

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ»
ПЕРМСКИЙ ФИНАНСОВО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ –
ФИЛИАЛ ФИНУНИВЕРСИТЕТА

РАССМОТРЕНО

на заседании кафедры
общеобразовательных социально-
гуманитарных дисциплин

Протокол № 6 от «24» января 2023 г.

Зав. кафедрой, к.п.н.  /М.Л. Катаева

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
по выполнению практических работ ОУД.12. Физика**

для специальности 09.02.07 Информационные системы и
программирование

Пермь, 2023

Методические рекомендации составлены в соответствии с рабочей программой по учебной дисциплине «Физика»

Составитель:

Гордейчук Людмила Геннадиевна, преподаватель

Одобрено Научно-методическим советом филиала Протокол

№ 3 от «28» марта 2023 г.

1. Пояснительная записка

В основе учебной дисциплины «Физика» лежит установка на формирование у обучаемых системы базовых понятий физики и представлений о современной физической картине мира, а также выработка умений применять физические знания, как в профессиональной деятельности, так и для решения жизненных задач. Многие положения, развиваемые физикой, рассматриваются как основа создания и использования информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) — одного из наиболее значимых технологических достижений современной цивилизации. Физика дает ключ к пониманию многочисленных явлений и процессов окружающего мира (в естественно - научных областях, социологии, экономике, языке, литературе и др.). В физике формируются многие виды деятельности, которые имеют метапредметный характер. К ним в первую очередь относятся: моделирование объектов и процессов, применение основных методов познания, системно-информационный анализ, формулирование гипотез, анализ и синтез, сравнение, обобщение, систематизация, выявление причинно-следственных связей, поиск аналогов, управление объектами и процессами. Именно эта дисциплина позволяет познакомить студентов с научными методами познания, научить их отличать гипотезу от теории, теорию от эксперимента.

Освоение содержания учебной дисциплины «Физика» обеспечивает достижение обучающимися следующих результатов:

- **личностных:**

- чувство гордости и уважения к истории и достижениям отечественной науки; физически грамотное поведение в профессионально деятельности и быту при обращении с приборами и устройствами
- готовность к продолжению образования и повышения квалификации в избранной профессиональной деятельности
- объективное осознание роли физических компетенций в этом;
- умение использовать достижения современной физической науки физических технологий для повышения собственного интеллектуального развития в выбранной профессиональной деятельности
- умение самостоятельно добывать новые для себя физические знания, используя для этого доступные источники информации;
- умение выстраивать конструктивные взаимоотношения в команде по решению общих задач
- умение управлять своей познавательной деятельностью, проводить самооценку уровня собственного интеллектуального развития.

- **метапредметных:**

- использование различных видов познавательной деятельности для решения физических задач, применения основных методов познания (наблюдения, описания, измерения, эксперимента) для изучения различных сторон окружающей действительности
- использование основных интеллектуальных операций: постановки задачи, формулирования гипотез, анализа и синтеза, сравнения, обобщения,
- систематизации, выявления причинно-следственных связей, поиска аналогов, формулирования выводов для изучения различных сторон физических

объектов, явлений и процессов, с которыми возникает необходимость сталкиваться в профессиональной сфере;

- умение генерировать идеи и определять средства, необходимые для их реализации;
- умение использовать различные источники для получения физической информации, оценивать ее достоверность;
- умение анализировать и представлять информацию в различных видах; умение публично представлять результаты собственного исследования, вести дискуссии, доступно и гармонично сочетая содержание и формы представляемой информации;

• **предметных:**

- сформированность собственной позиции по отношению к физической информации, получаемой из разных источников;
- сформированность представлений о роли и месте физики в современной научной картине мира;
- понимание физической сущности наблюдаемых во Вселенной явлений, роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;
- владение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; уверенное использование физической терминологии и символики;
- владение основными методами научного познания, используемыми в физике: наблюдением, описанием, измерением, экспериментом;
- умения обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;
- сформированность умения решать физические задачи;
- сформированность умения применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе, профессиональной сфере и для принятия практических решений в повседневной жизни.

Количество часов на освоение рабочей программы Физика: максимальной учебной нагрузки обучающегося **219 часов**, в том числе: обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося **146 часов***, в т.ч. лабораторных и практических работ – **67 часов**; самостоятельной работы обучающегося** - **73 часа**.

** В это количество часов входит Индивидуальный проект – 15 часов, в т.ч. 8 практических работ (Правила выполнения Индивидуального проекта см. Методические рекомендации по оформлению и защите Индивидуального проекта)*

***по специальности СПО 15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям) самостоятельная работа не предусмотрена.*

2. Требования к выполнению практических работ

Практические и лабораторные работы выполняются обучающимися в обязательном порядке по указанию преподавателя.

Работы выполняются в рабочей тетради и сдаются для проверки преподавателю. Полученная оценка выставляется в журнал и учитывается при освоении учебной дисциплины в целом.

Методические рекомендации по выполнению практических работ по учебной дисциплине составлены в помощь обучающимся по следующим разделам/темам:

Наименование тем	Тема практической/лабораторной работы	Кол-во часов
Раздел 1. Механика		14
Тема 1.1. Кинематика	ПР № 1 «Изображение проекций векторов на координатные оси, векторное решение задач»	2
	ПР № 2 «Расчет параметров равноускоренного движения. Графическое изображение эпюр скорости ускорения, перемещения»	2
	ПР № 3 «Расчет параметров вращательного движения. Графическое изображение эпюр скорости ускорения, перемещения»	2
Тема 1.2. Динамика	ПР № 4 «Исследование движения тела под действием постоянной силы»	2
	ПР № 5 «Изучение закона сохранения импульса, на примере дорожно-транспортных столкновений»	2
	ПР № 6 «Изучение законов сохранения на примере удара шаров и баллистического маятника»	2
	ПР № 7 «Решение задач на закон сохранения энергии»	2
Раздел 2. Основы молекулярной физики и термодинамики		12
Тема 2.1. Молекулярная физика	ЛР № 1 «Проверка закона Гей –Люссака»	2
	ПР № 8 «Применение уравнения Клапейрона – Менделеева»	2
Тема 2.2. Основы термодинамики	ПР № 9 «Расчет термодинамических параметров газа при различных процессах»	2
	ПР № 10 «Расчет характеристик пара»	2
	ПР № 11 «Определение поверхностного натяжения жидкости»	2
	ЛР № 2 «Измерение модуля упругости (модуля Юнга) резины»	2
Раздел 3. Электродинамика		16
Тема 3.1. Электрическое поле	ПР № 12 «Расчет батареи конденсаторов»	2
	ПР № 13 «Расчет цепей постоянного тока при смешанном соединении резисторов»	2
	ПР № 14 «Изучение закона Ома для полной цепи»	2

	ЛР № 3 «Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока»	2
	ЛР № 4 «Определение заряда электрона»	2
Тема 3.2. Магнитное поле	ЛР № 15 «Применение правила левой руки по определению направления силы Ампера и расчета ее величины»	2
	ЛР № 16 «Применение правила левой руки для определения направления силы Лоренца и расчета ее величины»	2
	ЛР № 5 «Изучение явления электромагнитной индукции»	2
	ЛР № 17 «Определение направления индукционного тока по правилу левой руки №2 в соленоиде, величины и направления магнитного поля»	2
Раздел 4. Колебания и волны		4
Тема 4.1. Механические колебания и волны	ЛР № 22 «Изучение и расчет параметров колебательного движения»	2
4.2. Электромагнитные колебания и волны	ЛР № 23 «Расчет индуктивного и емкостного сопротивления в цепи переменного тока»	2
Раздел 5. Оптика		6
Тема 5.1. Природа света	ЛР № 20 «Изучение изображения предметов в тонкой линзе»	2
	ЛР № 6 «Расчет показателя преломления стекла»	2
Тема 5.2. Волновые свойства света	ЛР № 21 Семинар	2
Раздел 7. Элементы квантовой физики		4
Тема 7.1. Квантовая оптика	ЛР № 22 «Внешний фотоэлектрический эффект. Внутренний фотоэффект»	2
Тема 7.2. Физика атома	ЛР № 23 «Вычисление длины волны де Бройля частицы с известным значением импульса»	2
Повторение	ЛР №№ 24-26 Решение задач	3
	ВСЕГО:	59
Индивидуальный проект	<i>См. Методические рекомендации по оформлению и защите Индивидуального проекта</i>	8
	ИТОГО:	67

Критерии оценивания практических работ

Практическая работа оценивается по 5 балльной шкале:

«отлично» ставится в том случае, если обучающийся:

- выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности;
- самостоятельно получил правильных результатов и выводы;
- в отчете правильно и аккуратно выполнял все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления.

«хорошо» ставится в том случае, если были выполнены требования к оценке «отлично», но обучающийся допустил недочеты или негрубые ошибки.

«удовлетворительно» ставится, если результат выполненной части таков, что позволяет получить правильные выводы, но в ходе выполнения были допущены ошибки.

«неудовлетворительно» ставится, если результаты не позволяют сделать правильных выводов, если вычисления, наблюдения производились неправильно.

Практическая работа № 1

«Изображение проекций векторов на координатные оси, векторное решение задач»

Цели:

- формирование собственной позиции по отношению к физической информации, получаемой из разных источников;
- формирование представлений о роли и месте физики в современной научной картине мира;
- овладение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; уверенное использование физической терминологии и символики;
- формирование умений обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;
- формирование умений решать физические задачи;
- формирование умений применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе, профессиональной сфере и для принятия практических решений в повседневной жизни.

Необходимое оборудование: тетрадь, ручка, калькулятор.

Литература: основная [1]

Время выполнения работы – 2 часа

Теоретические сведения

Координатная ось – это прямая, которой придается какое-то направление. Можете считать, что это вектор с бесконечно большим модулем.

Координатная ось обозначается какой-либо буквой: X , Y , Z , s , t ... Обычно на оси выбирается (произвольно) точка, которая называется началом отсчета и, как правило, обозначается буквой O . От этой точки отсчитываются расстояния до других интересующих нас точек.

Проекция точки на ось - это основание перпендикуляра, опущенного из этой точки на данную ось (рисунок 1). То есть, проекцией точки на ось является точка.

Координата точки на ось - это число, абсолютная величина которого равна длине отрезка оси (в выбранном масштабе), заключённого между началом оси и проекцией точки на эту ось. Это число берется со знаком плюс, если проекция точки располагается в направлении оси от ее начала и со знаком минус, если в противоположном направлении.

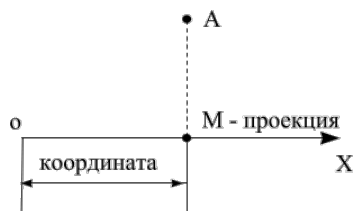


Рисунок 1.

Скалярная проекция вектора на ось - это **число**, абсолютная величина которого равна длине отрезка оси (в выбранном масштабе), заключённого между проекциями точки начала и точки конца вектора. Важно! Обычно вместо выражения **скалярная проекция вектора на ось** говорят просто – **проекция вектора на ось**, то есть слово **скалярная** опускают. **Проекция вектора** обозначается той же буквой, что и проектируемый вектор (в обычном, нежирном написании), с нижним (как правило) индексом названия оси, на которую этот вектор проектируется. Например, если на ось X проектируется вектор $\mathbf{a}$, то его проекция обозначается a_x . При проектировании этого же вектора на другую ось, скажем, ось Y , его проекция будет обозначаться a_y (рисунок 2).

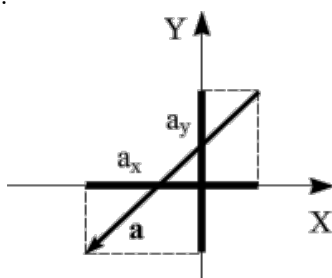


Рисунок 2.

Чтобы вычислить **проекцию вектора на ось** (например, ось X) надо из координаты точки его конца вычесть координату точки начала, то есть

$$a_x = x_k - x_n.$$

Надо помнить: **скалярная проекция вектора на ось (или, просто, проекция вектора на ось)** - это **число (не вектор)!** Причем, проекция может быть положительной, если величина x_k больше величины x_n , отрицательной, если величина x_k меньше величины x_n и равной нулю, если x_k равно x_n (рисунок 3).

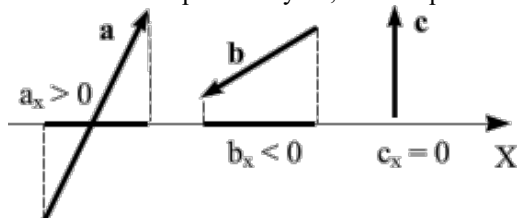


Рисунок 3.

Проекцию вектора на ось можно также найти, зная модуль вектора и угол, который он составляет с этой осью.

Из рисунка 4 видно, что $a_x = a \cos \alpha$, то есть, проекция вектора на ось равна произведению модуля вектора на косинус угла **между направлением оси и направлением вектора**. Если угол острый, то $\cos \alpha > 0$ и $a_x > 0$, а, если тупой, то косинус тупого угла отрицателен, и проекция вектора на ось тоже будет отрицательна.

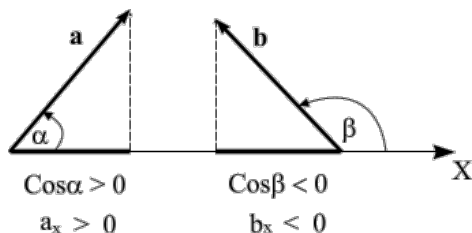


Рисунок 4.

Углы, отсчитываемые от оси против хода часовой стрелки, принято считать положительными, а по ходу - отрицательными. Однако, поскольку косинус – функция четная, то есть, $\cos \alpha = \cos (-\alpha)$, то при вычислении проекций углы можно отсчитывать как по ходу часовой стрелки, так и против.

При решении задач часто будут использоваться следующие свойства проекций: если $\mathbf{a} = \mathbf{b} + \mathbf{c} + \dots + \mathbf{d}$,

то $a_x = b_x + c_x + \dots + d_x$ (аналогично на другие оси),

если $\mathbf{a} = m\mathbf{b}$, то $a_x = mb_x$ (аналогично на другие оси).

ЗАДАЧИ:

1. Материальная точка. Система отсчета. Путь и перемещение

1.1. На рисунке 5 показана траектория движения материальной точки из A в B . Найти координаты точки в начале и конце движения, проекции перемещения на оси координат, модуль перемещения.

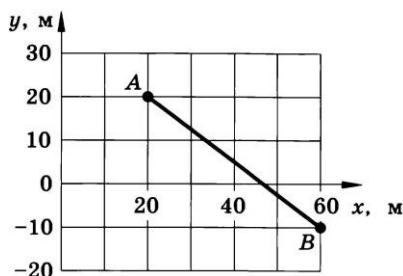


Рисунок 5.

1.2. На рисунке 6 показаны перемещения пяти материальных точек. Найти проекции векторов перемещения на оси координат.

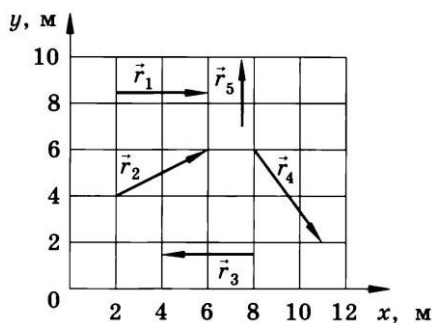


Рисунок 6.

1.3. На рисунке 7 показана траектория ABCD движения материальной точки из A в D. Найти координаты точки в начале и конце движения, пройденный путь, перемещение, проекции перемещения на оси координат.

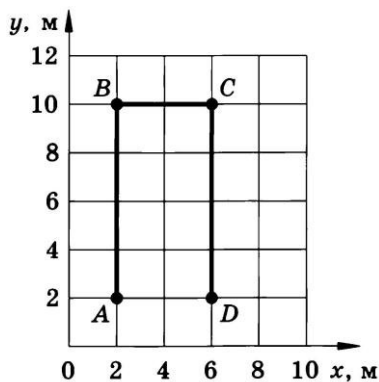


Рисунок 7.

1.4. Тело переместилось из точки с координатами $x_1 = 0$, $y_1 = 2$ м в точку с координатами $x_2 = 4$ м, $y_2 = -1$ м. Сделать чертеж, найти перемещение и его проекции на оси координат.

1.5. Вертолет, пролетев в горизонтальном полете по прямой 40 км, повернул под углом 90° и пролетел еще 30 км. Найти путь и перемещение вертолета.

1.6. Катер прошел по озеру в направлении на северо-восток 2 км, а затем в северном направлении еще 1 км. Найти геометрическим построением модуль и направление перемещения.

1.7. Туристы прошли сначала 400 м на северо-запад, затем 500 м на восток и еще 300 м на север. Найти геометрическим построением модуль и направление их перемещения.

2. Прямолинейное равномерное движение

2.1. По прямолинейной автостраде (рисунок 8) движутся равномерно: автобус — вправо со скоростью 20 м/с, легковой автомобиль — влево со скоростью 15 м/с и мотоциклист — влево со скоростью 10 м/с. Координаты этих экипажей в момент начала наблюдения равны соответственно 500, 200 и -300 м. Написать их уравнения движения. Найти:

- а) координату автобуса через 5 с;
- б) координату легкового автомобиля и пройденный путь через 10 с;
- в) через какое время координата мотоциклиста будет равна -600 м;
- г) в какой момент времени автобус проезжал мимо дерева;
- д) где был легковой автомобиль за 20 с до начала наблюдения.

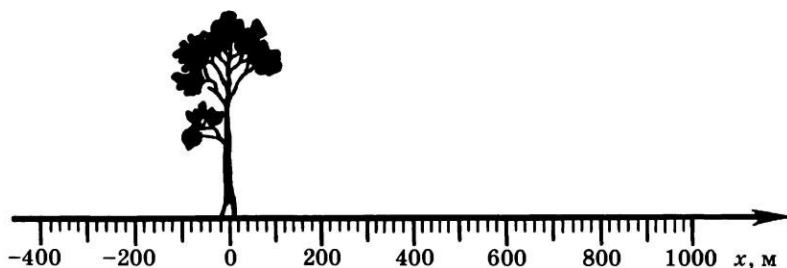


Рисунок 8.

2.2. Движения двух велосипедистов заданы уравнениями: $x_1 = 5t$, $x_2 = 150 - 10t$. Построить графики зависимости $x(t)$. Найти время и место встречи.

2.3. Движение грузового автомобиля описывается уравнением $x_1 = -270 + 12t$, а движение пешехода по обочине того же шоссе — уравнением $x_2 = -1,5t$. Сделать пояснительный рисунок (ось X направить вправо), на котором указать положение автомобиля и пешехода в момент начала наблюдения. С какими скоростями и в каком направлении они двигались? Когда и где они встретились?

2.4. По заданным графикам (рисунок 9) найти начальные координаты тел и проекции скорости их движения. Написать уравнения движения тел $x = x(t)$. Из графиков и уравнений найти время и место встречи тел, движения которых описываются графиками II и III.

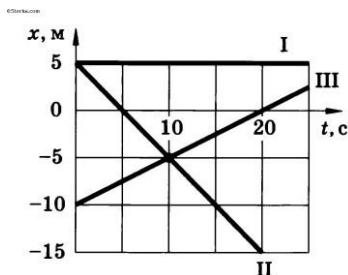


Рисунок 9

2.5. Графики движения двух тел представлены на рисунке 10. Написать уравнения движения $x = x(t)$. Что означают точки пересечения графиков с осями координат?

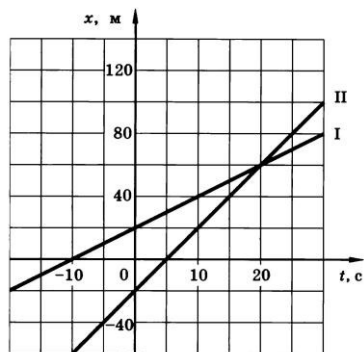


Рисунок 10.

2.6. Движение материальной точки в данной системе отсчета описывается уравнениями $y = 1 + 2t$, $x = 2 + t$. Найти уравнение траектории. Построить траекторию на плоскости $ХОУ$. Указать положение точки $t = 0$, направление и скорость движения.

Практическая работа № 2

«Расчет параметров равноускоренного движения. Графическое изображение эпюр скорости ускорения, перемещения»

Цели:

- формирование представлений о роли и месте физики в современной научной картине мира;
- понимание физической сущности наблюдаемых во Вселенной явлений, роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;
- формирование умений обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;
- формирование умений решать физические задачи;
- формирование умений применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе, профессиональной сфере и для принятия практических решений в повседневной жизни.

Необходимое оборудование: тетрадь, ручка, калькулятор.

Литература: основная [1]

Время выполнения работы – 2 часа

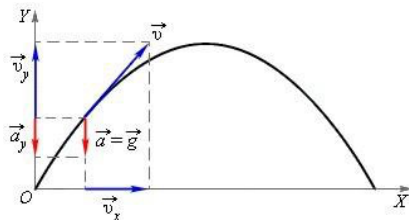
Теоретические основы

Равноускоренное движение

Равноускоренное движение - это движение с ускорением, вектор которого не меняется по модулю и направлению. Примеры такого движения: велосипед, который катится с горки; камень брошенный под углом к горизонту.

Рассмотрим последний случай более подробно. В любой точке траектории на камень действует ускорение свободного падения $\vec{g}$, которое не меняется по величине и всегда направлено в одну сторону.

Движение тела, брошенного под углом к горизонту, можно представить в виде суммы движений относительно вертикальной и горизонтальной осей.



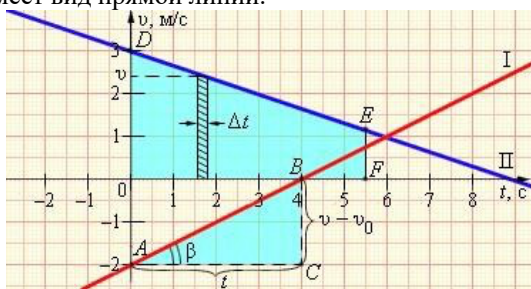
Вдоль оси X движение равномерное и прямолинейное, а вдоль оси Y - равноускоренное и прямолинейное. Будем рассматривать проекции векторов скорости и ускорения на оси.

Формулы для равноускоренного движения

Формула для скорости при равноускоренном движении: $v=v_0+at$

Здесь v_0 - начальная скорость тела, $a=\text{const}$ - ускорение.

Покажем на графике, что при равноускоренном движении зависимость $v(t)$ имеет вид прямой линии.



Ускорение можно определить по углу наклона графика скорости. На рисунке выше модуль ускорения равен отношению сторон треугольника ABC.

$$a = \frac{v-v_0}{t} = \frac{|BC|}{|AC|}$$

Чем больше угол β , тем больше наклон (крутизна) графика по отношению к оси времени. Соответственно, тем больше ускорение тела.

Для первого графика: $v_0=-2$ м/с; $a=0,5$ м/с².

Для второго графика: $v_0=3$ м/с; $a=-13$ м/с².

Закон равноускоренного движения

$$y = y_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}.$$

Еще одна распространенная задача, которая возникает при анализе равноускоренного движения - нахождение перемещения при заданных значениях начальной и конечной скоростей и ускорения.

Исключая из записанных выше уравнений t и решая их, получаем:

$$s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}.$$

По известным начальной скорости, ускорению и перемещению можно найти конечную скорость тела:

$$v = \sqrt{v_0^2 + 2as}.$$

$$\text{При } v_0 = 0 \text{ } s = \frac{v^2}{2a} \text{ и } v = \sqrt{2as}$$

Важно!

Величины v , v_0 , a , y_0 , s , входящие в выражения, являются алгебраическими величинами. В зависимости от характера движения и направления координатных осей в условиях конкретной задачи они могут принимать как положительные, так и отрицательные значения.

ЗАДАЧИ:

1. От остановки одновременно отходят трамвай и троллейбус. Ускорение троллейбуса в 2 раза больше, чем трамвая. Сравнить пути, пройденные троллейбусом и трамваем за одно и то же время, и приобретенные ими скорости.

2. Шарик, скатываясь с наклонного желоба из состояния покоя, за первую секунду прошел путь 10 см. Какой путь он пройдет за 3 с?

