

*Р. Д. Минькова, В. В. Иванова*

# ТЕТРАДЬ для лабораторных работ по **физике**

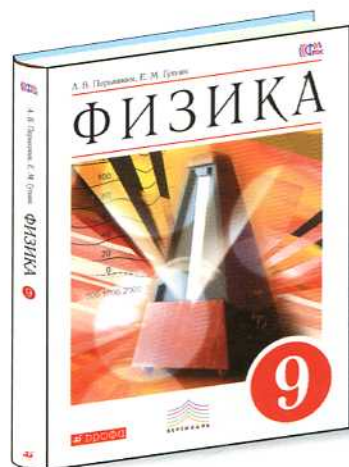
*К учебнику А. В. Перышкина,  
Е. М. Гутник «Физика. 9 класс»*

учени \_\_\_\_\_ класса \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ ШКОЛЫ \_\_\_\_\_

9

к л а с с



---

Учебно-методический комплект

---

Р. Д. Минькова, В. В. Иванова

# ТЕТРАДЬ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ФИЗИКЕ

---

К учебнику А. В. Перышкина, Е. М. Гутник  
«Физика. 9 кл.» (М. : Дрофа)

9 класс

*Издание шестнадцатое, переработанное и дополненное*

Издательство  
«**ЭКЗАМЕН**»  
МОСКВА • 2017

УДК 373:53  
ББК 22.3я721  
М62

*Имена авторов и название цитируемого издания указаны на титульном листе данной книги (ст. 1274 п. 1 части четвертой Гражданского кодекса Российской Федерации).*

**Минькова Р. Д.**

М62 Тетрадь для лабораторных работ по физике. 9 класс: к учебнику А. В. Перышкина, Е. М. Гутник «Физика. 9 кл.». ФГОС (к новому учебнику) / Р. Д. Минькова, В. В. Иванова. — 16-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство «Экзамен», 2017. — 63, [1] с. (Серия «Учебно-методический комплект»)

ISBN 978-5-377-11604-2

Тетрадь для лабораторных работ предназначена для изучающих физику по учебнику А. В. Перышкина, Е. М. Гутник «Физика. 9 класс». В издании представлены все лабораторные работы. Кроме того, добавлены дополнительные экспериментальные задания.

В каждой работе указаны цели ее проведения, необходимое оборудование, приведено описание хода работы с рисунками, таблицами и расчетными формулами. В описание лабораторных работ добавлены контрольные вопросы. Звездочкой помечены вопросы повышенной сложности. Часть стандартных лабораторных работ содержат дополнительные задания.

Приказом № 699 Министерства образования и науки Российской Федерации учебные пособия издательства «Экзамен» допущены к использованию в общеобразовательных организациях.

**УДК 373:53**  
**ББК 22.3я721**

---

Подписано в печать 27.10.2016.

Формат 70x100/16. Гарнитура «TextBookC». Бумага офсетная.  
Уч.-изд. л. 1,33. Усл. печ. л. 5,2. Тираж 15 000 экз. Заказ № 4979/16.

---

**ISBN 978-5-377-11604-2**

© Минькова Р. Д., Иванова В. В., 2017  
© Издательство «ЭКЗАМЕН», 2017  
© ООО «ДРОФА», 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Предисловие</i> .....	5
<i>Лабораторная работа № 1</i>	
Исследование равноускоренного движения без начальной скорости .....	6
<i>Лабораторная работа № 2</i>	
Измерение ускорения свободного падения .....	16
<i>Лабораторная работа № 3</i>	
Исследование зависимости периода и частоты свободных колебаний нитяного маятника от его длины.....	22
<i>Экспериментальное задание</i>	
Изучение зависимости периода колебаний пружинного маятника от параметров колебательной системы .....	25
<i>Лабораторная работа № 4</i>	
Изучение явления электромагнитной индукции.....	28
<i>Лабораторная работа № 5</i>	
Наблюдение сплошного и линейчатых спектров испускания .....	32
<i>Лабораторная работа № 6</i>	
Измерение естественного радиационного фона дозиметром .....	35
<i>Лабораторная работа № 7</i>	
Изучение деления ядра атома урана по фотографии треков.....	37
<i>Лабораторная работа № 8</i>	
Оценка периода полураспада находящихся в воздухе продуктов распада газа радона .....	39
<i>Лабораторная работа № 9</i>	
Изучение треков заряженных частиц по готовым фотографиям .....	42

## *Дополнительные эксперименты*

### *Эксперимент 1*

Измерение средней скорости движения человека ..... 46

### *Эксперимент 2*

Наблюдение волновых явлений ..... 48

### *Эксперимент 3*

Наблюдение дисперсии света при прохождении  
его сквозь трехгранную призму ..... 52

### *Эксперимент 4*

Моделирование процесса радиоактивного распада ..... 55

### *Эксперимент 5*

Выбор планеты Солнечной системы для колонизации ..... 59

*Справочные таблицы* ..... 61

## Предисловие

Тетрадь для лабораторных работ предназначена для изучающих физику по учебнику А.В. Перышкина, Е.М. Гутник «Физика. 9 класс». В издании представлены все лабораторные работы, предлагаемые в упомянутом учебнике. Кроме того, добавлены экспериментальные задания. В отличие от лабораторных работ, экспериментальные задания не являются обязательными.

Тетрадь содержит описания лабораторных работ, цели их проведения, оборудование, объяснения хода работ, с таблицами, рисунками и расчетными формулами. Добавлены также контрольные вопросы, способствующие более глубокому пониманию изучаемой темы и развитию исследовательских навыков. Звездочкой помечены вопросы повышенной сложности. Некоторые стандартные лабораторные работы содержат дополнительные задания, отсутствующие в учебниках.

Самостоятельные исследования позволяют ученикам выявить закономерности физических явлений, установить связи между физическими величинами, убедиться в справедливости физических законов.

Приступая к выполнению лабораторной работы, необходимо иметь четкое представление о том, какие физические величины измеряются в процессе прямых измерений, в зависимости от этого и следует выбирать подходящие приборы.

Учитывая, что результаты измерений не могут быть абсолютно точными (они всегда приближительны), их следует записывать в виде  $a = a_{\text{изм}} \pm \Delta a$ .

Все записи делают непосредственно в тетрадях для лабораторных работ. Если в работе необходимо провести сложные математические расчеты, то их можно выполнять на отдельном листе, который вкладывают в тетрадь.

На все вопросы, возникающие в ходе проведения лабораторной работы и обработки ее результатов, ученики могут найти ответы в тексте учебника или в указаниях к лабораторной работе, а также у учителя.

## Лабораторная работа № 1

# ИССЛЕДОВАНИЕ РАВНОУСКОРЕННОГО ДВИЖЕНИЯ БЕЗ НАЧАЛЬНОЙ СКОРОСТИ

(работа представлена в трех вариантах выполнения — в зависимости от имеющегося лабораторного оборудования)

---

### Вариант I

*Цель работы:* определить ускорение движения бруска по наклонной плоскости и его мгновенную скорость в конце заданного пути, пройденного за определенный промежуток времени.

*Оборудование:* прибор для изучения движения тел, штатив с муфтой и лапкой.

### Теоретические обоснования

При равноускоренном движении без начальной скорости пройденное расстояние определяется по формуле:

$$s = \frac{at^2}{2}, \text{ отсюда } a = \frac{2s}{t^2}.$$

Зная ускорение, можно определить мгновенную скорость по формуле:

$$v = at.$$

### Описание устройства и действия прибора

Прибор для изучения движения тел (рис. 1) состоит из направляющей 1 длиной 60–70 см; бруска 2 с пусковым магнитом 3, закрепленным на торце алюминиевого стержня; электронного секундомера 4 с двумя датчиками 5. Направляющая закрепляется в лапке штатива 6, под нее подкладывается коврик 7 из пористого пластика.

При прохождении пускового магнита мимо первого датчика отсчет времени включается, а при прохождении второго — выключается, и на экране секундомера фиксируется значение промежутка времени  $t$ , за который брусок проходит расстояние  $s$  между датчиками.

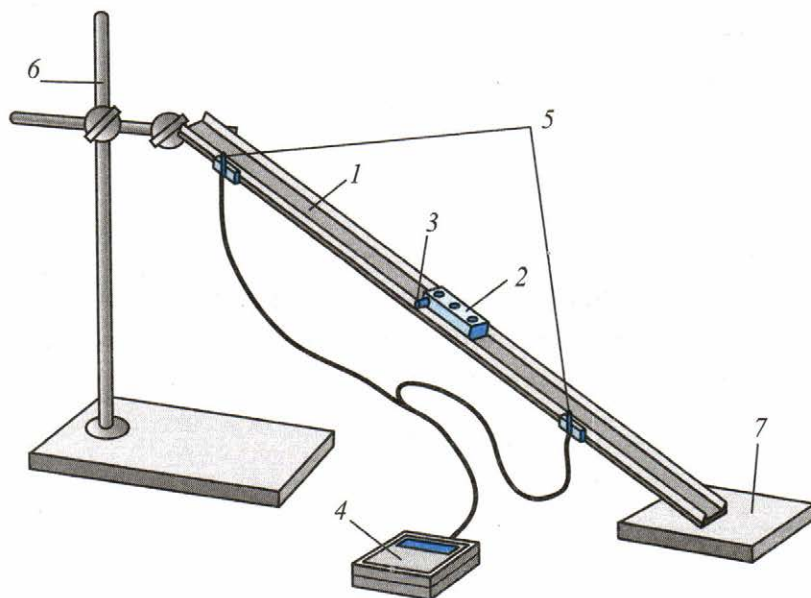


Рис. 1

### Ход работы

1. Соберите установку по рисунку 1. Направляющую закрепите в лапке штатива под углом  $\approx 30^\circ - 40^\circ$  к плоскости столешницы.
2. Прочтите инструкцию на тыльной стороне секундомера по его включению и выключению. Включите секундомер.
3. Разместите брусок на направляющей так, чтобы его пусковой магнит находился на 1,5 см выше верхнего датчика.
4. Отпустите брусок. Определите расстояние  $s$  между датчиками и промежуток времени  $t$ , за который брусок прошел это расстояние. Результат измерения занесите в таблицу:



№ опыта	Время $t$ прохождения бруска в расстоянии $s$ между датчиками, с	Среднее время движения $t_{\text{ср}}$ , с	Расстояние $s$ , м	Ускорение бруска $a$ , м/с <sup>2</sup>	Мгновенная скорость бруска $v$ , м/с
1					
2					
3					

5. Не меняя расположения датчиков, проведите опыт еще 2 раза. Результаты измерений занесите в таблицу.

