МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ГАГАРИНА Ю.А.»
(СГТУ имени Гагарина Ю.А.)
САРАТОВСКИЙ КОЛЛЕДЖ МАШИНОСТРОЕНИЯ И ЭНЕРГЕТИКИ

«СОГЛАСОВАНО»	«УТВЕРЖДАЮ»
Решением П(Ц)МК	Заместитель директора по УР
Протокол № ____	_____ С.В. Клюквина
от «__» _____20__г.	«___» _____ 20__ г.

Методические рекомендации для студентов по проведению лабораторных занятий по дисциплине

«Физике »

для специальности:

<u>13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)</u>

Саратов, 2019г.

Разработал преподаватель СКМ и Э ФГБОУ ВО «СГТУ имени Гагарина Ю.А»

Рожков П. С.

Данные методические рекомендации предназначены для студентов 1 курса, специальности 13.02.07 Элекроснабжение (по отраслям)

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ 3
Введение 4
Цель лабораторно-практических занятий 5
Организация лабораторно-практического занятия 7
Структура лабораторно-практического занятия 9

Введение

Лабораторные занятия, как виды учебных занятий, направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений и составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки. Семинар является видом лабораторных занятий.

В процессе практического занятия обучающиеся выполняют одно или несколько заданий под руководством преподавателя в соответствии с изучаемым содержанием учебного материала.

Выполнение обучающимися практических занятий проводится с целью:

- формирования практических умений в соответствии с требованиями к уровню подготовки обучающихся, установленными рабочей программой дисциплины по конкретным разделам/ темам дисциплины;
- обобщения, систематизации, углубления, закрепления полученных теоретических знаний;
- совершенствования умений применять полученные знания на практике, реализации единства интеллектуальной и практической деятельности;
- развития интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;
- выработки таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива при решении поставленных задач при освоении общих компетенций.

Цель лабораторно-практических занятий.

- Организация выполнения обучающимися лабораторных работ;
- формирование и закрепление навыков работы с лабораторным оборудованием
- формирование навыков самостоятельной работы студентов со справочной литературой;
- развитие внимательности и аккуратности при выполнении лабораторных работ;
- формирование общеучебных и общепрофессиональных компетенций студентов.

В результате освоения учебной дисциплины «физика» обучающийся должен **уметь:**
проводить наблюдения, планировать и выполнять эксперименты, выдвигать гипотезы и строить модели, применять полученные знания по физике для объяснения разнообразных физических явлений и свойств веществ; практического использования физических знаний; оценивать достоверность естественно-научной информации;
В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **знать:**
О фундаментальных физических законах и принципах, лежащих в основе современной физической картины мира; наиболее важных открытиях в области физики, оказавших определяющее влияние на развитие техники и технологии; методах научного познания природы;

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.
ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.
ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.
ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.
ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.
ОК 06. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей.
ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.
ОК 08. Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности.

ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.
ОК 11. Планировать предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере.

Организация практического занятия

Практическое занятие должно проводиться в учебных кабинетах или специально оборудованных помещениях (площадках, полигонах и т.п.)- кабинет № 307

В соответствии с требованиям ФГОС СПО 13.02.07 Электронсабжение (по отраслям)

реализация ППССЗ должна обеспечивать выполнение обучающимися и практических занятий, включая как обязательный компонент практические занятия с использованием персональных компьютеров.

Выполнению практических занятий предшествует проверка знаний обучающихся - их теоретической готовности к выполнению задания.

Практические занятия могут носить репродуктивный, частично-поисковый и поисковый характер.

Работы, носящие *репродуктивный характер*, отличаются тем, что при их проведении обучающиеся пользуются подробными инструкциями, в которых указаны: цель работы, пояснения (теория, основные характеристики), оборудование, аппаратура, материалы и их характеристики, порядок выполнения работы, таблицы, выводы (без формулировки), контрольные вопросы, учебная и специальная литература.

Работы, носящие *частично-поисковый характер*, отличаются тем, что при их проведении обучающиеся не пользуются подробными инструкциями, им не дан порядок выполнения необходимых действий, и они требуют от обучающихся самостоятельного подбора оборудования, выбора способов выполнения работы в инструктивной и справочной литературе и др.

Работы, носящие *поисковый характер*, характеризуются тем, что обучающиеся, опираясь на имеющиеся у них теоретические знания, должны решить новую для них проблему.

При планировании практических занятий необходимо находить оптимальное соотношение репродуктивных, частично-поисковых и поисковых работ, чтобы обеспечить высокий уровень интеллектуальной деятельности.

Формы организации обучающихся при проведении практических занятий - фронтальная, групповая и индивидуальная.

При *фронтальной форме* организации занятий все обучающиеся выполняют одновременно одну и ту же работу.

При *групповой форме* организации занятий одна и та же работа выполняется бригадами по 2 - 5 человек.

При *индивидуальной форме* организации занятий каждый обучающийся выполняет индивидуальное задание.

Для повышения эффективности проведения практических занятий рекомендуется:

- разработка сборников задач, заданий и упражнений;
- разработка контрольно-диагностических материалов для контроля за подготовленностью обучающихся к практическим занятиям, в том числе в форме педагогических тестовых материалов для автоматизированного контроля;
- подчинение методики проведения практических занятий ведущим дидактическим целям с соответствующими установками обучающимся;
- применение коллективных и групповых форм работы, максимальное использование индивидуальных форм с целью повышения ответственности каждого обучающегося за самостоятельное выполнение полного объема работ;
- проведение практических занятий на повышенном уровне трудности с включением в них заданий, связанных с выбором обучающимися условий выполнения работы, конкретизацией целей, самостоятельным отбором необходимого оборудования;
- подбор дополнительных задач и заданий для обучающихся, работающих в более быстром темпе, для эффективного использования времени, отводимого на практические занятия.

Структура лабораторно-практического занятия

Лабораторно-практическое занятие № 1:

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

Цель работы: определение центростремительного ускорения шарика при его равномерном движении по окружности

Оборудование: Штатив с муфтой и лапкой; динамометр; линейка; шарик на нити; секундомер; лист с окружностью радиусом 0, 25 м; разновесы

КРАТКАЯ ТЕОРИЯ:

Сила притяжения, действующая со стороны Земли на все тела, называется силой тяжести $F_T = m\,g$ (m -масса тела (кг), g -ускорение свободного падения (м/с^2))

Сила упругости – это сила, возникающая в результате деформации тела и направленная в сторону, противоположную перемещениям частиц тела при деформации $F_y = -\,k\,x$ (k - жесткость тела (Н/м), x -удлинение тела (м))

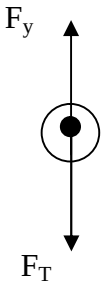


Рис.1

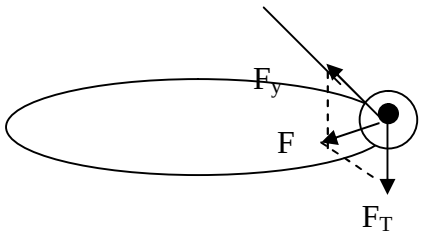


Рис.2

Рис. 1. Сила тяжести и сила упругости уравновешивают друг друга, равнодействующая сила равна нулю, ускорение шара равно нулю. Шар не движется.

