

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»
в г. Петровске



УТВЕРЖДАЮ
Директор филиала СГТУ
имени Гагарина Ю.А. в г.Петровске
Е.А.Бесшапошникова
«30» июня 2021 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

по дисциплине

ОУД.10 «Физика (углубленный уровень)»

специальности

13.02.07 «Электроснабжение (по отраслям)»

Методические указания рассмотрены
на заседании предметной (цикловой) комиссии
общеобразовательных, ОГСЭ и ЕН дисциплин,
профессиональных модулей специальностей
социально-экономического профиля
«14» июня 2021 года, протокол № 13

Председатель ПЦК Мед /О.В.Медведева/

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические указания по выполнению лабораторных работ разработаны в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Физика (углубленный уровень)», требованиями ФГОС СПО по специальности 13.02.07 «Электроснабжение (по отраслям)», утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 14.12.2017 г., №1216, ФГОС среднего общего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 17.05.2012 № 413 и примерной программой общеобразовательной учебной дисциплины «Физика» для профессиональных образовательных организаций, рекомендованных Федеральным государственным автономным учреждением «Федеральный институт развития образования» (ФГАУ «ФИРО») в качестве примерных программы для реализации основной профессиональной образовательной программы СПО на базе основного общего образования с получением среднего общего образования (Протокол № 3 от 21 июля 2015 г. Регистрационный номер рецензии 375 от 23 июля 2015 г. ФГАУ «ФИРО») (с изменениями и дополнениями от 25.05.2017 г.).

Содержание программы учебной дисциплины «Физика (углубленный уровень)» направлено на достижение следующих целей:

- освоение знаний о фундаментальных физических законах и принципах, лежащих в основе современной физической картины мира; наиболее важных открытиях в области физики, оказавших определяющее влияние на развитие техники и технологии; методах научного познания природы;
- овладение умениями проводить наблюдения, планировать и выполнять эксперименты, выдвигать гипотезы и строить модели, применять полученные знания по физике для объяснения разнообразных физических явлений и свойств веществ; практического использования физических знаний; оценивать достоверность естественнонаучной информации;
- развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей в процессе приобретения знаний и умений по физике с использованием различных источников информации и современных информационных технологий;
- воспитание убежденности в возможности познания законов природы; использования достижений физики на благо развития человеческой цивилизации; необходимости сотрудничества в процессе совместного выполнения задач, уважительного отношения к мнению оппонента при обсуждении проблем естественнонаучного содержания; готовности к морально-этической оценке использования научных достижений, чувства ответственности за защиту окружающей среды;
- использование приобретенных знаний и умений для решения практических задач повседневной жизни, обеспечения безопасности собственной жизни, рационального природопользования и охраны окружающей среды.

При выполнении лабораторных работ студент должен **знать:**

- законы, которым подчиняются природные явления, величины, которыми описываются свойства и поведения вещества и поля, физическое явление, гипотеза, закон, теория, вещество, взаимодействие, электромагнитное поле, волна, фотон, атомное ядро, атом, ионизирующие излучения, планета, звезда, солнечная система, галактика, вселенная;

При выполнении лабораторных работ студент должен **уметь:**

-решать задачи используя изученные законы, оперировать единицами измерения физических величин.

-навыками самостоятельного приобретения знаний с использованием интернета, учебной и справочной литературы. Работать с физическим оборудованием.

Содержание лабораторных занятий определено рабочей программой и тематическим планированием, соответствует теоретическому материалу изучаемых разделов учебной дисциплины.

Объём лабораторных занятий по дисциплине определяется учебным планом по данной специальности.

Продолжительность лабораторной работы - 2 академических часа. Перед проведением лабораторной работы преподавателем организуется инструктаж, а по ее окончании – обсуждение итогов.

Комплект методических указаний по выполнению лабораторных работ дисциплины «Физика (углубленный уровень)» содержит 13 лабораторных занятий.

ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1.

Тема: Законы сохранения в механике.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2.

Тема: Законы сохранения в механике.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3.

Тема: Законы сохранения в механике.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

Тема: Законы сохранения в механике.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

Тема: Свойства твердых тел

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

Тема: Свойства твердых тел

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

Тема: Электромагнитная индукция

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

Тема: Электромагнитная индукция

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

Тема: Электромагнитные волны

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10

Тема: Волновые свойства света

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 11

Тема: Волновые свойства света

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 12

Тема: Волновые свойства света

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 13

Тема: Волновые свойства света

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1.

Тема: Законы сохранения в механике.

Цель работы: Лабораторная установка «Модель копра» позволяет иллюстрировать применимость законов сохранения в механике: закона сохранения импульса, закона сохранения полной механической энергии, а также закона изменения полной механической энергии.

При работе на данной установке определяется сила сопротивления грунта при забивке свай, оценивается доля энергии, затраченной на деформацию при неупругом ударе, а также замкнутость системы копр – свая.

Принадлежности: установка «Модель копра», габаритные размеры:

длина – не более 420 мм

ширина – 100 ± 5 мм

высота – не более 650 мм

масса – не более 8 кг

масса гири – (435 ± 1) г

масса груза m_1 – (319 ± 1) г

масса свай m_2 – (121 ± 1) г

Состав изделия и комплект поставки:

– основание установки в сборе с разрезной втулкой и свайей – 1 шт.

– направляющая в сборе с защелкой и грузом – 1 шт.

– рычаг – 1 шт.

– гиря – 1 шт.

Устройство и принцип работы

Модель копра (рис. 1) состоит из груза 1, который может перемещаться по вертикальной направляющей, и свай 2, которая с большим трением скользит в разрезной втулке 3. Сила трения между свайей и втулкой создается за счет силы нормального давления на одну из половин втулки со стороны малого плеча рычага 4. По рычагу 4 скользит гиря 5, передвигая которую можно изменять силу нормального давления.

Для удержания груза 1 на некоторой высоте служит защелка 7, которую можно перемещать по направляющей и закреплять в нужном положении стопорными винтами. Для закрепления груза последний поднимается с небольшим усилием до соприкосновения с защелкой. Освобождение груза производится нажатием на ручку 8 защелки.

Высота груза и свай до и после удара измеряется по вертикальной линейке с помощью указателей, прикрепленных к грузу и сваяе.

При определении силы сопротивления грунта можно четко разграничивать три этапа движения груза и свай:

1) почти свободное падение груза (трением между грузом и направляющей можно пренебречь);

2) неупругое взаимодействие (неупругий удар) между свайей и грузом;

3) совместное движение свай и груза после удара до полной остановки.

Рассмотрим последовательно все этапы движения. При падении груза с высоты H потенциальная энергия, обусловленная взаимодействием груза с

Землей, переходит в кинетическую энергию движения груза. Здесь имеет место закон сохранения полной механической энергии, так как в системе груз – Земля внутренняя сила консервативна, а работа внешних сил равна нулю, т. е. имеет место равенство $\Delta W = \Delta W_k + \Delta W_n = 0$.

На данном этапе изменение кинетической энергии груза

$$\Delta W = m_I v_I^2 / 2,$$

где m_I – масса груза, v_I – скорость груза непосредственно перед ударом о сваю.

Изменение потенциальной энергии груза определяется тем, что он опустился с высоты H , на которую был поднят над сваей, – $m_I g H$. Следовательно, изменение полной механической энергии

$$\Delta W = m_I v_I^2 / 2 - m_I g H = 0.$$

Отсюда можно найти скорость груза v_I непосредственно перед ударом о сваю:

$$V_I = (2gH)^{1/2}. \quad (1)$$

При дальнейшем движении груза происходит неупругое соударение со сваей, т. е. такое, при котором после удара соударяющиеся тела движутся с некоторой общей скоростью, целиком сохраняя возникшую при ударе взаимную деформацию.

При ударе груза о сваю можно применить закон сохранения импульса, так как систему можно считать приближенно замкнутой. Действительно, на систему груз – свая действуют как внешние силы (силы тяжести груза и сваи и сила сопротивления грунта), так и внутренние силы, развивающиеся между телами при соударении. Строго говоря, данная система не является замкнутой, но при условии, что внешние силы много меньше внутренних, систему можно считать приближенно замкнутой и, следовательно, применить закон сохранения импульса:

$$m_I v_I = (m_I + m_2) v_2, \quad (2)$$

где m_2 – масса сваи, v_2 – общая скорость сваи и груза после удара.

Из (1) и (2) следует, что:

$$v_2 = m_I v_I / (m_I + m_2) = m_I (2gH)^{1/2} / (m_I + m_2) \quad (3)$$

После неупругого удара груз и свая начинают двигаться замедленно до полной остановки. На этом этапе движения сила сопротивления фунта, являющаяся диссипативной, совершает работу, поэтому полная механическая энергия системы груз – свая – Земля не сохраняется:

$$\Delta W = \Delta W_K + \Delta W_n = A_{\text{дис}}, \quad (4)$$

то есть изменение полной механической энергии системы равно работе сил сопротивления грунта. Если сравнить два состояния системы, первое из которых соответствует началу совместного движения груз – свая после их соударения, а второе – окончанию движения, то изменение кинетической энергии системы можно записать так:

$$\Delta W_K = W_{K2} - W_{K1} = -(m_1 + m_2)v_2^2/2. \quad (5)$$

Изменение потенциальной энергии будет равно:

$$\Delta W_{\Pi} = W_{\Pi 2} - W_{\Pi 1} = -(m_1 + m_2)gS, \quad (6)$$

где S – перемещение груза и свай от начала совместного движения до полной остановки.

