

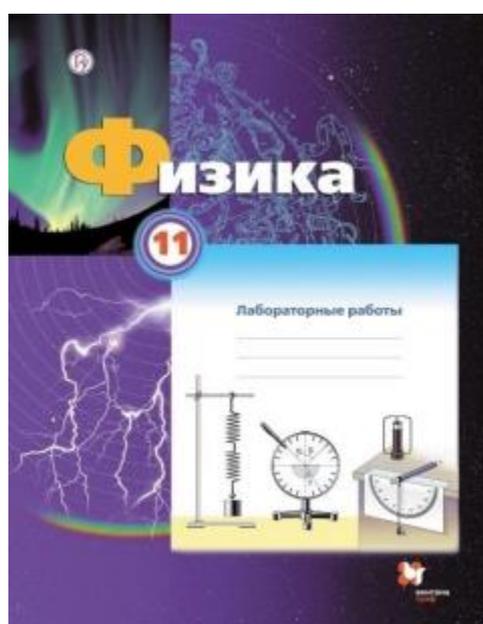
# УМК «Физика 7 – 11» Грачёва А.В. Лабораторные работы



**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

<b>1. Измерение физических величин и оценка погрешностей измерений</b> .....	4
Измерительные приборы и оборудование .....	8
<b>2. Фронтальные лабораторные работы</b> .....	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.

<b>3. Домашние лабораторные работы</b> .....	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
<b>Приложения</b> .....	61

# Лабораторные работы. 9 класс.

<b>1. Измерение физических величин и оценка погрешностей измерений</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Фронтальные лабораторные работы</b> .....	<b>8</b>
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.

<b>3. Домашние лабораторные работы</b> .....	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
<b>Ответы к задачам</b> .....	92

# Лабораторные работы. 11 класс.

## Содержание

<b>1. Погрешности измерений и способы их оценки</b> .....	3
Упражнения .....	8
О графическом сравнении результатов различных экспериментов .....	11
Графическое представление результатов измерений зависимости одной физической величины от другой .....	16
<b>2. Фронтальные лабораторные работы</b> .....	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.

<b>3. Домашние лабораторные работы</b> .....	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.

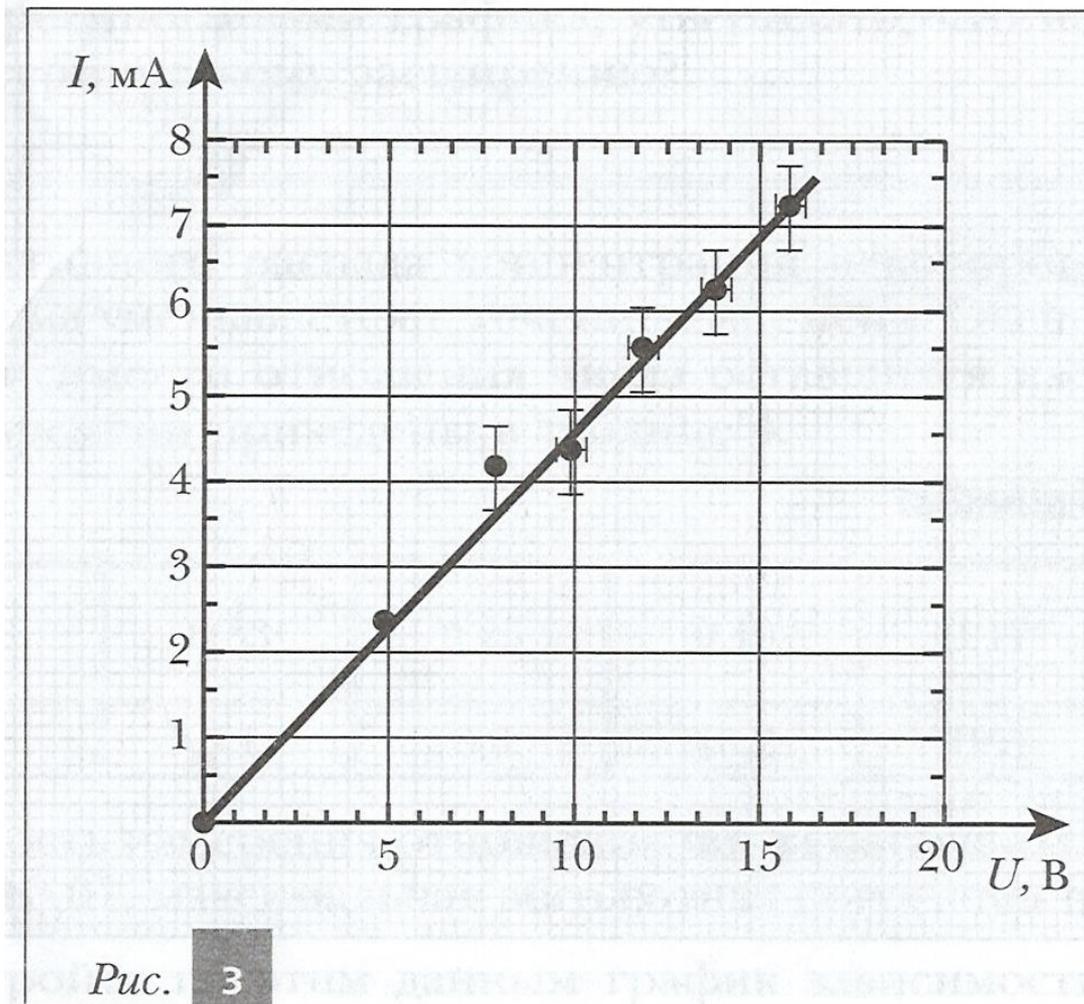
Лабораторная работа № 14Д. Изучение сложной оптической системы, состоящей из двух собирающих линз.....	101
Лабораторная работа № 15Д. Определение параметров экспериментальной установки по виду полученной интерференционной картины (на примере схемы Юнга) .....	105
Лабораторная работа № 16Д. Определение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

