

# Домашняя работа по физике за 9 класс

*к учебнику*

*«Физика. 9 кл.: Учеб. для общеобразоват. учеб. заведений»  
А.В. Перышкин, Е.М. Гутник. – 3-е изд. стереотип –  
М.: «Дрофа», 2001 г.*

# Содержание

<b>Вопросы. ....</b>	<b>7</b>
§1. ....	7
§2. ....	7
§3. ....	7
§4. ....	7
§5. ....	8
§6. ....	8
§7. ....	8
§8. ....	9
§9. ....	9
§10. ....	9
§11. ....	10
§12. ....	11
§13. ....	11
§14. ....	12
§15. ....	12
§16. ....	12
§18. ....	13
§19. ....	13
§20. ....	13
§21. ....	14
§22. ....	14
§23. ....	14
§24. ....	15
§25. ....	15
§26. ....	16
§27. ....	16

§28.	17
§29.	17
§30.	17
§31.	18
§32.	18
§33.	19
§34.	19
§35.	19
§36.	20
§37.	20
§38.	21
§39.	21
§40.	21
§42.	21
§43.	22
§44.	23
§45.	23
§46.	24
§47.	25
§48.	25
§49.	25
§50.	26
§51.	27
§52.	27
§53.	27
§54.	28
§55.	28
§56.	29
§57.	30

§58. ....	31
§59. ....	32
§60. ....	32
§61. ....	32
§62. ....	33
§63. ....	33
§64. ....	34
§65. ....	34
§66. ....	34
§67. ....	35
§68. ....	35
§69. ....	36
§70. ....	36
§72. ....	37
<b>Упражнения . ....</b>	<b>39</b>
<i>Упражнение 1. ....</i>	<i>39</i>
<i>Упражнение 2. ....</i>	<i>39</i>
<i>Упражнение 3. ....</i>	<i>39</i>
<i>Упражнение 4. ....</i>	<i>39</i>
<i>Упражнение 5. ....</i>	<i>40</i>
<i>Упражнение 6. ....</i>	<i>40</i>
<i>Упражнение 7. ....</i>	<i>41</i>
<i>Упражнение 8. ....</i>	<i>41</i>
<i>Упражнение 9. ....</i>	<i>42</i>
<i>Упражнение 10. ....</i>	<i>42</i>
<i>Упражнение 11. ....</i>	<i>42</i>
<i>Упражнение 12. ....</i>	<i>43</i>
<i>Упражнение 13. ....</i>	<i>44</i>
<i>Упражнение 14. ....</i>	<i>44</i>

Упражнение 15.	44
Упражнение 16.	45
Упражнение 17.	45
Упражнение 18.	46
Упражнение 19.	47
Упражнение 21.	47
Упражнение 21.	47
Упражнение 22.	48
Упражнение 23.	48
Упражнение 24.	48
Упражнение 25.	49
Упражнение 26.	49
Упражнение 27.	50
Упражнение 28.	50
Упражнение 29.	50
Упражнение 30.	50
Упражнение 31.	50
Упражнение 32.	51
Упражнение 33.	51
Упражнение 34.	51
Упражнение 35.	52
Упражнение 36.	52
Упражнение 37.	53
Упражнение 38.	53
Упражнение 39.	53
Упражнение 40.	53
Упражнение 41.	54
Упражнение 42.	54
Упражнение 43.	54

<i>Упражнение 44</i> .....	55
<i>Упражнение 45</i> .....	55
<i>Упражнение 46</i> .....	55
<i>Упражнение 47</i> .....	55
<i>Упражнение 48</i> .....	55

**Задачи, предлагаемые для повторения и  
при 3 часах физики в неделю. .... 56**

**Лабораторные работы. .... 64**

<i>Лабораторная работа №1</i> .....	64
<i>Лабораторная работа №2</i> .....	67
<i>Лабораторная работа №3</i> .....	67
<i>Лабораторная работа №4</i> .....	68
<i>Лабораторная работа №5</i> .....	69
<i>Лабораторная работа №6</i> .....	70

## Вопросы.

### §1.

1. Материальная точка обладает массой, но имеет пренебрежимо малые размеры.
2. Материальная точка — это абстрактное понятие.
3. Для упрощения задач.
4. Когда в условии задачи размерами этого тела можно пренебречь.
5. За материальную точку можно принять автомобиль при определении его скорости на маршруте г. Протвино – г. Москва. Этот же автомобиль нельзя считать материальной точкой при расчете давления, оказываемого им на дорогу.
6. При поступательном движении.
7. Материальной точкой называется тело, размерами которого можно пренебречь в условиях данной задачи.
8. При прямолинейном движении тела.
9. Система отсчета, относительно которой рассматривают движение, представляет собой совокупность системы координат, прибора для измерения времени и точки отсчета, с которой связана система координат.

### §2.

1. Нет, все зависит от траектории движения. Нельзя узнать, где будет автомобиль через 1 час, если не знаешь, по каким дорогам он поедет.
2. Вектор, направленный от точки отсчета начала движения к точке отсчета конца движения тела.
3. Можно.

### §3.

1. Вычисления производят со скалярными величинами.
2. Если вектор сонаправлен с осью, то его проекция на нее будет положительна, и наоборот, если вектор противоположно направлен оси, то его проекция на нее будет отрицательна.
3.  $x_1 = x_0 + s_x$ .

### §4.

1. Скоростью равномерного прямолинейного движения называется постоянный вектор  $\vec{v}$ , равный отношению перемещения  $\vec{s}$  тела за любой промежуток времени  $t$  к значению этого промежутка:  $\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$ .

2. По формуле:  $s_x = v_x t$ .
3. При прямолинейном равномерном движении.
4. Это видно из рис. 6 учебника.
5. Они движутся равномерно в разных направлениях со скоростями, равными по модулю 30 и 25 км/ч.

### §5.

1. К неравномерному движению.
2. Скорость тела в данной точке в данный момент времени.
3. Ускорением равноускоренного движения тела  $\overset{p}{a}$  называется величина, равная отношению изменения скорости  $\Delta \overset{p}{v}$  к промежутку времени  $t$ , за который это изменение произошло:  $\overset{p}{a} = \frac{\Delta \overset{p}{v}}{t} = \frac{\overset{p}{v} - \overset{p}{v}_0}{t}$ .
4. Движение с постоянным ускорением.
5. Он показывает быстроту изменения модуля вектора скорости.
6. В системе СИ:  $1 \text{ м/с}^2$ .
7. Увеличивается при положительном ускорении (в этом случае вектор скорости и вектор ускорения сонаправлены), уменьшается — при отрицательном (в этом случае вектор скорости и вектор ускорения противоположно направлены).

### §6.

1. а)  $v_x = v_{0x} + a_x t$ ; б)  $v_x = a_x t$ .
2. В обоих случаях прямая, в случае «а» — проходящая через начало системы координат.
3. Эти движения равноускоренные, однако, в первом случае ускорение положительно, а во втором — отрицательно.

### §7.

1. Проекция вектора перемещения вычисляется по формуле:

$$s_x = v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}.$$

Подставим в эту формулу выражение для проекции ускорения:

$$a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t}.$$

Получим:

$$s_x = v_{0x} t + \frac{v_x - v_{0x}}{t} \cdot \frac{t^2}{2} = \frac{v_{0x} + v_x}{2} \cdot t.$$



Так как  $v_{0x} = AO$ ,  $v_x = BC$ ,  $t = OB$  (см. рис. 14 а) учебника), то мы получаем, что проекция вектора перемещения  $s_x = \frac{AO + BC}{2} \cdot OB$

равна площади фигуры  $OACB$  — прямоугольной трапеции с основаниями  $AO$ ,  $BC$  и высотой  $OB$ .

$$2. s_x = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}.$$

### §8.

1. По формуле  $s_x = \frac{a_x t^2}{2}$  — для проекции перемещения;  $s = \frac{at^2}{2}$  —

для модуля вектора перемещения.

2. В  $n^2$  раз, поскольку  $s \sim t^2$

$$3. \frac{s_n}{s_{t_1}} = \frac{a(nt_1)^2 / 2}{at_1^2 / 2} = n^2.$$

4. Как ряд последовательных нечетных чисел.

5. Для определения равноускоренного движения.

### §9.

1. В разных системах отчета эти величины имеют разные значения и по-разному ориентированны.

2. Шарик, падающий на пол движущегося автомобиля, не имеет горизонтальной скорости относительно него. Относительно Земли он имеет скорость, равную скорости автомобиля.

3. Скорость, путь, траектория и т.д. различны в разных системах отчета.

4. Гелиоцентрическая система связана с Солнцем, геоцентрическая — с Землей.

5. Смена дня и ночи объясняется вращением Земли вокруг своей оси.

### §10.

1. Равномерно и прямолинейно, или покоится.

2. Нет.

3. Теория Аристотеля, заключающаяся в том, что при отсутствии внешнего воздействия тело может только покоиться.

4. Тем, что по Галилею, тела могут равномерно двигаться в отсутствии внешних сил.

5. Опыт, изображенный на рис. 19 учебника, доказывает то, что помимо инерциальных систем отчета (в которых выполняется первый закон Ньютона) существуют системы иного характера. Он

состоит в следующем. На тележке один шарик лежит на горизонтальной поверхности, а второй подвешивается на нити. Сначала тележка движется прямолинейно и равномерно, и в этом случае оба шарика находятся в покое относительно тележки. Стоит только придать тележке ускорение (либо ее притормозить, либо подтолкнуть), как шарики придут в движение с ускорением относительно тележки. Таким образом, относительно тележки первый закон Ньютона не выполняется.

**6.** Существуют системы отсчета, относительно которых тела сохраняют свою скорость неизменной, если на них не действуют внешние силы или их действие скомпенсировано. Такие системы называются инерциальными.

**7.** Инерциальные системы удовлетворяют первому закону Ньютона, неинерциальные — нет.

**8.** Можно.

**9.** Нет.

## §11.

**1.** Приложенная к телу сила.

**2.** Чем больше мощность автомобиля, а соответственно его сила тяги, тем быстрее он увеличивает свою скорость.

**3.** Опыт, изображенный на рис. 20 учебника, доказывает то, что приложенная к телу сила является причиной ускорения. Для проведения данного опыта надо взять тележку, установить на ней два одинаково работающих вентилятора и капельницу. Для компенсации силы трения прикрепим к тележке один из концов нити, перекинутой через блок, а к другому концу нити подвесим груз. Затем откроем кран капельницы и включим оба вентилятора. Под действием силы вентиляторов тележка придет в движение. При этом на стол будут падать капли через одинаковые промежутки времени. Теперь, если измерять расстояния между соседними каплями, то можно убедиться, что эти расстояния будут относиться как ряд последовательных нечетных чисел. Таким образом, можно заключить, что тележка двигалась равноускоренно (см. §8). Посчитаем ускорение по формуле

$a = \frac{2s}{t^2}$ , замерив пройденное тележкой расстояние  $s$  и время ее

движения  $t$ . Если уменьшить силу, действующую на тележку, в два раза (выключением одного из вентиляторов), и снова посчитать ускорение, то оно получится в два раза меньшим, чем первый раз. Если теперь увеличить массу тележки в два раза (добавлением к тележке груза массой, равной массе тележки), и снова посчитать

ускорение, то оно получится в два раза меньшим, чем первый раз. Таким образом, заключаем, что ускорение тележки прямо пропорционально приложенной к ней силе и обратно пропорционально ее массе.

4. Ускорение тела прямо пропорционально равнодействующей приложенных к нему сил и обратно пропорционально его массе:

$$a = \frac{F}{m}.$$

5. Они сонаправлены.

$$6. 1 \text{ Н} = 1 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2}.$$

## §12.

1. Опыты, изображенные на рис. 21, 22, 23 учебника, подтверждают третий закон Ньютона. Во всех этих опытах при помощи двух динамометров измеряются силы, с которыми два тела действуют друг на друга. В первом опыте взаимодействие тел происходит при их непосредственном контакте, во втором — на расстоянии, в третьем — в процессе движения. При этом в каждом случае показания динамометров оказываются одинаковыми. Таким образом, можно сделать вывод, что два тела действуют друг на друга с силами, равными по модулю и противоположными по направлению.

2. Силы, с которыми взаимодействуют два тела, равны по модулю и противоположны по направлению.

3. Это ускорение ввиду большой массы Земли пренебрежительно мало.

4. Например, Солнце и Луна взаимодействуют посредством гравитационных сил.

5. Эти силы приложены к разным телам.

## §13.

1. Движение под действием силы тяжести.

2. Надо измерить расстояния, которые шарик проходит за последовательные одинаковые промежутки времени и убедиться в том, что данные расстояния относятся как ряд последовательных нечетных чисел. Это и будет являться доказательством того, что свободное падение тела является равноускоренным движением (см. §8).

3. С целью показать, что ускорение свободного падения одинаково для всех тел.

4. Ускорение, вызванное действием силы тяжести.

5. Из-за силы сопротивления воздуха.

## 6. Галилей.

### §14.

1. Да, она препятствует его подъему.
2. С ускорением  $g$ . При движении тела вверх его скорость уменьшается по закону  $v(t) = v_0 - gt$ . В верхней точки траектории скорость тела равна нулю, и оно начинает двигаться вниз, увеличивая скорость по закону  $v(t) = gt$ , до тех пор, пока не упадет на землю.
3. От величины начальной скорости.
4. Если направить ось вверх, то проекция вектора скорости на эту ось положительна, а проекция ускорения свободного падения — отрицательна.