6. По результатам трех опытов рассчитайте среднее время движения бруска:

$$t_{\text{ср}} = \frac{t_1 + t_2 + t_3}{3}.$$

---



---



---

7. Вычислите ускорение движения бруска и его мгновенную скорость в конце пути  $s$  по формулам:

$$a = \frac{2s}{t_{\text{ср}}^2} \quad \text{и} \quad v = at_{\text{ср}}.$$

---



---



---

8. Результаты всех измерений и вычислений занесите в таблицу.

9. Сделайте вывод о характере движения бруска.

---



---



---



---

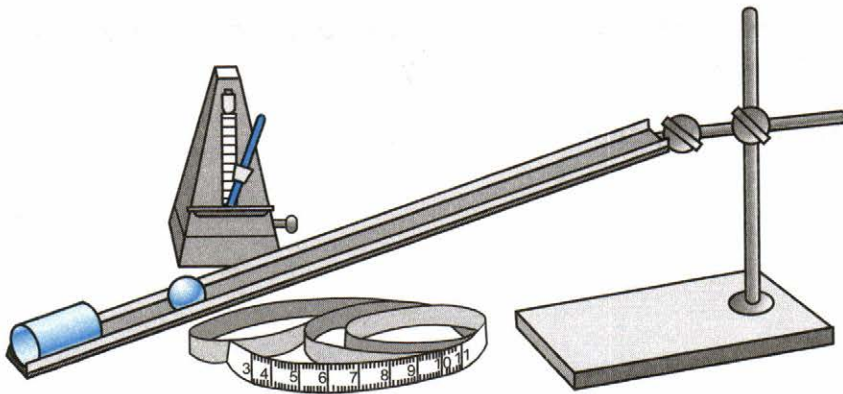
**Вариант II**

*Цель работы:* определить ускорение движения шарика и его мгновенную скорость перед ударом о цилиндр.

*Оборудование:* желоб лабораторный металлический длиной 1,4 м, шарик металлический диаметром 1,5–2 см, цилиндр металлический, метроном (один на весь класс), лента измерительная, кусок мела.

**Ход работы**

**1.** Соберите установку по рисунку 2.



**Рис. 2**

- 2.** Запустите метроном с частотой 120 ударов в минуту.
- 3.** Отпустите шарик с верхнего конца желоба одновременно с ударом метронома.
- 4.** Сделайте несколько пробных запусков шарика с целью подобрать наклон желоба так, чтобы расстояние от начала движения до удара о цилиндр шарик проходил за три или четыре удара метронома.
- 5.** Измерьте расстояние  $s$ , пройденное шариком. Результаты измерения запишите в таблицу:

№ опыта	Число ударов метронома $n$	Расстояние $s$ , м	Время движения $t = 0,5 \cdot n$ , с	Ускорение $a = 2 \cdot s/t^2$ , м/с <sup>2</sup>	Мгновенная скорость $v = a \cdot t$ , м/с
1					
2					
3					

6. Вычислите время  $t$  движения шарика, его ускорение и мгновенную скорость перед ударом о цилиндр. Результаты вычислений запишите в таблицу.
7. Не меняя наклон желоба, повторите опыт еще два раза. Результаты запишите в таблицу.
8. Рассчитайте среднее ускорение. \_\_\_\_\_

### Вариант III

*Цель работы:* убедиться в равноускоренном характере движения бруска и научиться измерять ускорение и мгновенную скорость равноускоренного движения.

*Оборудование:* штатив лабораторный с лапкой и муфтой, прибор для изучения движения тел, ленты из миллиметровой и копировальной бумаги длиной 200 мм и шириной 20 мм.

**До начала работы внимательно ознакомьтесь с описанием устройства и действия прибора для изучения движения тел (рисунок 3).**

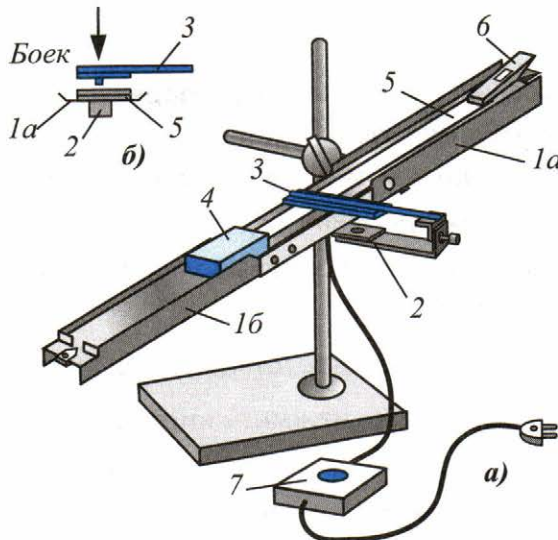


Рис. 3

### Описание

Прибор, изображенный на рисунке 3, представляет собой желоб, состоящий из двух соединенных друг с другом частей: верхней *1а* и нижней *1б*. На верхней части желоба находится вибратор *2*.

Вибратор имеет подвижную часть *3* с бойком (см. рис. 3, б).

К бруску *4* прикрепляются бумажная и копировальная ленты *5*.

Эти ленты пропускаются под бойком подвижной части вибратора и удерживаются зажимом *б*.

Если вибратор включить в сеть переменного тока и нажать на кнопку *7*, то его подвижная часть будет совершать колебания с периодом  $T = 0,02$  с. При освобождении бумаги брусок начинает скользить по желобу. На ленте остаются метки в виде черточек от удара бойка.

## Ход работы

### Задание 1

Убедитесь в том, что брусок движется по наклонной плоскости равноускоренно.

### Теоретические обоснования

Убедиться в равноускоренном характере движения можно, например, с помощью закономерности:  $s_1 : s_2 : s_3 : \dots : s_n = 1 : 4 : 9 : \dots : n^2$ , где  $s_1, s_2, s_3, \dots, s_n$  — модули векторов перемещений, совершенных бруском за промежутки времени  $t_1, t_2 = 2t_1, t_3 = 3t_1, \dots, t_n = nt_1$ .

Если указанная закономерность выполняется, значит, движение является равноускоренным.

1. Соберите установку в соответствии с рисунком 3.
2. Включите прибор в сеть, нажмите кнопку *7*.
3. Освободите бумажную ленту и измерьте на ней расстояние между нулевой и каждой следующей меткой.
4. Результаты измерений запишите в таблицу:

<i>t</i> , с	$t_0$	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	$t_5$	$t_6$	$t_7$	$t_8$	$t_9$	$t_{10}$	$t_{11}$	$t_{12}$	$t_{13}$	$t_{14}$	$t_{15}$
	0	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,04	0,016	0,018	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30
<i>s</i> , м	$s_0$	$s_1$	$s_2$	$s_3$	$s_4$	$s_5$	$s_6$	$s_7$	$s_8$	$s_9$	$s_{10}$	$s_{11}$	$s_{12}$	$s_{13}$	$s_{14}$	$s_{15}$
	0															

5. Вычислите отношения:  $\frac{s_2}{s_1}, \frac{s_3}{s_1}, \dots, \frac{s_{15}}{s_1}$ , округлив результаты до целых чисел. Результаты вычислений запишите в виде отношений:

$$\frac{s_1}{s_1} : \frac{s_2}{s_1} : \frac{s_3}{s_1} : \frac{s_4}{s_1} : \frac{s_5}{s_1} : \frac{s_6}{s_1} : \frac{s_7}{s_1} : \frac{s_8}{s_1} : \frac{s_9}{s_1} : \frac{s_{10}}{s_1} : \frac{s_{11}}{s_1} : \frac{s_{12}}{s_1} : \frac{s_{13}}{s_1} : \frac{s_{14}}{s_1} : \frac{s_{15}}{s_1} = 1 : \dots$$

6. Сделайте вывод о характере движения бруска. \_\_\_\_\_

7. Ответьте на вопросы.

- Каким прибором вы пользовались для определения пути?  
\_\_\_\_\_
- Какова цена деления этого прибора? \_\_\_\_\_
- Какое минимальное расстояние можно измерить этим прибором?  
\_\_\_\_\_
- Какое максимальное расстояние можно измерить этим прибором?  
\_\_\_\_\_
- Сколько измерений надо сделать, чтобы точнее измерить расстояние?  
\_\_\_\_\_
- Как определить погрешность измерения?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- Чему равна погрешность измерения? \_\_\_\_\_
- \* Как определить относительную погрешность измерения?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- \* Чему равна относительная погрешность измерения?  
\_\_\_\_\_

**Задание 2**

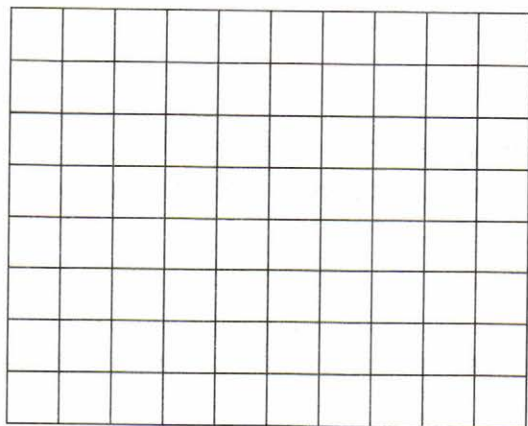
Определите ускорение движения бруска.

1. Из формулы  $s = \frac{a \cdot t^2}{2}$  выразите ускорение  $a$ . \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. Вычислите значение ускорения при  $t_{10} = 0,2$  с и  $t_{15} = 0,3$  с.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. Вычислите среднее значение ускорения  $a_{\text{ср}}$ . \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Задание 3**

