

Кировское областное государственное
профессиональное образовательное бюджетное
учреждение
«Кировский многопрофильный техникум»

Методические указания
к выполнению лабораторных работ по предмету
ОУД. 10 физика
программы подготовки специалистов среднего звена
по специальности:
08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений
и
программы подготовки квалифицированных рабочих
служащих
по профессиям:
08.01.25 Мастер отделочных строительных и
декоративных работ;
08.01.06 Мастер сухого строительства;
08.01.07. Мастер общестроительных работ

г. Киров 2020 г.

Рассмотрено и одобрено
предметной (цикловой)
комиссией преподавателей
общеобразовательных дисциплин
Протокол № от «___» _____ 20 ____ г.
Председатель ПЦК
/Храмцова С.Н. /

Согласовано
заместитель директора
по учебно-методической работе
_____/ Гиберт Е.В. /
«___» _____ 2020 г.

Рассмотрено и одобрено
предметной (цикловой)
комиссией преподавателей
общеобразовательных дисциплин
Протокол № от «___» _____ 20 ____ г.
Председатель ПЦК
/ _____ /

Согласовано
заместитель директора
по учебно-методической работе
_____/ Гиберт Е.В. /
«___» _____ 20 ____ г.

Рассмотрено и одобрено
предметной (цикловой)
комиссией преподавателей
общеобразовательных дисциплин
Протокол № от «___» _____ 20 ____ г.
Председатель ПЦК
/ _____ /

Согласовано
заместитель директора
по учебно-методической работе
_____/ Гиберт Е.В. /
«___» _____ 20 ____ г.

Автор
/Верещагина А.Г./
преподаватель КОГПОБУ
«Кировский многопрофильный
техникум».

«___» _____ 20 ____ г.

Дата актуализации	Результаты актуализации	Подпись разработчика

Содержание

Название разделов	стр.
1. Пояснительная записка	3
2. Перечень лабораторных работ	3
3. Список рекомендуемой литературы	14

1. Пояснительная записка

2. Перечень лабораторных работ

<i>Лабораторная работа №1</i>	Изучение движения тела по окружности
<i>Лабораторная работа №2</i>	Изучение закона сохранения механической энергии
<i>Лабораторная работа №3</i>	Экспериментальная проверка закона Гей-Люссака
<i>Лабораторная работа №5</i>	Изучение последовательного и параллельного соединения проводников
<i>Лабораторная работа №4</i>	Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока
<i>Лабораторная работа №6</i>	Наблюдение действия магнитного поля на ток
<i>Лабораторная работа №7</i>	Изучение явления электромагнитной индукции
<i>Лабораторная работа №8</i>	Определение ускорения свободного падения при помощи маятника
<i>Лабораторная работа №9</i>	Измерение показателя преломления стекла

<i>Лабораторная работа №10</i>	Определение оптической силы и фокусного расстояния собирающей линзы
<i>Лабораторная работа №11</i>	Измерение длины световой волны
<i>Лабораторная работа №12</i>	Изучение сплошного и линейного спектров

Раздел 1. Механика

Лабораторная работа №1 Изучение движения тела по окружности

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

Требования к результатам обучения: обучающийся должен уметь измерять физические величины, представлять результаты измерений с учетом их погрешностей, делать выводы на основе экспериментальных данных.

Оборудование: штатив с муфтой и лапкой, линейка, циркуль, динамометр лабораторный, весы с разновесами, шарик на нити, лист бумаги

Теоретическая часть.

Эксперименты проводятся с коническим маятником. Небольшой шарик движется по окружности радиусом R . При этом нить AB , к которой прикреплен шарик, описывает поверхность прямого кругового конуса. На шарик действуют две силы: сила тяжести $m\vec{g}$ и натяжение нити \vec{F} (рис. 17.2, а). Они создают центростремительное ускорение \vec{a} , направленное по радиусу к центру окружности. Модуль ускорения можно определить, кинематически. Он равен: $a =$

$$\omega^2 R = \frac{4\pi^2 R}{T^2}$$

Для определения ускорения надо измерить радиус окружности R и период обращения шарика по окружности T .

Центростремительное (нормальное) ускорение можно определить также, используя законы динамики. Согласно второму закону Ньютона: $m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{F}$. Разложим силу \vec{F} на составляющие \vec{F}_1 и \vec{F}_2 направленные по радиусу к центру окружности и по вертикали вверх. Тогда второй закон Ньютона можно записать следующим образом: $m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{F}_1 + \vec{F}_2$

Направление координатных осей выберем так, как показано на рисунке 17.2, б).

В проекции на ось O_1 Уравнение движения шарика примет вид: $0 = F_2 - mg$. Отсюда $F_2 = mg$. Составляющая \vec{F}_2 уравнивает силу тяжести $m\vec{g}$, действующую на шарик. Запишем второй закон Ньютона в проекции на ось

$$O_1 X: ma_n = F_1. \text{ Отсюда } a_n = F_1/m.$$

Модуль составляющей F_1 можно определить различными способами. Во-первых, это можно сделать пользуясь подобием треугольников OAB и FBF_1 :

$$F_1/R = mg/h$$

$$\text{Отсюда } F_1 = mgR/h \text{ и } a_n = gR/h$$

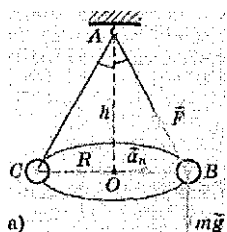
Во-вторых, модуль составляющей F_1 можно непосредственно измерить динамометром. Для этого оттягиваем горизонтально расположенным динамометром шарик на расстояние, равное радиусу R окружности (рис. 17.2, в), и определяем показание динамометра. При этом сила упругости пружины уравнивает составляющую \vec{F}_1 .

$$\text{Сопоставим все три выражения для } a_n: a = \frac{4\pi^2 R}{T^2}. a = gR/h; a = F_1/m.$$

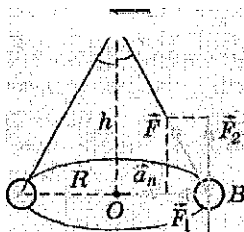
и убедимся, что числовые значения центростремительного ускорения, полученные тремя способами, близки между собой.

