

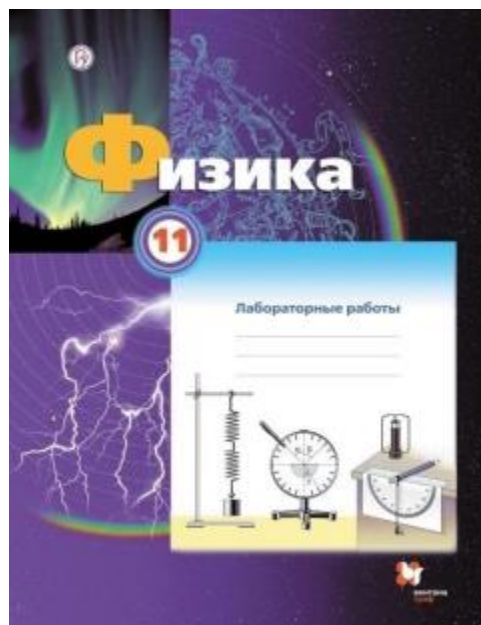
УМК «Физика 7 – 11» Грачёва А.В. Лабораторные работы



Павел Сергеевич Тихонов
соавтор УМК

Учебный физический эксперимент: проблематика

1. Количество часов, выделенных на выполнение лабораторных работ, ограничено.
2. Нехватка оборудования, высокая стоимость.
3. Потребность в активном участии преподавателя при проведении фронтальной лабораторной работы на всех её этапах.



Общая структура тетрадей

1. Теория обработки экспериментальных данных. Оценка погрешностей.
2. Фронтальные лабораторные работы.
3. Домашние лабораторные работы.

Важные особенности

1. Тетради можно использовать при работе с любыми УМК.
2. Рассматриваются задачи как начального, так и олимпиадного уровня.
3. Домашние лабораторные работы позволяют решить вопрос с нехваткой часов. Их выполнение не требует специального оборудования.
4. Приводятся чёткие указания по выполнению работы.

Лабораторные работы. 7 класс.

Содержание

1. Измерение физических величин и оценка погрешностей измерений	4
Измерительные приборы и оборудование	8
2. Фронтальные лабораторные работы	10
Лабораторная работа № 1. Измерение длины отрезка и площади плоской фигуры	10
Лабораторная работа № 2. Изучение погрешностей измерения на примере измерения объёма твёрдого тела	12
Лабораторная работа № 3. Измерение размеров малых тел методом рядов	15
Лабораторная работа № 4. Изучение равномерного прямолинейного движения	17
Лабораторная работа № 5. Измерение массы тела на рычажных весах	20
Лабораторная работа № 6. Измерение плотности твёрдого тела	22
Лабораторная работа № 7. Градуировка пружины и измерение с её помощью веса тела неизвестной массы	24
Лабораторная работа № 8. Измерение силы трения с помощью динамометра	27
Лабораторная работа № 9. Выяснение условия равновесия рычага	30
Лабораторная работа № 10. Измерение выталкивающей силы, действующей на погружаемое в жидкость тело	33

Лабораторные работы. 7 класс.

3. Домашние лабораторные работы	37
Лабораторная работа № 1Д. Определение цены деления и диапазона измерения приборов с цифровой шкалой	37
Лабораторная работа № 2Д. Изучение равномерного прямолинейного движения	38
Лабораторная работа № 3Д. Определение пути, перемещения, средней путевой скорости, модуля и направления средней скорости	42
Лабораторная работа № 4Д. Изучение влияния воздуха на падение тел различных размеров, формы и массы	45
Лабораторная работа № 5Д. Определение плотности вещества	47
Лабораторная работа № 6Д. Исследование влияния характера движения лифта на вес тела, стоящего на его полу	48
Лабораторная работа № 7Д. Изучение зависимости максимального модуля силы сухого трения покоя от веса тела	52
Лабораторная работа № 8Д. Определение работы и мощности при подъёме по лестнице	53
Лабораторная работа № 9Д. Определение давления твёрдого тела на опору	55
Лабораторная работа № 10Д. Изучение условия плавания тела в зависимости от плотности жидкости	57
Приложения	61

Лабораторные работы. 9 класс.


1. Измерение физических величин и оценка погрешностей измерений	3
2. Фронтальные лабораторные работы	8
Лабораторная работа № 1. Изучение равноускоренного прямолинейного движения	8
Лабораторная работа № 2. Изучение равномерного движения по окружности	12
Лабораторная работа № 3. Измерение плотности твёрдого тела с помощью динамометра и мензурки	14
Лабораторная работа № 4. Определение КПД наклонной плоскости и коэффициента трения скольжения	17
Лабораторная работа № 5. Исследование колебаний нитяного маятника. Определение ускорения свободного падения с помощью нитяного маятника	22
Лабораторная работа № 6. Наблюдение явления преломления света	26
Лабораторная работа № 7. Определение фокусного расстояния собирающей линзы	27
Лабораторная работа № 8. Получение изображения с помощью собирающей линзы	29
Лабораторная работа № 9. Измерение естественного радиационного фона дозиметром	31
Лабораторная работа № 10. Определение знака заряда частиц по фотографиям их треков в камере, находящейся в магнитном поле	33

Лабораторные работы. 9 класс.



3. Домашние лабораторные работы	36
Лабораторная работа № 1Д. Изучение движения свободно падающего тела	36
Лабораторная работа № 2Д. Измерение массы тела с использованием векторного разложения силы	41
Лабораторная работа № 3Д. Изучение кинематики и динамики равноускоренного движения (на примере машины Атвуда)	45
Лабораторная работа № 4Д. Вычисление работы силы	50
Лабораторная работа № 5Д. Изучение трения скольжения	55
Лабораторная работа № 6Д. Определение положений центров масс различных тел (три варианта)	67
Лабораторная работа № 7Д. Изучение колебаний нитяного маятника	74
Лабораторная работа № 8Д. Экспериментальная проверка закона отражения света	79
Лабораторная работа № 9Д. Измерение показателя преломления воды ...	82
Лабораторная работа № 10Д. Измерение фокусного расстояния собирающей линзы	86
Ответы к задачам	92

Лабораторные работы. 11 класс.