На участке S сила сопротивления грунта f совершает работу $A_{\text{дис}} = fS = fS \cos \alpha$, где α – угол между направлением силы и перемещением. Угол $\alpha = \pi$, так как сила и перемещение взаимно противоположны. Следовательно, работа силы будет отрицательной:

$$A_{\text{дис}} = -fS. \quad (7)$$

Под величиной силы f подразумевается среднее значение силы сопротивления, то есть $f = f_{\text{ср}}$. Подставляя (5), (6), (7) в уравнение (4), получим:

$$-(m_1 + m_2)v_2^2/2 - (m_1 + m_2)gS = -fS. \quad (8)$$

Если в уравнение (8) подставить значение скорости, найденное по формуле (3), можно записать:

$$m_1^2 g H / (m_1 + m_2) + (m_1 + m_2)gS = fS.$$

Разделив обе части на S , получим окончательно:

$$f = [(m_1^2 H / [S(m_1 + m_2)] + m_1 + m_2]g. \quad (9)$$

При неупругом ударе часть механической энергии расходуется на деформацию тел, превращаясь в конечном итоге в тепловую энергию. Потерю механической энергии можно подсчитать как разность механических энергий системы после и до удара:

$$\Delta W = (m_1 + m_2)v_2^2/2 - m_1 v_1^2/2.$$

Подставив из (3) значение скорости v_2 и из (1) скорость v_1 , имеем:

$$\Delta W = m_1^2 g H / (m_1 + m_2) - m_1 g H = m_1 g H [m_1 / (m_1 + m_2) - 1] = m_1 m_2 g H / (m_1 + m_2).$$

Удобнее не определять абсолютную величину потерь механической энергии, а рассчитывать долю механической энергии, затраченную на деформацию тел при неупругом соударении:

$$\Delta W / W_{K2} = m_1 g H m_2 / m_1 g H (m_1 + m_2) = m_2 / (m_1 + m_2). \quad (10)$$

Анализ этого выражения позволяет сделать вывод: при забивке сваи масса груза m_1 должна быть значительно больше массы сваи m_2 . Только в этом случае большая доля первоначальной энергии пойдет на забивку сваи.

Подготовка изделия к работе

1. Установить и закрепить на основании направляющую с защелкой и грузом.

2. Закрепить рычаг в основании.

3. Установить на рычаг гирию.

4. Собранную установку поместить на горизонтальную поверхность.

Порядок выполнения работы

1. Установить гирию 5 (см. рис. 1) на некотором расстоянии от оси вращения рычага 4.

2. Поднять сваю до предела и подобрать наибольшую высоту H – такую, чтобы после удара свая не касалась втулки 3.

3. Подбрав нужную высоту, записать положение указателя сваи до удара S_1 (рис. 1).

4. Поднять груз на выбранную высоту и закрепить его там. Записать положение указателя груза H_1 .

5. Нажать кнопку 8 защелки. Записать положение указателя сваи после удара S_2 .

6. Повторить опыт при тех же значениях H_1 и S_1 пять раз.

7. Следующую серию измерений проделать при том же начальном положении сваи и гири, но изменить высоту падения груза H_1 при условии выполнения пункта 2. Повторить опыт пять раз. Результаты записать в табл.

8. Переставить гирию 5 на большее расстояние от оси вращения рычага. Провести третью серию измерений при тех же значениях H_1 и S_1 , что и в пункте 7. Опыт повторить 5 раз.

Результаты измерений: $S_1 = \dots\dots$, $\Delta S_1 = \dots\dots$

Серия	№ опыта	H_1	S_1	$H = H_1 - S_1$	S_2	S_{2cp}	$S = S_1 - S_2$	f
1	1							
	·							
	·							
	·							
	5							

2	1							
	·							
	5							
3	1							
	·							
	5							

Для данной серии (по указанию преподавателя) записать погрешность

$$\Delta H = (\Delta H_1 + \Delta S_1)_{1/2}, \Delta S = (\Delta S_1 + \Delta S_2)_{1/2}.$$

Обработка результатов опытов

1. По формуле (9) рассчитать среднюю силу сопротивления для каждой серии опытов.

2. Для указанной серии измерений определить погрешность силы. Пренебрегая погрешностью ускорения свободного падения и учитывая, что $m_1 = m_2$, получим:

$$(\Delta f)^2 = 2g^2m^2 + [m_1^2gH/S(m_1+m_2)]^2 \times [4(\Delta m/m_1)^2 + 2m_2/(m_1+m_2)^2 + (\Delta H/H)^2 + (\Delta S/S)^2]^{1/2}.$$

В полученной формуле можно пренебречь первым слагаемым по сравнению со вторым. Окончательная формула для расчета погрешности имеет вид:

$$(\Delta f)^2 = [m_1^2gH(\Delta S/S(m_1+m_2))] [4(\Delta m/m_1)^2 + 2\Delta m/(m_1+m_2)^2 + (\Delta H/H)^2 + \Delta S/S]^2. \quad (11)$$

3. Записать окончательный результат в виде

$$f = f_{cp} \pm f.$$

4. Определить долю энергии, затраченной на деформацию тел – формула (10).

5. Рассчитать внутренние силы, действующие в системе груз – свая во время неупругого взаимодействия тел. Для этого, используя для груза m_1 соотношение $\Delta(mv) = F \Delta t$, можно записать, что

$$m_1(v_2 - v_1)/\Delta t = m_1g + F_1,$$

где v_1 – скорость груза перед ударом, v_2 – скорость груза и сваи после удара, Δt – время соударения, которое равно $2 \cdot 10^{-4}$ с. Подставив значения скоростей из (1) и (3), получим формулу для расчета внутренней силы:

$$F = m_1 g + m_1 (2gH)^{1/2} [1 - m_1 / (m_1 + m_2)] / \Delta t.$$

6. Сравнить внутренние силы с внешними.

Техническое обслуживание

Периодически осматривать установку и при необходимости подтягивать ослабленные винты.

Контрольные вопросы

1. Что называется импульсом тела?

2. Какая система называется замкнутой, или изолированной?

3. Сформулируйте закон сохранения импульса и закон сохранения энергии.

4. Какие виды энергии вам известны? Дайте определения механической, кинетической, потенциальной и внутренней энергиям.

5. Что называется упругим и неупругим ударами?

6. Запишите законы сохранения энергии и импульса для данной установки при упругом и неупругом ударе.

7. Выведите рабочую формулу.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2.

Тема: Законы сохранения в механике.

Цель работы: лабораторная установка «Определение скорости пули методом физического маятника» позволяет иллюстрировать законы сохранения в механике: закон сохранения момента импульса, закон сохранения полной механической энергии и изменение полной механической энергии при неупругом ударе.

При работе на данной установке определяется скорость пули пружинного ружья по отклонению физического маятника от положения равновесия.

Приборы и принадлежности: лабораторная установка физический маятник; габаритные размеры:

длина – не более 470 мм

ширина – не более 210 мм

высота – не более 670 мм

масса – не более 7 кг

масса пули $m_1 = (2,4 \pm 0,03)$ г

масса стержня $m_2 = (77 \pm 0,1)$ г

масса ловушки $m_3 = (12,5 \pm 0,5)$ г

расстояние от оси до центра ловушки $l_1 = (575 \pm 0,5)$ мм

длина стержня $l_2 = (570 \pm 0,5)$ мм

расстояние от оси до линейки $l = (625 \pm 0,7)$ мм

Состав изделия и комплект поставки:

– основание с закрепленными на нем пружинным ружьем, неподвижной частью фиксатора с линейкой и ограничителем – 1 шт.

– стойка с физическим маятником – 1 шт.

– цилиндрическая пуля – 1 шт.

Устройство и принцип работы

Установка (рис. 2) состоит из основания 1, стойки 2, на которой закреплена ось физического маятника, состоящего из стержня 3 и ловушки для пули 4. На ловушке установлен неподвижный относительно нее указатель 5 и подвижная часть фиксатора крайнего положения маятника 6. На основании установки закреплены также ограничитель перемещения маятника 7, неподвижная часть фиксатора крайнего положения с измерительной линейкой 8 и пружинное ружье. Пружинное ружье состоит из основания ружья 9, цилиндра с пружиной 10 и рукоятки 11 для сжатия пружины, фиксации ее в сжатом положении и произведения выстрела. Для заряжания ружья цилиндрической пулей в верхней части его основания имеется прямоугольное отверстие 12.

При выводе расчетной формулы рассматривается процесс абсолютно неупругого соударения пули с физическим маятником. Пуля, взаимодействуя с физическим маятником, неупругого тормозится и сообщает маятнику угловую скорость ω , в результате маятник отклоняется на угол α от вертикали.