В данной работе с наибольшей тщательностью следует измерять время. Для этого полезно отсчитывать возможно большее число N оборотов маятника, уменьшая тем самым относительную погрешность.

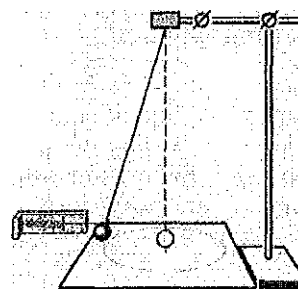
Взвешивать шарик с точностью, которую могут дать лабораторные весы, нет необходимости. Вполне достаточно взвешивать с точностью до 1 г. Высоту конуса и радиус окружности достаточно измерить с точностью до 1 см. При такой точности измерений относительные погрешности величин будут одного порядка.



а



б



в

Рис. 17.2

Порядок выполнения работы:

1. Вычертить на листе бумаги окружность радиусом около 20 см.

Измерить радиус с точностью до 1 см

2. Определить массу шарика на весах с точностью до 1 г
3. Зажать нить с шариком в лапке штатива
4. Определить высоту конического маятника. Для этого измерить расстояние по вертикали от центра шарика до точки подвеса (считаем $h \sim l$).
5. Штатив с маятником расположить так, чтобы продолжение нити проходило через центр окружности
6. Оттянуть горизонтально расположенным динамометром шарик на расстояние, равное радиусу окружности и измерить модуль F_1
7. Взять нить пальцами у точки подвеса и вращать так, чтобы шарик описывал такую же окружность, как и начерченная на бумаге
8. Отсчитать время, за которое маятник совершает 50 оборотов
9. Найти модуль центростремительного ускорения по формулам.
10. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу:

№ опыта	R	N	Δt	$T = \Delta t / N$	h	m	F_1	$a = F_1 / m$	$a = \frac{4\pi^2 R}{T^2}$	$a = gR/h$

- вопросы для обсуждения;
- инструктаж и алгоритм работы (задания);
- самостоятельная работа обучающихся (контрольное задание);
- отчет (вывод) о проделанной работе.

Список литературы:

- 1) Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика Юкласс. - М.: Просвещение, 2009
- 2) Рымкевич А.П. Физика. Задачник 10-11 кл. -М.: Дрофа, 2006

Лабораторная работа №2 Изучение закона сохранения механической энергии

Цель работы: научиться измерять потенциальную энергию поднятого над землей тела и деформированной пружины; сравнить два значения потенциальной энергии системы.

Требования к результатам обучения: обучающийся должен уметь измерять физические величины, представлять результаты измерений с учетом их погрешностей, делать выводы на основе экспериментальных данных.

Оборудование: штатив с муфтой и лапкой, динамометр лабораторный с фиксатором, линейка, груз массой m на нити длиной L .

Теоретическая часть.

Эксперимент проводится с грузом, прикрепленным к одному концу нити длиной L . Другой конец нити привязан к крючку динамометра. Если поднять груз, то пружина динамометра становится недеформированной и стрелка динамометра показывает ноль, при этом потенциальная энергия груза обусловлена только силой тяжести. Груз отпускают и он падает вниз растягивая пружину. Если за нулевой уровень отсчета потенциальной энергии взаимодействия тела с Землей взять нижнюю точку, которую он достигает при падении, то очевидно, что потенциальная энергия тела в поле силы тяжести переходит в потенциальную энергию деформации пружины динамометра:

$$mg(L + \Delta L) = k\Delta L^2/2,$$
 где ΔL — максимальное удлинение пружины, k — ее жесткость.

Трудность эксперимента состоит в точном определении максимальной деформации пружины, т. к. тело движется быстро.

Указания к работе.

Для выполнения работы собирают установку, показанную на рисунке 17.3. Динамометр укрепляется в лапке штатива.

Порядок выполнения работы.

1. Привяжите груз к нити, другой конец нити привяжите к крючку динамометра и измерьте вес груза $F_T = mg$ (в данном случае вес груза равен его силе тяжести).

2. Измерьте длину L нити, на которой привязан груз.

3. Поднимите груз до точки закрепления нити.

4. Отпустите груз и убедитесь, что фиксатор остается в промежуточном положении после падения груза (не доходит до указателя)

5. Взявшись рукой за груз, растяните пружину до начального положения фиксатора и измерьте динамометром максимальную силу упругости $F_{\text{упр}} \text{ пружины}$

6. Снять груз и по положению фиксатора измерить максимальное удлинение пружины

7. Повторить опыт

8. Вычислите потенциальную энергию поднятого груза $E'_n = mg(L + \Delta L)$.

Вычислите энергию деформированной пружины $E'' = k\Delta L^2 / 2$ Подставив выражение для k в формулу для энергии получим $E'' = F_{\text{упр}}\Delta L / 2$

9. Результаты измерений и вычислений занесите таблицу

$F_T = mg$	L	ΔL	F	$h = L + \Delta L$	p_{2cp}	$E'_n = mg(L + \Delta L)$	$E'' = F_{\text{упр}}\Delta L / 2$

11. Сравните значения энергий E'_n и E''_n . Подумайте, почему значения этих энергий совпадают не совсем точно.

Порядок выполнения работы:

- вопросы для обсуждения;
- инструктаж и алгоритм работы (задания);
- самостоятельная работа обучающихся (контрольное задание);
- отчет (вывод) о проделанной работе.