### §15.

1. Взаимное притяжение всех тел Вселенной (гравитационное взаимодействие тел).
2. Гравитационными.
3. Исаак Ньютон в XVII веке.
4. Два тела притягиваются друг к другу с силой, прямо пропорциональной произведению их масс и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними.
5.  $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ , где  $F$  — модуль гравитационной силы,  $m_1$ ,  $m_2$  — массы взаимодействующих тел,  $r$  — расстояние между ними,  $G$  — гравитационная постоянная, равная  $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$ .
6. Закон всемирного тяготения справедлив в следующих случаях: 1) для двух тел, размеры которых пренебрежимо малы с расстоянием  $r$  между ними; 2) если одно из тел имеет форму шара, радиус и масса которого во много раз больше, чем у второго тела (произвольной формы); 3) для двух однородных тел шарообразной формы при любых их размерах.
7. Да.

### §16.

1. Верно.
2. Уменьшается.
3.  $F_T = mg$ .
4. Сила тяжести больше на полюсах, т.к. Земля немного сплюснута у полюсов.
5. Оно приблизительно в 6 раз меньше земного.

### §18.

1. Шарик движется от точки  $A$  к точке  $B$  под действием силы упругости  $F$ . Эта сила возникла в результате растяжения шнура. Скорость, ускорение шарика и действующая на него сила направлены от точки  $A$  к точке  $B$ . Шарик движется прямолинейно, т.е. его траектория — прямая линия.
2. Сила упругости в шнуре возникла в результате его растяжения, и она направлена к точке  $O$ . Скорость шарика и действующая на него сила направлены по прямым, пересекающимся под углом  $90^\circ$ . Траектория шарика представляет собой окружность, т.е. шарик движется криволинейно.
3. Если скорость тела и действующая на него сила направлены вдоль пересекающихся прямых, то тело движется криволинейно, если вдоль одной прямой, то тело движется прямолинейно.

### §19.

1. Опыт по высеканию искры из точильного камня.
2. Ускорение направлено по радиусу к центру окружности, и оно называется центростремительным.
3. По формуле:  $a_{ц} = \frac{v^2}{r}$ .
4. По радиусу к центру окружности. Ее модуль определяется по формуле:  $F_{ц} = \frac{mv^2}{r}$ .

### §20.

1. Обращение планет вокруг Солнца и спутников вокруг планет.
2. Т.к. он обладает достаточно большой скоростью, направленной по касательной к траектории движения.
3. Да, т.к. такое движение происходит только под действием силы тяжести.
4. Сообщить ему первую космическую скорость.
5.  $a_{ц} = \frac{v^2}{r}$ ;  $g = \frac{v^2}{r}$ ;  $v^2 = gr \Rightarrow v = \sqrt{gr}$ . Полагая  $r \approx R_3$ , то получаем, что  $v = \sqrt{gR_3} \approx 7,9$  км/с.
6. По эллиптической орбите вокруг Земли; по эллиптической орбите вокруг Солнца.

## §21.

1. Импульсом тела называется физическая величина, равная произведению массы тела на его скорость.
2. Импульс и скорость движущегося тела всегда сонаправлены.
3. В системе СИ: 1 кг·м/с.

## §22.

1. Опыт, изображенный на рисунке 42 учебника, проводится следующим образом. Берутся два шарика, подвешенные на нитях так, чтобы они касались друг друга. Один из шариков отклоняют на некоторый угол и отпускают. Шарик, достигнув своего прежнего положения, ударяется о второй и останавливается. При этом второй шарик отклоняется на тот же угол. Таким образом, при взаимодействии импульс первого шарика уменьшился на столько, на сколько увеличился импульс второго. Этот опыт подтверждает закон сохранения импульса.
2. Система тел называется замкнутой, если на эти тела не действуют внешние силы.
3. Векторная сумма импульсов тел замкнутой системы постоянна во времени при любых движениях и взаимодействиях этих тел.
4.  $m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}'_1 + m_2 \vec{v}'_2$ , где  $m_1, m_2$  — массы тел;  $\vec{v}_1, \vec{v}_2$  — их скорости до взаимодействия,  $\vec{v}'_1, \vec{v}'_2$  — их скорости после взаимодействия.

## §23.

1. Движущийся воздух обладает некоторым импульсом. По закону сохранения импульса шарик обладает таким же по модулю, но противоположным по направлению импульсом. В результате он движется противоположно струе выходящего из шарика воздуха.
2. Движение водометных гидромоторов, реактивных самолетов и ракет.
3. Военное, научно-исследовательское, транспортное и т.д.
4. Грузовой отсек полезной нагрузки (в случае, изображенном на рисунке, это космический корабль), приборный отсек, бак с окислителем, бак с горючим, насосы, камера сгорания, сопло.
5. Рассмотрим принцип действия ракеты на примере одноступенчатой. С помощью насосов топливо и окислитель подаются в камеру сгорания, где они, сгорая, образуют газ высокой температуры и высокого давления. В результате возникновения большой разности давлений в камере сгорания и в космическом

пространстве газы из камеры сгорания выталкиваются наружу через сопло с огромной скоростью. В силу закона сохранения импульса ракета получает импульс, равный по модулю и противоположно направленный импульсу вылетевшей струи газа.

6. От скорости истечения газа, массы топлива, типа топлива и т.д.
7. Способность развивать большую скорость.
8. Соплом вниз, т.к. в таком случае реактивная струя гасит скорость ракеты.

#### §24.

1. Колебание маятника часов, струны гитары.
2. Движение повторяется через определенный промежуток времени.
3. Периодом колебаний называется промежуток времени, через который движение повторяется (время совершения одного колебания).
4. За время, равное периоду колебаний, каждое из изображенных на рисунке 48 учебника тел, дважды проходит через положение равновесия (двигаясь в противоположных направлениях).

#### §25.

1. Сила упругости действует на шарик в точках  $B$ ,  $C$ ,  $D$ ,  $A$ , т.к. когда шарик находится в этих точках, пружина деформирована (растянута или сжата). В точке  $O$  сила упругости на шарик не действует, т.к. когда шарик находится в этой точке, пружина не деформирована. Точка  $O$  называется положением равновесия шарика.
2. По мере приближения шарика к точке  $O$  скорость тела увеличивается, т.к. сила упругости и ускорение совпадают по направлению со скоростью. По мере удаления шарика от точки  $O$  скорость тела уменьшается, т.к. сила упругости и ускорение противоположно направлены скорости.
3. Т.к. любое тело обладает свойством сохранять свою скорость, если на него не действуют силы или действие сил скомпенсировано. При прохождении положения равновесия на шарик не действует сила упругости, а его скорость не равна нулю и сохраняет свое значение и направление.
4. Колебания называются свободными, если они происходят только за счет начального запаса энергии системы.
5. Колебательными системами называются системы тел, способных совершать свободные колебания.
6. Маятником называется твердое тело, совершающее под действием приложенных сил колебания около неподвижной точки или вокруг оси.

7. Пружинный маятник состоит из тела, закрепленного на пружине. Нитяной маятник состоит из тела, подвешенного на нити.

## §26.

1. Амплитуда — максимальное смещение колеблющегося тела от положения равновесия. Амплитуда обозначается буквой « $A$ » и в СИ измеряется в метрах (м).

Период — время совершения одного колебания. Период обозначается буквой « $T$ » и в СИ измеряется в секундах (с).

Частота — количество колебаний в единицу времени. Частота обозначается буквой « $\nu$ » и в СИ измеряется в герцах (Гц).

2. Одно полное колебание есть колебание за период.

3. Связь между периодом и частотой выражается формулой  $T = 1/\nu$  или  $\nu = 1/T$ .

4. а) Чем больше длина нити маятника, тем меньше частота; б) чем больше длина нити маятника, тем больше период.

5. Собственной частотой колебательной системы называется частота свободных колебаний системы.

6. Если маятники колеблются в противоположных фазах, то их скорости противоположно направлены; если в одинаковых, то их скорости сонаправлены.

## §27.

1. Опыт ставился с целью показать, что колебания пружинного маятника являются гармоническими. Он заключается в том, что груз (например, воронка с налитой красящей жидкостью), укрепленный на пружине, при своем колебательном движении оставляет след траектории на движущейся с постоянной скоростью бумажной ленте. Полученная таким способом траектория является синусоидой.

2. Синусоидой. Отрезок  $OA$  соответствует амплитуде колебаний, а отрезок  $OB$  — периоду.

3. Гармоническими колебаниями называются колебания, в которых изменение какой-либо физической величины происходит по закону синуса или косинуса.

4. Что колебания нитевого маятника являются гармоническими.

5. Материальная точка, обладающая массой и колеблющаяся на постоянном расстоянии от точки подвеса, называется математическим маятником.



6. Колебания нитяного маятника можно считать гармоническими, если длина нити много больше размеров подвешенного на ней тела (например, шарика), нить очень легкая и малорастяжимая, силы трения в системе отсутствуют, амплитуда колебаний мала.

7. Меняются по закону синуса или косинуса.

### §28.

1. При условии отсутствия потерь энергии.
2. Сумма кинетической и потенциальной энергий постоянно согласно закону сохранения энергии и равна первоначальному запасу потенциальной энергии колебательной системы.
3. Нет.
4. Уменьшается.
5. В воде, т.к. в ней на маятник действует большая сила сопротивления, чем в воздухе.

### §29.

1. Нет, из-за сопротивления среды.
2. Приложить к колеблющему телу периодическую внешнюю силу.
3. Колебания называются вынужденными, если они происходят под действием периодически изменяющейся внешней силы.
4. Вынуждающей силой называется периодически изменяющаяся внешняя сила, вызывающая колебания.
5. Когда амплитуда и частота вынужденных колебаний перестают меняться.
6. Эти частоты равны.
7. Могут, например, поршень помпового насоса.
8. До тех пор, пока действует вынуждающая сила.

### §30.

1. Опыт проводится с целью демонстрации явления резонанса. Для этого берут два маятника, висащие на общем шнуре. Длина маятника 2 неизменна и, следовательно, ему соответствует определенная частота свободных колебаний (собственная частота). Длину маятника 1 можно менять при помощи свободных концов нитей. При этом меняется его собственная частота. Если отклонить маятник 1 от положения равновесия и предоставить самому себе, то он начнет совершать свободные колебания. Это вызовет колебания шнура, в результате чего на маятник 2 будет действовать вынуждающая сила с частотой, равной собственной частоте

маятника 1. Под действием этой силы маятник 2 начнет совершать вынужденные колебания. Если теперь уменьшать длину маятника 1, то его частота и частота вынуждающей силы, действующей на маятник 2, будут увеличиваться. При этом амплитуда установившихся вынужденных колебаний маятника 2 будет возрастать. Она достигнет максимального значения при равенстве длин маятников, а соответственно при равенстве частоты вынуждающей силы и собственной частоты маятника 2. В этом и состоит суть явления резонанса.

2. Явление резонанса заключается в резком увеличении амплитуды установившихся вынужденных колебаний при совпадении частоты собственных колебаний системы с частотой вынуждающей силы.

3. 1, т.к. их длины  $a$ , следовательно, и частоты равны.

4. Только к вынужденным.

5. Полезное явление: в музыкальных инструментах. Вредное явление: при прохождении солдат по мосту в ногу, в результате резонанса мост может разрушиться.

### §31.

1. Возмущения, распространяющиеся в пространстве и удаляющиеся от места их возникновения, называются волнами.

2. В них происходит перенос энергии без переноса вещества.

3. Нет, не происходит.

4. Упругими волнами называются волны, распространяющиеся в упругих средах.

5. Электромагнитные волны.

### §32.

1. Продольные волны — это такие волны, в которых колебания частиц среды совершаются вдоль направления распространения волн, например, звуковые волны. Поперечные волны — это такие волны, при которых колебания частиц среды совершаются перпендикулярно направлению распространения волн, например, волны на поверхности воды.

2. Волнами сдвига являются поперечные, волнами сжатия — продольные.

3. Поперечные волны могут распространяться только в твердой среде; продольные — в твердой, жидкой или газообразной среде.

4. Т.к. в газах и жидкостях не возникает упругих сил при сдвиге.

### §33.

1. Длиной волны называется расстояние между двумя ближайшими точками волны, колеблющимися в одинаковых фазах.
2. Буквой « $\lambda$ » (читается «ламбда»).
3. За период  $T$  одного полного колебания.
4. По формулам:  $\lambda = vT$  и  $v = \lambda/T = \lambda\nu$ .
5. Между точками 1 и 2; 3 и 4.

### §34.

1. Эти опыты демонстрируют колебательный характер возникновения звука. В первом опыте в качестве источника звука берется обычная линейка, зажата в тисках, во втором — струна, концы которой закреплены, в третьем — камертон. Если каждую из выше перечисленных систем вывести из положения равновесия и дать ей совершать свободные колебания, то мы услышим звук. Таким образом, источниками звука являются колебательные системы.
2. Любой источник звука является колебательной системой.
3. Колебания с частотой от 20 Гц до 20000 Гц называются звуковыми, поскольку воспринимаются человеком.
4. Инфразвуковыми называются колебания с частотой ниже 20 Гц, ультразвуковыми — с частотой выше 20000 Гц.