Содержание

1. Погрешности измерений и способы их оценки	3
Упражнения	8
О графическом сравнении результатов различных экспериментов	11
Графическое представление результатов измерений зависимости одной физической величины от другой	16
2. Фронтальные лабораторные работы	26
Лабораторная работа № 1. Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока	26
Лабораторная работа № 2. Определение элементарного заряда при электролизе	29
Лабораторная работа № 3. Изучение явления электромагнитной индукции	30
Лабораторная работа № 4. Определение показателя преломления стекла	33
 Лабораторная работа № 5. Оценка длины волны света разного цвета	36
Лабораторная работа № 6. Определение удельного заряда частицы по её треку в камере Вильсона	39

Лабораторные работы. 11 класс.

3. Домашние лабораторные работы	42
 Лабораторная работа № 1Д. Изучение электрической проводимости растворов электролитов	42
Лабораторная работа № 2Д. Изучение магнитного поля, создаваемого постоянным магнитом	45
 Лабораторная работа № 3Д. Изучение индукции магнитного поля витка с током.	49
Лабораторная работа № 4Д. Изучение колебаний плавающего тела.	56
Лабораторная работа № 5Д. Изучение колебаний сложных пружинных маятников	61
Лабораторная работа № 6Д. Изучение затухающих колебаний нитяного маятника	68
Лабораторная работа № 7Д. Изучение колебаний жидкости в U-образной трубке	70
Лабораторная работа № 8Д. Определение характеристик домашних электрических приборов	75
Лабораторная работа № 9Д. Расчёт потребляемой электроэнергии по показаниям электросчётчика	81
Лабораторная работа № 10Д. Сборка униполярного электродвигателя.	83
Лабораторная работа № 11Д. Изучение отражения света от плоского зеркала.	85
Лабораторная работа № 12Д. Изучение преломления света на границе раздела двух однородных прозрачных сред («вода — воздух»)	90
Лабораторная работа № 13Д. Измерение фокусного расстояния собирающей линзы	95

Лабораторные работы. 11 класс.

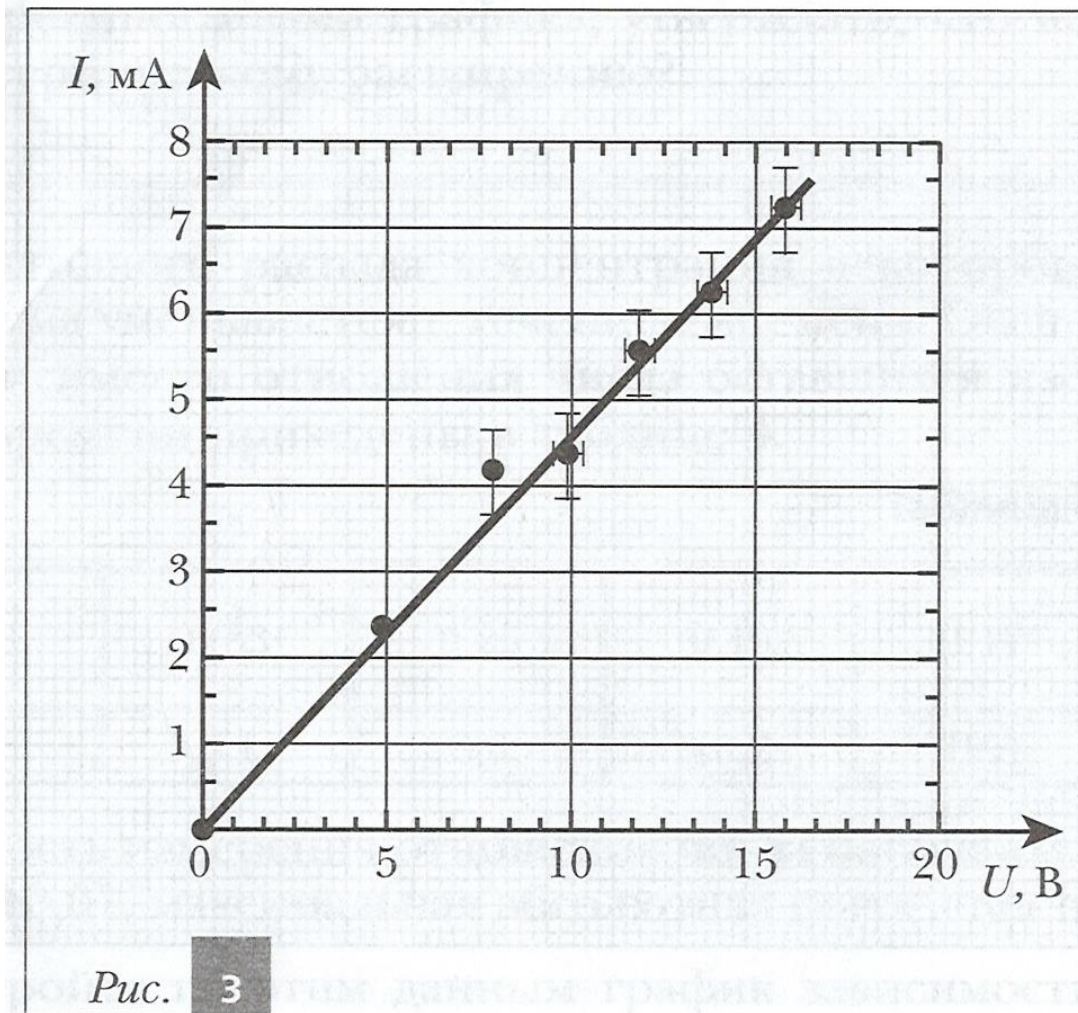
Лабораторная работа № 14Д. Изучение сложной оптической системы, состоящей из двух собирающих линз.....	101
Лабораторная работа № 15Д. Определение параметров экспериментальной установки по виду полученной интерференционной картины (на примере схемы Юнга)	105
Лабораторная работа № 16Д. Определение радиуса кривизны линзы по интерференционной картине колец Ньютона	108
 Лабораторная работа № 17Д. Наблюдение явления дифракции лазерного излучения на поверхности компакт-дисков	117
Ответы к задачам	126

Оценка погрешностей.

