 Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение Самарской области

«Поволжский государственный колледж»

**СБОРНИК МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ**

**ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ**

**ПРАТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ**

**ФИЗИКА**

***«математический и общий естественнонаучный цикл»***

***основной профессиональной образовательной программы***

***по специальности 40.02.02 Правоохранительная деятельность,***

***40.02.03 Право и судебное администрирование»***

**ДЛЯ СТУДЕНТОВ ОЧНОЙ И ЗАОЧНОЙ ФОРМ ОБУЧЕНИЯ**

**Самара, 2020 г.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ОДОБРЕНО  Предметной (цикловой)  методической комиссией  Председатель:  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Т.В. Кротова  «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2020г. |  | Составлено в соответствии  с требованиями ФГОС СПО по специальности *40.02.02 Правоохранительная деятельность*  Рекомендовано к изданию решением методического совета №\_\_\_\_\_\_\_  «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2020г. |
| СОГЛАСОВАНО  Заместитель директора по учебной работе  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Е.М. Садыкова  «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2020г. |  | Председатель совета Заместитель директора по УД и НИД  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ О.Ю. Нисман  «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2020г. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Составитель:** | Анциферова М.Б., преподаватель ГБПОУ «ПГК». |
| **Рецензенты:** | Кротова Т.В., преподаватель ГБПОУ «ПГК»,  Мезенева О.В., методист ГБПОУ «ПГК». |

Методические указания по выполнению практических занятийявляются частью основной профессиональной образовательной программы ГБПОУ «ПГК». по специальности *СПО 40.02.02 Правоохранительная деятельность* и разработаны на основе примерной программы учебной дисциплины «Естествознание» для специальностей среднего профессионального образования, рекомендованной ФГАУ «Федеральный институт развития образования» (протокол № 3 от 21 июля 2015, регистрационный номер рецензии 374 от 23 июля 2015 г. ФГАУ «ФИРО»)

Методические указания по выполнению практических занятий адресованы студентам очной и заочной форм обучения.

Методические указания включают в себя учебную цель, перечень образовательных результатов, заявленных во ФГОС СПО третьего поколения, задачи, обеспеченность занятия, краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме, вопросы для закрепления теоретического материала, задания для лабораторной работы или практического занятия, инструкцию по их выполнению, методику анализа полученных результатов, порядок и образец отчета о проделанной работе.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| МП.0730.2013 |  | © ГБПОУ «ПГК». |

**СОДЕРЖАНИЕ**

[ВВЕДЕНИЕ 4](#_Toc532752707)

[Лабораторная работа № 1 «Исследование движения тела под действием постоянной силы» 5](#_Toc532752708)

[Лабораторная работа № 2 «Определение влажности воздуха» 11](#_Toc532752709)

[Тема 3.2«Постоянный электрический ток» 17](#_Toc532752710)

[Лабораторная работа № 3 «Изучение закона Ома для участка цепи» 17](#_Toc532752711)

[Лабораторная работа № 4 «Изучение зависимости периода колебаний нитяного маятника от длины нити» 23](#_Toc532752712)

[Лабораторная работа № 5 «Изучение интерференции и дифракции света» 28](#_Toc532752713)

[Лабораторная работа № 5 «Изучение интерференции и дифракции света» 35](#_Toc532752714)

[Список источников и литературы, используемых при подготовке методических указаний 37](#_Toc532752715)

**ВВЕДЕНИЕ**

**Уважаемый студент!**

Методические указания по дисциплине «ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ» по выполнению практических занятий созданы Вам в помощь для работы на занятиях, подготовки к ним, правильного составления отчетов.

Приступая к выполнению практической работы, Вы должны внимательно прочитать цель и задачи занятия, ознакомиться с требованиями к уровню Вашей подготовки в соответствии примерной программой дисциплины «ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ» (для общеобразовательной подготовки), краткими теоретическими и учебно-методическими материалами по теме практического занятия /лабораторной работы, ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.

Все задания к практическому занятию Вы должны выполнять в соответствии с инструкцией, анализировать полученные в ходе занятия результаты по приведенной методике.

Отчет о практическом занятии Вы должны выполнить по приведенному алгоритму, опираясь на образец.

Наличие положительной оценки по практическим занятиям необходимо для получения зачета по дисциплине и допуска к экзамену, поэтому, в случае отсутствия на уроке по любой причине или получения неудовлетворительной оценки за практическое занятие, Вы должны найти время для ее выполнения или пересдачи.

**Внимание!** Если в процессе подготовки к практическим занятиям или при решении задач у Вас возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удается, необходимо обратиться к преподавателю для получения разъяснений или указаний в дни проведения дополнительных занятий.

Время проведения дополнительных занятий можно узнать у преподавателя или посмотреть на двери его кабинета.

**Желаем Вам успехов!!!**

**РАЗДЕЛ 1 «Механика»**

**Тема 1.2 Динамика**

# Лабораторная работа № 1 «Исследование движения тела под действием постоянной силы»

**Учебная цель:** научиться измерять силу трения, действующую на тело, с помощью динамометра.

**Учебные задачи:**

1. Соблюдать правила по технике безопасности при выполнении лабораторных работ.
2. Научиться измерять коэффициент трения различными способами.
3. Исследовать зависимость коэффициента трения от массы тела.

**Образовательные результаты,   
заявленные во ФГОС третьего поколения:**

Студент 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;
* практически использовать физические знания;
* оценивать достоверность естественнонаучной информации.

**Задачи лабораторной работы:**

1. Повторить теоретический материал по теме лабораторной работы.
2. Ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.
3. Вычислить силу трения и коэффициент трения.
4. Выяснить, как зависит коэффициент трения от массы тела.
5. Оформить отчет.

**Обеспеченность занятия (средства обучения):**

1. Технические средства обучения:
   * комплект мультимедийного оборудования.
2. Лабораторное оборудование и инструменты:

* динамометр (с весами);
* брусок;
* линейка;
* опорная поверхность;
* набор грузов;
* штатив.

1. Рабочая тетрадь в клетку*.*
2. Калькулятор.
3. Ручка.
4. Карандаш простой.
5. Чертежные принадлежности: линейка.

**Краткие теоретические и учебно-методические материалы**

**по теме лабораторной работы**

***Трение*** – один из видов взаимодействия тел. Оно возникает при соприкосновении двух тел. Трение, как и все другие виды взаимодействия, подчиняется третьему закону Ньютона: если на одно из тел действует сила трения, то такая же по модулю, но направленная в противоположную сторону сила действует и на второе тело. Силы трения, как и упругие силы, имеют **электромагнитную** природу. Они возникают вследствие взаимодействия между атомами и молекулами соприкасающихся тел.