Если время τ соударения пули с маятником мало по сравнению с периодом T колебания физического маятника, то он за время соударения не

успевает заметно отклониться от исходного положения. Учитывая также, что момент внешних сил мал (внешние силы значительно меньше внутренних), систему пуля – маятник можно рассматривать как квазизамкнутую и применять к ней закон сохранения момента импульса.

$$m_1 V l = I \omega, \quad (1)$$

где m_1 – масса пули, V – скорость пули, l – расстояние от оси маятника до точки попадания в него пули, I – момент инерции маятника с пулей относительно оси вращения физического маятника. В нашем случае

$$I = (m_2 l_2^2)/3 + (m_1 + m_3) l_1^2, \quad (2)$$

где m_2 – масса стержня, m_3 – масса ловушки, l_2 – длина стержня.

Физический маятник, имея начальную угловую скорость ω , отклоняется на угол α (баллистический отброс). При подъеме маятника центр масс поднимается на высоту h . Закон сохранения механической энергии после удара запишется в этом случае в виде

$$I \omega^2 / 2 = (m_1 + m_2 + m_3) g h, \quad (3)$$

$$\text{где } h = R_{ц.м.} (1 - \cos \alpha) = 2 R_{ц.м.} \sin^2(\alpha/2) \quad (4)$$

– высота подъема центра масс при отклонении маятника;

$R_{ц.м.}$ – расстояние от точки подвеса маятника до центра тяжести системы:

$$R_{ц.м.} = \frac{m_2 l_2 / 2 + (m_1 + m_3) l_1}{(m_1 + m_2 + m_3)}. \quad (5)$$

Выражая V из (1), получим

$$V = \omega l / m_1, \quad (6)$$

где ω – из (3):

$$\omega = [2 g h (m_1 + m_2 + m_3) / I]^{1/2}; \quad (7)$$

тогда

$$V=(1/m_1 l_1)[2ghI(m_1+m_2+m_3)]^{1/2} \quad (8)$$

Подставляя в (8) значения h и I , окончательно получим

$$V=(2\sin\alpha/2)/m_1 l_1 [g(m_2 l_2/2+m_1 l_1+m_3 l_1)(m_2 l_2^2/3+m_1 l_1^2+m_3 l_1^2)]^{1/2}.$$

Принимая $m_1 = m_2 = m_3$, а также $l_1 \approx l_2 = l$,

$$V = (\sin\alpha/2)/m_1 ((2gl/3)(m_2^2 + 5m_2 m_3 + 6m_3^2))^{1/2}. \quad (9)$$

Так как угол α мал, то можно заменить $\sin(\alpha/2) = \alpha/2$ (при этом угол надо выражать в радианах), где $\alpha = (S - S_0)/l'$, l' – расстояние от оси вращения маятника до линейки, S_{cp} – среднее значение положения указателя после выстрела и S_0 – начальное положение указателя.

Подготовка изделия к работе

1. Закрепить стойку с физическим маятником на основании. При этом обратить внимание на то, чтобы прорезь в подвижной части фиксатора охватывала неподвижную его часть и маятник перемещался по линейке без трения.

2. При необходимости переместить пружинное ружье так, чтобы пуля попадала в центр отверстия ловушки.

Порядок выполнения работы

1. Взвесить на весах пулю и определить ее массу m_1 .

2. Записать данные установки: $m_1 = \dots$, $m_2 = \dots$, $m_3 = \dots$, $l = \dots$, $l' = \dots$.

3. Рукояткой 11 (рис. 2) сжать пружину ружья и зафиксировать ее, повернув рукоятку против часовой стрелки.

4. Подняв подвижную часть фиксатора 6 на ловушке, перевести маятник в вертикальное положение.

5. Записать начальное положение указателя S_0 .

6. Через прорезь 12 в основании ружья вложить в него цилиндрическую пулю.

7. Произвести выстрел, повернув рукоятку по часовой стрелке.

8. Записать в таблицу положение указателя. Повторить опыт не менее 5 раз.

№ опыта	1	2	3	4	5	S_{cp}	$S_{cp}-S_0$	α_{cp}
S , мм								

9. Определить среднее значение угла α_{cp}

$$\alpha_{cp} = (S_{cp} - S_0)/l'.$$

10. Для каждого значения рассчитать скорость пули V по формуле (9). Значения l , m_1 , m_2 указаны на установке.

11. Рассчитать погрешность $\Delta V/V$ по формуле

$$\left(\frac{\Delta V}{V}\right)^2 = \left(\frac{\Delta \alpha}{\alpha}\right)^2 + \left(\frac{\Delta m_2}{m_2 + 5m_2m_3 + m_3}\right)^2 + 0.25\left(\frac{\Delta l}{l}\right)^2 + \left(\frac{\Delta m_2}{m_2 + 5m_2m_3 + m_3}\right)^2 + \left(\frac{\Delta m_3}{m_2 + 5m_2m_3 + m_3}\right)^2$$

Убедиться, что погрешность $\Delta g/g$ мала по сравнению с остальными относительными погрешностями.

12. Записать окончательный результат в виде

$$V = (V \pm \Delta V).$$

Дополнительное задание: по данным эксперимента определить потери механической энергии при абсолютно неупругом ударе.

Контрольные вопросы

1. Сформулируйте закон сохранения момента импульса и закон сохранения энергии для баллистического маятника.

2. Дайте определение моменту инерции абсолютно твердого тела относительно оси. Каков его физический смысл?

3. Сформулируйте теорему Гюйгенса – Штейнера.

4. Напишите формулу для периода колебаний маятника (математического, физического, пружинного).

5. Объясните суть метода измерения скорости полета снаряда при помощи физического маятника. Получите формулу для скорости снаряда.

6. Увеличится или уменьшится угол отклонения маятника, если удар вместо абсолютно неупругого считать абсолютно упругим? Пояснить.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3.

Тема: Законы сохранения в механике.

Цель работы: лабораторная установка предназначена для иллюстрации законов динамики: второго закона Ньютона и основного уравнения динамики вращательного движения, а также закона сохранения полной механической энергии.

При работе на данной установке определяется момент инерции маховика и оценивается потеря механической энергии на трение.

Приборы и принадлежности: лабораторная установка «Маховик»:

габаритные размеры – не более 400x350x350 мм

масса – не более 30 кг

Состав изделия и комплект поставки:

– маховик со шкивом на подставке – 1 шт.

– груз с нитью – 1 шт.

Устройство и принцип работы

Установка представляет собой горизонтально расположенный вал 1 (рис. 3), закрепленный на основании 2, на котором расположены массивный маховик 3 и два шкива различного диаметра 4. При выполнении лабораторной работы на один из шкивов наматывается нить, на которой закреплен груз 5. Для закрепления нити на шкивах предусмотрены штыри 6.

Момент инерции определяется по результатам измерения времени падения груза с высоты H . В рабочем положении установка располагается на краю лабораторного стола так, чтобы груз мог опускаться вниз до пола. Для выполнения работы на установке необходимы дополнительные измерительные приборы: штангенциркуль, секундомер и линейка.

Вывод расчетных формул

Для вывода расчетной формулы используем закон изменения полной механической энергии для системы, в которой действуют диссипативные силы: $dW = dA_{\text{дис}}$. Рассматриваемая механическая система состоит из груза массой m и маховика со шкивом и валом с моментом инерции I . В тот момент, когда груз поднят над полом на высоту H , система обладает потенциальной энергией mgH . При падении груза потенциальная энергия превращается в кинетическую груза и маховика. Изменение полной механической энергии за время падения груза равно работе силы трения:

$$mv^2/2 + I\omega^2/2 - mgH = A_f, \quad (1)$$

где A_f – работа силы трения за n_f оборотов маховика. Силу трения можно считать постоянной. Тогда движение груза можно считать равноускоренным и описать его уравнениями

$$v = at; H = gt^2/2; \quad (2)$$

из этих уравнений получается

$$v = 2H/t; \quad (3)$$

угловая скорость вращения маховика

$$\omega = 2H/rt, \quad (4)$$

где a – линейное ускорение груза;

v – его скорость непосредственно перед ударом о пол;

ω – угловая скорость маховика в тот же момент времени;

t – время падения груза до пола;

r – радиус шкива.

Для определения момента инерции маховика необходимо найти работу силы трения за время падения груза. Если сила трения постоянна, то ее работа пропорциональна числу оборотов маховика. Тогда работу силы трения за время падения груза можно выразить как $A_1 = cn_1$, а работу силы трения от момента соприкосновения груза и пола до полной остановки маховика $A_2 = cn_2$, где n_2 – число оборотов до полной остановки маховика. С другой стороны, A_2 равна изменению кинетической энергии маховика $0 - I\omega^2/2 = A_2 = cn_2$, откуда получаем

$$c = I\omega^2/2n_2$$

$$\text{и } A_1 = -n_1 I\omega^2/2n_2. \quad (5)$$

Выраженную таким образом работу A_i подставим в равенство (1):

$$(mv^2/2 + I\omega^2/2) - mgH = -n_1 I\omega^2/2n_2.$$

После замены v и ω в соответствии с формулами (3) и (4) получаем значение момента инерции:

$$I = mr^2(gt^2 - 2H)/2H(1 + n_1/n_2). \quad (6)$$

Так как $r = d/2$ и в нашей работе $gt^2 \gg 2H$, окончательно получаем:

$$I = md^2 gt^2 / 8H(1 + n_1/n_2). \quad (7)$$

Порядок выполнения работы

1. Штангенциркулем пять раз измерить диаметры шкивов и записать результаты в таблицу 1.