Таблица 1

Вид формулы для расчёта f	Максимальная абсолютная погрешность Δf	Максимальная относительная погрешность ε_f
$f = x + y$	$\Delta f = \Delta x + \Delta y$	$\varepsilon_f = \frac{\Delta f}{f}$
$f = x - y$	$\Delta f = \Delta x + \Delta y$	$\varepsilon_f = \frac{\Delta f}{f}$
$f = x \cdot y$	$\Delta f = x \cdot \Delta y + y \cdot \Delta x$	$\varepsilon_f = \varepsilon_x + \varepsilon_y$
$f = \frac{x}{y}$	$\Delta f = \frac{(x \cdot \Delta y + y \cdot \Delta x)}{y^2}$	$\varepsilon_f = \varepsilon_x + \varepsilon_y$
$f = k \cdot x$	$\Delta f = k \cdot \Delta x$	$\varepsilon_f = k \cdot \varepsilon_x$

Работа с графиками.



Физика. 11 класс. Лабораторные работы. стр.17

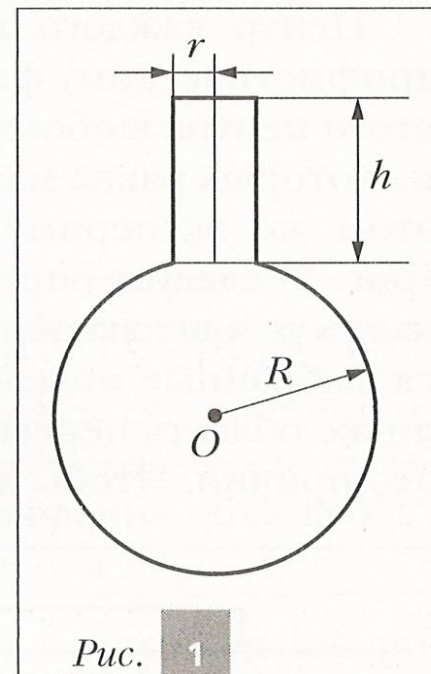
Оценка погрешностей.

Задание 5. Объём круглодонной колбы (рис. 1) можно приближённо оценить следующим образом:

$$V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3 + \pi \cdot r^2 \cdot h,$$

где R — внутренний радиус шарообразной части колбы, r — внутренний радиус её цилиндрической горловины, h — высота цилиндрической горловины колбы.

Известно, что $R = (15,0 \pm 0,1)$ см, $r = (1,5 \pm 0,1)$ см, $h = (5,5 \pm 0,1)$ см. Вычислите по этим данным объём колбы. Запишите полученный результат с учётом максимальной абсолютной погрешности. Оцените максимальную относительную погрешность измерения объёма колбы.



Задание 6. Некоторую физическую величину x вычисляют по формуле: $x = A^2 \cdot (A + B)$. Известно, что $A = 9,0 \pm 0,1$, $B = 4,00 \pm 0,03$. Определите значение величины x . Запишите полученный результат с учётом максимальной абсолютной погрешности. Оцените максимальную относительную погрешность измерения.

Оценка погрешностей.

Задание 4. Школьник Пётр использовал для измерения жёсткости пружины статический метод. При подвешивании к пружине груза массой (102 ± 2) г она удлинилась на $(1,0 \pm 0,1)$ см. Школьница Марфа использовала для измерения жёсткости пружины сделанный на её основе пружинный маятник. При подвешивании груза массой (102 ± 2) г период колебаний маятника оказался равным $(0,40 \pm 0,01)$ с. Сравните результаты двух экспериментов с использованием доверительных интервалов. Сделайте предположение о возможных причинах расхождения результатов этих экспериментов. Сформулируйте вывод и запишите его.