### §35.

1. Опыт проводится с целью выяснить зависимость высоты звука от частоты колебаний. Для проведения данного опыта берут прибор, состоящий из нескольких зубчатых металлических дисков, имеющих различное число зубьев и закрепленных на одной оси. Затем все диски приводят во вращение и тонкой картонной пластинкой поочередно касаются зубьев каждого из диска. При этом мы услышим разные по высоте звуки. Можно заметить, что чем больше число зубьев на диске и соответственно больше частота колебаний картонной пластинки, тем больше будет высота звука. Аналогичную зависимость можно выявить, используя всего только один диск. Для этого надо увеличивать скорость диска. Чем больше скорость диска, тем больше частота колебаний картонной пластинки и тем выше будет издаваемый звук.
2. Опыт проводится с целью выяснить зависимость высоты звука от частоты колебаний. Для проведения данного опыта берут два камертона, издающих звуки разной высоты. Оба камертона приводят в колебательное движение. При этом острия,

закрепленные на них, оставляют на движущейся стеклянной пластинке следы. Если сравнить эти следы, то можно убедиться, что частота колебаний больше у камертона с более высоким звуком.

3. От частоты колебания.

4. Чистым тоном называется звук источника, совершающего гармонические колебания строго определенной частоты.

5. Звук определенной высоты, соответствующий самой низкой частоте сложного звука (совокупности нескольких чистых тонов), называется основным тоном, обертоны или высшие гармонические тоны — все остальные тоны сложного звука.

6. Качество звука, определяемое совокупностью обертонов сложного звука, называется тембром.

7. Высота звука определяется частотой основного тона.

8. Тембр звука определяется совокупностью его обертонов.

### §36.

1. Опыт проводится с целью выяснить зависимость громкости звука от амплитуды колебаний. Для проведения данного опыта берут камертон. Затем его при помощи молоточка приводят в колебательное движение сначала с одной амплитудой, после с большей. При этом камертон, когда колеблется с большей амплитудой, звучит громче.

2. Громкость также уменьшится.

3. Звук частоты 3000 Гц громче.

4. От величины амплитуды колебаний.

5. В системе СИ: 1 дБ. 6. Слух человека ухудшается.

### §37.

1. Опыт проводится с целью показать, что в вакууме звук не распространяется. Для этого звонок помещают под колокол воздушного насоса и включают его. Затем из-под колокола начинают откачивать воздух. По мере разрежения воздуха звук слышен все тише и тише, и, наконец, прекращается совсем. Если же воздух начать вновь впускать, то звук становится слышен все громче и громче. Таким образом, звук в безвоздушном пространстве не распространяется.

2. Да, может. Примеры распространения звука: в твердых телах — распространение звука по железнодорожным рельсам; в жидкостях — брошенный под воду камень, в газах — гром.

3. Упругие тела являются лучшими проводниками звука, чем пористые. К упругим телам относятся большинство металлов,

деревья, газы, жидкости, к пористым — войлок, поролон, пенопласт.

4. Путем отделки помещений звукоизоляционными материалами.

### §38.

1. С частотой, соответствующей звуку.
2. Продольную волну в обоих случаях.
3. Через несколько секунд после вспышки молнии мы слышим гром.
4. В 19-м веке французскими учеными была измерена скорость звука. В двух пунктах, расстояние между которыми было известно, производили выстрелы из пушек. В обоих пунктах измеряли отрезки времени между вспышкой огня при выстреле и моментом, когда был слышан звук выстрела. Скорость звука определяли как отношение расстояния между пунктами к измеренному отрезку времени.
5.  $v = 340$  м/с.
6. Да, зависит.

### §39.

1. В результате отражения звука от различных преград.
2. В маленькой комнате отраженный звук, во-первых, сливается с основным и, во-вторых, хорошо поглощается мебелью.
3. Стены зала следует отделать звукопоглощающим материалом.
4. Т.к. звуковые волны в рупоре образуют узконаправленный пучок.

### §40.

1. Корпуса гитары, балалайки.
2. Для увеличения громкости.
3. Их назначение — усиление звука и создания тембра.
4. Голосовые связки.
5. От формы, размера, материала резонатора.

### §42.

1. Опыт по сложению звуковых волн от двух источников проводится следующим образом. В качестве источников звука берут два громкоговорителя Гр1 и Гр2, подключенные к звуковому генератору ЗГ. Излучаемый ими звук попадает в микрофон М, где после преобразуется в электрические колебания. Эти колебания усиливаются усилителем низкой частоты УНЧ и регистрируются гальванометром Г. Настроим генератор на частоту 1000 Гц, т.е. на длину волны, приблизительно равную 34 см. Громкоговорители установим на расстоянии 1-1,5 м от микрофона. Если теперь каждый

громкоговоритель поочередно подключить к генератору, то можно заметить, что показания гальванометра  $\Gamma$  в обоих случаях будут одинаковы. Таким образом, звуковые волны одинаковой частоты будут иметь одинаковые амплитуды. Если теперь подключить два громкоговорителя одновременно, то показания гальванометра увеличатся примерно в два раза по сравнению со случаями, когда каждый из них подключался в отдельности. Это говорит о том, что волны, складываясь, усиливают друг друга, т.е. амплитуда колебаний в суммарной звуковой волне больше, чем в одной. Если теперь один из громкоговорителей постепенно приближать к микрофону, то можно найти такие его положения, когда показания гальванометра будут равны нулю (волны гасят друг друга), и когда они будут максимальны (волны усиливают друг друга). В первом случае эти положения будут соответствовать расстояниям между передвигаемым громкоговорителем и микрофоном, пропорциональным 17 см (половине длины волны), во втором случае это расстояние пропорционально 34 см (длине волны).

2. Разность расстояний, пройденных двумя волнами от источников до конкретной точки, называется разностью хода двух волн.

3. В зависимости от разности хода волн результирующие колебания либо усиливаются, либо ослабевают.

4. Волны называются когерентными, если они имеют одинаковую частоту и постоянную во времени разность фаз.

5. Не меняющаяся во времени картина распределения в пространстве минимумов и максимумов амплитуд результирующих колебаний, называется интерференционной картиной. Интерференционная картина получается только от когерентных источников.

6. Явление сложения в пространстве волн, при котором получается постоянное во времени распределение амплитуд результирующих колебаний, называется интерференцией.

7. Надо, прикрыв одно ухо, наклоняться в разные стороны. В зависимости от того, попадет ухо в область интерференционного максимума или минимума, мы будем соответственно слышать усиление или ослабление громкости звука.

8. Для всех видов волн.

### §43.

1. Движущимися электрическими зарядами.

2. Внутренними электрическими токами магнита.

3. Магнитными линиями называются воображаемые линии, вдоль которых расположились бы магнитные стрелки, помещенные в магнитное поле.

4. Соответственно прямолинейно и криволинейно.
5. За направление магнитной линии в какой-либо точке принимают направление северного полюса магнитной стрелки, помещенной в эту точку.
6. Чем сильнее поле, тем гуще расположены в нем магнитные линии.
7. О направлении и величине магнитного поля.

#### §44.

1. Магнитные линии полосового магнита выходят из северного полюса и входят в южный. Внутри магнита они направлены от южного полюса к северному. У магнитных линий нет ни начала, ни конца: они либо замкнуты, либо идут из бесконечности в бесконечность. Линии поля полосового магнита искривлены. У полюсов магнита они расположены более густо, чем вдали от них.
2. Вокруг магнита и проводника образуется неоднородное магнитное поле, внутри соленоида — однородное.
3. В однородном магнитном поле эта сила в каждой точке поля постоянна и по модулю, и по направлению. В неоднородном магнитном поле она в разных точках поля может быть различной и по модулю, и по направлению.
4. В однородном магнитном поле магнитные линии параллельны и расположены с одинаковой густотой. В неоднородном магнитном поле магнитные линии искривлены и расположены с различной густотой.
5. Крестиками и точками.

#### §45.

1. Надо взять проводник и пропустить по нему ток сначала в одном направлении, а затем в другом. При изменении направления тока на противоположное рядом расположенная с проводником магнитная стрелка повернется на  $180^\circ$ . Таким образом, направление магнитных линий связано с направлением тока.
2. Если направление поступательного движения буравчика совпадает с направлением тока в проводнике, то направление вращения ручки буравчика совпадает с направлением линий магнитного поля, созданного этим током.
3. Зная направление тока, можно определить направление линий магнитного поля и наоборот, зная направление магнитных линий, можно определить направление тока.
4. Если обхватить соленоид ладонью правой руки и направить четыре пальца по направлению тока в нем, то отставленный на  $90^\circ$

большой палец будет указывать направление линий магнитного поля внутри соленоида.

5. Зная направление тока в соленоиде, можно определить направление линий магнитного поля внутри него и наоборот, зная направление магнитных линий внутри соленоида, можно определить направление тока.

#### §46.

1. Берется проводник и подвешивается на гибких проводах, которые через реостат подключены к источнику тока. Проводник помещают в магнитное поле подковообразного магнита. Если замкнуть цепь, то проводник с током придет в движение. Если же магнит убрать и замкнуть цепь, то с проводником происходит ничего не будет. Таким образом, на проводник с током, помещенным в магнитное поле, действует сила.

2. Магнитное поле обнаруживается своим действием на проводник с током.

3. Направление этой силы зависит от направления тока в проводнике и направления магнитных линий.

4. Для проводника: если левая рука расположена так, что ее четыре пальца направлены по направлению тока, а магнитные линии входят в ладонь перпендикулярно к ней, то отставленный большой палец укажет направление действующей на проводник силы.

Для движущейся заряженной частицы: если левая рука расположена так, что ее четыре пальца расположены против направления движения отрицательной частицы (по направлению движения положительной), а магнитные линии входят в ладонь перпендикулярно к ней, то отставленный большой палец укажет направление действующей на эту частицу силы.

5. За направление тока во внешней части цепи принимают направление движения от положительного полюса источника тока к отрицательному.

6. По правилу левой руки можно определить направление силы, действующей на проводник с током в магнитном поле или направление силы, действующей на заряженную частицу, движущуюся в магнитном поле. Также, пользуясь этим правилом, можно определить направление тока в проводнике (если знаем, как направлены магнитные линии и сила, действующая на проводник), направление магнитных линий (если знаем, как направлен ток в проводнике и сила, действующая на него), знак заряда движущейся частицы (если знаем, как направлены магнитные линии, скорость движения частицы и сила, действующая на нее) и т.д.



7. В случае, когда направление тока в проводнике либо направление скорости частицы совпадают с направлением магнитной линии или параллельны ей.

#### §47.

1. Магнитная индукция — это векторная физическая величина, характеризующая магнитное поле. Она обозначается символом  $\vec{B}$ .

2. Модуль вектора магнитной индукции определяется как отношение модуля силы, действующей на расположенный перпендикулярно магнитным линиям проводник с током к силе тока

и его длине:  $B = \frac{F}{Il}$ .

3. В системе СИ: 1 Тл. (читается «тесла»).

4. Линиями магнитной индукции называются линии, касательные к которым в каждой точке поля совпадают с направлением вектора магнитной индукции.

5. Магнитное поле однородно, если во всех его точках магнитная индукция  $\vec{B}$  постоянна. В противном случае магнитное поле неоднородно.

6. Сила, действующая на магнитную стрелку или движущийся заряд в магнитном поле, будет тем больше, чем больше модуль вектора магнитной индукции в данной точке поля.

#### §48.

1. Магнитный поток, пронизывающий плоский контур в магнитном поле, зависит от модуля вектора магнитной индукции, площади контура и ориентации контура по отношению к направлению магнитных линий.

2. Увеличивается в  $n$  раз, поскольку магнитный поток прямо пропорционален модулю вектора магнитной индукции.

3. Магнитный поток максимален, если плоскость контура перпендикулярна к направлению магнитных линий и равен нулю, если плоскость контура параллельна магнитным линиям.

4. Да, меняется.

#### §49.

1. Все опыты демонстрируют явление электромагнитной индукции, заключающееся в возникновении тока в замкнутом проводнике при изменении магнитного потока, пронизывающего охваченную

проводником площадь. В первом опыте гальванометр регистрирует появление тока в замкнутой на него катушке при вставлении в нее магнита. Во втором опыте катушка, включенная в цепь источника тока, вставляется во вторую катушку, замкнутую на гальванометр. При замыкании и размыкании цепи гальванометр снова регистрирует ток.

2. При изменении магнитного потока через катушку.

3. Явление электромагнитной индукции заключается в возникновении электрического тока в замкнутом проводнике при изменении магнитного потока, пронизывающего охваченную проводником площадь.

4. Явление электромагнитной индукции используется в электрогенераторах, получивших широкое распространение.

## §50.

1. Электрический ток, периодически меняющийся во времени по модулю и по направлению, называется переменным током. Переменный ток можно получить, если в катушке, замкнутой на гальванометр, периодически двигать магнит вверх и вниз. При этом стрелка гальванометра будет периодически отклоняться от нулевого значения то в одну сторону, то в другую. Это будет свидетельствовать о том, что и модуль силы индукционного тока, и его направление периодически меняются во времени, т.е. в катушке образуется переменный ток.

2. В электросетях.

3. На явление электромагнитной индукции.

4. Генератор состоит из статора — неподвижной части, выполняющей функцию замкнутого контура, ротора — вращающейся части, выполняющей функцию магнита (в промышленных генераторах используются обычно электромагниты). Принцип действия генератора основан на явлении электромагнитной индукции. При вращении ротора внешней силой меняется магнитный поток, пронизывающий статор, в результате чего в нем индуцируется переменный ток.

5. На тепловой электростанции ротор генератора приводится во вращение паровой турбиной; на гидроэлектростанции — водяной турбиной.

6. Так как скорость вращения водяных турбин относительно невысока, то для создания тока стандартной частоты применяют многополюсные роторы.

7. 50 Гц.