# Оценка погрешностей.

Таблица 1

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

# Работа с графиками.



Физика. 11 класс. Лабораторные работы. стр.17

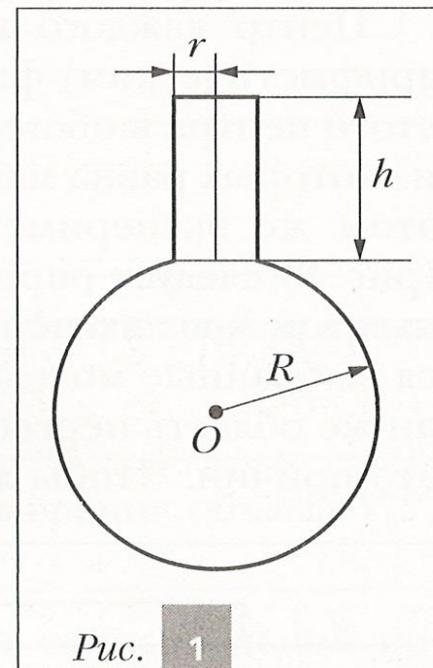
# Оценка погрешностей.

**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  $(102 \pm 2)$  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  $(102 \pm 2)$  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

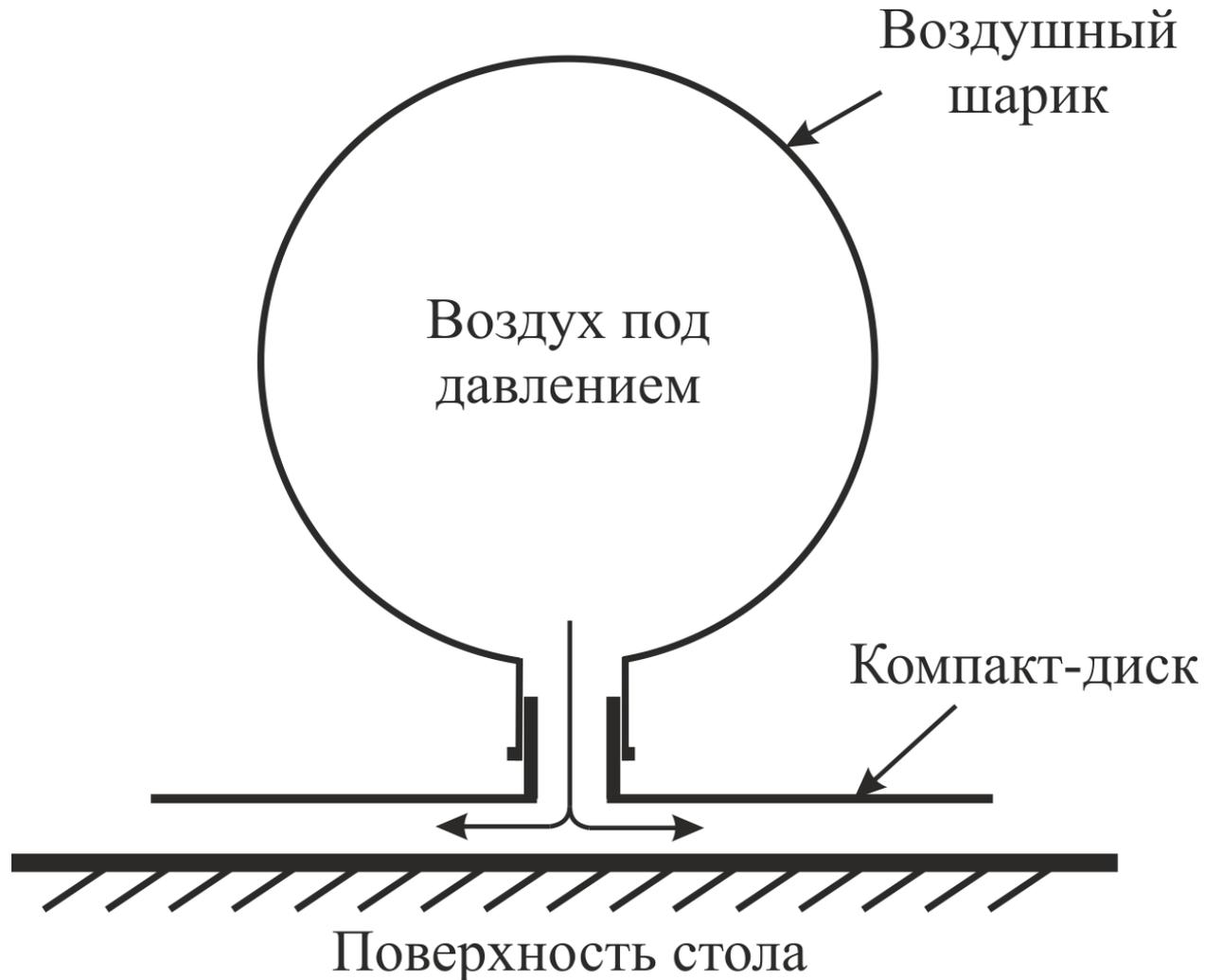
*Цели работы:* 1) изготовить объект, способный двигаться на воздушной подушке; 2) изучить теоретически и экспериментально зависимость проходимого этим объектом пути  $s$  от времени  $t$  движения; 3) исследовать, с какой степенью точности движение объекта на воздушной подушке можно считать равномерным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