Пример домашней лабораторной работы

Изучение равномерного движения

Лабораторная работа № 1Д

Изучение равномерного прямолинейного движения

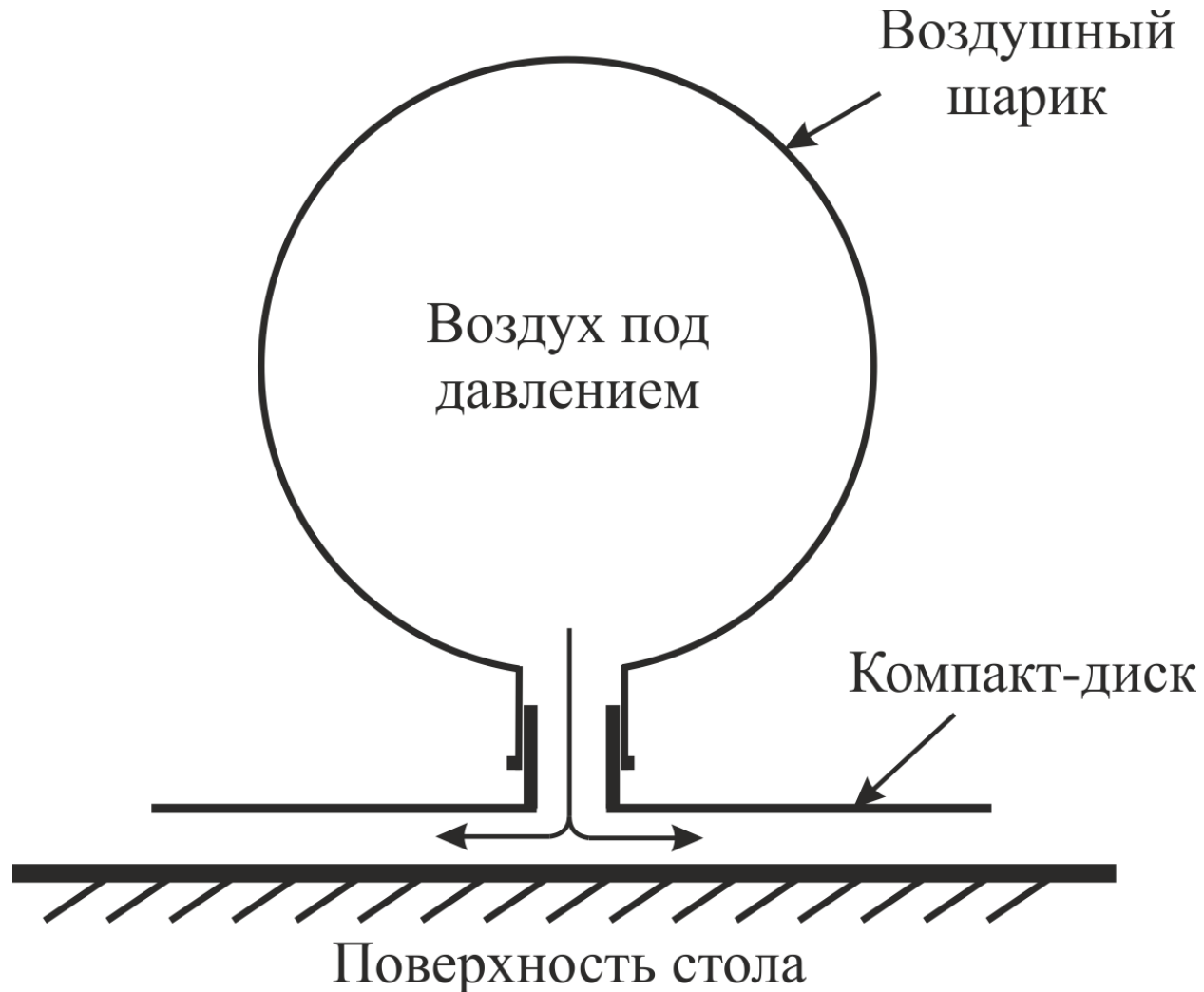
Цели работы: 1) изготовить объект, способный двигаться на воздушной подушке; 2) изучить теоретически и экспериментально зависимость проходимого этим объектом пути s от времени t движения; 3) исследовать, с какой степенью точности движение объекта на воздушной подушке можно считать равномерным прямолинейным.

Средства измерения и материалы: ровная горизонтальная поверхность (например, поверхность стола), картон, клей, ножницы, компакт-диск, воздушный шарик, рулетка, самоклеящиеся закладки (стикеры), секундомер «с кругами» (например, в мобильном телефоне) или два секундомера, строительный уровень или стальной шарик.

Физика. 10 класс.

Лабораторные работы. стр.32

Изучение равномерного движения



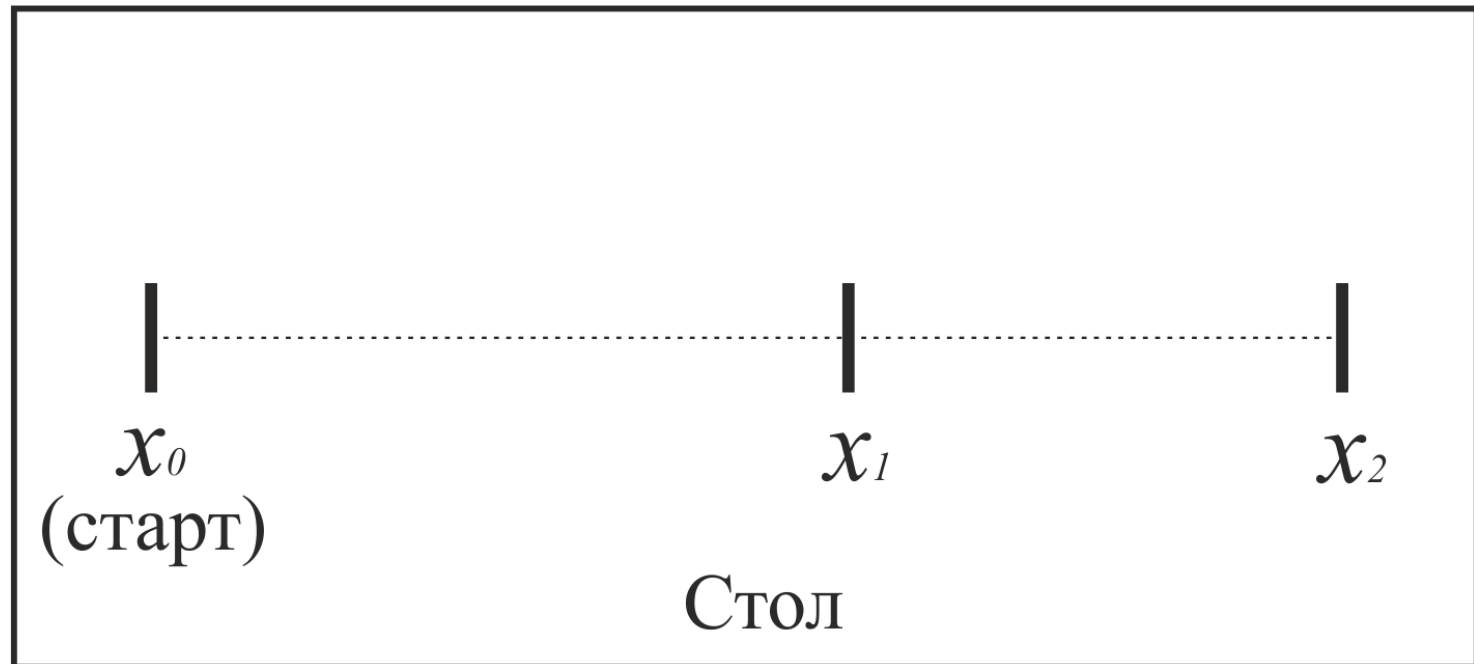
Изучение равномерного движения



Изучение равномерного движения



Изучение равномерного движения



Изучение равномерного движения

$$s = vt$$

$$\frac{s_1}{s_2} = \frac{t_1}{t_2}$$

Изучение закона Бойля-Мариотта

Лабораторная работа № 9Д

Изучение закона Бойля—Мариотта

Цель работы: выполнить экспериментальную проверку закона Бойля—Мариотта для воздуха.