***Силами сухого трения*** называют силы, возникающие при соприкосновении двух твердых тел при отсутствии между ними жидкой или газообразной прослойки. Они всегда направлены **по касательной** к соприкасающимся поверхностям.

Сухое трение, возникающее при относительном покое тел, называют ***трением покоя***. Сила **трения покоя** всегда равна по величине внешней силе и направлена в противоположную сторону (рис.1 ).

|  |
| --- |
|  |
| Рис. 1  Сила трения покоя (υ = 0). |

Сила трения покоя не может превышать некоторого максимального значения (*F*тр)max. Если внешняя сила больше (*F*тр)max, возникает относительное проскальзывание. Силу трения в этом случае называют ***силой трения скольжения***. Она всегда направлена в сторону, противоположную направлению движения и, вообще говоря, зависит от относительной скорости тел. Однако, во многих случаях приближенно силу трения скольжения можно считать независящей от величины относительной скорости тел и равной максимальной силе трения покоя. Эта модель силы сухого трения применяется при решении многих простых физических задач.

Опыт показывает, что сила трения скольжения пропорциональна силе нормального давления тела на опору, а следовательно, и силе реакции опоры *N*

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | *F*тр = (*F*тр)max = μ*N*. | |

Коэффициент пропорциональности μ называют ***коэффициентом трения скольжения***.

Коэффициент трения μ – величина безразмерная. Обычно коэффициент трения меньше единицы. Он зависит от материалов соприкасающихся тел и от качества обработки поверхностей. При скольжении сила трения направлена по касательной к соприкасающимся поверхностям в сторону, противоположную относительной скорости

**Вопросы для закрепления теоретического материала:**

1. Как называют прибор для измерения силы?
2. Как, с помощью динамометра измерить силу трения покоя и силу трения скольжения?
3. Какая сила называется силой трения покоя?
4. Какая сила называется силой трения скольжения?
5. Как зависит коэффициент трения от массы тела?
6. Куда направлена сила трения при скольжении тела?
7. Если μ =1, что это означает?
8. Если μ =0,001, что это означает?

**Задания для лабораторной работы:**

1. Рассчитать коэффициент трения, увеличивая массу груза.
2. Сравнить значения μ и сделать вывод, как зависит коэффициент трения от массы тела.

**Инструкция и порядок выполнения лабораторной работы:**

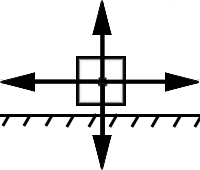
1. Откройте тетрадь в клетку, переверните первый лист и расположите тетрадь в развернутом вертикальном положении.
2. Сверху отступите поля и четыре клетки вниз. Запишите тему лабораторной работы, учебную цель, перечислите лабораторное оборудование.
3. Определите массу бруска.
4. Положите брусок на горизонтальную опорную поверхность.
5. Положите на брусок груз. Занесите в таблицу значение массы бруска с грузом.
6. Прикрепите к бруску динамометр, равномерно тяните его по опорной поверхности. Запишите в таблицу показания динамометра.
7. Добавьте к первому грузу второй, а затем и третий грузы, каждый раз измеряя силу с которой тянете брусок. Повторите опыты дважды, с третьего пункта инструкции, пока таблица не заполнится.

*Таблица 1*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  опыта | Масса бруска  с грузом  *m [кг]* | Сила  трения  *Fтр  [Н]* | Коэффициент  трения  *µ [1]* | Средний коэффициент  трения  *µср [1]* | Погрешность измерений  *δ[%]* |
| 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |

Рис. 2.

1. Укажите на рис.2 силы, действующие на брусок,зарисуйте его в тетрадь.



1. Вычислите силу трения по приведенной формуле.



Если , то 

1. Среднее значение коэффициента трения вычисляется одно для всех опытов, а погрешность измерений считается трижды.

1. Запишите вывод, отступив четыре клетки вверх от нижнего поля тетради.
2. Сдайте отчет преподавателю.

**Методика анализа результатов, полученных в ходе лабораторной работы:**

1. Если погрешность превышает 10%, значит, вы не правильно измерили массу и силу движущегося тела.
2. Поверхность, по которому движется тело должна быть гладкой..
3. Расчеты должны вестись вне рабочей тетради, вы заполняете только таблицу.
4. Показания округляйте до десятых долей.

**Образец отчета по лабораторной работе № 1**

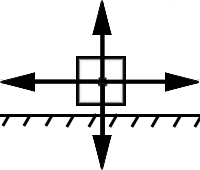
**Лабораторная работа № 1  
 «Исследование движения тела под действием постоянной силы»**

**Учебная цель:** научиться измерять силу трения, действующую на тело, с помощью динамометра.

**Лабораторное оборудование:**

* динамометр (с весами);
* брусок;
* линейка;
* опорная поверхность;
* набор грузов;
* штатив.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  опыта | Масса бруска  с грузом  *m [кг]* | Сила  трения  *Fтр  [Н]* | Коэффициент  трения  *µ [1]* | Средний коэффициент  трения  *µср [1]* | Погрешность измерений  *δ[%]* |
| 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |





Если , то 

***Вывод****: можно предположить, что величина коэффициента трения от массы тела…………*

**РАЗДЕЛ 2 «Молекулярная физика»**

**Тема 2.2****«Термодинамика»**

# Лабораторная работа № 2 «Определение влажности воздуха»

**Учебная цель:** определение относительной влажности воздуха с помощью психрометра.

**Учебные задачи:**

1. Соблюдать правила по технике безопасности при выполнении лабораторных работ.
2. Научиться навыкам работы, по определению относительной влажности воздуха
3. Научиться пользоваться психрометрической таблицей..

**Образовательные результаты,   
заявленные во ФГОС третьего поколения:**

Студент 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;
* практически использовать физические знания;
* оценивать достоверность естественнонаучной информации.

**Задачи лабораторной работы**:

1. Повторить теоретический материал по теме лабораторной работы.
2. Ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.
3. Измерить с помощью психрометра относительную влажность воздуха.
4. Оформить отчет.

**Обеспеченность занятия (средства обучения):**

1. Технические средства обучения:
   * комплект мультимедийного оборудования.
2. Лабораторное оборудование и инструменты:

* психрометр

1. Рабочая тетрадь в клетку*.*
2. Калькулятор.
3. Ручка.
4. Карандаш простой.
5. Чертежные принадлежности: линейка.