3. Мотоциклист на расстоянии 10 м от железнодорожного переезда начал тормозить. Его скорость в это время была 20 км/ч. Определить положение мотоцикла относительно переезда через 1 с от начала торможения. Ускорение мотоцикла 1 м/с².

4. Шарик движется равноускоренно, т.к. через равные промежутки времени пройденный путь пропорционален квадратам чисел 1, 4 = 2², 9 = 3², 16 = 4²

5. За какое время автомобиль, двигаясь из состояния покоя с ускорением 0,6 м/с², пройдет 30 м?

6. К.Э.Циолковский в книге «Вне Земли», рассматривая полет ракеты, пишет: «...через 10 секунд она была от зрителя на расстоянии 5 км». С каким ускорением двигалась ракета и какую она приобрела скорость?

7. При аварийном торможении автомобиль, движущийся со скоростью 72 км/ч, остановился через 5 с. Найти тормозной путь.

8. Длина разбега при взлете самолета Ту-154 равна 1215 м, а скорость отрыва от земли 270 км/ч. Длина пробега при посадке этого самолета 710 м, а посадочная скорость 230 км/ч. Сравнить ускорения (по модулю) и время разбега и посадки.

9. При скорости $v_1 = 15$ км/ч тормозной путь автомобиля равен $s_1 = 1,5$ м. Каким будет тормозной путь s_2 при скорости $v_2 = 90$ км/ч? Ускорение в обоих случаях одно и то же.

10. Тело, двигаясь прямолинейно с ускорением 5 м/с², достигло скорости 30 м/с, а затем, двигаясь равнозамедленно, остановилось через 10 с. Определить путь, пройденный телом.

11. Мальчик съехал на санках с горы длиной 40 м за 10 с, а затем проехал по горизонтальному участку еще 20 м до остановки. Найти скорость в конце горы, ускорения на каждом из участков, общее время движения и среднюю скорость на всем пути. Начертить график скорости.

12. Велосипедист начал свое движение из состояния покоя и в течение первых 4 с двигался с ускорением 1 м/с^2 ; затем в течение 0,1 мин он двигался равномерно и последние 20 м — равнозамедленно до остановки. Найти среднюю скорость за все время движения. Построить график зависимости $v_x(t)$

13. Расстояние между двумя станциями поезд прошел со средней скоростью $v_{\text{ср}} = 72 \text{ км/ч}$ за $t = 20$ мин. Разгон и торможение вместе длились $t_1 = 4$ мин, а остальное время поезд двигался равномерно. Какой была скорость v поезда при равномерном движении?

14. Движения двух автомобилей по шоссе заданы уравнениями $x_1 = 2t + 0,2t^2$ и $x_2 = 80 - 4t$. Описать картину движения. Найти: а) время и место встречи автомобилей; б) расстояние между ними через 5 с от начала отсчета времени; в) координату первого автомобиля в тот момент времени, когда второй находился в начале отсчета

15. В момент начала наблюдения расстояние между двумя телами равно 6,9 м. Первое тело движется из состояния покоя с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$. Второе движется вслед за ним, имея начальную скорость 2 м/с и ускорение $0,4 \text{ м/с}^2$. Написать уравнения $x = x(t)$ в системе отсчета, в которой при $t = 0$ координаты тел принимают значения, соответственно равные $x_1 = 6,9 \text{ м}$, $x_2 = 0$. Найти время и место встречи тел.

16. Движения двух мотоциклистов заданы уравнениями $x_1 = 15 + t^2$ и $x_2 = 8t$. Описать движение каждого мотоциклиста; найти время и место их встречи.

Итоговое задание

На рисунке 1 представлены графики проекций скорости нескольких тел. Пользуясь этими графиками, дайте ответы на следующие вопросы:

- Чему равна начальная скорость такого тела?
- Сколько времени третье тело находилось в состоянии покоя?
- Что означает точка пресечения графиков 1 и 2?
- Чему равно ускорение каждого тела?
- По какому признаку (без вычислений) можно судить, что ускорение третьего тела больше ускорения второго тела?
- Какое тело (первое или второе) прошло больший путь за первые 6 с?
- Какое тело прошло больший путь за 2 с между 6-й и 8-й секундами?
- Как меняется v_x при $a_x > 0$ и $a_x < 0$, если $v_x > 0$ (a_x и v_x — проекция соответственно ускорения и скорости на оси Ox)?
- Как записать формулу зависимости проекции скорости от времени для первого, второго и четвертого тела?
- Как записать формулу зависимости координаты от времени для первого, второго и четвертого тела, считая, что $x_0 = 0$?

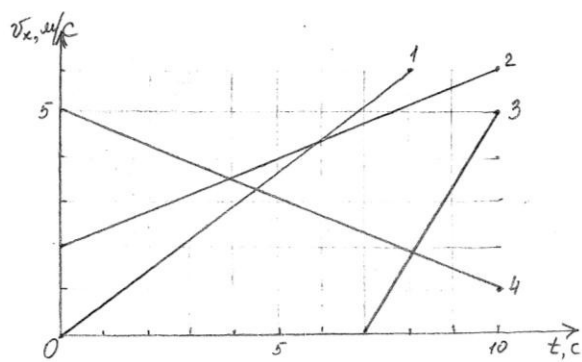


Рисунок 1.

Практическая работа № 3

«Расчет параметров вращательного движения. Графическое изображение эпюр скорости ускорения, перемещения»

Цели:

- овладение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; уверенное использование физической терминологии и символики;
- овладение основными методами научного познания, используемыми в физике: наблюдением, описанием, измерением, экспериментом;
- формирование умений обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;
- формирование умений решать физические задачи;
- формирование умений применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе, профессиональной сфере и для принятия практических решений в повседневной жизни.

Необходимое оборудование: тетрадь, ручка, калькулятор.

Литература: основная [1]

Время выполнения работы – 2 часа

ЗАДАЧИ:

1. Частота обращения ветроколеса ветродвигателя 30 об/мин, якоря электродвигателя 1500 об/мин, барабана сепаратора 8400 об/мин, шпинделя шлифовального станка 96 000 об/мин. Вычислить их периоды.
2. Скорость точек рабочей поверхности наждачного круга диаметром 300 мм не должна превышать 35 м/с. Допустима ли посадка круга на вал электродвигателя, совершающего 1400 об/мин; 2800 об/мин?
3. Частота обращения воздушного винта самолета 1500 об/мин. Сколько оборотов делает винт на пути 90 км при скорости полета 180 км/ч?
4. Период обращения платформы карусельного станка 4 с. Найти скорость крайних точек платформы, удаленных от оси вращения на 2 м.
5. Диаметр передних колес трактора в 2 раза меньше, чем задних. Сравнить частоты обращения колес при движении трактора.
6. Радиус рукоятки колодезного ворота в 3 раза больше радиуса вала, на который наматывается трос. Какова линейная скорость конца рукоятки при поднятии ведра с глубины 10 м за 20 с?
7. С какой скоростью и в каком направлении должен лететь самолет по шестидесятой параллели, чтобы прибыть в пункт назначения раньше (по местному времени), чем он вылетел из пункта отправления? Возможно ли это для современных пассажирских самолетов?
8. Первая в мире орбитальная космическая станция, образованная в результате стыковки космических кораблей «Союз-4» и «Союз-5» 16 января 1969 г.,

имела период обращения 88,85 мин и среднюю высоту над поверхностью Земли 230 км (считая орбиту круговой). На

9. При увеличении в 4 раза радиуса круговой орбиты искусственного спутника Земли период его обращения увеличивается в 8 раз. Во сколько раз изменится скорость движения спутника по орбите?

10. Минутная стрелка часов в 3 раза длиннее секундной. Найти отношение скоростей концов стрелок.

11. Движение от шкива I (рис. 21) к шкиву IV передается при помощи двух ременных передач. Найти частоту обращения (в об/мин) шкива IV, если шкив I делает 1200 об/мин, а радиусы шкивов $r_1 = 8$ см, $r_2 = 32$ см, $r_3 = 11$ см, $r_4 = 55$ см. Шкивы II и III жестко

12. Циркулярная пила имеет диаметр 600 мм. На ось пилы насажен шкив диаметром 300 мм, который приводится во вращение посредством ременной передачи от шкива диаметром 120 мм, насаженного на вал электродвигателя. Какова скорость зубьев пилы, если вал двиг

13. Диаметр колеса велосипеда «Пенза» $d = 70$ см, ведущая зубчатка имеет $z_1 = 48$ зубцов, а ведомая $z_2 = 18$ зубцов. С какой скоростью движется велосипедист на этом велосипеде при частоте вращения педалей $n = 1$ об/с? С какой скоростью движется велосипедист

14. Каково центростремительное ускорение поезда, движущегося по закруглению радиусом 800 м со скоростью 20 м/с?

15. Скорость точек экватора Солнца при его вращении вокруг своей оси равна 2 км/с. Найти период обращения Солнца вокруг своей оси и центростремительное ускорение точек экватора.

16. Период обращения молотильного барабана комбайна «Нива» диаметром 600 мм равен 0,046 с. Найти скорость точек, лежащих на ободе барабана, и их центростремительное ускорение.

17. С какой скоростью автомобиль должен проходить середину выпуклого моста радиусом 40 м, чтобы центростремительное ускорение было равно ускорению свободного падения?

18. Рабочее колесо турбины Красноярской ГЭС имеет диаметр 7,5 м и вращается с частотой 93,8 об/мин. Каково центростремительное ускорение концов лопаток турбины?

19. Найти центростремительное ускорение точек колеса автомобиля, соприкасающихся с дорогой, если автомобиль движется со скоростью 72 км/ч и при этом частота обращения колеса 8 с⁻¹.

20. Две материальные точки движутся по окружности радиусами R_1 и R_2 , причем $R_1 = 2R_2$. Сравнить их центростремительные ускорения в случаях: 1) равенства их скоростей; 2) равенства их периодов обращения.

21. Радиус рабочего колеса гидротурбины в 8 раз больше, а частота обращения в 40 раз меньше, чем у паровой турбины. Сравнить скорости и центростремительные ускорения точек обода колес турбин.

Практическая работа № 4

«Исследование движения тела под действием постоянной силы»

Цели:

- формирование представлений о роли и месте физики в современной научной картине мира;
- понимание физической сущности наблюдаемых во Вселенной явлений, роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;
- овладение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; уверенное использование физической терминологии и символики;
- формирование умений обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;
- формирование умений решать физические задачи;
- формирование умений применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе, профессиональной сфере и для принятия практических решений в повседневной жизни.

Необходимое оборудование: тетрадь, ручка, калькулятор.

Литература: основная [1]

Время выполнения работы – 2 часа

ЗАДАЧИ:

1. На тело массой 2 кг, находящееся на гладком горизонтальном столе, действует сила 30 Н, направленная вверх под углом 30° к горизонту. С какой силой тело давит на стол?
2. Тело массой 10 кг передвигают вдоль гладкой горизонтальной поверхности, действуя на него силой 40 Н, направленной вверх под углом 60° к горизонту. Найдите ускорение тела.
3. Тело массой 10 кг находится на горизонтальной плоскости. На тело действует сила 50 Н, направленная под углом 30 градусов к горизонту. Определите силу трения, если коэффициент трения 0,2.
4. Определите вес мальчика массой 30 кг, который проезжает на санках нижнюю точку оврага со скоростью 10 м/с, а радиус оврага 20 м.

1. Движение вдоль вертикальной прямой

1.1. Подвешенное к тросу ведро массой 11 кг поднимают вертикально. С каким ускорением оно движется, если сила натяжения троса 118 Н? Каким будет натяжение троса при движении этого ведра вниз с таким же ускорением?

1.2. Подвешенное к динамометру тело массой 2,3 кг поднимают вертикально. Что покажет динамометр а) при подъеме с ускорением $2,8 \text{ м/с}^2$; б) при равномерном подъеме?

1.3. Камень массой 0,14 кг, брошенный вертикально вверх со скоростью 34 м/с, достиг высшей точки подъема через 2,5 с. Определить среднее значение силы сопротивления воздуха.

1.4. В лифте на пружинных весах стоит человек массой 68 кг. Лифт движется с ускорением $2,75 \text{ м/с}^2$. Определить показание весов в двух случаях, когда ускорение лифта направлено: 1) вертикально вверх; 2) вертикально вниз.

1.5. За какое минимальное время можно поднять груз массой 12 кг на высоту 25 м с помощью веревки, прочность которой на разрыв равна 250 Н?

1.6. Воздушный шар объемом 660 м^3 находится в равновесии. Какое количество балласта надо выбросить за борт, чтобы шар начал подниматься с ускорением $0,078 \text{ м/с}^2$? Плотность воздуха равна $1,29 \text{ кг/м}^3$.

1.7. К потолку лифта, масса которого 108 кг, подвешен груз. Сила 1520 Н заставляет лифт двигаться вверх. Груз находится на расстоянии 1,65 м от пола лифта. Нить внезапно обрывается. Сколько времени пройдет от момента разрыва нити до удара груза об пол?

2. Движение по горизонтальной прямой

2.1. На покоившийся на горизонтальной поверхности камень массой 23 кг действовали постоянной силой, направленной под углом 30° к горизонту. После начала движения камень за 5,4 с прошел 25 м. Найти значение действующей силы, если коэффициент трения скольжения равен 0,022.

2.2. В каком случае кирпич будет двигаться с большим ускорением: когда к нему приложена сила в 26 Н, параллельная горизонтальной поверхности, или когда эта же сила приложена под углом 45° к горизонту? Масса кирпича равна 3,2 кг, коэффициент трения скольжения о поверхность равен 0,22.

2.3. В гонке на прямой заснеженной дороге участвуют три автомобиля ВАЗ моделей 2106, 2110 и 2121. В какой последовательности автомобили пройдут промежуточный финиш (120 м от старта), если мощность двигателей достаточна для пробуксовки колес при разгоне на любой передаче, а коэффициент трения скольжения между шинами и дорогой равен 0,18. Учесть, что на переднюю ось приходится 65 % от массы автомобиля.

2.4. Пусть лебедь, рак и щука в известной басне Крылова действуют на воз с поклажей массой 108 кг с силой, равной 112, 62 и 31 Н соответственно. Сила, с которой лебедь действует на воз, направлена вертикально вверх, силы действия рака и щуки направлены горизонтально по продольной оси воза в противоположные стороны. Определить ускорение, с которым будет двигаться воз, если коэффициент трения равен 0,052.

3. Движение по наклонной плоскости

3.1. Автомобиль массой 1,95 т поднимается в гору с углом наклона, равным 35° . На участке пути длиной 32 м скорость автомобиля увеличилась от 25 до 38 км/ч. Считая движение равноускоренным, определить силу тяги двигателя. Коэффициент сопротивления движению принять равным 0,23.

3.2. Коэффициент трения ботинок о камень равен 0,68. На склоне какой наибольшей крутизны еще можно удержаться в этих ботинках?

3.3. Какую горизонтальную силу необходимо приложить к ящику массой 13 кг, находящемуся на наклонной плоскости длиной 5,5 м и высотой 3,4 м, чтобы ящик равномерно двигался по ней? Трением пренебречь.

3.4. Контейнер массой 207 кг равномерно поднимают по наклонной плоскости, образующей с горизонтом угол 28° , прикладывая силу 1500 Н вдоль линии движения. С каким ускорением контейнер будет соскальзывать вдоль наклонной плоскости, если его отпустить?

3.5. Ледяная гора составляет с горизонтом угол 35° . Из некоторой точки по ней снизу вверх движется шайба с начальной скоростью 24 м/с. Коэффициент трения скольжения равен 0,078. Определить скорость шайбы при ее возвращении в ту же точку и высоту, на которую поднималась шайба.

3.6. Мальчик тянет сани массой 52 кг в гору с силой 212 Н. Веревка, за которую он тянет, составляет с горизонтом угол 43° . Угол наклона горы равен 18° . Коэффициент трения санок о поверхность горки равен 0,22. Определить ускорение, с которым движутся санки, и силу давления санок на горку.

3.7. Автомобиль массой 6,8 т подъехал к подъему дороги с углом наклона, равным $5,4^\circ$, имея скорость 24 м/с. Сила тяги автомобиля равна 8,3 кН, коэффициент трения равен 0,062, длина подъема составляет 96 м. Найти: 1) ускорение автомобиля; 2) скорость в конце подъема; 3) время движения.

3.8. Небольшой камень пустили снизу вверх по наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол 15° . Найти коэффициент трения, если время подъема камня оказалось в два раза меньше времени спуска.

3.9. По деревянным сходам, образующим с горизонтом угол 36° , втаскивают ящик за привязанную к нему веревку. Коэффициент трения ящика о сходи равен 0,28. Под каким углом к горизонту следует тянуть веревку, чтобы с наименьшим усилием втянуть ящик?

4. Движение по окружности

4.1. Какова первая космическая скорость для Луны, Марса?

4.2. Найти массу Солнца, зная период обращения Земли вокруг Солнца. Расстояние от Земли до Солнца равно $1,5 \cdot 10^{11}$ м.

4.3. Спутник движется по круговой орбите вокруг Земли на расстоянии 280 км от ее поверхности. Определить скорость движения спутника.

4.4. Какую скорость относительно поверхности Земли должен иметь искусственный спутник, чтобы лететь по круговой орбите, расположенной в плоскости экватора на высоте 1600 км над Землей?

4.5. Какими должны быть радиус круговой орбиты искусственного спутника Земли и его линейная скорость, чтобы период обращения спутника был равен одним суткам?

4.6. Ускорение Луны можно найти исходя из кинематических соображений, зная средний радиус ее орбиты и период обращения вокруг Земли. Сравнить полученное значение ускорения со значением ускорения, создаваемого на лунной орбите земным тяготением.

4.7. Чтобы избежать вращения спутника массой 18 т вокруг собственной оси, к его поверхности прикрепляют канат, направленный в сторону Земли, длиной 150 м с гирей массой 32 кг на другом конце. Найти натяжение каната, если орбита спутника проходит на высоте 360 км над поверхностью Земли.

5. Движение связанных тел

5.1. Через легкий неподвижный блок перекинут шнур. К одному концу шнура привязан груз массой 1,6 кг, к другому – 4,2 кг. Чему будут равны сила натяжения шнура и сила давления на ось блока во время движения грузов? Массой блока и шнура пренебречь.

5.2. На столе лежит брусок массой 5,3 кг. К бруску привязан шнур, перекинутый через неподвижный невесомый блок. К другому концу шнура привязана гиря массой 2,4 кг. С каким ускорением будут двигаться брусок и гиря, если коэффициент трения бруска о поверхность стола равен 0,25? Какова будет сила натяжения шнура при движении?

5.3. На столе лежит горизонтальный брусок, к которому привязаны нити, перекинутые через невесомые блоки, укрепленные на краях стола. К свободным концам нитей подвешены грузы массой 0,85 и 0,26 кг, вследствие чего брусок приходит в движение и за 2,3 с проходит путь, равный 1,4 м. Зная, что масса бруска равна 2,2 кг, определить коэффициент трения скольжения.

5.4. Тела m_2 и m_3 , связанные нитью, скользят по горизонтальному столу с ускорением $2,8 \text{ м/с}^2$ под действием тела m_1 , прикрепленного к концу нити, которая привязана к телу m_2 и перекинута через неподвижный блок, укрепленный на краю стола. Определить массу тела m_3 и силы натяжения нитей, если известно, что $m_2 = m_1 = 2 \text{ кг}$. Коэффициенты трения второго и третьего тел о плоскость одинаковы и равны 0,2.

5.5. Два бруска массой 0,88 и 4,1 кг, соединенные шнуром, лежат на столе. С каким ускорением будут двигаться бруски, если к одному из них приложить силу F , равную 12 Н, направленную горизонтально? Какова будет сила натяжения шнура, соединяющего бруски, если силу F приложить 1) к первому бруску, 2) ко второму бруску? Коэффициент трения брусков о стол равен 0,19.

5.6. На неподвижной наклонной плоскости, образующей с горизонтом угол 32° , лежит груз массой 5,2 кг, привязанный к шнуру. Другой конец шнура перекинут через легкий неподвижный блок, закрепленный на вершине наклонной плоскости. К свободному концу шнура подвешен груз массой 1,1 кг. С каким ускорением будут двигаться грузы, если коэффициент трения груза о плоскость равен 0,18? Какова сила натяжения нитей?

Практическая работа № 5

«Изучение закона сохранения импульса на примере дорожно-транспортных столкновений»

Цели:

- формирование представлений о роли и месте физики в современной научной картине мира;
- овладение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; уверенное использование физической терминологии и символики;
- овладение основными методами научного познания, используемыми в физике: наблюдением, описанием, измерением, экспериментом;
- формирование умений обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;
- формирование умений решать физические задачи;
- формирование умений применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе, профессиональной сфере и для принятия практических решений в повседневной жизни.

Литература: основная [1]

Время выполнения работы – 2 часа

Алгоритм решения задач на закон сохранения импульса:

1. Записать «дано».
2. Сделать чертеж, на котором изобразить направления импульсов (или скоростей) каждого тела до взаимодействия и после взаимодействия.
3. Записать закон сохранения импульса для данной системы в векторной форме.
4. Выбрать координатную ось (оси), найти проекции векторов на эту ось (оси).
5. Записать закон сохранения импульса в скалярной форме.
6. Решить получившееся уравнение относительно неизвестной величины.
7. Оценить ответ на реальность.

При столкновении тела испытывают соударение. Соударение может быть двух типов: упругий удар и неупругий удар.

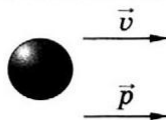
Упругий удар — тела после взаимодействия приобретают скорости, направленные в разные стороны.

Неупругий удар — тела после взаимодействия будут двигаться вместе, как одно целое.

ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСА

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

$$\vec{p} \uparrow \vec{v}$$

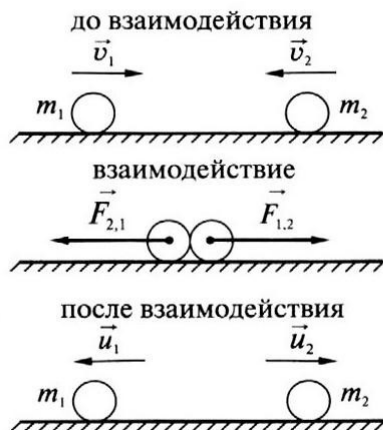


$$\text{СИ: } [p] = [1 \text{ кг} \cdot \text{м/с}]$$

p – импульс тела

ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСА

векторная сумма импульсов тел, составляющих замкнутую систему, не меняется с течением времени при любых движениях и взаимодействиях этих тел.



