные вопросы:

1. Удельное сопротивление нихром $1,1 \cdot 10^{-6} Ом \cdot м$. Что это значит?
2. Назвать известные вам методы определения сопротивления проводника и записать формулы.

Второй уровень I вариант

Цель: определение опытным путем удельного сопротивления проводника, установление количественной зависимости электрического сопротивления от длины проводника:

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны **знать:**

- закон Ома для участка цепи;
- зависимость сопротивления проводника от материала и его геометрических размеров;

уметь:

- получать *рабочую формулу* для расчета удельного сопротивления проводника;
- собирать электрическую цепь;
- определять удельное сопротивление проводника;

- вычислять среднее значение экспериментально полученной величины;
- сравнивать полученное экспериментальное значение удельного сопротивления проводника с табличными данными и определять материал, из которого сделан проводник.

Оборудование: амперметр, вольтметр, лента измерительная, микрометр или штангенциркуль, источник тока, проволока из материала с большим удельным сопротивлением длиной 65 – 70см и диаметром около 0,5мм, металлические наконечники, ключ, соединительные провода.

Правила техники безопасности (Приложение Д).

Основные теоретические положения: опорный конспект по теме: Законы постоянного тока и учебник [1] с.274-276.

Порядок выполнения работы

Задание I: Определить удельное сопротивление проводника.

1. Запишите исходные формулы для расчета удельного сопротивления проводника, заполните пропуски: $S = \frac{\pi \cdot \dots}{4}$ $R = \rho \frac{\dots}{S}$; $I = \frac{\dots}{R}$.
2. Получите *рабочую формулу* для расчета удельного сопротивления проводника, заполните пропуск: $\rho = \frac{\dots \cdot S}{I \cdot l}$.
3. Начертите таблицу 1 для записи результатов измерений и вычислений.

Таблица 1

№ опыта	Длина проволоки $l, м$	Площадь поперечного сечения $S, м^2$	Сила тока $I, А$	Напряжение $U, В$	Экспериментальное значение $\rho, Ом \cdot м$	Среднее экспериментальное значение $\rho_{cp}, Ом \cdot м$	Табличное значение $\rho, Ом \cdot м$

4. Составьте и зарисуйте в тетради схему электрической цепи для измерения удельного сопротивления проводника.
5. Измерьте микрометром или штангенциркулем диаметр проволоки d , вычислите площадь поперечного сечения проволоки S (Приложение Г).
6. Измерьте лентой длину проволоки l (расстояние между металлическими наконечниками).
7. Соберите цепь, соединив последовательно источник тока, проволоку, амперметр и ключ.
8. Параллельно проволоке подключите вольтметр.
9. Замкнув ключ, измерьте силу тока I в цепи и напряжение U на концах проволоки. Рассчитайте электрическое сопротивление R проволоки.
10. Вычислите удельное сопротивление ρ по *рабочей формуле*.
11. Разомкните ключ. Измените расстояние l между наконечниками и измерьте длину проволоки во второй раз.

12. Замкнув ключ, измерьте силу тока I в цепи и напряжение U на концах проволоки; вычислите сопротивление проволоки R и ее удельное сопротивление ρ во второй раз.

13. Повторите пункты 10 и 11, проделав опыт в третий раз.

14. Рассчитайте среднее значение экспериментально полученных значений удельного сопротивления по формуле: $\rho_{cp} = \frac{\rho_1 + \rho_2 + \rho_3}{3}$.

15. По данным таблицы 1 постройте график зависимости $R(l)$.

16. Сравните среднее экспериментальное значение удельного сопротивления проводника с табличными данными (таблица 9, с.166 [3]), укажите, из какого материала изготовлена проволока, проанализируйте график зависимости $R(l)$, запишите вывод.

Задание II: Оформить результаты измерений и вычислений в форме отчета по лабораторной работе в соответствии с Приложением Б.

Контрольные вопросы.

1. Как изменится напряжение на участке цепи, если медную проволоку на этом участке заменить никелиновой?

2. Задача: Определить сопротивление и длину медной проволоки массой 89 г и сечением $0,1 \text{ мм}^2$

Второй уровень

II вариант

Цель: определение опытным путем удельного сопротивления проводника, установление количественной зависимости электрического сопротивления от длины проводника.

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны **знать:**

- закон Ома для участка цепи;
- зависимость сопротивления проводника от материала и его геометрических размеров;

уметь:

- получать *рабочую формулу* для расчета удельного сопротивления проводника;
- собирать электрическую цепь;
- определять удельное сопротивление проводника;
- вычислять среднее значение экспериментально полученной величины;
- сравнивать полученное экспериментальное значение удельного сопротивления проводника с табличными данными и определять материал, из которого сделан проводник.

- анализировать экспериментальные данные и выявлять количественные зависимости.

- вычислять абсолютную и относительную погрешность измерения.

Оборудование: амперметр с погрешностью $\Delta_A = 0,1 \text{ А}$, вольтметр с погрешностью $\Delta_B = 0,25 \text{ В}$, лента измерительная, микрометр погрешностью $\Delta_M = 0,05 \text{ мм}$ или штангенциркуль погрешностью $\Delta_{ш} = 0,1 \text{ мм}$, источник тока, проволока длиной 65 – 70 см и диаметром около 0,5 мм из материала с большим удельным сопротивлением, металлические наконечники, ключ, соединительные провода, мультиметр.

Правила техники безопасности (Приложение Д).

Основные теоретические положения: опорный конспект по теме: Законы постоянного тока и учебник [1] с.274-276.

Порядок выполнения работы

Задание I: Вычислить удельное сопротивление проводника.

1. Запишите исходные формулы для расчета удельного сопротивления проводника, заполните пропуски: $S = \frac{\pi \cdot \dots}{4}$ $R = \rho \frac{\dots}{S}$; $I = \frac{\dots}{R}$.
2. Получите *рабочую формулу* для расчета удельного сопротивления проводника, заполните пропуск: $\rho = \frac{\dots \cdot S}{I \cdot l}$.
3. Начертите таблицу 1 для результатов измерений и вычислений.

Таблица 1

№ опыта	l , м	d , м	S , м ²	I , А	U , В	R , Ом	R^* , Ом	ρ , Ом·м	Среднее значение ρ_{cp} , Ом·м	Табличное значение ρ_m , Ом·м	$\Delta\rho$, Ом·м

4. Измерьте микрометром или штангенциркулем диаметр проволоки d , вычислите площадь поперечного сечения проволоки S (Приложение Г).
5. Составьте и зарисуйте в тетради схему электрической цепи для измерения удельного сопротивления проводника.
6. Измерьте лентой длину проволоки l (расстояние между металлическими наконечниками).
7. Соберите цепь, соединив последовательно источник тока, проволоку, амперметр и ключ.
8. Параллельно проволоке подключите вольтметр.
9. Замкнув ключ, измерьте силу тока I в цепи и напряжение U на концах проволоки.
10. Рассчитайте электрическое сопротивление R проволоки.
11. Вычислите удельное сопротивление ρ по *рабочей формуле*.
12. С помощью мультиметра (Приложение Г) измерьте электрическое сопротивление R^* проволоки.
13. Разомкните ключ, измените расстояние между металлическими наконечниками проволоки, повторите измерения l .
14. Замкнув ключ, измерьте во второй раз I, U и R^* , вычислите R и ρ .
15. Повторите пункты 12 – 14, проводя измерения и вычисления в третий раз.
16. Рассчитайте среднее значение экспериментально полученных значений

удельного сопротивления по формуле: $\rho_{cp} = \frac{\rho_1 + \rho_2 + \rho_3}{3}$.

17. По данным таблицы 1 постройте график зависимости $R^*(l)$.
18. Вычислите относительную погрешность измерений

$$\varepsilon_\rho = \varepsilon_I + \varepsilon_U + \varepsilon_d, \text{ где } \varepsilon_I = \frac{\Delta I}{I}, \varepsilon_U = \frac{\Delta U}{U}, \varepsilon_d = \frac{\Delta d}{d}$$

Относительными погрешностями ε_p и ε_I в данной работе можно пренебречь. $\Delta U = \Delta_B$, если стрелка прибора совпадает с делением шкалы, или $\Delta U = \Delta_B + C/2$, где C – цена деления, если не совпадает. Аналогично: $\Delta I = \Delta_A$ или $\Delta I = \Delta_A + C/2$.

19. Найдите $\Delta \rho = \rho \cdot \varepsilon_\rho$ для каждого опыта.

20. Сравните среднее экспериментальное значение удельного сопротивления проволоки с табличными данными (таблица 9, с.166 [3]) укажите, из какого материала изготовлена проволока, проанализируйте график зависимости $R^*(l)$. Запишите результаты измерений в виде: $\rho - \Delta \rho \leq \rho \leq \rho + \Delta \rho$.

21. Для каждого опыта сделайте вывод.

Задание II: Оформить результаты измерений и вычислений в форме отчета по лабораторной работе в соответствии с Приложением Б.

Контрольные вопросы:

1. Объяснить на основе электронной теории зависимость сопротивления проводника от его материала и геометрических размеров.

2. Каков физический смысл удельного сопротивления проводника?

Форма контроля - письменный отчет

Список рекомендуемой литературы:

1. Мякишев Г.Я. Физика 10 класс.- М.: Просвещение, 2011.- 366 с. + CR-ROM.

Лабораторная работа №9. Определение эффективности установки с электрическим нагревателем.

Объем учебного времени – 2 часа.

Цель работы: определение опытным путем тепловой отдачи электрического нагревателя.

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны **знать:**

- формулу количества теплоты, полученного водой при нагревании и работы, совершенной электрическим током, формулу вычисления КПД нагревателя;

уметь:

- собирать электрическую цепь для данной лабораторной работы;
- пользоваться весами, термометром, амперметром;
- определять КПД установки с электрическим нагревателем;

Оборудование: амперметр, источник тока, ключ, сосуд с водой, весы или мензурка, спираль $R = 2$ Ом, часы, лабораторный термометр.

Правила техники безопасности (Приложение Д)

Основные теоретические положения

Тепловой отдачей нагревателя (эффективностью установки) называют отношение количества теплоты, израсходованного на нагревание воды, к работе, совершенной током.

$$\eta = \frac{Q}{A} \cdot 100\%$$

$Q = cm\Delta T$ – количество теплоты, полученное водой при нагревании,

где c - удельная теплоемкость воды (таблица 2, с.164 [3]),

m – масса воды,

$m = \rho \cdot V$, где ρ - плотность воды (таблица 1, с.164 [3]), V – объем воды,

$$1 \text{ мл} = 1 \text{ см}^3 = 1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

ΔT – изменение температуры воды,

$A = I^2 \cdot R \cdot \Delta t$ – работа, совершенная током,

где I – сила тока, R – сопротивление проводника, Δt - время прохождения тока по проводнику.

Порядок выполнения работы

Задание I: Определить тепловую отдачу нагревателя.

1. В сосуд для кипячения воды налейте определенное количество воды. Измерьте начальную температуру воды.
2. Составьте электрическую цепь, соединив последовательно источник тока, амперметр, спираль, ключ.
3. Опустите спираль в воду, включите ток и нагревайте 20 минут.
4. Начертите таблицу для записи измерений и вычислений (таблица 1).

Таблица 1

Масса воды m , кг	Начальная температура воды $t_1^0 \text{ C}$	Конечная температура воды $t_2^0 \text{ C}$	Время нагревания t , с	Сила тока I , А	Работа тока A , Дж	Количество теплоты Q , Дж	Тепловая отдача η , %

5. Полученные результаты занесите в приготовленную таблицу.
6. Используя данные таблицы, вычислите:
 - а) работу тока;
 - б) количество теплоты, затраченное на нагревание воды;
 - в) тепловую отдачу нагревателя.

Все вычисления приведите под таблицей.

7. Сделайте вывод о причинах малой тепловой отдачи нагревателя.

Задание II: Оформить результаты измерений и вычислений в форме отчета по лабораторной работе в соответствии с Приложением Б.

Контрольные вопросы:

1. Как можно объяснить нагревание проводника электрическим током?
2. Напишите формулу закона Джоуля – Ленца. Разъясните буквенные обозначения.
3. С какой целью провода в местах соединений не просто скручивают, а спаивают. Ответ обоснуйте.
4. Если кипятильник вынуть из воды, не выключив предварительно из сети, то он быстро перегорает. Почему?

Форма контроля - письменный отчет

Список рекомендуемой литературы:

1. Мякишев Г.Я. Физика 10 класс.- М.: Просвещение, 2011.- 366 с. + CR-ROM.