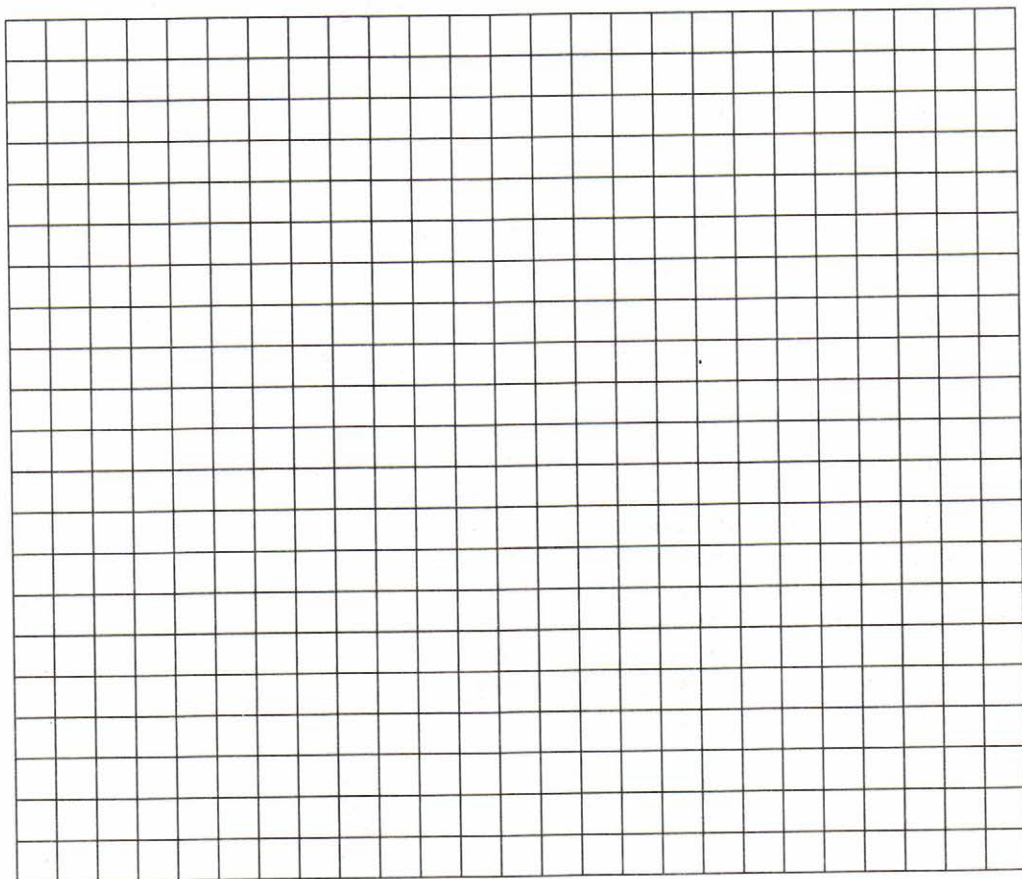
Определите мгновенную скорость движения бруска в разные моменты времени и постройте график зависимости мгновенной скорости от времени.

1. По формуле  $v = a \cdot t$  определите мгновенную скорость бруска к концу промежутков времени 0,1 с; 0,2 с; 0,3 с от начала движения.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. По полученным данным постройте график зависимости модуля мгновенной скорости бруска от времени.



**Задание 4**

Постройте график зависимости перемещения бруска  $s$  от времени  $t$ , используя таблицу из Задания 1.





## Лабораторная работа № 2

# ИЗМЕРЕНИЕ УСКОРЕНИЯ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ

(работа представлена в двух вариантах выполнения — в зависимости от имеющегося лабораторного оборудования)

### Вариант I

*Цель работы:* измерить ускорение свободного падения с помощью прибора для изучения движения тел.

*Оборудование:* прибор для изучения движения тел, штатив лабораторный с муфтой и лапкой.

### Описание устройства и действия прибора

Прибор для изучения движения тел (рис. 4) состоит из направляющей 1 длиной 60—70 см; бруска 2 с пусковым магнитом 3, закрепленным на торце алюминиевого стержня; электронного секундомера 4 с двумя датчиками 5. Направляющая укрепляется вертикально в лапке штатива 6. Под рейку подкладывается коврик 7 из пористого пластика. Магнитные датчики 5 могут быть установлены в любом месте направляющей на магнитной резине, расположенной вдоль направляющей рядом со шкалой с миллиметровыми делениями.

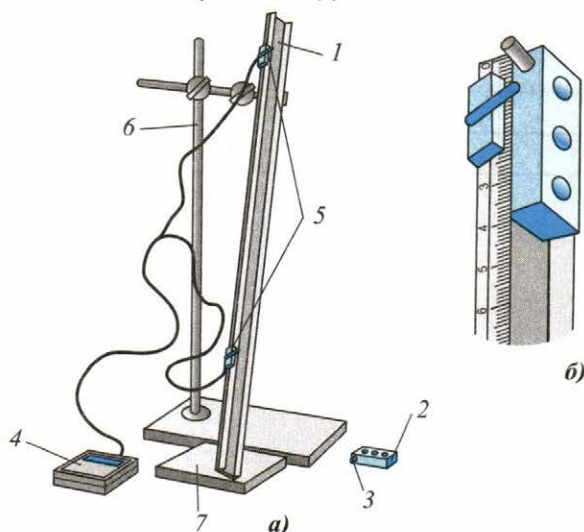


Рис. 4

В момент прохождения пускового магнита мимо первого датчика начинается отсчет времени; при прохождении второго датчика на экране секундомера высветится числовое значение промежутка времени  $t$ , за который брусок прошел расстояние между датчиками.

### Теоретические обоснования

Измерив расстояние  $s$  между установленными на направляющей датчиками времени и промежуток времени  $t$ , за который это расстояние было пройдено бруском, можно рассчитать ускорение свободного падения  $g$  по формуле:  $g = \frac{2s}{t^2}$ .

$$g = \frac{2s}{t^2}$$

### Ход работы

1. Соберите установку по рисунку 4, а.
2. Прочтите инструкцию на тыльной стороне секундомера и включите его.
3. Приложите брусок к направляющей так, чтобы ее пусковой магнит находился выше первого датчика времени (рис. 4, б).
4. Отпустите брусок. Определите промежуток времени  $t$ , за который брусок проходит расстояние  $s$  между датчиками, и расстояние  $s$ . Результаты измерений занесите в таблицу:

№ опыта	Время $t$ прохождения расстояния $s$ между датчиками, с	Среднее время движения $t_{\text{ср}}$ , с	Расстояние $s$ , м	Ускорение свободного падения $g$ , м/с <sup>2</sup>
1				
2				
3				
4				
5				

5. Не меняя расположения датчиков, проведите опыт еще 4 раза. Результаты измерений времени занесите в таблицу.

6. Рассчитайте среднее время движения бруска:

$$t_{\text{cp}} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5}{5}.$$

---

7. Вычислите ускорение свободного падения по формуле:  $g = \frac{2s}{t_{\text{cp}}^2}$ .

---

---

---

8. Занесите в таблицу результаты всех измерений и вычислений.

9. Определите отклонение полученного вами значения  $g$  от действительного его значения  $g_0 = 9,8 \text{ м/с}^2$  (т.е. найдите разность между ними).

---

10. Вычислите, какую часть (в %) составляет эта разность от значения  $g_0$ . Это отношение называется относительной погрешностью и обозначается буквой  $\varepsilon$ . Чем меньше относительная погрешность, тем выше точность измерений.

---

---

---

---

*Примечание:* при аккуратной работе с прибором можно добиться того, чтобы относительная погрешность не превышала 10%.

## Вариант II

*Цель работы:* измерить ускорение свободного падения с помощью прибора для изучения движения тел.

*Оборудование:* штатив лабораторный с лапкой и муфтой, прибор для изучения движения тел, ленты из миллиметровой и копировальной бумаги длиной 300 мм и шириной 20 мм.

## Описание

В приборе (рис. 5) желоб *1* с установленным на нем вибратором *2* укреплен вертикально в лапке штатива *8*.

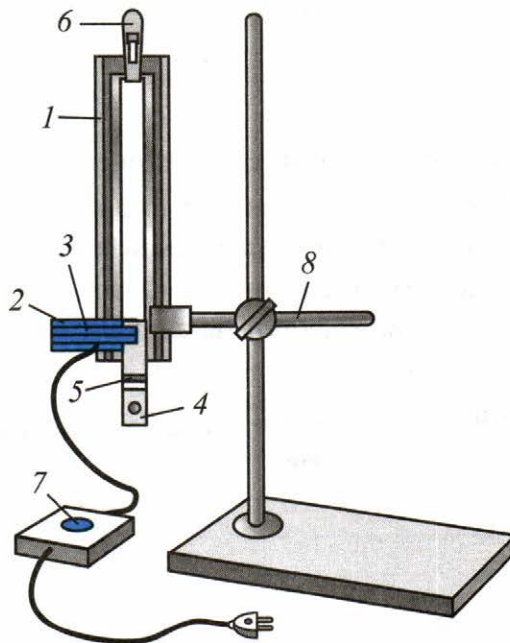


Рис. 5

К грузу *4* прикреплены две бумажные ленты *5*: одна — из миллиметровой бумаги, а вторая (поверх первой) — из копировальной. Ленты вместе с висящим на них грузом удерживаются на желобе зажимом *6*.

Если отпустить зажим, то груз вместе с лентами будет совершать падение, близкое к свободному.

Подвижная часть 3 вибратора (который включается заранее кнопкой 7) колеблется, оставляя метки на движущейся мимо нее ленте через промежутки времени  $T = 0,02$  с.

### Теоретические обоснования

Измерив расстояние между нулевой и любой другой отметкой, можно определить, какой путь  $s$  прошел груз с лентой за время  $t = n \cdot T$ , где  $n$  — число интервалов между указанными метками.

Зная путь  $s$  и промежуток времени  $t$ , за который этот путь был пройден, можно рассчитать ускорение свободного падения  $g$  по

формуле:  $g = \frac{2 \cdot s}{t^2}$ .

### Ход работы

1. Соберите установку в соответствии с рисунком 5.
2. Включите вибратор в сеть, нажмите кнопку 7, а затем освободите зажим, не отпуская кнопку до конца движения бруска.
3. Сделайте необходимые измерения и вычисления, учитывая, что  $n$  — это номер метки. Результаты запишите в таблицу:

№ метки $n$	Время движения $t = n \cdot T$ , с	Путь $s$ , мм	Путь $s$ , м	Ускорение свободного падения $a = 2 \cdot s / t^2$ , м/с <sup>2</sup>
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

4. Определите отклонение полученного вами значения  $g$  от действительного значения, равного  $9,8 \text{ м/с}^2$  (т.е. найдите разность между ними).

---

---

---

5. Вычислите, какую часть (в процентах) составляет эта разность от действительного значения  $g$ . Это отношение называется относительной погрешностью  $\varepsilon$ . Чем меньше относительная погрешность, тем выше точность измерений. \_\_\_\_\_

---

---

---

---

## Лабораторная работа № 3

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПЕРИОДА И ЧАСТОТЫ СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ НИТЯНОГО МАЯТНИКА ОТ ЕГО ДЛИНЫ

---

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

*Оборудование:* штатив лабораторный с лапкой и муфтой, шарик на нити длиной 130 см, часы с секундной стрелкой.

### Ход работы

1. Соберите экспериментальную установку по рисунку 6.