Список литературы:

- 1) Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика 10 класс. -М.: Просвещение, 2009
- 2) Рымкевич А.П. Физика. Задачник 10-11 кл. -М.: Дрофа, 2006

Раздел 2 Молекулярная физика

Лабораторная работа №3 Экспериментальная проверка закона Гей-Люссака

Цель работы: экспериментально проверить справедливость соотношения $V_1/T_1 = V_2/T_2$

Требования к результатам обучения: обучающийся должен уметь измерять физические величины, представлять результаты измерений с учетом их погрешностей, делать выводы на основе экспериментальных данных.

Оборудование:

стеклянная трубка, запаянная с одного конца, длиной 600 мм и диаметром 8—10 мм; цилиндрический сосуд высотой 600 мм и диаметром 40—50 мм, наполненный горячей водой ($t \sim 60^\circ\text{C}$); стакан с водой комнатной температуры; пластилин.

Порядок выполнения работы:

Теоретическая часть и указания к работе.

Чтобы проверить, выполняется ли закон Гей-Люссака, достаточно измерить объем и температуру газа в двух состояниях при постоянном давлении и проверить справедливость равенства $V_1/V_2 = T_1/T_2$. Это можно осуществить, используя в качестве газа воздух при атмосферном давлении.

Стеклянная трубка открытым концом вверх помещается вертикально на 3—5 мин в цилиндрический сосуд с горячей водой (рис. 17.4, а). В этом случае объем воздуха V_1 , равен объему стеклянной трубки, а температура — температуре горячей воды T_1 . Это — первое состояние. Чтобы при переходе воздуха во второе состояние его количество не изменилось, открытый конец стеклянной трубки,

находящейся в горячей воде, замазывают пластилином. После этого трубку вынимают из сосуда с горячей водой и замазанный конец быстро опускают в стакан с водой комнатной температуры (рис. 17.4, б), а затем прямо под водой снимают пластилин. По мере охлаждения воздуха в трубке вода в ней будет подниматься. После прекращения подъема воды в трубке (рис. 17.4, в) объем воздуха в ней станет равным $V_2 < V_1$ а давление $p = p_{атм} - p_{gh}$. Чтобы давление воздуха в трубке вновь стало равным атмосферному, необходимо увеличивать глубину погружения трубки в стакан до тех пор, пока уровни воды в трубке и стакане не выровняются (рис. 17.4, г). Это будет второе состояние воздуха в трубке при температуре T_2 окружающего воздуха. Отношение объемов воздуха в трубке в первом и втором состояниях можно заменить отношением высот воздушных столбов в трубке в этих состояниях, если сечение трубки постоянно по всей длине ($V_1 / V_2 = S l_1 / S l_2 = l_1 / l_2$). Поэтому в работе следует сравнивать отношения l_1 / l_2 и T_1 / T_2 . Длина воздушного столба измеряется линейкой, температура - термометром.

Порядок выполнения работы.

1. Подготовьте бланк отчета с таблицей (см. табл. 1) для записи результатов измерений и вычислений (инструментальные погрешности определяются с помощью таблицы 1 в учебнике).

Таблица 1

Измерено					Вычислено					
L ₁ , мм	L ₂ , мм	T ₁ , °C	T ₂ , °C	Δ _и L, мм	Δ ₀ L, мм	ΔL, мм	T ₁ , °K	T ₂ , °K	ΔT, °K	Δ ₀ T, °K
Вычислено										
ΔT, °K	l ₁ /l ₂	ε ₁ , %	Δ ₁	T ₁ /T ₂	ε ₁ , %	Δ ₂				

2. Подготовьте стакан с водой комнатной температуры и сосуд с горячей водой.

3. Измерьте длину L_1 стеклянной трубки и температуру воды в цилиндрическом сосуде.

4. Приведите воздух в трубке во второе состояние так, как об этом рассказано выше. Измерьте длину L_2 воздушного столба в трубке и температуру окружающего воздуха T_2 .

5. Вычислите отношения l_1/l_2 и T_1/T_2 , относительные (ϵ_1 и ϵ_2) и абсолютные (Δ_1 и Δ_2) погрешности измерений этих отношений по формулам

$$\epsilon_1 = \frac{\Delta L}{L_1} + \frac{\Delta L}{L_2}$$

$$\Delta_1 = \frac{L_1}{L_2} \epsilon_1$$

$$\epsilon_2 = \frac{\Delta T}{T_1} + \frac{\Delta T}{T_2}$$

$$\Delta_2 = \frac{T_1}{T_2} \epsilon_2$$

6. Сравните отношения l_1/l_2 и T_1/T_2 (см п. 3 введения к лабораторным работам).

7. Сделайте вывод о справедливости закона Гей-Люссака.

Порядок выполнения работы:

- вопросы для обсуждения;
- инструктаж и алгоритм работы (задания);
- самостоятельная работа обучающихся (контрольное задание);
- отчет (вывод) о проделанной работе.

Список литературы:

- 1) Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика 10 класс. - М.: Просвещение, 2009
- 2) Рымкевич А.П. Физика. Задачник 10-11 кл. - М.: Дрофа, 2006

Раздел 3 Основы электродинамики

***Лабораторная работа №4* Изучение последовательного и параллельного соединения проводников**

Цель работы:

Требования к результатам обучения: обучающийся должен уметь измерять ряд физических величины, представлять результаты измерений с учетом их погрешностей, делать выводы на основе экспериментальных данных.

Оборудование: Источник тока, два проволочных резистора, амперметр, вольтметр, реостат

Порядок выполнения работы:

1. Подготовьте бланк отчета для записи результатов измерений и вычислений
2. Соберите цепь для изучения последовательного соединения резисторов; измерьте силу тока и напряжения; проверьте выполнение закона соединения; сделайте вывод.
3. Соберите цепь для изучения параллельного соединения резисторов; измерьте токи и напряжение; проверьте выполнение закона соединения; сделайте вывод.
 - вопросы для обсуждения;
 - инструктаж и алгоритм работы (задания);
 - самостоятельная работа обучающихся (контрольное задание);
 - отчет (вывод) о проделанной работе.