---

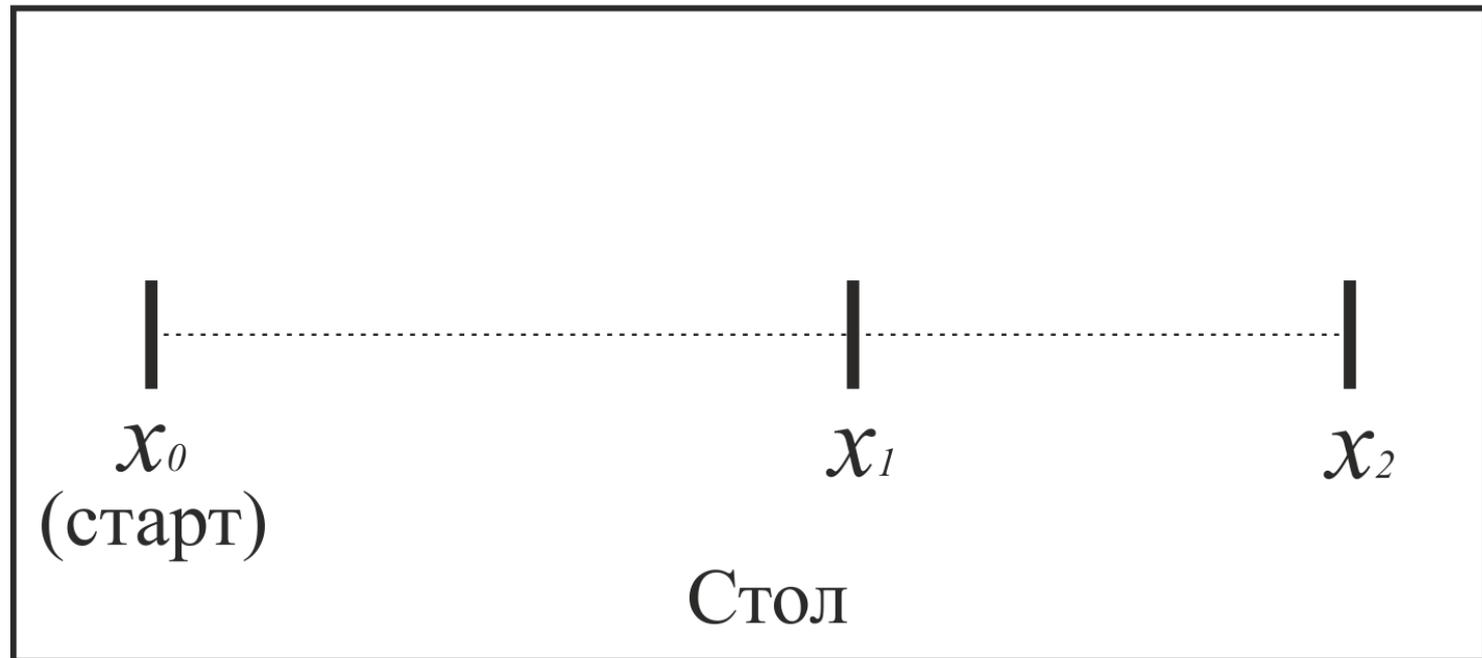


# Изучение равномерного движения

---



# 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  $\Delta V$  объёма данного количества идеального газа. Тогда, согласно закону Бойля–Мариотта, это вызовет малое изменение  $\Delta p$  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  $\Delta V$  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  $\Delta p$  и  $\Delta V$  при их малых значениях.

**Физика. 10 класс.**

**Лабораторные работы. стр.77**

# Изучение закона Бойля-Мариотта

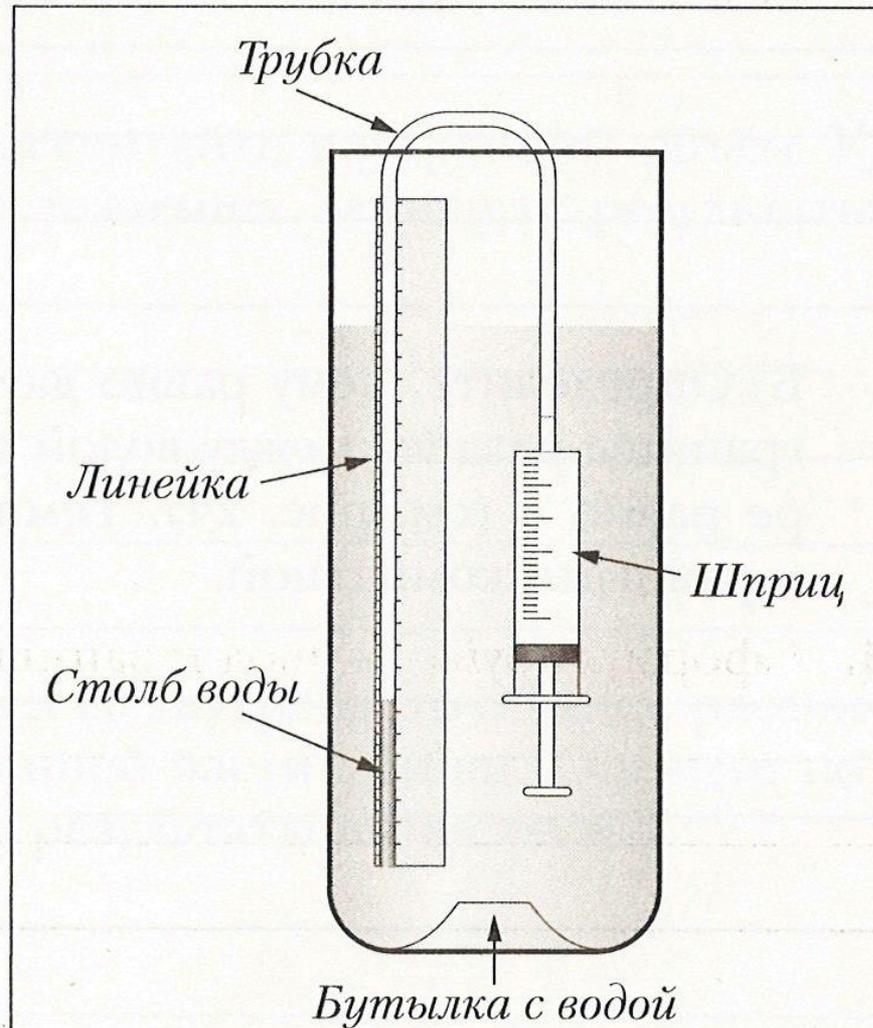
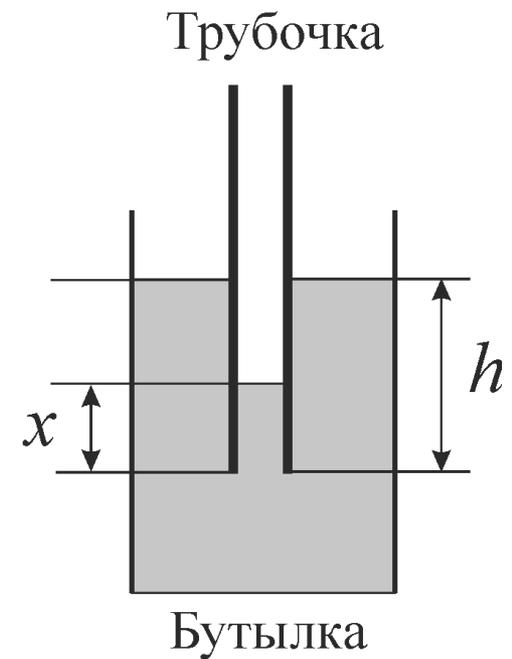