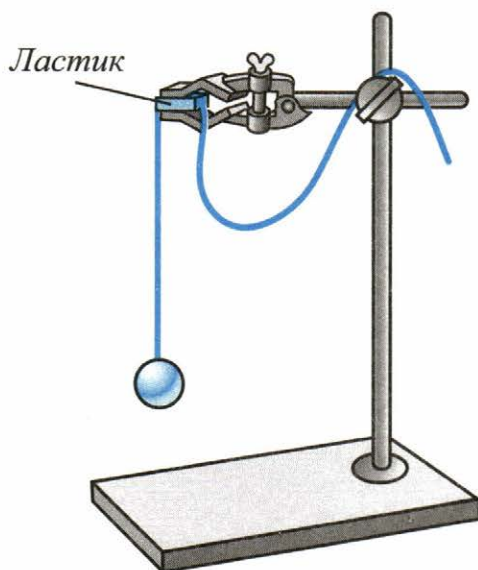


Рис. 6

2. Установите длину маятника, указанную в таблице:

№ опыта	1	2	3	4	5
<b>Физическая величина</b>					
Длина маятника $l$ , см	20	40	70	100	130
Число колебаний $N$	30	30	30	30	30
Время колебаний $t$ , с					
Период $T = t/N$ , с					
Частота колебаний $\nu$ , Гц					

3. Отклоните маятник от положения равновесия на 5 см и отпустите его. Измерьте время тридцати полных колебаний. Результат измерения запишите в ту же таблицу.

4. Вычислите период колебаний, результат вычисления запишите в таблицу.

5. При остальных указанных в таблице длинах маятника проделайте аналогичные измерения и вычисления, их результаты запишите в таблицу.

6. Сделайте вывод. \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

7. Ответьте на вопросы.

• Увеличили или уменьшили длину маятника, если:

а) период его колебаний сначала был 0,3 с, а после изменения длины стал 0,1 с? \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

б) частота его колебаний вначале была равна 5 Гц, а потом уменьшилась до 3 Гц? \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



**Дополнительное задание**

*Цель задания:* выяснить, какая математическая зависимость существует между длиной маятника и периодом его колебаний.

**Ход работы**

1. Пользуясь данными таблицы в основной части работы, вычислите и запишите приведенные в следующей таблице отношения периодов и длин:

$\frac{T_2}{T_1} =$	$\frac{T_3}{T_1} =$	$\frac{T_4}{T_1} =$	$\frac{T_5}{T_1} =$
$\frac{l_2}{l_1} =$	$\frac{l_3}{l_1} =$	$\frac{l_4}{l_1} =$	$\frac{l_5}{l_1} =$

2. Сравните результаты всех четырех столбцов и постарайтесь найти в них общую закономерность.
3. На основании этой закономерности выберите и выпишите верные зависимости из приведенных ниже равенств:

$$1) \frac{T_k}{T_1} = \frac{l_k}{l_1}, \quad 2) \frac{T_k}{T_1} = \frac{l_1}{l_k}, \quad 3) \frac{T_k}{T_1} = \sqrt{\frac{l_k}{l_1}}, \quad 4) \sqrt{\frac{T_k}{T_1}} = \frac{l_k}{l_1}, \quad 5) \left(\frac{T_k}{T_1}\right)^2 = \frac{l_k}{l_1}, \quad \text{где } k$$

может принимать следующие значения: 2, 3, 4, 5; например,  $\left(\frac{T_3}{T_1}\right)^2 = \frac{l_3}{l_1}$ .

---



---



---

4. Выберите верное утверждение из пяти приведенных ниже. При увеличении длины маятника в 4 раза период его колебаний:
- А) увеличивается в 4 раза;  
 Б) уменьшается в 4 раза;  
 В) увеличивается в 2 раза;  
 Г) уменьшается в 2 раза;  
 Д) увеличивается в 16 раз.

## Экспериментальное задание

# ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПЕРИОДА КОЛЕБАНИЙ ПРУЖИННОГО МАЯТНИКА ОТ ПАРАМЕТРОВ КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

---

*Цель работы:* изучить зависимость периода колебаний пружинного маятника от массы груза и жесткости пружины.

*Оборудование:* штатив лабораторный, пружина с указателем, набор грузов, линейка, динамометр, секундомер, скотч, ножницы.

### Ход работы

1. Соберите экспериментальную установку по рисунку 7.

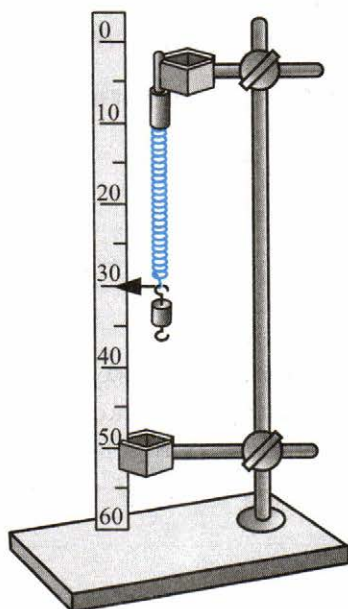


Рис. 7

2. По растяжению пружины  $x$  и силе тяжести груза  $F$  определите жесткость пружины  $k = F/x$ . Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу:

№ опыта	$F$ , Н	$x$ , м	$k$ , Н/м	$m$ , кг	Время 10 полных колебаний $t$ , с	Период расчетный $T_p$ , с	Период измеренный $T_{из}$ , с
1							
2							
3							

3. Вычислите массу груза  $m = F/g$ , результат запишите в ту же таблицу.

---



---

4. Выведите груз из положения равновесия и зафиксируйте время десяти полных колебаний. Рассчитайте период колебаний по формулам  $T_p = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$  и  $T_{из} = \frac{t}{N}$ , где  $N$  — число полных колебаний. Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу (опыт № 1).

---



---



---

5. Подвесьте еще один груз к первому, увеличив общую массу грузов в 2 раза. Соедините грузы скотчем в одно жесткое целое. Повторите опыты и расчеты, описанные в пунктах 2–4. Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу (опыт № 2).

---



---



---

- 6.** Увеличьте жесткость пружины, укоротив ее. Снова повторите опыты и расчеты, описанные в пунктах 2–4. Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу (опыт № 3).

---

---

---

---

- 7.** На основании анализа результатов проведенных опытов сделайте вывод о зависимости периода колебаний пружинного маятника от его параметров.

---

---

---

---

## Лабораторная работа № 4

# ИЗУЧЕНИЕ ЯВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ

---

*Цель работы:* изучить явление электромагнитной индукции.

*Оборудование:* электромагнит разборный, катушка–моток, дугообразный магнит, миллиамперметр или микроамперметр с нулем посередине, источник питания, реостат, ключ, провода соединительные, модель генератора электрического тока (одна на весь класс).

### Ход работы

1. Соберите электрическую цепь в соответствии с рисунком 8.

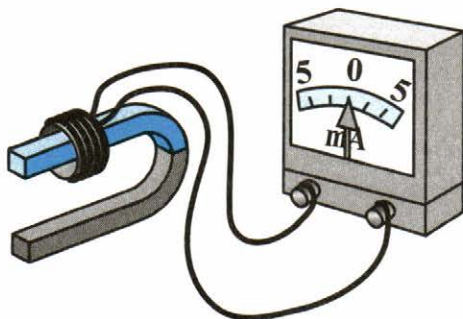


Рис. 8

2. Вдвигая магнит в катушку-моток, заметьте отклонение стрелки миллиамперметра, а значит, и направление индукционного тока. Запишите направление индукционного тока при вдвигании и выдвигании катушки.

---

---

---

---

3. Проверьте существование индукционного тока, когда катушка покоится относительно магнита.

---



---



---

4. Измените скорость движения катушки относительно магнита и запишите влияние этого факта на отклонение стрелки миллиамперметра, а значит, и на величину индукционного тока.

---



---



---

5. Запишите, менялся ли магнитный поток  $\Phi$ , пронизывающий катушку, во время ее движения? Во время остановки?

---



---



---

6. На основании проделанных опытов сделайте вывод и запишите, при каких условиях в катушке возникал индукционный ток.

---



---



---

7. Соберите установку для опыта по рисунку 9.

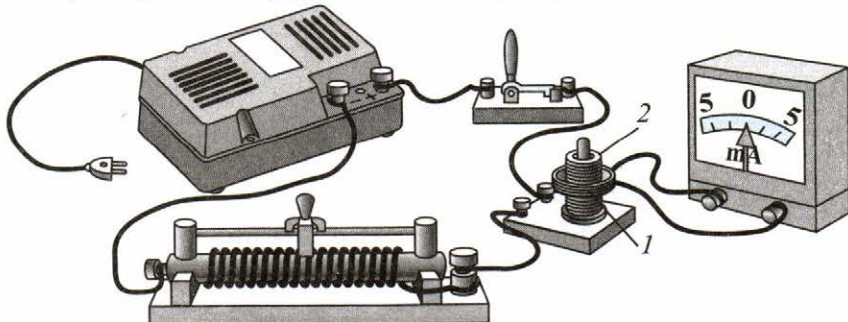


Рис. 9

8. Проверьте, возникает ли в катушке-мотке 1 индукционный ток в следующих случаях:

а) при замыкании и размыкании цепи, в которую включена катушка 2;

---

---

б) при протекании через катушку 2 постоянного тока;

---

---

в) при увеличении и уменьшении силы тока, протекающего через катушку 2, путем перемещения в соответствующую сторону ползунка реостата.

---

---

9. Пронаблюдайте возникновение электрического тока в модели генератора (рисунок 10). Объясните, почему в рамке, вращающейся в магнитном поле, возникает индукционный ток.

---

---

---

---

---

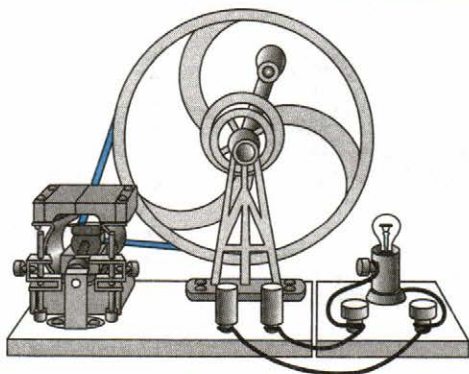


Рис. 10

**10.** Ответьте на вопросы.

- Почему при приближении катушки к магниту магнитный поток, пронизывающий эту катушку, меняется?

---

---

---

---

- Одинаковы или различны направления индукционных токов в катушке при приближении и удалении ее от одного и того же полюса магнита?

---

---

- При большей или меньшей скорости движения катушки относительно магнита магнитный поток  $\Phi$ , пронизывающий катушку, меняется быстрее?

---

---

---

- Как зависит модуль силы индукционного тока от скорости изменения магнитного потока  $\Phi$ ?

---

---

---

- В каких из перечисленных в пункте **8** случаях меняется магнитный поток, пронизывающий катушку **1**?

---

---

---

- Почему магнитный поток меняется в этих случаях?

---

---

---

---

---



## Лабораторная работа № 5

# НАБЛЮДЕНИЕ СПЛОШНОГО И ЛИНЕЙЧАТЫХ СПЕКТРОВ ИСПУСКАНИЯ

---

*Цель работы:* наблюдать сплошной спектр от полученной на экране вертикальной световой полосы, линейчатые спектры от разряда в разреженных газах.