Раздел 4. Колебания и волны
Тема 4.1. Механические колебания

Лабораторная работа № 10. Определение ускорения свободного падения с помощью математического маятника

Объем учебного времени – 2 часа.

Цель работы: определение опытным путем ускорения свободного падения на широте Великого Новгорода.

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны **знать:**

- определение понятия математического маятника, периода колебаний;
- формулы периода колебаний маятника;

уметь:

- определять период колебания маятника;
- определять ускорение свободного падения.

Первый уровень

Основные теоретические положения

Математическим маятником называется материальная точка, подвешенная на невесомой и нерастяжимой нити. Моделью такого маятника служит шарик, подвешенный на длинной нити.

$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ - период колебания математического маятника,

где l - длина математического маятника, g - ускорение свободного падения.

Из этой формулы можно найти ускорение свободного падения. Для увеличения точности измерения периода нужно измерить время t достаточно большого числа N полных колебаний маятника. Тогда период $T = \frac{t}{N}$, и ускорение свободного падения может быть вычислено по формуле $g = 4\pi^2 \frac{lN^2}{t^2}$.

Оборудование: шарик на длинной нити, линейка, часы с секундной стрелкой, штатив с держателем, пробка,

Правила техники безопасности (Приложение Д).

Порядок выполнения работы

Задание I: Определить ускорение свободного падения при помощи математического маятника.

1. Поместите штатив с маятником на край стола так, чтобы длина нити была не менее 1м.
2. Отклоните шарик на небольшой угол (10°) и отпустите. По часам определите время t , за которое маятник совершит N полных колебаний, например, 50.
3. Вычислите период полного колебания маятника: $T = t/N$.
4. Измерьте длину маятника l от точки подвеса до центра тяжести шарика.
5. Вычислите ускорение свободного падения, используя формулу периода колебаний.

6. Повторите опыт еще два раза, меняя длину маятника (протягивая нить через пробку) и число полных колебаний его.

7. Определите среднее значение g_{cp} , а также абсолютную и относительную погрешность:

$$g_{cp} = g_1 + g_2 + g_3 / 3; \Delta g = |g_1 - g_{cp}|; \delta = \frac{\Delta g}{g_{cp}} 100\%.$$

8. Начертите таблицу для записи измерений и вычислений (таблица 1)

Таблица 1

Номер опыта	Число полных колебаний	Время полных колебаний.	Период полного колебания	Длина маятника	Ускорение свободного падения	Среднее значение ускорения свободного падения	Абсолютная погрешность	Относительная погрешность
	N	t, c	T, c	l, m	$g, m/c^2$	$g_{cp}, m/c^2$	$\Delta g, m/c^2$	$\delta\%$

9. Запишите результаты измерений и вычислений в таблицу 1.

10. Сравните результаты опыта со значением ускорения свободного падения для данной географической широты: $g = 9,8 \text{ м/с}^2$.

Задание II: Оформить результаты измерений и вычислений в форме отчета по лабораторной работе в соответствии с Приложением Б.

Контрольные вопросы:

1. Что называется математическим маятником?
2. Что называется периодом колебания?
3. Запишите формулы для определения периода колебания маятника и разъясните их.

Второй уровень

Основные теоретические положения

Для измерения ускорения свободного падения применяются разнообразные гравиметры, в частности маятниковые приборы. С их помощью удастся измерить ускорение свободного падения с абсолютной погрешностью порядка 10^{-5} м/с^2 .

В работе используется простейший маятниковый прибор – шарик на нити. При малых размерах шарика по сравнению с длиной нити и небольших отклонениях от положения равновесия период колебания равен $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$. Для увеличения точности измерения периода нужно измерить время t достаточно большого числа N полных колебаний маятника.

Оборудование: часы с секундной стрелкой, измерительная лента с погрешностью $\Delta l_{л.} = 1 \text{ мм}$, шарик с отверстием, нить, штатив с муфтой и кольцом.

Правила техники безопасности (Приложение Д).

Порядок проведения работы

Задание I: Определить ускорение свободного падения при помощи математического маятника.

1. Установите на краю стола штатив. У его верхнего конца укрепить с помощью муфты кольцо и подвесьте к нему шарик на нити. Шарик должен висеть на расстоянии 1 – 2 см от пола.

2. Начертите таблицу для записи измерений и вычислений (таблица 1).

Таблица 1

Номер опыта	t, c	t_{CP}, c	$\Delta t, c$	$\Delta t_{CP}, c$	l, m

3. Измерьте лентой длину l маятника.

4. Возбудите колебания маятника, отклонив шарик в сторону на 5 – 8 см и отпустив его.

5. Измерьте в нескольких экспериментах время t 50 колебаний маятника и вычислите $t_{CP} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + \dots}{N}$, где N – число опытов по измерению времени.

6. Вычислите среднюю абсолютную погрешность измерения времени $\Delta t_{CP} = \frac{|t_1 - t_{CP}| + |t_2 - t_{CP}| + |t_3 - t_{CP}| + \dots}{N}$ и результаты занесите в таблицу 1.

7. Из формулы периода колебаний математического маятника выведите рабочую формулу для вычисления ускорения свободного падения.

8. Определите относительную погрешность измерения времени ε_t .

9. Определите относительную погрешность измерения длины маятника $\varepsilon_l = \frac{\Delta l}{l}$. Значение Δl складывается из погрешности мерной ленты и погрешности отсчета, равной половине цены деления ленты: $\Delta l = \Delta l_{л} + \Delta l_{отсч}$.

10. Вычислите относительную погрешность измерения g по формуле $\varepsilon_g = \varepsilon_l + 2\varepsilon_\pi + 2\varepsilon_t$, учитывая, что погрешностью округления π можно пренебречь, если $\pi = 3,14$; также можно пренебречь ε_t , если она в 4 (и более) раз меньше $2\varepsilon_l$.

11. Определите $\Delta g = \varepsilon_g g_{CP}$ и запишите результат измерения в виде $g_{CP} - \Delta g \leq g \leq g_{CP} + \Delta g$.

13. Убедитесь в достоверности измерений и проверьте принадлежность известного значения $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ полученному интервалу.

Задание II: Оформить результаты измерений и вычислений в форме отчета по лабораторной работе в соответствии с Приложением Б.

Контрольные вопросы:

1. Вместо шарика к нити прикреплена воронка, наполненная песком. Изменится ли ускорение свободного падения, если в процессе колебаний из воронки будет высыпаться песок? А период колебания? Почему?
2. Можно ли пользоваться маятниковыми часами в условиях невесомости?
3. В каких положениях действующая на шарик возвращающая сила будет максимальна? В каких равна нулю?

Форма контроля - письменный отчет

Список рекомендуемой литературы:

1. Мякишев Г.Я. Физика 11 класс.- М.: Просвещение, 2011.- 399 с. + CR-ROM.

Раздел 5. Оптика.
Тема 5.1 Природа света

Лабораторная работа №11. Определение показателя преломления стекла.

Объем учебного времени – 2 часа.

Первый уровень

Цель работы: определение опытным путем показателя преломления стекла.

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны

знать:

- определение углов падения и преломления;
- закон преломления света;

уметь:

- определять показатель преломления вещества;
- сравнивать результаты опытов и делать выводы о зависимости (или независимости) показателя преломления от угла падения луча.

Оборудование: стеклянная пластинка, электрическая лампочка, источник тока, соединительные провода, экран со щелью, циркуль.

Правила техники безопасности (Приложение Д).

Основные теоретические положения:

В работе измеряется показатель преломления стеклянной пластины, имеющей форму трапеции. На одну из параллельных граней пластины наклонно к ней направляют узкий световой пучок. Проходя через пластину, этот пучок света испытывает двукратное преломление. Источником света служит электрическая лампочка, подключенная через ключ к какому – либо источнику тока. Световой пучок создается с помощью металлического экрана со щелью. При этом ширина пучка может меняться за счет изменения расстояния между экраном и лампочкой (рис.1).

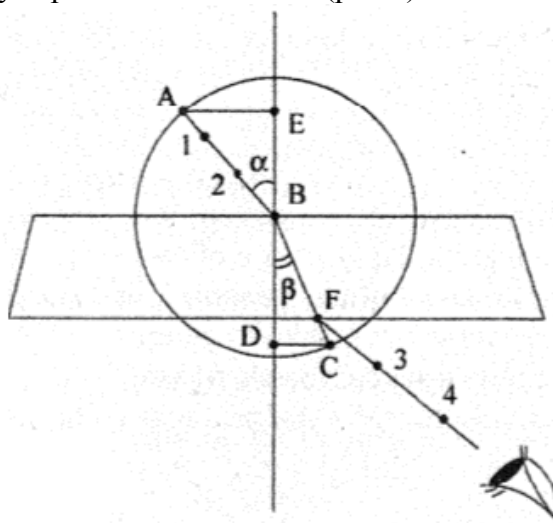


Рис.1

Показатель преломления стекла относительно воздуха определяется по формуле:

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta},$$

где α – угол падения пучка света на грань пластины из воздуха в стекло; β – угол преломления светового пучка в стекле.

Инструктаж по проведению лабораторной работы:

Для определения отношения, стоящего в правой части формулы, поступают следующим образом. Перед тем как направить на пластину световой пучок, её располагают на лист миллиметровой бумаги (или листе бумаги в клетку) так, чтобы одна из её параллельных граней совпадала с предварительно отмеченной линией на бумаге.

Эта линия укажет границу раздела сред воздух – стекло. Тонко отточенным карандашом проводят линию вдоль второй параллельной грани. Эта линия изображает границу раздела сред стекло – воздух. После этого, не перемещая пластины, на ее первую параллельную грань направляют узкий пучок под каким – либо углом к грани. Вдоль падающего на пластину пучка и вышедших из нее световых пучков тонко очиненным карандашом ставят точки 1,2,3, 4, рисунок 1. После этого лампочку выключают, пластинку снимают и с помощью линейки прочеркивают входящий, выходящий и преломленный лучи.

Через точку B границы раздела сред воздух – стекло проводят перпендикуляр к границе, отмечают углы падения α и преломления β . Далее с помощью циркуля проводят окружность с центром в точке B и строят прямоугольные треугольники ABE и CBD .

Так как $\sin \alpha = \frac{AE}{AB}$, $\sin \beta = \frac{CD}{BC}$ и $AB = BC$, то формула для определения показателя преломления стекла примет вид: $n_{np} = \frac{AE}{DC}$ (1)

Длину отрезка AE и DC измеряют по миллиметровой бумаге или с помощью линейки. При этом в обоих случаях инструментальную погрешность можно считать равной 1 мм. Погрешность отсчета надо взять также равной

1 мм для учета неточности в расположении линейки относительно края светового пучка.

Максимальная абсолютная погрешность определяется по формуле:

$$\Delta n = n_{np} \cdot \varepsilon.$$

(Здесь n_{np} – приближенное значение показателя преломления, определяемое по формуле 1.)

Окончательный результат измерения показателя преломления записывается так:

$$n = n_{np} \pm \Delta n.$$

Порядок выполнения работы

Задание I: Определить показатель преломления стекла относительно воздуха.

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

Таблица 1

Измерено		Вычислено				
ΔE , мм	DC , мм	n_{np}	ΔAE , мм	ΔDC , мм	ε , %	Δn

2. Подключите лампочку через выключатель к источнику тока. С помощью экрана со щелью получите тонкий световой пучок.

3. Проведите опыт и необходимые измерения согласно инструктажу по проведению лабораторной работы.

4. Вычислите показатель преломления стекла относительно воздуха при другом угле падения. Результат измерения запишите в таблицу 1 с учетом вычисленных погрешностей.

5. Повторите то же при другом угле падения.

6. Сравните полученные результаты по формулам:

$$n_{1_{\text{пр}}} - \Delta n_1 < n_1 < n_{1_{\text{пр}}} + \Delta n_1,$$

$$n_{2_{\text{пр}}} - \Delta n_2 < n_2 < n_{2_{\text{пр}}} + \Delta n_2.$$

7. Сделайте вывод о зависимости (или независимости) показателя преломления от угла падения. Метод сравнения результатов измерений изложен в Приложении В к лабораторным работам.

Задание II: Оформить результаты измерений и вычислений в форме отчета по лабораторной работе в соответствии с Приложением Б.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение угла падения и угла преломления.
2. Напишите формулу закона преломления света и разъясните ее.
3. Чтобы определить показатель преломления стекла, достаточно измерить транспортиром углы α и β и вычислить отношение их синусов. Какой из этих способов определения показателя преломления предпочтительнее: этот или использованный в работе?