**Краткие теоретические и учебно-методические материалы**

**по теме лабораторной работы**

В атмосфере Земли всегда содержаться водяные пары. Их содержание в воздухе характеризуются абсолютной и относительной влажностью.

Абсолютная влажность ***(ρа)*** определяется массой водяного пара, содержащегося в 1 м3 воздуха, т.е. плотность водяного пара.

Абсолютную влажность можно определить по температуре точки росы – температуре, при которой пар, находящийся в воздухе, становится насыщенным.

Температуру точки росы определяют с помощью гигрометра. А затем по таблице «Давление насыщающих паров и их плотность при различных температурах» находят соответствующую температуре точки росы плотность. Найденная плотность и есть абсолютная влажность окружающего воздуха.

Рис. 4

Относительная влажность ***B*** показывает, сколько процентов составляет абсолютная влажность ***ρа***от плотности водяного пара насыщающего воздух при данной температуре ***ρн***:

****

Относительную влажность воздуха определяют с помощью психрометра (рис.5) Он состоит из сухого влажного термометров. По сухому термометру можно определить температуру окружающего воздуха. По значению смоченного термометра можно определить температуру влажного и по разности показаний установить влажность воздуха с помощью психрометрической таблицы.

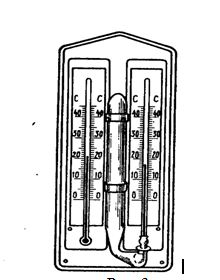


Рис. 5

**Психрометрическая таблица для определения относительной влажности воздуха**

*Таблица 4*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Показания сухого термометра** | **Разность показаний сухого и влажного термометров** | | | | | | | | | | | |
| **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** |
| 8 | 100 | 87 | 75 | 63 | 51 | 40 | 28 | 18 | 7 |  |  |  |
| 9 | 100 | 88 | 76 | 64 | 53 | 42 | 31 | 21 | 11 |  |  |  |
| 10 | 100 | 88 | 76 | 65 | 54 | 44 | 34 | 24 | 14 | 4 |  |  |
| 11 | 100 | 88 | 77 | 66 | 56 | 46 | 36 | 26 | 17 | 8 |  |  |
| 12 | 100 | 89 | 78 | 68 | 57 | 48 | 38 | 29 | 20 | 11 |  |  |
| 13 | 100 | 89 | 79 | 69 | 59 | 49 | 40 | 31 | 23 | 14 | 6 |  |
| 12 | 100 | 90 | 79 | 70 | 60 | 51 | 42 | 33 | 25 | 17 | 9 |  |
| 14 | 100 | 90 | 80 | 71 | 61 | 52 | 44 | 36 | 27 | 20 | 12 | 5 |
| 15 | 100 | 90 | 81 | 71 | 62 | 54 | 45 | 37 | 30 | 22 | 15 | 8 |
| 16 | 100 | 90 | 81 | 71 | 62 | 54 | 45 | 37 | 30 | 22 | 15 | 8 |
| 17 | 100 | 91 | 82 | 72 | 64 | 55 | 47 | 39 | 32 | 24 | 17 | 10 |
| 18 | 100 | 91 | 82 | 73 | 64 | 56 | 48 | 41 | 34 | 26 | 20 | 13 |
| 19 | 100 | 91 | 83 | 74 | 65 | 58 | 50 | 43 | 35 | 29 | 22 | 15 |
| 20 | 100 | 91 | 83 | 74 | 66 | 59 | 51 | 44 | 37 | 30 | 24 | 18 |
| 21 | 100 | 92 | 83 | 75 | 67 | 60 | 52 | 46 | 39 | 32 | 26 | 20 |
| 22 | 100 | 92 | 84 | 77 | 69 | 61 | 54 | 47 | 40 | 34 | 28 | 22 |
| 23 | 100 | 92 | 85 | 77 | 70 | 61 | 55 | 48 | 42 | 36 | 30 | 24 |
| 24 | 100 | 92 | 85 | 78 | 71 | 62 | 56 | 49 | 43 | 37 | 31 | 26 |
| 25 | 100 | 92 | 85 | 78 | 71 | 63 | 57 | 50 | 44 | 38 | 33 | 27 |
| 26 | 100 | 93 | 86 | 78 | 72 | 64 | 58 | 51 | 45 | 40 | 34 | 29 |
| 27 | 100 | 93 | 86 | 79 | 72 | 65 | 59 | 52 | 47 | 41 | 36 | 30 |
| 28 | 100 | 93 | 86 | 79 | 72 | 65 | 59 | 53 | 48 | 42 | 37 | 32 |
| 29 | 100 | 93 | 86 | 79 | 72 | 66 | 60 | 54 | 49 | 43 | 38 | 33 |
| 30 | 100 | 93 | 86 | 79 | 73 | 67 | 61 | 55 | 50 | 44 | 39 | 34 |

**Вопросы для закрепления теоретического материала:**

1. Почему при продувании воздуха через эфир на полированной поверхности стенки камеры гигрометра появляется роса? В какой момент появляется роса?
2. Почему показания влажного термометра психрометра меньше показаний сухого термометра? При каком условии разность показаний термометра наибольшая?
3. Температура в помещении понижается, а абсолютная влажность остается прежней. Как изменится разность показаний термометров психрометра?
4. Сухой и влажный термометры психрометра показывают одну и ту же температуру. Какова относительная влажность воздуха?
5. Почему после жаркого дня роса бывает более обильна?
6. Почему перед дождем ласточки летают низко?

**Задания для лабораторной работы:**

1. Измерить температуру сухого термометра и влажного термометра.
2. По разности показаний и шкале сухого термометра определить относительную влажность воздуха.
3. Запишите вывод, отступив четыре клетки вверх от нижнего поля тетради.
4. Сдайте отчет преподавателю.

**Инструкция и порядок выполнения лабораторной работы:**

1. В тетради для лабораторных работ переверните лист с отчетом по лабораторной работе № 3 и расположите тетрадь в развернутом вертикальном положении.
2. Сверху отступите от линии полей четыре клетки вниз. Запишите тему лабораторной работы № 4, учебную цель, перечислите лабораторное оборудование.
3. Начертите таблицу 5:

*Таблица 5*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Показание термометров** | | **Разность**  **показаний термометров**  **Δ t, 0С** | **Относительная**  **влажность воздуха**  **В, %** |
| **сухого t1, 0С** | **смоченного t2, 0С** |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

1. Проверить наличие воды в стаканчике психрометра и при необходимости долить ее.
2. Определить температуру сухого термометра.
3. Определить температуру смоченного термометра.
4. Пользуясь психрометрической таблицей 4 определить относительную влажность.
5. Результаты измерений записать в таблице 5.