2. Надеть петлю, имеющуюся на свободном конце нити, привязанной к грузу, на штырь шкива. Вращая маховик, поднять груз на высоту H . Высоту следует выбрать так, чтобы она соответствовала целому числу оборотов n_1 . Для этого при нижнем положении груза (груз чуть касается пола, нить натянута) на

маховике мелом наносят горизонтальную черту. За этой чертой нужно следить при наматывании нити на шкив.

3. Измерить высоту поднятия груза над полом при помощи вертикально поставленной линейки.

4. Отпустить маховик, одновременно включив секундомер. Остановить секундомер в момент удара груза об пол. Результат записать в таблицу 2.

5. Подсчитать число оборотов n_2 от момента удара груза об пол до полной остановки маховика. Опыты 3, 4, 5 повторить 5 раз.

6. Повторить измерения, наматывая нить на другой шкив. Записать результаты в табл. 3.

Таблицы результатов измерений

1. Данные установки: $m = (600 \pm 1) \text{ г}$.

2. Измерение H и n_1 :

при намотке нити на первый шкив: $H_1 = \dots, \Delta H_1 = \dots, n_{11} = \dots$,

при намотке на второй шкив: $H_2 = \dots, \Delta H_2 = \dots, n_{12} = \dots$

3. Измерение диаметров шкивов:

Таблица 1

№ опыт	d_1 мм	Δd_1 мм	d_2 , мм	Δd_2 , мм
Среднее				

4. Измерение t и n_2 для первого шкива: Таблица 2

№ опыта	$t_1, \text{с}$	$\Delta t_1, \text{с}$	n_{21}	Δn_{21}

для второго шкива

Таблица 3

№ опыта	$t_2, \text{с}$	$\Delta t_2, \text{с}$	n_{22}	Δn_{22}

Обработка результатов измерений

1. В конце каждой таблицы рассчитать средние значения измеренных величин и случайные погрешности измерений.

2. По формуле (7) рассчитать момент инерции маховика для измерений с первым и вторым шкивами.

3. Рассчитать погрешность I для одного из случаев по формуле:

$$(\Delta I/I)^2 = (\Delta m/m)^2 + 4(\Delta d/d)^2 + 4(\Delta t/t)^2 + (\Delta H/H)^2 + \dots + (\Delta n_2/n_2)^2 n_1 / (n_1 + n_2) \cdot 2$$

4. Сравнить результаты расчетов I при работе с первым и вторым шкивами. Дополнительное задание: рассчитать силы натяжения нити, моменты этих сил при работе с первым и вторым шкивами. Показать, что отношение моментов приближенно равно отношению диаметров шкивов и равно отношению ускорений, с которыми движется груз в первом и втором случаях. Определить потери механической энергии при движении груза от верхней точки до момента удара об пол.

Контрольные вопросы

1. Сформулируйте основной закон динамики вращательного движения в дифференциальной форме.

2. Что называется моментом инерции материальной точки и твердого тела относительно оси? В каких единицах он измеряется?

3. От чего зависит значение момента инерции данного тела?

4. Как читается теорема Гюйгенса – Штейнера?

5. Вывести формулу для натяжения нити T .

6. Какой закон положен в основу вывода рабочей формулы? Вывести формулу.

7. Момент каких сил вызывает вращение маятника?

8. Выведите формулу для определения момента инерции:

а) тонкого стержня относительно его середины;

б) тонкого кольца;

в) тонкого диска.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

Тема: Законы сохранения в механике.

Цель работы: установка предназначена для изучения законов динамики поступательного и вращательного движения при движении тел по наклонной плоскости, определения коэффициента трения скольжения и иллюстрации теоремы об изменении кинетической энергии.

Приборы и принадлежности: секундомер, линейка, установка «Наклонная плоскость»:

габаритные размеры – не более 870×180×180 мм

масса – не более 12 кг

Состав изделия и комплект поставки:

1. Основание – 1 шт.

2. Стойка – 1 шт.

3. Наклонная плоскость с узлом крепления – 1 шт.

4. Коробка со сменными грузами $m_1 = (189,3 \pm 0,1) \text{ г}$ – 1 шт.

5. Груз на нити m_2 – 1 шт.

6. Дополнительные грузы – 2 шт.

Устройство и принцип работы

Установка (рис. 4) состоит из наклонной плоскости 1 представляющей собой профиль, по дну которого скользит коробка с грузом. На одном из концов наклонной плоскости закреплен невесомый блок 2 (шлифованная ось), на другом – массивный шкив 3. Коробка с грузом m_1 перемещается между фиксаторами 4 и 5. Наклонная плоскость закреплена на штативе 6, позволяющем изменять высоту наклонной плоскости над уровнем стола, а также изменять угол наклона плоскости относительно горизонта. Установка комплектуется набором грузов m_2 (7) для рассмотрения движения связанных тел. Для эксплуатации установки требуется секундомер.

Вывод расчетных формул

Поступательное движение грузов m_1 и m_2 можно описать с помощью второго закона Ньютона. Для груза m_1 уравнения второго закона Ньютона в проекциях на оси x и y (рис. 4) выглядят так:

$$F_{TP} - T_1 + m_1 g \sin \alpha = -m_1 a_1, (1)$$

$$N - m_1 g \cos \alpha = 0 (2)$$

Для груза m_2 закон Ньютона в проекции на ось y дает

$$T_2 - m_2 g = -m_2 a_2. (3)$$

Полагая, что скольжение нити по оси 2 происходит без трения, а сама нить невесома, можно записать: $T_1 = T_2 = T$, $a_1 = a_2 = a$. В этом случае решение

системы уравнений (1), (2), (3) дает значение ускорения, с которым движутся грузы m_1 и m_2 :

$$a = (m_2 g - m_1 g \sin \alpha - \mu m_1 g \cos \alpha) / (m_1 + m_2). \quad (4)$$

При некотором критическом значении угла наклона плоскости $\alpha_{кр}$ система двух грузов может двигаться равномерно, т. е. $a = 0$. Следовательно, из соотношения (4) можно определить величину коэффициента трения скольжения:

$$\mu = \tan \alpha_{кр} - m_2 / m_1 \cos \alpha_{кр}. \quad (5)$$

Если тело m_1 не соединено нитью с телом m_2 ($m_2 = 0$), то

$$a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \quad (6)$$

$$\text{и } \mu = \tan \alpha_{кр}. \quad (7)$$

Следовательно, построив график зависимости $a = f(\tan \alpha)$, можно экстраполяцией найти $\mu = \tan \alpha_{кр}$.

С другой стороны, зная значения μ и a , можно определить работу всех сил, действующих на тела системы, и проверить теорему об изменении кинетической энергии. Для упрощения задачи рассмотрим движение только тела m_1 . Для него запишем теорему

$$\Delta W_K = A_{\text{всех сил}}, \quad (8)$$

$$\text{где } \Delta W_K = mv^2/2. \quad (9)$$

Работа всех сил, действующих на тело m_1 :

$$A_T = m_2 (g - a)l,$$

$$A_{mgl} = -m_1 gl \sin \alpha,$$

$$A_{\mu} = -\mu m_1 gl \cos \alpha. \quad (10)$$

Следовательно, можно произвести проверку соотношения (8). При этом опытным путем определяются

$$a = 2l/t^2, \quad (11)$$

$$v = 2l/t \quad (12)$$

и μ по формуле (5).

Подготовка изделия к работе

1. Закрепить стойку на основании.
2. Закрепить на стойке наклонную плоскость.
3. Поместить установку на горизонтальную поверхность.

Порядок выполнения работы

1. Установить с помощью винта 8 (рис. 4) угол наклона плоскости α_1 , при котором груз m_1 начинает двигаться вниз с минимальным ускорением.

2. Переместить груз m_1 в верхнее положение и закрепить его фиксатором 4.

3. Отпустить фиксатор и одновременно включить секундомер. В момент касания грузом фиксатора 5 выключить секундомер. Время движения груза записать в таблицу 1. (При использовании электронных часов запуск и остановка секундомера происходит автоматически при пересечении грузом соответствующих датчиков.)

4. Измерить расстояние, пройденное грузом (1).

5. Повторить измерения не менее 5 раз.

6. Повторить п.п. 2 – 5 для пяти различных значений угла наклона α .

Таблица 1

№ опыта	α , град	t , с	$t_{\text{ср}}$, с	a , м/с ²	$\text{tg } \alpha$

7. Соединить нитью грузы m_1 и m_2 , при этом нить пропустить через отверстие в фиксаторе 4.

8. Установить груз m_1 на наклонной плоскости, перекинуть нить через ось 2 так, чтобы груз свободно висел на нити.

9. Установить угол α наклонной плоскости, при котором система движется равноускоренно.

10. Переместить груз m_1 в нижнее положение на наклонной плоскости (рис. 4) и закрепить фиксатором.

11. Отпустить фиксатор и одновременно включить секундомер. В момент касания грузом верхнего фиксатора выключить секундомер. Измерить расстояние, пройденное грузом.

12. Величины l , t и a записать в таблицу 2.