*Оборудование:* проекционный аппарат, раздвижная щель, набор спектральных трубок (например, с водородом, кислородом и неоном) с источником питания (рис. 11), плоскопараллельная пластина со скошенными гранями или одно-трубный спектроскоп (для каждого ученика).

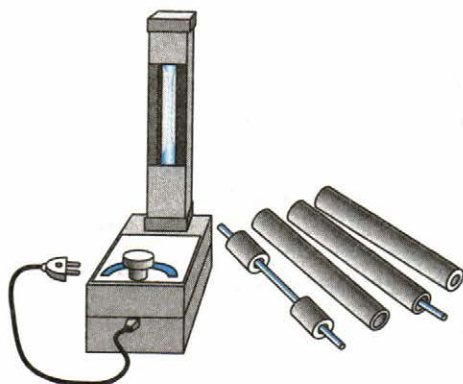


Рис. 11

### Ход работы

1. Расположите стеклянную пластину горизонтально перед глазом. Сквозь скошенные грани пластины, образующие угол  $45^\circ$ , наблюдайте на экране светлую вертикальную полосу, образованную прошедшим через раздвижную щель светом от проекционного аппарата.

2. Запишите, какой вид спектра вы наблюдаете, сколько в нем основных цветов и в какой последовательности они расположены.

---

---

---

---

---

3. Пронаблюдайте спектр полоски, рассматривая ее сквозь скошенные грани пластины, образующие угол  $60^\circ$ . Запишите, чем этот спектр отличается от предыдущего.

---

---

Сделайте и запишите вывод о зависимости протяженности спектра от преломляющего угла призмы, в которой преломляется пучок белого света.

---

---

4. Через однотрубный спектроскоп наблюдайте световую полосу. Отличается ли спектр, полученный с помощью спектроскопа, от спектров, полученных с помощью плоскопараллельной пластины? Если отличается, запишите, чем именно.

---

---

---

5. Пронаблюдайте через скошенные грани пластины или через однотрубный спектроскоп спектры, полученные от светящихся газоразрядных трубок. Какой вид спектров вы наблюдали?

---

---

Нарисуйте в тетради примерный вид спектра от разряда в каждом из газов.



- 6.** Выберите верные утверждения из приведенных ниже.
- А) Дисперсия света — это зависимость показателя преломления вещества и скорости света в нем от частоты световой волны.
  - Б) Спектр испускания, получаемый от газоразрядных трубок, выглядит как ряд разноцветных линий на темном фоне.
  - В) Спектр испускания, получаемый от проекционного аппарата, выглядит как сплошная цветная полоса с чередованием цветов, как в радуге.
  - Г) Спектральный анализ — это метод определения химического состава вещества по его линейчатому спектру.
  - Д) Спектральный анализ основан на законе Джоуля—Ленца.

## Лабораторная работа № 6

# ИЗМЕРЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО РАДИАЦИОННОГО ФОНА ДОЗИМЕТРОМ

(выполняется коллективно под руководством учителя)

*Цель работы:* измерить мощность дозы радиоактивного фона бытовым дозиметром.

*Оборудование:* дозиметр «Сосна» (рис. 12).



Рис. 12

### Толкование используемых терминов

**Фон радиоактивный** — естественный радиационный фон, создаваемый ионизирующим излучением, источником которого являются космические лучи и так называемые естественные радионуклиды (т.е. существующие в природе ядра радиоактивных элементов).

**Ионизирующее излучение** — различные виды частиц и физических полей, способных ионизировать вещество.

**Космические лучи** представляют собой поток частиц высоких энергий, приходящих на Землю из космоса (*солнечная радиация*).

**Естественные радионуклиды** повсеместно присутствуют в окружающей среде, а также в животных и растительных организмах. Фоновому облучению подвергаются все живые орга-

низмы Земли, в том числе человек. В зависимости от высоты над уровнем моря и содержания радионуклидов в окружающей среде радиационный фон колеблется в значительных пределах. Для его измерения используют *счетчики Гейгера—Мюллера* (см. § 54 учебника).

В *бытовых дозиметрах* используется счетчик жесткого (т.е. высокоэнергетического) бета- и гамма-излучения, способный регистрировать мощность дозы в диапазоне 0,004— 40 мкР/с (микрорентген в секунду).

### Ход работы

1. Положите дозиметр на стол и включите его.
2. Запустите отсчет импульсов нажатием кнопки «Пуск».
3. Через 40 с подсчет импульсов будет прекращен (перестанут мерцать точки), на экране высветится значение мощности дозы фонового излучения (в мкР/ч).
4. Запишите значение мощности дозы фонового излучения:

---

---

5. Ответьте на вопросы.

- Что является источником естественного радиационного фона?

---

---

---

- Если измерять естественный радиационный фон в том же месте через минуту, его численное значение может отличаться от предыдущего значения. Почему?

---

---

---

- Каковы численные значения нормального естественного радиационного фона?

---

---

## Лабораторная работа № 7

# ИЗУЧЕНИЕ ДЕЛЕНИЯ ЯДРА АТОМА УРАНА ПО ФОТОГРАФИИ ТРЕКОВ

*Цель работы:* применить закон сохранения импульса для объяснения движения двух ядер, образовавшихся при делении ядра атома урана.

*Оборудование:* фотография треков заряженных частиц (рисунк 13), образовавшихся при делении ядра атома урана.

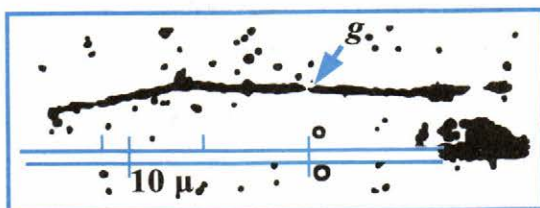


Рис. 13

### Пояснение

На данной фотографии вы видите треки двух осколков, образовавшихся при делении ядра атома урана, захватившего нейтрон. Ядро урана находилось в точке, указанной стрелочкой. По трекам видно, что осколки ядра урана разлетелись в противоположных направлениях (излом левого трека объясняется столкновением осколка с ядром одного из атомов фотоэмульсии, в которой он двигался).

### Ход работы

#### Задание 1

Пользуясь законом сохранения импульса, объясните, почему осколки, образовавшиеся при делении ядра атома урана, раз-

летелись в противоположных направлениях. \_\_\_\_\_

---



---



---



---

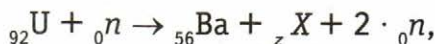


---

### Задание 2

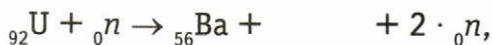
Известно, что осколки ядра урана представляют собой ядра атомов двух разных химических элементов (например, бария, ксенона и др.) из середины таблицы Д.И. Менделеева.

Одна из возможных реакций деления урана может быть записана в символическом виде следующим образом:



где символом  ${}_z\text{X}$  обозначено ядро атома одного из химических элементов.

Пользуясь законом сохранения заряда и таблицей Д.И. Менделеева, определите, что это за элемент, и впишите его символ в ядерную реакцию:



Как называется этот элемент? \_\_\_\_\_

### Задание 3\*

Какой из осколков, трек которого вы видите на рисунке 13, правый или левый, имеет меньшую массу? Почему?

---



---



---



---



---

## Лабораторная работа № 8

# ОЦЕНКА ПЕРИОДА ПОЛУРАСПАДА НАХОДЯЩИХСЯ В ВОЗДУХЕ ПРОДУКТОВ РАСПАДА ГАЗА РАДОНА

---

*Цель работы:* оценить период полураспада продуктов распада радона с помощью бытового дозиметра.

*Оборудование:* дозиметр «Сосна», бытовой пылесос, ватный диск, решетка.

### *Теоретические обоснования*

Радон — инертный газ, получающийся при распаде ядер урана. Наиболее стабильный изотоп ( $^{222}\text{Rn}$ ) имеет период полураспада 3,8 сут. При комнатной температуре радон тяжелее воздуха. Если длительное время не проветривать помещение, то радон скапливается в области, близкой к полу. При распаде радона образуются короткоживущие изотопы различных металлов, атомы которых оседают на находящиеся в воздухе пылинках. Если отфильтровать пыль из воздуха у пола в непроветриваемом помещении, то можно собрать продукты распада радона.

### *Подготовка эксперимента*

1. В непроветриваемое помещение (желательно подвал) принесите пылесос или бытовой фен.
2. На всасывающее воздух отверстие пылесоса (или фена) установите решетку и сверху ватный диск.
3. Подключите пылесос к сети и включите. Поток воздуха прижмет ватный диск и решетку к входному отверстию пылесоса.



4. Установите пылесос так, чтобы отверстие было невысоко над полом в углу помещения.
5. Прокачивайте воздух не менее 5—10 мин.
6. Снимите ватный диск.
7. Используйте полученный препарат в течение 5 мин.

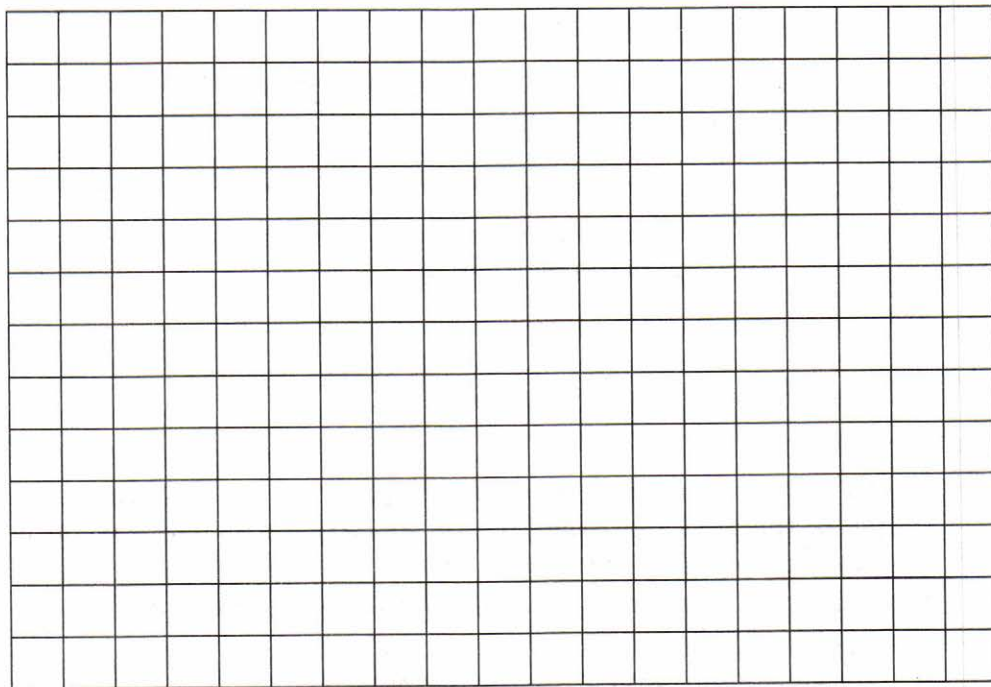
### Ход работы

1. Включите дозиметр.
2. Откройте металлическую крышку на тыльной стороне защитного кожуха дозиметра.
3. Нажмите кнопку «Пуск» для начала измерений.
4. Дождитесь остановки подсчета импульсов. Вы измерили мощность дозы фонового излучения  $P_{\text{ф}}$ . Занесите показания дозиметра в таблицу:

№ опыта	Время $t$ , с	$P_{\text{ф}}$ , мкР/ч	$P$ , мкР/ч	$\Delta P$ , мкР/ч

5. Положите препарат на стол. Поверх него положите дозиметр так, чтобы окно на его тыльной стороне было над препаратом.
6. Запустите отсчет импульсов. Вы измеряете суммарную мощность  $P$  дозы излучения продуктов распада радона и фонового излучения. После окончания счета занесите показание дозиметра в таблицу.
7. Повторяйте измерения в течение 5 мин один раз в минуту, результаты каждого измерения заносите в таблицу.
8. Рассчитайте мощность дозы излучения продуктов распада радона  $\Delta P = P - P_{\text{ф}}$  и запишите значение в таблицу.