Второй уровень

Цель работы: определение опытным путем показателя преломления стекла

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны

знать:

-определение углов падения и преломления;

-закон преломления света;

уметь:

-определять показатель преломления вещества двумя способами;

-сравнивать результаты опытов с табличными значениями и делать выводы.

Оборудование: стеклянная пластинка, имеющая форму трапеции, 4 булавки, лист бумаги (в клетку), лист картона, линейка, карандаш, транспортир, таблицы Брадиса (или микрокалькулятор).

Правила техники безопасности (Приложение Д).

Основные теоретические положения

Показатель преломления стекла относительно воздуха вычисляется по формуле: $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}$

где n – относительный показатель преломления стекла,

α – угол падения луча на поверхность,

γ – угол преломления луча.

Порядок выполнения работы

Задание I: Определить показатель преломления *первым способом*.

1. Положите на лист бумаги с подложенным под него картоном трапециевидную пластинку и обведите ее контуры.
2. Наколите с одной стороны стекла две булавки так, чтобы прямая, проходящая через них, не была перпендикулярна грани пластинки.
3. Наколите с другой стороны пластинки еще две булавки так, чтобы, глядя вдоль них сквозь стекло, видеть все булавки расположенными на одной прямой.
4. Снимите стекло и булавки, отметьте места наколов точками 1, 2, 3, 4 и проведите через них линии до пересечения с границами стекла (рис. 1). Соединив точки 2 и 3, получим направление луча света. Проведите через точки 2 и 3 перпендикуляры к преломляющим поверхностям.
5. Измерьте с помощью транспортира угол падения α_1 и угол преломления γ_1 и определите синусы измеренных углов.

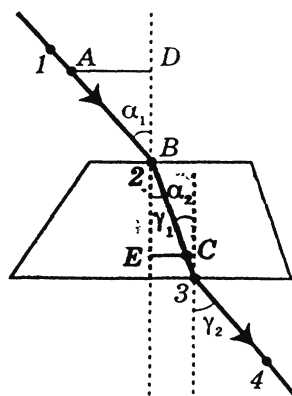


Рис.1

6. Вычислите показатель преломления n стекла, используя формулу:

$$n = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \gamma_1}$$

7. Повторите измерения для угла падения α_2 и угла преломления γ_2 . Вычислите показатель преломления стекла по формуле:

$$n = \frac{\sin \gamma_2}{\sin \alpha_2}$$

8. Начертите таблицу 1 и запишите в нее результаты измерений и вычислений.

Таблица 1

№ опыта	α	$\sin \alpha$	γ	$\sin \gamma$	n	$n_{\text{ср}}$

9. Вычислите среднее значение показателя преломления стекла $n_{\text{ср}}$

Задание II: Определить показатель преломления *вторым способом*.

1. Выполните пункты 1-4 как в первом задании.
2. Отложите из точки B (рис. 1) отрезки $AB = BC$ и постройте прямоугольные треугольники $\triangle ADB$ и $\triangle BEC$. Так как $\sin \alpha_1 = \frac{AD}{AB}$, а $\sin \gamma_1 = \frac{EC}{CB}$ и $AB = CB$, то показатель преломления можно найти по формуле:

$$n = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \gamma_1} = \frac{AD}{CE}.$$

3. Начертите таблицу 2 для записи результатов измерений и вычислений.
4. Измерьте AD и CE и запишите их значения в таблицу 2.

Таблица 2

AD	CE	$n_{вг}$	$n_{нг}$	$n_{cp} = \frac{n_{вг} + n_{нг}}{2}$	$\Delta n = \frac{n_{вг} - n_{нг}}{2}$	$\varepsilon = \frac{\Delta n}{n_{cp}}$

Задание III: Вычислите погрешности измерения показателя преломления стекла и запишите его значение с учетом погрешности.

1. Вычислите верхнюю границу (ВГ) показателя преломления $n_{вг}$ и его нижнюю границу (НГ) $n_{нг}$:

$$n_{вг} = \frac{AD + \Delta l}{CE - \Delta l},$$

$$n_{нг} = \frac{AD - \Delta l}{CE + \Delta l},$$

где Δl — абсолютная погрешность измерения отрезков.

2. Вычислите относительную погрешность измерения

$$\varepsilon = \frac{\Delta n}{n_{cp}}$$

3. Запишите значение показателя преломления с учетом погрешности в виде:

$$n = n_{cp} \pm \Delta n$$

Задание IV: Сравнить результаты с табличным значением показателя преломления стекла табл.12, с.167[3]. Какой из двух способов более предпочтительнее для определения показателя преломления. Сделайте вывод.

Задание V: Оформить результаты измерений и вычислений в форме отчета по лабораторной работе в соответствии с Приложением Б.

Контрольные вопросы:

1. При каком угле падения луч света, проходя сквозь плоскопараллельную пластину, не смещается?
2. Каков физический смысл показателя преломления? Вычислите скорость света в стекле?

Форма контроля - письменный отчет

Список рекомендуемой литературы:

Мякишев Г.Я. Физика 11 класс.- М.: Просвещение, 2011.- 399 с. + CD-ROM.

Тема 5.1 Природа света
Лабораторная работа № 12. Определение фокусного расстояния и оптической силы линзы.

Объем учебного времени – 2 часа.

Первый уровень
I вариант

Цель работы: определение опытным путем фокусного расстояния оптической силы собирающей линзы.

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны

знать:

- физический смысл фокуса линзы;
- формулу тонкой линзы;
- формулу оптической силы линзы;

уметь:

- получать изображения с помощью линзы;
- определять фокусное расстояние и оптическую силу линзы;
- строить изображения в линзах.

Оборудование: комплект лабораторный по оптике, линейка.

Правила техники безопасности (Приложение Д).

Основные теоретические положения

Получив с помощью линзы действительное изображение светящегося предмета на экране и, измерив, расстояние от линзы до объекта и расстояние до изображения, можно вычислить фокусное расстояние по формуле линзы:

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

где F - фокусное расстояние линзы, d – расстояние от предмета до линзы, f – расстояние от линзы до изображения.

Рабочая формула для определения фокусного расстояния: $F = \frac{df}{d+f} (м),$

формула оптической силы линзы: $D = \frac{1}{F} [D = м^{-1} = дптр]$

Порядок выполнения работы

Задание I: Вычислить фокусное расстояние линзы.

1. Для определения фокусного расстояния собирающей линзы установите на столе источник света из лабораторного комплекта по оптике, вставьте в окно прибора диапозитивную рамку с отверстием в виде стрелки. При включении источника света в сеть переменного тока с напряжением 42В стрелка в окне прибора должна светиться.

2. Поставьте перед окном источника света линзу №1, а за линзой белый экран. Перемещая линзу и экран, найдите такое положение относительно окна в источнике света, при котором на экране получается четкое изображение стрелки.

3. Измерьте расстояние от окна прибора до линзы и от линзы до экрана. Вычислите фокусное расстояние линзы.

4. Измените расстояние от линзы до источника света. Передвижением экрана вновь добейтесь получения резкого изображения стрелки на экране. Измерьте расстояния от линзы до экрана и от линзы до источника света, вычислите фокусное расстояние линзы.

5. Поверните линзу к окну и получите на экране изображение далеких предметов за окном. Измерьте расстояние от линзы до экрана и сравните его с полученными ранее значениями фокусного расстояния линзы.

6. Оцените границы погрешности определения фокусного расстояния линзы (Приложение В, метод среднего арифметического) и сделайте вывод о том, согласуются ли между собой результаты трех опытов по определению фокусного расстояния линзы.

Задание II: Вычислить оптическую силу линзы.

Задание III: Оформить результаты измерений и вычислений в форме отчета по лабораторной работе в соответствии с Приложением Б.

Контрольные вопросы:

1. Почему в качестве предмета берется освещенная щель, а не накалившая нить лампы?
2. Где нужно расположить предмет, чтобы собирающая линза рассеивала лучи, падающие от предмета на линзу? Покажите ход лучей в этом случае.
3. Как быстро определить фокусное расстояние собирающей линзы? Какое свойство хода лучей используется в этом случае? Покажите рисунком ход лучей.
4. Как изменится изображение предмета в вашей работе, если закрыть половину линзы. Проверьте на опыте.

Первый уровень II Вариант

Цель работы: определение опытным путем фокусного расстояния и оптической силы линзы.

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны

знать:

- формулу тонкой линзы;
- формулу оптической силы линзы;

уметь:

- получать изображение с помощью линзы;
- получать *рабочую формулу* для вычисления фокусного расстояния линзы;
- определять фокусное расстояние и оптическую силу линзы;
- строить изображения в линзах.

Оборудование: измерительная линза, экран, длиннофокусная собирающая линза, источник тока, лампочка на подставке с колпачком, ключ, соединительные провода.

Правила техники безопасности (Приложение Д)

Основные теоретические положения

Для вычисления фокусного расстояния применяется формула тонкой линзы

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

где F – фокусное расстояние линзы (м),

d – расстояние от предмета до линзы(м),
 f – расстояние от линзы до изображения(м),
 $D = \frac{1}{F}$ - оптическая сила линзы, $[D] = [м^{-1} = дптр]$.

Порядок выполнения работы

Задание I: Определить фокусное расстояние и оптическую силу линзы.

1. Соберите электрическую цепь, соединив проводами последовательно источник тока, лампочку, ключ.
2. Поставьте лампочку на край стола слева, а экран - у другого края справа. Между ними поместите линзу.
3. Включите лампочку и передвигайте линзу, пока на экране не будет получено резкое изображение отверстия в колпачке лампочки.
4. Измерьте расстояние от лампочки до линзы и от линзы до экрана.
5. Получите *рабочую формулу* для вычисления фокусного расстояния из формулы тонкой линзы.
6. Вычислите главное фокусное расстояние линзы в метрах.
7. Если изображение получилось увеличенным, то другое, тоже резкое можно получить, передвигая линзу к экрану. Если же изображение было уменьшенным, то для получения второго изображения надо передвигать линзу к лампочке.
8. Вновь измерьте расстояние от лампочки до линзы и от линзы до экрана и вычислите фокусное расстояние.
9. Вычислите F_{cp} по двум проведенным опытам.
10. Рассчитайте оптическую силу линзы, выразите в диоптриях.

Задание II: Оформить результаты измерений и вычислений в форме отчета по лабораторной работе в соответствии с Приложением Б.

Контрольные вопросы:

1. Как изменится изображение, если закрыть половину линзы? Проверьте на опыте.
2. Построить уменьшенное, равное и увеличенное изображение в собирающей линзе?

Второй уровень

Цель работы: определение опытным путем фокусного расстояния и оптической силы линзы.

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны

знать:

- физический смысл фокуса линзы;
- фокус линзы;
- фокусное расстояние линзы;
- действительное изображение;
- мнимое изображение;
- прямое изображение;
- перевернутое изображение;
- формулы тонкой линзы;

уметь:

- получать изображения с помощью линзы;
- определять фокусное расстояние и оптическую силу линзы;
- строить изображения в линзах.

Оборудование: линейка, два прямоугольных треугольника, длиннофокусная собирающая линза, лампочка на подставке с колпачком, источник тока, выключатель, соединительные провода, экран, направляющая рейка.

Правила техники безопасности (Приложение Д).

Основные теоретические положения

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

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

где F – фокусное расстояние линзы,

d – расстояние от предмета до линзы,

f – расстояние от линзы до изображения,

формула оптической силы линзы: $D = \frac{1}{F} [D = \text{м}^{-1} = \text{дптр}]$

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

Порядок выполнения работы

Задание I: Определить фокусное расстояние линзы.

1. Начертите таблицу 1 для записей результатов измерений и вычислений.

Таблица 1

Номер опыта	$f, \times 10^{-3} \text{ м}$	$f_{cp}, \times 10^{-3} \text{ м}$	$d, \times 10^{-3} \text{ м}$	$D_{cp}, \text{ дптр}$	$F_{cp}, \text{ м}$
1					
2					
3					

2. Соберите электрическую цепь, подключив лампочку к источнику тока через выключатель.

3. Поставить лампочку на край стола, а экран – у другого края. Между ними поместите линзу, включите лампочку и передвигайте линзу вдоль рейки, пока на экране не будет получено резкое изображение светящей буквы. Для уменьшения погрешности измерений, связанной с настройкой на резкость, целесообразно получить уменьшенное и, следовательно, более яркое изображение.

4. Измерьте расстояния d и f , обратив внимание на необходимость тщательного отсчета расстояний.