по третьему закону Ньютона:

$$\vec{F}_{1,2} = -\vec{F}_{2,1}$$

по второму закону Ньютона:

$$m_1 \vec{a}_1 = -m_2 \vec{a}_2$$

$$\vec{a}_1 = \frac{\vec{u}_1 - \vec{v}_1}{t} \quad \vec{a}_2 = \frac{\vec{u}_2 - \vec{v}_2}{t}$$

$$m_1 \frac{\vec{u}_1 - \vec{v}_1}{t} = -m_2 \frac{\vec{u}_2 - \vec{v}_2}{t}$$

$$m_1 \vec{u}_1 - m_1 \vec{v}_1 = -m_2 \vec{u}_2 + m_2 \vec{v}_2$$

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2$$

$$\Sigma m \vec{v}_{\text{до}} = \Sigma m \vec{u}_{\text{после}}$$

закон сохранения импульса

Формулы по теме «Задчи на импульс тела, на Закон сохранения импульса»

Название величины	Обозначение	Единица измерения	Формула
Скорость тела	v	м/с	$v = p/m$
Масса тела	m	кг	$m = p/v$
Импульс тела (модуль)	p	кг•м/с	$p = m \cdot v$

ЗАДАЧИ:

1. Найти импульс грузового автомобиля массой 10 т, движущегося со скоростью 36 км/ч, и легкового автомобиля массой 1 т, движущегося со скоростью 25 м/с.
2. С какой скоростью должна лететь хоккейная шайба массой 160 г, чтобы ее импульс был равен импульсу пули массой 8 г, летящей со скоростью 600 м/с.
3. Два тела одинакового объема-стальное и свинцовое-движутся с одинаковыми скоростями. Сравнить импульсы этих тел.
4. Поезд массой 2000 т, двигаясь прямолинейно, увеличил скорость от 36 до 72 км/ч. Найти изменение импульса поезда.
5. Шарик массой 100 г свободно упал на горизонтальную площадку, имея в момент удара скорость 10 м/с. Найти изменение импульса шара при абсолютно неупругом и абсолютно упругом ударах. Вычислить среднюю силу, действующую на шарик во время удара, если неупругий удар длился 0,05 с, а упругий 0,01 с.
6. Футбольному мячу массой 400 г при выполнении пенальти сообщили скорость 25 м/с. Если мяч попадает в грудь вратаря и отскакивает назад с той же по модулю скоростью, то удар длится 0,025 с. Если вратарь принимает удар на руки, то через 0,04 с он гасит скорость мяча до нуля. Найти среднюю силу удара в каждом случае.
7. Движение материальной точки описывается уравнением $x=5-8t + 4t^2$. Приняв ее массу равной 2 кг, найти импульс через 2 с и через 4 с после начала отсчета времени, а также силу, вызвавшую это изменение импульса.
8. Мяч массой 100 г, летевший со скоростью 20 м/с, ударился о горизонтальную плоскость. Угол падения (угол между направлением скорости и перпендикуляром к плоскости) равен 60° . Найти изменение импульса мяча, если удар абсолютно упругий, а угол отражения равен углу падения.
9. Материальная точка массой 1 кг равномерно движется по окружности со скоростью 10 м/с. Найти изменение импульса за одну четверть периода; половину периода; период.
10. Два неупругих тела, массы которых 2 и 6 кг, движутся навстречу друг другу со скоростями 2 м/с каждое. С какой скоростью и в каком направлении будут двигаться эти тела после удара.
11. На вагонетку массой 50 кг, катящуюся по горизонтальному пути со скоростью 0,2 м/с, насыпали сверху 200 кг щебня. На сколько при этом уменьшилась скорость вагонетки.

12. Вагон массой 20 т, движущийся со скоростью 0,3 м/с, нагоняет вагон массой 30 т, движущийся со скоростью 0,2 м/с. Какова скорость вагонов после взаимодействия, если удар неупругий.

13. Охотник стреляет из ружья с движущейся лодки по направлению ее движения. С какой скоростью двигалась лодка, если она остановилась после двух быстро следующих друг за другом выстрелов? Масса охотника с лодкой 200 кг, масса заряда 20 г. Скорость вылета дроби и пороховых газов 500 м/с.

14. С лодки массой 200 кг, движущейся со скоростью 1 м/с, ныряет мальчик массой 50 кг, двигаясь в горизонтальном направлении. Какой станет скорость лодки после прыжка мальчика, если он прыгает: а) с кормы со скоростью 4 м/с; б) с носа со скоростью 2 м/с; в) с носа со скоростью 6 м/с.

15. С судна массой 750 т произведен выстрел из пушки в сторону, противоположную его движению, под углом 60° к горизонту. На сколько изменилась скорость судна, если снаряд массой 30 кг вылетел со скоростью 1 км/с относительно судна.

16. Бильярдный шар 1, движущийся со скоростью 10 м/с, ударился о покоящийся шар 2 такой же массы. После удара шары разошлись так, как показано на рисунке 45. Найти скорости шаров после удара.

17. На покоящейся тележке массой 20 кг находится человек массой 60 кг. Какова будет скорость тележки относительно земли, если человек пойдет по тележке со скоростью 1 м/с относительно тележки.

18. Шар массой 2 кг движется со скоростью 4 м/с и сталкивается с неподвижным шаром массой 6 кг. Какова будет скорость и направление движения первого шара после упругого удара, если скорость неподвижного шара после удара окажется равной 1 м/с?

19. 2 шара с массами 10 кг и 20 кг движутся по горизонтальному желобу навстречу друг другу со скоростями 4 м/с и 6 м/с соответственно.

20. С тележки массой 10 кг, которая движется по горизонтальной прямой со скоростью 1 м/с, спрыгивает мальчик массой 40 кг со скоростью 3 м/с в направлении противоположном направлению движения тележки. Определить скорость тележки сразу после прыжка мальчика.

21. На тележку массой 6 кг, движущуюся со скоростью 2 м/с, сверху вертикально вниз падает кирпич массой 2 кг. Какова будет скорость тележки сразу после падения кирпича?

Практическая работа № 6

«Изучение законов сохранения на примере удара шаров и баллистического маятника»

Цели:

- понимание физической сущности наблюдаемых во Вселенной явлений, роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;
- овладение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; уверенное использование физической терминологии и символики;
- овладение основными методами научного познания, используемыми в физике: наблюдением, описанием, измерением, экспериментом;
- формирование умений обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;
- формирование умений решать физические задачи;
- формирование умений применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе, профессиональной сфере и для принятия практических решений в повседневной жизни.

Необходимое оборудование: тетрадь, ручка, калькулятор.

Литература: основная [1]

Время выполнения работы – 2 часа

Теоретические основы

Удар называется **центральный**, если шары до удара движутся вдоль прямой, проходящей через их центры. Существуют два предельных вида ударов: *абсолютно упругий удар и абсолютно неупругий удар.*

Абсолютно упругим ударом называется такой удар, при котором механическая энергия не переходит в другие виды энергии. При таком ударе кинетическая энергия полностью переходит в потенциальную энергию упругой деформации. Затем тела принимают первоначальную форму, отталкиваясь друг от друга. Потенциальная энергия упругой деформации вновь полностью переходит в кинетическую. При абсолютно упругом ударе выполняются закон сохранения импульса и закон сохранения механической энергии.

При центральном ударе скорости шаров после удара будут направлены вдоль той же прямой, вдоль которой двигались центры до удара.

Скорость шаров до и после соударения можно вычислить по максимальной высоте подъема шаров:

$$v = \sqrt{2gh} = 2\sqrt{gl} \cdot \sin(\varphi/2).$$

Контрольные вопросы

1. Что такое импульс материальной точки? По какой формуле он находится?
2. Импульс – величина векторная или скалярная?
3. Запишите формулу и формулировку закона сохранения импульса?
4. Выполняется ли закон сохранения импульса при распаде тела?
5. Какое движение называется реактивным?
6. Выполняется ли закон сохранения импульса при реактивном движении?

ЗАДАЧИ:

1. Пуля, летящая горизонтально со скоростью $v = 400$ м/с, попадает в подвешенный на невесомой нити брусок и застревает в нем. Каково нити, если брусок отклонился на угол $\varphi = 60^\circ$? Масса пули $m = 20$ г, масса бруска $M = 5$ кг.

2. Пять одинаковых шаров, центры которых лежат на одной прямой, находятся на небольшом расстоянии друг от друга. В крайний шар ударяется такой же шар, имеющий скорость $v_0 = 20$ м/с, которая направлена вдоль линии, соединяющей центры шаров. Найдите скорость последнего шара, считая соударения шаров абсолютно упругими.

3. Четыре одинаковых тела равной массы $m = 20$ г каждое расположены на одной горизонтальной прямой на некотором расстоянии друг от друга. В крайнее тело ударяется такое же тело, имеющее скорость $v_0 = 20$ м/с и движущееся вдоль прямой, на которой расположены тела. Считая соударения тел абсолютно неупругими, найдите кинетическую энергию E_k системы после прекращения соударений.

4. Стоящий на льду человек массой $M = 60$ кг ловит мяч $m = 0,5$ кг, который летит горизонтально со скоростью $v_1 = 20$ м/с. На какое расстояние откатится человек с мячом по горизонтальной поверхности льда, если коэффициент трения μ равен 0,03?

5. Тело массой $m_1 = 1$ кг, движущееся со скоростью v , налетает на покоящееся второе тело и после упругого столкновения отскакивает от него под углом $\pi/2$ к первоначальному направлению со скоростью $v_1 = 2/3 v$. Найдите массу m_2 второго тела.

6. На группу из трех гладких одинаковых кубиков, лежащих на гладкой горизонтальной поверхности, как показано на рисунке, налетает со скоростью v гладкая шайба (рисунок 1). Масса каждого кубика равна массе шайбы. Диаметр шайбы и ее высота равны ребру кубика. Определите скорости всех тел после соударения.

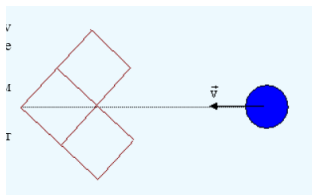


Рисунок 1.

Практическая работа № 7 «Решение задач на закон сохранения энергии»

Цели:

- формирование умений решать физические задачи;

Необходимое оборудование: тетрадь, ручка, калькулятор.

Литература: основная [1], [2]

Время выполнения работы – 2 часа

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ:

I. Прочитайте § 12 «Энергия. Закон сохранения энергии» [2] и изучите примеры решения задач.

II. Решите задачи:

1. Тело, падая с высоты 5,14 м, в момент соприкосновения с землёй обладает импульсом $100 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. Определите массу m тела и его кинетическую энергию E_k в момент удара о землю.

2. Тело массой $m = 5 \text{ кг}$ падает с высоты $h = 20 \text{ м}$. Определить сумму потенциальной и кинетической энергий тела в точке, находящейся от поверхности Земли на высоте $h_1 = 5 \text{ м}$. Трением тела о воздух пренебречь. Сравнить энергию с первоначальной энергией тела.

3. С башни высотой $H = 20 \text{ м}$ горизонтально со скоростью $v_0 = 10 \text{ м/с}$, брошен камень массой $m = 400 \text{ г}$. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определить для момента времени $t = 1 \text{ с}$ после начала движения: 1) кинетическую энергию; 2) потенциальную энергию.

4. Автомашина массой $m = 2000 \text{ кг}$ останавливается за $t = 6 \text{ с}$, пройдя расстояние $s = 30 \text{ м}$. Определить: 1) начальную скорость автомобиля; 2) силу торможения.

5. Ядро массой $m = 5 \text{ кг}$ бросают под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту, совершая при этом работу 500 Дж. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определить: 1) через какое время ядро упадет на землю; 2) какое расстояние по горизонтали оно пролетит.

6. Тело массой $m = 0,5 \text{ кг}$ бросают со скоростью $v_0 = 10 \text{ м/с}$ под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите кинетическую T , потенциальную Π и полную E энергии тела: 1) через $t = 0,4 \text{ с}$ после начала движения; 2) в высшей точке траектории.

7. К нижнему концу пружины жесткостью k_1 присоединена другая пружина жесткостью k_2 , к концу которой прикреплен гири. Пренебрегая массой пружины, определить отношение потенциальных энергий пружин.

8. Задачи (по выбору преподавателя)

стр.104-105 учебного пособия [2]

Практическая работа № 8 «Применение уравнения Клапейрона – Менделеева»

Цели:

- формирование представлений о роли и месте физики в современной научной картине мира;
- овладение основными методами научного познания, используемыми в физике: наблюдением, описанием, измерением, экспериментом;
- формирование умений обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;
- формирование умений решать физические задачи;
- формирование умений применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе, профессиональной сфере и для принятия практических решений в повседневной жизни.

Необходимое оборудование: тетрадь, ручка, калькулятор.

Литература: основная [1]

Время выполнения работы – 2 часа

Алгоритм решения задач на применение уравнения Менделеева – Клапейрона

1. Внимательно прочитайте текст задачи.
2. Запишите в “Дано” буквенное обозначение и числовое значение известных по тексту физических величин. Необходимо знать нормальные условия: $p=10^5 \text{ Па}$, $t^\circ=0^\circ \text{ C}$
3. Запишите химическую формулу и молярную массу газообразного вещества в “Дано”, используя систему СИ. $M_{\text{Воздух}}=0,029 \text{ кг/моль}$.
4. Под горизонтальной чертой запишите буквенное обозначение неизвестной величины, знак = и?
5. Под словом “Решение” напишите уравнение Менделеева–Клапейрона или его вариант:

$$pV = \frac{mRT}{M}$$
$$pV = \nu RT$$
$$p = \frac{\rho RT}{M}$$

6. Прделайте алгебраические преобразования так, чтобы по одну сторону знака = стояла неизвестная величина, а по другую – все известные.

7. Проверьте, все ли величины выражены в системе СИ, учитывая, что $1 \text{ л} = 10^{-3} \text{ м}^3$, $T = t^\circ + 273$, $1 \text{ мм рт. ст.} = 133 \text{ Па}$

8. Подставьте числовые значения вместе с единицами измерения, проведите расчет и работу с единицами измерения, учитывая, что $1 \text{ Дж} = 1 \text{ Н} \cdot \text{м}$, $1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2$, $1 \text{ Н} = 1 \text{ кг} \cdot \text{м/с}^2$

9. Запишите ответ.

ЗАДАЧИ:

1. Определите массу водорода, находящегося в баллоне емкостью 20 л при давлении 830 кПа, если температура газа равна 17°C .

2. Сосуд вместимостью 40 л содержит 1,98 кг углекислого газа и выдерживает давление не выше 3 МПа. При какой температуре возникает опасность взрыва?

3. Определите плотность азота при нормальных условиях.

4. Какое количество вещества содержится в газе при давлении 200 кПа и температуре 240 К, если его объем 40 л?

5. Какой объем занимает воздух массой 2,9 кг при давлении 750 мм рт.ст. и температуре -3°C ?

6. Каково давление азота в сосуде объемом $0,25 \text{ м}^3$ при температуре 32°C ? Масса газа 300 г.

7. Каково давление азота, если средняя квадратичная скорость его молекул 500 м/с, а его плотность $1,35 \text{ кг/м}^3$?

8. Считая воздух однородным газом, найдите, во сколько раз средняя квадратичная скорость пылинки массой $1,74 \cdot 10^{-12} \text{ кг}$, взвешенной в воздухе, меньше средней квадратичной скорости движения молекул.

9. Найдите среднюю длину свободного пробега молекулы азота при температуре 0°C и давлении 10-3 мм рт. ст.

10. Диаметр сосуда равен 20 см. Какова должна быть концентрация молекул азота в сосуде, чтобы молекулы не испытывали взаимных столкновений?

11. В баллоне вместимостью 10 л находится газ при температуре 27°C . Вследствие утечки газа давление снизилось на 4,2 кПа. Какое число молекул вышло из баллона, если температура сохранилась неизменной?

12. Определите среднюю кинетическую энергию молекулы одноатомного газа и концентрацию молекул при температуре 290 К и давлении 0,8 МПа.

13. При повышении температуры идеального газа на 150 К средняя скорость его молекул возросла от 400 до 500 м/с. На сколько градусов надо нагреть газ, чтобы увеличить среднюю скорость его молекул от 500 до 600 м/с?

Практическая работа № 9

«Расчет термодинамических параметров газа при различных процессах»

Цели:

- формирование представлений о роли и месте физики в современной научной картине мира;
- понимание физической сущности наблюдаемых во Вселенной явлений, роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;
- овладение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; уверенное использование физической терминологии и символики;
- формирование умений обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;
- формирование умений решать физические задачи;
- формирование умений применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе, профессиональной сфере и для принятия практических решений в повседневной жизни.

Литература: основная [1], [2]

Время выполнения работы – 2 часа

Теоретические основы

Процессы, при которых один из параметров состояния газа остается постоянным называют **изопроцессами**.

Газовые законы – это законы, описывающие изопроцессы в идеальном газе.

Закон Бойля-Мариотта (изотермический процесс)

Изотермическим процессом называют изменение состояния газа, при котором его температура остаётся постоянной.

Для неизменной массы газа при постоянной температуре произведение давления газа на объем есть величина постоянная:

$$pV = \text{const}$$

Этот же закон можно переписать в другом виде (для двух состояний идеального газа):

$$p_1V_1 = p_2V_2$$

Этот закон следует из уравнения Менделеева – Клапейрона:

$$pV = \text{const} = m/\mu \cdot RT$$

Очевидно, что при неизменной массе газа и при постоянной температуре правая часть уравнения остается постоянной величиной.

Графики зависимости параметров газа при постоянной температуре называются *изотермами*.

Обозначив константу буквой k_1 , запишем функциональную зависимость давления от объема при изотермическом процессе:

$$p = k_1/V$$

Видно, что давление газа обратно пропорционально его объему. Графиком обратной пропорциональности, а, следовательно, и *графиком изотермы в координатах (p,V) является гипербола* (рисунке 1,а). На рисунке 1,б) и в) представлены изотермы в координатах (p,T) и (V,T) соответственно.

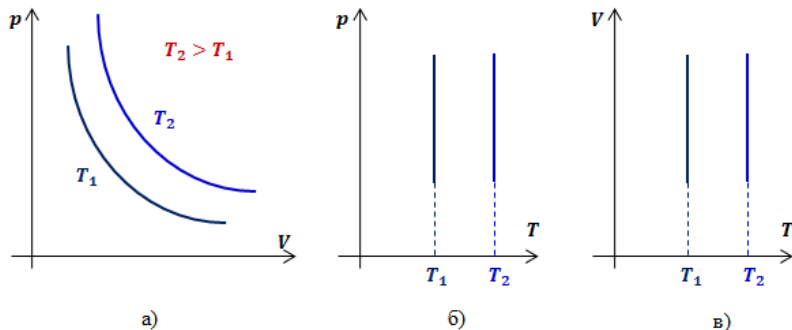


Рисунок 1 - Графики изотермических процессов в различных координатах

Закон Гей-Люссака (изобарный процесс)

Изобарным процессом называют изменение состояния газа, при котором его давление остаётся постоянным.

Для неизменной массы газа при постоянном давлении отношение объема газа к температуре есть величина постоянная:

$$V/T = \text{const}$$

Для двух состояний газа этот закон запишется в виде:

$$V_1/T_1 = V_2/T_2$$

Этот закон также следует из уравнения Менделеева – Клапейрона:

$$V/T = \text{const} = mR/\mu p$$

Графики зависимости параметров газа при постоянном давлении называются *изобарами*.

Рассмотрим два изобарных процесса с давлениями p_1 и p_2 ($p_2 > p_1$). В координатах (p,T) и (p,V) изобары будут иметь вид прямых линий, перпендикулярных оси p (рисунок2 а,б).

Определим вид графика в координатах (V,T) . Обозначив константу буквой k_2 , запишем функциональную зависимость объема от температуры при изобарном процессе:

$$V = k_2 T$$

Видно, что при постоянном давлении объем газа прямо пропорционален его температуре. Графиком прямой пропорциональности, а, следовательно, и *графиком изобары в координатах (V,T) является прямая, проходящая через начало координат* (рисунок 2,в). В реальности при достаточно низких температурах все газы превращаются в жидкости, к которым газовые законы уже неприменимы. Поэтому вблизи начала координат изобары на рисунке 2,в) показаны пунктиром.

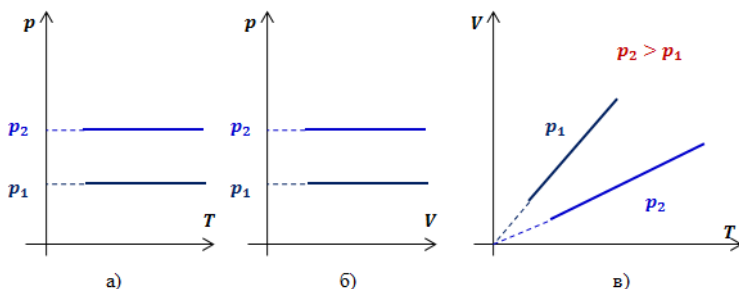


Рисунок 2 - Графики изобарных процессов в различных координатах

Закон Шарля (изохорный процесс)

Изохорным процессом называют изменение состояния газа, при котором его объем остаётся постоянным.

Для неизменной массы газа при постоянном объеме отношение давления газа к его температуре есть величина постоянная:

$$p/T = \text{const}$$

Для двух состояний газа этот закон запишется в виде: $p_1/T_1 = p_2/T_2$

Этот закон также можно получить из уравнения Менделеева – Клапейрона:

$$p/T = \text{const} =$$

Графики зависимости параметров газа при постоянном давлении называются *изохорами*.

Рассмотрим два изохорных процесса с объемами V_1 и V_2 ($V_2 > V_1$). В координатах (V, T) и (p, T) графиками изохор будут прямые, перпендикулярные оси V (рисунок 3 а, б).

Для определения вида графика изохорного процесса в координатах (p, T) обозначим константу в законе Шарля буквой k_3 , получим:

$$p = k_3 T$$

Таким образом, функциональная зависимость давления от температуры при постоянном объеме является прямой пропорциональностью, графиком такой зависимости является прямая, проходящая через начало координат (рисунок 3, в).

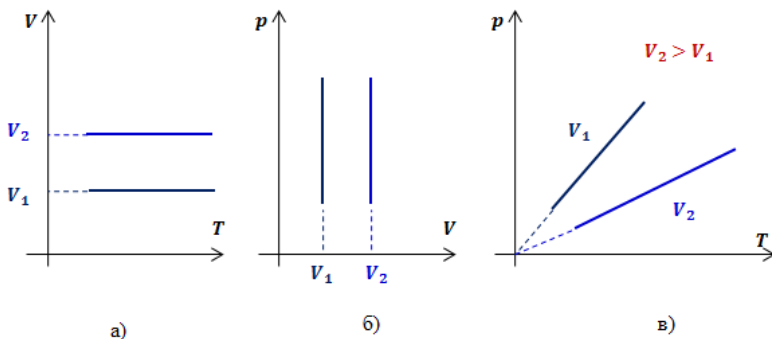


Рисунок 3 - Графики изохорных процессов в различных координатах

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ:

1. Прочитайте §17 учебника [2] на стр.122-123, посмотрите примеры решения задач на стр. 122-126 и решите задачи №№ 1-14 (по выбору преподавателя)

ЗАДАЧИ:

1. Найти давление 3 моль азота в баллоне объемом 28 л, если среднеквадратичная скорость его молекул равна 400 м/с. Молярная масса азота 28 г/моль.

2. Определить среднюю кинетическую энергию молекулы одноатомного идеального газа и концентрацию молекул при температуре 290 К и давлении 0,8 МПа.

3. Найти плотность углекислого газа, который при температуре 300К имеет давление 100 кПа. Молярная масса углекислого газа $M=44$ г/моль.

4. Найти массу воздуха в помещении объемом 100 м³ при температуре 17°C и давлении 100 кПа. Молярная масса воздуха = 29 г/моль.

5. Какова была начальная температура воздуха, если при нагревании при постоянном давлении на 3К его объем увеличился на 1% от первоначального?

6. При изотермическом процессе объем газа увеличился в два раза. На сколько паскалей изменилось давление газа, если начальное давление было 1000 Па?

7. При увеличении давления в 1,5 раза объем газа уменьшился на 2 м³. Найти начальный и конечный объемы газа, считая процесс изотермическим.

8. При сжатии газа его объем уменьшился с 8 до 5 л, а давление повысилось на 60 кПа. Найти первоначальное давление газа, считая процесс изотермическим.

9. При увеличении абсолютной температуры идеального газа в два раза давление газа увеличилось на 25%. Во сколько раз при этом изменился объем?

10. При изобарном нагревании 10 молей идеального газа его объем увеличился на 0,01м³, температура возросла на 10 К. Чему равно давление газа?

11. Баллон содержит г кислорода и г аргона. Давление смеси МПа, температура К. Принимая данные газы за идеальные, определить V баллона.

12. В вертикально расположенном цилиндре с площадью основания 1 дм² под поршнем массой 10 кг, скользящим без трения, находится воздух. При изобарном нагревании воздуха поршень поднялся на 20 см. Какую работу совершил воздух, если наружное давление равно 100 кПа?

Практическая работа № 10

«Расчет характеристик пара»

Цели:

- формирование собственной позиции по отношению к физической информации, получаемой из разных источников;
- формирование представлений о роли и месте физики в современной научной картине мира;
- понимание физической сущности наблюдаемых во Вселенной явлений, роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;
- овладение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; уверенное использование физической терминологии и символики;
- овладение основными методами научного познания, используемыми в физике: наблюдением, описанием, измерением, экспериментом;
- формирование умений обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;
- формирование умений решать физические задачи;
- формирование умений применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе, профессиональной сфере и для принятия практических решений в повседневной жизни.

Необходимое оборудование: тетрадь, ручка, калькулятор.