Средства измерения и материалы: гибкая прозрачная трубка (например, от капельницы) длиной около 0,5 м, шприц объёмом 25 мл, линейка длиной 40–50 см, пластиковая бутылка объёмом 2 л, стакан объёмом 0,5 л, термометр, скотч, гайка, нож.

■ 76

Изучение закона Бойля-Мариотта

Дополнительные сведения

Повторите материал, изложенный в § 47 учебника.

Закон Бойля–Мариотта гласит, что для данного количества идеального газа произведение давления газа на его объём постоянно, если температура газа не меняется:

$$p \cdot V = \text{const при } T = \text{const}.$$

Пусть при неизменной температуре происходит малое изменение ΔV объёма данного количества идеального газа. Тогда, согласно закону Бойля–Мариотта, это вызовет малое изменение Δp давления этого газа. При этом:

$$p + \Delta p = \frac{\text{const}}{V + \Delta V}.$$

$$\text{Отсюда } \Delta p = \frac{\text{const}}{V + \Delta V} - p = \frac{\text{const}}{V + \Delta V} - \frac{\text{const}}{V} = \text{const} \cdot \frac{-\Delta V}{V \cdot (V + \Delta V)}.$$

Поскольку изменение ΔV объёма мало по сравнению с первоначальным объёмом V , то с высокой степенью точности можно считать, что $V = V + \Delta V$. Поэтому

$$\Delta p = -\text{const} \cdot \frac{\Delta V}{V^2} = -\frac{p}{V} \cdot \Delta V. \quad (1)$$

Таким образом, $-\frac{p}{V}$ представляет собой коэффициент пропорциональности между Δp и ΔV при их малых значениях.

Физика. 10 класс.

Лабораторные работы. стр.77

Изучение закона Бойля-Мариотта

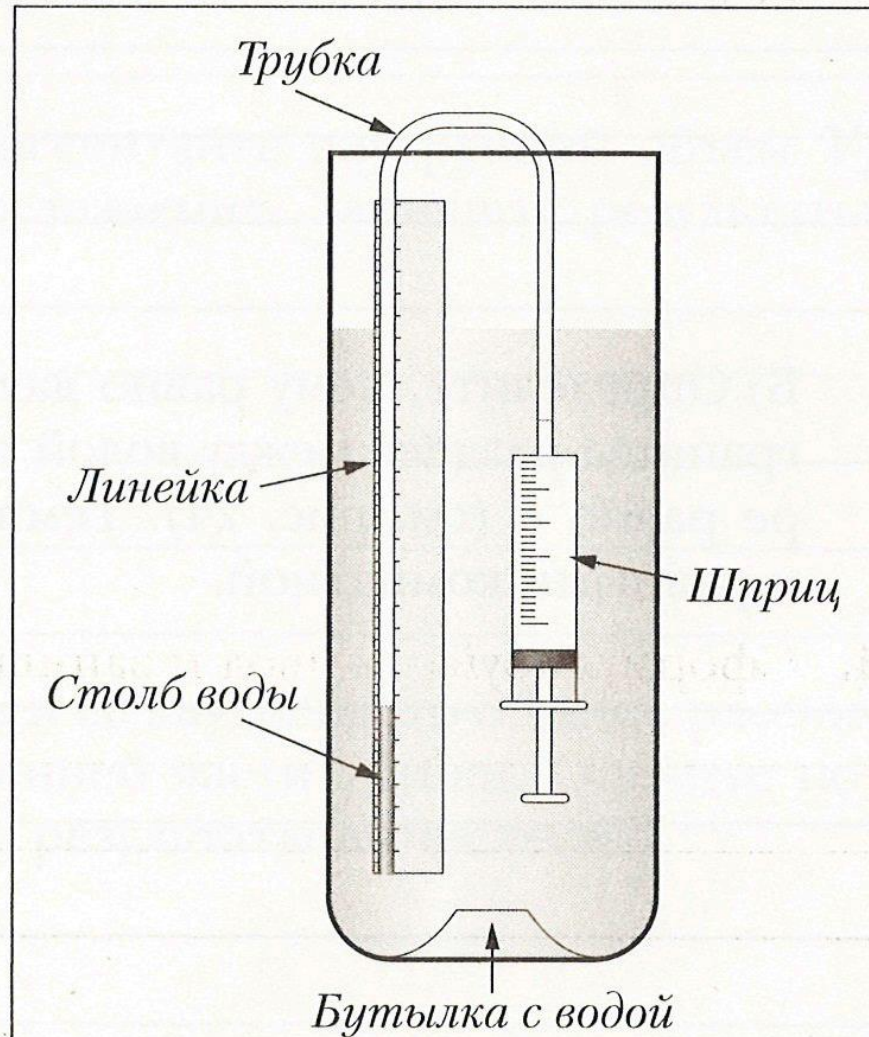
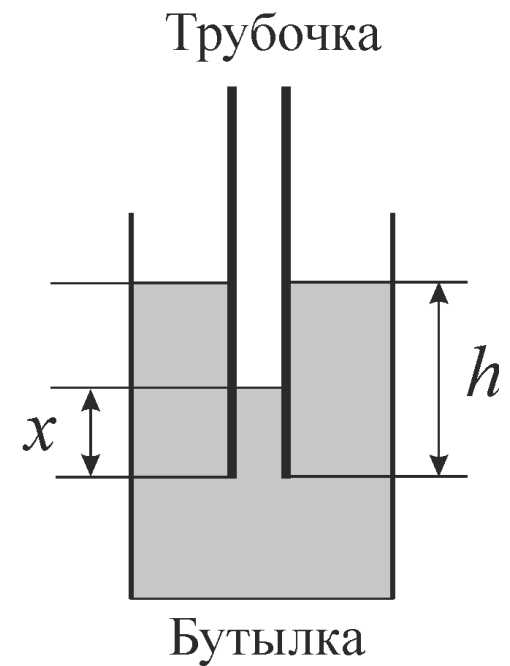