## §51.

1. Английским ученым Д. К. Максвеллом (1831-1879) в 1865 г. Эта теория вкратце сводится к тому, что меняющееся во времени электрическое поле порождает переменное магнитное поле, и, наоборот, меняющееся во времени магнитное поле порождает переменное электрическое поле.
2. Источником электромагнитного поля служат заряды, движущиеся с ускорением.
3. Силовые линии вихревого электрического поля замкнуты, а силовые линии электростатического поля начинаются на положительных зарядах и заканчиваются на отрицательных.

## §52.

1. Электромагнитная волна представляет собой систему порождающих друг друга и распространяющихся в пространстве переменных электрического и магнитного полей, перпендикулярных друг другу. Электромагнитные волны являются поперечными, так как плоскость, в которой лежат колеблющиеся векторы  $\vec{B}$  и  $\vec{E}$ , перпендикулярна направлению распространения волны. Источником электромагнитных волн являются ускоренно движущиеся электрические заряды. Скорость распространения электромагнитных волн в вакууме равна скорости света, т.е. 300000 км/с.
2. Вектор напряженности электрического поля  $\vec{E}$  и вектор магнитной индукции  $\vec{B}$ .
3.  $\lambda = cT = c/\nu$ .
4. Для этого необходимо, чтобы частота  $\nu$  колебаний векторов  $\vec{B}$  и  $\vec{E}$  была достаточно большой.
5. Электромагнитные волны впервые удалось обнаружить Генриху Герцу в 1888 г.
6. Видимый свет, ультрафиолет, радиоволны.
7. Радиосвязь, радиолокация, радиоастрономия, рентген и др.

## §53.

1. На счет света существовали две основных теории: корпускулярная и волновая. В основе первой лежало утверждение о том, что свет — это поток частиц, в основе второй утверждение о том, что свет — это волна.

2. В 1802 г. английский ученый Томас Юнг показал, что свету присуще свойство интерференции. Это доказывало то, что свет обладает волновыми свойствами.
3. На проволочное кольцо с ручкой, затянутое мыльной пленкой, в затемненной комнате направлялся свет, например, желтого цвета. При этом на пленке образовывались чередующиеся желтые и темные полосы.
4. Свет, падая на пленку, частично отражается от передней поверхности в точке  $A$ , а частично проходит внутрь пленки и отражается от задней поверхности в точке  $B$ , после чего выходит из пленки в точке  $C$ . Волны, выходящие из точек  $A$  и  $C$ , являются когерентными, т.к. они образуются от одного и того же источника. Разность хода длин волн зависит от толщины пленки, которая в разных точках различна. Если толщина пленки окажется такой, что волны будут выходить из точек  $A$  и  $C$ , имея одинаковые фазы, то эти волны при сложении усилят друг друга. В результате возникнет максимум интерференционной картины — желтая полоса. Если толщина пленки окажется такой, что волны будут выходить из точек  $A$  и  $C$  в противоположных фазах, то эти волны при сложении будут гасить друг друга. В результате возникнет минимум интерференционной картины — темная полоса.
5. Этот опыт доказывает то, что свет обладает волновыми свойствами.
6. Частоты (или длины) световых волн разных цветов различны.

#### §54.

1. В виде упругих волн, подобно звуковым.
2. Тем, что свет распространяется и в вакууме.
3. Максвелл предположил, что свет — это частный случай электромагнитных волн. Основанием для этого послужило то, что световые и электромагнитные волны являются поперечными и обладают одинаковой скоростью распространения.
4. Частица электромагнитного излучения называется фотоном.

#### §55.

1. Открытие Беккереля состояло в том, что некоторые вещества самопроизвольно излучают невидимые лучи, названные впоследствии радиоактивным излучением.
2. Радиоактивностью.
3. В 1899 г. Эрнест Резерфорд опытным путем обнаружил, что радиоактивное излучение радия неоднородно и имеет сложный состав. В толстостенный свинцовый сосуд он помещал крупинку

радия. Пучок радиоактивного излучения радия проходил сквозь узкое отверстие и попадал на фотопластинку. После проявления фотопластинки на ней обнаружилось одно пятно. Затем опыт видоизменяли. Теперь пучок излучения проходил через область магнитного поля, прежде чем попасть на фотопластинку. В результате магнитное поле разделяло этот пучок на три, и на фотопластинке после проявления обнаруживалось три пятна — одно по центру, два сбоку от него. Это говорит о том, что пучок излучения составляли положительно заряженные ( $\alpha$ -частицы), отрицательно заряженные ( $\beta$ -частицы) и нейтральные ( $\gamma$ -частицы) частицы.

4.  $\alpha$ -частица представляет собой полностью ионизированный атом гелия с зарядом, равным модулю удвоенного заряда электрона,  $\beta$ -частица — электрон,  $\gamma$ -частица — один из диапазонов электромагнитного излучения.

5. О сложном строении атома.

## §56.

1. Согласно модели, предложенной Томсоном, атом представлял шар, по всему объему которого равномерно распределен положительный заряд. Внутри этого находятся электроны, каждый из которых колеблется около своего положения равновесия.

2. В свинцовый сосуд С помещался радиоактивный элемент R, излучающий  $\alpha$ -частицы. Из этого сосуда  $\alpha$ -частицы вылетали со скоростью 15000 км/с и после попадали на экран Э, где они регистрировались. Экран был покрыт специальным веществом, благодаря чему в местах попадания на него  $\alpha$ -частиц возникали вспышки, которые регистрировались при помощи микроскопа М. Такой способ регистрации называется методом сцинтилляций (вспышек). После вся эта установка помещалась в сосуд, из которого был откачан воздух, и проводился опыт. Если на пути  $\alpha$ -частиц нет никаких преград, то они попадали на экран узким, слегка расширяющимся пучком. При этом на экране наблюдается небольшое световое пятно. Если же теперь поставить на пути  $\alpha$ -частиц тонкую фольгу Ф, то при взаимодействии с веществом они будут рассеиваться по всем направлениям на разные углы. Основная часть  $\alpha$ -частиц прошла сквозь фольгу, мало изменив своего первоначального направления. Но небольшая часть  $\alpha$ -частиц рассеялась на углы порядка  $90^\circ$ , а некоторые даже на углы порядка  $180^\circ$ .

3. Резерфорд пришел к выводу, что столь сильное отклонение  $\alpha$ -частиц возможно только тогда, когда внутри атома имеется очень сильное электрическое поле. Такое сильное поле только могло быть создано зарядом, сконцентрированным в очень малом объеме по сравнению с объемом атома. Исходя из всего этого, Резерфорд предложил планетарную модель атома. Согласно этой модели, в центре атома находится положительно заряженное ядро, которое и было причиной сильного отклонения  $\alpha$ -частиц. Вокруг ядра движутся электроны, масса которых много меньше массы ядра.

4. Согласно ядерной модели, в центре атома находится положительно заряженное ядро. Вокруг ядра движутся электроны, масса которых много меньше массы ядра.

5. Если  $\alpha$ -частица пролетает очень близко к ядру, то она сильно отклоняется от первоначального направления движения кулоновской силой. Т.к. размеры ядра очень малы по сравнению с размерами атома, то основная часть  $\alpha$ -частиц пролетает достаточно далеко от ядра и не испытывает сильного отклонения.

## §57.

1. Радий превращается в радон.

2. Происходит превращение одного химического элемента в другой.

3. Ядро.

4.  ${}^{226}_{88}\text{Rd} \rightarrow {}^{222}_{86}\text{Rn} + {}^4_2\text{He}$ , где  ${}^4_2\text{He}$  —  $\alpha$ -частица;  ${}^{226}_{88}\text{Rd}$  — ядро радия;  ${}^{222}_{86}\text{Rn}$  — ядро радона.

5. Верхнее число — массовое число; нижнее — зарядовое число.

6. Массовое число ядра атома данного химического элемента равно с точностью до целых числу атомных единиц массы, содержащихся в массе этого ядра. Зарядовое число ядра атома данного химического элемента равно заряду ядра, выраженному в элементарных электрических зарядах.

7.  ${}^{226}_{88}\text{Rd} \rightarrow {}^{222}_{86}\text{Rn} + {}^4_2\text{He}$ . Из данной реакции видно, что выполняются законы сохранения массового числа и заряда. Действительно, массовое число (226) и заряд (88) распадающегося ядра атома радия равны соответственно сумме массовых чисел ( $222 + 4 = 226$ ) и сумме зарядов ( $86 + 2 = 88$ ) образовавшихся в результате распада атомов радона и гелия.

8. Ядра атомов имеет сложное строение.

9. Радиоактивностью называют способность ядер атомов некоторых химических элементов самопроизвольно превращаться в другие ядра с испусканием частиц.

## §58.

1. Счетчик Гейгера состоит из герметичной стеклянной трубки, заполненной разреженным газом, например, аргонем. В нее впаяны электроды (катод и анод), подключенные через сопротивление  $R$  к источнику высокого напряжения. Принцип счетчика Гейгера следующий. При пролете внутри трубки какой-нибудь быстрой частицы, способной ионизировать атомы газа, образуется некоторое число электрон-ионных пар. Электроны начинают двигаться к аноду, а положительные ионы — к катоду. Если напряженность поля достаточно велика, то электрон, ускоряясь, может приобрести энергию, достаточную для ионизации атомов газа. Вновь образовавшиеся электроны ускоряются полем и в свою очередь производят ионизацию, давая начала новым электронам и ионам. В трубке образуется так называемая электронно-ионная лавина. В результате этого в трубке возникает разряд, и в цепи счетчика происходит кратковременное и резкое возрастание силы тока, которое регистрируется специальным устройством. Разряд длится примерно микросекунду и затем прекращается, т.к. основная часть напряжения падает на сопротивлении  $R$ , и в результате этого напряжение между катодом и анодом резко уменьшается.

2. Для регистрации электронов и  $\gamma$ -квантов.

3. Камера Вильсона состоит из цилиндра  $CC$  со стеклянной крышкой  $LL$ . Внутри цилиндра может перемещаться поршень  $P$ . На дне камеры лежит черная пропитанная смесью воды со спиртом ткань  $FF$ , благодаря которой в камере воздух насыщен. В камере отсутствуют ядра конденсации. Принцип действия камеры Вильсона следующий. В результате резкого движения поршня вниз температура в ней падает, и пары внутри становятся пересыщенными, т.е. они теперь могут легко конденсироваться на ядрах конденсации, например на ионах. Через тонкое окошко камеры впускается пучок исследуемых частиц, который, пролетая через газ, создает на своем пути ионы (ядра конденсации). Пары конденсируются на ионах, и в итоге вдоль траектории движения частицы образуется видимый след из капелек пара (трек). Таким образом, с помощью камеры Вильсона мы можем узнать траекторию движения частицы.

4. Если камеру Вильсона поместить в магнитное поле, то, определив траекторию движения частицы, мы можем определить знак заряда частицы (по направлению изгиба), ее массу, энергию, заряд (по радиусу кривизны траектории).

5. Пузырьковая камера обладает большим быстродействием в отличие от камеры Вильсона. Пузырьковая камера отличается от камеры Вильсона тем, что в ней вместо пересыщенного пара применяется перегретая выше точки кипения жидкость.

### §59.

1. Опыт заключается в исследовании взаимодействия  $\alpha$ -частиц с ядрами атомов азота. Летящая с большой скоростью  $\alpha$ -частица при попадании в ядро атома азота выбивала из него ядро атома водорода, которое Резерфорд назвал протоном.
2. О том, что в результате взаимодействия  $\alpha$ -частиц с ядрами атомов азота образовались ядра кислорода и водорода.
3. Ядро атома водорода  ${}^1_1\text{H}$  иначе называется протоном и обозначается символом  ${}^1_1p$  или  $p$ .
4. Предположение о том, что протоны входят в состав ядра любого атома.

### §60.

1. Ядра атомов имеют большую массу, чем сумма масс составляющих их протонов. Это было установлено опытным путем и дает полагать, что помимо протонов в состав ядра входят какие-то другие частицы.
2. Это предположение было высказано Эрнестом Резерфордом в 1920 г.
3. Джеймс Чедвик в 1932 г.
4. У нейтронов отсутствует заряд, поскольку он не отклоняется электрическим и магнитным полем. Массу определили из количественных характеристик взаимодействия нейтрона с другими частицами.
5. Нейтрон обозначается символом  ${}^1_0n$  или  $n$ ; его масса почти равна (немного больше) массе протона.

### §61.

1. Нуклоны.
2. Массовым числом называется число нуклонов в ядре атома. Массовое число обозначается буквой  $A$ .
3. Массовое число равно с точностью до целых числу атомных единиц массы, содержащихся в массе атома.
4. Число протонов в атоме обозначается буквой  $Z$  и называется зарядовым числом.
5. Перед символом снизу.



6. Зарядовое число равно заряду ядра, выраженному в элементарных электрических зарядах. Зарядовое число атома равно его порядковому номеру в таблице Менделеева.
7.  $\frac{A}{Z}X$ , здесь  $X$  — символ химического элемента.
8. Число нейтронов в ядре обозначают буквой  $N$ .
9.  $A = Z + N$ .

### §62.

1. Изотопы — элементы с одинаковыми зарядами ядер, но различными массами.
2. Ядра изотопов одного элемента имеют одинаковый заряд.
3. Разные изотопы одного элемента содержат разное количество нейтронов.
4. У водорода есть три изотопа: протий ( ${}^1_1\text{H}$ ), дейтерий ( ${}^2_1\text{H}$ ), тритий ( ${}^3_1\text{H}$ ).
5. Потому, что масса атомов вычисляется как среднее значение масс всех его изотопов.