Литература: основная [1]

Время выполнения работы – 2 часа

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ:

1. Прочитайте §20 задачника [2] на стр.143-144, посмотрите примеры решения задач на стр. 144-148 и решите задачи №№ 1-14 (по выбору преподавателя)

Практическое занятие № 11

«Определение поверхностного натяжения жидкости»

Цель работы - изучение эффектов смачивания и определение коэффициента поверхностного натяжения воды по поведению воды в стеклянном капилляре.

Необходимое оборудование: тетрадь, ручка, калькулятор.

Литература: основная [1]

Время выполнения работы – 2 часа

Краткие теоретические сведения

На экране изображена экспериментальная установка. Она состоит из соединённых трубкой манометра (слева), первого (в центре) и второго (справа) стеклянных сосудов с водой, колокола, капилляра и линейки. Колокол, предназначенный для создания избыточного давления, опущен в первый сосуд, капилляр - во второй.

Управление установкой осуществляется с помощью мыши. Сосуды с водой можно поднимать и опускать, вращая круглую гайку с вертикальными линиями на боковой поверхности, расположенную под ним. Гайка начинает вращаться при нажатии мышью на её боковую поверхность. Нажатие справа от красной вертикальной линии приводит к вращению по часовой стрелке, сосуд при этом поднимается, с лева от красной линии - против часовой стрелки, сосуд опускается. Скорость вращения пропорциональна расстоянию от курсора мыши до красной линии.

Внизу экрана расположены поля ввода, в которые следует заносить результаты измерений:

h - начальная высота столбика воды в капилляре,

N_0 - начальное показание манометра при опущенном сосуде для воздушного колокола,

N - показание манометра при давлении, компенсирующем капиллярный эффект.

Нажатием кнопки "Добавить в отчет" эти результаты добавляются в таблицу отчёта. Измерения этих величин следует повторить не менее 4-5 раз.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ

1. Радиус капилляра задаётся преподавателем, поэтому его измерять не надо - он добавляется в отчёт автоматически.

2. При полностью опущенном первом сосуде измерьте линейкой высоту h подъёма воды в капилляре. Введите измеренное значение в соответствующий пункт ввода.

Высоту столбика воды в капилляре следует измерять с помощью линейки (она находится справа от второго сосуда). Линейку можно "перетаскивать" с помощью мыши.

3. Измерьте начальные показания манометра №0. Введите измеренное значение в соответствующий пункт ввода.

Компенсация давления в манометре производится вращением его верхней шкалы, которое выполняется с помощью мыши нажатием на шкалу слева или справа от треугольного репера.

При этом меняется уровень воды в круглом отсеке, расположенном справа на манометре.

Отсчёт производят в момент, когда в этом отсеке остриё и его зеркальное отражение начинают соприкасаться.

(В отличие от реального манометра, здесь нет необходимости постоянно поддерживать такое состояние).

4. Поднимите первый сосуд и добейтесь совпадения уровней жидкости в капилляре и втором (правом) сосуде.

5. Измерьте показания манометра N в этом состоянии. Введите измеренное значение в соответствующий пункт ввода.

6. Занесите результаты в отчёт.

7. Верните систему в первоначальное состояние, опустив первый сосуд.

8. Повторите все измерения 5-6 раз.

9. Вычислите коэффициент поверхностного натяжения по формуле:

10. Находим среднее значение поверхностного натяжения по формуле:

$$\sigma = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3}$$

11. Определяем относительную погрешность методом оценки результатов измерений

$$\delta = \frac{|\sigma_{\text{табл}} - \sigma_{\text{ср}}|}{\sigma_{\text{табл}}} \cdot 100\%$$

Данные занесите в таблицу 1

№ опы та	Масса m, кг	Числ о капел ь п,	Диаметр канала шприца d, м	Поверхн остное натяжен ие σ , Н/м	Среднее значение поверхнос тного натяжения $\sigma_{\text{ср}}$, Н/м	Табличное значение поверхност ного натяжения $\sigma_{\text{табл}}$, Н/м	Относит ельная погрешн ость σ , %

Ответы на контрольные вопросы:

1. Почему поверхностное натяжение зависит от рода жидкости?
2. Почему и как зависит поверхностное натяжение от температуры?
3. Изменится ли результат вычисления поверхностного натяжения, если опыт проводить в другом месте Земли?
4. Почему следует добиваться медленного падения капель?

Практическая работа № 12

«Расчет батареи конденсаторов»

Цели:

- овладение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; уверенное использование физической терминологии и символики;
- формирование умений обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;
- формирование умений решать физические задачи;
- формирование умений применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе, профессиональной сфере и для принятия практических решений в повседневной жизни.

Необходимое оборудование: тетрадь, ручка, калькулятор.

Литература: основная [1]

Время выполнения работы – 2 часа

Краткие теоретические сведения

Конденсатор представляет собой устройство, способное накапливать электрические заряды. Простейшим конденсатором являются две металлические пластины (электроды), разделенные каким-либо диэлектриком.

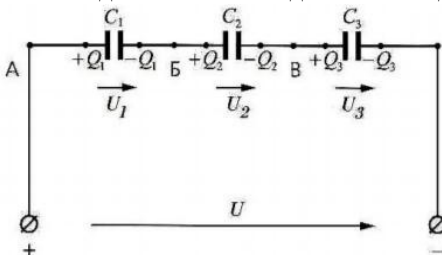
Емкость C конденсатора определяется как отношение заряда q , накопленного в конденсаторе, к разности потенциалов между его электродами

$$C = \frac{Q}{U}$$

(приложенному напряжению) U :

Конденсаторы можно соединять последовательно и параллельно.

Последовательное соединение конденсаторов



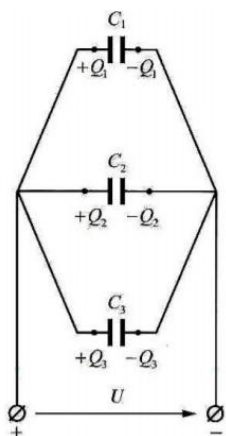
Напряжение при последовательном соединении конденсаторов распределяется на элементах обратно пропорционально емкости

$$U = U_1 + U_2 + U_3 = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \frac{Q}{C_3}$$

Заряд во всех последовательно соединенных конденсаторах накапливается одинаковый $Q = Q_1 = Q_2 = Q_3$

При последовательном соединении нескольких (например, трех) конденсаторов эквивалентная емкость

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}.$$



Заряд на параллельно соединенных конденсаторах накапливается, пропорционально емкости

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = UC_1 + UC_2 + UC_3$$

При параллельном соединении конденсаторов (рис. 1.5.5.) их результирующая емкость

$$C = C_1 + C_2 + C_3$$

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ:

1. Начертите схему батареи конденсаторов согласно варианту задания.
2. Проанализируйте соединение элементов и участков цепи.
3. Определите эквивалентную емкость батареи, используя метод сворачивания цепи.
4. Определите общий заряд цепи.
5. Используя свойства последовательного и параллельного соединения конденсаторов, определите напряжение на каждом конденсаторе.
6. Рассчитайте энергию электрического поля.

Таблица 1 – Исходные данные

№ варианта	№ рисунка	C ₁ мкФ	C ₂ мкФ	C ₃ мкФ	C ₄ мкФ	C ₅ мкФ	U, В
1	1	7	8	4	12	10	75
2	2	40	10	20	60	10	25
3	3	30	12	8	6	10	100
4	4	8	30	6	20	10	120
5	5	60	30	10	1	10	10
6	6	4	6	4	8	10	54
7	7	40	10	14	10	10	120
8	8	10	2	3	1	10	30
9	9	70	30	60	30	10	270
10	10	50	11	90	10	10	125
11	11	6	30	6	20	10	15
12	12	4	15	5	30	10	64
13	13	4	6	20	5	10	140
14	14	11	1	60	15	10	20
15	15	4	12	5	1	10	200

16	16	10	90	20	5	10	260
17	1	5	8	11	13	10	10
18	8	10	90	1	2	10	48
19	9	2	3	30	20	10	68
20	10	3	30	6	2	10	8
21	12	6	20	10	5	10	100
22	2	24	8	9	10	10	120
23	13	40	2	6	10	10	25
24	14	3	60	30	30	10	60
25	15	12	8	5	6	10	90
26	16	6	4	2	6	10	18
27	7	24	8	4	8	10	100
28	8	10	20	2	4	10	200
29	9	5	3	60	15	10	10
30	10	5	6	20	5	10	60

Ответьте на контрольные вопросы:

1. Что такое конденсатор?
2. Что называется емкостью?
3. Какое поле называется электрическим?

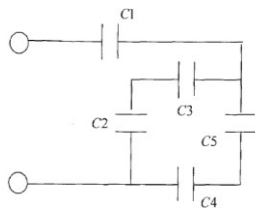


Схема 1

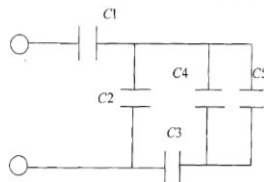


Схема 2

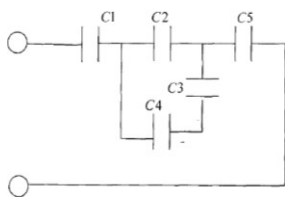


Схема 3

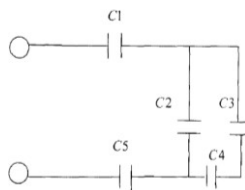


Схема 4

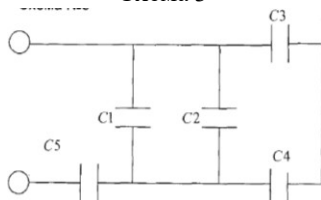


Схема 5

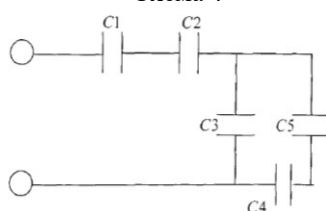


Схема 6

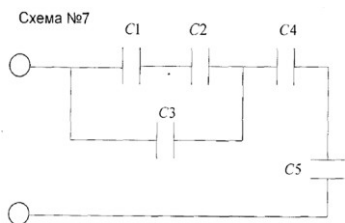


Схема 7

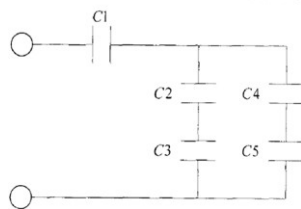


Схема 8

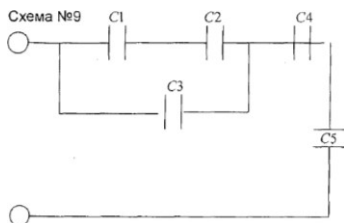


Схема 9

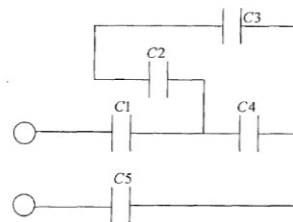


Схема 10

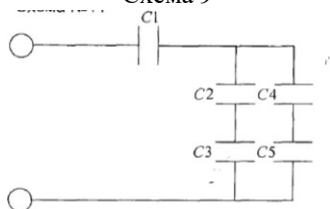


Схема 11

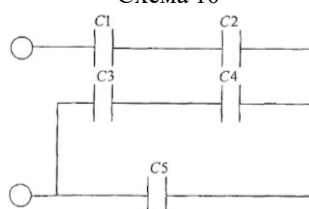


Схема 12

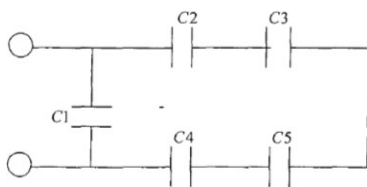


Схема 13

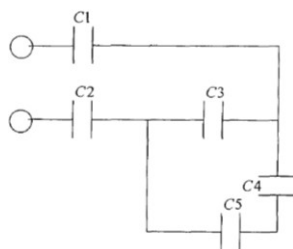


Схема 14

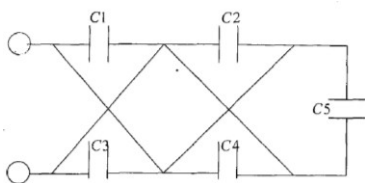


Схема 15

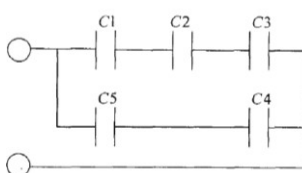


Схема 16

Практическая работа № 13

«Расчет цепей постоянного тока при смешанном соединении резисторов»

Цели:

- формирование представлений о роли и месте физики в современной научной картине мира;
- понимание физической сущности наблюдаемых во Вселенной явлений, роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;
- овладение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; уверенное использование физической терминологии и символики;
- формирование умений обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;
- формирование умений решать физические задачи;
- формирование умений применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе, профессиональной сфере и для принятия практических решений в повседневной жизни.

Необходимое оборудование: тетрадь, ручка, калькулятор.

Литература: основная [1]

Время выполнения работы – 1 час

Теоретические основы

1. При последовательном соединении проводников общее сопротивление участка равно сумме сопротивлений проводников: $R = R_1 + R_2 + \dots$
2. При последовательном соединении проводников силы тока в каждом из проводников равны и равны общей силе тока на участке цепи: $I = I_1 = I_2 = \dots$
3. При последовательном соединении проводников сумма напряжений равна общему напряжению на участке цепи: $U = U_1 + U_2 + \dots$
4. При параллельном соединении проводников общая проводимость участка равна сумме проводимостей проводников: $U = U_1 + U_2 + \dots$
5. При параллельном соединении проводников сумма сил токов равна общей силе тока на участке цепи: $I = I_1 + I_2 + \dots$
6. При параллельном соединении проводников напряжения в каждом из проводников равны и равны общему напряжению на участке цепи: $U = U_1 = U_2 = \dots$

Примеры решения задач

Участок цепи, который состоит из четырёх резисторов, подключён к источнику с напряжением 40 В (рисунок 1). Вычислите силу тока в резисторах 1 и 2, напряжение на резисторе 3. Сопротивление первого резистора равно 2,5 Ом, второго и третьего – по 10 Ом, четвёртого – 20 Ом.

Дано: $R_1 = 2,5 \text{ Ом}$, $R_2 = R_3 = 10 \text{ Ом}$, $R_4 = 20 \text{ Ом}$, $U = 40 \text{ В}$

Найти: I_1 , I_2 , U_3

Решение

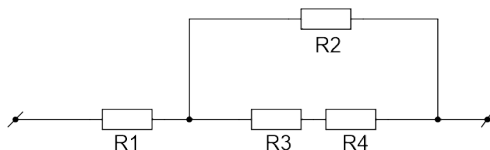


Рисунок 1

Через резистор R_1 течёт такой же ток, как и через весь участок ($I_1 = I$), следовательно, согласно закону Ома:

$$I_1 = I = \frac{U}{R}$$

То есть для нахождения I_1 нужно вычислить сопротивление (R) всего участка цепи, который состоит из двух последовательно подключённых частей, одна часть с резистором R_1 , другая часть с резисторами R_2 , R_3 , R_4 :

$$R = R_1 + R_{2,3,4}$$

Резистор R_2 соединён параллельно резисторам R_3 и R_4 , следовательно:

$$\frac{1}{R_{2,3,4}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_{3,4}}$$

Резисторы R_3 и R_4 соединены последовательно, поэтому:

$$R_{3,4} = R_3 + R_4$$

$$\frac{1}{R_{2,3,4}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3 + R_4}$$

$$R_{2,3,4} = \frac{R_2(R_3 + R_4)}{R_2 + R_3 + R_4}$$

Следовательно, сопротивление всей цепи равно:

$$R = R_1 + R_{2,3,4} = 2,5 + \frac{10(10+20)}{10+10+20} = 2,5 + \frac{300}{40} = 10 \text{ Ом}$$

Подставим данное значение в формулу для нахождения тока в резисторе R_1 :

$$I_1 = I = \frac{U}{R} = \frac{40}{10} = 4 \text{ А}$$

Так как при параллельном соединении проводников напряжения в каждом из проводников равны и равны общему напряжению на участке цепи, то: $U_2 = U_{3,4}$
Отсюда:

$$I_2 R_2 = I_{3,4} R_{3,4}$$

$$I_2 R_2 = I_{3,4} (R_3 + R_4)$$

$$\frac{I_2}{I_{3,4}} = \frac{R_3 + R_4}{R_2} = 3$$

При последовательном соединении силы тока одинаковы, поэтому:

$$I_2 + I_{3,4} = I_1 = 4 \text{ A}$$

Получили систему уравнений:

$$\begin{cases} \frac{I_2}{I_{3,4}} = 3 \\ I_2 + I_{3,4} = 4 \end{cases}$$

Решив эту систему получим, что: $I_2 = 3 \text{ A}$, $I_{3,4} = 1 \text{ A}$

Так как R_3 и R_4 соединены последовательно: $I_3 = I_4 = I_{3,4} = 1 \text{ A}$

Напряжение на резисторе R_3 равно: $U_3 = I_3 \cdot R_3 = 1 \cdot 10 = 10 \text{ В}$

Ответ: $I_1 = 4 \text{ A}$, $I_2 = 3 \text{ A}$, $U_3 = 10 \text{ В}$

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ:

Рассчитать электрическую цепь постоянного тока по данным своего варианта.

Определить:

- Эквивалентное сопротивление
- Токи в каждом сопротивлении
- Напряжение на каждом сопротивлении
- Мощность цепи и мощность на каждом резисторе
- Количество тепла, выделяемого цепью

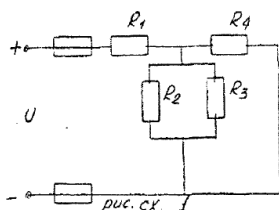


Рисунок 1.

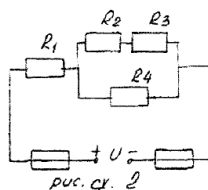
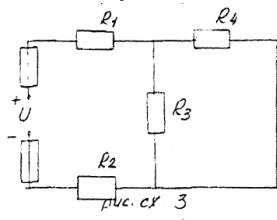


Рисунок 2.

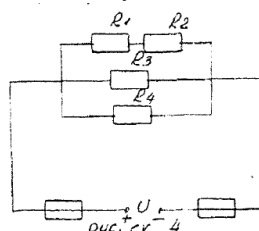


Рисунок 3.

Рисунок 4.

Таблица 1 – Данные для расчета

№ варианта	№ рисунка	R_1 , Ом	R_2 , Ом	R_3 , Ом	R_4 , Ом	U, I, P, B, А, Вт	t, сек
1	1	4	8	4	12	U=75В	2ч
2	2	40	10	4	6	I=25А	1,5ч
3	3	30	12	8	6	P=100Вт	60мин
4	4	8	30	6	20	U=120В	8ч
5	5	60	30	10	1	I=10А	4ч
6	6	4	6	4	8	P=54Вт	2,5ч
7	7	40	10	14	10	U=120В	40мин
8	8	10	2	3	1	I=30А	80мин
9	9	7	3	60	30	P=270Вт	10ч
10	10	5	11	90	10	U=125В	12ч
11	1	6	30	6	20	I=15А	45мин
12	2	4	15	5	30	P=64Вт	95мин
13	3	4	6	20	5	U=140В	4ч
14	4	11	1	60	15	I=20А	6ч
15	5	4	12	5	1	P=200Вт	15ч
16	6	10	90	20	5	U=260В	25мин
17	7	5	8	11	13	I=10А	15мин
18	8	10	90	1	2	P=48Вт	2ч
19	9	2	3	30	20	U=68В	5ч
20	10	3	30	6	2	I=8А	65мин
21	1	6	20	10	5	P=1000Вт	10ч
22	2	24	8	9	10	U=120В	15ч
23	3	40	2	6	10	I=25А	45мин
24	4	3	60	30	30	P=60Вт	35мин
25	5	12	8	5	6	U=90В	16мин
26	6	6	4	2	6	I=18А	1,5ч
27	7	24	8	4	8	P=100Вт	3ч
28	8	10	20	2	4	U=200В	7ч
29	9	5	3	60	15	I=10А	5ч
30	10	5	6	20	5	P=60Вт	85мин

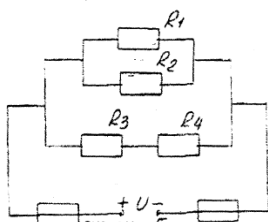


Рисунок 5.

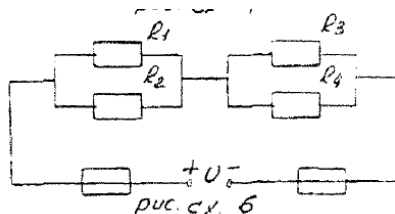


Рисунок 6.

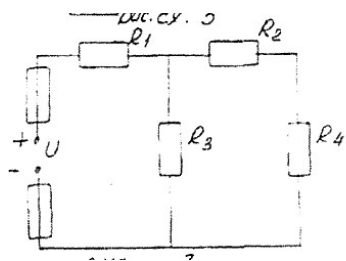


Рисунок 7.

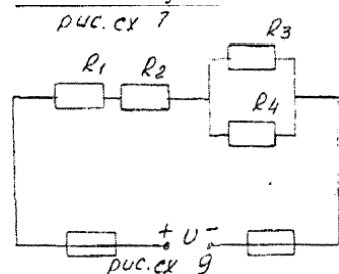


Рисунок 9.

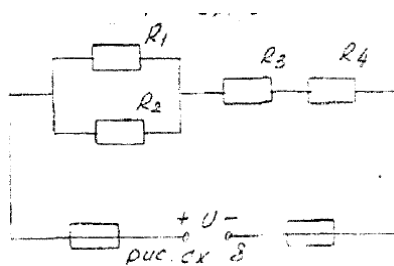


Рисунок 8.

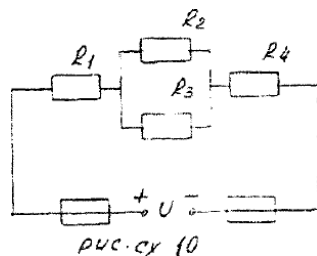


Рисунок 10.

Практическая работа № 14

«Изучение закона Ома для полной цепи»

Цели:

- формирование собственной позиции по отношению к физической информации, получаемой из разных источников;
- формирование представлений о роли и месте физики в современной научной картине мира;
- понимание физической сущности наблюдаемых во Вселенной явлений, роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;
- овладение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; уверенное использование физической терминологии и символики;
- овладение основными методами научного познания, используемыми в физике: наблюдением, описанием, измерением, экспериментом;
- формирование умений обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;
- формирование умений решать физические задачи;
- формирование умений применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе, профессиональной сфере и для принятия практических решений в повседневной жизни.

Необходимое оборудование: тетрадь, ручка, калькулятор.

Литература: основная [1]

Время выполнения работы – 2 часа

Краткая теория

Рассмотрим простейшую полную (т. е. замкнутую) цепь, состоящую из источника тока (гальванического элемента, аккумулятора или генератора) и резистора сопротивлением R . Источник тока имеет ЭДС $\mathcal{E}$ и сопротивление r .

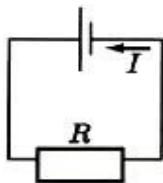


Рис. 15.10

В генераторе r — это сопротивление обмоток, а в гальваническом элементе сопротивление раствора электролита и электродов.

Сопротивление источника называют **внутренним сопротивлением** в отличие от внешнего сопротивления R цепи.

Закон Ома для замкнутой цепи связывает силу тока в цепи, ЭДС и *полное сопротивление цепи* $R + r$. Эта связь может быть установлена теоретически, если использовать закон сохранения энергии и закон Джоуля—Ленца.

Пусть за время Δt через поперечное сечение проводника проходит электрический заряд Δq . Тогда работу сторонних сил при перемещении заряда Δq

можно записать так: $A_{ст} = E\Delta q$. Согласно определению силы тока (15.1) $\Delta q = I\Delta t$. Поэтому $A_{ст} = E I \Delta t$.

При совершении этой работы на внутреннем и внешнем участках цепи, сопротивления которых r и R , выделяется некоторое количество теплоты. По закону Джоуля—Ленца оно равно:

$$Q = I^2 R \Delta t + I^2 r \Delta t,$$

По закону сохранения энергии $A_{ст} = Q$, откуда получаем $E = IR + Ir$.

Произведение силы тока и сопротивления участка цепи называют **падением напряжения на этом участке**.