5. При неизменном d повторите опыт несколько раз, каждый раз заново получая резкое изображение. Вычислите f_{cp}, D_{cp}, F_{cp} . Результаты измерений расстояний (в метрах) занесите в таблицу 1.

Задание II: Вычислить абсолютную погрешность измерения оптической силы линзы.

1. Вычислите абсолютную погрешность ΔD измерения оптической силы линзы по формуле: $\Delta D = \frac{\Delta_1}{d^2} + \frac{\Delta_2}{f^2}$, где Δ_1 и Δ_2 – абсолютные погрешности в измерении d и f . При определении Δ_1 и Δ_2 следует иметь в виду, что измерение расстояний d и f не может быть проведено с погрешностью меньшей половины толщины линзы h . Погрешность измерения f будет больше из-за неточности настройки на резкость примерно еще на $\frac{h}{2}$.

Поэтому $\Delta_2 = \frac{h}{2} + \frac{h}{2} = h$.

2. Измерьте толщину линзы h (рис.1)

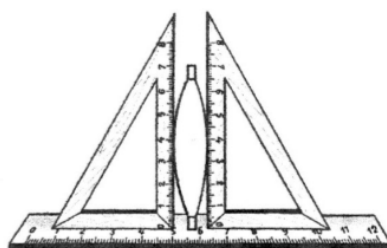


Рис.1
и вычислите ΔD по формуле:

$$\Delta D = \frac{\Delta_1}{2d^2} + \frac{\Delta_2}{f^2}.$$

3. Запишите результат в виде:

$$D_{cp} - \Delta D \leq D \leq D_{cp} + \Delta D$$

Задание III: Оформить результаты измерений и вычислений в форме отчета по лабораторной работе в соответствии с Приложением Б.

Контрольные вопросы:

1. Объясните физический смысл следующих понятий:

- фокус линзы;
- фокусное расстояние линзы;
- действительное изображение;
- мнимое изображение;
- прямое изображение;
- перевернутое изображение.

2. Постройте уменьшенное, равное и увеличенное изображение в собирающей линзе, используя ход трех основных лучей: луча, идущего через оптический центр линзы, луча, распространяющегося параллельно ее оптической оси и луча, проходящего через фокус линзы.

Форма контроля - письменный отчет

Список рекомендуемой литературы:

1. Мякишев Г.Я. Физика 11 класс.- М.: Просвещение, 2011.- 399 с. + CD-ROM.

Тема 5.2. Волновые свойства света
Лабораторная работа № 13. Определение длины световой волны с помощью дифракционной решетки.

Объем учебного времени – 2 часа.

Цель работы: определение опытным путем длины волн фиолетового, зеленого и красного света.

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны

знать:

- явление дифракции света;
- формулу дифракционной решетки;

уметь:

- определять длины световых волн с помощью дифракционной решетки.

Оборудование: прибор для определения длины световой волны, подставка для прибора, дифракционная решетка, лампа с прямой нитью накала в патроне со шнуром и вилкой (общая для всех).

Правила техники безопасности (Приложение Д).

Первый уровень

Основные теоретические положения

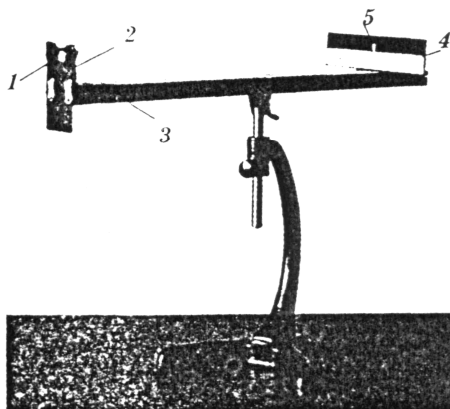


Рис.1 Прибор для

волны

определения длины

Основной частью прибора для определения длины волны (рис. 1) является дифракционная решетка 2, которая устанавливается в держателе 1, прикрепленном к концу линейки 3. На ней располагается черный экран 4 с узкой вертикальной щелью 5. На экране и линейке имеются (миллиметровые) шкалы. Экран может перемещаться вдоль линейки.

Оптическая схема установки представлена на рис. 2.

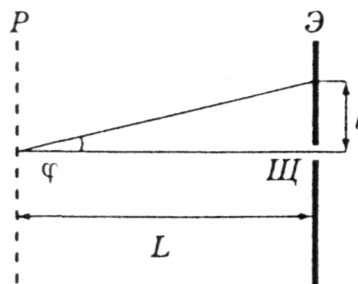


Рис.2

Если смотреть сквозь решетку и щель на источник света, то на черном фоне над шкалой экрана можно наблюдать дифракционные спектры по обе стороны от щели.

Формула дифракционной решетки $d \sin \varphi = k\lambda$,
где d — период решетки (число штрихов на 1 мм длины решетки указано на ее оправе),

например: $d = \frac{1\text{мм}}{100} = 0,01\text{мм.}$,

φ - угол дифракции,

k - порядок спектра,

λ - длина световой волны.

Выразим синус угла, под которым возникает дифракционный максимум 1-го порядка для длины волны λ при $k = 1$

$$\sin \varphi = \frac{\lambda}{d}.$$

Максимумы 1-го порядка наблюдают под малыми углами (рис.2), поэтому синусы углов

можно заменить тангенсами, т. е. $\sin \varphi = \operatorname{tg} \varphi = \frac{l}{L}$,

где L — расстояние от решетки P до щели $Щ$, l — расстояние от центра щели до полосы спектра на экране $Э$, соответствующей длине волны λ .

Следовательно, длину волны для спектра 1-го порядка определяем по формуле:

$$\lambda = \frac{d \cdot l}{L} \quad (1)$$

Порядок выполнения работы.

Задание I: Определить опытным путем длины волн фиолетового, зеленого и красного света.

1. Установите экран на максимально возможном расстоянии от решетки.
2. Направьте ось прибора на источник света. Рассматривая щель в экране сквозь дифракционную решетку, наблюдайте дифракционные спектры. Установите решетку в держателе так, чтобы полосы спектра располагались параллельно шкале экрана.
3. Измерьте расстояние l до фиолетового края спектра справа и слева от центра щели в экране. Найдите среднее значение $l_{\text{ср}}$.
4. Вычислите длину волны фиолетового света.
5. Выполните то же для зеленого и красного света.
6. Начертите таблицу 1 для записи результатов измерений и вычислений.

Таблица 1

Цвет излучения	$I_{\text{пр}}$	$I_{\text{лев}}$	$I_{\text{ср}}$	λ
	справа от щели	слева от щели		
Фиолетовый				
Зеленый				
Красный				

7. Занесите в таблицу 1 результаты измерений и вычислений.
8. Сравните полученные результаты с табличными значениями для длин волн фиолетового, зеленого и красного света (опорный конспект, тема: Дисперсия света).
9. Определите длину волны фиолетового света по дифракционному спектру 2-го порядка.
10. Сделайте вывод по результатам лабораторной работы.

Задание II: Оформить результаты измерений и вычислений в форме отчета по лабораторной работе в соответствии с Приложением Б.

Контрольные вопросы:

1. Почему дифракционные максимумы (кроме нулевого) окрашены?
2. Чем и почему отличается дифракционный спектр от дисперсионного?

Второй уровень

Основные теоретические положения

Параллельный пучок света, проходя через дифракционную решетку, вследствие дифракции за решеткой, распространяется по всевозможным направлениям и интерферирует. На экране, установленном на пути интерферирующего света, можно наблюдать интерференционную картину. Максимумы света наблюдаются в точках экрана, для которых выполняется условие

$$\Delta = n\lambda, \quad (1)$$

где Δ – разность хода волн; λ – длина световой волны; n – номер максимума. Центральный максимум называют нулевым; для него $\Delta = 0$. Слева и справа от него располагаются максимумы высших порядков.

Условие возникновения максимума (1) можно записать иначе: $n\lambda = d \sin \varphi$ (рис. 1), где d – период дифракционной решетки, n – порядок спектра, (номер максимума), φ – угол, под которым виден световой максимум (угол дифракции).

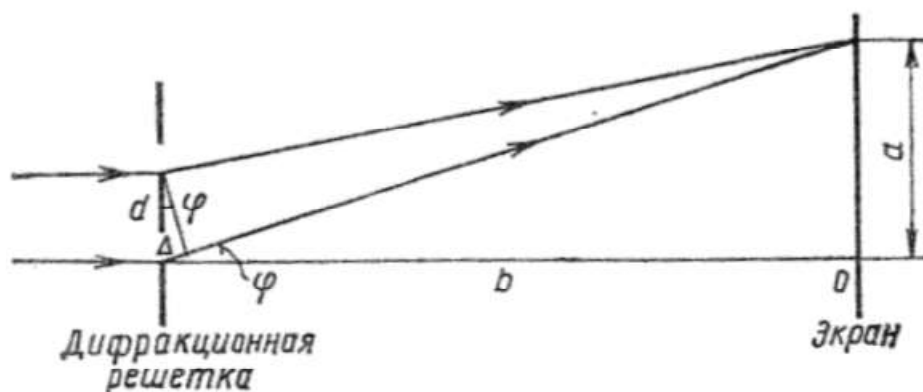


Рис.1

Так как углы дифракции, как правило, малы, то для них можно принять $\sin \varphi = \operatorname{tg} \varphi$, а $\operatorname{tg} \varphi = a/b$ (рис.1), поэтому $n\lambda = da/b$ (2)

В данной работе формулу (2) используют для вычисления длины световой волны.

Анализ формулы (1) показывает, что положение световых максимумов зависит от длины волны монохроматического света: чем больше длина волны, тем дальше максимума от нулевого.

Белый свет по составу – сложный. Нулевой максимум для него – белая полоса, а максимумы высших порядков представляют собой набор семи цветных полос, совокупность которых называют спектром соответственно I, II, ... порядка (рис.3).

Получить дифракционный спектр можно, используя прибор для определения длины световой волны (рис.2). Прибор состоит из бруска 1 со шкалой. Внизу бруска укреплен стержень 2.

Его вставляют в отверстие подставки от подъемного столика. Брусок закрепляют под разными углами с помощью винта 3. Вдоль бруска в боковых пазах его может перемещаться ползунок 4 с экраном 5. К концу бруска прикреплена рамка 6, в которую вставляют дифракционную решетку.

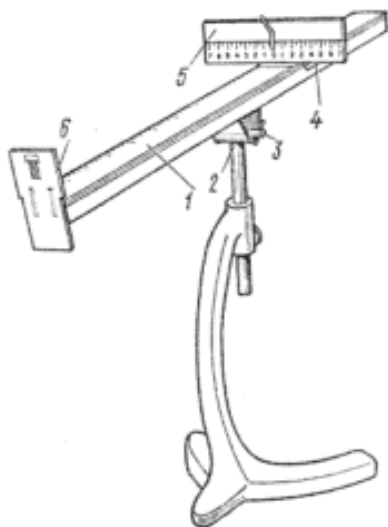


Рис.2

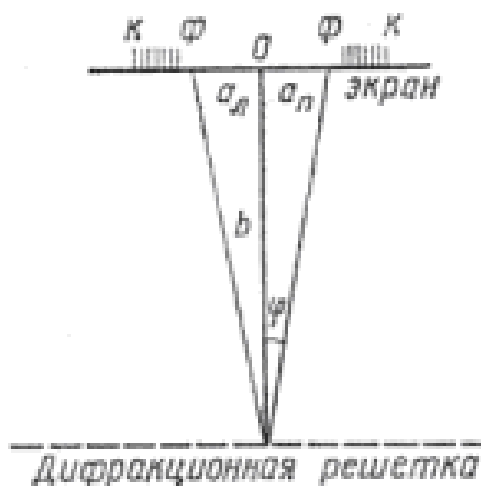


Рис.3

Порядок выполнения работы

Задание I: Определить опытным путем длины волн фиолетового и красного света.