Рис. 2. Шар смещен из положения равновесия, равнодействующая сил отлична от нуля и направлена к положению равновесия

Связь между силой и ускорением установил И. Ньютон, 2-ой закон:

$F = m\,a$ Действующая на тело сила определяет изменение скорости тела, т.е. его ускорение.

При движении тела по окружности, на него действуют силы, за счет которых у тела появляется ускорение – центростремительное, которое можно вычислить по формулам $a = 4\pi^2 R / T^2$ (R –радиус окружности (м), T – период обращения (с))

$a = g\,R / h$ (h – длина нити (м))

ХОД РАБОТЫ

1. Определяем на весах массу шарика m, измеряем высоту нити маятника h
2. Вызываем вращение шарика вдоль начерченной окружности
3. Измеряем время t, за которое будет совершено N=40 оборотов шарика
4. Расчитываем период обращения шарика $T = \Delta t / N$

5. Рассчитываем модуль центростремительного ускорения по формулам

$a_1 = 4\pi^2 R / T^2$
$a_2 = g R / h$

6. С помощью динамометра оттягиваем шарик горизонтально на расстояние 0, 25 м (на радиус круга) и измеряем составляющую силы упругости F_1 = ____ Н Рассчитываем модуль центростремительного ускорения по формуле $a_3 = F_1 / m$

7. Результаты заносим в таблицу

m кг	R м	h м	N	Δt с	T с	a_1 м/с	a_2 м/с	a_3 м/с

8. Рассчитываем среднее арифметическое значение модуля центростремительного ускорения

$$a_{ср} = (a_1 + a_2 + a_3)/3$$

9. Вывод

<u>Контрольные вопросы:</u>

- дайте характеристику движения тела по окружности.
- назовите силы, которые действуют на тело.
- куда направлено центростремительное ускорение.
- поясните формулу для центростремительного ускорения.

<u>Литература:</u>

1. **Дмитриева В. Ф.** Физика: для профессий и специальностей технического профиля- М. : Издательский центр «Академия», 2014 г.
2. **Буров В.А, Никифоров Г.Г.**. Фронтальные лабораторные задания по физике. 2000 г.
3. **Бутырский Г.А, Сауров Ю.А.** Экспериментальные задачи по физике. 2001г.
4. **Громов С.В.** Физика: учебник для 10 класса средней школы. – М.: Просвещение, 2002 г.
5. **Кабардин О.Ф, Кабардин С.И**. Задания для итогового контроля знаний по физике, 7-11 классы. – М.: Просвещение, 2001 г.
6. **Лабораторный** практикум по теории и методике обучения физике в школе: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / **С.Е. Каменецкий, С.В. Степанов, Е.Б. Петрова и др.;** Под ред **С.Е. Каменецкого и С.В. Степанова. –** М. : Издательский центр «Академия», 2002 г.
7. **Мякишев Г.Я, Буховцев В.В.** Физика: учебник для 10, 11 класса средней школы. – М.: Просвещение, 2014 г.

Лабораторно-практическое занятие № 2.

Тема: «Измерение поверхностного натяжения жидкости»

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

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

Теория
Молекулы в жидкости расположены на расстояниях, при которых проявляется действие их сил взаимного притяжения к друг другу. Потенциальная энергия взаимодействия молекул жидкости примерно равна их кинетической энергии . В расположении молекул жидкости имеется *ближний порядок* - упорядоченное расположение ее молекул в небольшом объеме. Каждая молекула жидкости колеблется около положения равновесия 10^{-11}с, из которого скачком переходит к новому положению равновесия. Расстояния между молекулами жидкости сравнимы с диаметром молекул.
Основные свойства жидкости*:* имеет собственный объем, текучесть, хрупкость, практически не сжимается, на границе с газом образует свободную поверхность. Большинство свойств жидкого состояния вещества ближе к свойствам твердого состояния, чем к свойствам газообразного.
Поверхностное натяжение.
Внутри жидкости (см. рис. 1) силы притяжения на одну молекулу M_1 со стороны соседних с ней молекул, взаимно компенсируются. На молекулы поверхностного слоя жидкости M_2 действуют неуравновешенные силы притяжения к молекулам, расположенным внутри жидкости. Наличие этих сил приводит к поверхностному натяжению.

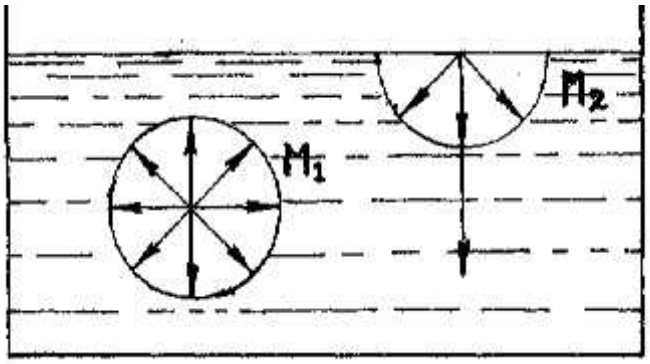


Рис.1

Поверхностное натяжение измеряется силой *F* , приходящейся на единицу длины контура *l* , ограничивающего эту поверхность, и действующей по касательной к этой поверхности. *Сила поверхностного натяжения F* стремится сократить площадь свободной поверхности жидкости до минимума.
$F = \sigma \cdot l$ (1)

где $\sigma = F/l$ - коэффициент поверхностного натяжения жидкости (в н/м).
При сокращении площади свободной поверхности жидкости совершается работа:
$A = \sigma \cdot \Delta S$ (2)
где $\sigma = A/\Delta S$