Таким образом, ЭДС равна сумме падений напряжения на внутреннем и внешнем участках замкнутой цепи.

Закон Ома для замкнутой цепи

Сила тока в замкнутой цепи равна отношению ЭДС источника тока к полному сопротивлению цепи:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}. \quad (15.20)$$

Согласно этому закону сила тока в цепи зависит от трёх величин: ЭДС E сопротивлений R внешнего и r внутреннего участков цепи. Внутреннее сопротивление источника тока не оказывает заметного влияния на силу тока, если оно мало по сравнению с сопротивлением внешней части цепи ($R \gg r$). При этом напряжение на зажимах источника примерно равно ЭДС: $U = IR = E - Ir \approx E$

$$I_{к.з} = \frac{\mathcal{E}}{r}$$

При коротком замыкании, когда $R \approx 0$, сила тока в цепи и определяется именно внутренним сопротивлением источника и при электродвижущей силе в несколько вольт может оказаться очень большой, если r мало (например, у аккумулятора $r \approx 0,1 - 0,001$ Ом). Провода могут расплавиться, а сам источник выйти из строя.

Если цепь содержит несколько последовательно соединённых элементов с ЭДС E_1, E_2, E_3 и т. д., то полная ЭДС цепи равна алгебраической сумме ЭДС отдельных элементов.

Для определения знака ЭДС любого источника нужно вначале условиться относительно выбора положительного направления обхода контура. На рисунке положительным (произвольно) считают направление обхода против часовой стрелки.

Если при обходе цепи данный источник стремится вызвать ток в направлении обхода, то его ЭДС считается положительной: $E > 0$. Сторонние силы внутри источника совершают при этом положительную работу.

Если же при обходе цепи данный источник вызывает ток против направления обхода цепи, то его ЭДС будет отрицательной: $E < 0$. Сторонние силы внутри источника совершают отрицательную работу. Так, для цепи,

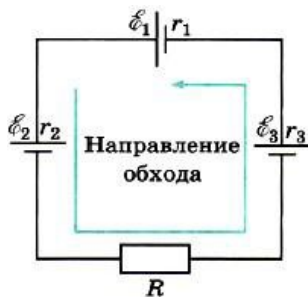


Рис. 15.11

изображённой на рисунке, при обходе контура против часовой стрелки получаем следующее уравнение:

$$E_{\Pi} = E_1 + E_2 + E_3 = |E_1| - |E_2| + |E_3|$$

Если $E_{\Pi} > 0$, то согласно формуле для закона Ома сила тока $I > 0$, т. е. направление тока совпадает с выбранным направлением обхода контура. При $E_{\Pi} < 0$, наоборот, направление тока противоположно выбранному направлению обхода контура. Полное сопротивление цепи R_{Π} равно сумме всех сопротивлений:

$$R_{\Pi} = R + r_1 + r_2 + r_3.$$

Для любого замкнутого участка цепи, содержащего несколько источников токов, справедливо следующее правило: алгебраическая сумма падений напряжения равна алгебраической сумме ЭДС на этом участке (второе правило Кирхгофа):

$$I_1 R_1 + I_2 R_2 + \dots + I_n R_n = E_1 + E_2 + \dots + E_m$$

ЗАДАЧИ:

1. Рассчитайте силу тока в замкнутой цепи, состоящей из источника тока, ЭДС которого равно 10 В, а внутреннее сопротивление равно 1 Ом. Сопротивление резистора равно 4 Ом.

2. В цепи источника тока с ЭДС $\epsilon = 30$ В идет ток $I = 2$ А. Напряжение на зажимах источника $V = 18$ В. Найти внешнее сопротивление цепи R и внутреннее сопротивление источника r .

3. В цепи, состоящей из реостата и источника тока с ЭДС $\epsilon = 6$ В и внутренним сопротивлением $r = 2$ Ом, идет ток $I_1 = 0,5$ А. Какой ток I_2 пойдет при уменьшении сопротивления реостата в три раза?

4. Источник тока с ЭДС ϵ и внутренним сопротивлением r замкнут на сопротивление R . Как меняется ток в цепи и напряжение на зажимах источника в зависимости от R ? Построить графики этих зависимостей при $\epsilon = 15$ В и $r = 2,5$ Ом.

5. Сколько витков никелиновой проволоки надо намотать на фарфоровый цилиндр диаметром 1,5 см, чтобы изготовить электрический нагреватель, которым за 10 мин можно было бы нагреть 120 г воды от 10° до кипения? Диаметр проволоки 0,2 мм, напряженность в сети 110 В, общие потери электроэнергии 40%.

6. Внутреннее сопротивление старой батареи от карманного фонаря равно 0,5 Ом. Хороший вольтметр в отсутствие нагрузки показывает на ней напряжение 1,5 В. Каково напряжение на полюсах батареи, если ее замкнуть на нагрузку сопротивлением 1 Ом?

7. Лампочки, сопротивления которых 3 и 12 Ом, поочередно подключенные к некоторому источнику тока, потребляют одинаковую мощность. Найти внутреннее сопротивление источника и КПД цепи в каждом случае.

8. ЭДС батареи равна 1,55 В. При замыкании ее на нагрузку сопротивлением 3 Ом напряжение на полюсах батареи становится равным 0,95 В. Каково внутреннее сопротивление батареи?

9. Ток в цепи батареи, ЭДС которой 30 В, равен 3 А. Напряжение на зажимах батареи 18 В. Найдите сопротивление внешней части цепи и внутреннее сопротивление батареи.

10. После включения внешней цепи разность потенциалов на зажимах батареи оказалась равной 18 В. Чему равно внутреннее сопротивление батареи, если ЭДС батареи 30 В, а сопротивление внешней цепи 6 Ом?

11. При замыкании источника электрического тока на сопротивление 5 Ом по цепи течет ток 5 А, а при замыкании на сопротивление 2 Ом идет ток 8 А. Найдите внутреннее сопротивление и ЭДС источника тока.

12. Определите внутреннее сопротивление аккумулятора, если известно, что при замыкании его на внешнее сопротивление 14 Ом напряжение на зажимах аккумулятора 28 В, а при замыкании на сопротивление 29 Ом напряжение на зажимах 29 В. Сопротивлением подводящих проводов пренебречь.

13. Определите падение напряжения на подводящих проводах и их сопротивление, если на зажимах лампочки, имеющей сопротивление 10 Ом, напряжение 1 В, ЭДС источника 1,25 В, его внутреннее сопротивление 0,4 Ом.

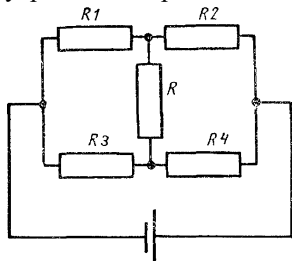
14. ЭДС сухого элемента 1,5 В. Ток короткого замыкания равен 30 А. Чему равно внутреннее сопротивление элемента? Каким будет напряжение на его полюсах, если замкнуть элемент на катушку сопротивлением 1 Ом?

15. Чему равно внутреннее сопротивление аккумуляторной батареи с ЭДС 6 В, если ток короткого замыкания равен 300 А? Каково напряжение на зажимах этой батареи, если она в стартере автомобиля сопротивлением 0,04 Ом даст силу тока 100 А?

16. Электрическая схема составлена из двух параллельно соединенных резисторов сопротивлением 40 Ом и 10 Ом и подключенных к зажимам аккумулятора, ЭДС которого 10 В. Сила тока в общей части цепи равна 1 А. Найдите внутреннее сопротивление аккумулятора и ток короткого замыкания.

17. Динамомашинка питает током 100 ламп, соединенных параллельно и имеющих сопротивление 1200 Ом каждая. Лампа рассчитана на напряжение 220 В. Сопротивление линии 4 Ом. Внутреннее сопротивление машины 0,8 Ом. Найдите ЭДС машины и напряжение на ее зажимах.

18. Определите силу тока, идущего через резистор сопротивлением R_2 в схеме, изображенной на рисунке. Внутренним сопротивлением источника пренебречь.



19. Чтобы определить место повреждения изоляции двухпроводной телефонной линии длиной 4 км, к одному ее концу присоединили батарею с ЭДС, равной 15 В. При этом оказалось, что если провода у другого конца линии разомкнуты, сила тока, идущего через батарею, равна 1 А, а если замкнуты накоротко, то сила тока равна 1,8 А. Найдите место повреждения и сопротивление изоляции в месте повреждения. Сопротивление каждого провода линии 5 Ом, сопротивлением батареи пренебречь.

Практическая работа № 15

«Применение правила левой руки по определению направления силы Ампера и расчета ее величины»

Цели:

- формирование собственной позиции по отношению к физической информации, получаемой из разных источников;
- формирование представлений о роли и месте физики в современной научной картине мира;
- понимание физической сущности наблюдаемых во Вселенной явлений, роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;
- овладение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; уверенное использование физической терминологии и символики;
- овладение основными методами научного познания, используемыми в физике: наблюдением, описанием, измерением, экспериментом;
- формирование умений обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;
- формирование умений решать физические задачи;
- формирование умений применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе, профессиональной сфере и для принятия практических решений в повседневной жизни.

Литература: основная [1]

Время выполнения работы – 2 часа

Теоретические основы

Экспериментально установлено, что на проводник с током, находящийся в магнитном поле, действует сила, получившая название силы Ампера.

Направление силы Ампера определяется **правилом левой руки**.

Модуль силы Ампера вычисляется по формуле

$$F_A = IBlsin\alpha$$

где I – сила тока в проводнике,

B – индукция магнитного поля,

l – длина проводника,

α – угол между направлением тока и вектором B .

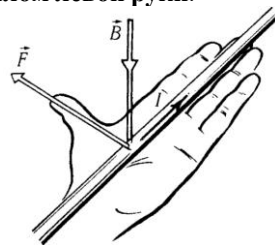


Рисунок 1 – Правило левой руки

Правило левой руки: Если левую руку расположить так, чтобы перпендикулярная к проводнику, составляющая вектора магнитной индукции, входила в ладонь, а четыре вытянутых пальца были направлены по направлению тока, то отогнутый на 90° большой палец покажет направление силы Ампера.

ЗАДАЧИ:

1. С какой силой действует однородное магнитное поле с индукцией 2,5 Тл. На проводник длиной 50 см, расположенным под углом 30° к вектору индукции, при силе тока в проводнике 0,5 А?

2. Прямолинейный проводник длиной 0,2 м., по которому течет ток 2 А, находится в однородном магнитном поле с индукцией 0,6 Тл и расположен параллельно вектору B . Каков модуль силы, действующей на проводник со стороны магнитного поля?

3. Максимальная сила, действующая в однородном поле на проводник с током длиной 10 см равна, 0,02 Н. Сила тока равна 8 А. Чему равен модуль вектора магнитной индукции?

4. Определить силу, с которой однородное магнитное поле действует на проводник длиной 20 см, если сила тока в нем 300 мА, расположенный под углом 45° к вектору магнитной индукции. Магнитная индукция составляет 0,5 Тл.

5. Проводник с током 5 А находится в магнитном поле с индукцией 10 Тл. Определить длину проводника, если магнитное поле действует на него с силой 20Н и перпендикулярно проводнику.

6. Определить силу тока в проводнике длиной 20 см, расположенному перпендикулярно силовым линиям магнитного поля с индукцией 0,06 Тл, если на него со стороны магнитного поля действует сила 0,48 Н.

7. Определить силу, действующую на заряд 0,005 Кл, движущийся в магнитном поле с индукцией 0,3 Тл со скоростью 200 м/с под углом 45 градусов к вектору магнитной индукции.

8. Какова скорость заряженного тела, перемещающегося в магнитном поле с индукцией 2 Тл, если на него со стороны магнитного поля действует сила 32 Н. Скорость и магнитное поле взаимно перпендикулярны. Заряд тела равен 0,5 мКл.

9. Сила тока в горизонтально расположенном проводнике длиной 20 см и массой 4 г равна 10 А. Найти индукцию (модуль и направление) магнитного поля, в которое нужно поместить проводник, чтобы сила тяжести уравновесилась силой Ампера.

10. Плоская прямоугольная катушка из 200 витков со сторонами 10 и 5 см находится в однородном магнитном поле индукцией 0,05 Тл. Какой максимальный вращающий момент может действовать на катушку в этом поле, если сила тока в катушке 2 А?

11. С какой силой действует магнитное поле индукцией 10 мТл на проводник, в котором сила тока 50 А, если длина активной части проводника 0,1 м? Линии индукции поля и ток взаимно перпендикулярны.

12. В проводнике с длиной активной части 8 см сила тока равна 50 А. Он находится в однородном магнитном поле индукцией 20 мТл. Какую работу совершил источник тока, если проводник переместился на 10 см перпендикулярно линиям индукции?

Практическая работа № 16

«Применение правила левой руки для определения направления силы Лоренца и расчета ее величины»

Цели:

- понимание физической сущности наблюдаемых во Вселенной явлений, роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;
- овладение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; уверенное использование физической терминологии и символики;
- овладение основными методами научного познания, используемыми в физике: наблюдением, описанием, измерением, экспериментом;
- формирование умений обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;
- формирование умений решать физические задачи;
- формирование умений применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе, профессиональной сфере и для принятия практических решений в повседневной жизни.

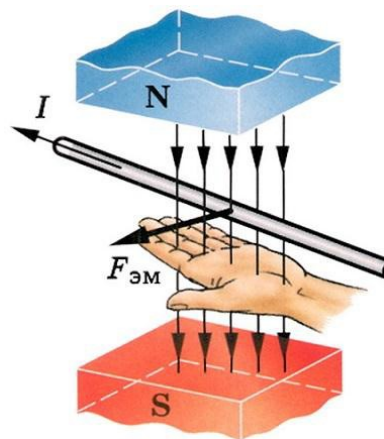
Литература: основная [1]

Время выполнения работы – 2 часа

Теоретическая часть

Правило левой руки. Для того, чтобы это правило работало, необходимо расположить левую ладонь таким образом, чтобы направление четырех пальцев было в сторону электрического тока в проводнике. Индукционные линии входят в ладонь перпендикулярно под углом 90° . Большой палец отогнут, и указывает направление силы, действующей на проводник. Обычно, этот закон применяется, когда нужно определить направление отклонения проводника. В данной ситуации проводник располагается между двумя магнитами и по нему пропущен электрический ток.

Правило левой руки формулируется еще и таким образом, что четыре пальца на левой руке располагаются в направлении, куда движутся положительные или отрицательные частицы электрического тока. Индукционные линии, как и в других случаях, должны перпендикулярно располагаться относительно ладони и входить в нее. Большой оттопыренный палец указывает на направление силы Ампера или Лоренца.



Алгоритм решения задачи

1. Сделать чертеж.
2. Указать силовые линии магнитного поля (электрического поля).
3. Проставить вектор $\vec{v}_0$, разложить его на составляющие.
4. Определить вид траектории.
5. Составить основное уравнение динамики с учетом сил, действующих на частицу.

ЗАДАЧИ:

1. Определить силу Лоренца F , действующую на электрон, влетевший со скоростью $v=4$ Мм/с в однородное магнитное поле под углом $\alpha=30^\circ$ к линиям индукции. Магнитная индукция B поля равна 0,2 Тл.

2. Вычислить радиус R дуги окружности, которую описывает протон в магнитном поле с индукцией $B=15$ мТл, если скорость v протона равна 2 Мм/с.

3. Двукратно ионизированный атом гелия (α -частица) движется в однородном магнитном поле напряженностью $H=100$ кА/м по окружности радиусом $R=10$ см. Найти скорость v α -частицы.

4. Ион, несущий один элементарный заряд, движется в однородном магнитном поле с индукцией $B=0,015$ Тл по окружности радиусом $R=10$ см. Определить импульс p иона.

5. Частица, несущая один элементарный заряд, влетела в однородное магнитное поле с индукцией $B=0,5$ Тл. Определить момент импульса L , которым обладала частица при движении в магнитном поле, если ее траектория представляла дугу окружности радиусом $R=0,2$ см.

6. Электрон движется в магнитном поле с индукцией $B=0,02$ Тл по окружности радиусом $R=1$ см. Определить кинетическую энергию T электрона (в джоулях и электрон-вольтах).

7. Заряженная частица влетела перпендикулярно линиям индукции в однородное магнитное поле, созданное в среде. В результате взаимодействия с веществом частица, находясь в поле, потеряла половину своей первоначальной энергии. Во сколько раз будут отличаться радиусы кривизны R траектории начала и конца пути?

8. Заряженная частица, двигаясь в магнитном поле по дуге окружности радиусом $R_1=2$ см, прошла через свинцовую пластину, расположенную на пути частицы. Вследствие потери энергии частицей радиус кривизны траектории изменился и стал равным $R_2=1$ см. Определить относительное изменение энергии частицы.

9. Протон, прошедший ускоряющую разность потенциалов $U=600$ В, влетел в однородное магнитное поле с индукцией $B=0,3$ Тл и начал двигаться по окружности. Вычислить ее радиус R .

10. Заряженная частица, обладающая скоростью $v=2 \cdot 10^6$ м/с, влетела в однородное магнитное поле с индукцией $B=0,52$ Тл. Найти отношение Q/m заряда частицы к ее массе, если частица в поле описала дугу окружности радиусом $R=4$ см. По этому отношению определить, какая это частица.

11. Заряженная частица, прошедшая ускоряющую разность потенциалов $U=2$ кВ, движется в однородном магнитном поле с индукцией $B=15,1$ мТл по окружности радиусом $R=1$ см. Определить отношение $|e|/m$ заряда частицы к ее массе и скорость v частицы.

12. Заряженная частица с энергией $T=1$ кэВ движется в однородном магнитном поле по окружности радиусом $R=1$ мм. Найти силу F , действующую на частицу со стороны поля.

13. Электрон движется в однородном магнитном поле с индукцией $B=0,1$ Тл перпендикулярно линиям индукции. Определить силу F , действующую на электрон со стороны поля, если радиус R кривизны траектории равен $0,5$ см.

14. Электрон движется в однородном магнитном поле напряженностью $H=4$ кА/м со скоростью $v=10$ Мм/с. Вектор скорости направлен перпендикулярно линиям напряженности. Найти силу F , с которой поле действует на электрон, и радиус R окружности, по которой он движется.

15. Протон с кинетической энергией $T=1$ МэВ влетел в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции ($B=1$ Тл). Какова должна быть минимальная протяженность l поля в направлении, по которому летел протон, когда он находился вне поля, чтобы оно изменило направление движения протона на противоположное?

16. Электрон движется по окружности в однородном магнитном поле напряженностью $H=10$ кА/м. Вычислить период T вращения электрона.

17. Определить частоту n вращения электрона по круговой орбите в магнитном поле, индукция B которого равна $0,2$ Тл.

18. Электрон в однородном магнитном поле с индукцией $B=0,1$ Тл движется по окружности. Найти силу I эквивалентного кругового тока, создаваемого движением электрона.

19. Электрон, влетев в однородное магнитное поле с индукцией $B=0,2$ Тл, стал двигаться по окружности радиусом $R=5$ см. Определить магнитный момент p_m эквивалентного кругового тока.

20. Два однозарядных иона, пройдя одинаковую ускоряющую разность потенциалов, влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции. Один ион, масса m_1 которого равна 12 а. е. м. *, описал дугу окружности радиусом $R_1=4$ см. Определить массу m_2 другого иона, который описал дугу окружности радиусом $R_2=6$ см.

21. Два иона, имеющие одинаковый заряд, но различные массы, влетели в однородное магнитное поле. Первый ион начал двигаться по окружности радиусом $R_1=5$ см, второй ион — по окружности радиусом $R_2=2,5$ см. Найти отношение m_1/m_2 масс ионов, если они прошли одинаковую ускоряющую разность потенциалов.

22. В однородном магнитном поле с индукцией $B=100$ мкТл движется электрон по винтовой линии. Определить скорость v электрона, если шаг h винтовой линии равен 20 см, а радиус $R=5$ см.

23. Электрон движется в однородном магнитном поле с индукцией $B=9$ мТл по винтовой линии, радиус R которой равен 1 см и шаг $h=7,8$ см. Определить период T обращения электрона и его скорость v .

24. В однородном магнитном поле с индукцией $B=2$ Тл движется протон. Траектория его движения представляет собой винтовую линию с радиусом $R=10$ см и шагом $h=60$ см. Определить кинетическую энергию T протона.

25. Электрон влетает в однородное магнитное поле напряженностью $H=16$ кА/м со скоростью $v=8$ Мм/с. Вектор скорости составляет угол $\alpha=60^\circ$ с направлением линий индукции. Определить радиус R и шаг h винтовой линии, по которой будет двигаться электрон в магнитном поле. Определить также шаг винтовой линии для электрона, летящего под малым углом к линиям индукции.

26. Определить энергию ϵ , которую приобретает протон, сделав $N=40$ оборотов в магнитном поле циклотрона, если максимальное значение $U_{\max}$ переменной разности потенциалов между дуантами равно 60 кВ. Определить также относительное увеличение $\Delta m/m_0$ массы протона в сравнении с массой покоя, а также скорость v протона.

27. Вычислить скорость v и кинетическую энергию T α -частиц, выходящих из циклотрона, если, подходя к выходному окну, ионы движутся по окружности радиусом $R=50$ см. Индукция B магнитного поля циклотрона равна 1,7 Тл.

28. Индукция B магнитного поля циклотрона равна 1 Тл. Какова частота ν ускоряющего поля между дуантами, если в циклотроне ускоряются дейтоны?

29. В циклотроне требуется ускорять ионы гелия (He^{++}). Частота ν переменной разности потенциалов, приложенной к дуантам, равна 10 МГц. Какова должна быть индукция B магнитного поля, чтобы период T обращения ионов совпадал с периодом изменения разности потенциалов?

30. Определить число N оборотов, которые должен сделать протон в магнитном поле циклотрона, чтобы приобрести кинетическую энергию $T=10$ МэВ, если при каждом обороте протон проходит между дуантами разность потенциалов $U=30$ кВ.

31. Электрон движется по окружности в однородном магнитном поле со скоростью $v=0,8c$ (c — скорость света в вакууме). Магнитная индукция B поля равна 0,01 Тл. Определить радиус окружности в двух случаях: 1) не учитывая увеличение массы со скоростью; 2) учитывая это увеличение.

Практическая работа № 17

«Определение направления индукционного тока по правилу левой руки №2 в соленоиде, величины и направления магнитного поля»

Цели:

- понимание физической сущности наблюдаемых во Вселенной явлений, роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;
- овладение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; уверенное использование физической терминологии и символики;
- овладение основными методами научного познания, используемыми в физике: наблюдением, описанием, измерением, экспериментом;
- формирование умений обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;
- формирование умений решать физические задачи;
- формирование умений применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе, профессиональной сфере и для принятия практических решений в повседневной жизни.

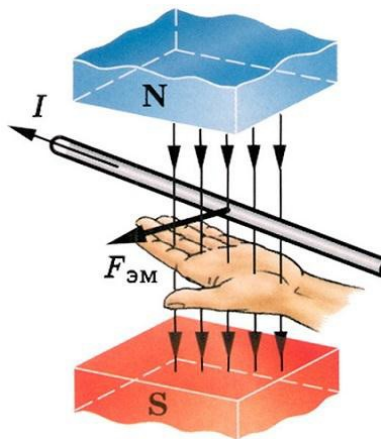
Литература: основная [1]

Время выполнения работы – 2 часа

Теоретическая часть

Правило левой руки. Для того, чтобы это правило работало, необходимо расположить левую ладонь таким образом, чтобы направление четырех пальцев было в сторону электрического тока в проводнике. Индукционные линии входят в ладонь перпендикулярно под углом 90° . Большой палец отогнут, и указывает направление силы, действующей на проводник. Обычно, этот закон применяется, когда нужно определить направление отклонения проводника. В данной ситуации проводник располагается между двумя магнитами и по нему пропущен электрический ток.

Правило левой руки формулируется еще и таким образом, что четыре пальца на левой руке располагаются в направлении, куда движутся положительные или отрицательные частицы электрического тока. Индукционные линии, как и в других случаях, должны перпендикулярно располагаться относительно ладони и входить в нее. Большой оттопыренный палец указывает на направление силы Ампера или Лоренца.