9. Постройте график зависимости мощности дозы излучения продуктов распада радона от времени.



10. Оцените период полураспада радона.
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
11. Ответьте на вопрос: как сделать часы, измеряющие временные промежутки в тысячи лет?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



## Лабораторная работа № 9

# ИЗУЧЕНИЕ ТРЕКОВ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ ПО ГОТОВЫМ ФОТОГРАФИЯМ

---

*Цель работы:* наблюдать треки и объяснять характер движения заряженных частиц.

*Оборудование:* фотографии треков заряженных частиц, полученных в камере Вильсона, пузырьковой камере и фотоэмульсии.

### Пояснение

- При выполнении данной лабораторной работы следует помнить, что:
- а) длина трека тем больше, чем больше энергия частицы (и чем меньше плотность среды);
  - б) толщина трека тем больше, чем больше заряд частицы и чем меньше ее скорость;
  - в) при движении заряженной частицы в магнитном поле трек ее получается искривленным, причем радиус кривизны трека тем больше, чем больше масса и скорость частицы и чем меньше ее заряд и модуль индукции магнитного поля;
  - г) частица двигалась от конца трека с большим радиусом кривизны к концу с меньшим радиусом кривизны (радиус кривизны по мере движения уменьшается, так как из-за сопротивления среды уменьшается скорость частицы).

### **Ход работы**

#### **Задание 1**

Укажите, на каких фотографиях (рисунки 14, 15, 16) изображены треки частиц, движущихся в магнитном поле. Ответ обоснуйте.

---

---

---

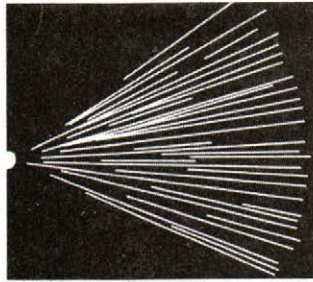


Рис. 14

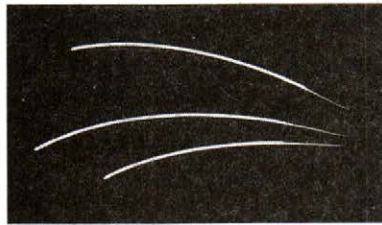


Рис. 15

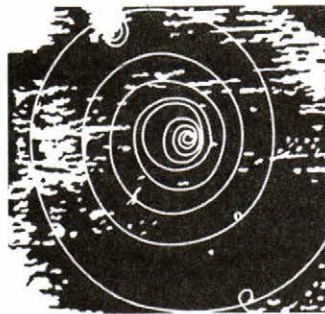


Рис. 16

### Задание 2

Рассмотрите фотографию треков  $\alpha$ -частиц, двигавшихся в камере Вильсона (рисунок 14) и ответьте на вопросы.

а) В каком направлении двигались  $\alpha$ -частицы?

---

---

---

б) Длина треков  $\alpha$ -частиц примерно одинакова. О чем это говорит?

---

---

---

в) Как менялась толщина трека по мере движения частиц? Что из этого следует?

---

---

---

### *Задание 3*

Рассмотрите фотографию треков  $\alpha$ -частиц в камере Вильсона, находившейся в магнитном поле (рисунок 15), и ответьте на вопросы.

а) Почему менялись радиус кривизны и толщина треков по мере движения  $\alpha$ -частиц?

---

---

---

б) В какую сторону двигались  $\alpha$ -частицы?

---

---

---

### *Задание 4*

Рассмотрите фотографию трека электрона в пузырьковой камере, находившейся в магнитном поле (рисунок 16). Ответьте на вопросы:

а) Почему трек имеет форму спирали?

---

---

---

---

---

б) В каком направлении двигался электрон?

---

---

---

---

в) Что могло послужить причиной того, что трек электрона на рисунке 16 гораздо длиннее трека  $\alpha$ -частиц на рисунке 15?

---

---

---

---

---

---

## ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ

### Эксперимент 1

## ИЗМЕРЕНИЕ СРЕДНЕЙ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА

---

*Цель работы:* измерить среднюю путевую скорость человека при перемещении по населенному пункту или в загородной поездке.

*Оборудование:* часы (наручные) или часы мобильного телефона, компьютер с выходом в Интернет.

### Примечание

**Средняя путевая скорость** характеризует быстроту перемещения тела при неравномерном движении. Средняя путевая скорость вычисляется по формуле  $v_{\text{cp}} = \frac{s}{t}$ ,

где  $s$  — это весь пройденный путь за всё время движения  $t$ .

### **Ход работы**

1. Перед поездкой по городу или поселку либо перед загородной поездкой запишите время выхода из дома: \_\_\_\_\_  
После приезда в конечную точку маршрута снова запишите время: \_\_\_\_\_  
Рассчитайте и запишите все время вашего движения, выразив его в секундах: \_\_\_\_\_
2. В сети Интернет откройте программу «Яндекс. Карты» или другой картографический сервис. С помощью инструмента «Линейка» определите длину вашего маршрута в метрах. Для этого кликните левой кнопкой мыши на точку начала маршрута, далее кликайте в местах изменения направления движения, чтобы получилась ломаная линия, близкая по форме к траектории вашего движения.

3. Запишите длину пройденного пути в метрах: \_\_\_\_\_
4. Используя формулу для расчета средней путевой скорости, посчитайте  $v_{\text{ср}}$ :
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
5. Сравните полученную вами величину средней путевой скорости с результатами ваших одноклассников.
6. Ответьте на вопросы:
- Как изменится величина средней скорости, если вы будете передвигаться по тому же маршруту на более быстром транспорте?

\_\_\_\_\_
- Какую физическую величину вы учитываете в первую очередь при необходимости перемещения на значительные расстояния в повседневной жизни? \_\_\_\_\_

Почему? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_
- Вы научились измерять пройденный путь, время движения, среднюю путевую скорость. В каких жизненных ситуациях вам могут понадобиться эти умения?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



## Эксперимент 2

# НАБЛЮДЕНИЕ ВОЛНОВЫХ ЯВЛЕНИЙ

---

*Цель работы:* пронаблюдать на опыте некоторые волновые явления (распространение и отражение волн).

*Оборудование:* резиновое кольцо или аптечная резинка, стеклянный стакан, гитара или какой-нибудь другой струнный инструмент, веревка, или тяжелый электрический провод длиной 4–5 м.

### Примечание

Данное экспериментальное задание можно выполнять дома.

### Ход работы

#### *Наблюдение возникновения звука и изменения его характеристик*

1. Растяните резиновое кольцо между большим и указательным пальцем. Пальцами другой руки слегка растяните и отпустите кольцо (или ущипните его сбоку), чтобы оно завибрировало. Послушайте и запишите, какой звук получился.

---

---

2. Увеличьте растяжение кольца и снова ущипните его. Послушайте и запишите, какой звук получился (по сравнению с первым звуком).

---

---

3. Прижмите растянутое кольцо к стеклянному стакану, как показано на рисунке 17.

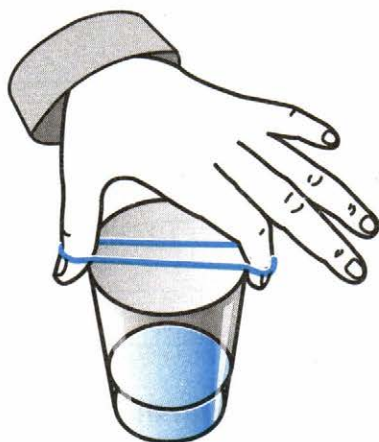


Рис. 17

4. Снова ущипните кольцо. Послушайте и запишите, какой звук получился (по сравнению с первым и вторым звуками).

---



---

5. Вспомните и запишите, какие струнные инструменты имеют воздушные резонаторные полости.

---



---

*Наблюдение зависимости высоты звука от характеристик струны*

6. Возьмите гитару или какой-нибудь другой струнный инструмент. Выберите одну струну на инструменте и заставьте ее звучать. Послушайте и запишите, какой звук получился.

---



---

- 7.** Ту же самую струну зажмите таким образом, чтобы ее длина уменьшилась примерно в два раза и заставьте ее звучать. Послушайте и запишите, какой звук получился (по сравнению с первым звуком).

---

---

- Ответьте на вопрос. Как меняется высота звука при уменьшении длины колеблющейся части струны? \_\_\_\_\_

---

---

- 8.** Теперь ту же самую струну натяните сильнее, используя колковый механизм. Заставьте струну звучать. Послушайте и запишите, какой звук получился (по сравнению с первым звуком).

---

---

- Ответьте на вопрос. Как меняется высота звука при увеличении натяжения струны? \_\_\_\_\_

---

---

- 9.** Выберите на вашем струнном инструменте две струны одной длины, но разной толщины. По очереди заставьте эти струны звучать. Послушайте и запишите, какой звук получился в первом и во втором случае.

---

---

---

---

- Ответьте на вопрос. Как зависит высота звука от толщины колеблющейся струны?