### §63.

1. Масса атома уменьшается на 4, а заряд его ядра — на 2.
  2. Например:  ${}^{226}_{88}\text{Rd} \rightarrow {}^{222}_{86}\text{Rn} + {}^4_2\text{He}$ .
  3. Ядро радона содержит на 2 протона меньше, чем ядро радия.
  4. При  $\alpha$ -распаде образуется новый химический элемент, порядковый номер которого в таблице Менделеева меньше исходного на 2.
  5. При  $\beta$ -распаде излучается электрон и антинейтрино. Один нейтрон в ядре при таком распаде превращается в протон, электрон и антинейтрино.
  6. При  $\beta$ -распаде образуется новый химический элемент, порядковый номер которого в таблице Менделеева больше исходного на 1.
  7. Нет, потому что массовое число равно числу нуклонов, а это число при  $\beta$ -распаде не меняется.
  8. Для  $\alpha$ -распада:  $\frac{A}{Z}X \rightarrow \frac{A-4}{Z-2}Y + \frac{4}{2}\text{He}$ .
- Для  $\beta$ -распада:  $\frac{A}{Z}X \rightarrow \frac{A}{Z+1}Y + {}^0_{-1}e + {}^0_0\tilde{\nu}$ .
9.  $\alpha$ - и  $\beta$ -распад часто сопровождается  $\gamma$ -излучением.

#### §64.

1. Возникнул вопрос о том, почему ядра не распадаются на отдельные нуклоны под действием электростатических сил отталкивания между положительно заряженными нуклонами. Исходя из этого, ученые пришли к заключению, что между нуклонами ядра действуют силы притяжения другой природы.
2. Силы притяжения между нуклонами в ядре называются ядерными. Их особенность состоит в том, что их действие значительно проявляется на расстояниях, сравнимых с размерами ядра (порядка  $10^{-15}$  м). Уже на расстоянии порядка  $10^{-14}$  их действие ничтожно мало.

#### §65.

1. Энергией связи ядра называется минимальная энергия, которую необходимо затратить на расщепление ядра на отдельные нуклоны.
2.  $\Delta m = (Zm_p + Nm_n) - M_{\text{я}}$ , где  $\Delta m$  — дефект масс,  $Z$  и  $N$  — число протонов и нейтронов в ядре соответственно,  $m_n$  и  $m_p$  — массы покоя нейтрона и протона соответственно,  $M_{\text{я}}$  — масса ядра.
3.  $\Delta E_0 = \Delta mc^2$ , где  $\Delta E_0$  — энергия связи ядра,  $\Delta m$  — дефект масс,  $c$  — скорость света в вакууме.

#### §66.

1. Деление ядер урана при бомбардировке их нейтронами было открыто в 1939 г. Отто Ганом и Фрицем Штрассманом.
2. При поглощении ядром нейтрона оно деформируется и приобретает вытянутую форму. Т.к. ядерные силы — короткодействующие, то на нуклоны в вытянутом ядре их действие ослабевает, и нуклоны разлетаются под действием электростатических сил. Таким образом, деление ядра может начаться только тогда, когда оно деформируется под действием поглощенного фотона.
3. В результате деления ядра образуются два осколка (раннее составляющие ядро) и 2-3 нейтрона.
4. Часть внутренней энергии ядра при его делении переходит в кинетическую энергию образовавшихся осколков и нейтронов.
5. Кинетическая энергия осколков при их торможении преобразуется во внутреннюю энергию окружающей среды.
6. Реакция деления ядер урана идет с выделением энергии в окружающую среду.

## §67.

1. Рассмотрим механизм протекания цепной реакции деления ядра на примере изотопа урана  ${}_{92}^{235}\text{U}$  (рис. 143 учебника). При делении ядра атома урана в результате захвата нейтрона образуются три нейтрона. Два из них вызвали реакцию деления еще двух ядер урана, при этом образовалось четыре нейтрона. Вновь образовавшие нейтроны вызвали деление четырех ядер урана, при этом образовалось девять нейтронов и т.д. Таким образом, число нейтронов в куске урана лавинообразно растет с течением времени, а, следовательно, резко возрастает число делений ядер урана и энергия, выделяющаяся в единицу времени.

2. Критической массой урана называется наименьшая масса, при которой нейтронов, появившихся при делении ядер, равно числу потерянных нейтронов (захваченных ядрами деления и вылетевших за пределы куска урана).

3. Если масса урана меньше критической, то реакция деления не протекает из-за недостатка нейтронов.

4. Если масса урана больше критической, то цепная реакция приводит к взрыву из-за резкого увеличения числа свободных нейтронов.

5. Масса урана, наличие отражающей оболочки, наличие примесей, замедлитель нейтронов.

## §68.

1. Ядерный реактор — это устройство, способное осуществлять управляемую ядерную реакцию.

2. Управление ядерной реакцией заключается в регулировании скорости образования нейтронов таким образом, чтобы их число оставалось неизменным.

3. Основные части реактора: делящееся вещество (ядерное топливо), защитная оболочка, активная зона, отражатель, регулирующие стержни, теплообменник.

4. В активной зоне реактора находятся урановые стержни, являющиеся ядерным топливом, регулирующие стержни, поглощающие нейтроны, вода, служащая замедлителем нейтронов и теплоносителем.

5. Для того, чтобы в одном стержне цепной реакции не происходило. Это делается ради безопасности.

6. Регулирующие стержни, находясь полностью в активной зоне, поглощают нейтроны, и цепная реакция идти не может. Для запуска

реакции регулирующие стержни выводят из активной зоны до тех пор, пока не начнется цепная реакция.

**7.** Вторая функция воды (помимо замедления нейтронов) — теплоноситель, отводящий тепло.

**8.** Во втором контуре пар, образовавшийся в змеевике, вращает турбину, которая приводит к вращению ротора генератора электрического тока. Затем отработанный пар поступает в конденсатор, где превращается в воду. Затем цикл повторяется. Таким образом, непрерывно вырабатывается электрический ток.

**9.** При получении электрического тока на атомных электростанциях происходят следующие преобразования энергии: Внутренняя энергия атомных ядер урана при делении частично переходит в кинетическую энергию нейтронов и осколков. Нейтроны и осколки, разлетаясь с большой скоростью, попадают в воду. При этом их кинетическая энергия частично переходит во внутреннюю энергию воды. При этом вода нагревается и, проходя через теплообменник, передает энергию воде, находящейся в змеевике, превращая ее в пар, т.е. внутренняя энергия воды переходит во внутреннюю энергию пара, а затем в его кинетическую. Затем пар вращает турбину, которая приводит к вращению ротора генератора электрического тока, т.е. кинетическая энергия пара переходит в кинетическую энергию ротора турбины и ротора генератора, которая, в свою очередь, переходит в электрическую.

## **§69.**

- 1.** В связи с большим ростом потребления электроэнергии.
- 2.** Во-первых, АЭС требуется намного меньшее количество топлива, чем ТЭС. Во-вторых, АЭС в меньшей степени загрязняют окружающую среду (при правильной эксплуатации), чем ТЭС.
- 3.** Атомная энергетика требует решения следующих трех основных проблем: 1) совершенствование технологий с целью уменьшения образования отходов; 2) переработка отходов и уменьшение опасности от распространения в окружающей среде; 3) надежная изоляция отходов от окружающей среды.
- 4.** Отверждение жидких отходов; остеклование отходов.

## **§70.**

**1.** В том, что воздействие  $\alpha$ -  $\beta$ - и  $\gamma$ -лучей на живую ткань (происходит ее ионизация) нарушает жизнедеятельность клеток данной ткани, что отрицательно сказывается на здоровье живого организма.

2. Поглощенной дозой излучения называется поглощенная веществом энергия ионизирующего излучения, рассчитанная на единицу массы. Поглощенная доза излучения  $D$  определяется по формуле:  $D = \frac{E}{m}$ , где  $E$  — поглощенная веществом энергия,  $m$  — масса вещества. Единицей измерения поглощенной дозы излучения в системе СИ является 1 грей (1 Гр):  $1 \text{ Гр} = \frac{1 \text{ Дж}}{1 \text{ кг}}$ .

3. При большей дозе излучения.

4. Разные виды ионизирующих излучений при одинаковой поглощенной дозе облучения оказывают различные по величине биологические эффекты в живом организме. Например, при одинаковой поглощенной дозе биологический эффект от  $\alpha$ -излучения примерно в 20 раз больше, чем от  $\gamma$ -излучения.

5. Коэффициент качества излучения показывает во сколько раз больше радиационная опасность от воздействия на живой организм данного вида излучения по сравнению с  $\gamma$ -излучением при одинаковых поглощенных дозах. Коэффициент качества излучения для  $\alpha$ -излучения равен 20, для  $\beta$ -  $\gamma$ - и рентгеновского излучения — 1.

6. Эквивалентная доза излучения была введена в связи с тем, что при одинаковой поглощенной дозе излучения различные виды излучений вызывают различные биологические эффекты. Эквивалентная доза излучения  $H$  вычисляется как произведение поглощенной дозы  $D$  на коэффициент качества  $K$ :  $H = DK$ . Ее единицей измерения является зиверт (Зв).

7. Чувствительность различных тканей живого организма (определяется коэффициентом радиационного риска), время облучения.

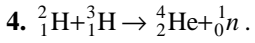
8. От воздействия на живой организм радиоактивных излучений применяются специальная одежда, различные защитные убежища. Радиоактивные препараты следует хранить в специальных защитных контейнерах, обычно свинцовых.

## §72.

1. Термоядерной реакцией называется реакция слияния легких ядер при очень высокой температуре (порядка сотен миллионов градусов).

2. Протекание термоядерных реакций возможно только при очень высоких температурах, т.к. необходимо придать ядрам достаточно большую кинетическую энергию для их сближения на очень малые расстояния, при которых возможно их слияние.

3. Слияние легких ядер.



5. Основная трудность при осуществлении термоядерной реакции заключается в том, чтобы удержать высокотемпературную плазму внутри установки. Если плазма коснется стенок установки, в которой она находится, то они расплавятся и превратятся в пар.

6. В результате термоядерных реакций, протекающих на Солнце, выделяется энергия, необходимая для жизни на Земле.

## Упражнения.

### Упражнение 1.

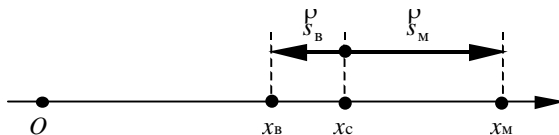
1. Можно в обоих случаях, т.к. размерами автомобиля при данных начальных условиях можно пренебречь.
2. Все зависит от условий задач, которые нужно решить диспетчеру и пассажиру.
3. Поверхность Земли.
4. Прав и мальчик, и девочка. Мальчик выбрал систему отсчета, связанную с землей, девочка — с креслом карусели.
5. а) относительно Земли; б) относительно воды; в) относительно Земли; г) относительно оси колеса; д) относительно Земли.

### Упражнение 2.

1. Пройденный путь. 2. Прямолинейно.

### Упражнение 3.

1.



$$x_B = x_C + s_{BX} = 10 \text{ км} + (-2 \text{ км}) = 8 \text{ км};$$

$$x_M = x_C + s_{MX} = 10 \text{ км} + 6 \text{ км} = 16 \text{ км};$$

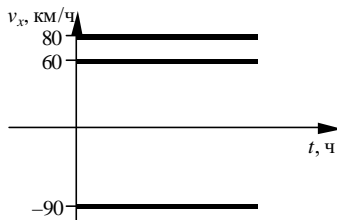
2. а)  $x_0 = 1 \text{ м}$ ; б)  $s_{tx} = s_{1x} + s_{2x} = 2,4 \text{ м} + (-1,25 \text{ м}) = 1,15 \text{ м}$ ;

в)  $x_t = x_0 + s_{tx} = 1 \text{ м} + 1,15 \text{ м} = 2,15 \text{ м}$ .

### Упражнение 4.

1. График модуля вектора скорости не может находиться под осью  $Ot$ , поскольку модуль вектора скорости всегда положителен. График проекции вектора скорости может находиться под осью  $Ot$ , поскольку знак зависит проекции вектора скорости от выбора системы координат.

2.



### Упражнение 5.

1. Первый автомобиль двигался с большим ускорением, поскольку его скорость за одинаковые промежутки времени возрастала быстрее.

2.

Дано:

$$t = 30 \text{ с}$$

$$v_1 = 10 \text{ м/с}$$

$$v_2 = 55 \text{ м/с}$$

Найти  $a$ .

Решение.

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t} = \frac{55 \text{ м/с} - 10 \text{ м/с}}{30 \text{ с}} = 1,5 \text{ м/с}^2.$$

Ответ:  $a = 1,5 \text{ м/с}^2$ .

3.

Дано:

$$t = 12 \text{ с}$$

$$v_2 - v_1 = 6 \text{ м/с}$$

Найти  $a$ .

Решение.

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t} = \frac{6 \text{ м/с}}{12 \text{ с}} = 0,5 \text{ м/с}^2.$$

Ответ:  $a = 0,5 \text{ м/с}^2$ .

### Упражнение 6.

1.

Дано:

$$v_1 = 2 \text{ м/с}$$

$$t = 4 \text{ с}$$

$$a = -20 \text{ м/с}^2$$

Найти  $v_2$ .

Решение.

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t} \Rightarrow v_2 = v_1 + at = \\ = 2 \text{ м/с} + (-0,25 \text{ м/с}^2) \cdot 4 \text{ с} = 1 \text{ м/с}.$$

Ответ:  $v_2 = 1 \text{ м/с}$ .

2.