Таблица 2 $l = \dots$, $\alpha = \dots$, $m_1 = \dots$, $m_2 = \dots$

№ опыта	t , с	Δt , с
1		
2		
3		
4		
5		
Среднее		

13. Задания пунктов 10 – 12 повторить 5 раз.

Обработка результатов измерений

1. По формуле (11) рассчитать ускорение груза m_1 вниз по наклонной плоскости для каждого значения угла α .
2. Построить график зависимости ускорения от угла наклона.
3. Определить по графику величину $\operatorname{tg} \alpha_{кр}$ экстраполяцией графика.
4. Рассчитать значение скорости движения грузов m_1 и m_2 в момент касания верхнего фиксатора грузом m_1 по формуле (12) и по данным таблицы 2.
5. Рассчитать изменение кинетической энергии тела m_1 при его движении по наклонной плоскости.
6. Определить работу всех сил, действующих на груз m_1 при его движении по наклонной плоскости, по формуле (10).
7. Сравнить величины.

$$\Delta W = m_1 v^2 / 2 \text{ и } A_{\text{всех сил}} = A_T + A_{\text{мг}} + A_{\text{тр}}$$

8. Определить абсолютную погрешность ΔW_K и $A_{\text{всех сил}}$

Контрольные вопросы

1. Запишите основной закон динамики поступательного движения в дифференциальной форме.
2. Запишите систему уравнений, описывающих динамику движения груза по наклонной плоскости.
3. Получите формулу (4).
4. В чем заключается явление трения?
5. Какие виды трения вы знаете, какие причины вызывают трение?
6. Получите формулу для расчета погрешности косвенного измерения ΔW и $A_{\text{всех сил}}$.
7. Как изменится система уравнений, если учитывать массу ролика?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

Тема: Свойства твердых тел

Приборы и материалы: лупа, коллекция минералов и горных пород, металлов и сплавов, пробирка с песком.

Ход работы

1. Осмотрите внешний вид минералов, горных пород, металлов и сплавов. Обратите внимание на их форму, цвет и блеск.
2. С помощью лупы рассмотрите структуру образцов горных пород (гранита, песчаника, известняка, мрамора и др.), металлов, песчинок.
3. Результаты наблюдений запишите в тетрадь.

Лабораторная работа -«Наблюдение упругих и пластических деформаций тел»

Приборы и материалы: 1) резина ученическая (ластик); 2) брусок металлический размером 40 х 25 х 8 мм; 3) брусок пластилиновый размером 30 х 20 х 8 мм.

Ход работы

1. Растяните, затем согните ластик.
2. Ответьте на вопросы:
 - Как направлены силы, действующие на ластик при его растяжении и сжатии?
 - Как направлена сила упругости, возникающая в ластике при деформации, относительно направления смещения его частиц?
 - Как изменялись длина и площадь поперечного сечения ластика при его растяжении и сжатии?
 - Восстанавливается ли форма ластика после снятия нагрузки?
3. Положите ластик на стол и прижмите его бруском. Перемещая брусок горизонтально, наблюдайте деформацию сдвига.
4. Ответьте на вопросы:
 - Как направлены силы, действующие на ластик при деформации сдвига?
 - Как смещались слои ластика относительно друг друга при деформации сдвига?
 - Как изменялась деформация сдвига при увеличении нагрузки?
5. Изогните ластик. В каких слоях ластика возникли деформации растяжения, а в каких - сжатия?
6. Скрутите ластик. Из каких ранее рассмотренных деформаций состоит деформация кручения?
7. Подвергните деформации сжатия брусок из пластилина. Восстанавливается ли его форма после снятия нагрузки?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

Тема: Электромагнитная индукция

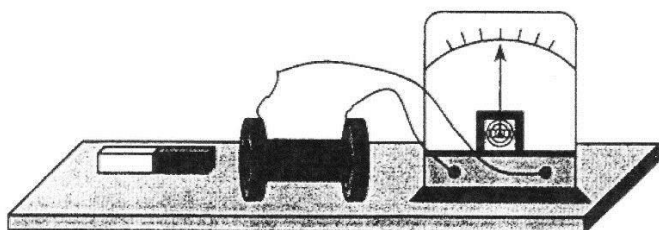
Цель работы: наблюдать явление электромагнитной индукции, проверить выполнение правила Ленца.

Оборудование: гальванометр, катушка, соединительные провода, магнит.

Метод выполнения работы

Явление электромагнитной индукции заключается в возникновении индукционного электрического тока в любом замкнутом проводящем контуре при изменении магнитного потока, который пронизывает контур. Направление индукционного тока определяется по правилу Ленца.

В этой работе наблюдается явление электромагнитной индукции. Через полость катушки перемещают магнит и определяют при этом направление индукционного тока по отклонению стрелки гальванометра.



Направление индукционного тока можно определить и по правилу Ленца. В работе его можно применить так:

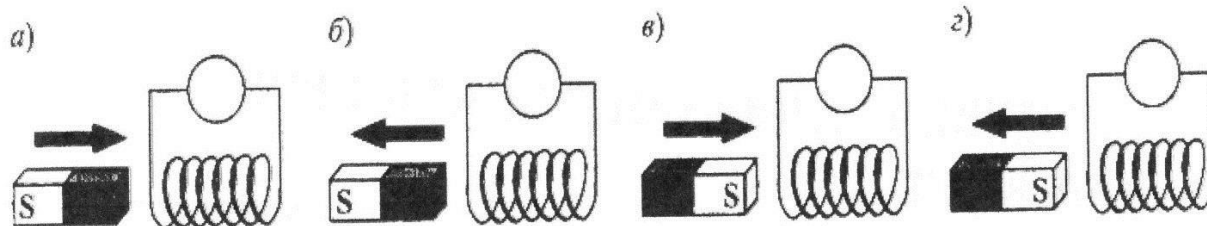
1) определить направление магнитных полюсов катушки при движении магнита (к магниту обращен полюс, который препятствует его движению);

2) определить (по правилу магнитной стрелки) направление вектора ***B*** магнитного поля, созданного током в катушке;

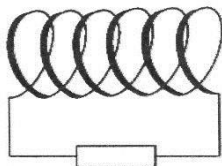
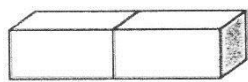
3) определить (по правилу буравчика) направление тока в катушке.

Ход работы

1. Подсоединить катушку к гальванометру.
2. Передвигать магнит через полость катушки, как показано на рисунках а)-г); отметить в каждом случае отклонение стрелки гальванометра (направление тока).



3. Для одного из четырех случаев (полюса магнита и направление его движения задает преподаватель) определить направление тока в катушке по правилу Ленца, используя п. 1 – 3. Для катушки указать: полюса N и S , направление вектора B , направление тока I .

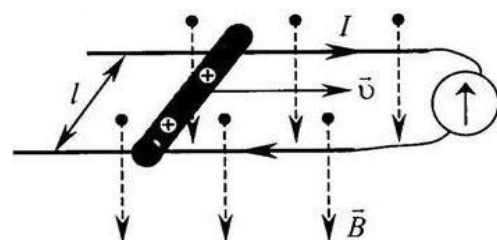


4. Вывод.

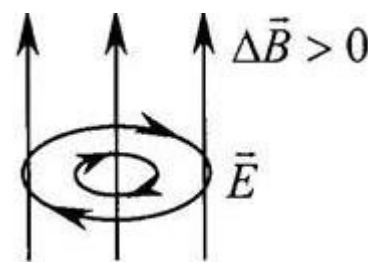
Контрольные вопросы

1. Что характеризует магнитная индукция \vec{B} ? Как вычисляется магнитная индукция? Какие величины входят в эту формулу?

2. Объясните по рисунку, как возникает ЭДС индукции в проводнике, который движется в магнитном поле? Как рассчитать ЭДС индукции для этого случая? Какие величины входят в формулу?



3. При каком условии появляется вихревое электрическое поле? Каковы свойства вихревого электрического поля (объяснит его, опираясь на рисунок).



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

Тема: Электромагнитная индукция

Цель работы: изучение явления электромагнитной индукции, а также проверка правила Ленца.

Оборудование: соединительные провода, миллиамперметр, реостат, источник питания, ключ, полосовой или дугообразный магнит, магнитная стрелка или компас, катушки с сердечниками.

Магнитный поток через плоскую поверхность — это скалярная физическая величина, численно равная произведению модуля магнитной индукции на площадь поверхности, ограниченной контуром, и на косинус угла между нормалью к поверхности и магнитной индукцией

17 октября 1831 года английский ученый Майкл Фарадей открыл явление **электромагнитной индукции**.

Явлением электромагнитной индукции называется явление возникновения тока в замкнутом контуре при изменении магнитного потока, пронизывающего этот контур. А полученный таким способом ток, называется **индукционным**.

Закон электромагнитной индукции: среднее значение электродвижущей силы индукции в проводящем контуре пропорционально скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром.

$$\langle \xi_i \rangle = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

Знак минус в математической записи закона учитывает **правило Ленца**, согласно которому электромагнитная индукция создает в контуре индукционный ток такого направления, что созданное им магнитное поле препятствует изменению магнитного потока, вызывающего этот ток.

Подготовка к выполнению работы.



Вставьте в одну из катушек железный сердечник и закрепите его там, например гайкой.

Далее подключите эту катушку через миллиамперметр, реостат и ключ к источнику питания.