Методы определения коэффициента поверхностного натяжения

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

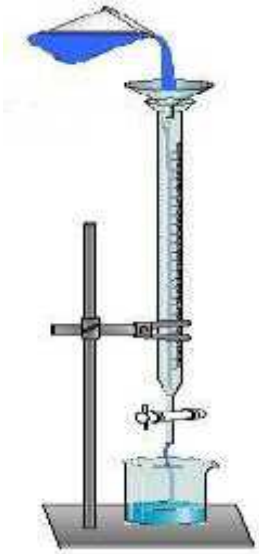
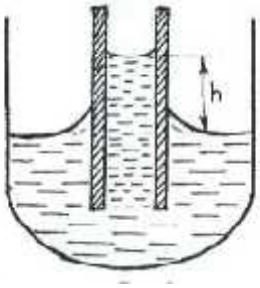


Рис. 2

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

Метод подъема воды в капиллярах
Капиллярными явлениями называют подъем или опускание жидкости в трубках малого диаметра – капиллярах(см. рис.3). Смачивающие жидкости поднимаются по капиллярам, не смачивающие – опускаются. Подъем жидкости в капилляре продолжается до тех пор, пока сила тяжести действующая на столб жидкости в капилляре, не станет равной по модулю результирующей $F_н$ сил поверхностного натяжения, действующих вдоль границы соприкосновения жидкости с поверхностью капилляра: $F_т = F_н$, где $F_т = mg = \rho h\pi r^2 g$, $F_н = \sigma 2\pi r$.Отсюда следует: $h=2\sigma/\rho rg$.

Рис.3



Порядок выполнения работы:

Опыт 1

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

$$\sigma = \rho\Delta V/0{,}9n\pi d.$$

где $\rho = 10^3$ кг/м^3 – плотность воды, d-диаметр бюретки, g = 10 м/с^2 -ускорение свободного падения.

Опыт 2

1. Опустить в стакан с водой капиллярную трубку.
2. Измерить высоту подъèма воды h в капиллярной трубке над поверхностью воды в стакане(см.рис.3).
3. Измерить диаметр капилляра d, вычислить его радиус r = d/2.
4. Произвести вычисления коэффициента поверхностного натяжения по формуле:

$$\sigma = hr\rho g/2$$

5. Результаты измерений и вычислений записать в таблицу 1.
6. Сравнить результаты с табличным значением коэффициента поверхностного натяжения $\sigma_{таб.}$ =0,072 Н/м и определить абсолютную погрешность методом оценки результатов измерений: $\Delta\sigma = |\sigma_{таб} - \sigma|$
7. Определить относительную погрешность $\delta_\sigma = \Delta\sigma \cdot 100\% / \sigma_{таб.}$
8. Все вычисления подробно записать .

Таблица1

№	ΔV (м^3)	n	d трубки (м)	d капли (м)	r (м)	h (м)	σ н/м	δ_σ %
1								
2								

Контрольные вопросы

Вариант1.

1. Почему поверхностное натяжение зависит от вида жидкости ?

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

Вариант 2.

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

Литература:

1. **Дмитриева В. Ф.** Физика: для профессий и специальностей технического профиля- М.: Издательский центр «Академия», 2014 г.
2. **Дмитриева В. Ф., Коржуев А. В., Муртазина О. В**. Физика: для профессий и специальностей технического профиля – лабораторный практикум М.: Издательский центр «Академия», 2014 г.
3. **Дондукова Р. А.** Руководство по проведению лабораторных работ по физике. М, Высшая школа 2004 г.- 86с.
4. **Жданов Л.С., Жданов Г.Л.** Физика для средних специальных заведений. – М.: Альянс. 2010 г. – 512 с.
5. **Самойленко П.И., Сергеев А.В.** Физика для средних специальных заведений (нетехнических специальностей): Учебник. – М.: Мастерство. 2002 г. – 400с.
6. Физический практикум под ред. **Ю. И. Дика, О. Ф. Кабардина**. – М.: Просвещение, 2000 г. = 208с.
7. Я иду на урок физики: Молекулярная физика: Книга для учителя. -М.: Издательство «Первое сентября», 2002 г.-272с.

Лабораторно-практическое занятие № 3.

Тема: «*Определение удельного сопротивления проводника.*»

Цель работы: Провести определение удельного сопротивления проводника.

Оборудование:

1. Источник тока
2. Амперметр
3. Вольтметр
4. Электролампочка
5. Реостат
6. Штангенциркуль
7. Ключ
8. Соединительные провода – 6 шт.

Краткая теория

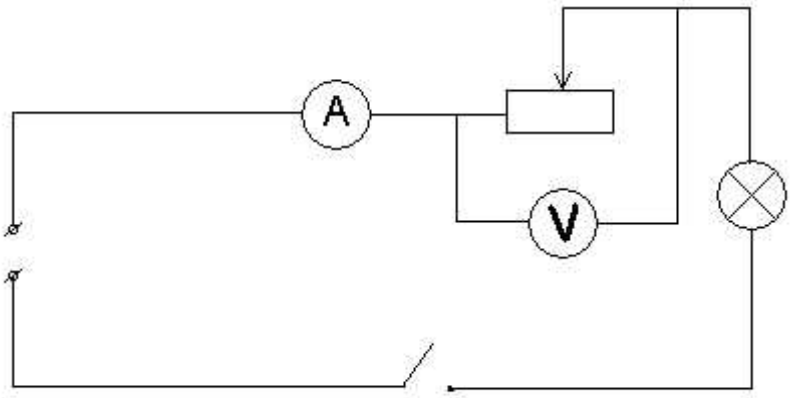
$R = \rho \frac{l}{S}$ где l – длина проводника;S – площадь поперечного сечения проводника.

Сопротивление проводника прямо пропорционально его длине и обратно пропорционально площади его поперечного сечения.

Величину ρ, характеризующую зависимость сопротивления проводника от материала, из которого он сделан, и от внешних условий, называют удельным сопротивлением вещества. Единицей удельного сопротивления в СИ является 1 Ом·м. Удельное сопротивление различных веществ при расчетах берут из таблиц.

Порядок проведения работы

1. Собрать электрическую цепь согласно схеме и показать её преподавателю



2. Установить движок реостата на максимальное сопротивление и записать показания:

$U_1 = ...$ $I_1 = \ldots$

3. Установить движок реостата в среднее положение и записать показания:

$U_2 = \ldots$ $I_2 = \ldots.$

4. Определить сопротивление проводника в обоих случаях

$$R = \frac{U}{I}$$

5. Вычислить удельное сопротивление по формуле:

$$R = \circ \frac{l}{S}; \qquad \circ = \frac{R \cdot S}{l};$$

где S – поперечное сечение проводника.

$$S = \frac{® \cdot d^2}{4};$$

где $d = 0{,}7 \cdot 10^{-3}\, м$ – диаметр;

ℓ – длина проводника ее определяют по формуле: $l = n \cdot ® \cdot D;$

где n – число витков реостата, а D – диаметр витка, измеряют его штангенциркулем.