ЗАДАЧИ:

1. На рисунке 1 представлены различные случаи электромагнитной индукции. Сформулировать и решить задачу для каждого случая.

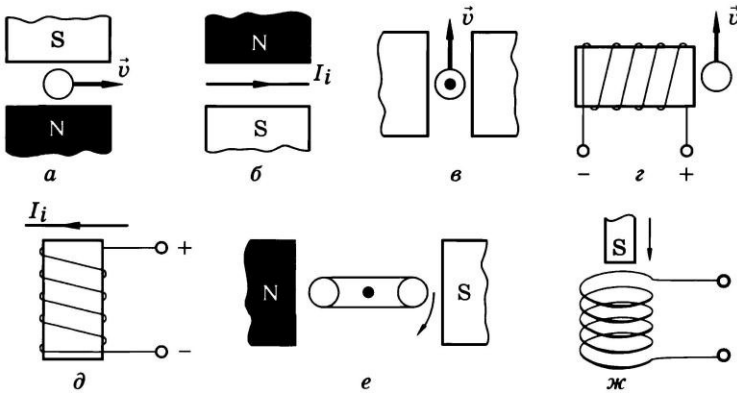


Рисунок 1 – Случаи электромагнитной индукции

2. Почему колебания стрелки компаса быстрее затухают, если корпус прибора латунный, и медленнее, если корпус прибора пластмассовый?
3. Найти скорость изменения магнитного потока в соленоиде из 2000 витков при возбуждении в нем ЭДС индукции 120 В.
4. За 5 мс магнитный поток, пронизывающий контур, убывает с 9 до 4 мВб. Найти ЭДС индукции в контуре.
5. Будет ли в рамке ABCD (рисунок 2) возникать индукционный ток, если рамку:
 - а) вращать относительно неподвижного проводника с током OO' , как показано на рисунке;
 - б) вращать вокруг стороны AB;
 - в) вращать вокруг стороны BC;
 - г) двигать поступательно в вертикальном направлении;
 - д) двигать поступательно в горизонтальном направлении?

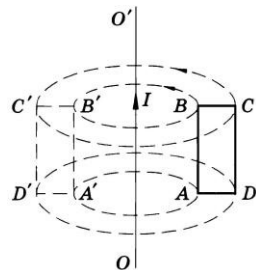


Рисунок 2 – Рамка ABCD

6. Определить направление индукционного тока, возникающего в витке В (рисунок 3), если в цепи витка А ключ замыкают и, если этот ключ размыкают. Указать также направление индукционного тока, если при замкнутом ключе скользящий контакт реостата передвигают вправо или его передвигают влево.

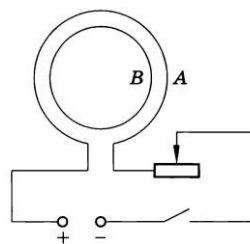


Рисунок 3 - Виток В

7. Три одинаковых полосовых магнита падают в вертикальном положении одновременно с одной высоты. Первый падает свободно, второй во время падения проходит сквозь незамкнутый соленоид, третий — сквозь замкнутый соленоид. Сравнить время падения магнитов. Ответы обосновать на основании правила Ленца и закона сохранения энергии.

8. Если вращать магнит (рисунок 4), то замкнутый виток проволоки, укрепленный на оси, начинает вращаться. Объяснить явление и определить направление вращения витка.

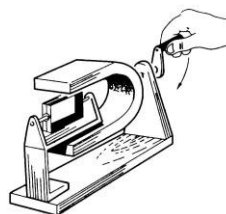


Рисунок 4.

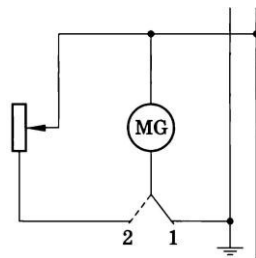
9. Если клеммы двух демонстрационных гальванометров соединить проводами и затем покачиванием одного из приборов вызвать колебание его стрелки, то и у другого прибора стрелка тоже начнет колебаться. Объяснить опыт и при возможности проверить.

10. Внутри витка радиусом 5 см магнитный поток изменился на 18,6 мВб за 5,9 мс. Найти напряженность вихревого электрического поля в витке.

11. Найти энергию магнитного поля соленоида, в котором при силе тока 10 А возникает магнитный поток 0,5 Вб.

12. Объяснить принцип торможения трамвая, когда водитель, отключив двигатель от контактной сети (рисунок 5), переводит его в режим генератора (ключ переводится из положения 1 в положение 2). Как зависит ускорение (быстрота торможения) трамвая:

- от нагрузки (сопротивления резистора) при данной скорости движения трамвая;
- от скорости трамвая при данной нагрузке?



13. Сколько витков должна содержать катушка с площадью поперечного сечения 50 см^2 , чтобы при изменении магнитной индукции от $0,2$ до $0,3 \text{ Тл}$ в течение 4 мс в ней возбуждалась ЭДС 10 В ?
14. Какой заряд q пройдет через поперечное сечение витка, сопротивление которого $R = 0,03 \text{ Ом}$, при уменьшении магнитного потока внутри витка на $\Delta\Phi = 12 \text{ мВб}$?
15. В магнитное поле индукцией $B = 0,1 \text{ Тл}$ помещен контур, выполненный в форме кругового витка радиусом $R = 3,4 \text{ см}$. Виток сделан из медной проволоки, площадь поперечного сечения которой $S = 1 \text{ мм}^2$. Нормаль к плоскости витка совпадает с линиями индукции поля. Какой заряд пройдет через поперечное сечение витка при исчезновении поля?
16. Найти ЭДС индукции в проводнике с длиной активной части $0,25 \text{ м}$, перемещающемся в однородном магнитном поле индукцией 8 мТл со скоростью 5 м/с под углом 30° к вектору магнитной индукции.
17. С какой скоростью надо перемещать проводник под углом 60° к линиям индукции магнитного поля, чтобы в проводнике возбуждалась ЭДС индукции 1 В ? Индукция магнитного поля равна $0,2 \text{ Тл}$. Длина активной части 1 м .
18. Какова индуктивность контура, если при силе тока 5 А в нем возникает магнитный поток $0,5 \text{ мВб}$?
19. Какой магнитный поток возникает в контуре индуктивностью $0,2 \text{ мГн}$ при силе тока 10 А ?
20. Найти индуктивность проводника, в котором при равномерном изменении силы тока на 2 А в течение $0,25 \text{ с}$ возбуждается ЭДС самоиндукции 20 мВ .
21. Какая ЭДС самоиндукции возбуждается в обмотке электромагнита индуктивностью $0,4 \text{ Гн}$ при равномерном изменении силы тока в ней на 5 А за $0,02 \text{ с}$?
22. Последовательно с катушкой школьного трансформатора, надетой на разомкнутый сердечник, включена лампочка от карманного фонаря. В цепь подано такое напряжение, что лампочка горит в полный накал. Как изменяется яркость лампочки, если: а) сердечник замкнуть ярмом; б) некоторое время держать ярмо неподвижным; в) вынуть ярмо? При возможности проверить на опыте, положив на сердечник спичку (иначе ярмо трудно оторвать от сердечника).
23. В катушке индуктивностью $0,6 \text{ Гн}$ сила тока равна 20 А . Какова энергия магнитного поля этой катушки? Как изменится энергия поля, если сила тока уменьшится вдвое?

24. Какой должна быть сила тока в обмотке дросселя индуктивностью $0,5 \text{ Гн}$, чтобы энергия поля оказалась равной 1 Дж ?

Практическая работа № 18

«Изучение и расчет параметров колебательного движения»

Цели:

- формирование представлений о роли и месте физики в современной научной картине мира;
- понимание физической сущности наблюдаемых во Вселенной явлений, роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;
- овладение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; уверенное использование физической терминологии и символики;
- овладение основными методами научного познания, используемыми в физике: наблюдением, описанием, измерением, экспериментом;
- формирование умений обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;
- формирование умений решать физические задачи;
- формирование умений применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе, профессиональной сфере и для принятия практических решений в повседневной жизни.

Необходимое оборудование: тетрадь, ручка, калькулятор.

Литература: основная [1]

Время выполнения работы – 2 часа

Теоретическая часть

Повторяющиеся движения или изменения состояния называются *колебаниями*. Наиболее простой формой колебаний является *гармоническое колебание*, т.е. такое при котором колеблющаяся величина изменяется во времени по закону синуса или косинуса.

Колебания бывают свободные и вынужденные, затухающие и незатухающие, периодические и непериодические.

Свободными называют колебания, которые происходят в системе при выведении ее из равновесия без воздействия внешних сил.

Вынужденными называют колебания, которые происходят в системе при выведении ее из равновесия под действием внешних периодических сил.

Уравнение гармонического колебания устанавливает зависимость координаты тела от времени

x – координата колеблющегося тела

A (x_0) – амплитуда колебания

ω – циклическая частота

t – время

$$x = A \cos(\omega t + \varphi_0) \quad \varphi_0 - \text{начальная фаза}$$

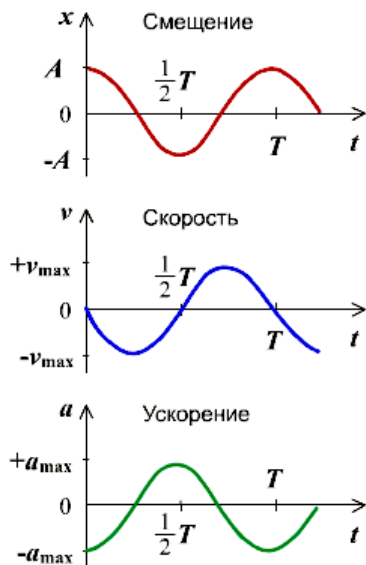
$$x = A \sin(\omega t + \varphi_0) \quad \begin{aligned} [x] &= 1\text{м} & [A] &= 1\text{м} & [\omega] &= 1\frac{\text{рад}}{\text{с}} \\ [t] &= 1\text{с} & [\varphi] &= 1\text{рад} \end{aligned}$$

График косинуса в начальный момент имеет максимальное значение, а график синуса имеет в начальный момент нулевое значение. Если колебание начинаем исследовать из положения равновесия, то колебание будет повторять синусоиду. Если колебание начинаем рассматривать из положения максимального отклонения, то колебание опишет косинус. Или такое колебание можно описать

$$\varphi_0 = \frac{\pi}{2}$$

формулой синуса с начальной фазой

Если колебание описывать по закону косинуса



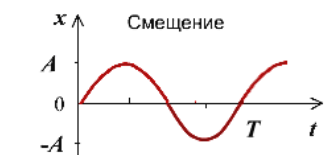
Графики смещения, скорости, ускорения при гармонических колебаниях

$$x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$$

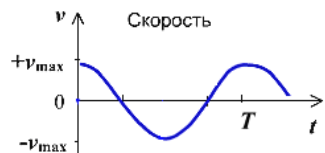
$$\begin{aligned} v &= -A\omega \sin(\omega t + \varphi_0) = \\ &= A\omega \cos\left[(\omega t + \varphi_0) + \frac{\pi}{2}\right] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a &= -A\omega^2 \cos(\omega t + \varphi_0) = \\ &= A\omega^2 \cos\left[(\omega t + \varphi_0) + \pi\right] \end{aligned}$$

Если колебание описывать по закону синуса



$$x = A \sin(\omega t + \varphi_0)$$



$$v = A\omega \cos(\omega t + \varphi_0) = A\omega \sin\left[(\omega t + \varphi_0) + \frac{\pi}{2}\right]$$



$$a = -A\omega^2 \sin(\omega t + \varphi_0) = A\omega^2 \sin\left[(\omega t + \varphi_0) + \pi\right]$$

Графики смещения, скорости, ускорения при гармонических колебаниях

Максимальные значения скорости и ускорения

Проанализировав уравнения зависимости $v(t)$ и $a(t)$, можно догадаться, что максимальные значения скорости и ускорение принимают в том случае, когда тригонометрический множитель равен 1 или -1. Определяются по формуле

$$v_{\max} = A\omega$$

$\vec{v}$ – мгновенная скорость колеблющегося тела

$\vec{a}$ – ускорение тела

A – амплитуда колебаний

ω – циклическая частота колебаний

$$a_{\max} = A\omega^2$$

$$[v] = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad [a] = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \quad [A] = 1 \text{ м} \quad [\omega] = 1 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

ЗАДАЧИ:

1. Гармоническое колебание описывается уравнением $x = 2 \sin(\pi/2t + \pi/4)$. Чему равна циклическая частота колебаний, линейная частота, начальная фаза колебаний?

2. Можно ли предположить, что одно и тоже колебание может быть описано с помощью следующих уравнений:

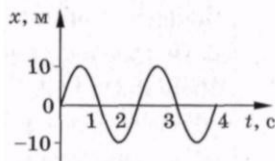
$$x = 3 \sin(\pi/4t + \pi/6), \quad x = 3 \cos(\pi/4t + \pi/3), \quad x = 3 \cos(\pi/4t - \pi/3)?$$

3. В какие моменты времени скорость колеблющейся материальной точки равна нулю, если колебание описывается уравнением $x = 4 \sin \pi/2t$?

4. Амплитуда колебаний напряжения в контуре 100 В, частота колебаний 5 МГц. Через какое время напряжение впервые будет 71 В?

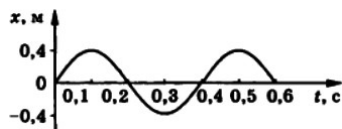
Вариант 1

1. Нитяной маятник совершил 25 колебаний за 50 с. Определите период и частоту колебаний.
2. Определите, на каком расстоянии от наблюдателя ударила молния. Если он услышал гром через 3 с после того, как увидел молнию.
3. По графику определите амплитуду, период и частоту колебаний.
4. Какова длина математического маятника, совершающего гармонические колебания с частотой 0,5 Гц на поверхности Луны? Ускорение свободного падения на поверхности Луны $1,6 \text{ м/с}^2$.
5. Длина морской волны равна 2 м. Какое количество колебаний за 10 с совершит на ней поплавок, если скорость распространения волны равна 6 м/с.
6. Как нужно изменить длину математического маятника, чтобы период его колебаний уменьшить в 2 раза?
7. Определите длину математического маятника, который за 10 с совершает на 4 полных колебания меньше, чем математический маятник длиной 60 см.
8. Один математический маятник имеет период колебаний 3 с, а другой – 4с. Какой период колебаний математического маятника, длина которого равна сумме длин указанных маятников?
9. Чему равна длина волны на воде, если скорость распространения волн равна 2,4 м/с, а тело, плавающее на воде, совершает 30 колебаний за 25 с?



Вариант 2

1. Маятник совершил 50 колебаний за 25 с. Определите период и частоту колебаний маятника.
2. Радиобуй в море колеблется на волнах с периодом 2 с. Скорость морских волн 1 м/с. Чему равна длина волны?
3. По графику определите амплитуду, период и частоту колебаний.
4. На неизвестной планете маятник длиной 80 см совершил 36 полных колебаний за 1 мин. Чему равно ускорение свободного падения?
5. Определите длину волны, распространяющейся со скоростью 2 м/с, в которой за 20 с происходит 10 колебаний.
6. Какова длина математического маятника, совершающего 4 полных колебания за 8 с?
7. Как изменится частота колебаний нитяного маятника длиной 0,5 м, если увеличить длину нити на 1,5 м?
8. На озере в безветренную погоду с лодки сбросили тяжелый якорь. От места бросания пошли волны. Человек, стоящий на берегу, заметил, что волна дошла до него через 50 с, расстояние между соседними горбами волн 50 см, а за 50 с было 20 всплесков о берег. Как далеко от берега находилась лодка?
9. К потолку подвешены два маятника. За одинаковое время один маятник совершил 5 колебаний, а другой – 3 колебания. Какова длина каждого маятника, если разность их длин 48 см?



Практическая работа № 19

«Расчет индуктивного и емкостного сопротивления в цепи переменного тока»

Цели:

- формирование собственной позиции по отношению к физической информации, получаемой из разных источников;
- формирование представлений о роли и месте физики в современной научной картине мира;
- понимание физической сущности наблюдаемых во Вселенной явлений, роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;
- овладение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; уверенное использование физической терминологии и символики;
- овладение основными методами научного познания, используемыми в физике: наблюдением, описанием, измерением, экспериментом;
- формирование умений обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;
- формирование умений решать физические задачи;
- формирование умений применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе, профессиональной сфере и для принятия практических решений в повседневной жизни.

Необходимое оборудование: тетрадь, ручка, калькулятор.

Литература: основная [1], [2]

Время выполнения работы – 2 часа

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ:

1. Прочитайте §40 задачника [2] на стр.252-254, посмотрите примеры решения задач на стр. 254-256 и решите задачи №№ 1-10 (по выбору преподавателя)

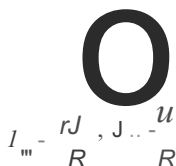
ПЕРЕМЕННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

ИР<,дстваяет собой **вв-ухденные ЭМИ(Tj)Кчес!QJ!;fJj** ,,:стеb11:им■.11еременн1,1й ток низ1той частоты получ..ют с пот,ющю инд_укци.онного енератора (простеАшй индукционн1й генератор - раМJ(а,вращающаRcRv в однОPODtIом магнитном nof!el. пер01me11ный тс:ж высокю частоту - с помощью генератора tta транз1л1тооре.

ДеАсву1Дщмм значеттнем смы тща назь1ва,е,тс я сила ,юстоРнного т1жа, гв,ыделяющего 11
11ршюдики такое **свачество теги оты**, ка : и пер11ыеннык1т ют 31'11 то же **ере...**!1,
Аналогично оп,ре,а,ет тс я и , деАсву1Щш1нщ щгщ,зньм напряжения . СООТ>Ювени:ме,жду

действующими, Эволюциями и аналитическими методами: I, II, III,

АКТИВНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ В ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА



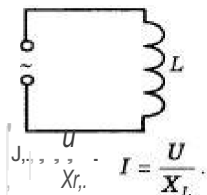
Жс;о,11еба_НМ1'1"рпplllll(ИНИСИ 114 СИЛ "fOKa
COB"!ID!ID'f 1'10 фазе.

Если $u''' = U'' \cos mt$, то $t = 1 : \cos S(l)t$.

Мощность переменного ТОС.ил(средняя за период). Выходящая на ЭКТИ30ЮМ

$$\text{сооротиелени}, P = I^2 R, \dots IU = IIR,$$

ИЗУЧЕНИЕ В ЦЕНТРЕ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА



Копвбан11А1напр!U[ett-опережа11Ur по
фазе-конебат ия см.ны ТО14.8

из четверть пер1,щда.

Если, $1 \leq J, (IOS())C$, то

$$u = U_M \sin(\omega t + \phi) = -U_M \sin(\omega t) \cdot f.$$

Величина $X_L = \omega L$ называется **индуктивным сопротивлением**.

СМКОСТЬ В ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

$$y \dots\dots\dots \frac{1}{Jc}$$

Копеб11.нмя напряженнq·отста от по фазе
от копвбаи.iii с,млы ТО1U1

на четверть периода,

Бели і - $I_{\dots 00S,;0t}$, то

$$u = U \cos(\omega t - \phi) \quad \text{and} \quad i = I \sin \omega t$$

Величина $\chi_{\text{к-1}}$ называется **емкостью** конденсатора.

Д/111 ил'дуктивнооти тт е,мкости в ц1ппи поременного том P'' О (энергш1 пери,0,дичщжи запасається в э1лектрич 1ККОЙ. цппи и оОЩЖа щаетсм в ттсточник то:а).

Практическая работа № 20

«Изучение изображения предметов в тонкой линзе»

Цели:

- формирование собственной позиции по отношению к физической информации, получаемой из разных источников;
- формирование представлений о роли и месте физики в современной научной картине мира;
- понимание физической сущности наблюдаемых во Вселенной явлений, роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;
- овладение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; уверенное использование физической терминологии и символики;
- овладение основными методами научного познания, используемыми в физике: наблюдением, описанием, измерением, экспериментом;
- формирование умений обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;
- формирование умений решать физические задачи;
- формирование умений применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе, профессиональной сфере и для принятия практических решений в повседневной жизни.

Необходимое оборудование: тетрадь, ручка, калькулятор.

Литература: основная [1]

Время выполнения работы – 1 час

Теоретическое обоснование

Линзой называется прозрачное тело, ограниченное двумя сферическими поверхностями. Если толщина самой линзы мала по сравнению с радиусами кривизны сферических поверхностей, то линзу называют **тонкой**.

Линзы входят в состав практически всех оптических приборов. Линзы бывают **собирающими** и **рассеивающими**. Собирающая линза в середине толще, чем у краев, рассеивающая линза, наоборот, в средней части тоньше.

Прямая, проходящая через центры кривизны O_1 и O_2 сферических поверхностей, называется **главной оптической осью** линзы. В случае тонких линз приближенно можно считать, что главная оптическая ось пересекается с линзой в одной точке, которую принято называть **оптическим центром** линзы O . Луч света проходит через оптический центр линзы, не отклоняясь от первоначального направления. Все прямые, проходящие через оптический центр, называются **побочными оптическими осями**.

Если на линзу направить пучок лучей, параллельных главной оптической оси, то после прохождения через линзу лучи (или их продолжения) соберутся в

одной точке F , которая называется **главным фокусом** линзы. У тонкой линзы имеются два главных фокуса, расположенных симметрично на главной оптической оси относительно линзы. У собирающих линз фокусы действительные, у рассеивающих – мнимые. Пучки лучей, параллельных одной из побочных оптических осей, после прохождения через линзу также фокусируются в точку F' , которая расположена при пересечении побочной оси с **фокальной плоскостью** Φ , то есть плоскостью, перпендикулярной главной оптической оси и проходящей через главный фокус. Расстояние между оптическим центром линзы O и главным фокусом F называется фокусным расстоянием. Оно обозначается той же буквой F .

Основное свойство линз – способность давать **изображения предметов**.

Изображения бывают **прямыми** и **перевернутыми**, **действительными** и **мнимыми**, **увеличенными** и **уменьшенными**.

Положение изображения и его характер можно определить с помощью геометрических построений. Для этого используют свойства некоторых стандартных лучей, ход которых известен. Это лучи, проходящие через оптический центр или один из фокусов линзы, а также лучи, параллельные главной или одной из побочных оптических осей. Примеры таких построений представлены на рис. 1 и 2

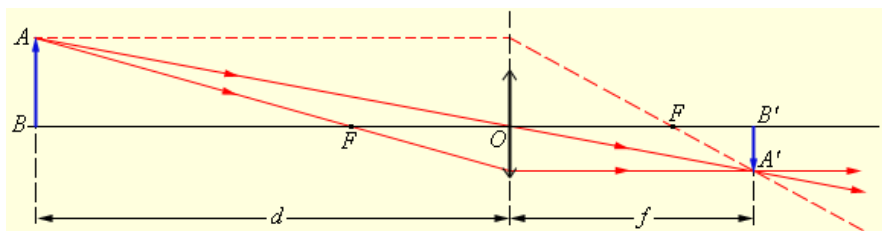


Рисунок 1 - Построение изображения в собирающей линзе

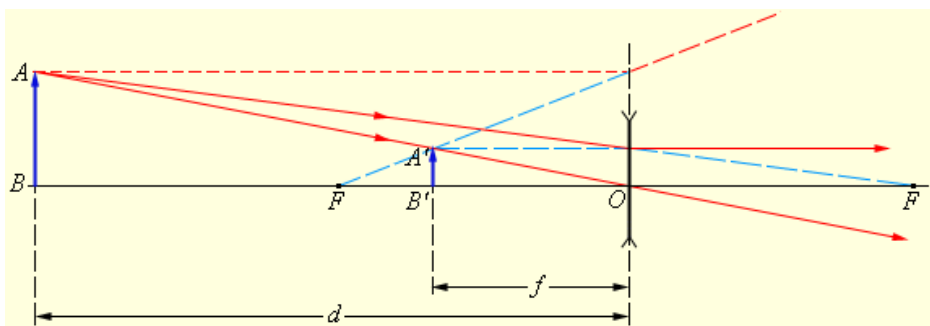


Рисунок 2 - Построение изображения в рассеивающей линзе

Положение изображения и его характер (действительное или мнимое) можно также рассчитать с помощью **формулы тонкой линзы**. Если расстояние от предмета до линзы обозначить через d , а расстояние от линзы до изображения через f , то формулу тонкой линзы можно записать в виде:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} = D.$$

Величину D , обратную фокусному расстоянию, называют **оптической силой** линзы. Единицей измерения оптической силы является **диоптрия** (дптр). Диоптрия – оптическая сила линзы с фокусным расстоянием 1 м:

$$1 \text{ дптр} = \text{м}^{-1}.$$

Линейным увеличением линзы Γ называют отношение линейных размеров изображения h' и предмета

$$\Gamma = \frac{h'}{h} = -\frac{f}{d}.$$

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ:

I. Решите задачи:

1. Предмет находится на расстоянии 20 см от собирающей линзы с фокусным расстоянием 15 см. Найдите расстояние от изображения до линзы.