**Методика анализа результатов, полученных в ходе лабораторной работы:**

1. Для психрометра лучше использовать дистиллированную воду.
2. В формуле **** вместо плотности можно взять давление насыщающих паров при комнатной температуре и температуре точки росы.

**Образец отчета по лабораторной работе № 2**

**Учебная цель:** определение относительной влажности воздуха с помощью психрометра.

**Учебные задачи:**

1. Соблюдать правила по технике безопасности при выполнении лабораторных работ.
2. Научиться навыкам работы, по определению относительной влажности воздуха
3. Научиться пользоваться психрометрической таблицей.

**Лабораторное оборудование:**

* психрометр.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Показание термометров** | | **Разность**  **показаний термометров**  **Δ t, 0С** | **Относительная**  **влажность воздуха**  **В, %** |
| **сухого t1, 0С** | **смоченного t2, 0С** |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

****

***Вывод****:с помощью психрометра мы определили……………………..*

**РАЗДЕЛ 3 «Электродинамика»**

# Тема 3.2«Постоянный электрический ток»

# Лабораторная работа № 3 «Изучение закона Ома для участка цепи»

**Учебная цель:** установить зависимость силы тока в проводнике от напряжения на его концах.

**Учебные задачи:**

1. Соблюдать правила по технике безопасности при выполнении лабораторных работ.
2. Научиться навыкам сборки электрических цепей постоянного тока.
3. Выяснить, как зависит сила тока от напряжения в цепи постоянного тока.

**Образовательные результаты,   
заявленные во ФГОС третьего поколения:**

Студент 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;
* практически использовать физические знания;
* оценивать достоверность естественнонаучной информации.

**Задачи лабораторной работы**:

1. Повторить теоретический материал по теме лабораторной работы.
2. Ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.
3. Собрать электрическую цепь, начертить схему цепи, измерить ток и напряжение на концах проволочного сопротивления, построить график.
4. Оформить отчет.

**Обеспеченность занятия (средства обучения):**

1. Технические средства обучения:
   * комплект мультимедийного оборудования.
2. Лабораторное оборудование и инструменты:

* источник питания;
* низковольтная лампа на подставке или проволочный резистор;
* ключ;
* амперметр;
* вольтметр;
* соединительные провода.

1. Рабочая тетрадь в клетку*.*
2. Калькулятор.
3. Ручка.
4. Карандаш простой.
5. Чертежные принадлежности: линейка.

**Краткие теоретические и учебно-методические материалы**

**по теме лабораторной работы**

Когда по какому-либо участку цепи протекает ток, то между силой тока и напряжением для этого участка существует определенная функциональная зависимость, которую называют *вольт–амперной характеристикой* (см. рис.8).

Рис. 8.

I

U

0

Для металлического проводника вольт-амперная характеристика показывает, что между I и U существует прямая пропорциональная зависимость.

***I = gU***

Коэффициент пропорциональности носит название g – проводимость участка цепи.

В 1826 году немецкий физик Георг Ом сформулировал закон.

***Закон Ома для участка цепи:*** Сила тока на участке цепи без ЭДС прямо пропорциональна напряжению на концах этого участка и обратно пропорциональна его сопротивлению:

***I = U/R***

R – электрическое сопротивление, которое характеризует противодействие электрическому току в проводнике. Оно обусловлено внутренним строением проводника и хаотическим движением его частиц.

**Вопросы для закрепления теоретического материала:**

1. Для чего предназначен реостат?
2. Как на схемах электрических цепей изображают реостат?
3. Как зависит сила тока в проводнике от напряжения на концах проводника?
4. Какой вид имеет график зависимости силы тока от напряжения?
5. При напряжении на концах участка цепи, равном 4 В, сила тока в проводнике 0,8 А. Каким должно быть напряжение, чтобы в этом же проводнике сила тока была 0,4 А?
6. При напряжении на концах проводника 3 В сила тока в проводнике 1 А. Какой будет сила тока в проводнике, если напряжение на его концах увеличится до 6 В?

**Задания для лабораторной работы:**

1. Собрать электрическую цепь, состоящую из источника питания, амперметра, реостата, проволочного сопротивления и ключа, соединив все приборы последовательно. К зажимам проволочного сопротивления подключите вольтметр для измерения напряжения. Начертить схему цепи.
2. При помощи реостата довести напряжение на зажимах проволочного сопротивления до 1 В, затем до 2 В и до 3 В, измерить показания амперметра и вольтметра.
3. Изобразить график зависимости силы тока в проводнике от напряжения на концах этого проводника.

**Инструкция и порядок выполнения лабораторной работы:**

1. В тетради для лабораторных работ переверните лист с отчетом по лабораторной работе № 6 и расположите тетрадь в развернутом вертикальном положении.
2. Сверху отступите от линии полей четыре клетки вниз. Запишите тему лабораторной работы № 7, учебную цель, перечислите лабораторное оборудование.
3. Начертите таблицу 8:

*Таблица 8*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Физическая величина** | **Опыт 1** | **Опыт 2** | **Опыт 3** |
| **Напряжение** |  |  |  |
| **Сила тока** |  |  |  |

1. Соберите электрическую цепь, состоящую из источника питания, амперметра, реостата, проволочного сопротивления и ключа, соединив все приборы последовательно. К зажимам проволочного сопротивления подключите вольтметр для измерения напряжения.
2. Начертите схему цепи в тетрадь.
3. Замкните цепь и при помощи реостата доведите напряжение на зажимах проволочного сопротивления до 1 В , затем до 2 В и до 3 В. Каждый раз при этом измеряйте силу тока, напряжение и результаты записывайте в таблицу 8.
4. На рисунке изобразите график зависимости силы тока в проводнике от напряжения на концах этого проводника.
5. На графике в условно выбранном масштабе по горизонтальной оси отложите напряжение в вольтах, а по вертикальной - силу тока в амперах.
6. Запишите вывод, отступив четыре клетки вверх от нижнего поля тетради.
7. Сдайте отчет преподавателю.

**Методика анализа результатов, полученных в ходе лабораторной работы:**

1. При сборке цепи помните о полярности подключения приборов.
2. Для построения графика используйте масштаб: 1В=2 клетки и 1А=2 клетки.
3. Показания приборов округляйте до десятых долей.