---

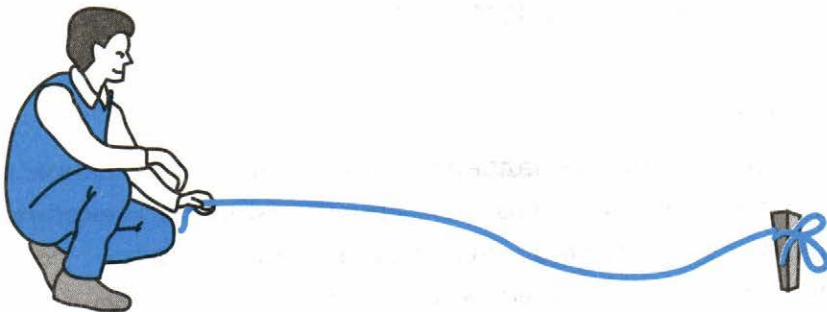
---

### *Наблюдение распространения и отражения волн*

- 10.** Привяжите конец веревки к чему-нибудь неподвижному (например, к ножке стула). Возьмитесь за другой конец веревки, натяните ее. Быстро отведите руку вбок и сразу верните в начальное положение, при этом вдоль веревки распространяется резкий изгиб (бегущая волна). Пронаблюдайте и запишите, как распространяется бегущая волна (рис. 18).

---

---



**Рис. 18**

- 11.** Пронаблюдайте и запишите, что происходит с волной, когда она достигает привязанного конца веревки.

---

---

## Эксперимент 3

# НАБЛЮДЕНИЕ ДИСПЕРСИИ СВЕТА ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ЕГО СКВОЗЬ ТРЕХГРАННУЮ ПРИЗМУ

---

*Цель работы:* пронаблюдать дисперсию света и определить экспериментально, какая часть спектра, красная или фиолетовая, отклоняется от первоначального направления в большей степени.

*Оборудование:* источник тока, реостат, лампочка, соединительные провода, ключ, трехгранная призма (можно использовать плоскопараллельную пластину из плексигласа), экран со щелью, лист белой бумаги.

### Примечание

Экспериментальное задание проводится в затемненном кабинете. Желательно использовать призмы «флинт» и «крон».

*Дисперсией света* называется зависимость показателя преломления вещества и скорости света в нем от частоты световой волны. Из-за явления дисперсии при прохождении белого (дневного) света сквозь призму наблюдается появление спектра, содержащего 7 цветов — красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый, которые плавно переходят друг в друга.

### Ход работы

1. Соберите электрическую цепь, соединив последовательно источник тока, лампочку, реостат, ключ.

2. На рабочем столе расположите экран, напротив его щели — лампочку. Замкните цепь, отрегулируйте реостатом комфортную яркость лампочки.
3. Поставьте за экраном трехгранную призму таким образом, чтобы луч света, прошедший сквозь щель, падал на призму (рис. 19). За призмой положите лист белой бумаги, слегка загните вверх его правый край. На нем вы можете увидеть цветной спектр. Если спектр не виден, слегка поверните призму, чтобы изменить угол падения луча на неё.

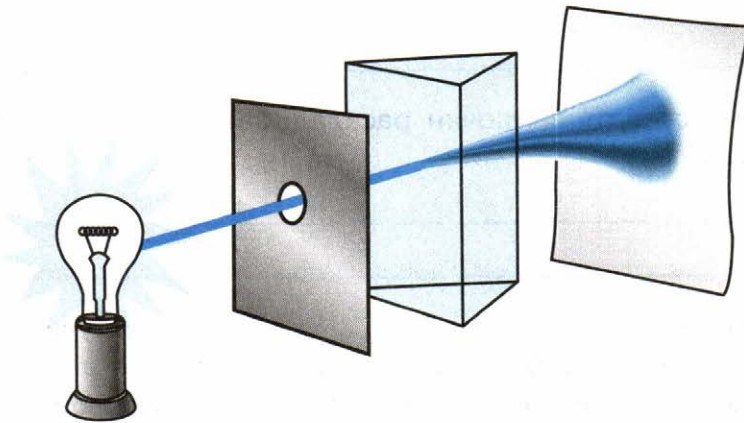


Рис. 19

4. Запишите порядок следования цветов спектра, которые вы видите.

---



---

5. Внимательно рассмотрите получившуюся установку и цветной спектр. Определите, какие лучи спектра, красные или фиолетовые, отклоняются от первоначального направления в большей степени. Результат наблюдения запишите.

---



---

- 6\*. Если в работе вы использовали призму «флинт», замените ее на призму «крон», либо наоборот. Сравните наблюдаемые спектры. Чем они различаются?

---

---

---

7. Ответьте на вопросы.

- Какое явление называют дисперсией? 

---
- Почему свет от лампочки раскладывается на цветные полосы спектра? 

---
- Вы выяснили, что 

---

 лучи спектра отклоняются от первоначального направления в большей степени. Для какой части спектра, красной или фиолетовой, показатель преломления вещества призмы больше? 

---
- \* Спектр от какой призмы, «флинт» или «крон», оказался более широким, растянутым? 

---

## Эксперимент 4

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАДИОАКТИВНОГО РАСПАДА

---

*Цель работы:* смоделировать процесс радиоактивного распада, выяснить его особенности, установить вероятностный характер закона радиоактивного распада.

*Оборудование:* монеты, картонная коробка.

### Примечание

Перед началом данного экспериментального задания обязательно изучите параграф учебника «Биологическое действие радиации. Закон радиоактивного распада».

Важно помнить, что *периодом полураспада  $T$*  называется промежуток времени, в течение которого исходное число радиоактивных ядер в среднем уменьшается вдвое. Согласно закону радиоактивного распада, **за промежуток времени  $T$  половина радиоактивных ядер** (например, урана-235, тория-229 и других) **распадается**. Оставшиеся нераспавшимися ядра могут распасться в течение следующего периода полураспада с вероятностью  $1/2$ . Этот процесс продолжается до полного распада всех ядер.

Закон радиоактивного распада можно записать так:  $N = \frac{N_0}{2^n}$ .

Здесь  $n = t/T$ , где  $t$  — это время протекания процесса. При  $t = 0$  все атомы еще не распались ( $N = N_0$ ), это начало отсчета времени.  $T$  — период полураспада.  $n$  — число периодов полураспада, прошедших с начала отсчета времени.

Можно смоделировать процесс радиоактивного распада, воспользовавшись тем, что при бросании монеты она выпадает решкой (или орлом) с вероятностью  $1/2$ .

Условимся считать, что каждая монета — это радиоактивный атом. В самом начале эксперимента все радиоактивные атомы еще не распались. Монета, после броска выпавшая **решкой**,



будет соответствовать **распавшемуся** атому, выпавшая **орлом** — **нераспавшемуся** атому.

Пусть сначала будет 100 «радиоактивных атомов» — монет.  $N_0 = 100$ . В экспериментальном задании предлагается «проделать» 5 периодов полураспада ( $n = 5$ ) и посмотреть, сколько атомов останется нераспавшимися спустя это время. Для этого первоначально надо бросить 100 монет и посмотреть, сколько из них выпало орлом, и сколько решкой, и записать результат. Далее бросать только «нераспавшиеся атомы» — монеты, выпавшие орлом. Каждая серия бросков монет будет соответствовать времени, равному одному периоду полураспада. Всего надо провести 5 серий бросков, они соответствуют  $n = 5$ . Вместо бросков ста монет можно сделать сто бросков одной и той же монеты, поскольку результат броска в обоих случаях подчиняется одной и той же вероятности.

### Ход работы

1. Бросайте монету в коробку, результат броска (орел или решка) отмечайте. В этой серии бросков ( $n = 1$ ) всего надо сделать 100 бросков. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. После 100 бросков посчитайте число нераспавшихся атомов (число ситуаций, когда монета выпала орлом). Результат запишите во вторую строку таблицы:

Номер серии бросков $n = t/T$	0	1	2	3	4	5
Число нераспавшихся атомов $N$	100					
Вычисленное значение числа нераспавшихся атомов $N_v$	100					

3. Выполните серию бросков  $n = 2$ . Для этого бросайте монету в коробку столько раз, сколько в предыдущей серии бросков выпал орел (сколько атомов у вас осталось нераспавшимися). Результат запишите в таблицу.
4. Повторите аналогичные действия для серий  $n = 3$ ,  $n = 4$ ,  $n = 5$ . В каждой серии делайте столько бросков, сколько раз монета выпала орлом в предыдущей серии (сколько атомов у вас осталось нераспавшимися). Результаты запишите в таблицу.
5. Используя закон радиоактивного распада, посчитайте число нераспавшихся атомов  $N_n$ .  $N_n = \frac{N_0}{2^n}$ ;  $N_0 = 100$ .

$n = 1$  \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

$n = 2$  \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

$n = 3$  \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

$n = 4$  \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

$n = 5$  \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Результаты вычислений внесите в третью строку таблицы.

6. Сравните число нераспавшихся атомов  $N$  в эксперименте (вторая строка таблицы) и вычисленное значение числа нераспавшихся атомов  $N_n$  (третья строка таблицы). Поясните различие.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

7. Почему в строчке вычисленных значений  $N_b$  встречаются дробные числа? Может ли радиоактивный атом распасться наполовину? \_\_\_\_\_

---

---

---

8. Сравните свою таблицу с таблицей соседа по парте (если работа выполняется парами, то с таблицей соседней). Какие числа в таблицах различаются и почему так получилось?

---

---

---

---

9. Почему в модельном эксперименте с монетами распадались не точно половина атомов после интервала времени, равного периоду полураспада? Означает ли это факт, что закон радиоактивного распада неверен?

---

---

---

---

10. Что надо изменить в модельном эксперименте с монетами, чтобы распадались точно половина атомов после периода полураспада? Для какого числа атомов справедлив закон радиоактивного распада?

---

---

---

---

## Эксперимент 5

# ВЫБОР ПЛАНЕТЫ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ КОЛОНИЗАЦИИ

---

*Цель работы:* определить, какая планета Солнечной системы, кроме Земли, наиболее подходит для жизни людей.

*Оборудование:* компьютер с выходом в Интернет.

### Примечание

Данное экспериментальное задание можно выполнять дома.

### Ход работы

1. Представьте себе, что вы — научный советник президента планеты Земля и вам необходимо выбрать одну из планет Солнечной системы для колонизации. Считайте, что энергетические ресурсы ваших межпланетных ракет практически не ограничены вследствие недавнего открытия нового источника энергии для межпланетных полетов.
2. Выделите критерии для выбора планеты (например, ускорение свободного падения на поверхности планеты, наличие воды, химический состав атмосферы, другое) и запишите их.

---

---

---

3. Используя данные учебника и интернет-ресурсы, заполните и дополните своими столбиками таблицу:

Планеты солнечной системы	Ускорение свободного падения, м/с <sup>2</sup>	Наличие воды	Атмосферное давление	Химический состав атмосферы
Меркурий				
Венера				
<b>Земля</b>				
Марс				
Юпитер				
Сатурн				
Уран				
Нептун				

Строчка «Земля» добавлена для сравнения.