1. Соберите установку, изображенную на рис.2.
2. Установите на демонстрационном столе лампу и включите ее.
3. Смотря через дифракционную решетку, направьте прибор на лампу так, чтобы через окно экрана прибора была видна нить лампы.
4. Экран прибора установите на возможно большем расстоянии от дифракционной решетки и получите на нем четкое изображение спектров I и II порядков.
5. Измерьте по шкале бруска установки расстояние « b » от экрана прибора до дифракционной решетки.
6. Определите расстояние от нулевого деления (0) шкала экрана до середины фиолетовой полосы как слева « $a_{л}$ », так и справа « $a_{п}$ » для спектров I порядка (рис. 3) и вычислите среднее значение $a_{ср}$.
7. Опыт повторите со спектром II порядка.
8. Такие же измерения выполните и для красных полос дифракционного спектра.
9. Вычислить по формуле (2) длину волны фиолетового света для спектров I и II порядков, длину волны красного света I и II порядков.
10. Начертите таблицу 1 для записи результатов измерений и вычислений.
11. Результаты измерений и вычислений записать в таблицу 1:

Таблица 1

Номер опыта	Период дифракционной решетки d , мм	Порядок спектра n	Расстояние от дифрак. решетки до экрана b , мм	Видимые границы спектра фиолетового света			Видимые границы спектра красного света			Длина световой волны	
				слева $a_{л}$, мм	справа $a_{п}$, мм	среднее $a_{ср}$, мм	слева $a_{л}$, мм	справа $a_{п}$, мм	среднее $a_{ср}$, мм	красного излучения $\lambda_{к}$, мм	Фиолетового излучения $\lambda_{ф}$, мм

12. Сравните полученные результаты с табличными значениями для длин волн фиолетового и красного света (опорный конспект, тема: Дисперсия света).
13. Сделайте вывод по результатам лабораторной работы.

Задание II: Оформить результаты измерений и вычислений в форме отчета по лабораторной работе в соответствии с Приложением Б.

Контрольные вопросы:

1. Почему нулевой максимум дифракционного спектра белого света – белая полоса, а максимум высших порядков – набор цветных полос?
2. Почему максимумы располагаются как слева, так и справа от нулевого максимума?
3. В каких точках экрана получают I, II, III максимумы?
4. Какой вид имеет интерференционная картина в случае монохроматического света?

5. В каких точках экрана получается световой минимум?
6. Задача: Чему равна разность хода светового излучения $\lambda = 0,49 \mu\text{м}$, дающего 2-й максимум в дифракционном спектре? Определите частоту этого излучения.

Форма контроля - письменный отчет

Список рекомендуемой литературы:

1. Мякишев Г.Я. Физика 11 класс.- М.: Просвещение, 2011.- 399 с. + CR-ROM.

Тема 5.2. Волновые свойства света

Лабораторная работа № 14. Наблюдение сплошного и линейчатого спектров.

Объем учебного времени – 2 часа.

Первый уровень

Цель работы: установление и подтверждение опытным путем закономерностей и особенностей линейчатых спектров газов и сплошного спектра излучения источника света.

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны

знать:

- виды спектров испускания, их особенности и закономерности;

уметь:

- наблюдать спектры испускания;

- сравнивать спектр испускания различных веществ и делать выводы.

Оборудование: стеклянная пластинка со скошенными гранями, цветные карандаши; на демонстрационном столе: проекционный аппарат, стеклянные трубки с водородом, гелием, неоном, источник питания, штатив, провода соединительные.

Правила техники безопасности (Приложение Д).

Основные теоретические положения

В нагретых твердых телах энергии стационарных состояний меняются не скачком, а непрерывно. Значит, частоты излучения фотонов могут быть любыми, поэтому спектр испускания нагретых твердых тел является непрерывным или сплошным, когда наблюдается все цвета видимого света без темных промежутков между ними.

Линейчатый спектр излучения – спектр излучения, состоящий из отдельных узких спектральных линий различного цвета и интенсивности.

Атомы каждого химического элемента имеют неповторимый линейчатый спектр излучения, характерный именно для этого элемента.

Линейчатые спектры испускания дают все вещества в газообразном (но не молекулярном) состоянии. В этом случае свет излучают атомы, которые практически не взаимодействуют друг с другом. Это самый фундаментальный вид спектров. Изолированные атомы излучают строго определенные длины волн.

Спектры испускания изображены на цветной вклейке рис. V, с. 193, [2].

Порядок выполнения работы

Задание I: Провести наблюдения сплошных спектров испускания.

1. Расположите стеклянную пластинку со скошенными гранями перед глазом.
2. Наблюдайте через скошенные боковые грани пластинки, образующие угол 45° , как сквозь призму, источник света.
3. Начертите таблицу 1 для зарисовки спектров. Зарисуйте сплошной спектр в таблицу.

Таблица 1

Угол между гранями пластины	Спектр
45°	

60°	
-----	--

4. Повторите опыт, рассматривая источник света через грани, образующие угол 60°. Зарисуйте спектр в таблицу 1.

5. Сравните спектры и запишите вывод под таблицей.

Задание II: Провести наблюдения линейчатых спектров испускания.

1. Начертите таблицу 2 для зарисовки спектров.

Таблица 2

Газ	Спектр
Водород	
Гелий	
Неон	

2. Наблюдайте сквозь грани стеклянной пластинки светящиеся спектральные трубки с водородом, гелием и неоном. Зарисуйте в таблице 2 спектры газов.

3. Сравните спектры и запишите вывод под таблицей об особенностях и закономерностях в спектрах испускания.

Задание III: Оформить результаты наблюдений в форме отчета по лабораторной работе в соответствии с Приложением Б.

Контрольные вопросы.

1. Перечислите известные Вам спектры испускания.
2. Как объяснить происхождение сплошных и линейчатых спектров?
3. Что определяется по линиям спектров поглощения звезд?

Второй уровень

Цель работы: установление и подтверждение опытным путем закономерностей и особенностей линейчатых спектров газов и сплошного спектра излучения твердых тел.

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны

знать:

- виды спектров испускания, особенности и закономерности;
- изменения в спектре испускания в зависимости от температуры нагретого тела;
- спектральный анализ и его значимость для науки и техники;

уметь:

- наблюдать спектры испускания;
- сравнивать и делать выводы.

Оборудование: спектральные трубки с водородом, гелием и неоном, плоскопараллельная пластинка со скошенными гранями, проекционный аппарат (один на всех), лампочка накаливания на подставке на 6,3В, лабораторный источник тока, реостат, соединительные провода, ключ.

Правила техники безопасности (Приложение Д).

Основные теоретические положения

В нагретых твердых телах энергии стационарных состояний меняются не скачком, а непрерывно. Значит, частоты излучения фотонов могут быть любыми, поэтому спектр

испускания нагретых твердых тел является непрерывным или сплошным, когда наблюдается все цвета видимого света без темных промежутков между ними.

Линейчатый спектр излучения – спектр излучения, состоящий из отдельных узких спектральных линий различного цвета и интенсивности.

Атомы каждого химического элемента имеют неповторимый линейчатый спектр излучения, характерный именно для этого элемента.

Линейчатые спектры испускания дают все вещества в газообразном (но не молекулярном) состоянии. В этом случае свет излучают атомы, которые практически не взаимодействуют друг с другом. Это самый фундаментальный вид спектров. Изолированные атомы излучают строго определенные длины волн.

Спектры испускания изображены на цветной вклейке рис. V, с. 193, [2].

Инструктаж по проведению лабораторной работы:

Для наблюдения линейчатых спектров излучения на демонстрационном столе зажигают поочередно спектральные трубки с водородом, гелием и неоном.

Через плоскопараллельную пластинку со скошенными гранями наблюдают вертикальный светящийся канал трубки S (рис. 1). При этом видимое изображение спектра S_1 сдвинуто в сторону преломляющего угла. Наблюдения проводят два раза: через грани, образующие угол 60° и угол 45° .

Спектр каждого газа виден как ряд отдельных узких полос, расположенных на некоторых расстояниях друг от друга и окрашенных в различные цвета.

Сплошной спектр создается излучением от светлой вертикальной полосы на экране, спроецированной на нем проекционным аппаратом.

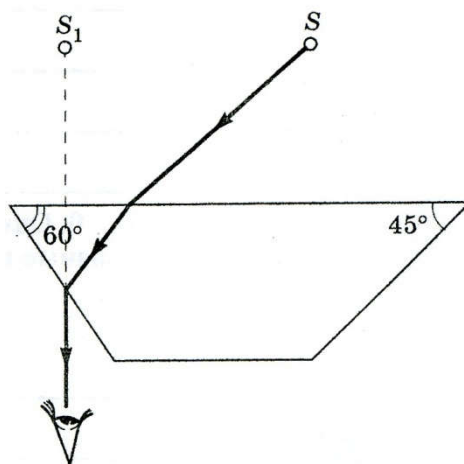


Рис.1

Наблюдение сплошного спектра проводят так же, как и линейчатого, с помощью плоскопараллельной пластинки два раза: через грани, образующие угол 60° и угол 45° .

Перед выполнением наблюдений спектров испускания рассмотрите рис. V, на цветной вклейке, с.193, [2].

Порядок выполнения работы

Задание I: Провести наблюдения линейчатых спектров испускания

1. Включите спектральную трубку с водородом.
2. Проведите наблюдение линейчатого спектра водорода с помощью плоскопараллельной пластинки: через грани, образующие угол 60° и угол 45° . Запишите последовательность цветов видимых спектральных линий.
3. Укажите отличие линейчатых спектров в этих двух случаях.

4. Повторите наблюдения линейчатых спектров: а) для гелия, б) для неона, согласно п. 2 и 3.

Задание II: Провести наблюдения сплошных спектров испускания.

1. Проведите наблюдение сплошного спектра от светлой вертикальной полосы, спроецированной на экран проекционным аппаратом, через грани, образующие угол 60^0 и угол 45^0 . Укажите последовательность чередования цветов в сплошном спектре.

2. Опишите отличие сплошных спектров при их наблюдении через разные грани.

3. Соберите электрическую цепь, соединив последовательно источник тока, лампочку на стойке, реостат, ключ.

4. Проведите наблюдение сплошного спектра излучения лампы накаливания с помощью плоскопараллельной пластинки. Опишите наблюдаемый спектр.

5. Изменяя плавно реостатом силу тока в лампе, опишите изменение спектра излучения лампы в зависимости от температуры нити накала.

Задание III: Сделать вывод о главном отличии линейчатых и сплошных спектров и его причине.

Задание IV: Оформить результаты наблюдений в форме отчета по лабораторной работе в соответствии с Приложением Б.

Контрольные вопросы:

1. Какие тела имеют линейчатый спектр излучения?
2. Какой спектр дают раскаленные добела металлы, расплавленный металл?
3. В каком агрегатном состоянии в лабораториях спектрального анализа исследуют любое вещество для определения его элементарного состава?

4. Какой спектр можно наблюдать с помощью спектроскопа от раскаленной спирали электрической лампы?

5. Почему в спектре поглощения одного и того же химического элемента темные линии точно расположены в местах цветных линий линейчатого спектра излучения?

6. Что определяется по линиям поглощения солнечного спектра?

7. В чем заключается практическая значимость спектрального анализа?

Форма контроля - письменный отчет

Список рекомендуемой литературы:

1. Мякишев Г.Я. Физика 11 класс.- М.: Просвещение, 2011.- 399 с. + CR-ROM.

Раздел 6. Элементы квантовой физики.

Тема 6.3 Физика атомного ядра.

Лабораторная работа 15. Изучение треков заряженных частиц по готовым фотографиям.

Объем учебного времени – 2 часа.

Первый уровень

Цель работы: определение удельного заряда и вида неизвестной частицы по фотографии ее трека.

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны

знать:

- принцип действия камеры Вильсона;
- характеристики частиц: 0_1e , p , 3_1H , α .

уметь:

- определять удельный заряд частицы.

Оборудование: фотография треков, угольник, карандаш, прозрачная бумага (пленка).

Правила техники безопасности (Приложение Д).

Основные теоретические положения

Трек (след) заряженной частицы в камере Вильсона образуют капельки жидкости, возникающие вследствие конденсации перенасыщенного пара на ионах. Эти ионы образуются вдоль траектории заряженной частицы в результате ее взаимодействия с молекулами пара, находящимися в камере.

В магнитном поле на частицу, имеющую заряд q и движущуюся со скоростью v , действует сила Лоренца F_L . Если скорость частицы перпендикулярна линиям индукции поля, то сила Лоренца равна $F_L = qvB$. Поскольку сила Лоренца перпендикулярна скорости частицы, то она сообщает частице центростремительное ускорение

$$a_y = \frac{v^2}{R}.$$

Рис.1

По второму закону Ньютона $qvB = \frac{mv^2}{R}$, откуда удельный заряд q/m частицы равен:

$$\frac{q}{m} = \frac{v}{BR}.$$



На рис. 1 представлена фотография (негатив) треков заряженных частиц в камере Вильсона, находящейся в однородном магнитном поле, линии, индукции которого перпендикулярны плоскости фотографии.