Рис. 22

# Изучение закона Бойля-Мариотта

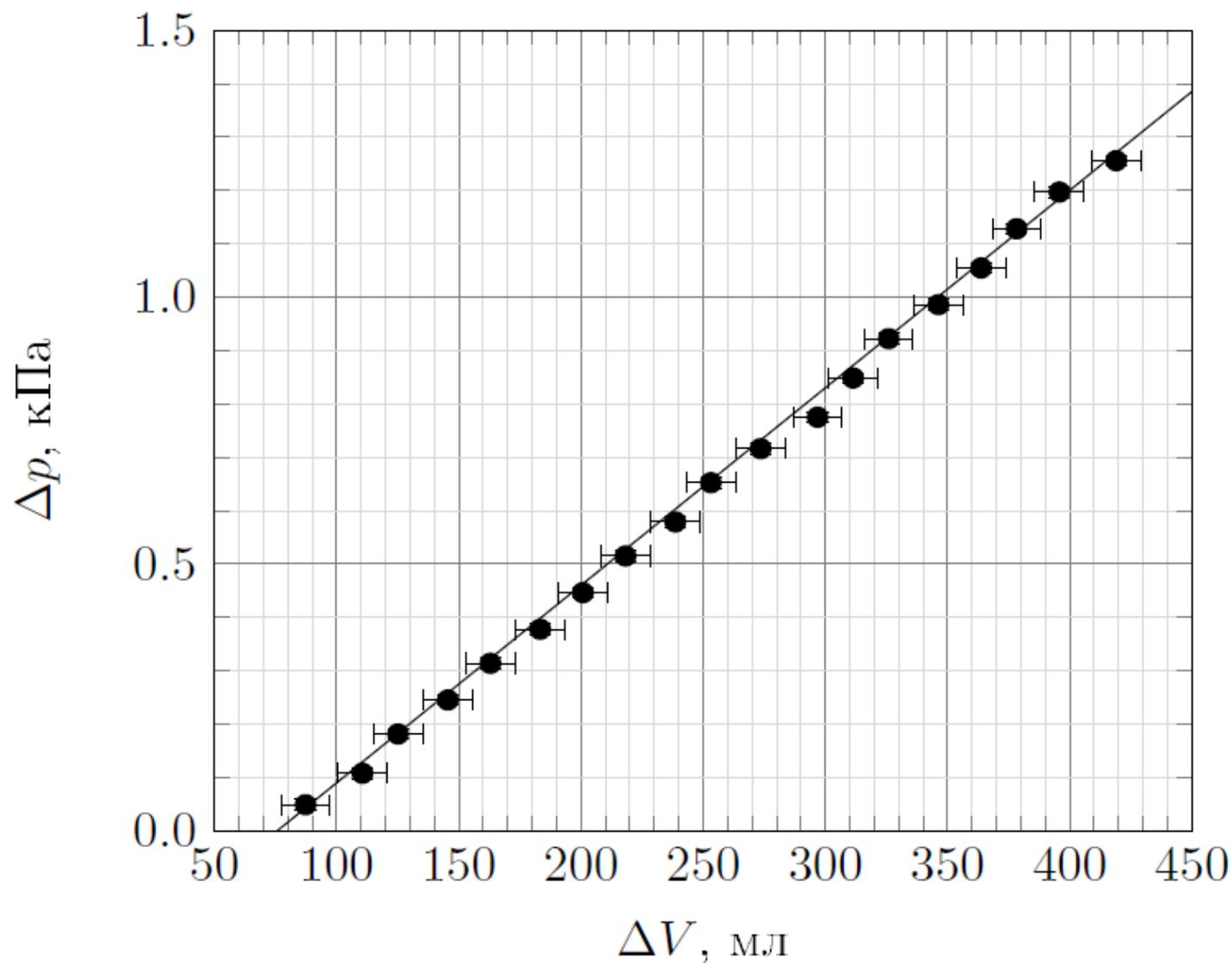


$$\Delta p = \rho g h,$$

$$\Delta V = x S.$$

# 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.