4. Проанализируйте получившуюся таблицу и выберите подходящую планету. Результаты и обоснование выбора запишите:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Справочные таблицы

### Длины волн и показатели преломления различных цветов

Цвет	Длина волны, мкм	Показатель преломления в стекле	Показатель преломления в воде
Граница видимого спектра	0,776		
Красный	0,656	1,515	1,331
Оранжевый	0,609		
Желтый	0,589	1,517	1,333
Зеленый	0,536		
Голубой	0,486	1,523	1,337
Синий	0,460		
Фиолетовый	0,405	1,532	1,343

### Работа выхода электрона из металлов ( $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ )

Металл	$A_{\text{в}}, \text{ эВ}$	Металл	$A_{\text{в}}, \text{ эВ}$
Алюминий	3,74	Олово	4,39
Вольфрам	4,54	Платина	5,32
Железо	4,31	Ртуть	4,52
Золото	4,58	Серебро	4,3
Медь	4,4	Цинк	3,74
Никель*	4,5		

### Характеристики некоторых элементарных частиц ( $1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ )

Частица	Заряд, $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$	Масса, а.е.м
Электрон	-1	0,00054858
Протон	1	1,00727647
Нейтрон	0	1,00866501
$\alpha$ -частица (ядро атома гелия)	2	4,001488

**Молярные массы некоторых веществ**

<b>Вещество</b>	<b>μ, кг/моль</b>
Серебро Ag	0, 108
Алюминий Al	0,027
Аргон Ar	0,040
Углерод C	0,012
Кальций Ca	0,040
Медь Cu	0,064
Железо Fe	0,056
Водород H <sub>2</sub>	0,002
Гелий He	0,004
Ртуть Hg	0,200
Азот N <sub>2</sub>	0,028
Натрий Na	0,023
Неон Ne	0,020
Никель Ni	0,059
Кислород O <sub>2</sub>	0,032
Фосфор P	0,031
Свинец Pb	0,207
Кремний Si	0,028
Уран U	0,238
Вода H <sub>2</sub> O	0,018
Воздух	0,029
Углекислый газ CO <sub>2</sub>	0,044

# Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева

Период	Ряд	Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В										VIII					
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		IX	X					
I	1	<b>(H)</b>											<b>H</b> <sup>1</sup> Водород 1,00797	<b>He</b> <sup>2</sup> Гелий 4,0026	Обозначение элемента <b>Li</b> Литий 6,939	Атомный номер 3	
II	2	<b>Li</b> <sup>3</sup> Литий 6,939	<b>Be</b> <sup>4</sup> Бериллий 9,0122	<b>B</b> <sup>5</sup> Бор 10,811	<b>C</b> <sup>6</sup> Углерод 12,01115	<b>N</b> <sup>7</sup> Азот 14,0067	<b>O</b> <sup>8</sup> Кислород 15,9994	<b>F</b> <sup>9</sup> Фтор 18,9984	<b>Ne</b> <sup>10</sup> Неон 20,179								
III	3	<b>Na</b> <sup>11</sup> Натрий 22,9898	<b>Mg</b> <sup>12</sup> Магний 24,305	<b>Al</b> <sup>13</sup> Алюминий 26,9815	<b>Si</b> <sup>14</sup> Кремний 28,086	<b>P</b> <sup>15</sup> Фосфор 30,9738	<b>S</b> <sup>16</sup> Сера 32,064	<b>Cl</b> <sup>17</sup> Хлор 35,453	<b>Ar</b> <sup>18</sup> Аргон 39,948								
IV	4	<b>K</b> <sup>19</sup> Калий 39,102	<b>Ca</b> <sup>20</sup> Кальций 40,08	<b>Sc</b> <sup>21</sup> Скандий 44,956	<b>Ti</b> <sup>22</sup> Титан 47,90	<b>V</b> <sup>23</sup> Ванадий 50,942	<b>Cr</b> <sup>24</sup> Хром 51,996	<b>Mn</b> <sup>25</sup> Марганец 54,9380	<b>Fe</b> <sup>26</sup> Железо 55,847	<b>Co</b> <sup>27</sup> Кобальт 58,9330	<b>Ni</b> <sup>28</sup> Никель 58,71						
	5	<b>Cu</b> <sup>29</sup> Медь 63,546	<b>Zn</b> <sup>30</sup> Цинк 65,37	<b>Ga</b> <sup>31</sup> Галлий 69,72	<b>Ge</b> <sup>32</sup> Германий 72,59	<b>As</b> <sup>33</sup> Мышьяк 74,9216	<b>Se</b> <sup>34</sup> Селен 78,96	<b>Br</b> <sup>35</sup> Бром 79,904	<b>Kr</b> <sup>36</sup> Криптон 83,80								
V	6	<b>Rb</b> <sup>37</sup> Рубидий 85,47	<b>Sr</b> <sup>38</sup> Стронций 87,62	<b>Y</b> <sup>39</sup> Иттрий 88,905	<b>Zr</b> <sup>40</sup> Цирконий 91,22	<b>Nb</b> <sup>41</sup> Ниобий 92,906	<b>Mo</b> <sup>42</sup> Молибден 95,94	<b>Tc</b> <sup>43</sup> Технеций [99]	<b>Ru</b> <sup>44</sup> Рутений 101,07	<b>Rh</b> <sup>45</sup> Родий 102,905	<b>Pd</b> <sup>46</sup> Палладий 106,4						
	7	<b>Ag</b> <sup>47</sup> Серебро 107,868	<b>Cd</b> <sup>48</sup> Кадмий 112,40	<b>In</b> <sup>49</sup> Индий 114,82	<b>Sn</b> <sup>50</sup> Олово 118,69	<b>Sb</b> <sup>51</sup> Сурьма 121,75	<b>Te</b> <sup>52</sup> Теллур 127,60	<b>I</b> <sup>53</sup> Йод 126,9044	<b>Xe</b> <sup>54</sup> Ксенон 131,30								
VI	8	<b>Cs</b> <sup>55</sup> Цезий 132,905	<b>Ba</b> <sup>56</sup> Барий 137,34	<b>La*</b> <sup>57</sup> Лантан 138,91	<b>Hf</b> <sup>72</sup> Гафний 178,49	<b>Ta</b> <sup>73</sup> Тантал 180,948	<b>W</b> <sup>74</sup> Вольфрам 183,85	<b>Re</b> <sup>75</sup> Рений 186,2	<b>Os</b> <sup>76</sup> Осмий 190,2	<b>Ir</b> <sup>77</sup> Иридий 192,2	<b>Pt</b> <sup>78</sup> Платина 195,09						
	9	<b>Au</b> <sup>79</sup> Золото 196,967	<b>Hg</b> <sup>80</sup> Ртуть 200,59	<b>Tl</b> <sup>81</sup> Таллий 204,37	<b>Pb</b> <sup>82</sup> Свинец 207,19	<b>Bi</b> <sup>83</sup> Висмут 208,980	<b>Po</b> <sup>84</sup> Полоний [210]*	<b>At</b> <sup>85</sup> Астат [210]	<b>Rn</b> <sup>86</sup> Радон [222]								
VII	10	<b>Fr</b> <sup>87</sup> Франций [223]	<b>Ra</b> <sup>88</sup> Радий [226]	<b>Ac**</b> <sup>89</sup> Актиний [227]	<b>Rf</b> <sup>104</sup> Резерфордий [261]	<b>Db</b> <sup>105</sup> Дубний [262]	<b>Sg</b> <sup>106</sup> Саборгий [263]	<b>Bh</b> <sup>107</sup> Борий [262]	<b>Hs</b> <sup>108</sup> Хассий [265]	<b>Mt</b> <sup>109</sup> Мейтнерий [266]	<b>110</b>						

58 140,12	<b>Ce</b> <sup>58</sup> Церий 140,907	<b>Pr</b> <sup>59</sup> Прозермий 140,907	<b>Nd</b> <sup>60</sup> Неодим 144,24	<b>Pm</b> <sup>61</sup> Прометий [147]*	<b>Sm</b> <sup>62</sup> Самарий 150,35	<b>Eu</b> <sup>63</sup> Европий 151,96	<b>Gd</b> <sup>64</sup> Гадолиний 157,25	<b>Tb</b> <sup>65</sup> Тербий 158,924	<b>Dy</b> <sup>66</sup> Диспрозий 162,50	<b>Ho</b> <sup>67</sup> Гольмий 164,930	<b>Er</b> <sup>68</sup> Эрбий 167,26	<b>Tm</b> <sup>69</sup> Тулий 168,934	<b>Yb</b> <sup>70</sup> Иттербий 173,04	<b>Lu</b> <sup>71</sup> Лютеций 174,97
90 232,038	<b>Th</b> <sup>90</sup> Торий 232,038	<b>Pa</b> <sup>91</sup> Протактиний [231]	<b>U</b> <sup>92</sup> Уран 238,03	<b>Np</b> <sup>93</sup> Нептуний [244]	<b>Pu</b> <sup>94</sup> Плутоний [244]	<b>Am</b> <sup>95</sup> Америций [243]	<b>Cm</b> <sup>96</sup> Кюрий [247]	<b>Bk</b> <sup>97</sup> Берклий [247]	<b>Cf</b> <sup>98</sup> Калифорний [251]*	<b>Es</b> <sup>99</sup> Эйнштейний [254]	<b>Fm</b> <sup>100</sup> Фермий [257]	<b>Md</b> <sup>101</sup> Менделевий [257]	<b>No</b> <sup>102</sup> Нобелий [259]	<b>Lr</b> <sup>103</sup> Лоуренсий [260]



*Учебное издание*

**Минькова Раиса Дмитриевна  
Иванова Вера Викторовна**

# **Тетрадь для лабораторных работ по физике**

**9 класс**

Издательство **«ЭКЗАМЕН»**

Гигиенический сертификат  
№ РОСС RU.ПЦ01.Н00199 от 19.05.2016 г.

Главный редактор *Л. Д. Лапто*  
Редактор *Г. А. Лонцова*  
Технический редактор *Л. В. Павлова*  
Корректоры *И. В. Русанова, О. Ю. Казаньева*  
Дизайн обложки *О. А. Хрусталева*  
Компьютерная верстка *К. А. Реутова*

107045, Москва, Луков пер., д. 8.  
[www.examen.biz](http://www.examen.biz)

E-mail: по общим вопросам: [info@examen.biz](mailto:info@examen.biz);  
по вопросам реализации: [sale@examen.biz](mailto:sale@examen.biz)  
тел./факс 8(495)641-00-30 (многоканальный)

Общероссийский классификатор продукции  
ОК 005-93, том 2; 953005 — книги, брошюры, литература учебная

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами  
в ООО «ИПК Парето-Принт», г. Тверь, [www.pareto-print.ru](http://www.pareto-print.ru)

**По вопросам реализации обращаться по тел.:**  
**8(495)641-00-30 (многоканальный).**