6. Удельное сопротивление находим по формуле:

$$\circ = \frac{R \cdot d^2}{4nD}$$

7. Вычислить

$$\circ_{ср} = \frac{\circ_1 + \circ_2}{2}$$

Результаты всех измерений и вычислений занести в таблицу.

№	I, А	U, В	R, Ом	d, м	D, м	n	°	¢, %
1								
2								

8. Вычислить погрешность

$$¢ = \frac{\circ_T - \circ}{\circ_T} \cdot 100\%$$

9. Записать вывод.

<u>**Контрольные вопросы**</u>

1. Что называется сопротивлением проводника? От каких условий, оно зависит и в каких единицах измеряется?
2. Что называется удельным сопротивлением проводника?
3. Записать математическое выражение для удельного сопротивления.
4. Определить сопротивление и длину медной проволоки массой 89 г и сечением 0,1 $мм^2$.

Литература:

1. **Дмитриева В. Ф.** Физика: для профессий и специальностей технического профиля- М.: Издательский центр «Академия», 2014 г.
2. **Дмитриева В. Ф., Коржуев А. В., Муртазина О. В**. Физика: для профессий и специальностей технического профиля – лабораторный практикум М.: Издательский центр «Академия», 2014 г.
3. **Дондукова Р. А.** Руководство по проведению лабораторных работ по физике. М, Высшая школа 2004 г.- 86с.
4. Сборник задач по физике. Учебное пособие для средних специальных учебных заведений./ Под ред. **Р.А. Гладковой**. – М.: Наука, 1996 г.

Лабораторно-практическое занятие № 4.

Тема: «Изучение закона Ома для участка цепи, последовательного и параллельного соединения»

Цель работы: Научиться соединять потребители последовательно и параллельно, проверить справедливость закона Ома на практике.

Оборудование: Источник тока, амперметр, вольтметр, резисторы, ключ, соединительные провода.

Задание к работе: Собрать цепь по схеме, рассчитать эквивалентное сопротивление, проверить правильность расчетов с помощью закона Ома.

Техника безопасности: Соблюдайте осторожность при работе с электрическим током, не включайте цепь до проверки преподавателем.

Теоретические сведения:

Схема цепи.

Электрическая цепь – _____

_____

_____.

Узел цепи – место соединения трех и более элементов или проводов.

Последовательное соединение –

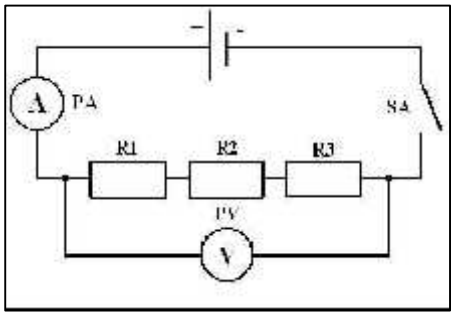
_____

_____

_____

_____

_____



При последовательном соединении проводников сила тока **I** во всех проводниках одинакова, эквивалентное сопротивление **Rэкв** рассчитывается по формуле:

$$R_{экв} = R_1+R_2+\ldots+R_n$$

Параллельное соединение – _____

_____

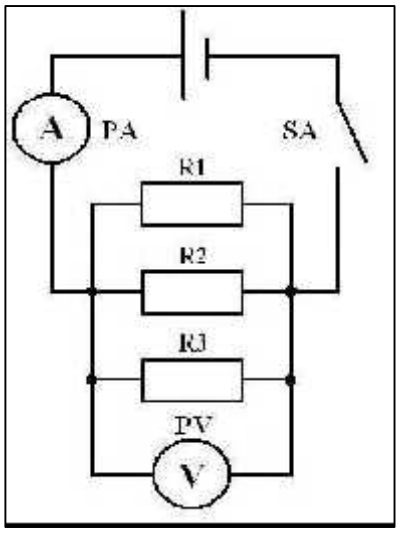
_____

_____

_____

_____

_____



При параллельном соединении падение напряжения **U** между двумя узлами, объединяющими элементы цепи, одинаково для всех элементов, а эквивалентное сопротивление **Rэкв** рассчитывается по формуле:

$$1/R_{экв}=1/R_1+1/R_2+\ldots+1/R_n$$

Закон Ома для участка цепи – сила тока **I** в проводнике прямо пропорциональна напряжению **U** на его концах и обратно пропорциональна сопротивлению проводника **R**:

$$I=U/R$$

Порядок выполнения работы

Собрать цепь последовательного соединения по схеме.

После проверки преподавателем замкнуть цепь. Определив цену деления приборов, измерить напряжение **U** и силу тока **I**.

Полученные данные занести в таблицу:

Схема	I, A	U, B	R, Ом	R_1, Ом	R_2, Ом	R_3, Ом	$R_{экв}$, Ом
Последовательное							
Параллельное							

По закону Ома определить сопротивление**:** **R =U/I =** ———— **=** ——— **Ом.**

Рассчитать эквивалентное сопротивление при последовательном соединении:

$\mathbf{R_{экв} = R1 + R2 + R3}$ = _____ = _____ Ом, сравнить его с **R,** полученным в предыдущем пункте.

Собрать цепь параллельного соединения по схеме.

Снять показания амперметра и вольтметра, полученные данные занести в таблицу.

По закону Ома определить сопротивление: **:** **R =U/I =** ———— **=** ——— **Ом**

Рассчитать эквивалентное сопротивление при параллельном соединении:

$\mathbf{1/R_{экв}=1/R_1+1/R_2+\ldots+1/R=1/ + 1/ + 1/ =}$ ——— **Ом.**

$\mathbf{R_{экв}}$ = _____ Ом, сравнить его с **R,** полученным в предыдущем пункте.

Данные всех измерений и расчетов занести в таблицу.

Вывод_____

Контрольные вопросы:

Первый уровень

1. Что такое электрическая цепь?
2. Что называется последовательным соединением элементов?
3. Что называется параллельным соединением элементов?

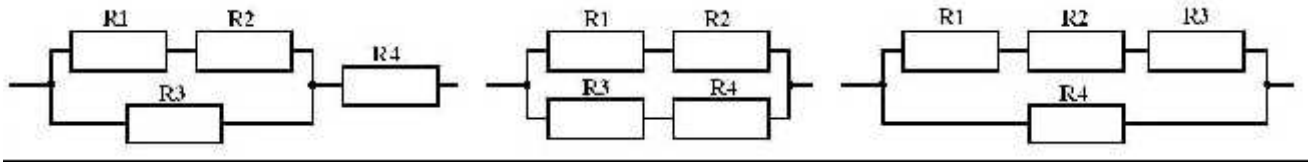
Второй уровень

4. При помощи закона Ома выведите формулу эквивалентного сопротивления при последовательном соединении проводников.
5. При помощи закона Ома выведите формулу эквивалентного сопротивления при параллельном соединении проводников.
6. Объясните принципиальное различие последовательного и параллельного соединения элементов.