**Образец отчета по лабораторной работе № 3**

**Лабораторная работа № 3**

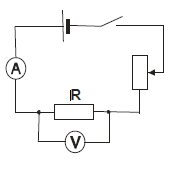
**«Изучение закона Ома для участка цепи».**

**Учебная цель:** установить зависимость силы тока в проводнике от напряжения на его концах.

**Лабораторное оборудование:**

* источник питания;
* низковольтная лампа на подставке или проволочный резистор;
* ключ;
* амперметр;
* вольтметр;
* соединительные провода.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Физическая величина** | **1** | **2** | **3** |
| **Напряжение** |  |  |  |
| **Сила тока** |  |  |  |



I,А

U, В

0

6

***Вывод:*** *…………………………………………………………………… …*

*Как зависит сила тока от напряжения?*

**РАЗДЕЛ 4 «Колебания и волны»**

**Тема 4.1****«Механические колебания»**

# Лабораторная работа № 4 «Изучение зависимости периода колебаний нитяного маятника от длины нити»

**Учебная цель:** установить, как зависит ускорение свободного падения математического маятника от длины нити.

**Учебные задачи:**

1. Соблюдать правила по технике безопасности при выполнении лабораторных работ.
2. Научиться навыкам работы по измерению ускорения свободного падения с помощью математического маятника.
3. Выяснить, как зависит ускорение свободного падения от длины нити.

**Образовательные результаты,   
заявленные во ФГОС третьего поколения:**

Студент 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;
* практически использовать физические знания;
* оценивать достоверность естественнонаучной информации.

**Задачи лабораторной работы**:

1. Повторить теоретический материал по теме лабораторной работы.
2. Ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.
3. Измерить период колебаний математического маятника.
4. Рассчитать ускорение свободного падения маятника и сравнить с табличным значением.
5. Установить, как зависит период колебаний маятника от длины нити.
6. Оформить отчет.

**Обеспеченность занятия (средства обучения):**

1. Технические средства обучения:
   * комплект мультимедийного оборудования.
2. Лабораторное оборудование и инструменты:

* штатив с держателем;
* грузик ;
* нить, длинной не менее 1 метра;
* метровая линейка;
* секундомер.

1. Рабочая тетрадь в клетку*.*
2. Калькулятор.
3. Ручка.
4. Карандаш простой.
5. Чертежные принадлежности: линейка.

**Краткие теоретические и учебно-методические материалы**

**по теме лабораторной работы**

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

На основании многочисленных опытов установлены ***законы колебания математического маятника***.

###### Рис.33

1. Период колебаний не зависит от массы маятника и амплитуды его колебаний, если угол размаха не превышает 60.

2. Период колебаний математического маятника прямо пропорционален корню квадратному из длины нити и обратно пропорционален корню квадратному из ускорения свободного падения:



Из этой формулы можно найти ускорение свободного падения.



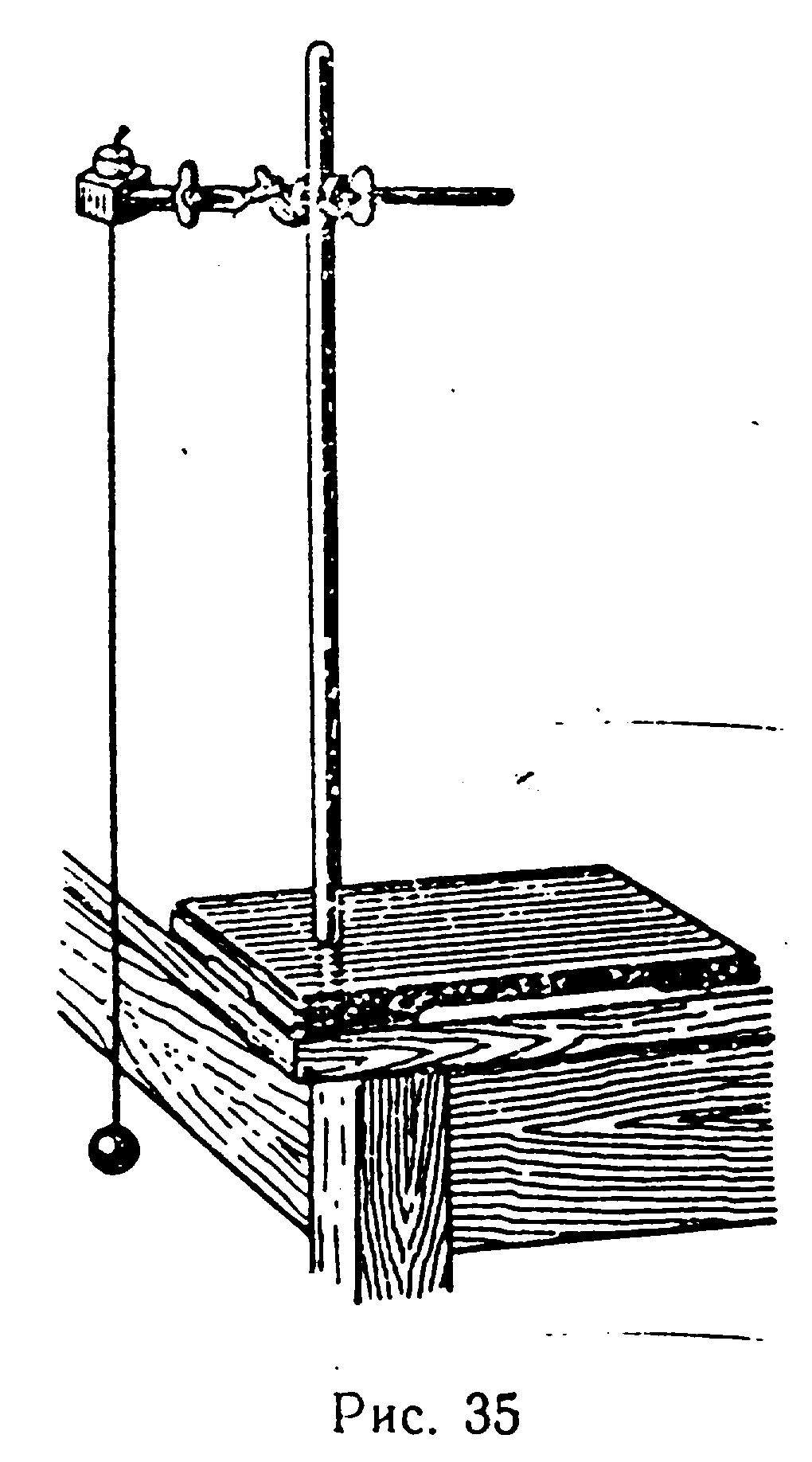


Рис. 3

**Вопросы для закрепления теоретического материала:**

1. Вместо шарика к нити прикреплена воронка, наполненная песком. Измениться ли ускорение свободного падения, если в процессе колебаний из воронки будет высыпаться песок?
2. Можно ли пользоваться маятниковыми часами в условиях невесомости?
3. В каких положениях действующая на шарик возвращающая сила будет максимальна? равна 0?
4. Наибольшая скорость у шарика в момент, когда он проходит положение равновесия. Каким по модулю и направлению при этом будет ускорение шарика?
5. Наблюдая за движением шарика в течение одного периода, ответьте на вопрос: будет ли оно равно ускоренным?