Список литературы:

- 1) Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика Юкласс. - М.: Просвещение, 2009
- 2) Рымкевич А.П. Физика. Задачник 10-11 кл. - М.: Дрофа, 2006

Лабораторная работа №5

Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока

Цель работы: научиться измерять ЭДС источника тока и косвенными измерениями определять его внутреннее сопротивление.

Требования к результатам обучения: обучающийся должен уметь измерять ряд физических величины, представлять результаты измерений с учетом их погрешностей, делать выводы на основе экспериментальных данных.

Оборудование: аккумулятор или батарейка для карманного фонаря, вольтметр, амперметр, реостат, ключ.

Указания к работе.

При разомкнутом ключе (рис. 17.5 учебника) ЭДС источника тока равна напряжению на внешней цепи. В эксперименте источник тока замкнут на вольтметр, сопротивление которого R_v много больше внутреннего сопротивления источника тока r . Обычно сопротивление источника тока достаточно мало, поэтому для измерения напряжения можно использовать школьный вольтметр со шкалой 0—6 В и сопротивлением $R_v = 900$ Ом (см. надпись под шкалой прибора). Так как $R_v \gg r$, отличие ε от U не превышает десятых долей процента, а потому погрешность измерения ЭДС равна погрешности измерения напряжения. Внутреннее сопротивление источника тока можно измерить косвенным путем, сняв показания амперметра и вольтметра при замкнутом ключе. Действительно, из закона Ома для замкнутой цепи (см. § 108) получаем $\varepsilon = U + Ir$, где $U = IR$ — напряжение на внешней цепи (R — сопротивление реостата). Поэтому $r_{\text{пр}} = (\varepsilon_{\text{пр}} - U_{\text{пр}}) / I_{\text{пр}}$. 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 учебник стр 353

Порядок выполнения работы.

1. Подготовьте бланк отчета со схемой электрической цепи и таблицей 6 для записи результатов измерений и вычислений.

2. Соберите электрическую цепь согласно рисунку 17.5. Проверьте надежность электрических контактов, правильность подключения амперметра и вольтметра.

3. Проверьте работу цепи при разомкнутом и замкнутом ключе.

4. Измерьте ЭДС источника тока.

5. Снимите показания амперметра и вольтметра при замкнутом ключе и вычислите $\eta_{пр}$. Вычислите абсолютную и относительную погрешности измерения ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока, используя данные о классе точности приборов.

6. Запишите результаты измерений ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока: По формулам см. учебник стр.354

- вопросы для обсуждения;
- инструктаж и алгоритм работы (задания);
- самостоятельная работа обучающихся (контрольное задание);
- отчет (вывод) о проделанной работе.

Лабораторная работа №6 Наблюдение действия магнитного поля на ток

Цель работы: Определение способов действия магнитного поля на проводочный моток

Требования к результатам обучения: обучающийся должен уметь описывать и объяснять действие магнитного тока на рамку с током, делать выводы на основе экспериментальных данных.

Оборудование: проводочный моток, штатив, источник постоянного тока, реостат, ключ, соединительные провода, дугообразный магнит.

Теоретическая часть.

Для изучения магнитного поля берут замкнутый контур малых (по сравнению с расстояниями, на которых магнитное поле заметно изменяется) размеров. Если подвесить на гибких проводах плоскую рамку с током между полюсами магнита, то рамка будет поворачиваться до тех пор, пока ее плоскость не установится перпендикулярно линии, соединяющей полюсы магнита. Таким образом, магнитное поле оказывает на рамку с током ориентирующее действие.

Ориентирующее действие магнитного поля на рамку с током можно использовать для определения направления вектора магнитной индукции.

Для этого служит правило буравчика: *если направление вращения ручки буравчика совпадает с направлением тока в рамке, то направление поступательного движения буравчика указывает направление вектора магнитной индукции.*

Магнитное поле действует на все участки проводника с током. Зная силу, действующую на каждый малый участок проводника, можно вычислить силу, действующую на весь замкнутый проводник в целом.

Этот закон был установлен Ампером (*запишите формулу и формулировку самостоятельно, сделайте рисунок*), а силу, действующую на участок проводника, назвали силой Ампера.

Чтобы определить направление силы Ампера используют правило левой руки: *если левую руку расположить так, чтобы перпендикулярная проводнику составляющая вектора магнитной индукции входила в ладонь, а четыре вытянутых пальца были направлены по направлению тока в проводнике, то отогнутый на 90° большой палец укажет направление силы, действующей на отрезок проводника.*

Порядок выполнения работы:

1. Подвесьте проволочный моток к штативу, подсоедините его к источнику тока последовательно с реостатом и ключом. Предварительно ключ должен быть разомкнут, движок реостата установлен на максимальное сопротивление.
2. Поднесите к висящему мотку магнит и, замыкая ключ, наблюдайте движение мотка.
3. Выберите несколько характерных вариантов относительного расположения мотка и магнита и зарисуйте их, указав направление магнитного поля, направление тока и предполагаемое движение мотка относительно магнита.
4. Проверьте на опыте правильность предположений о характере и направлении движения мотка.

Отчет (вывод) о проделанной работе

Включает следующие пункты (должны быть записаны в тетрадь):

1. Название работы
2. Цель
3. Оборудование
4. Краткая теория (изучаемый объект и явление, закон, рисунок)
5. Результаты работы (см ниже)

6. Вывод
7. Ответы на контрольные задания

Результаты работы

Должны быть представлены в виде рисунков (направление тока в обмотке, линий магнитной индукции постоянного магнита, направление силы Ампера)

Рисунок – для каждого случая расположения мотка и магнита

Контрольное задание

Определите силу, действующую на часть прямолинейного проводника длиной 20 см в однородном магнитном поле с индукцией 40 мТл при разных углах между направлениями тока и вектором магнитной индукции: 1) 90° , 2) 60° , 3) 30° , 4) 0° . Сила тока равна 10 А.