Третий уровень

7. По первой схеме рассчитать эквивалентное сопротивление, если R1=4 Ом, R2=2 Ом, R3=3 Ом, R4=10 Ом.
8. По второй схеме рассчитать эквивалентное сопротивление, если R1=4 Ом, R2=12 Ом, R3=5 Ом, R4=15 Ом

9. По третьей схеме рассчитать эквивалентное сопротивление, если R1=60 Ом, R2=12 Ом, R3=15 Ом, R4=3 Ом.



Содержание отчета по лабораторной работе

1. Тема работы
2. Цель работы
3. Оборудование
4. Схема установки
5. Таблица измерений
6. Расчет
7. Расчет погрешностей измерений (где требуется)
8. Вывод
9. Ответы на контрольные вопросы .

Литература:

1. **Дмитриева В. Ф.** Физика: для профессий и специальностей технического профиля- М.: Издательский центр «Академия», 2014 г.
2. **Дмитриева В. Ф., Коржуев А. В., Муртазина О. В**. Физика: для профессий и специальностей технического профиля – лабораторный практикум М.: Издательский центр «Академия», 2014 г.
3. **Дондукова Р. А.** Руководство по проведению лабораторных работ по физике. М, Высшая школа 2004 г.- 86с.
4. **Жданов Л.С., Жданов Г.Л.** Физика для средних специальных заведений. – М.: Альянс. 2010 г. – 512 с.
5. **Самойленко П.И., Сергеев А.В.** Физика для средних специальных заведений (нетехнических специальностей): Учебник. – М.: Мастерство. 2002 г. – 400с.
6. Физический практикум под ред. **Ю. И. Дика, О. Ф. Кабардина**. – М.: Просвещение, 2000 г. — 208с.
7. Я иду на урок физики: Молекулярная физика: Книга для учителя. -М.: Издательство «Первое сентября», 2002 г.-272с.
8. **Фуфаева Л.И.** Электротехника : учебник для студ. сред. проф. образования М. : Издательский центр «Академия», 2009 г. – 384 с. § 3.3. стр. 94.

Лабораторно-практическое занятие № 5.

Тема: «Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.»

Цель работы: Научиться определять ЭДС и внутреннее сопротивление элемента. Научиться работать с авометром. С этой целью изучите теорию рассматриваемого вопроса, соберите установку и экспериментально проверьте основные теоретические выводы.

Приборы:
1. Источник тока (гальванические элементы)
2. Вольтметр постоянного тока
3. Амперметр постоянного тока
4. Авометр
5. Реостат на 10-12 Ом
6. Два ключа
7. Соединительные провода

Краткая теория

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

При разомкнутом ключе ЭДС источника тока равна напряжению на внешней цепи. В эксперименте источник тока замкнут на вольтметр, сопротивление которого должно быть много больше внутреннего сопротивления источника тока r. Обычно сопротивление источника тока мало, поэтому для измерения напряжения можно использовать школьный вольтметр со шкалой 0—6 В и сопротивлением $R_в$ = 900 Ом (см. надпись под шкалой прибора).Так как сопротивление источника обычно мало, то действительно $R_B >> r$. При этом отличие ε от U не превышает десятых долей процента, поэтому погрешность измерения ЭДС равна погрешности измерения напряжения.

Внутреннее сопротивление источника тока можно измерить косвенно, сняв показания амперметра и вольтметра при замкнутом ключе. Действительно, из закона Ома для замкнутой цепи получаем $\varepsilon = U+Ir$, где $U=IR$ — напряжение на внешней цепи. Поэтому $\mathbf{r_{пр}} = \dfrac{\pounds_{пр} - \mathbf{U_{пр}}}{\mathbf{I_{пр}}}$. Для измерения силы тока в цепи можно использовать школьный амперметр со шкалой 0—2 А. Максимальные погрешности измерений внутреннего сопротивления источника тока определяются по формулам: $\pounds_{\mathbf{r}} = \dfrac{\Delta\pounds + \Delta\mathbf{U}}{\pounds_{пр} - \mathbf{U_{пр}}} + \dfrac{\Delta\mathbf{I}}{\mathbf{I_{пр}}}$, $\Delta\mathbf{r} = \mathbf{r_{пр}}\pounds_{\mathbf{r}}$.

Содержание и метод выполнения работы

Согласно закону Ома для полной цепи ЭДС источника, его внутреннее сопротивление, сила тока в цепи и сопротивление внешней цепи связаны соотношением:

$$\mathbf{I} = \frac{\pounds}{\mathbf{R} + \mathbf{r}}$$

Если к исследуемому источнику тока подключать поочерёдно два резистора с разными сопротивлениями, то, измеряя при этом силу тока в обоих случаях, можно записать два уравнения, из которых легко вычислить ЭДС и внутреннее сопротивление источника:

$$\mathbf{I_1} = \frac{\pounds}{\mathbf{R_1} + \mathbf{r}} \text{ и } \mathbf{I_2} = \frac{\pounds}{\mathbf{R_2} + \mathbf{r}}.$$

Решая совместно эти уравнения, получим:

$$\mathbf{I_1R_1 + I_1r = I_2R_2 + I_2r}\,;\ \mathbf{r} = \frac{\mathbf{I_2R_2 - I_1R_1}}{\mathbf{I_1 - I_2}}\,;\ £ = \mathbf{I_1(R_1 + r)}, \text{ или } £ = \mathbf{I_2(R_2 + r)}.$$

Методические рекомендации

1. При работе с аккумуляторами необходимо учитывать, что их внутреннее сопротивление очень мало. Поэтому лучше брать батарею таких источников тока.
2. Работу удобно выполнять, используя в качестве источника тока батарейку карманного фонарика.