Известно, что трек 1 оставлен протоном, а трек 2 — неизвестной частицей. Начальные скорости обеих частиц одинаковы и перпендикулярны краю фотографии. Тогда отношение удельных зарядов частиц равно:

$$\frac{q_1}{m_1} : \frac{q_2}{m_2} = \frac{R_2}{R_1}, \quad (1)$$

где q_1, m_1, R_1 и q_2, m_2, R_2 — заряды, массы, радиусы кривизны треков протона и неизвестной частицы соответственно. Измерив R_1 и R_2 и найдя отношение R_2/R_1 можно определить удельный заряд неизвестной частицы и высказать предположение, какой частице принадлежит трек 2.

Порядок выполнения работы

Задание I: Определить удельный заряд и вид неизвестной частицы.

1. Наложите на рисунок фотографии листок прозрачной бумаги (прозрачную пленку) и осторожно перенесите на нее треки частиц и правый край фотографии.
2. Определите радиус кривизны трека частицы 1. Для этого начертите две хорды на начальном участке трека и проведите в их середине перпендикуляры, точка пересечения которых есть центр окружности радиуса R_1 . Измерьте R_1 .
3. Аналогично определите радиус R_2 кривизны трека частицы 2 в начале ее пробега.
4. Найдите отношение R_2/R_1 вычислите по формуле (1) удельный заряд неизвестной частицы.
5. Начертите таблицу 1 для записи результатов измерений и вычислений.

Таблица 1

R_1	R_2	R_1/R_2	q_1/m_1	q_2/m_2

6. Занесите результаты измерений и вычислений в таблицу 1.
7. Определите, какой частице принадлежит трек 2: ${}^0_1e, p, {}^3_1H, \alpha$ используя таблицу физических констант с.168 [3] и Периодическую таблицу элементов с.170 [3].

Задание II: Оформить результаты наблюдений в форме отчета по лабораторной работе в соответствии с Приложением Б.

Контрольные вопросы:

1. Почему траектории частиц представляют собой дуги окружностей?
2. Почему различна кривизна треков протона и частицы?
3. Как определить где начальный, а где конечный участок траектории?
4. Задача: Зная R_1 , рассчитайте, какую скорость имел протон, если камера Вильсона во время съемок находилась в магнитном поле с индукцией 2,17 Тл. Заряд и массу протона взять в таблице физических констант с.168 [3].

Второй уровень

Цель работы: исследование треков заряженных частиц по готовым фотографиям и определение вида частиц.

В результате выполнения лабораторной работы студенты должны **знать:**

- метод толстослойных фотоэмульсий;
- определение атомной единицы массы, ее соотношение с килограммом;
- формулу кинетической энергии и закон сохранения энергии;

уметь:

- исследовать треки заряженных частиц и определять их вид.

Оборудование: фотографии косых столкновений частиц, транспортер, линейка, тонко отточенный карандаш, прозрачная бумага (пленка), микрокалькулятор (или таблицы Брадиса).

Правила техники безопасности (Приложение Д).

Основные теоретические положения

В результате нецентрального (косого) соударения двух элементарных частиц каждая разлетается по траектории, выходящей из одной точки, поэтому образуется «вилка».

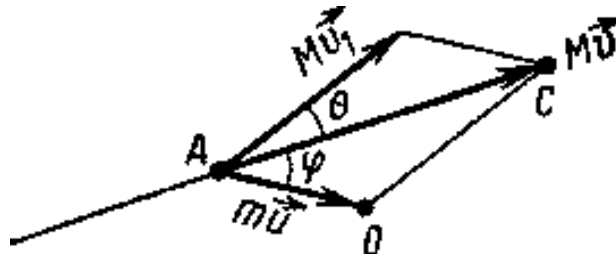


Рис.1

На рис. 1 показана импульсная диаграмма такого взаимодействия движущейся частицы (масса ее M , скорость движения до и после взаимодействия v и v_1) и неподвижной (масса ее m , скорость движения после взаимодействия u) θ – угол рассеяния; φ – угол отдачи; $\vec{Mv}$ и $\vec{Mv}_1$ – векторы импульсов налетающей частицы до и после взаимодействия; $\vec{mu}$ – вектор импульса неподвижной частицы после взаимодействия.

Энергия частиц до взаимодействия $Mv^2/2$, после взаимодействия $Mv_1^2/2$ и $mu^2/2$, поэтому в соответствии с законом сохранения энергии запишем уравнение

$$\frac{Mv^2}{2} = \frac{Mv_1^2}{2} + \frac{mu^2}{2}. \quad (1)$$

Из $\triangle AOC$ (рис 1), согласно теореме синусов, запишем

$$\frac{mu}{\sin \theta} = \frac{Mv}{\sin(\pi - (\theta + \varphi))}; \quad \frac{Mv_1}{\sin \varphi} = \frac{Mv}{\sin(\pi - (\theta + \varphi))}.$$

Следовательно,

$$u = Mv \sin \theta / (m \sin(\pi - (\theta + \varphi))); \quad (2)$$

$$v_1 = v \sin \varphi / \sin(\theta + \varphi).$$

Уравнения (2) подставим в уравнение (1), получим

$$\frac{Mv^2}{2} = \frac{Mv^2}{2} \frac{\sin^2 \varphi}{\sin^2(\theta + \varphi)} + \frac{mv^2 M^2}{2m^2} \frac{\sin^2 \theta}{\sin(\theta + \varphi)}.$$

После сокращения обеих частей последнего уравнения на $Mv^2/2$ имеем

$$1 = \frac{\sin^2 \varphi}{\sin^2(\theta + \varphi)} + \frac{M \sin^2 \theta}{m \sin^2(\theta + \varphi)},$$

$$\text{или } \sin^2(\theta + \varphi) - \sin^2 \varphi = \frac{M}{m} \sin^2 \theta \quad (3)$$

Преобразуем левую часть уравнения (3), зная, что $\sin^2 \alpha + \sin^2 \beta = \sin(\alpha - \beta)\sin(\alpha + \beta)$; $\sin^2(\theta + \varphi) - \sin^2 \varphi = \sin(\theta + 2\varphi)\sin \theta$.

$$\text{Следовательно,} \\ \sin^2(\theta + \varphi) - \sin^2 \varphi = \sin(\theta + 2\varphi)\sin \theta. \quad (4)$$

$$\text{Учитывая выражение (4), уравнение (3) запишем так:} \\ \sin(\theta + 2\varphi)\sin \theta = M \sin^2 \theta / m \text{ или } M / m = \sin(\theta + 2\varphi) / \sin \theta. \quad (5)$$

Исследуя треки заряженных частиц по готовым фотографиям и, используя формулу (5), можно решить ряд интересных задач.

Порядок выполнения работы

Задание I: Определить массу и вид неизвестной частицы по фотографии трека (рис.2).

1. Начертите таблицу 1 для записи результатов измерений и вычислений.

Таблица 1

Номер опыта	Угол рассеяния $\theta, ^\circ$	Угол отдачи $\varphi, ^\circ$	Масса известной частицы $M, \text{a.e.m}$	Масса неизвестной частицы $m, \text{a.e.m}$	Вид частицы газа

2. Наложите на рисунок фотографии (рис.2) листок прозрачной бумаги (прозрачную пленку) и осторожно перенесите на нее трек налетающей частицы и продолжите его.

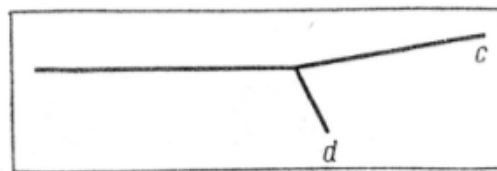


Рис.2

Фотография треков частиц в толстослойной эмульсии: след c – трек рассеянной частицы, след d – трек протона

3. Начертите прямолинейные участки треков взаимодействующих частиц, сохранив углы рассеивания θ и отдачи φ . Отметьте эти углы.
4. Запишите массу m известной частицы в *a.e.m.* и, используя формулу (5), вычислите массу M рассеянной частицы.

5. Зная M и используя Периодическую систему элементов (с.170 [3]), определите, ядром какого атома является рассеянная частица. Назовите эту частицу.
6. Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу 1.

Задание II: Определить, ядро какого атома принадлежит след a , если след b – трек рассеянного протона (рис. 3).

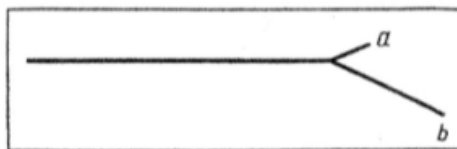


Рис.3

1. Повторите пункты 1-6 задания 1.

Задание III: Определить, с атомом какого газа столкнулась α – частица (рис. 4). Сталкиваясь в камере Вильсона с атомом газа, α – частица отклонилась на 142° .

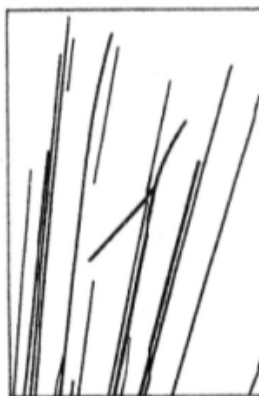


Рис.4

1. Повторите пункты 1-6 задания 1.

Задание IV: Оформить результаты наблюдений в форме отчета по лабораторной работе в соответствии с Приложением Б.

Контрольные вопросы:

1. Напишите формулу кинетической энергии частиц; сформулируйте закон сохранения энергии.
2. Что вам известно о протоне, α – частице?
3. Дайте определение атомной единицы массы. Укажите ее соотношение с килограммом.
4. Как узнать, ядро какого атома приобретает большую кинетическую энергию после столкновения?
5. На рис. 5 показан фотоснимок столкновения α – частицы с атомом кислорода в камере Вильсона. Какой трек «вилка» представляет собой трек ядра кислорода и какой трек α – частицы? Почему?



Рис.5

Форма контроля - письменный отчет

Список рекомендуемой литературы:

Мякишев Г.Я. Физика 11 класс.- М.: Просвещение, 2011.- 399 с. + CR-ROM.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Политехнический колледж

Лабораторная работа №1
по дисциплине Физика

ВЫЧИСЛЕНИЕ АБСОЛЮТНОЙ И ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ПОГРЕШНОСТЕЙ
ИЗМЕРЕНИЙ В ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ

Отчет

Преподаватель
_____/Л.П.Белорусова /

Студент гр.22161
_____/П. Степанов/

Дата

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Отчет о работе выполняется каждым студентом самостоятельно на двойном листе из ученической тетради «в клетку».

Отчет должен содержать:

- титульный лист;
- цель работы;
- краткое изложение теоретического материала (теоретическое определение искомой величины или исследуемой зависимости, расчетную формулу, единицы измерения в СИ искомой величины);
- оборудование и приборы, используемые в работе;
- схему, таблицы, графики;
- обработку результатов измерений, результаты расчетов, заполняемые таблицы;
- расчеты абсолютной и относительной погрешностей измерений;
- выводы по результатам проведенной работы;
- ответы на контрольные вопросы.

Титульный лист отчета оформляется в соответствии с Приложением А.

Схемы, графики, таблицы необходимо выполнять карандашом аккуратно с помощью линейки.

Небрежно написанные отчеты не принимаются.

СВЕДЕНИЯ О ПРИБЛИЖЕННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЯХ

При работе с приближенными числами необходимо соблюдать следующие правила:

1. При сложении и вычитании приближенных чисел в конечном результате следует сохранять столько десятичных знаков, сколько их имеет наименее точное (число с наименьшим числом десятичных знаков).

2. В результате, полученном после умножения и деления, следует сохранять столько значащих цифр, сколько их имеет наименьшее точное данное.

3. При возведении приближенного числа в квадрат и куб следует сохранять в результате столько значащих цифр, сколько их имеет возводимое в степень приближенное число.

4. При извлечении квадратного и кубического корней из приближенного числа следует сохранять в результате столько значащих цифр, сколько их имеет подкоренное выражение.

5. При выполнении промежуточных результатов необходимо брать одной цифрой больше, чем рекомендуют предыдущие правила.

ВИДЫ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЙ

Выполнение лабораторных работ связано с измерением различных физических величин и последующей обработкой результатов. Различают прямые и косвенные измерения.

Прямое измерение – определение значения физической величины непосредственно средствами измерения.

Косвенное измерение – определение значения физической величины по формуле, связывающей ее с другими физическими величинами, определенными прямыми измерениями.

Введем следующие обозначения:

$x_{ист}$ – истинное значение физической величины, обычно табличное значение.

x – приближенное значение физической величины, полученное путем прямых или косвенных измерений. Для описания результатов измерения используют абсолютную и относительную погрешности измерения.

$\Delta x = |x_{ист} - x|$ – абсолютная погрешность измерения физической величины.