Рис. 22

Изучение закона Бойля-Мариотта

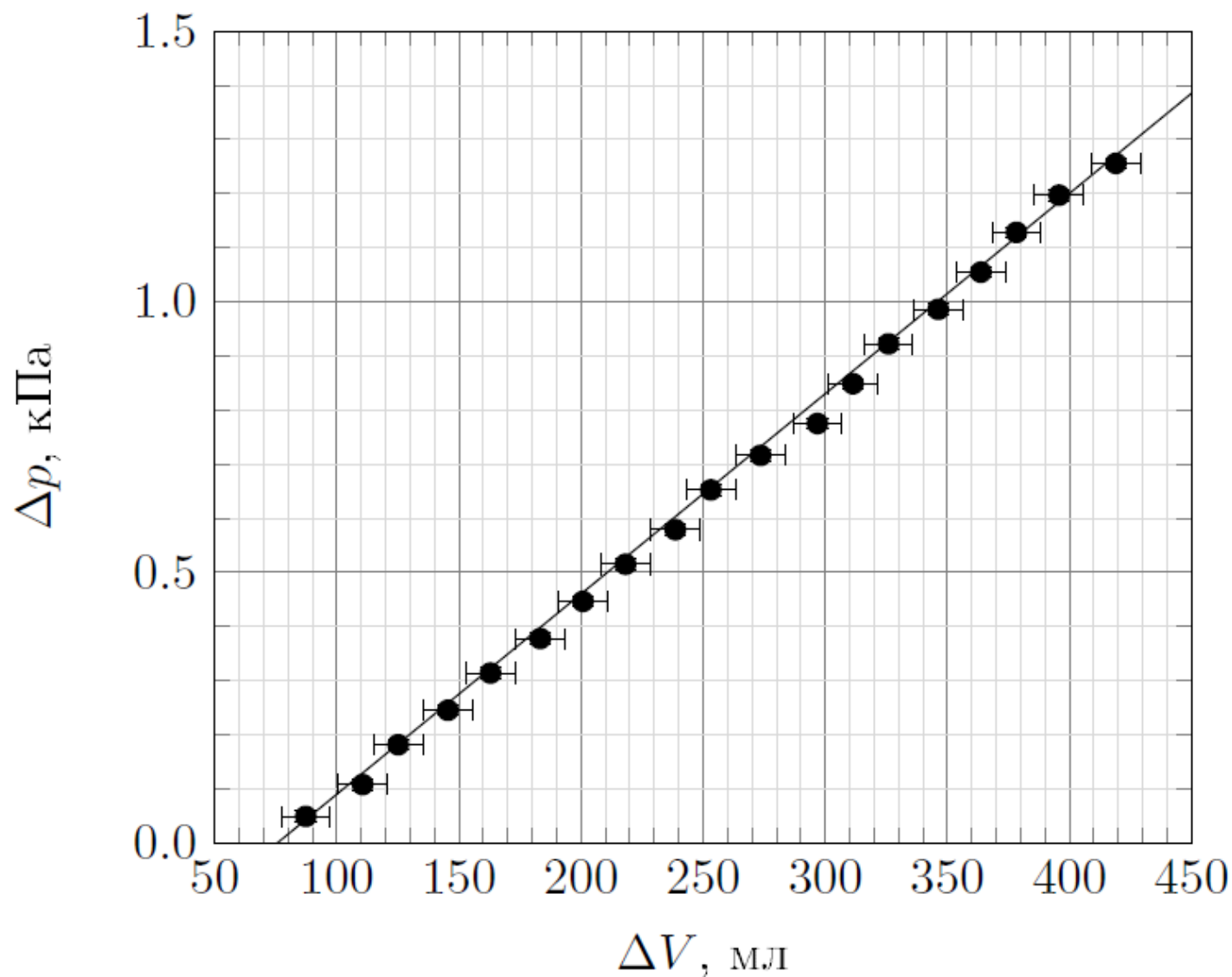


$$\Delta p = \rho g h,$$

$$\Delta V = xS.$$

Изучение закона Бойля-Мариотта

График зависимости $\Delta p(\Delta V)$.



Изучение дифракции

Лабораторная работа № 17Д

Наблюдение явления дифракции лазерного излучения на поверхности компакт-дисков

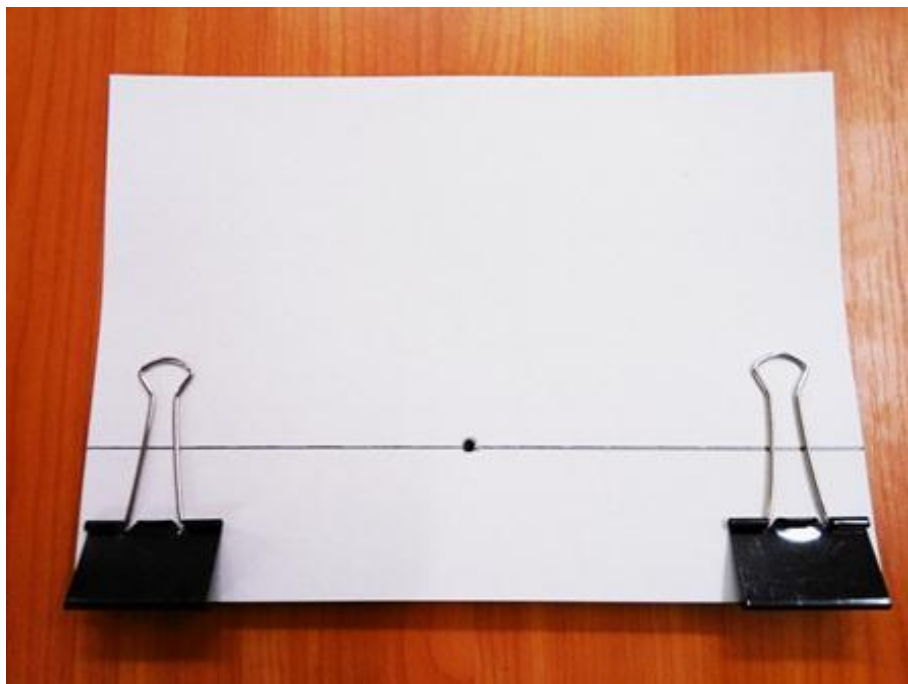
Цели работы: 1) наблюдать явление дифракции монохроматического излучения на поверхности компакт-дисков форматов CD и DVD; 2) оценить период расположения (шаг) дорожек на компакт-дисках форматов CD и DVD.