**Задания для лабораторной работы:**

1. Измерить ускорение свободного падения с помощью математического маятника.
2. Сделать вывод ,как зависит ускорение свободного падения от длины нити.
3. Запишите вывод, отступив четыре клетки вверх от нижнего поля тетради.
4. Сдайте отчет преподавателю.

**Инструкция и порядок выполнения лабораторной работы:**

1. В тетради для лабораторных работ переверните лист с отчетом по лабораторной работе № 1 и расположите тетрадь в развернутом вертикальном положении.
2. Сверху отступите от линии полей четыре клетки вниз. Запишите тему лабораторной работы № 2, учебную цель, перечислите лабораторное оборудование.
3. Начертите таблицу 2

*Таблица 2*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Номер опыта** | **Длина нити *l*Н, м** | **Длина шарика d, м** | **Длина маятника *l*, м** | **Число полных колебаний n** | **Время полных колебаний t, с** | **Период полного колебания Т, с** | **Ускорение свободного падения g, м/с2** | **Табличное значение ускорения свободного падения *gТ*, м/с2** | **Относительная погрешность** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

1. Поместить штатив с держателем на край стола.
2. Укрепить свободный конец нити за крючок грузика и зажать нить в держателе (рис. 3).
3. Измерить ширину грузика линейкой, длину нити линейкой. Найти длину маятника .
4. Отклонить грузик на небольшой угол и отпустить. По секундомеру определить время ***t***, за которое маятник совершит ***n*** полных колебаний, например 50.
5. Вычислить период колебания маятника: .
6. Используя формулу периода колебаний математического маятника, вычислить ускорение свободного падения.
7. Опыт повторить 2-3 раза, меняя длину маятника и число полных колебаний.
8. Найти относительную погрешность и сравнить результат опыта с табличным значением ускорения свободного падения для данной географической широты по формуле.



1. Результат измерений и вычислений записать в таблицу 2.

**Методика анализа результатов, полученных в ходе лабораторной работы:**

1. В работе можно использовать свинцовый или стальной грузик диаметром 1-4,5 см.
2. Длину нити измерять от точки прикрепления к штативу до грузика, длину маятника – от точки прикрепления к штативу до края грузика.
3. Если нет секундомера, можно воспользоваться любым метрономом или часами с секундной стрелкой.
4. При измерении периода колебаний определить время как можно большего числа колебаний.