2. Расстояние между предметом и экраном равно 80 см. На каком расстоянии от предмета нужно расположить линзу с фокусным расстоянием 20 см, чтобы получить четкое изображение на экране?

3. На каком расстоянии до двояковыпуклой линзы с фокусным расстоянием 0,42 м расположен предмет, если мнимое изображение получилось от нее на расстоянии 0,56 м?

4. Предмет расположен на расстоянии 40 см от линзы с оптической силой 2 дптр. Определите расстояние от линзы до изображения.

5. Расстояние от предмета до рассеивающей линзы с фокусным расстоянием 4 см равно 12 см. найдите расстояние от изображения до предмета.

6. Главное фокусное расстояние рассеивающей линзы равно 18 см. изображение предмета находится на расстоянии 6 см от линзы. Чему равно расстояние от предмета до его изображения?

7. Постройте изображения светящихся точек S_1 и S_2 в тонкой линзе с фокусным расстоянием F , расположенных относительно линзы так, как показано на рисунке 3.

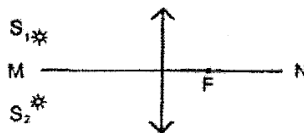


Рисунок 3.

8. На рисунке 4 схематически показаны 6 различных положений светящейся точки S относительно линзы с фокусным расстоянием F . Найдите изображение светящейся точки в каждом случае. Обозначьте их буквой S' . Укажите, в каком случае изображение действительное, а в каком - мнимое.

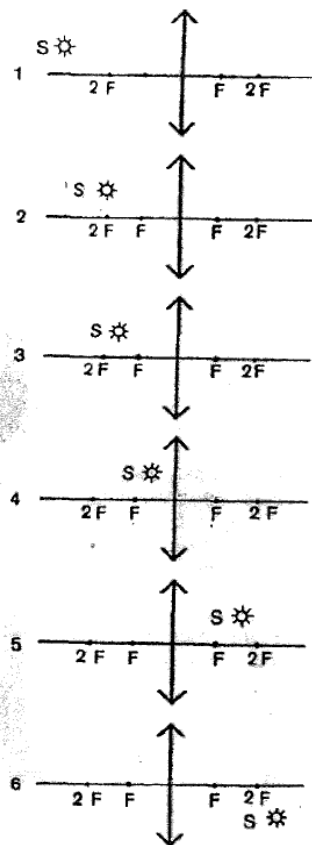


Рисунок 4.

9. На рисунке 5 показан ход светового луча, падающего на рассеивающую линзу. Выполнив необходимое построение, найдите положение главного фокуса линзы и положение изображения S' светящейся точки S . Какое это изображение: действительное или мнимое?

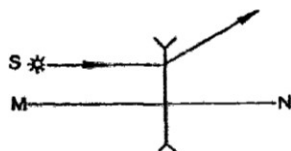


Рисунок 5.

10. Относительно оптической оси MN линзы L точечный источник света S расположен так, как показано на рисунке 6, где F – фокусное расстояние линзы. Постройте изображение этого источника; определите его положение относительно линзы.

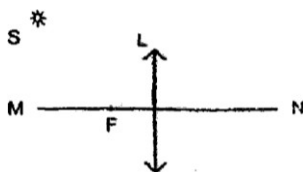


Рисунок 6.

11. Постройте изображение предмета АВ, даваемого линзой с фокусным расстоянием F , для случаев 1-4 (рисунок 7). Охарактеризуйте каждое изображение.

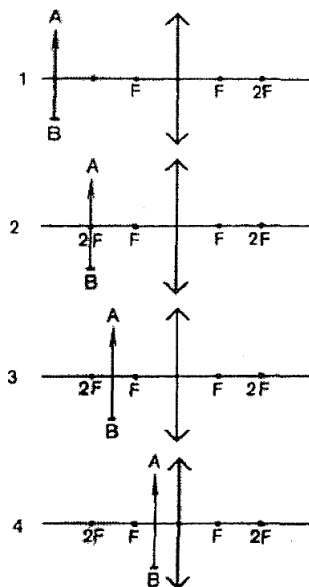


Рисунок 7.

II. Ответьте на контрольные вопросы:

1. Что называют оптической силой линзы? Как изменится оптическая сила при погружении линзы в оптически прозрачную жидкость?
2. Сформулируйте закон отражения света (все три его положения).
3. Сформулируйте закон преломления света (все три его положения).
4. Чему равна скорость света и изменяется ли она при переходе света из одной среды в другую?
5. В чём состоит физический смысл абсолютного показателя преломления вещества?
6. В чём состоит смысл относительного показателя преломления вещества?
7. В чём состоит явление полного внутреннего отражения (ПВО) и при каком условии это явление происходит? Приведите примеры наблюдения ПВО в природе и применений в технике (оптических приборах, связи, медицине).
8. Напишите формулу тонкой линзы и объясните смысл входящих в неё величин.
9. Постройте ход монохроматического луча через стеклянную плоскопараллельную пластинку, находящуюся в воздухе.

Практическая работа № 21 «Волновые свойства света»

Цели:

- формирование собственной позиции по отношению к физической информации, получаемой из разных источников;
- формирование представлений о роли и месте физики в современной научной картине мира;
- понимание физической сущности наблюдаемых во Вселенной явлений, роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;
- овладение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; уверенное использование физической терминологии и символики;
- овладение основными методами научного познания, используемыми в физике: наблюдением, описанием, измерением, экспериментом;
- формирование умений обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;
- формирование умений решать физические задачи;
- формирование умений применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе, профессиональной сфере и для принятия практических решений в повседневной жизни.

Необходимое оборудование: тетрадь, ручка, калькулятор.

Литература: основная [1]

Форма проведения – семинар + практическое занятие

Время выполнения работы – 2 часа

План занятия

1. Сообщения по теме учебного занятия (готовятся заранее в рамках самостоятельной работы)
2. Беседа по сообщениям обучающихся.
3. Решение задач (по вариантам)

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ:

1. Прослушать сообщения и принять участие в беседе по вопросам.

Сообщение по теме:

1. Понятие о голографии
2. Поляроиды.
3. Ультрафиолетовое и инфракрасное излучения.
4. Рентгеновские лучи.
5. Спектры испускания. Спектры поглощения

6. Глаз как оптическая система.
7. Оптические приборы.
8. Устройство и принципы работы фотоаппарата. Характеристики и возможности современных фотоаппаратов.

2. Вопросы для беседы:

1. В чем заключается явление отражение света?
2. Сформулируйте закон преломление света.
3. З.Кульковский (прозвище шута Анны Иоанновны) ухаживал за пригожей и миловидной девицею. Однажды, в разговоре сказала она ему, что хочет знать ту особу, которую он более всего любит. Кульковский долго отговаривался и наконец, в удовлетворение ее любопытства, обещал прислать ей портрет той особы. Утром получила она сверток с небольшим зеркалом и, поглядевшись, узнала про его любовь к ней. Какое физическое явление использовал Кульковский для объяснения в любви?
4. Сформулируйте закон, которому подчиняется свет при распространении в однородной среде.
5. Кем был проделан базовый опыт, подтверждающий наличие дифракции света?
6. В зеркальных изображениях правая и левая стороны предмета меняются местами. Как в этом убедиться?
7. Мыльный пузырь, витая в воздухе, зажигается всеми оттенками цветов, присущими окружающим предметам. Мыльный пузырь, пожалуй, самое изысканное чудо природы, - писал Марк Твен. Какое явление делает мыльный пузырь достойным восхищения?
8. Ф.И.Тютчев. В небе тают облака.

В небе тают облака,
И, лучистая на зное
В искрах катится река,
Словно зеркало стальное.
- Почему поверхность воды искрится?
9. Почему звезды мерцают?
10. Чему равна скорость света в вакууме?
11. Можно ли разжечь костер при помощи льда?
12. Кто автор электромагнитной теории света?
13. В чем заключается явление преломление света?
14. Сформулируйте закон отражение света.
15. Какие явления природы подтверждают закон прямолинейного распространения света?
16. Сформулируйте принцип Гюйгенса.
17. Перечислите явления, которые подтверждают волновые свойства света.
18. Может ли стать темно там, где встречаются две световые волны?
19. Почему радуга появляется после дождя?
20. Во сколько раз скорость света в стекле меньше скорости света в вакууме?
21. Почему мы видим одни предметы белыми, другие- черными?
22. Почему растения не поливают в жаркий солнечный день?

4. Выполните задания по вариантам

Вариант 1

1. Длина волны красного света в воздухе равна 700 нм. Какова длина волны данного света в воде?
2. Найдите наибольший порядок дифракционного спектра для желтой линии натрия длиной волны 589 нм, если период дифракционной решетки равен 2 мкм.
3. Могут ли интерферировать световые волны, идущие от двух электрических ламп?

Вариант 2

1. Какова длина волны желтого света паров натрия в стекле с показателем преломления 1,56? Длина волны этого света в воздухе равна 589 нм.
2. При помощи дифракционной решетки периодом 0,02 мм первый дифракционный максимум получен на расстоянии 3,6 см от центрального и на расстоянии 1,8 м до решетки. Найдите длину световой волны.
3. Почему возникают радужные полосы в тонком слое керосина на поверхности воды?

Вариант 3

1. Длина волны желтого света паров натрия в вакууме 590 нм, а в воде 442 нм. Каков показатель преломления воды для этого света?
2. Длина волны паров натрия равна 589 нм. Третий дифракционный максимум при освещении решетки этим светом оказался на расстоянии 16,5 см от центрального, а от решетки - на расстоянии 1,5 м. Каков период решетки?
3. Почему крылья стрекоз имеют радужную окраску?

Примеры решения задач

Задача. Какую наименьшую толщину должна иметь мыльная пленка, чтобы отраженные лучи имели красную окраску ($\lambda = 0,63$ мкм)? Белый луч падает на пленку под углом 30° ($n = 1,33$).

Решение. Условие максимума при интерференции $\Delta = \lambda k$, где Δ – разность хода лучей; k – порядок интерференционного максимума; λ – длина волны.

При интерференции на тонкой пленке толщиной d , обладающей показателем преломления n , в отраженном свете разность хода лучей определяется выражением: $\Delta = 2d\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha} + \frac{\lambda}{2}$.

Приравнявая выражения для Δ , получим: $2d\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha} + \frac{\lambda}{2} = k\lambda$.

$$\text{Откуда } d = \frac{(k - \frac{1}{2})\lambda}{2\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}}.$$

Очевидно, что d будет минимальной при $k = 1$:

$$d_{\min} = \frac{0,5 \cdot 6,3 \cdot 10^{-7}}{2\sqrt{1,33^2 - 0,25}} \approx 0,13 \cdot 10^{-6} = 0,13 \text{ мкм}.$$

Задача 14. В зеркале Ллойда (рис. 17) точечный источник S находится на расстоянии $l = 2$ м от экрана. На экране образуется система интерференционных полос (когерентными источниками являются первичный источник S и его мнимое изображение S' в зеркале). Ширина интерференционных полос b на экране равна 1,2 мм.

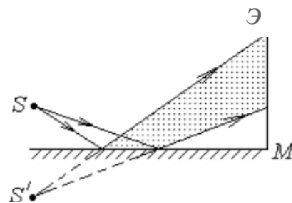


Рис. 17

Определить длину волны λ света, если после того, как источник света S отодвинули от плоскости зеркала на $\Delta d = 0,5$ мм, ширина полос уменьшилась в $n = 2$ раза.

Решение. Ширина интерференционной полосы (расстояние между двумя соседними максимумами или минимумами) $B = \frac{l}{d} \lambda$, не зависит от порядка интерференции (величины m) и является постоянной для данных l , d и λ , откуда расстояние между источником S и его мнимым изображением S' :

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

После того, как источник отодвинули от плоскости зеркала на Δd , расстояние между источником и его мнимым изображением стало

$$d + 2\Delta d = \frac{l \lambda}{n b}, \quad (2)$$

(учли, что ширина полос стала в n раз меньше).

Вычитая выражение (1) из выражения (2), получаем: $2\Delta d = \frac{l \lambda}{b} (1 - \frac{1}{n})$.

Откуда искомая длина волны равна $\lambda = \frac{2 \Delta d b}{l (1 - \frac{1}{n})}$.

Вычисляя, получаем $\lambda = 6 \cdot 10^{-7}$ м.

Практическая работа № 22

«Внешний фотоэлектрический эффект. Внутренний фотоэффект»

Цели:

- формирование представлений о роли и месте физики в современной научной картине мира;
- понимание физической сущности наблюдаемых во Вселенной явлений, роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;
- овладение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; уверенное использование физической терминологии и символики;
- формирование умений обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;
- формирование умений решать физические задачи;
- формирование умений применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе, профессиональной сфере и для принятия практических решений в повседневной жизни.

Необходимое оборудование: тетрадь, ручка, калькулятор.

Литература: основная [1]

Время выполнения работы – 2 часа

Теоретические основы

Одним из явлений, подтверждающих квантовую природу света, является фотоэлектрический эффект. Различают внешний и внутренний фотоэффект.

При внутреннем фотоэффекте под действием света электроны переходят из заполненной зоны в зону проводимости, оставаясь внутри освещаемого вещества и увеличивая его проводимость (рисунок1)

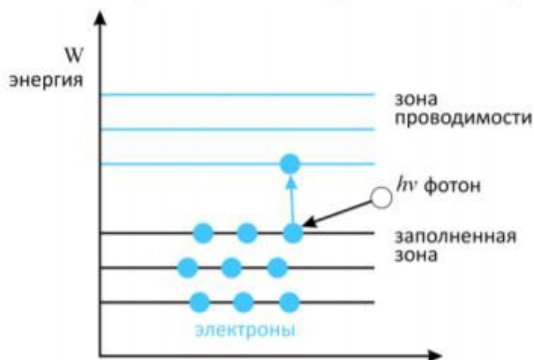


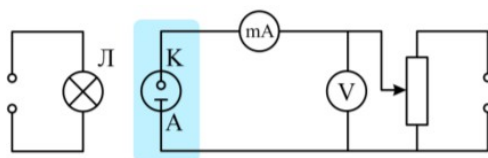
Рисунок 1. Энергетические уровни электрона

При внешнем фотоэффекте электроны освобождаются светом (их называют фотоэлектронами) из поверхностного слоя вещества и переходят в другую среду, в частности в вакуум. Рассмотрим фотоэффект с поверхности металлов. Если металл освещается видимым или ультрафиолетовым светом, то фотоэффект связан с поглощением фотонов электронами проводимости. Для того чтобы эти электроны могли покинуть металл, они должны иметь энергию, достаточную для преодоления потенциального барьера, существующего вблизи поверхности металла. Величина этого барьера определяется работой выхода электрона (рисунок 2)



Рисунок 2

Закономерности внешнего фотоэффекта изучают с помощью экспериментальной установки, принципиальная схема которой дана на рис. 3.



Свет от лампы Л падает на катод К фотоэлемента. Электроны, вылетевшие вследствие фотоэффекта, перемещаются под действием электрического поля к аноду А, в цепи течет фототок, величина которого измеряется микроамперметром. Зависимость фототока от анодного напряжения (вольтамперная характеристика фотоэлемента) имеет вид (рисунок 4).

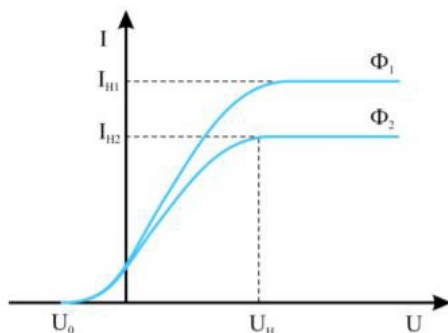


Рисунок 4 - Вольтамперная характеристика фотоэлемента (ВАХ)

При $U = 0$ фототок не исчезает, а для того, чтобы фототок стал равным нулю, нужно приложить задерживающее напряжение U_0 . При таком напряжении задерживающее поле совершает работу eU_0 (равную максимальной кинетической энергии фотоэлектронов) и ни одному из электронов не удастся преодолеть задерживающее поле и достигнуть анода.

$$eU_0 = \frac{m V_{\max}^2}{2} \quad (1)$$

Если световой поток не меняется ($\Phi = \text{const}$), то при некотором напряжении фототок достигает насыщения.

Фототок насыщения – максимальный ток при данном световом потоке, при котором все электроны, испущенные катодом, попадают на анод.

При изменении светового потока (это достигается перемещением лампы Л) относительно фотоэлемента) меняется количество падающих на фотокатод К фотонов и, следовательно, изменяется число фотоэлектронов и обусловленный ими ток насыщения:

$$I_H = N \cdot e, \quad (2)$$

где N – число фотоэлектронов, вырванных за 1 секунду с поверхности фотокатода.

ПЕРВЫЙ ЗАКОН ФОТОЭФФЕКТА (ЗАКОН СТОЛЕТОВА)

Фототок насыщения пропорционален световому потоку

ВТОРОЙ ЗАКОН ФОТОЭФФЕКТА

Кинетическая энергия фотоэлектронов линейно возрастает с увеличением частоты падающего света и не зависит от его интенсивности.

ТРЕТИЙ ЗАКОН ФОТОЭФФЕКТА

Для каждого металла существует граничная частота (красная граница), ниже которой свет любой интенсивности не вызывает фотоэффекта.

ЗАДАЧИ:

1. Какой частоты свет следует направить на поверхность платины, чтобы максимальная скорость фотоэлектронов была равна 3000 км/с? Работа выхода электронов из платины 10^{-18} Дж.

2. Найдите скорость фотоэлектронов, вылетевших из цинка, при освещении его ультрафиолетовым светом с длиной волны 300 нм, если работа выхода электрона из цинка равна $6,4 \cdot 10^{-19}$ Дж.

3. Какова наименьшая частота света, при которой еще наблюдается фотоэффект, если работа выхода электрона из металла $3,3 \cdot 10^{-19}$ Дж?

4. Какой должна быть длина волны ультрафиолетового света, падающего на поверхность цинка, чтобы скорость вылетающих фотоэлектронов составляла 1000 км/с? Работа выхода электронов из цинка $6,4 \cdot 10^{-19}$ Дж.

5. Какова кинетическая энергия и скорость фотоэлектрона, вылетевшего из натрия при облучении его ультрафиолетовым светом с длиной волны 200 нм?

Работа выхода электрона из натрия $4 \cdot 10^{-19}$ Дж.

6. Электрон выходит из цезия с кинетической энергией $3,2 \cdot 10^{-19}$ Дж. Какова максимальная длина волны света, вызывающего фотоэффект, если работа выхода равна $2,88 \cdot 10^{-19}$ Дж?

7. Найти максимальную кинетическую энергию фотоэлектронов, вырванных с катода, если запирающее напряжение равно 1,5 В.

8. Какова максимальная скорость фотоэлектронов, если фототок прекращается при запирающем напряжении 0,8 В?

9. К вакуумному фотоэлементу, у которого катод выполнен из цезия, приложено запирающее напряжение 2 В. При какой длине волны падающего на катод света появится фототок?

10. Какое запирающее напряжение надо подать на вакуумный фотоэлемент, чтобы электроны, вырванные ультрафиолетовым светом с длиной волны 100 нм из вольфрамового катода, не могли создать ток в цепи?

Практическая работа № 23

«Вычисление длины волны де Бройля частицы с известным значением импульса»

Цели:

- формирование собственной позиции по отношению к физической информации, получаемой из разных источников;
- формирование представлений о роли и месте физики в современной научной картине мира;
- понимание физической сущности наблюдаемых во Вселенной явлений, роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;
- овладение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; уверенное использование физической терминологии и символики;
- формирование умений обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;
- формирование умений решать физические задачи;
- формирование умений применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе, профессиональной сфере и для принятия практических решений в повседневной жизни.

Необходимое оборудование: тетрадь, ручка, калькулятор.

Литература: основная [1]

Время выполнения работы – 2 часа

Теоретическая часть Гипотеза де Бройля

Волны де Бройля – название некоторого волнового процесса, описывающего состояние микрочастиц. Это понятие было введено в 1923 г. французским физиком Луи де Бройлем. Дальнейшее уточнение этой концепции придало волнам де Бройля смысл волновой функции и сделало эту концепцию основой современной квантовой механики.

К тому времени в физике уже сложилась необычная, но подтвержденная опытом ситуация: в одних явлениях (интерференция, дифракция) свет ведет себя как *волны*. Другие явления (фотоэффект, тормозное рентгеновское излучение, эффект Комптона) с неменьшей убедительностью показывают, что он ведет себя как *частицы*. Де Бройль поставил вопрос, не распространяется ли такой *корпускулярно-волновой дуализм* и на обычные частицы? Он предположил, что движение каждой частицы обладает волновыми свойствами. Причем длина волны свободной частицы равна

$$\lambda_{\text{бр}} = \frac{h}{p}, \quad (1)$$

где $\hbar$ – постоянная Планка, p – импульс частицы.

Переход от волн де Бройля к последовательным представлениям квантовой механики состоит в том, что рассматривается не только свободное движение частицы, но и более общий случай движения во внешних полях. При этом для

описания движения используется комплексная волновая функция $\Psi(r, t)$.

Представление о волнах де Бройля, в частности, поясняет отбор допустимых орбит (стационарных состояний) в атоме водорода Бора, исходя из требования, чтобы для устойчивого движения на орбите укладывалось целое число длин волн. В этом случае волна при обходе ядра будет каждый раз возвращаться в исходную точку с той же амплитудой и фазой, что как раз и соответствует стационарной орбите.

Аналогично дискретный набор состояний частицы в потенциальной яме определяется теми состояниями, для которых на ширине ямы укладывается целое число длин полуволн де Бройля.

Открытие дифракции электронов подтвердило гипотезу де Бройля. Однако физический смысл волновой функции $\Psi(r, t)$ был выяснен после работ В. Гейзенберга, Э. Шредингера, Н. Бора, М. Борна.

Дифракция электронов на кристалле

Дифракция электронов при отражении от кристаллов была фактически обнаружена, но не понята еще до появления гипотезы де Бройля. Произведя опыты по рассеянию электронов тонкими металлическими фольгами в 1921-1923 годах, Дэвиссон и Кэнсман наблюдали выраженную зависимость интенсивности рассеянного пучка от угла рассеяния. При этом положение и величина получающихся максимумов на кривой рассеяния существенно зависела от скорости электронов.

Происхождение максимумов и минимумов на кривых рассеяния оставалось непонятным, пока их не истолковали как результат интерференционного отражения волн де Бройля от соответствующих атомных плоскостей. Это было подтверждено в 1927 г. целенаправленными опытами Дэвиссона и Джермера, в которых гипотеза де Бройля была подвержена количественной проверке. В этих опытах использовался метод Брэгга, хорошо известный в теории дифракции рентгеновских лучей.

Рассмотрим плоскую волну, падающую на фрагмент кристалла под углом скольжения ϕ , как это показано на Рис.1а. Взаимодействие рентгеновских лучей с атомами кристалла приводит к появлению волн, распространяющихся в различных направлениях, в том числе направлении зеркального отражения от атомных плоскостей кристалла, показанных на Рис.1 пунктиром. Вычислим разность хода двух волн, зеркально отразившихся от соседних атомных плоскостей. На рисунке 1б видно, что она равна

$$\Delta = |AB| + |BD| = 2|BC| \sin \phi = 2d \sin \phi$$

где d – межплоскостное расстояние. Если эта разность кратна целому числу длин волн, то эти волны усиливают друг друга, в результате чего и возникает отраженная волна. Это требование называется *условием Брэгга-Вульфа*:

$$2d \sin \phi = m\lambda, \quad m = 1, 2, 3, \dots \quad (2)$$

Необходимым условием такой трактовки отражения является малость длины волны:

$$\left| \frac{m\lambda}{2d} \right| < 1 \quad (3)$$

Такое условие для волн де Бройля выполняется при ускоряющем напряжении в сотни и тысячи вольт. Поэтому, даже не зная детально самого механизма отражения волн де Бройля, можно ожидать, что оно также носит интерференционный характер. По этой причине условие (2) может выполняться и для волн де Бройля.