Средства измерения и материалы: три канцелярских зажима, CD-диск, DVD-диск, лазерная указка, лист картона, лист бумаги, линейка, карандаш.

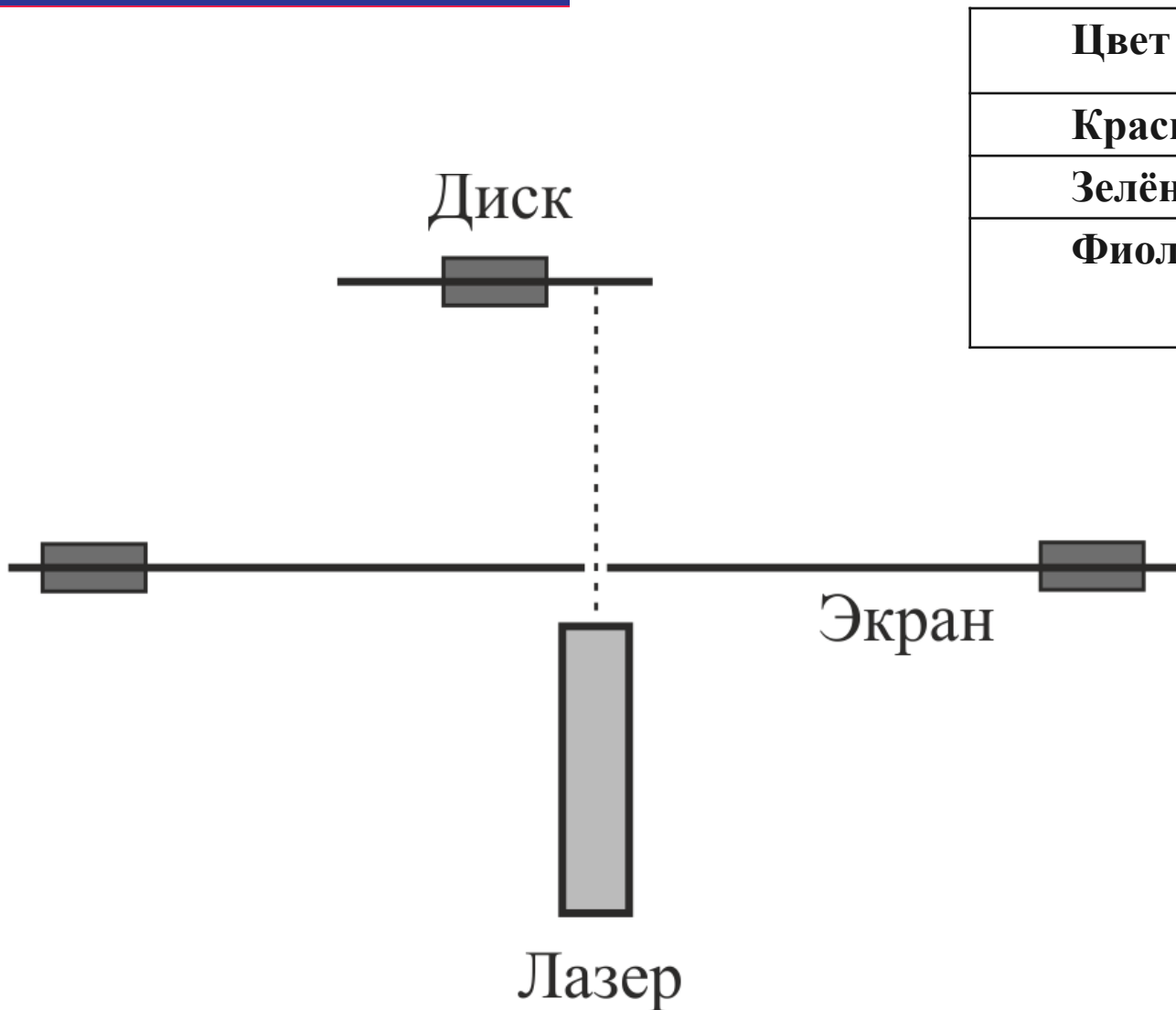
Физика. 11 класс.