ε или $\delta = \frac{\Delta x}{x_{ист}} \cdot 100\%$ – относительная погрешность измерения физической

величины.

$\Delta_{ин}x$ – абсолютная инструментальная погрешность, определяемая конструкцией прибора (погрешность средств измерения, таблица 1)

$\Delta_{от}x$ – абсолютная погрешность отсчета (получающаяся от недостаточно точного отсчета показаний средств измерения), она равна в большинстве случаев половине цены деления; при измерении времени – цене деления секундомера или часов.

Определение погрешностей при прямых измерениях физических величин

Максимальная абсолютная погрешность прямых измерений (например, длины стержня, температуры) складывается из абсолютной инструментальной погрешности и абсолютной погрешности отсчета при отсутствии других погрешностей:

$$\Delta x = \Delta_{\text{и}}x + \Delta_{\text{о}}x$$

Абсолютную погрешность измерения обычно округляют до одной значащей цифры ($\Delta x = 0,17 \approx 0,2$); Численное значение результата измерений округляют так, чтобы его последняя цифра оказалась в том же разряде, что и цифра погрешности ($x = 10,332 \approx 10,3$).

Таблица 1 Абсолютные инструментальные погрешности средств измерений

№ п/п	Средства измерений	Предел измерения	Цена деления	Абсолютная инструментальная погрешность
1	Линейка ученическая чертежная инструментальная (стальная) демонстрационная	До 50 см До 50 см 20 см 100 см	1 мм 1 мм 1 мм 1 см	± 1 мм $\pm 0,2$ мм $\pm 0,1$ мм $\pm 0,5$ см
2	Лента измерительная	150 см	0,5 см	$\pm 0,5$ см
3	Измерительный цилиндр	До 250 мл	1 мл	± 1 мл
4	Штангенциркуль	150 мм	0,1 мм	$\pm 0,05$ мм
5	Микрометр	25 мм	0,01 мм	$\pm 0,005$ мм
6	Динамометр учебный	4 Н	0,1 Н	$\pm 0,05$ Н
7	Весы учебные	200 г	-	$\pm 0,01$ г
8	Секундомер	0 – 30 мин	0,2 с	± 1 с за 30 мин
9	Барометр - анероид	720 – 780 мм рт. ст.	1 мм рт. ст.	± 3 мм рт. ст.
10	Термометр лабораторный	0 - 100 °C	1 °C	± 1 °C
11	Амперметр лабораторный	2 А	0,1 А	$\pm 0,05$ А
12	Вольтметр лабораторный	6 В	0,2 В	$\pm 0,15$ В

Пример1: Определить максимальную абсолютную и относительную погрешность при прямом измерении длины стержня, если при использовании ученической линейки длина стержня оказалась равна 25,5 мм. Чему равно истинное значение длины стержня?

Дано: $l = 25,5$ мм – приближенное значение длины стержня.

Найти: $\Delta l - ?$ $\delta - ?$

Решение: $\Delta l = \Delta_{\text{и}}l + \Delta_{\text{о}}l$ – максимальная абсолютная погрешность при использовании ученической линейки.

$$\Delta_{\text{и}}l = \pm 1 \text{ мм (таблица 1)}$$

$$\Delta_{\text{о}}l = \frac{1 \text{ мм}}{2} = 0,5 \text{ мм} \left(\frac{1}{2} \text{ цены деления} \right)$$

$$\Delta l = \pm 1,5 \text{ мм}$$

$$\delta = \frac{|\Delta l|}{l} \cdot 100\% = \frac{1,5 \text{ мм}}{25,5 \text{ мм}} \cdot 100\% \approx 5,9\%$$

Ответ: $\Delta l = \pm 1,5 \text{ мм}$; $\delta = 5,9\%$

$$l_{\text{ист}} = (25,5 \pm 1,5) \text{ мм} \quad \begin{aligned} l - \Delta l &< l_{\text{ист}} < l + \Delta l \\ 24 \text{ мм} &< l_{\text{ист}} < 27 \text{ мм} \end{aligned}$$

Если истинное значение искомой величины неизвестно, то для определения погрешностей можно воспользоваться методом среднего арифметического:

1. Производят измерение искомой величины x несколько раз и среднее арифметическое результатов этих измерений принимают за истинное значение измеренной величины:

$$\frac{x_1 + x_2 + x_3}{3} = x_{CP} = x_{ИСТ}.$$

2. Находят абсолютные погрешности каждого измерения:

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

Определяют среднее арифметическое этих погрешностей

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

и принимают его за абсолютную погрешность измерения.

3. Находят относительную погрешность δ :

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

Истинное значение измеряемой величины

$$x_{ИСТ} = x \pm \Delta x; \quad (x - \Delta x) < x_{ИСТ} < (x + \Delta x).$$

Определение погрешностей при косвенных измерениях физических величин

При косвенных измерениях искомой величины погрешности можно определить по одному из следующих методов:

I. Способ оценки результатов измерений. В этом случае погрешности вычисляют по формулам теории приближенных вычислений, приведенных в таблице 2.

Таблица 2

№ п/п	Математическая операция	Погрешности	
		абсолютная Δx	относительная δ
1	$x = AB$	$A\Delta B + B\Delta A$	$\frac{\Delta A}{A} + \frac{\Delta B}{B}$
2	$x = \frac{A}{B}$	$\frac{B\Delta A + A\Delta B}{B^2}$	$\frac{\Delta A}{A} + \frac{\Delta B}{B}$
3	$x = A^2$	$2A\Delta A$	$\frac{2\Delta A}{A}$
4	$x = \sqrt{A}$	$\frac{1}{2} A\Delta A$	$\frac{\Delta A}{2A}$

Пример 2: При измерении массы и объема исследуемого тела найдены результаты: $m = (195,0 \pm 0,5)г$; $V = (25,0 \pm 0,5)см^3$. Определить по данным измерениям плотность вещества, абсолютную и относительную погрешности измерения.

Дано: $m = (195,0 \pm 0,5)г$; $V = (25,0 \pm 0,5)см^3$.

Найти: $\rho, \Delta\rho, \delta$.

Решение: Плотность вещества вычисляем по формуле $\rho = m/V$. Абсолютную и относительную погрешности находим в соответствии с формулами строки 2 таблицы 2:

$$\Delta\rho = \frac{V\Delta m + m\Delta V}{V^2}; \quad \delta = \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta V}{V};$$

$$\rho = \frac{195,0 \cdot 10^{-3} кг}{25,0 \cdot 10^{-6} м^3} = 7,8 \cdot 10^3 кг / м^3;$$

$$\Delta\rho = \frac{0,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 \cdot 195,0 \cdot 10^{-3} \text{ кг} + 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 25,0 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3}{(25,0 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3)^2} = 176 \text{ кг} / \text{м}^3;$$

$$\delta = \left(\frac{0,5 \cdot 10^{-3} \text{ кг}}{195,0 \cdot 10^{-3} \text{ кг}} + \frac{0,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3}{25,0 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3} \right) 100\% = (0,0025 + 0,020) 100\% = 0,023 \cdot 100\% = 2,3\%.$$

Ответ: $\rho = 7,8 \cdot 10^3 \text{ кг} / \text{м}^3$;

$$\Delta\rho = 176 \text{ кг} / \text{м}^3;$$

$$\delta = 2,3\%.$$

II. Способ нахождения верхней и нижней границ

1. Находят верхнюю (В.Г.) и нижнюю (Н.Г.) границы измеряемой величины.
2. Определяют среднее значение искомой величины x как полусумму верхней и нижней границ измерения: $(\text{В.Г.} + \text{Н.Г.})/2 = x_{\text{ср}}$.
3. Определяют абсолютную погрешность Δx как полуразность верхней и нижней границ: $(\text{В.Г.} - \text{Н.Г.})/2 = \Delta x$.

Пример 3: При измерении линейных размеров бруска получены следующие результаты: длина $8,30 \pm 0,05 \text{ мм}$; ширина $2,20 \pm 0,05 \text{ мм}$. Определить площадь бруска, абсолютную и относительную погрешности измерения методом границ.

Дано: $a = (8,30 \pm 0,05) \text{ мм}$, $b = (2,20 \pm 0,05) \text{ мм}$.

Найти: $S, \Delta S, \delta$.

$$\textbf{Решение: } S = 8,30 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot 2,20 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 18,26 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2;$$

$$\text{В.Г.} = 8,35 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot 2,25 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 18,7875 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 = 18,79 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2;$$

$$\text{Н.Г.} = 8,25 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot 2,15 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 17,7375 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 = 17,74 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2;$$

$$S_{\text{ср}} = \frac{\text{В.Г.} + \text{Н.Г.}}{2}; S_{\text{ср}} = \frac{(18,79 + 17,74) \cdot 10^{-6} \text{ м}^2}{2} = 18,27 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2;$$

$$\Delta S = \frac{\text{В.Г.} - \text{Н.Г.}}{2}; \Delta S = \frac{(18,79 - 17,74) \cdot 10^{-6} \text{ м}^2}{2} = 0,53 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2;$$

$$\delta = \frac{\Delta S}{S_{\text{ср}}} 100\%; \delta = \frac{0,53 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2}{18,27 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2} 100\% = 2,9\%.$$

Ответ:

$$S = 18,26 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2;$$

$$\Delta S = 0,53 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2;$$

$$\delta = 2,9\%.$$

КЛАСС ТОЧНОСТИ, ПОГРЕШНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА

Погрешность измерения электроизмерительного прибора складывается из погрешности отсчета и инструментальной погрешности. Например, погрешность измерения силы тока амперметром ΔI равна сумме погрешности отсчета ΔI_{OT} и инструментальной погрешности ΔI_{II} :

$$\Delta I = \Delta I_{OT} + \Delta I_{II}.$$

Предельное значение погрешности отсчета принимают равным $\frac{1}{4}$ цены деления шкалы:

$$\Delta I_{OT} = \frac{C}{4}.$$

Инструментальная погрешность определяется **классом точности электроизмерительного прибора**.

Класс точности электроизмерительного прибора – относительная инструментальная погрешность, соответствующая пределу измерения I_{MAX} шкалы, выражается в процентах:

$$k = \frac{\Delta I_{II}}{I_{MAX}} \cdot 100\%. \quad (1)$$

Например, класс точности 1,5 означает относительную погрешность 1,5%. Как следует из формулы (1), инструментальная погрешность определяется классом точности электроизмерительного прибора:

$$\Delta I_{II} = I_{MAX} \cdot \frac{k}{100}.$$

Пример 4: Амперметр измеряет силу тока от 0 до 2 А. Шкала имеет 40 делений, класс точности прибора 4%. Рассчитать абсолютную погрешность измерения силы тока.

Дано: $k = 4\%$, $N = 40$, $I_{MAX} = 2A$.

Найти: ΔI

Решение:

Цена деления амперметра:

$$C = \frac{I_{MAX}}{N} = \frac{2}{40} \frac{A}{дел} = 0,05 \frac{A}{дел}.$$

Предельное значение погрешности отсчета:

$$\Delta I_{OT} = \frac{0,05}{4} = 0,0125 A.$$

Инструментальная погрешность:

$$\Delta I_{II} = 2 \cdot \frac{4}{100} = 0,08 A.$$

Абсолютная погрешность измерения силы тока ΔI :

$$\Delta I = \Delta I_{OT} + \Delta I_{II} = (0,0125 + 0,08) A = 0,0925 A \approx 0,1 A.$$

Ответ: $\Delta I = 0,1 A$.

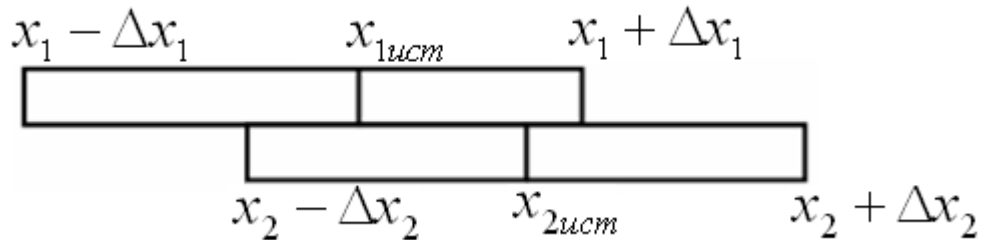
КАК СРАВНИВАТЬ РЕЗУЛЬТАТЫ НЕСКОЛЬКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

1. Записать результаты в виде двойных неравенств:

$$x_1 - \Delta x_1 < x_{1\text{ист}} < x_1 + \Delta x_1$$

$$x_2 - \Delta x_2 < x_{2\text{ист}} < x_2 + \Delta x_2$$

2. Сравнить полученные интервалы значений. Если интервалы не перекрываются, то результаты неодинаковы, если перекрываются – одинаковы при данной относительной погрешности измерений



КАК ЗАПИСЫВАТЬ РЕЗУЛЬТАТ ИЗМЕРЕНИЯ

$$x_{\text{ист}} = x \pm \Delta x$$

$$\delta = \dots\%$$

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ И ПРИБОРЫ

Микрометр

1. Микрометр (рис. 1) состоит из упора 1, микрометрического винта 2, неподвижной втулки 3 со шкалой в миллиметрах, головки винта 5 со шкалой 4. При измерении микрометром предмет помещают между упором и винтом. Вращая винт за головку, доводят его до соприкосновения с предметом. Затем по шкале 3 отсчитывают целые миллиметры, а по шкале головки винта — десятые и сотые доли миллиметра. На рис. 1 показания микрометра 6,83 мм.