Рядом с катушкой расположите магнитную стрелку или компас.

Замкнув ключ, определите расположение магнитных полюсов катушки с током при помощи магнитной стрелки.

Зафиксируйте, в какую сторону при этом отклониться стрелка миллиамперметра. Это поможет в дальнейшем судить о расположении магнитных полюсов катушки с током по направлению отклонения стрелки миллиамперметра.

После проделанной работы, отключите от цепи реостат и ключ, а миллиамперметр замкните на катушку, при этом сохранив порядок соединения их клемм.

Для удобства записей, можно составить следующую таблицу.

№ п/п	Действия с магнитом и катушкой	Показания милли- амперметра	Направления отклонения стрелки миллиамперметра (вправо, влево или не отклоняется)	Направление индукционного тока (по правилу Ленца)
1	Быстро вставить магнит в катушку северным полюсом			
2	Оставить магнит в катушке неподвижным после опыта 1			
3	Быстро вытащить магнит из катушки			
4	Оставить катушку неподвижной после опыта 3			
5	Быстро вставить магнит в катушку южным полюсом			
6	Оставить магнит в катушке неподвижным после опыта 5			
7	Быстро вытащить магнит из катушки			
8	Оставить катушку неподвижной после опыта 7			

Приступаем непосредственно к выполнению лабораторной работы. При этом все данные, которые вы будете получать в процессе исследования, заносите в таблицу.

Приставив сердечник к одному из полюсов магнита (например к северному), быстро поместите его внутрь катушки, одновременно наблюдая за стрелкой миллиамперметра. По правилу Ленца определите направление индукционного тока внутри катушки.

Оставив магнит неподвижным, после первого опыта, наблюдайте опять за стрелкой миллиамперметра.

Быстро вытащите сердечник из катушки, не забывая наблюдать за стрелкой миллиамперметра (модуль скорости выдвижения магнита должен быть примерно таким же, как и в первом опыте). Опять, по правилу Ленца, определите направление индукционного тока внутри катушки в этом случае.

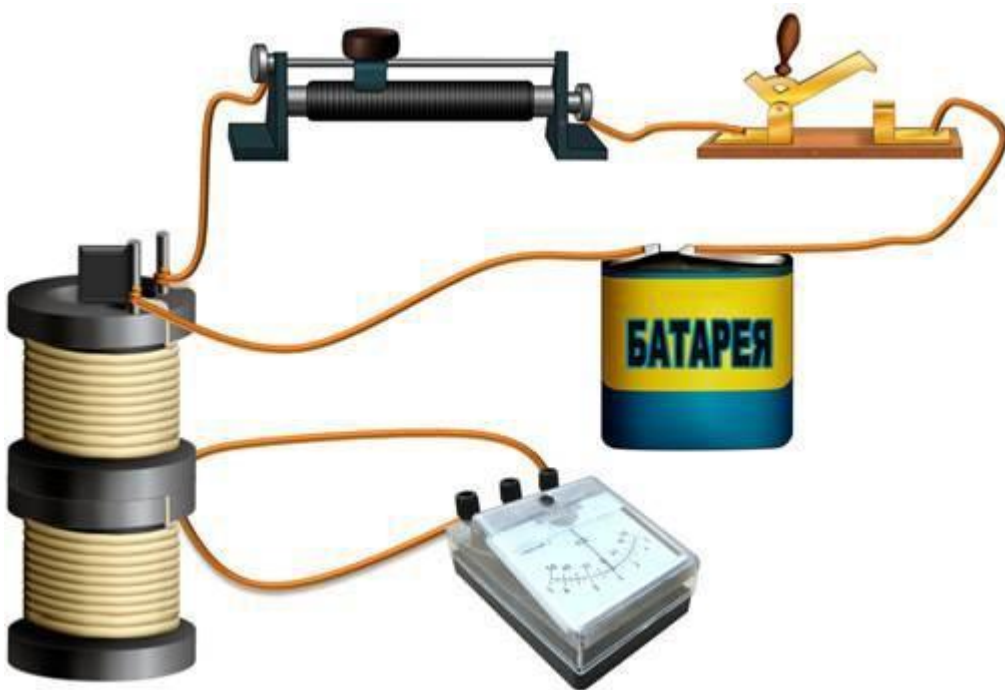
Посмотрите, как ведет себя стрелка миллиамперметра после сделанного опыта.

Повторите наблюдения, изменив полюс магнита с северного на южный.

Запишите вывод по работе на основе проведенных наблюдений. Объясните различие в направлении индукционного тока с точки зрения правила Ленца.

Теперь немного видоизменим нашу установку.

Расположите вторую катушку рядом с первой так, чтобы их оси совпадали, и поместите их на один общий сердечник.



Первую катушку соедините с миллиамперметром, а вторую катушку через реостат соедините с источником тока.

Замыкая и размыкая ключ, проверьте возникает ли в первой катушки индукционный ток.

Зарисуйте схему опыта и проверьте выполнения правила Ленца.

Также проверьте, возникает ли индукционный ток при изменении силы тока реостатом.

В конце работы, подведите ее итог, сделав общий вывод, не забыв отразить в нем условия, при которых в катушке возникал индукционный ток.

Письменно ответьте на контрольные вопросы:

1. В чем заключается явление электромагнитной индукции?
2. Какой ток называют индукционным?
3. Сформулируйте закон электромагнитной индукции. Какой формулой он описывается?
4. Как формулируется правило Ленца?
5. Какова связь правила Ленца с законом сохранения энергии?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

Тема: Электромагнитные волны

Цель работы: выяснить, как зависит период и частота свободных колебаний нитяного маятника от его длины.

Студент научится: формулировать понятие колебательного движения и его видов; изображать графически гармоническое колебательное движение; описывать изученные свойства и электромагнитные явления, используя физические величины: амплитуда, период, частота, циклическая частота; правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы измерения, находить формулы связывающие данную величину с другими величинами; обрабатывать результаты измерений; объяснять полученные результаты и делать выводы.

Студент получит возможность научиться: использовать знания о механических колебаниях в повседневной жизни; различать границы применимости математического и пружинного маятников.

Обеспеченность занятия

Приборы и материалы: штатив с муфтой и лапкой, шарик с прикрепленной к нему нитью длиной 130 см, протянутой сквозь кусочек резины, часы с секундной стрелкой или метроном.

Раздаточные материалы: методические рекомендации для выполнения лабораторных работ студентами по дисциплине «Физика».

Краткие теоретические материалы по теме лабораторной работы

Рассмотрим колебания нитяного маятника, т.е. небольшого тела (например, шарика), подвешенного на нити, длина которой значительно превышает размеры самого тела. Если шарик отклонить от положения равновесия и отпустить, то он начнет колебаться. Сначала маятник движется с нарастающей скоростью вниз. В положении равновесия скорость шарика не равна нулю, и он по инерции движется вверх. По достижении наивысшего положения шарик снова начинает двигаться вниз. Это будут свободные колебания маятника.

Свободные колебания – это колебания, которые возникают в системе под действием внутренних сил, после того, как система была выведена из положения устойчивого равновесия.

Колебательное движение характеризуют амплитудой, периодом и частотой колебаний.

Амплитуда колебаний - это наибольшее смещение колеблющегося тела от положения равновесия. Обозначается A . Единица измерения - метр [1м].

Период колебаний - это время, за которое тело совершает одно полное колебание. Обозначается T . Единица измерения - секунда [1с].

Частота колебаний - это число колебаний, совершаемых за единицу времени. Обозначается ν . Единица измерения - герц [1Гц].

Тело, подвешенное на невесомой нерастяжимой нити называют математическим маятником.

Период колебаний математического маятника определяется формулой:

где l – длина подвеса, а g – ускорение свободного падения.

Тело, подвешенное на пружине называют пружинным маятником.

Период колебаний пружинного маятника определяется формулой $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$, где m - масса тела, k - жесткость пружины.

В работе мы исследуем колебания математического маятника. Из формулы следует, что период колебаний изменится вдвое при изменении длины подвеса в четыре раза.

Это следствие и проверяют в работе. Поочередно испытывают два маятника, длины подвесов которых отличаются в четыре раза. Каждый из маятников приводят в движение и измеряют время, за которое он совершит определенное количество колебаний. Чтобы уменьшить влияние побочных факторов, опыт с каждым маятником проводят несколько раз и находят среднее значение времени, затраченное маятником на совершение заданного числа колебаний. Затем вычисляют периоды маятников и находят их отношение.

Описание работы

Соберите экспериментальную установку по рисунку.

Укрепите кусочек резины с висющим на нем маятником в лапке штатива, как показано на рисунке. При этом длина маятника должна быть равна 5 см, как указано в таблице для первого опыта. Длину l маятника измеряйте так, как показано на рисунке, т. е. от точки подвеса до середины шарика.

Инструкция по выполнению лабораторной работы

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

№ опыта	1	2	3	4	5
Физическая величина					
l , см	5	20	45	80	125
N	30	30	30	30	30
t , с					
T , с					
ν , Гц					

2. Для проведения первого опыта отклоните шарик от положения равновесия на небольшую амплитуду (1—2 см) и отпустите. Измерьте промежуток времени t , за который маятник совершит 30 полных колебаний. Результаты измерений запишите в таблицу.