Ход работы

1. Соберите цепь по схеме расположенной на рисунке 13

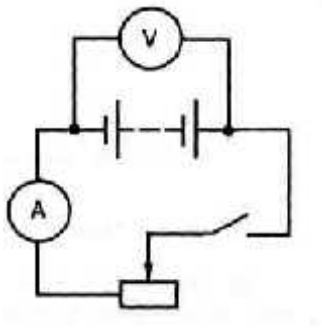


Рисунок 13

2. Замкнув ключ вольтметра, определить по прибору величину ЭДС батареи
3. Взяв какое-либо сопротивление на реостате, замкнуть оба ключа и определить напряжение и силу тока на внешнем участке цепи
4. Определить внутреннее сопротивление элемента по формуле закона Ома:

$$\mathbf{I} = \frac{£}{\mathbf{R + r}}$$

5. Повторить опыт несколько раз при различных сопротивлениях внешней цепи
6. Данные записать в таблицу
7. По проделанной работе сделать вывод

Таблица №15

№ опыта	ЭДС источника тока ε, В	Напряжение U, В	Сила тока I, А	Внутреннее сопротивление r, Ом	Табличное значение внутреннего сопротив-ления $r_т$, Ом	Относительная погреш-ность ε,%
1						
…						
10						

Дополнительное задание:

1. Решите задачу: один и тот же источник тока сначала подключают к одному резистору, а затем к другому; в первом случае напряжение на полюсах источника оказывается равным U_1, а сила тока в цепи – I_1; во втором случае соответственно U_2 и I_2. Чему равны ЭДС и внутреннее сопротивление источника?
2. Соберите электрическую цепь, изображённую выше, и при разных положениях ползунка реостата измерьте значения величин, необходимых для определения ЭДС и внутреннего сопротивления источника. Результаты запишите в таблицу.

I_1	U_1	I_2	U_2

3. Воспользовавшись формулами, полученными в начале данной работы, вычислите ЭДС и внутреннее сопротивление источника.
4. Отключите цепь от источника и с помощью вольтметра измерьте его ЭДС.

Контрольные вопросы

1.Как повысить точность измерения ЭДС источника тока?
2.Можете ли вы предложить другие способы измерения ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока?
3.Определить КПД источника тока имеющего внешнее сопротивление R и внутреннее сопротивление r.
4.От чего зависит напряжение на зажимах источника тока?
5.Каков физический смысл ЭДС? Дать определение вольту.
6.Какова физическая суть электрического сопротивления?
7.Какова роль источника тока в электрической цепи?
8.Почему показания вольтметра при разомкнутом и замкнутом ключе различны?

Литература:

1. **Дмитриева В. Ф.** Физика: для профессий и специальностей технического профиля- М.: Издательский центр «Академия», 2014 г.
2. **Дмитриева В. Ф., Коржуев А. В., Муртазина О. В**. Физика: для профессий и специальностей технического профиля – лабораторный практикум М.: Издательский центр «Академия», 2014 г.
3. **Дондукова Р. А.** Руководство по проведению лабораторных работ по физике. М, Высшая школа 2004 г.- 86с.
4. **Жданов Л.С., Жданов Г.Л.** Физика для средних специальных заведений. – М.: Альянс. 2010 г. – 512 с.
5. **Самойленко П.И., Сергеев А.В.** Физика для средних специальных заведений (нетехнических специальностей): Учебник. – М.: Мастерство. 2002 г. – 400с.

6. Физический практикум под ред. **Ю. И. Дика, О. Ф. Кабардина**. – М.: Просвещение, 2000 г. = 208с.
7. Я иду на урок физики: Молекулярная физика: Книга для учителя. -М.: Издательство «Первое сентября», 2002 г.-272с.

Лабораторно-практическое занятие № 6.

Тема: «Изучение интерференции и дифракции света»

Цель работы: экспериментально изучить явление интерференции и дифракции.

Приборы и принадлежности: персональный компьютер с выходом в Интернет.
Виртуальные принадлежности: набор плоскопараллельных пластин, источник света, ширма с узкой щелью, экран, свеча, набор трубок с газами, лазерный источник света, штангенциркуль, рамка с нитью, ткань, компакт диск.

Теоретическая часть.

Процесс распространения колебаний в пространстве называется волной. Как известно, свет представляет собой электромагнитные волны с длиной волны 400 – 750 нм (нанометров). Всем волнам, в том числе и световым, присущи специфически волновые явления: интерференция, дифракция и поляризация.

В результате наложения когерентных световых волн, т. е. волн, разность фаз которых в каждой точке пространства не зависит от времени, происходит ослабление или усиление интенсивности колебаний в различных точках области наложения волн. Это явление называется интерференцией волн (света). Рис.1.

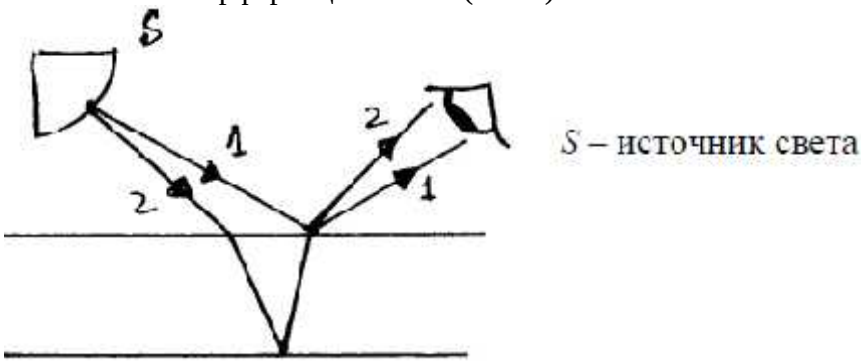


Рис.1. Интерференция света

Дифракцией света называется совокупность явлений, которые наблюдаются при прохождении света в среде с резко выраженными неоднородностями (например, при прохождении света через отверстия в непрозрачных экранах, вблизи границ непрозрачных тел и т. д.). В более узком смысле под дифракцией понимают явление отклонения света в область геометрической тени. Угол дифракции $\varphi \approx d/\lambda$, поэтому для чёткого наблюдения этого явления необходимо, чтобы размеры препятствий d были сравнимы с длиной волны света λ. Рис.2.

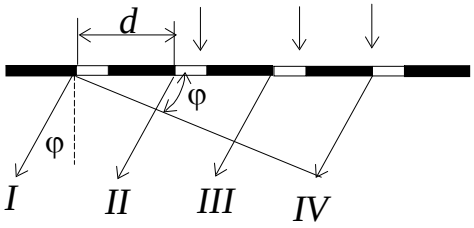


Рис. 2

Интерференционная картина – регулярное чередование областей повышенной и пониженной интенсивности света. Интерференция света – пространственное перераспределение энергии светового излучения при наложении двух или нескольких световых волн. Следовательно, в явлениях интерференции и дифракции света соблюдается закон сохранения энергии. В области интерференции световая энергия только перераспределяется, не превращаясь в другие виды энергии. Возрастание энергии в некоторых точках интерференционной картины

относительно суммарной световой энергии компенсируется уменьшением её в других точках (суммарная световая энергия – это световая энергия двух световых пучков от независимых источников). Светлые полоски соответствуют максимумам энергии, темные – минимумам.