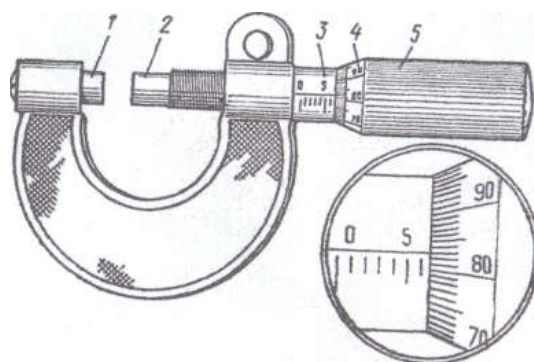


Рис.1

Штангенциркуль

2. Штангенциркуль (рис. 2) имеет линейку со шкалой 1, нониус со шкалой 4. Измеряемый предмет помещают между ножками штангенциркуля 2 так, чтобы предмет был слегка зажат, и закрепляют нониус винтом 3. По шкале линейки отсчитывают целое число миллиметров до нуля нониуса (первого деления). Затем тщательно определяют, какое деление шкалы нониуса точно совпадает с некоторым делением шкалы линейки. Это деление шкалы нониуса соответствует десятым долям миллиметра. Показания штангенциркуля на рис.2 31,6 мм.

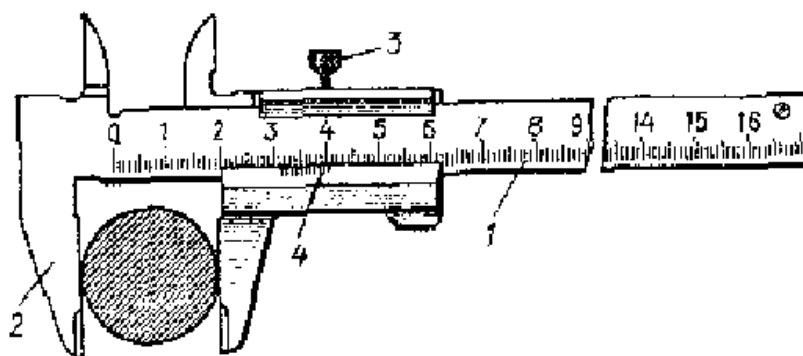


Рис.2

Учебные весы

3. Учебные весы (рис.3). При измерении массы исследуемого тела с помощью учебных весов необходимо: а) поднять чашечки весов на соответствующую высоту посредством подъемной муфты и уравновесить весы вспомогательным материалом (кусочками бумаги и т.п.); б) взвешиваемое тело поместить на левую чашку весов, на правую — осторожно положить гири. Разновесы брать пинцетом и в определенном порядке: последовательно один за другим, пока не будет достигнуто равновесие весов. После окончания работы разновесы убрать в соответствующие гнезда ящика для разновесов, чашечки весов опустить, чтобы они касались подставки.

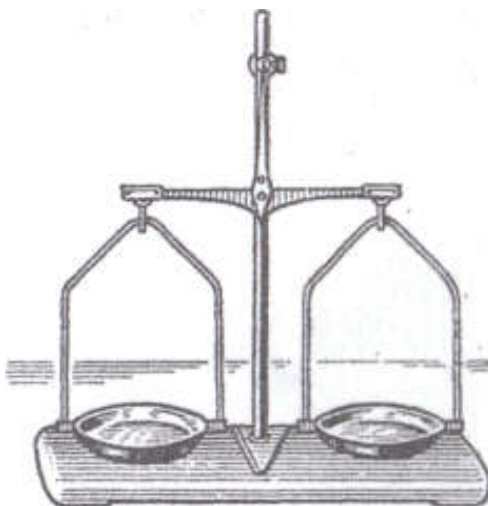
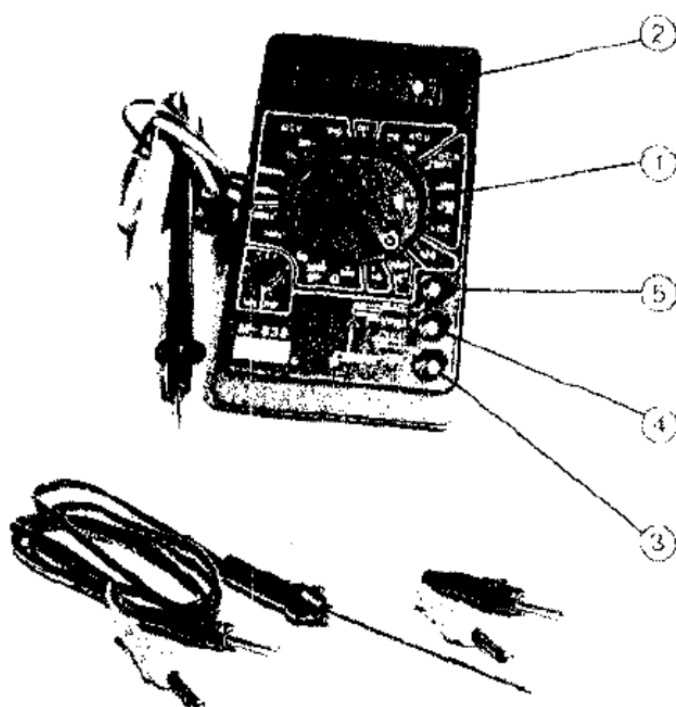


Рис.3

Мультиметр



Серия карманных 3 1/2 - разрядных мультиметров применяется для контроля постоянного и переменного напряжения, постоянного тока, сопротивления, проверки диодов и температуры.

Принадлежности

- Набор из двух измерительных щупов
- Коробка
- Термопара типа К(М837, М838)

Описание передней панели

1. Переключателем выбирают род работы и желаемый предел, а также включают мультиметр. Для продления службы батареи переключатель должен быть в положении "OFF", когда мультиметром не пользуются
2. Дисплей. 3 1/2-разрядный, 7-сегментный жидкокристаллический индикатор с высотой знака 1/2 дюйма(12,7 мм)
3. Гнездо "Общий". Гнездо для чёрного (отрицательного) щупа.
4. Гнездо "V,Ω,A". Гнездо для красного (положительного) щупа, для напряжения, сопротивления и тока (исключая 10A).
5. Гнездо "10A". Гнездо для красного (положительного) щупа для тока до 10A.

Руководство по работе с мультиметром

Внимание!

1. Во избежание поражения электрическим током и/или порчи мультиметра не проверяйте напряжения, которые могут превысить 500В относительно земли.
2. Перед применением мультиметра проверьте провода, соединители и щупы на отсутствие в них трещин, разрывов или растрескиваний изоляции.

Контроль постоянного напряжения

1. Вставьте красный щуп в гнездо "V,Ω,A", черный щуп - в гнездо "COM".
2. Установите переключатель пределов на желаемый предел постоянного напряжения. Если проверяемое напряжение неизвестно заранее, поставьте переключатель на наибольший предел и понижайте его до получения удовлетворительного отсчета.
3. Присоедините щупы к проверяемому устройству или схеме.
4. Включите питание устройства или проверяемой схемы - значение напряжения появится на цифровом дисплее вместе с полярностью.

Контроль переменного напряжения

1. Красный щуп в гнездо "V,Ω,A", черный - в гнездо "COM".
2. Переключатель пределов на нужный предел переменного напряжения
3. Подключить щупы к проверяемому устройству или схеме,
4. Считать напряжение на цифровом дисплее.

Контроль постоянного тока

1. Красный щуп в гнездо "V,Ω,A", черный - в гнездо "COM". (Для измерений от 200 мА до 10 А вставьте красный щуп в гнездо "10 A")
2. Переключатель пределов на нужный предел постоянного тока.
3. Разорвите проверяемую цепь, и включите щупы ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО.
4. Считайте значение тока на цифровом дисплее

Проверка сопротивления

1. Красный щуп - в гнездо "V,Ω,A", черный - в "COM"
2. Переключатель пределов на желаемый предел Ом.
3. Если проверяемое сопротивление включено в схему, отключите питание и разрядите все емкости перед проверкой.
4. Присоедините щупы к проверяемой схеме.
5. Считайте значение сопротивления на цифровом дисплее.

Проверка диодов

1. Красный щуп - в гнездо "V,Ω,A", черный - в "COM"
2. Переключатель пределов в положение " "
3. Соединить красный щуп с анодом, а черный - с катодом проверяемого диода.
4. На дисплее будет прямое падение напряжения в мВ. Если диод включен наоборот, то будет выведена цифра "1"

Контроль температуры (m837, m838)

1. Переключатель пределов на предел TEMP и температура корпуса прибора появится на дисплее со знаком °C.
2. Подключите термопару типа К к гнездам "V,Ω,A" и "COM"
3. Коснитесь проверяемого объекта термопарой.
4. Считайте температуру в °C на дисплее.

Замена батареи или предохранителя

Плавкий предохранитель редко нуждается в замене и если сгорает, то почти всегда из-за ошибки пользователя. Если на дисплее появляются буквы "BAT", это означает, что батарея должна быть заменена.

Для замены батареи и предохранителя (200мА/250В) удалите два винта в дне корпуса. Просто выньте старые и замените на новые. Будьте внимательны, соблюдайте полярность батареи.

Предупреждение!

Перед открыванием корпуса мультиметра, убедитесь что щупы отключены от цепей под напряжением, во избежание поражения током.

ИНСТРУКЦИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

1. До начала выполнения лабораторной работы проверьте наличие и исправность оборудования. Если обнаружили неисправное оборудование, сообщите об этом преподавателю.
2. Соблюдайте осторожность при использовании стеклянной посуды, стеклянных трубок, лабораторного термометра.
3. Если вы заметили трещину на стекле, разбили стакан или лабораторный термометр, сообщите об этом преподавателю.
4. Не включайте источники электропитания без разрешения преподавателя.
5. Производите сборку электрических цепей, ремонт и монтаж электроустройств только при отключенном источнике электропитания.
6. Проверяйте наличие напряжения на источнике электропитания вольтметром.
7. Обнаружив неисправность в электроустройствах, находящихся под напряжением, немедленно отключите источник питания и сообщите об этом преподавателю.
8. Собранный схема до включения должна быть проверена преподавателем.
9. По окончании работы или очередного наблюдения отключите источник электропитания.
10. Закончив лабораторную работу, наведите порядок на рабочем столе и доложите об этом преподавателю.

Информационное обеспечение обучения

Основная литература:

2. Мякишев Г.Я. Физика 10 класс.- М.: Просвещение, 2011.- 366 с. + CR-ROM.
3. Мякишев Г.Я. Физика 11 класс.- М.: Просвещение, 2011.- 399 с. + CR-ROM.
4. Рымкевич А.П. Задачник. Физика: Учебное пособие для средних общеобразовательных учреждений.- М.: Дрофа, 2011.- 188с.

Дополнительная литература:

1. Генденштейн Л.Э., Кирик Л.А., Гельфгат И.М., Ненашев Ю.А. Физика, задачник Москва «Мнемозина», 2009.

а) для 10кл.-125с.

б) для 11кл.- 96с.

Интернет-ресурсы:

1. http://www.astu.org/content/userimages/file/upr_1_2009/04.pdf
2. www.krugosvet.ru /универсальная энциклопедия «Кругосвет»/;
3. <http://sciteclibrary.ru> /научно-техническая библиотека/
4. www.auditorium.ru /библиотека института «Открытое общество»/

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Номер изме- нения	Номер листа				Всего листов в документе	ФИО и подпись ответственного за внесение изменения	Дата внесения изменения	Дата введения изменения
	измененного	замененного	нового	изъятого				