Лабораторные работы. стр.117

Изучение дифракции



Изучение дифракции



Цвет	λ , нм
Красный	635
Зелёный	532
Фиолетовый	405

Изучение дифракции



Изучение дифракции

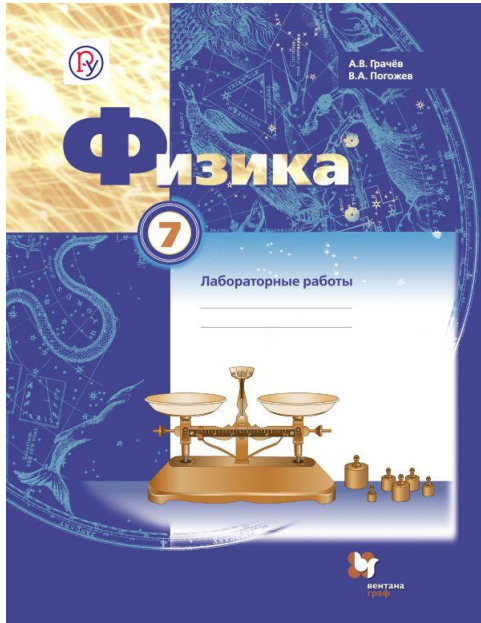


Изучение дифракции

Порядок максимума, k	x_2 , см	$\sin \alpha$	d_2 , мкм
+1			
-1			
+2			
-2			

$$d \sin \alpha = k \lambda$$

Тетради для лабораторных работ



<https://rosuchebnik.ru/product/fizika-tetrad-dlya-laboratornyh-rabot-7kl-rabochaya-tetrad-429566/>



<https://rosuchebnik.ru/product/fizika-8-klass-tetrad-dlya-laboratornyh-rabot-434824/>



<https://rosuchebnik.ru/product/fizika-9-klass-tetrad-dlya-laboratornyh-rabot-434975/>

Тетради для лабораторных работ



<https://rosuchebnik.ru/product/fizika-10-klass-tetrad-dlya-laboratornyh-rabot/>



<https://rosuchebnik.ru/product/fizika-11-klass-tetrad-dlya-laboratornyh-rabot/>

Спасибо за внимание!

Время ответов на вопросы

Лабораторные работы. 8 класс.

1. Измерение физических величин и оценка погрешностей измерений	3
Измерительные приборы и оборудование	8
2. Фронтальные лабораторные работы	11
Лабораторная работа № 1. Исследование изменения температуры остывающей воды во времени	11
Лабораторная работа № 2. Сравнение количеств теплоты при теплообмене	13
Лабораторная работа № 3. Измерение удельной теплоёмкости вещества	16
Лабораторная работа № 4. Измерение относительной влажности воздуха	18
Лабораторная работа № 5. Сборка электрической цепи и измерение силы тока в её различных участках	21
Лабораторная работа № 6. Измерение напряжения между двумя точками электрической цепи	24
Лабораторная работа № 7. Изменение силы тока в электрической цепи с помощью реостата и определение сопротивления проводника с помощью амперметра и вольтметра	27
Лабораторная работа № 8. Измерение работы и мощности электрического тока	31

Лабораторные работы. 8 класс.

Лабораторная работа № 9. Сборка и изучение действия электромагнита	35
Лабораторная работа № 10. Изучение явления электромагнитной индукции	38
3. Домашние лабораторные работы	42
Лабораторная работа № 1Д. Исследование явления диффузии	42
Лабораторная работа № 2Д. Исследование процесса испарения жидкостей	45
Лабораторная работа № 3Д. Исследование процесса конденсации водяных паров	47
Лабораторная работа № 4Д. Наблюдение процесса плавления льда. Определение удельной теплоты плавления льда	50
Лабораторная работа № 5Д. Электризация тел при их трении друг о друга. Наблюдение взаимодействия наэлектризованных тел между собой и с другими телами	53
Лабораторная работа № 6Д. Изготовление электроскопа. Изучение явлений электризации и поляризации	58




Лабораторные работы. 8 класс.

Лабораторная работа № 7Д. Определение полярности источника тока	61
Лабораторная работа № 8Д. Определение КПД электрического чайника	63
Лабораторная работа № 9Д. Расчёт потребляемой электроэнергии по показаниям электросчётчика	65
Лабораторная работа № 10Д. Наблюдение влияния магнитного поля постоянного тока на магнитную стрелку компаса	67
Приложения	71

Лабораторные работы. 10 класс.

1. Погрешности измерений и способы их оценки	3
Упражнения	8
Лабораторная работа. Графическое представление результатов измерений.	18
2. Фронтальные лабораторные работы	20
Лабораторная работа № 1. Определение ускорения тела при равноускоренном прямолинейном движении	20
Лабораторная работа № 2. Определение высоты подъёма тела, брошенного вертикально вверх	22
Лабораторная работа № 3. Оценка размеров молекул моторного масла	24
Лабораторная работа № 4. Изучение зависимости между давлением и объёмом газа при постоянной температуре	26
Лабораторная работа № 5. Измерение относительной влажности воздуха	29
Лабораторная работа № 6. Определение температуры плавления олова	31
3. Домашние лабораторные работы	32
Лабораторная работа № 1Д. Изучение равномерного прямолинейного движения	32
Лабораторная работа № 2Д. Изучение упругих свойств сложных систем	38
Лабораторная работа № 3Д. Изучение движения по окружности	47
Лабораторная работа № 4Д. Определение скорости пули с помощью баллистического маятника	51

Лабораторные работы. 10 класс.

 Лабораторная работа № 5Д. Изучение соскальзывания небольшого тела с вершины сферической (или цилиндрической) поверхности	57
 Лабораторная работа № 6Д. Изучение преобразования энергии при скатывании твёрдых тел с наклонной поверхности	59
Лабораторная работа № 7Д. Определение положений центров масс различных тел (3 варианта)	64
Лабораторная работа № 8Д. Определение плотности веществ с использованием законов гидростатики	70
Лабораторная работа № 9Д. Изучение закона Бойля–Мариотта	76
Лабораторная работа № 10Д. Исследование процесса конденсации водяных паров	83
Лабораторная работа № 11Д. Наблюдение процесса кипения воды	87
Лабораторная работа № 12Д. Наблюдение процесса плавления льда. Определение удельной теплоты плавления льда	90
 Лабораторная работа № 13Д. Изучение поверхностного натяжения	94
Лабораторная работа № 14Д. Электризация тел при их трении друг о друга. Наблюдение взаимодействия наэлектризованных тел между собой и с другими телами	99
Лабораторная работа № 15Д. Изготовление электроскопа. Изучение явлений электризации и поляризации	104
Ответы к задачам	109
Приложения	110