Указания к работе.

Задание № 1. Изучение интерференции.

Повторите теоретические вопросы интерференции и дифракции.

Выйдите в Интернет. Зайдите на сайт www **http://www.virtulab.net.** Раздел Физика → Оптика→ Наблюдение сплошного и линейчатых спектров испускания.

Задайте путь прохождения света через грани плоскопараллельной пластины, выбрав курсором схему в верхней правой части экрана.

Выберите источник света (нажав курсором на соответствующие кнопки в верхней левой части экрана) и наблюдайте его спектр на экране.

Пронаблюдайте спектры для плоскопараллельной пластины со скошенной верхней и нижней гранью.

Пронаблюдайте спектры с различными вариантами источника света.

Заполните таблицу № 1. для двух случаев свет проходит через верхнюю и нижнюю часть плоскопараллельной пластины.

Дайте письменные ответы на вопросы:

Почему во всех экспериментах наблюдается разная картина?

Для одного и того же источника света, но плоскопараллельной пластины с разными гранями спектр имеет разное расположение картины на экране. Объясните явление.

Сделайте вывод о проделанной работе.

Прохождение света ч/з плоскопараллельную пластину в верхней части	Дневной свет	Свеча	Водород	Гелий	Неон
Как выглядит интерференционная картина (круги, точки, полосы)?					
Каков цвет спектральной картины?					
Куда смещается спектр (к левой или правой части экрана)?					

Таб. 1.

Задание № 2. Изучение дифракции.

Перейдите к работе Физика → Оптика→ Наблюдение интерференции и дифракции.

Нажмите в верхней левой части экрана кнопку «Интерференция». Из ниспадающего списка выберите модель проведения эксперимента:

мыльная рамка в желтом свете;

мыльная рамка в белом свете;

мыльный пузырь в белом свете;

сжатие стекла в белом свете;
сильно сжатые стекла в белом свете;
компакт диск.
Пронаблюдайте процесс имитации.
Заполните таблицу № 2.
Для изменения условий работы нажмите в правой нижней части экрана кнопку |>|>.Выберите новые условия:
горизонтальная щель штангенциркуля 0,05 мм;
горизонтальная щель штангенциркуля 0, 8 мм;
вертикальная щель штангенциркуля 0, 8 мм;
рамка с нитью;
дифракционный крест на ткани.
Заполните таблицу № 3.
Дайте письменные ответы на вопросы:
Почему для опытов используют разные источники света?
Где еще можно наблюдать интерференцию?
Сделайте вывод о проделанной работе.

	мыльная рамка в желтом свете	мыльная рамка в белом свете	мыльный пузырь в белом свете	сжатие стекла в белом свете	сильно сжатые стекла в белом свете	компакт диск
Наблюдаемая картина						
Наблюдаемые цвета						

Таб. 2.

	горизонтальная щель штангенциркуля 0,05 мм	горизонтальная щель штангенциркуля 0, 8 мм	вертикальная щель штангенциркуля 0, 8 мм	рамка с нитью	дифракционный крест на ткани
Наблюдаемая картина					
Граница тени и полутени					
Спектры					

Таб. 3.

ЛИТЕРАТУРА:

1. **Дмитриева В. Ф.** Физика: для профессий и специальностей технического профиля- М.: Издательский центр «Академия», 2018 г.
2. **Дмитриева В. Ф., Коржуев А. В., Муртазина О. В**. Физика: для профессий и специальностей технического профиля – лабораторный практикум М.: Издательский центр «Академия», 2015 г.

3. **Дондукова Р. А.** Руководство по проведению лабораторных работ по физике. М, Высшая школа 2004 г.- 86с.
4. **Жданов Л.С., Жданов Г.Л.** Физика для средних специальных заведений. – М.: Альянс. 2015 г. – 512 с.
5. Физический практикум под ред. **Ю. И. Дика, О. Ф. Кабардина**. – М.: Просвещение, 2016 г. - 208с.
6. Виртуальная образовательная лаборатория [Электронный ресурс]. – Режим доступа: **http://www.virtulab.net.**
7. **Кабардин, О. Ф**. Физика: Справочные материалы: учебное пособие для учащихся/ – М.-Просвещение, 2008 г. –410 с.
8. **Касьянов, В. А.** Физика. 11 кл.: учебник для общеобразовательных учебных заведений М.: Дрофа, 2017 г. –388 с.
9. **Мякишев, Г. Я.** Физика. 11 кл.: учебник для общеобразовательных учебных заведений/ М.: Просвещение, 2016 г. – 390 с.

Приложение 1

Расчет погрешностей измерения

Выполнение лабораторных работ связано с измерением различных физических величин и последующей обработкой их результатов.

Измерение — нахождение значения физической величины опытным путем с помощью средств измерений.

Прямое измерение — определение значения физической величины непосредственно средствами измерения.

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

Введем следующие обозначения:

А, В, С, ... — физические величины.

Апр — приближенное значение физической величины, т.е. значение, полученное путем прямых или косвенных измерений.

ΔА — абсолютная погрешность измерения физической величины.

ε — относительная погрешность измерения физической величины, равная:

$$\varepsilon = (\Delta A / A) \cdot 100\%$$

ΔАи — абсолютная инструментальная погрешность, определяемая конструкцией прибора (погрешность средств измерения; указывается в каждой работе при описании прибора в разделе Оборудование и средства измерения)

ΔАо — 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.

Максимальная абсолютная погрешность прямых измерений складывается из абсолютной инструментальной погрешности и абсолютной погрешности отсчета при отсутствии других погрешностей: ΔА=ΔАи + ΔАо (см табл 1)

Абсолютную погрешность измерения обычно округляют до одной значащей цифры (ΔА≈0,17=0,2); численное значение результата измерений округляют так, чтобы его последняя цифра оказалась в том же разряде, что и цифра погрешности (А=10,332≈10,3).

Результаты повторных измерений физической величины А, проведенных при одних и тех же контролируемых условиях и при использовании достаточно чувствительных и точных (с малыми погрешностями) средств измерения, отличаются друг от друга. В этом случае Апр

находят как среднее арифметическое значение всех измерений, а ΔА (ее в этом случае называют случайной погрешностью) определяют методами математической статистики.
В школьной лабораторной практике такие средства измерения практически не используются. Поэтому при выполнении лабораторных работ необходимо определять максимальные погрешности измерения физических величин. При этом для получения результата достаточно одного измерения.