Лабораторная работа №7 Изучение явления электромагнитной индукции

Цель работы: *Экспериментальное изучение явления электромагнитной индукции и проверка правила Ленца*

Требования к результатам обучения: обучающийся должен уметь определять с помощью магнитной стрелки расположение магнитных полюсов катушки с током, зарисовать схемы опытов и делать выводы на основе экспериментальных данных.

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

Теоретическая часть.

Явление электромагнитной индукции заключается в возникновении электрического тока в контуре, который либо покоится в переменном по времени магнитном поле, либо движется в постоянном магнитном поле таким образом, что число линий магнитной индукции, пронизывающий контур, меняется. В нашем случае разумнее было бы менять во времени магнитное поле, так как оно создается движущимися (свободно) магнитом. Согласно правилу Ленца, возникающий в замкнутом контуре индукционный ток своим магнитным полем противодействует тому изменению магнитного потока, которым он вызван. В данном случае наблюдать это мы можем по отклонению стрелки миллиамперметра.

Порядок выполнения работы:

Подготовка к проведению работы

1. Вставьте в одну из катушек железный сердечник, закрепив его гайкой. Подключите эту катушку через миллиамперметр, реостат и ключ к источнику питания. Замкните ключ и с помощью магнитной стрелки (компас) определите расположение магнитных полюсов катушки с током. Зафиксируйте, в какую сторону отклоняется при этом стрелка миллиамперметра. В дальнейшем при выполнении работы можно будет судить о расположении магнитных полюсов катушки с током по направлению отклонения стрелки миллиамперметра.

2. Отключите от цепи реостат и ключ, замкните миллиамперметр на катушку, сохранив порядок соединения их клемм.

Проведение эксперимента

1. Приставьте сердечник к одному из полюсов дугообразного магнита и вдвиньте внутрь катушки, наблюдая одновременно за стрелкой миллиамперметра.
2. Повторите наблюдение, выдвигая сердечник из катушки, а также меняя полюса магнита.
3. Зарисуйте схему опыта и проверьте выполнение правила Ленца в каждом случае.
4. Расположите вторую катушку рядом с первой так, чтобы их оси совпадали.
5. Вставьте в обе катушки железные сердечники и присоедините вторую катушку через выключатель к источнику питания.
6. Замыкая и размыкая ключ, наблюдайте отклонение стрелки миллиамперметра.
7. Зарисуйте схему опыта и проверьте выполнение правила Ленца.

Отчет (вывод) о проделанной работе

Включает следующие пункты (должны быть записаны в тетрадь):

1. Название работы
2. Цель
3. Оборудование
4. Краткая теория
5. Результаты работы (схемы опытов)
6. Вывод

Раздел 4. Колебания и волны

Лабораторная работа №8 *Определение ускорения свободного падения при помощи маятника*

Цель работы: определить ускорение свободного падения.

Требования к результатам обучения: обучающийся должен уметь измерять физические величины, представлять результаты измерений с учетом их погрешностей, делать выводы на основе экспериментальных данных.

Оборудование: часы с секундной стрелкой, измерительная лента с погрешностью $\Delta_l = 0,5$ см, шарик с отверстием, нить, штатив с муфтой и кольцом.

Теоретическая часть.

Для измерения ускорения свободного падения применяются разнообразные гравиметры, в частности маятниковые приборы. С их помощью удастся измерить ускорение свободного падения с абсолютной погрешностью порядка 10^{-5} м/с².

В работе используется простейший маятник — шарик на нити. При малых размерах шарика по сравнению с длиной нити и небольших отклонениях от положения равновесия период колебаний равен периоду колебаний математического маятника $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$. Для увеличения точности измерения периода нужно измерить время t достаточно большого числа N полных колебаний маятника. Тогда период $T = \frac{t}{N}$, и ускорение свободного падения может быть

вычислено по формуле $g = 4\pi^2 \frac{lN^2}{t^2}$

Порядок выполнения работы:

1. Установите на краю стола штатив. У его верхнего конца укрепите с помощью муфты кольцо и подвесьте к нему шарик на нити. Шарик должен висеть на расстоянии l —2 см от пола.
2. Измерьте лентой длину l маятника (длина маятника должна быть не менее 50 см).
3. Возбудите колебания маятника, отклонив шарик в сторону на 5—8 см и отпустив его.
4. Измерьте в нескольких экспериментах время t **50 колебаний (N)** маятника и вычислите t_{cp} : $t_{cp} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + \dots}{n}$, где n — число

опытов по измерению времени.

5. Вычислите среднюю абсолютную погрешность измерения времени

и результаты занесите в таблицу.

Номер	t , с	t_{cp} , с	Δt , с	Δt_{cp} , с	l , м
1					
2					
3					
4					
5					
6					

6. $\Delta t_{cp} = (|t_1 - t_{cp}| + |t_2 - t_{cp}| + |t_3 - t_{cp}| + \dots) : n$

7. Вычислите ускорение свободного падения по формуле $g_{cp} = 4\pi^2 \frac{ln^2}{t_{cp}^2}$

8. Определите относительную погрешность измерения времени $\varepsilon_t = \Delta t_{cp} / t_{cp}$.

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

10. Вычислить относительную погрешность измерения g по формуле $\varepsilon_g = \varepsilon_l + 2\varepsilon_\pi + 2\varepsilon_t$

11. Учитывая, что погрешностью округления π можно пренебречь, если $\pi = 3,14$; также можно пренебречь ε_l , если она в 4 раза (и более) меньше $2\varepsilon_t$.