Дано:

$$a = 0,2 \text{ м/с}^2$$

$$v_1 = 0$$

$$v_2 = 2 \text{ м/с}$$

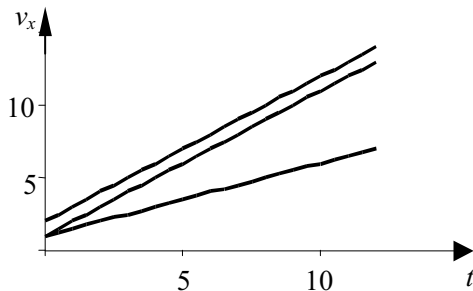
Найти  $t$ .

Решение.

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t} = \frac{v_2}{t} \Rightarrow t = \frac{v_2}{a} = \frac{2 \text{ м/с}}{0,2 \text{ м/с}^2} = 10 \text{ с}.$$

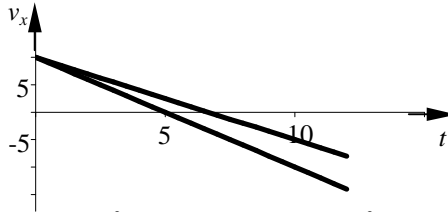
Ответ:  $t = 10 \text{ с}$ .

3.





4.



5. Для тела I:  $a = 0,5 \text{ м/с}^2$ , для тела II:  $a = 1 \text{ м/с}^2$ .

### Упражнение 7.

1.

Дано:

$$t = 5 \text{ с}$$

$$a_x = 0,5 \text{ м/с}^2$$

$$v_{0x} = 18 \text{ км/ч} = 5 \text{ м/с}$$

Найти  $s_x$ .

Решение.

$$s_x = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2} = 5 \text{ м/с} \cdot 5 \text{ с} + \frac{0,5 \text{ м/с}^2 \cdot (5 \text{ с})^2}{2} = 31,25 \text{ м}$$

Ответ:  $s_x = 31,25 \text{ м}$ .

2.

Дано:

$$t = 20 \text{ с}$$

$$a_x = 0,5 \text{ м/с}^2$$

$$v_{0x} = 15 \text{ м/с}$$

Найти  $s_x$ .

Решение.

$$s_x = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}; a_x = -\frac{v_{0x}}{t} \Rightarrow s_x = v_{0x}t - \frac{v_{0x}t^2}{2t} = \frac{v_{0x}t}{2} = 15 \text{ м/с} \cdot 20 \text{ с} / 2 = 150 \text{ м}$$

Ответ:  $s_x = 150 \text{ м}$ .

### Упражнение 8.

1.

Дано:

$$s_3 = 2 \text{ м}$$

$$t_1 = 1 \text{ с}$$

Найти  $s_1, a$ .

Решение.

$$s_1 : s_2 : s_3 = 1 : 3 : 5; s_1 : 2 \text{ м} = 1 : 5 \Rightarrow s_1 = 2 \text{ м} / 5 = 0,4 \text{ м};$$

$$s_1 = \frac{at_1^2}{2} \Rightarrow a = \frac{2s_1}{t_1^2} = \frac{2 \cdot 0,4 \text{ м}}{(1 \text{ с})^2} = 0,8 \text{ м/с}^2$$

Ответ:  $s_1 = 0,4 \text{ м}, a = 0,8 \text{ м/с}^2$ .

2.

Дано:

$$s_5 = 6,3 \text{ м}$$

$$t_1 = 1 \text{ с}$$

$$t_5 = 5 \text{ с}$$

Найти  $v_5$ .

Решение.

$$s_1 : s_2 : s_3 : s_4 : s_5 = 1 : 3 : 5 : 7 : 9; s_1 : 6,3 \text{ м} = 1 : 9 \Rightarrow s_1 = 6,3 \text{ м} / 9 = 0,7 \text{ м};$$

$$s_1 = \frac{at_1^2}{2} \Rightarrow a = \frac{2s_1}{t_1^2} = \frac{2 \cdot 0,7 \text{ м}}{(1 \text{ с})^2} = 1,4 \text{ м/с}^2;$$

$$v_5 = at_5 = 1,4 \text{ м/с}^2 \cdot 5 \text{ с} = 7 \text{ м/с}$$

Ответ:  $v_5 = 7 \text{ м/с}$ .

## Упражнение 9.

- 2 м/с; 0.
- Нет, поскольку и дерево, и вокзал жестко связаны с другой системой отсчета — Землей.
- При условии неподвижности этих тел относительно друг друга.
- 900 км/ч=250 м/с.

5\*.

Дано:	Решение.
$v_1 = 90 \text{ км/ч} = 25 \text{ м/с}$	$v_B = v_1 + v_2 = 25 \text{ м/с} + 223 \text{ м/с} = 248 \text{ м/с};$
$v_2 = 223 \text{ м/с}$	$v_3 = v_2 - v_1 = 223 \text{ м/с} - 25 \text{ м/с} = 198 \text{ м/с}$
Найти $v_B, v_3$ .	Ответ: $v_B = 248 \text{ м/с}; v_3 = 198 \text{ м/с}$ .

## Упражнение 10.

Закон инерции выполняется в системе отсчета, связанной с Землей и в системе отсчета, связанной с поездом во время его прямолинейного и равномерного движения; не выполняется в системе отсчета, связанной с поездом во время его торможения. Инерциальной системой можно считать землю, а поезд — нельзя.

## Упражнение 11.

1.

Дано:	Решение.
$a = 0,8 \text{ м/с}^2$	По 2-ому закону Ньютона:
$m = 50 \text{ кг}$	$F = ma = 50 \text{ кг} \cdot 0,8 \text{ м/с}^2 = 40 \text{ Н}$ .
Найти $F$ .	Ответ: $F = 40 \text{ Н}$ .

2.

Дано:	Решение.
$t = 20 \text{ с}$	$F = ma$ — 2-ой закон Ньютона.
$v = 4 \text{ м/с}$	$a = \frac{v}{t} \Rightarrow F = \frac{mv}{t} = \frac{1,84 \cdot 10^5 \text{ кг} \cdot 4 \text{ м/с}}{20 \text{ с}} =$
$m = 184 \text{ т} = 1,84 \cdot 10^5 \text{ кг}$	$= 36800 \text{ Н} = 36,8 \text{ кН}$ .
Найти $F$ .	Ответ: $F = 36,8 \text{ кН}$ .

3.

Дано:	Решение.
$m_1 = m_2$	По 2-ому закону Ньютона:
$a_1 = 0,08 \text{ м/с}^2$	$F_1 = m_1 a_1; F_2 = m_2 a_2$ . Т.к. $m_1 = m_2$ , то получаем:
$a_2 = 0,64 \text{ м/с}^2$	$\frac{F_1}{a_1} = \frac{F_2}{a_2} \Rightarrow F_2 = \frac{a_2 F_1}{a_1} = \frac{0,64 \text{ м/с}^2 \cdot 1,2 \text{ Н}}{0,08 \text{ м/с}^2} = 9,6 \text{ Н}$ .
$F_1 = 1,2 \text{ Н}$	Ответ: $F_2 = 9,6 \text{ Н}$ .
Найти $F_2$ .	

4.

Дано:

$$m = 0,5 \text{ кг}$$

$$F_A = 10 \text{ Н}$$

$$F_T = 5 \text{ Н}$$

$$F_C = 2 \text{ Н}$$

Решение.

По 2-ому закону Ньютона:  $F = ma$ .

$$F = F_A - F_T - F_C \Rightarrow F_A - F_T - F_C = ma \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a = \frac{F_A - F_T - F_C}{m} = \frac{10 \text{ Н} - 5 \text{ Н} - 2 \text{ Н}}{0,5 \text{ кг}} = 6 \text{ м/с}^2.$$

Найти  $F_2$ .

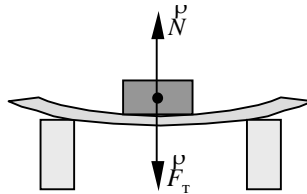
Ответ:  $a = 6 \text{ м/с}^2$ .

5. При движении вверх скорость и перемещение противоположно направлены с силой тяжести, ускорение — сонаправлено. При движении вниз скорость, перемещение и ускорение сонаправлены с силой тяжести.

6. Ускорение всегда сонаправлено с равнодействующей приложенных к телу сил. Скорость и перемещение могут быть как сонаправлены с равнодействующей приложенных к телу сил, так и противоположно направлены.

### Упражнение 12.

1. На тело действуют сила тяжести  $F_T^{\text{п}}$  и сила реакции опоры  $N^{\text{п}}$  (см. рис.).



2. Не превысит, т.к. равнодействующая приложенных сил на динамометр равна 0.

3.

Дано:

$$m_1 = 0,5 \text{ кг}$$

$$m_2 = 1,5 \text{ кг}$$

$$a = 0,2 \text{ м/с}^2$$

Решение.

1) По 2-ому закону Ньютона:

$$F_{2x} = m_2 a_x = 1,5 \text{ кг} \cdot 0,2 \text{ м/с}^2 = 0,3 \text{ Н}.$$

По 3-му закону Ньютона:  $F_{1x} = -F_{2x} = -0,3 \text{ Н}.$

2) По 2-ому закону Ньютона:

$$F_{1x} = m_1 a_x = 0,5 \text{ кг} \cdot 0,2 \text{ м/с}^2 = 0,1 \text{ Н}.$$

По 3-му закону Ньютона:  $F_{2x} = -F_{1x} = -0,1 \text{ Н}.$

3) В первом случае нить между тележками натянута сильнее.

4) По 2-ому закону Ньютона:

$$F_x = (m_1 + m_2) a_x = (0,5 \text{ кг} + 1,5 \text{ кг}) \cdot 0,2 \text{ м/с}^2 = 0,4 \text{ Н}.$$

Найти  $F_{1x}$ ,  
 $F_{2x}$ ,  $F_x$ .

Ответ: 1)  $F_{1x} = -0,3 \text{ Н}$ ,  $F_{2x} = 0,3 \text{ Н}$ ; 2)  $F_{1x} = 0,1 \text{ Н}$ ,  $F_{2x} = -0,1 \text{ Н}$ ; 3) в первом случае; 4)  $F_x = 0,4 \text{ Н}.$

### Упражнение 13.

1.

Дано:  
 $g \approx 10 \text{ м/с}^2$   
 $t = 2 \text{ с}$

Решение.

$$h = \frac{gt^2}{2} = \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot (2 \text{ с})^2}{2} = 20 \text{ м.}$$

Найти  $h$ .

Ответ:  $h = 20 \text{ м}$ .

2.

Дано:  
 $g \approx 10 \text{ м/с}^2$   
 $h = 80 \text{ см} = 0,8 \text{ м}$

Решение.

$$h = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,8 \text{ м}}{10 \text{ м/с}^2}} = 0,4 \text{ с.}$$

Найти  $t$ .

Ответ:  $t = 0,4 \text{ с}$ .

3.

Дано:  
 $g \approx 10 \text{ м/с}^2$   
 $h = 45 \text{ м}$   
 $t_1 = 1 \text{ с}$   
 $\Delta t = 1 \text{ с}$

Решение.

$$h = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 45 \text{ м}}{10 \text{ м/с}^2}} = 3 \text{ с};$$

$$s_1 = \frac{gt_1^2}{2} = \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot (1 \text{ с})^2}{2} = 5 \text{ м};$$

$$s_2 = \frac{gt^2}{2} - \frac{g(t - \Delta t)^2}{2} =$$
$$= \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot (3 \text{ с})^2}{2} - \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot (3 \text{ с} - 1 \text{ с})^2}{2} = 5 \text{ м}$$

Найти  $t, s_1, s_2$ .

Ответ:  $t = 3 \text{ с}, s_1 = 5 \text{ м}, s_2 = 25 \text{ м}$ .

### Упражнение 14.

Дано:  
 $v = 9,8 \text{ м/с}$   
 $v_1 = 0$   
 $g = 9,8 \text{ м/с}^2$

Решение.

$$g = \frac{v - v_1}{t} = \frac{v}{t} \Rightarrow t = \frac{v}{g} = \frac{9,8 \text{ м/с}}{9,8 \text{ м/с}^2} = 1 \text{ с};$$

$$s = vt - \frac{gt^2}{2} = 9,8 \text{ м/с} \cdot 1 \text{ с} - \frac{9,8 \text{ м/с}^2 \cdot (1 \text{ с})^2}{2} = 4,9 \text{ м.}$$

Найти  $t, s$ .

Ответ:  $t = 1 \text{ с}, s = 4,9 \text{ м}$ .

### Упражнение 15.

1. Все тела падают на землю под действием силы тяжести.

2. Станция удаляется от Земли, приближаясь к Луне. Из-за изменений расстояний между планетами и станцией сила ее притяжения к Земле уменьшается, а сила притяжения к Луне

увеличивается. Когда станция находится на середине, она сильнее притягивается к Земле, т.к. масса Земли больше массы Луны.

3. Нет.

4. а) действовала; б) притяжение Земли; в) из-за действия силы тяжести.

5. Да, притягивается, но эта сила гораздо меньше силы тяжести из-за расстояний. Луна также притягивается к этому человеку.

### Упражнение 16.

1.

Дано:

$$g \approx 10 \text{ м/с}^2$$

$$m_1 = 2,5 \text{ кг}$$

$$m_2 = 600 \text{ г} = 0,6 \text{ кг}$$

$$m_3 = 1,2 \text{ т} = 1200 \text{ кг}$$

$$m_4 = 50 \text{ т} = 50000 \text{ кг}$$

Найти  $F_{T1}, F_{T2}, F_{T3}, F_{T4}$ .