4. Проведите остальные четыре опыта так же, как и первый. При этом длину l маятника каждый раз устанавливайте в соответствии с ее значением, указанным в таблице для данного опыта.

3. Для каждого из пяти опытов вычислите и запишите в таблицу значения периода T колебаний маятника. $T_{\text{эсп}} = t/N$.

4. Вычислите теоретическое значение T нитяного маятника по формуле $T = 2\pi\sqrt{l/g}$, Ускорение $g = 9,8 \text{ м/с}^2$.

5. Для каждого из пяти опытов рассчитайте значения частоты ν колебаний маятника по формуле: $\nu = 1/T$ или $\nu = N/t$. Полученные результаты внесите в таблицу.

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

Контрольные вопросы

1. Что называют периодом колебаний маятника?
2. Что называют частотой колебаний маятника? Какова единица частоты колебаний?

3. От каких величин и как зависит период колебаний математического маятника?
4. От каких величин и как зависит период колебаний пружинного маятника?
5. Какие колебания называют собственными?
6. Какие колебания называются свободными?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10

Тема: Волновые свойства света

Цель работы: обобщить знания по теме «Волновые свойства света», применить теоретические знания для объяснения явлений природы.

Оборудование: источник света, стакан с мыльным раствором и проволочное кольцо на ручке (можно готовые мыльные пузыри из магазина), ткань капроновая, компакт-диск, фотографии насекомых и птиц, цветные карандаши (фломастеры). Тетрадь с конспектами, ресурсы Интернет – если затруднения с третьей работой.

Требования к работе: на двойном листе, на первой странице подпишите название работы, фамилию и имя, номер группы. В другой строчке - цель, оборудование. Задания №1, №2 сопровождаются пояснением, что увидели и рисунком, оформленным цветными карандашами/фломастерами. Задание №3 в соответствии с описанием. Обязательно эстетичность оформления и вывод по работе.

Срок сдачи работы: 12.05.21, принести на пару.

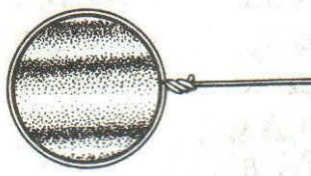
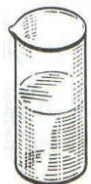
Ход работы:

Экспериментальная работа №1 (4 балла)

“Наблюдение явления интерференции света на мыльной пленке или мыльном пузыре”

Оборудование: стаканы с раствором мыла, кольца проволочные с ручкой. Или можно готовые мыльные пузыри

- а) Пронаблюдайте интерференцию в затемненной комнате на плоской мыльной пленке при освещении источника света.
- б) На проволочном кольце получаем мыльную плёнку и располагаем её вертикально. (Если подуть, получится мыльный пузырь). ЕСЛИ НЕТ ПРОВОЛОКИ, возьмите обычные детские мыльные пузыри.
- в) Запишите и зарисуйте свои наблюдения (так называемую интерференционную картину).



Экспериментальная работа №2 (6 баллов)

Проведите опыты по наблюдению дифракции света.

№1. (2б) Капроновая ткань.

- 1) (1б) Посмотрите через капроновый лоскут (можно использовать тюль) на лампу. Опишите наблюдаемую картину («Дифракционный крест»).
- 2) (1б) Сделайте рисунок в тетради.

№2. (2б) Дифракционная решётка. Ваши ресницы являются грубой дифракционной решёткой

- 1) (1б) Прищурьте глаза, сквозь ресницы посмотрите на источник света. Опишите наблюдаемую картину.
- 2) (1б) Сделайте рисунок в тетради.

№3. (2б) Лазерный диск.

- 1) (1б) Посмотрите на диск в отражённом свете. Опишите наблюдаемую картину.
- 2) (1б) Сделайте рисунок в тетради.



Экспериментальная работа № 3 (3 балла)

“Наблюдение дифракционной окраски насекомых по фотографиям”

Комментарий: дифракционная окраска птиц, бабочек и жуков весьма распространена в природе. Большое разнообразие в оттенках дифракционных цветов свойственно павлинам, фазанам, черным аистам, колибри, бабочкам. Дифракционную окраску животных изучали не только биологи, но и физики.

- а) Рассмотрите внимательно фотографии.
- б) Дайте письменно объяснение наблюдаемому разнообразию красок в живой природе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 11

Тема: Волновые свойства света

Цель работы: наблюдение явлений дисперсии и дифракции света, углубление знаний об этих явлениях, развитие умения анализировать и сопоставлять результаты экспериментального исследования и делать выводы.

Оборудование: лазерная указка, источник света (например, лампочка от карманного фонаря), трёхгранная призма, дифракционная решётка, источник тока, экран, диафрагма, позволяющая выделить тонкий пучок света.

Ход работы

1. Соедините электрическую лампочку с источником тока, включите её, выделите с помощью диафрагмы узкий пучок света. Направьте его на призму, получите на экране спектр. Скажите, как называется наблюдаемое вами явление, о чём оно свидетельствует.

2. Для проведения этого этапа работы вам необходимы лазерная указка и дифракционная решётка. Дифракционная решётка представляет собой стеклянную пластинку с нанесёнными на неё через равные расстояния штрихами. Если у вас нет готовой дифракционной решётки, сделайте её сами. Для этого возьмите прозрачную пластинку, лучше из обычного стекла. Нанесите очень тонким фломастером или пером несколько штрихов.
3. Направьте луч от лазерной указки на стену, поставьте на его пути дифракционную решётку. Опишите свои наблюдения. Объясните, как называется наблюдаемое вами явление, о чём оно свидетельствует.
4. Повторите опыт, изменяя расстояние между источником света и дифракционной решёткой. Замените дифракционную решётку на другую с меньшим или большим расстоянием между штрихами. Как при этом изменилась дифракционная картина?
5. Сделайте вывод о природе света. Укажите, какой диапазон в шкале Максвелла имеет свет, с которым вы работали.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 12

Тема: Волновые свойства света

Цель работы: наблюдение явлений дисперсии и дифракции света, углубление знаний об этих явлениях, развитие умения анализировать и сопоставлять результаты экспериментального исследования и делать выводы.

Оборудование: лазерная указка, источник света (например, лампочка от карманного фонаря), трёхгранная призма, дифракционная решётка, источник тока, экран, диафрагма, позволяющая выделить тонкий пучок света.

Ход работы

6. Соедините электрическую лампочку с источником тока, включите её, выделите с помощью диафрагмы узкий пучок света. Направьте его на призму, получите на экране спектр. Скажите, как называется наблюдаемое вами явление, о чём оно свидетельствует.
7. Для проведения этого этапа работы вам необходимы лазерная указка и дифракционная решётка. Дифракционная решётка представляет собой стеклянную пластинку с нанесёнными на неё через равные расстояния штрихами. Если у вас нет готовой дифракционной решётки, сделайте её сами. Для этого возьмите прозрачную пластинку, лучше из обычного стекла. Нанесите очень тонким фломастером или пером несколько штрихов.

8. Направьте луч от лазерной указки на стену, поставьте на его пути дифракционную решётку. Опишите свои наблюдения. Объясните, как называется наблюдаемое вами явление, о чём оно свидетельствует.
9. Повторите опыт, изменяя расстояние между источником света и дифракционной решёткой. Замените дифракционную решётку на другую с меньшим или большим расстоянием между штрихами. Как при этом изменилась дифракционная картина?
10. Сделайте вывод о природе света. Укажите, какой диапазон в шкале Максвелла имеет свет, с которым вы работали.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 13

Тема: Волновые свойства света

Цель работы: получить дифракционный спектр, определить длины световых волн разного цвета

Учебные задачи: наблюдать интерференционную картину, получить спектры первого и второго порядков, определить видимые границы спектра фиолетового света и красного света, вычислить их длины волн.

Правила безопасности: правила проведения в кабинете во время выполнения практического занятия

Норма времени: 2 часа

Образовательные результаты, заявленные во ФГОС третьего поколения:

Студент должен

уметь: измерять длину световой волны, делать выводы на основе экспериментальных данных

знать: устройство дифракционной решётки, период решётки, условия образования максимумов

Обеспеченность занятия

- методические указания по выполнению лабораторного занятия
- лабораторная тетрадь, карандаш, линейка, прибор для определения длины световой волны, подставка для прибора, дифракционная решётка, источник света.

Порядок проведения занятия: работа индивидуальная

Теоретическое обоснование

Параллельный пучок света, проходя через дифракционную решётку, вследствие дифракции за решёткой, распространяется по всевозможным направлениям и интерферирует. На экране, установленном на пути интерферирующего света, можно наблюдать интерференционную картину. Максимумы света наблюдаются в точках экрана. Для которых выполняется условие: $\Delta = n\lambda$ (1)

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

Условие возникновения максимума (1) можно записать иначе: $n\lambda = d \sin \varphi$

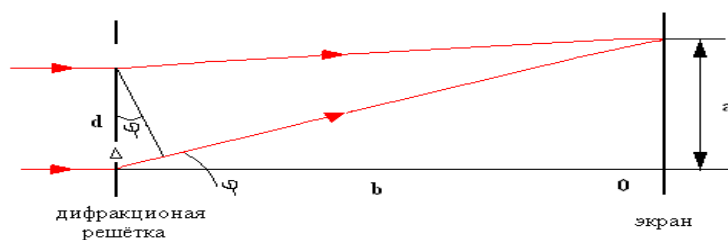


Рис. 1

Рисунок 1

Здесь d – период дифракционной решётки, φ - угол, под которым виден световой максимум (угол дифракции). Так как углы дифракции малы, то для них можно принять $\sin \varphi = \tan \varphi$, а $\tan \varphi = a/b$ рисунок 1, поэтому $n\lambda = da/b$ (2)

Эту формулу используют для определения длины световой волны.