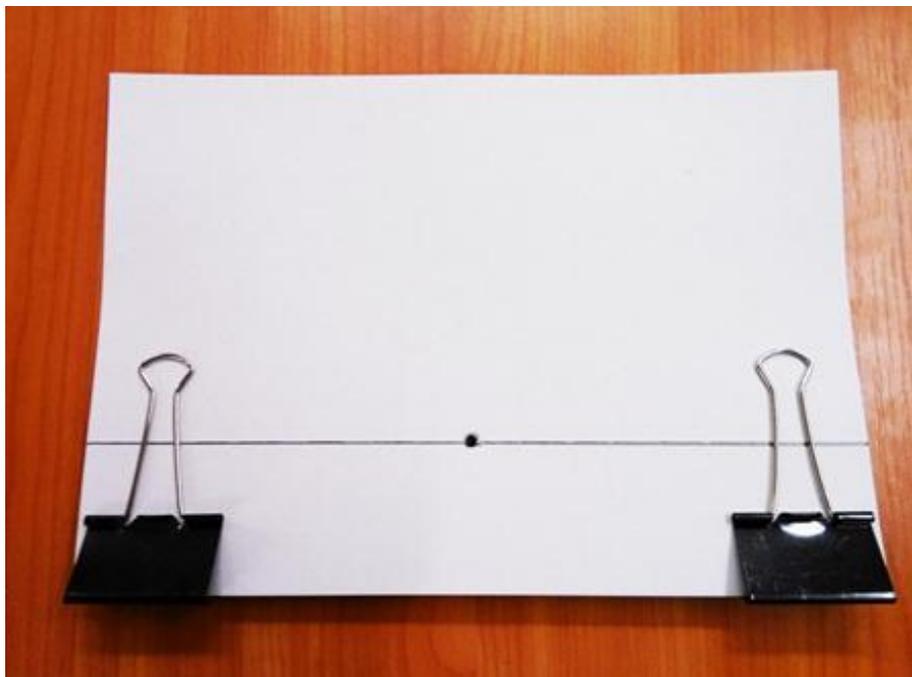
*Средства измерения и материалы:* три канцелярских зажима, CD-диск, DVD-диск, лазерная указка, лист картона, лист бумаги, линейка, карандаш.