12. Определите $\Delta g = \varepsilon_g g_{cp}$ и запишите результат измерения в виде

$$g_{cp} - \Delta g \leq g \leq g_{cp} + \Delta g.$$

13. Убедитесь в достоверности измерений и проверьте принадлежность известного значения g полученному интервалу.

Отчет (вывод) о проделанной работе

Включает следующие пункты (должны быть записаны в тетрадь):

7. Название работы
8. Цель
9. Оборудование
10. Краткая теория
11. Результаты работы (заполнение таблицы, расчет погрешностей)
12. Вывод

Раздел 5 Оптика

Лабораторная работа №9 Определение показателя преломления стекла

Цель работы: измерить показатель преломления стеклянной пластины

Требования к результатам обучения: обучающийся должен уметь измерять физические величины, представлять результаты измерений с учетом их погрешностей, делать выводы на основе экспериментальных данных.

Оборудование: стеклянная пластина, имеющая форму трапеции; три булавки; циркуль и линейка

Теоретическая часть и указания к работе:

На одну из параллельных граней пластины наклонно к ней направляют узкий световой пучок. Проходя через пластину, этот пучок света испытывает двукратное преломление. Вместо падающего светового луча будем использовать 2 булавки: одну воткнуть на границе воздух-стекло (вдоль одной из параллельных граней точка В), вторую (точка 1 или 2) – произвольно, но по эту же сторону. Чтобы определить направление преломленного луча, надо вдоль второй параллельной грани воткнуть третью иголку (в точку F) так, чтобы глядя сквозь пластинку она бы закрывала обе предыдущие булавки.

Показатель преломления стекла относительно воздуха определяется по формуле $n = \sin \alpha / \sin \beta$

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

Так как $\sin \alpha = \frac{AE}{AB}$, $\sin \beta = \frac{CD}{BC}$ и $AB = BC$, то формула для определения

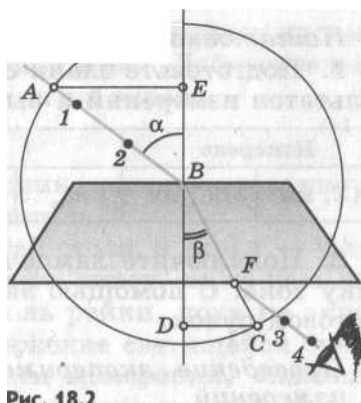
показателя преломления стекла примет вид $n_{\text{пр}} = \frac{AE}{CD}$

Порядок выполнения работы:

- Подготовьте бланк отчета с таблицей для записи результатов измерений и вычислений.

Измерено		Вычислено				
AE, мм	CD, мм	$n_{\text{пр}}$	ΔAE , мм	ΔCD , мм	ε , %	Δn

- Перед тем как втыкать булавки, пластину располагают на столе на листе бумаги в клетку так, чтобы одна из ее параллельных граней совпала с предварительно отмеченной линией на бумаге. Эта линия укажет границу раздела сред воздух — стекло. Тонко очиненным карандашом проводят линию вдоль второй параллельной грани. Эта линия изображает границу раздела сред стекло — воздух. Можно просто обвести пластину карандашом.
- После этого, не смещая пластины, начинают втыкать булавки. Вдоль падающего на пластину и вышедшего из нее световых пучков тонко очиненным карандашом ставят точки **I**, **B** и **F** (рис. 18.1). После этого булавки убирают, пластину снимают и с помощью линейки прочерчивают входящий и преломленный лучи.
- Через точку **B** границы раздела сред воздух – стекло проводят перпендикуляр к границе, отмечают углы падения α и преломления β .
- Далее с помощью циркуля проводят окружность с центром в точке **B** и строят прямоугольные треугольники **ABE** и **CBD**.



- Записать результаты измерений в таблицу.
- Провести вычисления погрешностей и показателя преломления стекла.
- Длины отрезков AE и DC измеряют по миллиметровой бумаге или с помощью линейки. При этом в обоих случаях инструментальную погрешность можно считать равной 1 мм. Погрешность отсчета надо взять также равной 1 мм для учета неточности в расположении линейки относительно края светового пучка. ($\Delta AE = \Delta CD = \Delta_{\text{и}} + \Delta_{\text{о}}$)
- Максимальную относительную погрешность ϵ измерения показателя преломления определяют по формуле $\epsilon = \frac{\Delta AE}{AE} + \frac{\Delta CD}{CD}$
- Максимальная абсолютная погрешность определяется по формуле $\Delta n = n_{\text{пр}} \epsilon$.
- Окончательный результат измерения показателя преломления записывается так: $n = n_{\text{пр}} \pm \Delta n$.
- Повторите то же при другом угле падения.
- Сравните результаты, полученные по формулам (п.11):

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

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

(проверить, перекрываются ли интервалы)
- Сделайте вывод о зависимости (или независимости) показателя преломления от угла падения. (Метод сравнения результатов измерений изложен во введении к лабораторным работам в учебнике физики для X класса.)

Отчет (вывод) о проделанной работе

Включает следующие пункты (должны быть записаны в тетрадь):

1. Название работы
2. Цель
3. Оборудование
4. Краткая теория
5. Результаты работы (см. выше)
6. Вывод (п.14)
7. Контрольный вопрос:

Чтобы определить показатель преломления стекла, достаточно измерить транспортиром углы α и β и вычислить отношение их синусов. Какой из методов определения показателя преломления предпочтительнее: этот или использованный в работе?

Лабораторная работа №11 Определение оптической силы и фокусного расстояния собирающей линзы

Цель работы: определить оптическую силу и фокусное расстояние собирающей линзы

Требования к результатам обучения: обучающийся должен уметь измерять ряд физических величины, представлять результаты измерений с учетом их погрешностей, делать выводы на основе экспериментальных данных.