В результате измерений было установлено, что для красного света $\lambda_{кр} = 8 \cdot 10^{-7}$ м, а для фиолетового — $\lambda_{ф} = 4 \cdot 10^{-7}$ м.

В природе нет никаких красок, есть лишь волны разных длин волн

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

Белый свет по составу – сложный. Нулевой максимум для него - белая полоса, а максимумы высших порядков представляют собой набор цветных

полос, совокупность которых называют спектром I и II рисунок 2

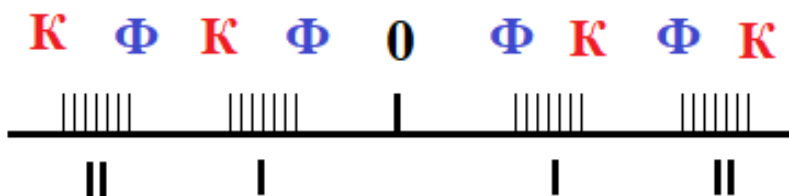


Рисунок 2

Прибор состоит из бруска со шкалой 1, стержнем 2, винта 3 (можно регулировать брусок под разными углами). Вдоль бруска в боковых пазах можно перемещать ползунок 4 с экраном 5. К концу бруска прикреплена рамка 6, в которую вставляют дифракционную решётку, рисунок 3

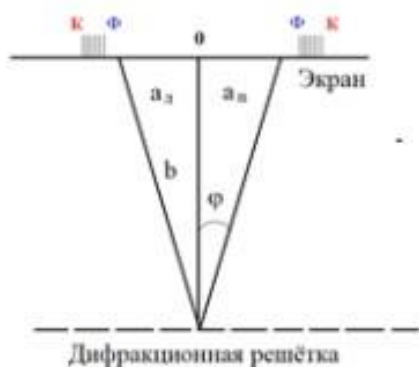


Рисунок 4



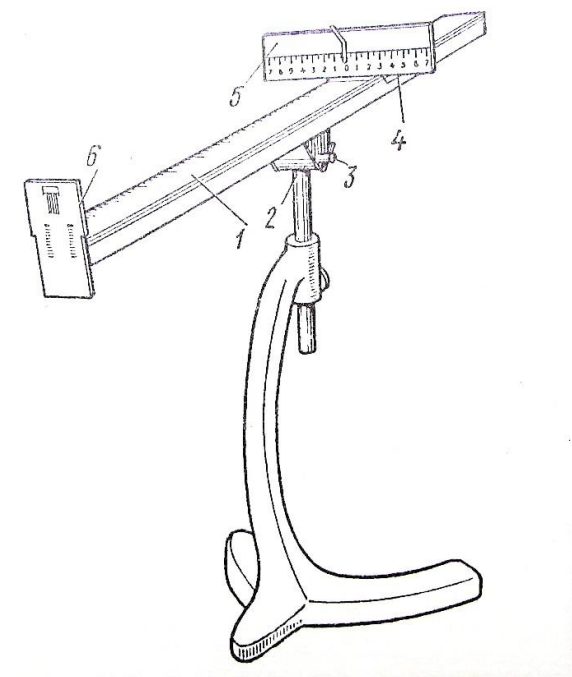


Рисунок 3 дифракционная решётка

760 – 620 нм	620 – 590 нм	590 – 560 нм	560 – 500 нм	500 – 480 нм	480 – 450 нм	450 – 380 нм

Дифракционная решётка разлагает свет в спектр и позволяет точно определить длины световых волн



Рисунок 5

Порядок выполнения работы

1. Собрать установку, рисунок 6
2. Установить источник света, включить его.
3. Смотря через дифракционную решётку, направить прибор на лампу так, чтобы через окно экрана прибора была видна нить лампы
4. Экран установить на возможно большем расстоянии от дифракционной решётки.
5. Измерить по шкале бруска расстояние « b » от экрана прибора до дифракционной решётки.
6. Определить расстояние от нулевого деления (0) шкалы экрана до середины фиолетовой полосы как слева « $a_{\text{л}}$ », так и справа « $a_{\text{п}}$ » для спектров I порядка, рисунок 4 и вычислить среднее значение, $a_{\text{ср}}$
7. Опыт повторить со спектром II порядка.
8. Такие же измерения выполнить для красных полос дифракционного спектра.
9. Вычислить по формуле (2) длину волны фиолетового света для спектров I и II порядков, длину волны красного света I и II порядков.
10. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу 1
11. Рассчитать погрешности определения длин волн
12. Сделать вывод

Информационное обеспечение обучения

Печатные и электронные издания

Основные учебные издания:

1. Дмитриева В.Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля: учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования, – М., 2020. – 448 с.

2. Самойленко П.И. Естествознание. Физика: учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования, – М., 2020. – 336 с.

3. Дмитриева В.Ф., Васильев Л.И. Физика для профессий и специальностей технического профиля: контрольные материалы: учебное пособие для студентов учреждений среднего профессионального образования, – М., 2019. – 112 с.

4. Чакак, А. А. Физика. Физические основы механики: учебное пособие для СПО / А. А. Чакак. — Саратов: Профобразование, 2020. — 180 с. — ISBN 978-5-4488-0673-5. — Текст: электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование: [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/91903>

5. Летуа, С. Н. Физика. Электростатика: учебное пособие для СПО / С. Н. Летуа, А. А. Чакак. — Саратов: Профобразование, 2020. — 177 с. — ISBN 978-5-4488-0591-2. — Текст: электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование: [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/92190>

6. Летуа, С. Н. Физика. Электростатика: учебное пособие для СПО / С. Н. Летуа, А. А. Чакак. — Саратов: Профобразование, 2020. — 177 с. — ISBN 978-5-4488-0591-2. — Текст: электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование: [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/92190>

7. Чакак, А. А. Молекулярная физика: учебное пособие для СПО / А. А. Чакак ; под редакцией М. Г. Кучеренко. — Саратов: Профобразование, 2020. — 377 с. — ISBN 978-5-4488-0670-4. — Текст: электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование: [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/91895>

8. Паршаков, А. Н. Физика в задачах. Электромагнетизм: учебное пособие для СПО / А. Н. Паршаков. — Саратов: Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 199 с. — ISBN 978-5-4488-0727-5, 978-5-4497-0275-3. — Текст: электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование: [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/88766>.

9. Паршаков, А. Н. Физика в задачах. Оптика : учебное пособие для СПО / А. Н. Паршаков. — Саратов Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 146 с. — ISBN 978-5-4488-0728-2, 978-5-4497-0276-0. — Текст: электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование: [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/88765>

Дополнительные учебные издания:

10. Паршаков, А. Н. Физика в задачах. Механика: учебное пособие для СПО / А. Н. Паршаков. — Саратов : Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 198 с. — ISBN 978-5-4488-0665-0, 978-5-4497-0263-0. — Текст: электронный //

Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование: [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/88764>

11. Паршаков, А. Н. Физика в задачах. Макросистемы: учебное пособие для СПО / А. Н. Паршаков. — Саратов : Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 183 с. — ISBN 978-5-4488-0729-9, 978-5-4497-0277-7. — Текст: электронный// Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование: [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/88763>

12. Чакак, А. А. Физика: учебное пособие для СПО / А. А. Чакак, С. Н. Летуа. — Саратов: Профобразование, 2020. — 541 с. — ISBN 978-5-4488-0667— Текст: электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/92191>

13. Чакак, А. А. Молекулярная физика: учебное пособие для СПО / А. А. Чакак ; под редакцией М. Г. Кучеренко. — Саратов: Профобразование, 2020. — 377 с. — ISBN 978-5-4488-0670-4. — Текст: электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование: [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/91895>

Интернет ресурсы

14. <http://school-collection.edu.ru/collection> Единая коллекция ЦОР.
Предметная коллекция «Физика».

15. <http://experiment.edu.ru> Естественно-научные эксперименты – Физика: Коллекция Российского общеобразовательного портала.

16. <http://www.physics.ru> Открытый колледж: Физика.

17. <http://www.elementy.ru> Элементы: популярный сайт о фундаментальной науке

18. <http://nano-edu.ulsu.ru> Введение в нанотехнологии

19. <http://www.fizmatklass.ru> Виртуальный физмат-класс: общегородской сайт саратовских учителей.

Электронно-библиотечная система:

20. ЭБС «elibrary», ООО «РУНЭБ»

21. ЭБС «IPRbooks», ООО «Ай Пи Ар Медиа»

22. ЭБС «Лань», ООО «Издательство Лань»

23. ЭБС «PROФобразование»

24. ЭБС «Book.ru»