**Образец отчета по лабораторной работе № 4**

**Лабораторная работа № 4  
 «Изучение зависимости периода колебаний нитяного маятника от длины нити»**

**Учебная цель:** установить, как зависит ускорение свободного падения математического маятника от длины нити.

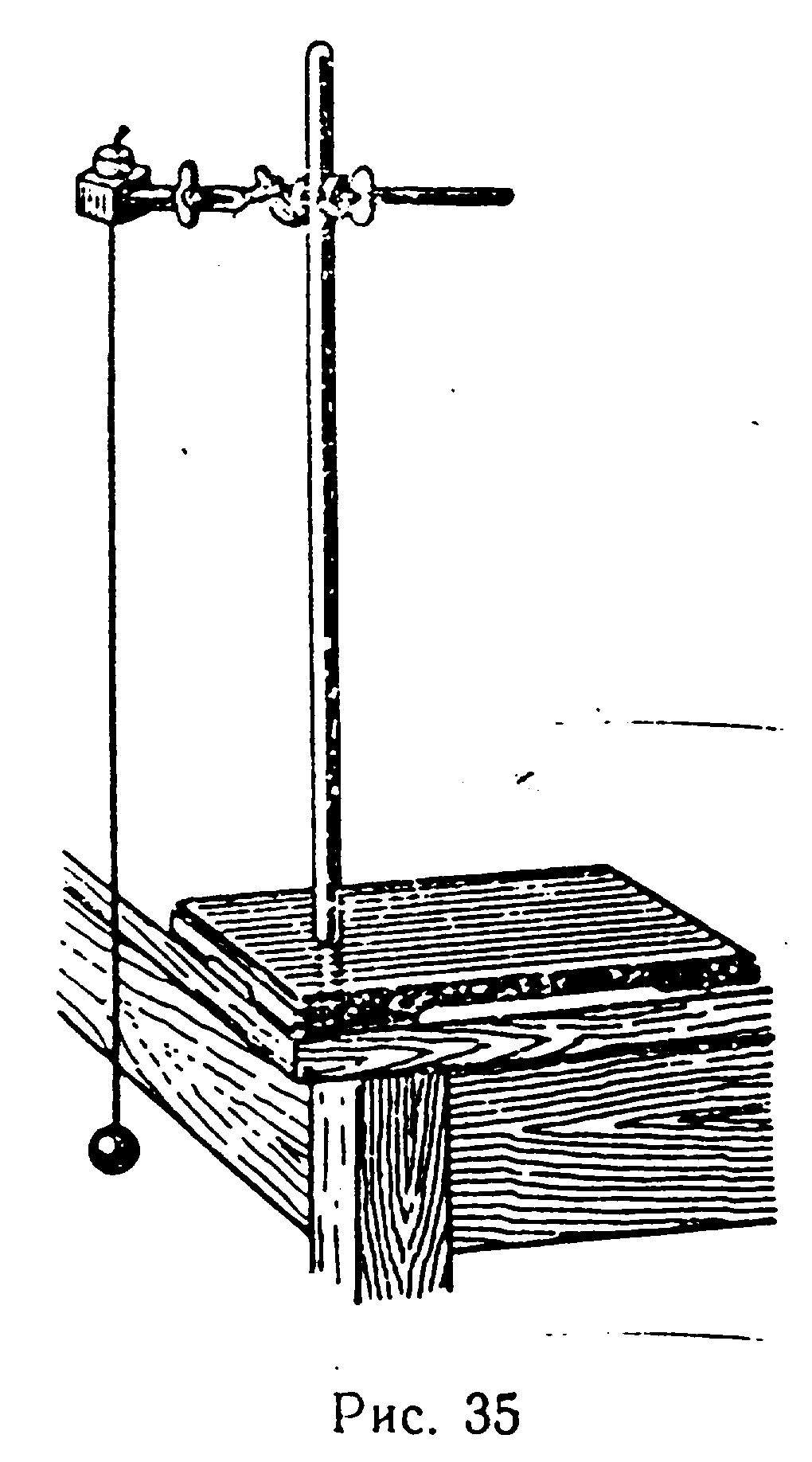
**Лабораторное оборудование:**

* штатив с держателем;
* грузик ;
* нить, длинной не менее 1 метра;
* метровая линейка;
* секундомер.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Номер опыта** | **Длина нити *l*Н, м** | **Длина шарика d, м** | **Длина маятника *l*, м** | **Число полных колебаний n** | **Время полных колебаний t, с** | **Период полного колебания Т, с** | **Ускорение свободного падения g, м/с2** | **Табличное значение ускорения свободного падения *gТ*, м/с2** | **Относительная погрешность** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

 ; ; 

; 



***Вывод****: период математического маятника от длины нити……………………..*

# Лабораторная работа № 5 «Изучение интерференции и дифракции света»

**Учебная цель:** измерить длину световой волны монохроматического лазерного излучения.

**Учебные задачи:**

1. Соблюдать правила по технике безопасности при выполнении лабораторных работ.
2. Научиться измерять и рассчитывать длину волны с помощью дифракционной решетки..
3. Изучить явление интерференции и дифракции света.

**Образовательные результаты,   
заявленные во ФГОС третьего поколения:**

Студент 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;
* практически использовать физические знания;
* оценивать достоверность естественнонаучной информации.

**Задачи лабораторной работы**:

1. Повторить теоретический материал по теме лабораторной работы.
2. Ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.
3. Собрать электрическую цепь, начертить схему цепи.
4. Меняя постоянный ток на переменный ток, определить намагниченность железа.
5. Оформить отчет.

**Обеспеченность занятия (средства обучения):**

1. Технические средства обучения:
   * комплект мультимедийного оборудования.
2. Лабораторное оборудование и инструменты:

* лазерная указка;
* дифракционная решетка;
* штатив с двумя зажимными лапками;
* линейка;
* светлый экран.

**Краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме лабораторной работы**

Скорость света в вакууме:

***с = 299792458******1,2 м/с***

***с ≈ 3108 м/с*** ( (используется при решении задач)

По частоте излучения из формулы всегда можно найти длину его волны в вакууме:

,

где - длина световой волны, м;

 - частота световой волны, Гц.

Связь между волновыми и корпускулярными свойствами света по этой теории выражается ***формулой Планка***:

,

где ***Е-*** энергия кванта, Дж;

 - частота колебаний электромагнитного излучения, Гц;

***h***– постоянный коэффициент, одинаковый для всех волн и квантов, который называют ***постоянной Планкой***.

***h=6,63·10-34 Дж·с***

Представление о том, что электромагнитные волны состоят из элементарных частиц – ***фотонов***, – является примером корпускулярно-волнового дуализма: в одних экспериментах ([интерференция](file:///C:\D:Program%20FilesPhysiconPhysics_7-11content2chapter4sectionparagraph3theory.html), [дифракция](file:///C:\D:Program%20FilesPhysiconPhysics_7-11content2chapter4sectionparagraph4theory.html)) свет проявляет себя как волна, в других ([фотоэффект](file:///C:\D:Program%20FilesPhysiconPhysics_7-11content2chapter5sectionparagraph1theory.html), эффект Комптона) – как частица.

##### Свойства света

|  |  |
| --- | --- |
| *Волновые* | *Квантовые* |
| -отражение | -фотоэффект |
| -преломление | -давление света |
| -интерференция | -эффект Комптона |
| -поляризация | -отражение |
| -дисперсия |  |

***Интерференция***– физическое явление перераспределения волновой энергии в пространстве при наложении монохроматичных (одинаковой частоты колебаний) волн.

***Поляризация***– физический процесс создания определенного направления колебаний вектора напряженности в электромагнитной волне.

***Дисперсия*** – зависимость показателя преломления вещества от длинны волны падающего излучения.

***Дифракция*** *(результат интерференции)* – физическое явление нарушения прямолинейного распространения волн в неоднородных средах.

***Фотоэффект* -** явление вырывания электронов с поверхности тел под действием света.

**Вопросы для закрепления теоретического материала к лабораторной работе:**

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

**Задания для лабораторной работы:**

1. С помощью лазерной указки и дифракционной решетки измерить расстояния от центра освещения поверхности до первых освещенных точек слева и справа от центра.
2. Меняя расстояние между дифракционной решеткой и экраном повторять измерения три раза.
3. Определить длину волны дифракционной решетки.
4. Сравнить с табличным значением длины волны красного цвета.

**Инструкция и порядок выполнения лабораторной работы:**

1. Лазерный брелок зажимается в лапку штатива таким образом, чтобы кнопка указки оказалась зажатой под лапкой в положение включения прибора, а луч был бы направлен вертикально вниз, к основанию штатива. Таким образом, лазер будет оставаться включенным до тех пор, пока лапка не разожмется.
2. На пути лазерного луча следует расположить дифракционную решетку, зажав ее во вторую лапку штатива, закрепленную несколько ниже первой. Плоскость решетки должна быть перпендикулярна направлению луча и параллельна основанию штатива.
3. На основание штатива следует поместить лист бумаги, который будет играть роль экрана. На этом экране мы будем наблюдать в виде красных точек изображения лазерных лучей, отклоненных дифракционной решеткой.
4. Проверьте правильность установки лазера, решетки, штатива и экрана, сверяясь с рис.17.

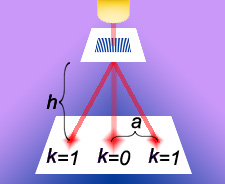


рис.17.