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

Теоретическая часть и указания к работе.

Простейший способ измерения оптической силы и фокусного расстояния линзы основан на использовании формулы линзы $1/d + 1/f = D$ или $1/d + 1/f = 1/F$

F – главный фокус линзы.

Это точка, в которой пересекаются после преломления в собирающей линзе лучи, идущие на нее параллельно главной оптической оси. Расстояние от оси линзы до этой точки называется фокусным расстоянием и обозначается тоже F

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

Порядок проведения эксперимента

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

2. Поставьте лампочку на край стола, а экран — у другого края. Между ними поместите линзу, включите лампочку и передвигайте линзу вдоль рейки, пока на экране не будет получено резкое изображение светящейся буквы.

Для уменьшения погрешности измерений, связанной с настройкой на резкость, целесообразно получить уменьшенное (и, следовательно, более яркое) изображение.

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

При неизменном d повторите опыт несколько раз, каждый раз заново

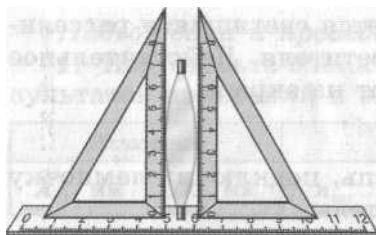
получая резкое изображение. Результаты измерений расстояний (в миллиметрах) занесите в таблицу.

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

4. Вычислите $f_{\text{ср}}(\frac{f_1+f_2+f_3}{3})$, $D_{\text{ср}}$ (по формуле для тонкой линзы), $F_{\text{ср}}$ ($F=1/D$).

5. Вычислите абсолютные погрешности измерения Δd и Δf . Следует иметь в виду, что измерение расстояний d и f не может быть проведено с погрешностью, меньшей половины толщины линзы h .

Так как опыты проводятся при неизменном d , то $\Delta d = h/2$. Погрешность измерения f будет больше из-за неточности настройки на резкость примерно еще на $h/2$. Поэтому $\Delta f = h/2 + h/2 = h$. Определение толщины линзы h смотри рисунок:



6. Вычислите абсолютную погрешность измерения оптической силы линзы ΔD по формуле $\Delta D = \Delta d/d^2 + \Delta f/f^2$.

7. Запишите результат в форме $D = D_{\text{ср}} \pm \Delta D$, $F_{\text{ср}} = \dots$ и
 $D_{\text{ср}} - \Delta D \leq D \leq D_{\text{ср}} + \Delta D$, $F_{\text{ср}} = \dots$

Отчет (вывод) о проделанной работе.

Включает следующие пункты (должны быть записаны в тетрадь):

- 1) Название работы
- 2) Цель
- 3) Оборудование
- 4) Краткая теория
- 5) Результаты работы (заполнение таблицы, расчет погрешностей)
- 6) Вывод (п.7)
- 7) Контрольные вопросы (ответить письменно):
 - Моделью какого объекта является световой луч?

- Каковы границы применимости световой оптики?
- Существуют ли в природе точечные источники света?
- В каком случае нельзя использовать модель тонкой линзы для описания прохождения света через линзу?

Лабораторная работа №10 Измерение длины световой волны

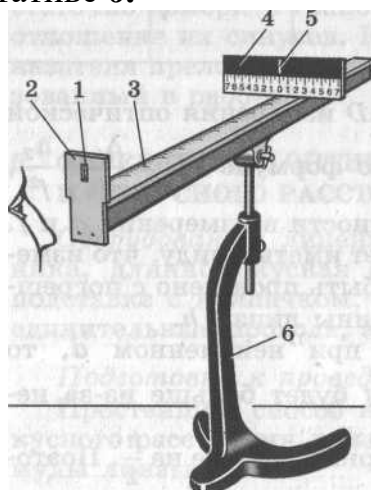
Цель работы: научиться косвенными измерениями определять длину световой волны красного и фиолетового цветов.

Требования к результатам обучения: обучающийся должен уметь измерять ряд физических величины, представлять результаты измерений, делать выводы на основе экспериментальных данных.

Оборудование: дифракционная решетка с периодом $\frac{1}{100}$ мм, измерительная установка, штатив, источник света(свеча).

Теоретическая часть и указания к работе.

Решетка **1** устанавливается в держателе **2**, который прикреплен к концу линейки **3**. На линейке же располагается черный экран **4** с узкой вертикальной щелью **5** посередине. Экран может перемещаться вдоль линейки, что позволяет изменять расстояние между ним и дифракционной решеткой. На экране и линейке имеются миллиметровые шкалы. Вся установка крепится на штативе **6**.



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

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

Поскольку углы, под которыми наблюдаются максимумы 1-го и 2-го порядков, не превышают 5° , можно вместо синусов углов использовать их тангенсы $\tan \varphi = \frac{b}{a}$, где a — расстояние от решетки до экрана, отсчитывают по линейке, результат записывают в метрах; b — расстояние от щели до выбранной линии спектра отсчитывают по шкале экрана в миллиметрах.

Окончательная формула для определения длины волны имеет вид $\lambda = \frac{db}{ka}$, где k — порядок спектра, d — период решетки в метрах ($1/100 \text{ мм} = 0,01 \text{ мм} = 0,01 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 10^{-5} \text{ м}$)

В этой работе погрешность измерений длин волн не оценивается из-за некоторой неопределенности выбора середины части спектра данного цвета.

Порядок выполнения работы.