**Физика. 11 класс.**

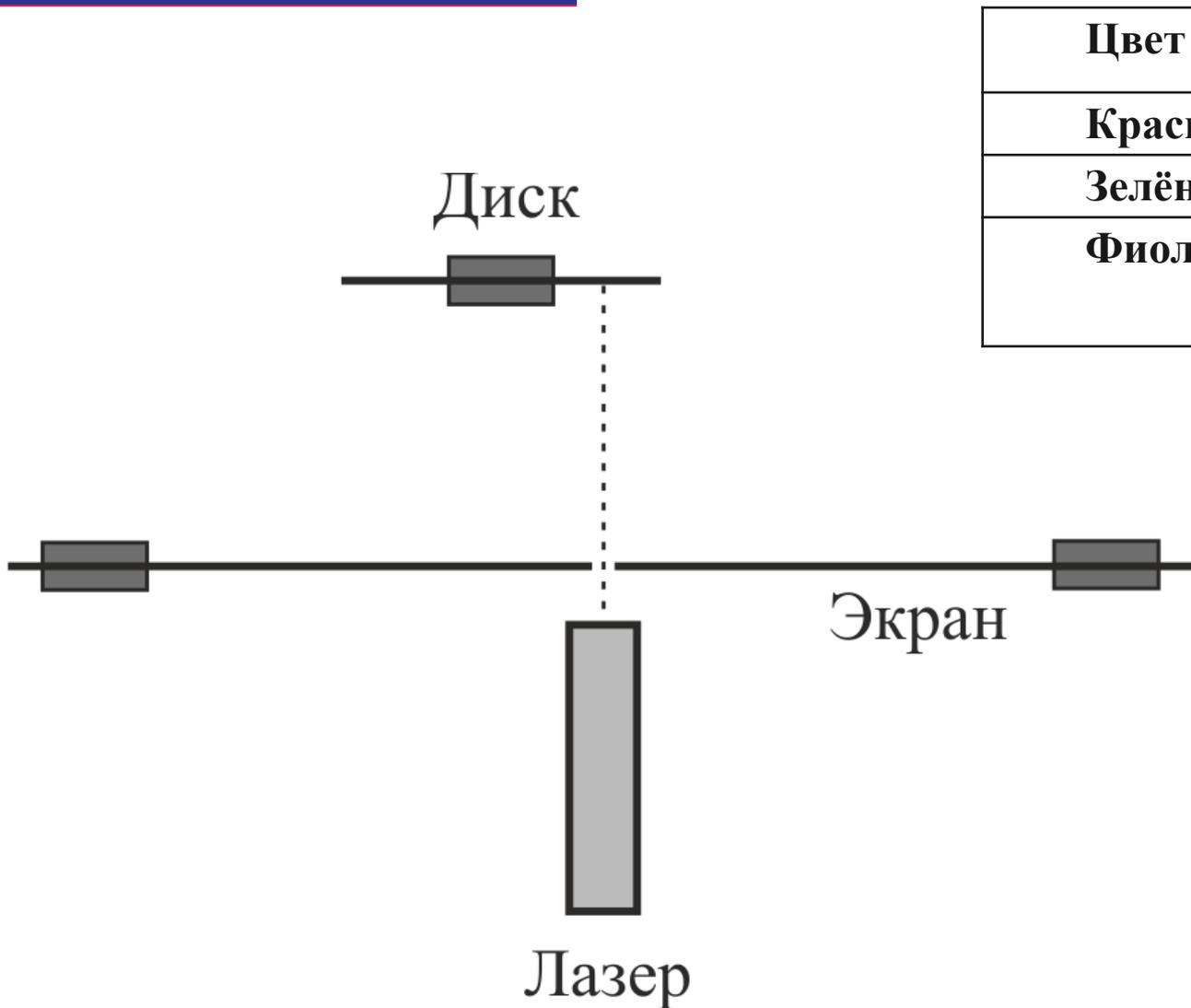
**Лабораторные работы. стр.117**

# Изучение дифракции

---

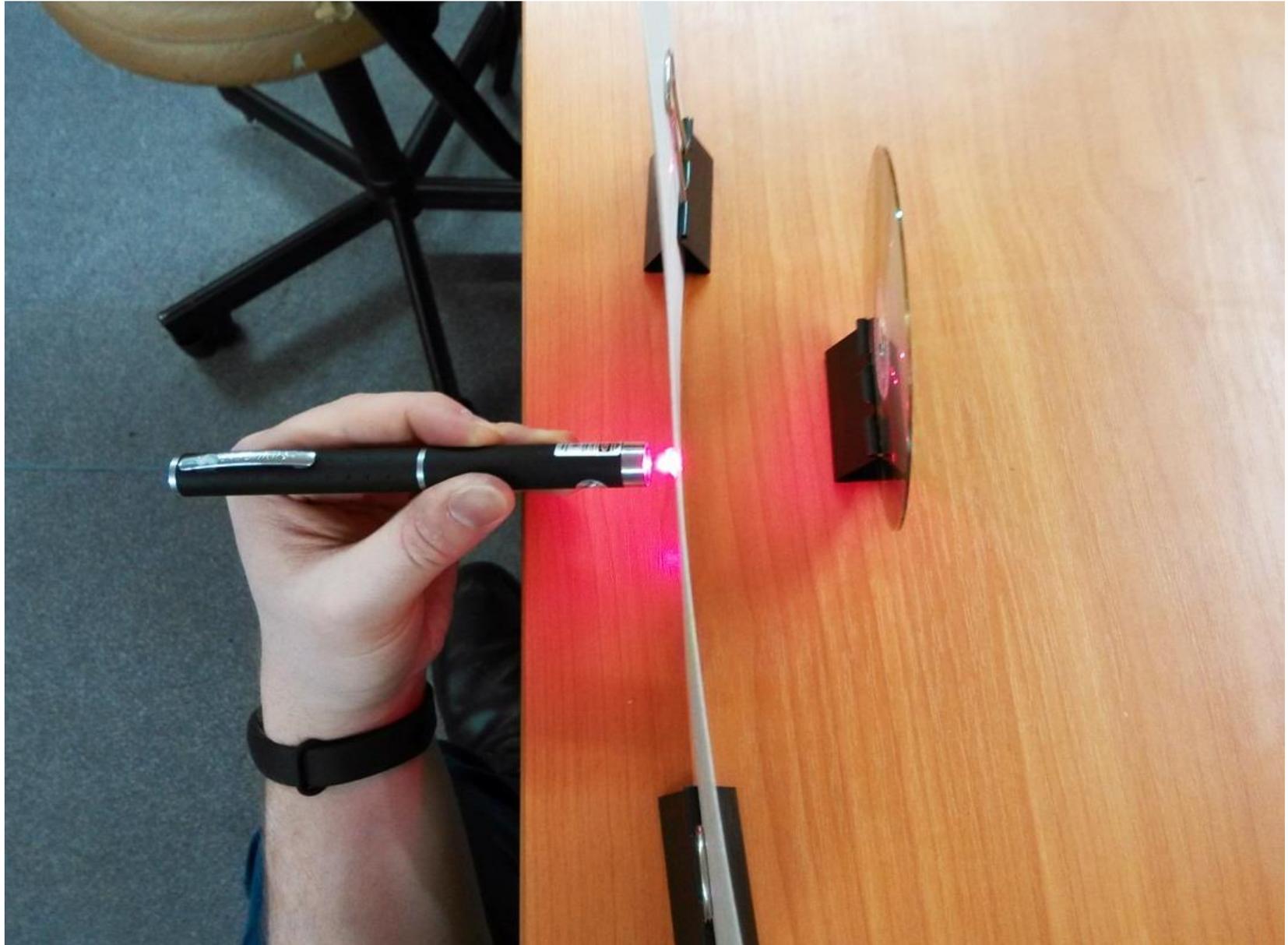


# Изучение дифракции



Цвет	$\lambda$ , нм
Красный	635
Зелёный	532
Фиолетовый	405

# Изучение дифракции



# Изучение дифракции

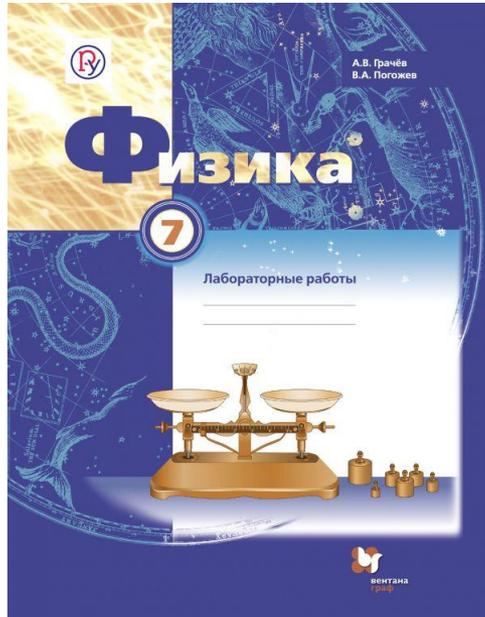


# Изучение дифракции

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.

<b>1. Измерение физических величин и оценка погрешностей измерений</b> .....	<b>3</b>
Измерительные приборы и оборудование .....	8
<b>2. Фронтальные лабораторные работы</b> .....	<b>11</b>
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
<b>3. Домашние лабораторные работы .....</b>	<b>42</b>
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
<b>Приложения</b> .....	<b>71</b>

# Лабораторные работы. 10 класс.

<b>1. Погрешности измерений и способы их оценки</b> .....	3
Упражнения .....	8
Лабораторная работа. Графическое представление результатов измерений. ....	18
<b>2. Фронтальные лабораторные работы</b> .....	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
<b>3. Домашние лабораторные работы</b> .....	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
	<b>Ответы к задачам</b> .....	109
	<b>Приложения</b> .....	110