1. Прямо напротив выходного окуляра лазерного брелока виден след самого яркого из лучей. Этот луч не испытывал отклонения пройдя через решетку, его положение не изменится, если дифракционную решетку сдвинуть или удалить с его пути. Этому лучу соответствует нулевой порядок отклонения (n=0). По бокам, на одинаковом расстоянии от этого луча располагаются ближайшие к нему отклоненные лучи первого порядка (n=1). Если решетка достаточно высокого качества, иногда возможны и наблюдения лучей более высоких порядков дифракции (n=2 или даже n=3). Эти лучи отклонены от центра дальше, их следы менее яркие и слегка «размазаны» по экрану.
2. Измерьте линейкой и запишите в таблицу:

* расстояние от решетки до экрана h;
* отклонение луча от центрального, «нулевого» максимума a;
* порядок дифракции n.

1. Период решетки указан на рамке самой решетки, либо на упаковочной коробке обычно в виде обыкновенной дроби, в которой указывается число штрихов на один миллиметр ширины данной решетки. Например, отношение означает, что на один миллиметр ширины у такой решетки нанесены 100 штрихов. Не забудьте перевести это значение в десятичную дробь и записать его численное значение в таблицу в метрах. Для перевода указанной здесь дроби , сначала преобразуем ее в десятичный вид 0,01 мм, а затем делим на тысячу и получаем: d=0,01/1000=0,00001м.
2. Для повторения опыта сдвиньте решетку в сторону экрана или, наоборот – в сторону лазера.
3. Начертите таблицу 13.

*Таблица 13*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № опыта | *1* | *2* | *3* |
| Расстояние от решетки  до экрана *h, м* |  |  |  |
| Отклонение луча на экране  *a,м* |  |  |  |
| Порядок дифракции  *k* |  |  |  |
| Период решетки  *d, м* |  |  |  |
| Длина световой волны  *λ, м* |  |  |  |
| Средняя длина световой волны *λср, м* |  |  |  |
| Табличная длина световой волны *λтаб, м]* |  |  |  |
| Погрешность измерений  *η, %* |  |  |  |

1. Сделайте вычисления длины световой волны

Предварительно определите угол отклонения: ;

следовательно ;

затем вычислите длину волны: 

(цепочка вычислений повторяется для каждого опыта).

Среднее значение длины волны:  (одно для всех оптов).

1. Сделайте вывод о том, какую длину имеют световые волны.

**Методика анализа результатов, полученных в ходе лабораторной работы:**

1. Рисунки и схемы выполняются только карандашом.
2. В выводе желательно дать ответы на вопросы в инструкции и порядке выполнения лабораторной работы.
3. С приборами обращайтесь аккуратно.
4. Дифракционная картина должна получиться четкой.
5. Выполняйте правила по технике безопасности.

**Образец отчета по лабораторной работе № 5**

# Лабораторная работа № 5 «Изучение интерференции и дифракции света»

**Учебная цель:** измерить длину световой волны монохроматического лазерного излучения.

**Учебные задачи:**

1. Соблюдать правила по технике безопасности при выполнении лабораторных работ.
2. Научиться измерять и рассчитывать длину волны с помощью дифракционной решетки..
3. Изучить явление интерференции и дифракции света.

**Лабораторное оборудование и инструменты:**

* лазерная указка;
* дифракционная решетка;
* штатив с двумя зажимными лапками;
* линейка;
* светлый экран.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № опыта | *1* | *2* | *3* |
| Расстояние от решетки  до экрана ***h,*** *м* |  |  |  |
| Отклонение луча на экране ***a****,м* |  |  |  |
| Порядок дифракции ***k*** |  |  |  |
| Период решетки ***d,*** *м* |  |  |  |
| Длина световой волны  ***λ****, м* |  |  |  |
| Средняя длина световой волны ***λср****, м* |  |  |  |
| Табличная длина световой волны ***λтаб****, м]* |  |  |  |
| Погрешность измерений ***η,*** *%* |  |  |  |

;

***Вывод:……………………………………………………………………***

*Какой длине волны соответствует ваше расчетное значение?*

# Список источников и литературы, используемых при подготовке методических указаний

|  |
| --- |
| 1. Буховцев Б.Б. Естествознание. Учебник для 10 класса средней школы. / Буховцев Б.Б.,Мякишев Г.Я. – М..: Просвещение, 2015. 2. Буховцев Б.Б. Естествознание. Учебник для 11 класса средней школы. / Буховцев Б.Б., Мякишев Г.Я. - М..: Просвещение, 2015. 3. Дмитриева В.Ф. Естествознание. Учебное пособие для средних специальных учебных заведений. – М..: Высшая школа, 2014. |

1. Дмитриева В.Ф. Естествознание для профессий и специальностей технического профиля. Методические рекомендации. / Дмитриева В.Ф., Васильев Л.И. – М.: Издательский центр «Академия», 2016.
2. Доброжанова Н.И., Трубникова В.Н. Применение законов Ома и Кирхгофа к расчету линейных электрических цепей постоянного тока: Практикум по ТОЭ. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2015.
3. Дондукова Р.А. Руководство по проведению лабораторных работ по физике. – М.: Высшая школа, 2011.
4. Жданов Л.С. Естествознание. Учебник для средних специальных учебных заведений. / Жданов Л.С. Жданов Г.Л. – М..: Высшая школа, 2008.
5. Методика преподавания физики в средних специальных учебных заведениях / Под редакцией А.А.Пинского, П.И.Самойленко. – М.., 2008.
6. Кикин Д.Г. Естествознание с основами астрономии. Учебник для средних специальных учебных заведений./ Кикин Д.Г., Самойленко П.И. – М.: Высшая школа, 2010.

**ДЛЯ ЗАМЕТОК**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**ДЛЯ ЗАМЕТОК**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**ДЛЯ ЗАМЕТОК**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Анциферова Милана Борисовна,**

**преподаватель физики**

**ГБПОУ «Поволжский государственный колледж».**

**СБОРНИК МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ**

**ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ**

**ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ Физика**

***«математический и общий естественнонаучный цикл»***

***основной профессиональной образовательной программы***

***по специальности 40.02.02 Правоохранительная деятельность,***

***40.02.03 Право и судебное администрирование»***

**ДЛЯ СТУДЕНТОВ ОЧНОЙ И ЗАОЧНОЙ ФОРМ ОБУЧЕНИЯ**

**Ответственные за выпуск**

Мезенева О.В. – методист редакционно-издательской деятельности;

Перепелов В.В. – зав. копировально-множительным бюро;

Синева О.В. – методист.

Изготовлено в ГБОУ СПО «ПГК»,   
бумага офсетная, объем 4,25 п.л.

443068, Самара, ул. Луначарского, 12

**Отпечатано в копировально-множительном бюро**

**ГБОУ СПО «ПГК»**

443068, Самара, ул. Скляренко, 2