Решение.

$$F_T = mg \Rightarrow$$

$$F_{T1} = 10 \text{ м/с}^2 \cdot 2,5 \text{ кг} = 25 \text{ Н};$$

$$F_{T2} = 10 \text{ м/с}^2 \cdot 0,6 \text{ кг} = 6 \text{ Н};$$

$$F_{T3} = 10 \text{ м/с}^2 \cdot 1200 \text{ кг} = 12000 \text{ Н} = 12 \text{ кН};$$

$$F_{T4} = 10 \text{ м/с}^2 \cdot 50000 \text{ кг} = 5 \cdot 10^5 \text{ Н} = 500 \text{ кН}.$$

Ответ: 25 Н; 6 Н; 12 кН; 500 кН.

2.

Дано:

$$g \approx 10 \text{ м/с}^2; m = 64 \text{ кг}$$

Найти  $F_T$ .

Решение.

$$F_T = mg = 64 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 640 \text{ Н}.$$

Ответ:  $F_T = 640 \text{ Н}$ .

3.

Дано:

$$g \approx 10 \text{ м/с}^2;$$

$$F_T = 819,3 \text{ Н}$$

Найти  $F_T$ .

Решение.

$$F_T = mg \Rightarrow m = \frac{F_T}{g} = \frac{819,3 \text{ Н}}{10 \text{ м/с}^2} = 81,93 \text{ кг}.$$

Ответ:  $m = 81,93 \text{ кг}$ .

4. Нет, поскольку высота полета сравнима с размерами Земли. Силу тяжести можно рассчитать по формуле:  $F_T = G \frac{M_3 m_p}{(R_3 + h)^2}$ ; где  $h$  — высота над Землей.

5. На ястреба действует сила тяжести, и если он сложит крылья, то он упадет на Землю.

6. На расстоянии  $2R_3$ ;  $3R_3$  ( $R_3$  — радиус Земли), поскольку  $F_T \sim \frac{1}{(R_3 + h)^2}$

### Упражнение 17.

1. Сила  $\vec{F}$  могла действовать только в направлении 3.

2. Сила действовала на шарик на участках 0-3, 7-9, 10-12, 16-19. Шарик поворачивался под действием внешних сил.

3. Сила действовала на тело наверняка на участках АВ, СD. На тело могла действовать сила и на остальных участках.

## Упражнение 18.

1.

Дано:  
 $r = 21 \text{ см} = 0,21 \text{ м}$   
 $v = 20 \text{ м/с}$

Решение.

$$a = \frac{v^2}{r} = \frac{(20 \text{ м/с})^2}{0,21 \text{ м}} \approx 19 \text{ м/с}^2.$$

Найти  $a$ .

Ответ:  $a \approx 19 \text{ м/с}^2$ .

2.

Дано:  
 $R = 2 \text{ см} = 0,02 \text{ м}$   
 $T = 60 \text{ с}$

Решение.

$$a = \frac{v^2}{R}; v = \frac{l}{T} = \frac{2\pi R}{T} \Rightarrow a = \frac{4\pi^2 R^2}{T^2 R} = \frac{4\pi^2 R}{T^2} =$$

$$= \frac{4 \cdot (3,14)^2 \cdot 0,02 \text{ м}}{(60 \text{ с})^2} \approx 2 \cdot 10^{-4} \text{ м/с}^2.$$

Найти  $a$ .

Ответ:  $a \approx 2 \cdot 10^{-4} \text{ м/с}^2$ .

3.  $a_1 = \frac{v^2}{r}; a_2 = \frac{v^2}{r/2} = 2 \cdot \frac{v^2}{r} = 2a_1 \Rightarrow$  утверждение верно.

4.

Дано:  
 $T_1 = 3600 \text{ с}$   
 $T_2 = 60 \text{ с}$

Решение.

$$a_1 = \frac{v_1^2}{R} = \frac{(2\pi R/T_1)^2}{R} = \frac{4\pi^2 R}{T_1^2}. \text{ Аналогично } a_2 = \frac{4\pi^2 R}{T_2^2}.$$

$$\text{Следовательно, } \frac{a_1}{a_2} = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{3600 \text{ с}}{60 \text{ с}}\right)^2 = 3600.$$

Найти  $\frac{a_1}{a_2}$ .

Ответ:  $\frac{a_1}{a_2} = 3600$ .

5.

Дано:  
 $M_3 = 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$   
 $M_{\text{л}} = 6 \cdot 10^{22} \text{ кг}$   
 $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$   
 $r = 384000 \text{ км} =$   
 $= 3,84 \cdot 10^8 \text{ м}$

Решение.

$$\text{а) } F_{\text{гп}} = G \frac{M_3 M_{\text{л}}}{r^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \times$$

$$\times \frac{6 \cdot 10^{24} \text{ кг} \cdot 7 \cdot 10^{22} \text{ кг}}{(3,84 \cdot 10^8 \text{ м})^2} \approx 1,9 \cdot 10^{20} \text{ Н};$$

$$\text{б) } a_{\text{ц}} = \frac{F_{\text{гп}}}{M_3} = \frac{1,9 \cdot 10^{20} \text{ Н}}{6 \cdot 10^{24} \text{ кг}} \approx 3,17 \cdot 10^{-5} \text{ м/с}^2;$$

$$\text{в) } v = \sqrt{a_{\text{ц}} r} = \sqrt{3,17 \cdot 10^{-5} \text{ м/с}^2 \cdot 3,84 \cdot 10^8 \text{ м}} \approx 110,3 \text{ м/с}.$$

Найти  $F_{\text{гп}}, a_{\text{ц}}, v$ .

Ответ:  $F_{\text{гп}} \approx 1,9 \cdot 10^{20} \text{ Н}, v \approx 110,3 \text{ м/с},$   
 $a_{\text{ц}} = 3,17 \cdot 10^{-5} \text{ м/с}^2.$

## Упражнение 19.

1.

Дано:

$$h = 2600 \text{ км} = 2,6 \cdot 10^6 \text{ м}$$

$$M_3 = 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$$

$$R_3 = 6,4 \cdot 10^6 \text{ м}$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$$

Найти  $v$ .

Решение.

$$v \approx \sqrt{G \frac{M_3}{R_3 + h}} =$$

$$= \sqrt{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \cdot \frac{6 \cdot 10^{24} \text{ кг}}{(2,6 \cdot 10^6 \text{ м} + 6,4 \cdot 10^6 \text{ м})}} =$$

$$= 6690 \text{ м/с} = 6,69 \text{ км/с.}$$

Ответ:  $v = 6,69 \text{ км/с.}$

2.

Дано:

$$v = 1,67 \text{ км/с} = 1,67 \cdot 10^3 \text{ м/с}$$

$$g_{\text{л}} \approx 1,6 \text{ м/с}^2$$

Найти  $r_{\text{л}}$ .

Решение.

$$r_{\text{л}} = \frac{v^2}{g_{\text{л}}} \Rightarrow r_{\text{л}} = \frac{v^2}{g_{\text{л}}} = \frac{(1,67 \cdot 10^3 \text{ м/с})^2}{1,6 \text{ м/с}^2} =$$

$$= 1,7 \cdot 10^6 \text{ м} = 1,7 \cdot 10^3 \text{ км.}$$

Ответ:  $r_{\text{л}} = 1,7 \cdot 10^3 \text{ км.}$

## Упражнение 21.

1.

Дано:

$$v_{1x} = -v_{2x} = 0,1 \text{ м/с}$$

$$m = 0,2 \text{ кг}$$

Найти  $p_{1x}, p_{2x}$ .

Решение.

$$p_{1x} = m v_{1x} = 0,2 \text{ кг} \cdot 0,1 \text{ м/с} = 0,02 \text{ кг} \cdot \text{м/с};$$

$$p_{2x} = -p_{1x} = -0,02 \text{ кг} \cdot \text{м/с.}$$

Векторы импульсов машин не равны, т.к. они противоположно направлены. Модули векторов импульсов равны.

Ответ:  $p_{1x} = 0,02 \text{ кг} \cdot \text{м/с}; p_{2x} = -0,02 \text{ кг} \cdot \text{м/с.}$

2.

Дано:

$$v_1 = 54 \text{ км/ч} = 15 \text{ м/с}$$

$$v_2 = 72 \text{ км/ч} = 20 \text{ м/с}$$

$$m = 1 \text{ т} = 1000 \text{ кг}$$

Найти  $\Delta p$ .

Решение.

$$\Delta p = m \Delta v = m(v_2 - v_1) =$$

$$= 1000 \text{ кг} \cdot (20 \text{ м/с} - 15 \text{ м/с}) = 5000 \text{ кг} \cdot \text{м/с.}$$

Ответ:  $\Delta p = 5000 \text{ кг} \cdot \text{м/с.}$

## Упражнение 21.

1. По закону сохранения импульса, лодка начнет двигаться в сторону, противоположную движению человека.

2.

Дано:  
 $m_1 = 35 \text{ т}$   
 $m_2 = 28 \text{ т}$   
 $v_2 = 0,5 \text{ м/с}$

Решение.  
Запишем закон сохранения импульса:

$$m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v_2 \Rightarrow v_1 = \frac{m_1 + m_2}{m_1} v_2 = \\ = \frac{35 \text{ т} + 28 \text{ т}}{35 \text{ т}} \cdot 0,5 \text{ м/с} = 0,9 \text{ м/с}.$$

Найти  $v_1$ .

Ответ:  $v_1 = 0,9 \text{ м/с}$ .

### Упражнение 22.

1.

Дано:  
 $v_{\text{л}} = 2 \text{ м/с}$   
 $m_{\text{в}} = 5 \text{ кг}$   
 $v_{\text{в}} = 8 \text{ м/с}$   
 $m_{\text{л}} = 200 \text{ кг}$

Решение.

Запишем закон сохранения импульса:

$$(m_{\text{л}} + m_{\text{в}}) v_{\text{л}} + m_{\text{в}} v_{\text{в}} = m_{\text{л}} v \Rightarrow v = \frac{(m_{\text{л}} + m_{\text{в}}) v_{\text{л}} + m_{\text{в}} v_{\text{в}}}{m_{\text{л}}} = \\ = \frac{(200 \text{ кг} + 5 \text{ кг}) \cdot 2 \text{ м/с} + 5 \text{ кг} \cdot 8 \text{ м/с}}{200 \text{ кг}} = 2,25 \text{ м/с}.$$

Найти  $v$ .

Ответ:  $v = 2,25 \text{ м/с}$ .

2.

Дано:  
 $m_{\text{р}} = 300 \text{ г} = 0,3 \text{ кг}$   
 $m_{\text{п}} = 100 \text{ г} = 0,1 \text{ кг}$   
 $v_{\text{п}} = 100 \text{ м/с}$

Решение.

Запишем закон сохранения импульса:

$$m_{\text{р}} v_{\text{р}} = m_{\text{п}} v_{\text{п}} \Rightarrow v_{\text{р}} = \frac{m_{\text{п}} v_{\text{п}}}{m_{\text{р}}} = \frac{0,1 \text{ кг} \cdot 100 \text{ м/с}}{0,3 \text{ кг}} \approx 33,3 \text{ м/с}$$

Найти  $v_{\text{р}}$ .

Ответ:  $v_{\text{р}} \approx 33,3 \text{ м/с}$ .

### Упражнение 23.

1. Колебательными системами являются б, г, е. Не являются колебательными а, в, д.

2. а) Под действием сил упругости шнуров; б) нет; в) шнур, диск; г) да, является.

### Упражнение 24.

1. Амплитуда  $A$ , частота  $\nu$ , период  $T$  — постоянные;  $F$ ,  $v$  — переменные.

2.

Дано:  
 $\nu = 2 \text{ Гц}$

Решение.

$$T = \frac{1}{\nu} = \frac{1}{2 \text{ Гц}} = 0,5 \text{ с}.$$

Найти  $T$ .

Ответ:  $T = 0,5 \text{ с}$ .



3.

Дано:  
 $T = 0,5 \text{ с}$

Решение.

$$v = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,5 \text{ с}} = 2 \text{ Гц.}$$

Найти  $v$ .

Ответ:  $v = 2 \text{ Гц}$ .

4.

Дано:  
 $n = 600$   
 $t = 1 \text{ мин} = 60 \text{ с}$

Решение.

$$v = \frac{1}{T}; T = \frac{t}{n} \Rightarrow v = \frac{n}{t} = \frac{600}{60 \text{ с}} = 10 \text{ Гц.}$$

Найти  $v$ .

Ответ:  $v = 10 \text{ Гц}$ .

5. 3 см; 6 см; 9 см; 12 см.

6.

Дано:  
 $A = 10 \text{ см}$   
 $v = 0,5 \text{ Гц}$   
 $t = 2 \text{ с}$

Решение.

$$T = \frac{1}{v} = \frac{1}{0,5 \text{ Гц}} = 2 \text{ с.}$$

За 2 с тело совершает полное колебание и пройдет путь  $S = 4A = 40 \text{ см}$ .

Найти  $S$ .

Ответ:  $S = 40 \text{ см}$ .

7. Колеблются в одинаковых фазах в случаях б), д). Колеблются в противоположных фазах в случаях а), в), г), е).

### Упражнение 25.

1.

Направление движения маятника	$F_{\text{упр}}$	$v$	$E_{\text{п}}$	$E_{\text{к}}$	$E_{\text{пол}}$	
					С трением	Без трения
От $B$ к $O$	умень.	увел.	умень.	увел.	умень.	не измен.
От $O$ к $A$	увел.	умень.	увел.	умень.	умень.	не измен.
От $A$ к $O$	умень.	увел.	умень.	увел.	умень.	не измен.
От $O$ к $B$	увел.	умень.	увел.	умень.	умень.	не измен.