Таблица 1

Абсолютные инструментальные погрешности средств измерений.

№п/п	Средства измерений	Предел измерения	Цена деления	Абсолютная инструментальная погрешность
1.	Линейка ученическая	До 30 см	1 мм	Половина цены деления
2.	Лента измерительная (рулетка)	До 2 м	0.5 см	Половина цены деления
3.	Штангенциркуль	150 мм	0,1 мм	± 0.05 мм
4.	Динамометр учебный	4 Н	0,1 Н	±0.05 Н
5.	Весы учебные	200 г	-	± 0.01 г
6.	Секундомер	0-30 мин	0,2 с	± 1 с за 30 мин
7.	Термометр лабораторный	$0\text{-}100^0$ С	1^0 С	± 1^0 С
8.	Амперметр школьный	Определить по шкале в зависимости от прибора	Определить по шкале в зависимости от прибора	Половина цены деления
9.	Вольтметр школьный	Определить по шкале в зависимости от прибора	Определить по шкале в зависимости от прибора	Половина цены деления

Относительная погрешность косвенных измерений определяется, как показано в таблице 2.
Абсолютная погрешность косвенных измерений определяется по формуле **ΔА=Апр ε** (ε выражается десятичной дробью).

2. О классе точности электроизмерительных приборов

Для определения абсолютной инструментальной погрешности прибора надо знать его класс точности. Класс точности γпр измерительного прибора показывает, сколько процентов составляет абсолютная инструментальная погрешность ΔиА от всей шкалы прибора (Amax):

$$\gamma = (\Delta A / A) \cdot 100\%$$

Класс точности указывается при описании прибора в разделе оборудование и средства измерения. Существуют следующие классы точности электроизмерительных приборов: 0,1; 0,2; 0,5; 1; 1,5; 2,5; 4. Зная класс точности прибора (пр) и всю его шкалу (Amax), определяют абсолютную погрешность ΔиА измерения физической величины А этим прибором:

$$\Delta и\ A = (\gamma \cdot A_{max})/100$$

Таблица 2

Формулы для нахождения относительной погрешности косвенных измерений

Nº п/п	Формула физической величины	Формула относительной погрешности
1.	**A = B·C·D**	**ε = ΔB/B+ΔC/C+ΔD/D**

2	**A =B/(C+ D)**	**ε = ΔB/B+ΔC/C+ΔD/D**
3.	**A = A+B**	**ε =(ΔB+ΔC)/(B+C)**
4.	**A = √c/D**	**ε = ΔB/B+1ΔC/2C+1ΔD/2D**

3.**Результаты измерений**

1. Записать результаты измерений в виде двойных неравенств:

Аизм – ΔА< Аизм < Аизм + ΔА

или А=(Аизм ΔА)

где Аизм - значение измеренной величины

4.**Записать полученный результат измерений в отчет по лабораторной работе.**

Литература:

1. **Дмитриева В. Ф.** Физика: для профессий и специальностей технического профиля- М.: Издательский центр «Академия», 2020 г.
2. **Дмитриева В. Ф., Коржуев А. В., Муртазина О. В**. Физика: для профессий и специальностей технического профиля – лабораторный практикум М.: Издательский центр «Академия», 2021 г.
3. **Дондукова Р. А.** Руководство по проведению лабораторных работ по физике. М, Высшая школа 2017 г.- 86с.
4. **Жданов Л.С., Жданов Г.Л.** Физика для средних специальных заведений. – М.: Альянс. 2017 г. – 512 с.
5. Физический практикум под ред. **Ю. И. Дика, О. Ф. Кабардина**. – М.: Просвещение, 2015 г. - 208с.
6. **Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б.** Физика. 10 кл.: Учебник для общеобразовательных учебных заведений. – М., Просвещение 2021.
7. **Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б.** Физика. 11 кл.: Учебник для общеобразовательных учебных заведений. – М., Просвещение,2021.
8. **Рымкевич А.М.** Сборник задач по физике для 10-11 классов. – изд. «Дрофа», 2021.
9. **Самойленко П.И., Сергеев А.В**. Сборник задач и вопросы по физике: учеб. пособие. М., 2019.

Дополнительная литература.

1. **Кабардин, О. Ф.** Физика: Справочные материалы: учебное пособие для учащихся - М.: Просвещение, 2019. –410 с.
2. **Касьянов, В. А.** Физика. 11 кл.: учебник для общеобразовательных учебных заведений/ М.: Дрофа, 2017. –388 с.
3. **Буров В.А, Никифоров Г.Г.** Фронтальные лабораторные задания по физике. 2018 г.

Образовательные порталы.

1. Виртуальная образовательная лаборатория [Электронный ресурс]. – Режим доступа: **http://www.virtulab.net.**

2. **http://school-collection.edu.ru**/ - Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов

Требования к выполнению лабораторных работ

Студент должен выполнять лабораторные работы в соответствии с изучаемыми темами..
Каждый студент после выполнения работы должен представить отчет о проделанной работе с анализом полученных результатов и выводом по работе.
Отчет о проделанной работе следует делать в рабочих тетрадях, аккуратно оформленным. С соблюдением основных правил выполнения схем, рисунков, графиков, таблиц. Содержание отчета указано в описании лабораторной работы.
Таблицы и рисунки следует выполнять с помощью чертежных инструментов (линейки, циркуля и т. д.) карандашом
Расчет следует проводить с точностью до двух значащих цифр.
Вспомогательные расчеты можно выполнить на отдельных листах, а при необходимости на листах отчета.
В *Приложении 1* указаны правила расчета погрешностей измерений.

Критерий оценки лабораторной работы

Оценку по лабораторной работе студент получает, с учетом срока выполнения работы, если:
расчеты выполнены правильно и в полном объеме;
сделан анализ проделанной работы и вывод по результатам работы;
студент может пояснить выполнение любого этапа работы;
отчет выполнен в соответствии с требованиями к выполнению лабораторной работы.
правильные ответы на контрольные вопросы к каждой работе.
Одно из основных условий оценки работы обучающихся — соблюдение правил техники безопасности при выполнении работ в электротехнической лаборатории.

Форма контроля:

Представление оформленного с предъявляемыми требованиями отчета по лабораторной работе.

Содержание отчета по лабораторной работе

1. Тема работы
2. Цель работы
3. Оборудование
4. Схема установки
5. Таблица измерений
6. Расчет
7. Расчет погрешностей измерений (где требуется)
8. Вывод
9. Ответы на контрольные вопросы .