- 1) Подготовьте бланк отчета с таблицей для записи результатов измерений и вычислений:

Измерено					Вычислено			
№	a, м	b, $\times 10^{-3}$ м	k	d, м	$\lambda_{\text{кр}}, \text{ м}$	$\lambda_{\text{кр ср}}, \text{ м}$	$\lambda_{\text{ф}}, \text{ м}$	$\lambda_{\text{ф ср}}, \text{ м}$
1(к)			1					
2(к)								
3(ф)								
4(ф)								

- 2) Соберите измерительную установку, установите экран на расстоянии 50 см от решетки
- 3) Глядя сквозь дифракционную решетку и щель в экране на источник света, и перемещая решетку в держателе, установите ее так, чтобы дифракционные спектры располагались параллельно шкале экрана.
- 4) Измерьте расстояние (a) от щели до красной полосы в спектре первого порядка справа и слева от щели.
- 5) Вычислите длину волны красного цвета в обоих случаях.
- 6) Определите среднее значение результатов измерения длины волны красного цвета.
- 7) Прodelайте тоже самое для фиолетового цвета.(п.4,5,6)

- 8) Сравните полученные результаты с длинами волн красного и фиолетового цвета на рис. V, 1 цветной вклейки.
- 9) Напишите вывод о полученных результатах сравнения (получили ... , а на вклейке ..., результаты почти совпадают(или не совпадают, т.к. ...))

Отчет (вывод) о проделанной работе.

Включает следующие пункты (должны быть записаны в тетрадь):

- 1) Название работы
- 2) Цель
- 3) Оборудование
- 4) Краткая теория
- 5) Результаты работы (заполнение таблицы, расчеты)
- 6) Вывод (п.9)

Контрольный вопрос (ответить письменно):

Чем отличается дифракционный спектр от дисперсионного?

Лабораторная работа №12 Наблюдение сплошного и линейчатого спектров

Цель работы: наблюдение сплошного и линейчатых спектров излучения ионизированных газов, выделить основные отличительные признаки сплошного и линейчатого спектров.

Требования к результатам обучения: обучающийся должен уметь измерять ряд физических величины, представлять результаты измерений, делать выводы на основе экспериментальных данных.

Оборудование: проекционный аппарат, спектральные трубки с водородом, неоном или гелием, высоковольтный индуктор, источник питания, штатив, соединительные провода, стеклянная пластина со скошенными гранями.

Теоретическая часть и указания к работе.

Дневной свет мы видим основные цвета полученного сплошного спектра в следующем порядке: фиолетовый, синий, голубой, зеленый, желтый, оранжевый, красный. Данный спектр непрерывен. Это означает, что в спектре представлены волны всех

длин. Сплошные спектры дают тела, находящиеся в твердом или жидком состоянии, а также сильно сжатые газы. Линейчатые же спектры дают вещества в газообразном атомарном состоянии.

Порядок выполнения работы.

1. Расположите спектроскоп горизонтально перед глазом. Сквозь грани, составляющие угол 45° , наблюдайте светлую вертикальную полосу на экране – изображение раздвижной щели проекционного аппарата.
2. Выделите основные цвета полученного сплошного спектра и записать их в наблюдаемой последовательности.
3. Повторите опыт, рассматривая полосу через грани, образующие угол 60° . Запишите различия в виде спектров.
4. Наблюдайте линейчатые спектры различных веществ, рассматривая светящиеся спектральные трубки сквозь грани стеклянной пластины.. Запишите наиболее яркие линии спектров.

Отчет (вывод) о проделанной работе.

Включает следующие пункты (должны быть записаны в тетрадь):

- 1) Название работы
- 2) Цель
- 3) Оборудование
- 4) Краткая теория
- 5) Результаты работы
- 6) Вывод

Информационное обеспечение

Основные источники:

1. Мякишев Г.Я. Физика 10 класс/ Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский – М.: Просвещение, 2017. -416с.
2. Мякишев Г.Я. Физика 11 класс/ Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский – М.: Просвещение, 2017. -432с.
3. Рымкевич А.П. Задачник по физике 10 класс/ А.П Рымкевич – М.:Посвещение, 2017 -188с.

Дополнительные источники:

1. Касьянов В.А. Физика 10 класс/ В.А. Касьянов-М.: Дрофа, 2014.- 416с.
2. Касьянов В.А. Физика 11класс/ В.А. Касьянов-М.: Дрофа, 2014.- 417с.
3. Волков В.А. Поурочные разработки по физике 10 класс/ В.А Волков. – М.:ВАКО,2014 -400с.

4. Волков В.А. Поурочные разработки по физике 11 класс/ В.А Волков. – М.:ВАКО,2014 -464с.

Интернет-ресурсы:

1. Занимательная физика. Вопросы и ответы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.afizika.ru> , свободный. – Загл. с экрана.
2. Сайт газеты «Физика» (приложение к газете «Первое сентября») [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fiz.1september.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.
3. Физикон. Курс «Открытая физика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://physics.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.
4. Образовательный сайт по физике. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://barsic.spbu.ru/www/edu/edunet.html>, свободный. – Загл. с экрана.
5. Физическая энциклопедия школьников. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.afportal.ru/catalogue/phys/1>, свободный. – Загл. с экрана.

Материально-техническое обеспечение (Перечень учебно-наглядных пособий)

1. Мякишев Г.Я. Физика 10 класс/ Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский – М.: Просвещение, 2017. -416с.
2. Мякишев Г.Я. Физика 11 класс/ Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский – М.: Просвещение, 2017. -432с.
3. Рымкевич А.П. Задачник по физике 10 класс/ А.П Рымкевич – М.:Посвещение, 2017 -188с.
4. Касьянов В.А. Физика 10 класс/ В.А. Касьянов-М.: Дрофа, 2014.- 416с.
5. Касьянов В.А. Физика 11класс/ В.А. Касьянов-М.: Дрофа, 2014.- 417с.
6. Пособие для молекулярной физики - ламинированная таблица Менделеева
7. Пособие на каждый урок и на экзамен - формулы по физики в табличном варианте
8. [Стенд «Международная система единиц»](#)
9. [Стенд «Основные физические константы»](#)