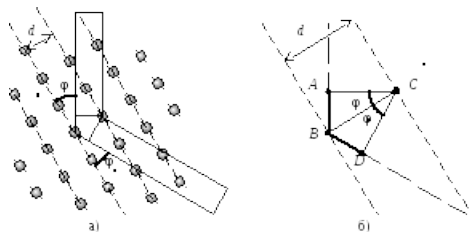


Рисунок 1- Схема дифракционного отражения

Дифракция электронов на графите

Кристаллическая решетка графита представлена на рисунок 2. Это гексагональная структура, которая характеризуется сильными связями в слоях и относительно слабыми между слоями.

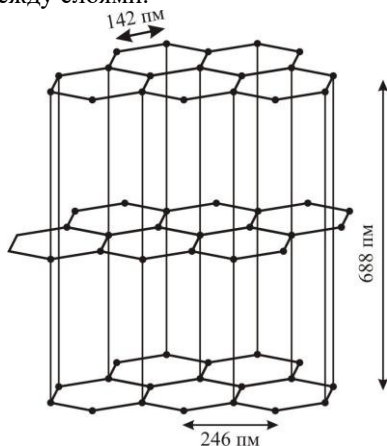
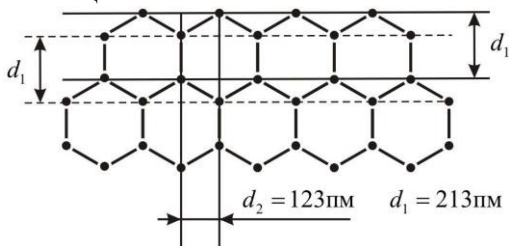


Рисунок 2 - Кристаллическая структура графита

В поликристаллическом графите связи между слоями разрушаются, поэтому их ориентация носит случайный характер. При фиксированной длине волны λ среди множества беспорядочно ориентированных слоев найдутся такие, при отражении от которых выполняется условие Брэгга-Вульфа (2) (рисунок 1). Статистически

совокупность таких кристалликов обладает осевой симметрией вокруг направления падающего луча. Поэтому точки, куда попадают соответствующие лучи, должны располагаться вдоль концентрических колец.

На рисунке 3 представлены плоскости графита, соответствующие первым двум дифракционным кольцам.



Рисунке 3 - Плоскости графита, соответствующие первым двум дифракционным кольцам

Релятивистская длина волны электрона

Если ускоряющая разность потенциалов исчисляется десятками киловольт, то длина волны электронов должна рассчитываться на основе релятивистских соотношений. Кинетическая энергия в теории относительности определяется выражением

$$E_k = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - V^2/c^2}} - mc^2, \quad (5)$$

где m - масса электрона, а V - его скорость.

Пройдя разностью потенциалов U , электрон приобретает кинетическую энергию $E_k = eU$. Подставив в это выражение в (5), можно выразить из скорость электрона:

$$\frac{V}{c} = \sqrt{1 - \frac{1}{1 + \frac{eU}{m_e c^2}}}. \quad (6)$$

Релятивистский импульс определяется соотношением:

$$p = \frac{mV}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}.$$

Учитывая (6), и подставляя в формулу де Бройля, получим релятивистское выражение для длины волны электрона, ускоренного разностью потенциалов U_a :

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2m_e e U_a \left[1 + \frac{1}{2} \frac{e U_a}{m_e c^2} \right]}} \approx \frac{h}{\sqrt{2m_e e U_a}} \left[1 - \frac{1}{4} \frac{e U_a}{m_e c^2} \right]. \quad (7)$$

При $U_a \approx 10$ кВ поправка в скобках

$$\delta\lambda = \frac{1}{4} \frac{e U_a}{m_e c^2} \quad (8)$$

составляет величину $\delta\lambda \sim 0,5\%$, и ею можно пренебречь, рассчитывая длину волны по «классической» формуле, не учитывающей релятивистских поправок:

$$\lambda_0 = \frac{h}{\sqrt{2m_e e U_a}} \quad (9)$$

ЗАДАЧИ:

1. Оцените длину волны де Бройля λ_b для частицы лабораторных масштабов, например, массой $m_0=10^{-3}$ кг, движущейся со скоростью $v=10$ м/с. Нужно ли учитывать волновые свойства у таких частиц?
2. Вычислите длину волны де Бройля λ_b теплового нейтрона, т.е. нейтрона, находящегося в тепловом равновесии со средой, имеющей комнатную температуру $T=300$ К.
3. Какую ускоряющую разность потенциалов U должен пройти электрон, чтобы его длина волны де Бройля λ_b была равна $0,1$ нм?
4. Электрон движется по окружности радиусом $R=0,5$ см в однородном магнитном поле с индукцией $B=8 \cdot 10^{-3}$ Тл. Определите длину волны де Бройля электрона λ_b .
5. Какую энергию ΔE необходимо дополнительно сообщить электрону, чтобы его дебройлевская длина волны уменьшилась от $\lambda_1=10^{-10}$ м до $\lambda_2=0,5 \cdot 10^{-10}$ м?
6. Нерелятивистская частица массой m_1 ; с кинетической энергией E испытывает упругое лобовое соударение с покоящейся частицей массой m_2 . Найдите дебройлевские длины волн частиц после соударения в системе отсчета, связанной с центром масс этих частиц.
7. Параллельный пучок электронов с кинетической энергией $E=25$ эВ испытывает дифракцию на плоской щели шириной $b=5$ мкм. Определите ширину центрального дифракционного максимума на экране, расположенном на расстоянии $L=1$ м от щели.
8. Узкий пучок моноэнергетических электронов падает нормально на поверхность монокристалла никеля. В направлении, составляющем угол $\alpha=55^\circ$ с нормалью к поверхности, наблюдаются максимумы отражения электронов четвертого порядка от атомных плоскостей с межплоскостным расстоянием $d=2,1 \cdot 10^{-10}$ м. Определите кинетическую энергию падающих электронов.

Практическая работа №№ 24-26

Подготовка к экзамену. Решение задач

Цели:

- формирование собственной позиции по отношению к физической информации, получаемой из разных источников;
- овладение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; уверенное использование физической терминологии и символики;
- овладение основными методами научного познания, используемыми в физике: наблюдением, описанием, измерением, экспериментом;
- формирование умений обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;
- формирование умений решать физические задачи;
- формирование умений применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе, профессиональной сфере и для принятия практических решений в повседневной жизни.

Необходимое оборудование: тетрадь, ручка, калькулятор.

Литература: основная [1], материалы Всероссийской проверочной работы по физике за 2017, 2018, 2019 г.

Пример

ЭКЗАМЕНАЦИОННАЯ РАБОТА

по учебной дисциплине ФИЗИКА

для специальностей СПО технического профиля на базе основного общего образования

Инструкция

Экзаменационная работа включает в себя 18 заданий.

Оформляйте ответы согласно инструкциям к заданиям.

При выполнении работы разрешается использовать калькулятор и линейку.

При выполнении заданий Вы можете использовать черновик. Записи в черновике проверяться и оцениваться не будут. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удаётся выполнить сразу, и переходите к следующему, потом вернитесь к пропущенным заданиям.

Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

На выполнение работы по физике отводится 1 час 30 минут (90 минут).

Желаем успеха!

Справочный материал

Константы

ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	санти	с	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}

Вариант

- 1. Прочитайте перечень понятий, с которыми Вы встречались в курсе физики:**
свободное падение тел, конденсация, упругая деформация, диффузия, гравитационное взаимодействие, теплопередача.

Разделите эти понятия на две группы по выбранному Вами признаку. **Озаглавьте каждую группу и понятия, входящие в эту группу, ответы запишите в бланк ответов.**

- 2. Выберите два верных утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях и запишите их номера.**

- 1) Вектор скорости материальной точки всегда перпендикулярен к касательной к её траектории.
- 2) Броуновским движением называется хаотическое движение видимых частиц, взвешенных в жидкости или газе.
- 3) В металлических проводниках электрический ток представляет собой упорядоченное движение электронов, происходящее на фоне их хаотического теплового движения.
- 4) Силой Лоренца называют силу, с которой однородное электрическое поле действует на постоянные магниты.
- 5) Электромагнитные волны ультрафиолетового диапазона имеют меньшую частоту, чем инфракрасное излучение.

3. Для получения чистого алюминия в специальную металлическую ванну вливают расплавленную при 950°C руду, содержащую алюминий в виде оксидов (см. рисунок 1). В ванну опускают угольные стержни, которые служат анодами, а сама ванна – катодом. При прохождении тока через расплав на дне ванны выделяется жидкий алюминий, который сливают через отверстие внизу ванны.

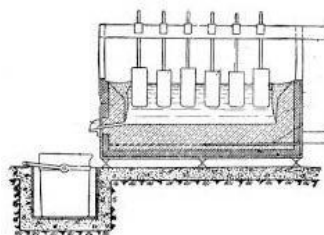


Рисунок 1.

Какой процесс используется для получения чистого алюминия?

4. Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

При демонстрации свойств воздушного _____ (1) (см. рисунок 2) одна из его обкладок была соединена со стержнем электрометра и заряжена. Вторая обкладка, прикреплённая к ручке и соединённая с заземлённым корпусом электрометра, _____ (2) вследствие явления электростатической индукции. При сближении пластин стрелка опускалась, потому что электроёмкость системы двух пластин _____ (3).

Список слов (словосочетаний)

оставаться неподвижным
перемещаться вслед за магнитом
отталкиваться от магнита
совершать колебания
выдвигать из кольца
вдвигать в кольцо

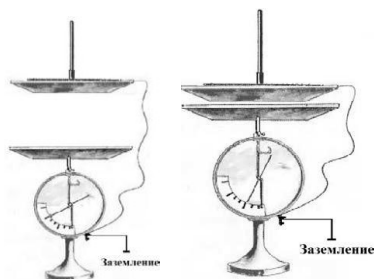


Рисунок 2.

5. Практически без первоначального толчка мальчики скатываются со склона горки на санках, которые затем останавливаются на горизонтальном участке (см. рисунок 3). Коэффициент трения полозьев санок о снег одинаковый на всём пути. Как меняются потенциальная энергия и кинетическая энергия мальчиков при движении по склону и их импульс при движении на горизонтальном участке? Потенциальная энергия отсчитывается от подножия горки.



Рисунок 3.

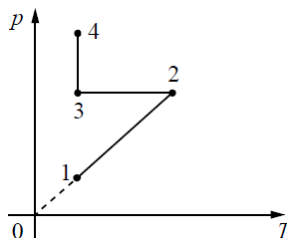
Для каждой величины определите характер изменения. Перерисуйте таблицу на бланк и поставьте в нужной клетке таблицы знак «+».

Величина	Характер изменения величины		
	Увеличивается	Уменьшается	не изменяется
Потенциальная энергия мальчиков при движении по склону			
Кинетическая энергия мальчиков при движении по склону			
Импульс мальчиков при движении по горизонтальному участку			

6. Связанная система элементарных частиц содержит 22 электрона, 28 нейтронов и 24 протона. Используя фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева, определите ионом или нейтральным атомом какого элемента является эта система.

7 N 14,0067 Азот	8 O 15,9994 Кислород	9 F 18,9984 Фтор	10 Ne 20,183 Неон
15 P 30,9738 Фосфор	16 S 32,064 Сера	17 Cl 35,453 Хлор	18 Ar 39,948 Аргон
23 V 50,942 Ванадий	24 Cr 51,996 Хром	25 Mn 54,938 Марганец	26 Fe 55,847 Железо

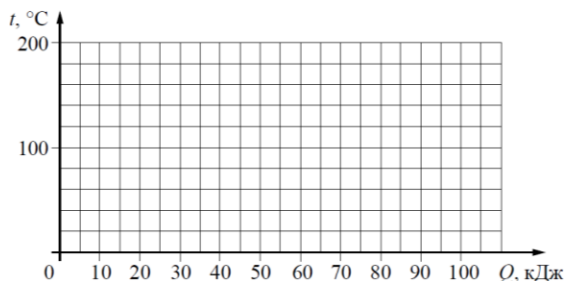
7. В сосуде под тяжёлым поршнем находится воздух. На графике представлена зависимость давления воздуха от его температуры.



Выберите два верных утверждения, соответствующих данным графика. Запишите в ответе их номера.

- 1) В процессе 1–2 объём воздуха сохранялся неизменным.
- 2) В процессе 2–3 объём воздуха увеличивался прямо пропорционально изменению его абсолютной температуры.
- 3) В процессе 3–4 наблюдалось изотермическое сжатие воздуха.
- 4) В процессе 1–2 наблюдалось изотермическое сжатие воздуха.
- 5) В процессе 3–4 воздух медленно расширялся, поднимая поршень.

8. Куски стали и меди, каждый из которых имеет массу в 1 кг, равномерно нагревают в печи от 20 °С до 200 °С. Постройте графики зависимости температуры куски стали и температуры куски меди от полученного количества теплоты. Известно, что для нагревания 1 кг стали на 1 °С необходима энергия в 0,5 кДж, а для нагревания 1 кг меди на 1 °С необходима энергия в 0,4 кДж.



9. Летом Андрей живёт в дачном доме, в котором электропроводка выполнена медными проводами сечением $1,5 \text{ мм}^2$. Линия для розеток оснащена автоматическим выключателем с установкой срабатывания 16А (цепь размыкается при превышении данного значения тока). Напряжение электрической сети 220 В. В таблице представлены электрические приборы, используемые в доме, и потребляемая ими мощность.

В доме работает электрический обогреватель. Какой(-ие) из указанных приборов можно включить в сеть дополнительно к обогревателю? Запишите решение и ответ.

Электрические приборы	Потребляемая мощность, Вт
Телевизор	500
Электрический обогреватель	2000
СВЧ-печь	800
Электрический чайник	2000
Электрический утюг	1500

10. С помощью психрометрического гигрометра проводились измерения относительной влажности воздуха в помещении. Погрешность измерений температуры равна цене деления шкалы термометра (см. рисунок 4).

Запишите в ответе показания влажного термометра с учётом погрешности измерений.



Рисунок 4.

11. Исследуя электрическое сопротивление металлической проволоки, учитель в электрическую цепь последовательно к лампе накаливания подключал одинаковые по размеру спирали, сделанные из разных материалов (см. рисунок 5). При подключении железной спирали можно было наблюдать некоторое ослабление свечения лампы накаливания. При подключении



Рисунок 5.

нихромовой спирали свечение лампы накаливания ослабевало в значительно бо льшей степени.

С какой целью был проведён данный опыт?

12. Вам необходимо исследовать, зависит ли сила трения скольжения, действующая между деревянным бруском и деревянной горизонтальной поверхностью, от силы нормального давления бруска на поверхность.

Имеется следующее оборудование:

- деревянный брусок;
- динамометр;
- набор из трёх грузов по 100 г каждый;
- деревянная направляющая.

В ответе: 1. Зарисуйте схему.

2. Опишите порядок действий при проведении исследования.

13. Установите соответствие между техническими устройствами и физическими явлениями, лежащими в основе принципа их действия. **Каждое устройство из первого столбца соотнесите с примером проявления из второго столбца и запишите в бланк.**

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА	ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ
А) двигатель постоянного тока Б) лампа накаливания	1) взаимодействие постоянных магнитов 2) действие магнитного поля на проводник с током 3) тепловое действие тока 4) химическое действие тока

Прочитайте фрагмент инструкции к электрической газонокосилке и выполните задания 14 и 15



Наденьте защиту для глаз.
Наденьте защиту для ушей.



Держитесь подальше от вращающихся частей, так как они могут привести к травме.

Во время процесса косыбы необходимо использовать крепкие сапоги и длинные брюки. Не косите без обуви или в лёгких сандалиях. Тщательно проверьте местность, на которой Вы собираетесь применять электрическую газонокосилку и удалите все камни, палки, лишние провода, бутылки, алюминиевые банки и другие посторонние предметы. Перед началом эксплуатации всегда проверяйте рабочее состояние режущего инструмента, зажима и режущих деталей в целом.

Никогда не прикасайтесь к оголенным проводам или отсоединенным разъемам.

- Не управляйте газонокосилкой с влажными руками или ногами.
- Исключайте попадания жидкостей на газонокосилку, не используйте ее на открытом воздухе в плохих погодных условиях и не устанавливайте ее на влажной земле.

14. Почему в инструкции рекомендуется использовать очки при работе с газонокосилкой?

15. Почему в инструкции запрещается управлять газонокосилкой влажными руками?

Прочитайте текст и выполните задания 16, 17 и 18

Сонары летучих мышей

Звуковые волны принято подразделять на диапазон слышимых человеком волн, а также инфразвук, ультразвук и звук сверхвысокой частоты (или гиперзвук) (см. диаграмму)

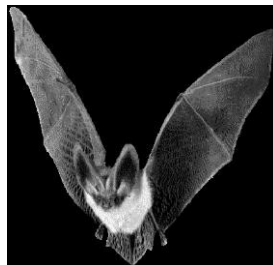


Диапазон издаваемых и слышимых звуков у разных животных может сильно отличаться от диапазона звуковых волн, воспринимаемых человеком.

В 1938 г. американские исследователи Г. Пирс и Д. Гриффин, применив специальную аппаратуру, установили, что во время полёта мышь излучает короткие сигналы на частоте около $8 \cdot 10^4$ Гц, а затем воспринимает сигналы, которые приходят к ней от ближайших препятствий и от пролетающих вблизи насекомых. Гриффин назвал способ ориентировки летучих мышей эхолокацией.

Известно, что для успешной эхолокации линейные размеры объекта должны быть больше или, по крайней мере, порядка длины волны звука. Чем меньше длина волны излучения, тем более мелкими могут быть объекты, которые необходимо опознать при помощи эхо-сигналов.

Летучие мыши – обладатели весьма совершенных природных звуковых радаров, или, иначе говоря, природных сонаров. Устройство сонаров различно у разных видов летучих мышей. Например, остроухая ночница (как, впрочем, и многие другие виды мышей) излучает звуковые волны через рот, а большой подковонос через ноздри, которые у него окружены кожистыми выростами наподобие рупоров.



Сигналы, посылаемые летучей мышью в полете, имеют характер очень коротких импульсов – своеобразных щелчков.

Длительность каждого такого щелчка $(1-5) \cdot 10^{-3}$ с, ежесекундно мышь производит около десяти таких щелчков. Отражённые от объекта волны летучая мышь воспринимает ушами, имеющими сравнительно большие размеры.

16. К какому диапазону звуковых волн относятся волны, используемые в сонарах летучих мышей?

17. Вставьте пропущенные слова в предложение.

«В течение одной секунды летучая мышь производит примерно _____(1) ультразвуковых щелчков. В промежутке между щелчками мышь воспринимает _____(2).»

18. Каков минимальный линейный размер насекомого, которого летучая мышь может обнаружить, используя указанную в тексте частоту звуковой локации? Ответ поясните.

Скорость звука принять равной 330 м/с.

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Дмитриева В.Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля: Учебник для студ. СПО / Дмитриева Валентина Феофановна. - 2-е изд.; стер. - М.: Академия, 2017. – 448 с. - (Профессиональное образование). – Рек. ФГАУ «ФИРО»
2. Дмитриева В.Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля: Сборник задач для студ. СПО / Дмитриева Валентина Феофановна. - 7-е изд.; стер. - М.: Академия, 2017. - (Профессиональное образование). – Рек. ФГАУ «ФИРО»
3. Дмитриева В. Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля. Лабораторный практикум: учеб, пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / В. Ф. Дмитриева, А. В. Коржуев, О. В. Муртазина. - М: Академия, 2015. - 160 с. - (Общеобразовательные дисциплины). - Рек. ФГАУ ФИРО, рег. № 511 от 11.12.2014 г.

Дополнительная литература:

1. *Дмитриева В. Ф.* Физика для профессий и специальностей технического профиля: электронное учебное издание (интерактивное электронное приложение) для образовательных учреждений сред. проф. образования. — М., 2014.
2. *Трофимова Т. И., Фирсов А. В.* Физика. Справочник. — М., 2010.

Интернет-ресурсы:

1. <http://by-chgu.ru/> – Бесплатная электронная библиотека
2. www.fcior.edu.ru (Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов).
3. www.dic.academic.ru (Академик. Словари и энциклопедии).
4. www.booksgid.com (Books Gid. Электронная библиотека).
5. www.globalteka.ru (Глобалтека. Глобальная библиотека научных ресурсов).
6. www.window.edu.ru (Единое окно доступа к образовательным ресурсам).
7. www.st-books.ru (Лучшая учебная литература).
8. www.school.edu.ru (Российский образовательный портал. Доступность, качество, эффективность).
9. www.ru/book (Электронная библиотечная система).
10. www.alleng.ru/edu/phys.htm (Образовательные ресурсы Интернета — Физика).
11. www.school-collection.edu.ru (Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов).
12. <https://fiz.1september.ru> (учебно-методическая газета «Физика»).
13. www.n-t.ru/nl/fz (Нобелевские лауреаты по физике).
14. www.nuclphys.sinp.msu.ru (Ядерная физика в Интернете).
15. www.college.ru/fizika (Подготовка к ЕГЭ).
16. www.kvant.mccme.ru (научно-популярный физико-математический журнал «Квант»).
17. <http://yourlib.net/> – Студенческая электронная онлайн - библиотека

СОДЕРЖАНИЕ

1. Пояснительная записка	3
2. Требования к выполнению практических работ	4
Практическая работа № 1 «Изображение проекций векторов на координатные оси, векторное решение задач»	8
Практическая работа № 2 «Расчет параметров равноускоренного движения. Графическое изображение эпюр скорости ускорения, перемещения»	14
Практическая работа № 3 «Расчет параметров вращательного движения. Графическое изображение эпюр скорости ускорения, перемещения»	19
Практическая работа № 4 «Исследование движения тела под действием постоянной силы»	21
Практическая работа № 5 «Изучение закона сохранения импульса на примере дорожно-транспортных столкновений»	25
Практическая работа № 6 «Изучение законов сохранения на примере удара шаров и баллистического маятника»	29
Практическая работа № 7 «Решение задач на закон сохранения энергии»	31
Практическая работа № 8 «Применение уравнения Клапейрона-Менделеева»	32
Практическая работа № 9 «Расчет термодинамических параметров газа при различных процессах»	34
Практическая работа № 10 «Расчет характеристик пара»	38
Практическая работа № 11 «Определение поверхностного натяжения жидкости»	39
Практическая работа № 12 «Расчет батареи конденсаторов»	41
Практическая работа № 13 «Расчет цепей постоянного тока при смешанном соединении резисторов»	45
Практическая работа № 14 «Изучение закона Ома для полной цепи»	50
Практическая работа № 15 «Применение правила левой руки по определению направления силы Ампера и расчета ее величины»	54
Практическая работа № 16 «Применение правила левой руки для определения направления силы Лоренца и расчета ее величины»	56
Практическая работа № 17 «Определение направления индукционного тока по правилу левой руки №2 в соленоиде, величины и направления магнитного поля»	60
Практическая работа № 18 «Изучение и расчет параметров колебательного движения»	64
Практическая работа № 19 «Расчет индуктивного и емкостного сопротивления в цепи переменного тока»	68
Практическая работа № 20 «Изучение изображения предметов в тонкой линзе»	70
Практическая работа № 21 «Волновые свойства света»	75
Практическая работа № 22 «Внешний фотоэлектрический эффект. Внутренний фотоэффект»	79
Практическая работа № 23 «Вычисление длины волны де Бройля частицы с известным значением импульса»	83
Пример ЭКЗАМЕНАЦИОННОЙ РАБОТЫ	88
Литература	96

Методические рекомендации
по выполнению практических работ
по учебной дисциплине ФИЗИКА

для специальностей СПО технического профиля

Пермь, 2019