2. а) 0,01 Дж; 0 Дж; б) 0 Дж; 0,01 Дж; 0 Дж; в) 0,01 Дж во всех случаях.

### Упражнение 26.

- Способны совершать свободные колебания тела б); е), вынужденные колебания — все тела.
- а) да, например, струна музыкального инструмента; б) нет.

### Упражнение 27.

- а) Вынужденные; б) благодаря колебанию маятника 3; в) частота маятника равна частоте маятника 3; у маятника 2 частота больше, чем у маятника 3; у маятника 4 частота меньше, чем у маятника 3; г) т.к. их длины и соответственно собственные частоты совпадают.
- Мальчик и вода начинают колебаться в противофазе.
- Через 2 с ( $T = 1/\nu = 2$  с).

### Упражнение 28.

1.

Дано:

$$\lambda = 270 \text{ м}$$

$$T = 13,5 \text{ с}$$

Решение.

$$\nu = \frac{\lambda}{T} = \frac{270 \text{ м}}{13,5 \text{ с}} = 20 \text{ м/с.}$$

Найти  $\nu$ .

Ответ:  $\nu = 20$  м/с.

2.

Дано:

$$\nu = 200 \text{ Гц}$$

$$\nu = 340 \text{ м/с}$$

Решение.

$$\lambda = \frac{\nu}{\nu} = \frac{340 \text{ м/с}}{200 \text{ Гц}} = 1,7 \text{ м.}$$

Найти  $\lambda$ .

Ответ:  $\lambda = 1,7$  м.

3.

2.

Дано:

$$\nu = 1,5 \text{ м/с}$$

$$\lambda = 6 \text{ м}$$

Решение.

$$\nu = \frac{\lambda}{T} = \frac{6 \text{ м}}{1,5 \text{ м/с}} = 4 \text{ с.}$$

Найти  $T$ .

Ответ:  $T = 4$  с.

### Упражнение 29.

Летающая птица создает инфразвуковые волны.

### Упражнение 30.

- Комар. Звук, создаваемый им, самый высокий.
- Уменьшится, поскольку частота ее вращения также уменьшится.
- При повышении температуры струна растягивается, период ее колебаний увеличивается, частота и, соответственно, высота звучания уменьшается.

### Упражнение 31.

- Нет, между Землей и Луной нет упругой среды, по которой может распространяться звук.
- Звуковые волны распространяются по нити.

### Упражнение 32.

1.

Дано:

$$\lambda = 2,9 \text{ м}$$

$$T = 0,002 \text{ с}$$

Решение.

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{2,9 \text{ м}}{0,002 \text{ с}} = 1450 \text{ м/с.}$$

Найти  $v$ .

Ответ:  $v = 1450 \text{ м/с.}$

2.

Дано:

$$v_1 = 340 \text{ м/с}$$

$$v_2 = 1483 \text{ м/с}$$

$$v_3 = 5500 \text{ м/с}$$

$$v = 725 \text{ Гц}$$

Решение.

$$\lambda_1 = \frac{v_1}{v} = \frac{340 \text{ м/с}}{725 \text{ Гц}} \approx 0,47 \text{ м}; \lambda_2 = \frac{v_2}{v} = \frac{1483 \text{ м/с}}{725 \text{ Гц}} \approx 2,05 \text{ м};$$

$$\lambda_3 = \frac{v_3}{v} = \frac{5500 \text{ м/с}}{725 \text{ Гц}} \approx 7,59 \text{ м.}$$

Найти  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ .

Ответ:  $\lambda_1 \approx 0,47 \text{ м}, \lambda_2 \approx 2,05 \text{ м}, \lambda_3 \approx 7,59 \text{ м.}$

3. Звук будет распространяться и по металлу, и по воздуху, и человек услышит два удара.

4.

Дано:

$$t_{\text{зв}} = 2 \text{ с}$$

$$v_{\text{зв}} = 340 \text{ м/с}$$

$$t_{\text{пар}} = 34 \text{ с}$$

$$S_{\text{зв}} = S_{\text{пар}}$$

Решение.

$$S_{\text{зв}} = v_{\text{зв}} t_{\text{зв}}; S_{\text{пар}} = v_{\text{пар}} t_{\text{пар}}; S_{\text{зв}} = S_{\text{пар}}; v_{\text{зв}} t_{\text{зв}} = v_{\text{пар}} t_{\text{пар}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_{\text{пар}} = \frac{v_{\text{зв}} t_{\text{зв}}}{t_{\text{пар}}} = \frac{340 \text{ м/с} \cdot 2 \text{ с}}{34 \text{ с}} = 20 \text{ м/с.}$$

Найти  $v_{\text{пар}}$ .

Ответ:  $v_{\text{пар}} = 20 \text{ м/с.}$

5. Когда видимые и слышимые удары начинают совпадать снова, то это значит, что человек слышит предыдущий перед видимым удар.

### Упражнение 33.

1. Существует.

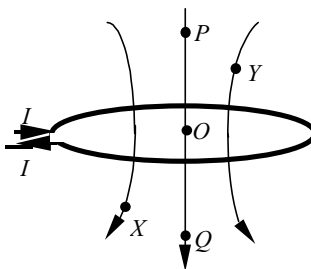
2. Магнитное поле будет действовать на стрелку с наибольшей силой в точке  $N$ , с наименьшей — в точке  $M$ . С расстоянием магнитное поле ослабевает.

### Упражнение 34.

1. а) Есть, это точки  $D$  и  $C$ ; б) в точке  $A$ .

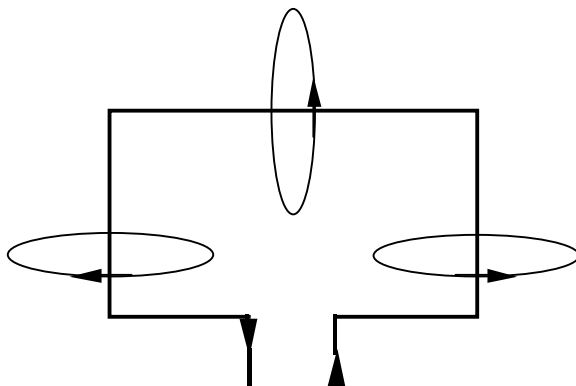
2.

На пары точек  $P - Q$ ,  $X - Y$  со стороны неоднородного магнитного поля действуют силы, одинаковые как по модулю, так и по направлению, т.к.  $PO = QO$ ,  $XO = YO$ .

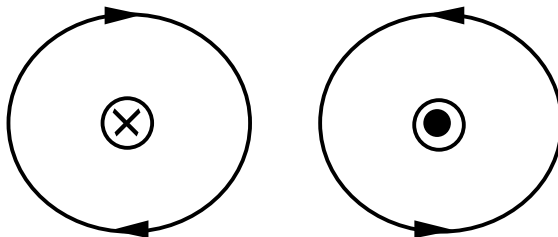


### Упражнение 35.

1.



2.



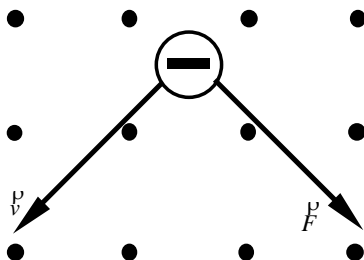
3. Северный полюс находится справа, а южный слева. Их положение можно изменить, поменяв полярность соленоида.
4. Ток будет течь от точки  $S$  к точке  $N$ .
5. Справа — северный полюс, слева — южный (по правилу правой руки).
6. В первом случае взаимодействие обусловлено магнитными силами, во втором — кулоновскими.

### Упражнение 36.

1. По правилу левой руки определяем, что вправо.
2. По правилу левой руки определяем, что ток течет от точки  $B$  к точке  $A$ , и, следовательно, верхний полюс источника тока подключен к отрицательному полюсу, а нижний — к положительному.

3. На левом рисунке: левый проводник движется вверх; правый проводник — вниз. На правом рисунке: левый проводник движется вниз; правый проводник — вверх.

4.



5. По правилу левой руки определяем, что это положительно заряженная частица.

### Упражнение 37.

1.

Дано:

$$I = 4 \text{ А}; F = 0,2 \text{ Н}$$

$$l = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$$

Решение.

$$B = \frac{F}{Il} = \frac{0,2 \text{ Н}}{0,1 \text{ м} \cdot 4 \text{ А}} = 0,5 \text{ Тл.}$$

Найти  $B$ .

Ответ:  $B = 0,5 \text{ Тл.}$

2. Магнитная индукция не изменяется, она постоянная величина. Изменяется только сила, действующая на проводник — она так же, как и ток, уменьшается в 2 раза.

### Упражнение 38.

Магнитный поток, пронизывающий катушку  $K_2$ , можно менять путем изменения взаимной ориентации катушек и изменением силы тока реостатом  $R$  или замыканием-размыканием ключа  $K$ .

### Упражнение 39.

1. Изменить магнитный поток через катушку  $K_2$  путем, описанным в упражнении 38.

2. Индукционный ток возникает в случае г), не возникает в случаях а), б), в), д).

### Упражнение 40.

1.

Дано:

| Решение.

$v = 50 \text{ Гц}$	$T = \frac{1}{v} = \frac{1}{50 \text{ Гц}} = 0,02 \text{ с.}$
---------------------	---

Найти $T$ .	Ответ: $T = 0,02 \text{ с.}$
-------------	------------------------------

2. По графику находим, что  $T = \frac{1}{60} \text{ с}$ ,  $v = \frac{1}{T} = \frac{1}{(1/60)\text{с}} = 60 \text{ Гц}$ ;

$A = 2 \text{ мА}$ .

### Упражнение 41.

Эти поля ничем не отличаются и существовали бы без катушки  $S$ .

### Упражнение 42.

1.

Дано: $T = 10^{-7} \text{ с}$	Решение.
----------------------------------	----------

$v = \frac{1}{T} = \frac{1}{10^{-7} \text{ с}} = 10^7 \text{ Гц.}$
--

Найти $v$ .	Ответ: $v = 10^7 \text{ Гц.}$
-------------	-------------------------------

2.

Дано: $t = 8,3 \cdot 10^{-7} \text{ с}$ $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$	Решение.
--	----------

$S = ct = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с} \cdot 8,3 \cdot 10^{-7} \text{ с} = 249 \text{ м.}$
--

Найти $S$ .	Ответ: $S = 249 \text{ м.}$
-------------	-----------------------------

3.

Дано: $\lambda = 600 \text{ м}$ $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$	Решение.
--	----------

$v = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{600 \text{ м}} = 5 \cdot 10^5 \text{ Гц.}$
---

Найти $v$ .	Ответ: $v = 5 \cdot 10^5 \text{ Гц.}$
-------------	---------------------------------------

4. Зная скорость распространения сигнала  $c$  (она равна скорости света) и время его распространения  $t$ , нетрудно рассчитать пройденное расстояние  $S$ . За время  $t$  сигнал пройдет расстояние  $S$  туда и обратно, и, следовательно:  $S = ct/2$ .

5. Нет, звуковые волны не распространяются в вакууме.

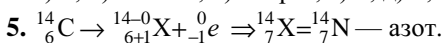
### Упражнение 43.

1.  $^{12}_6\text{C}$  — 12 а.е.м., 6;  $^6_3\text{Li}$  — 6 а.е.м., 3;  $^{40}_{20}\text{Ca}$  — 40 а.е.м., 20.

2. 6, 3, 20.

3.  $n = \frac{6 \text{ а.е.м.}}{1 \text{ а.е.м.}} = 6 \text{ раз.}$

4. а) 9; б) 9 а.е.м.; в) в 9 раз; г) 4; д) 4; е) 4; ж) 4.



### Упражнение 44.

${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{H}$ . Имеем:  $7 + 2 = 8 + 1$ ,  $9 = 9$ . Следовательно, закон сохранения заряда выполняется.

### Упражнение 45.

1. В ядре атома бериллия  ${}^9_4\text{Be}$  нуклонов — 9; протонов — 4; нейтронов —  $N = A + Z = 9 - 4 = 5$ .

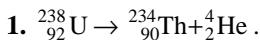
2.  ${}^{39}_{19}\text{K}$ . а)  $Z = 19$ ; б)  $N_p = Z = 19$ ; в)  $Q = 19$  (в элементарных электрических зарядах); г)  $N_e = N_p = 19$ ; д) 19; е) 39; ж)  $A = 39$ ; з)  $N = A - Z = 39 - 19 = 20$ ; и)  $m = 39$  а.е.м.

3. Число протонов (соответственно, электронов) в атоме равно его порядковому номеру в таблице Менделеева, следовательно: а) литий; б) фтор.

### Упражнение 46.

Эти атомы имеют одинаковые массы, но их химические свойства различны. Это объясняется тем, что у них разные зарядовые числа, а, значит, и количество электронов.

### Упражнение 47.



2.  ${}^{234}_{90}\text{Th} \rightarrow {}^{234}_{91}\text{Pa} + {}^0_{-1}e + {}^0_0\tilde{\nu}$ ;  ${}^{234}_{91}\text{Pa} \rightarrow {}^{234}_{92}\text{U} + {}^0_{-1}e + {}^0_0\tilde{\nu}$ . Следовательно, в результате двух  $\beta$ -распадов.

### Упражнение 48.

Т.к. нуклоны имеют массу, то между ними действуют силы гравитационного притяжения.

## Задачи, предлагаемые для повторения и при 3 часах физики в неделю.

1. Для вектора  $\vec{a}$  имеем: а)  $(0,5;5)$ ,  $(0,5;2)$ ; б)  $a_y = 2 - 5 = -3$ ; в)  $|a_y| = 3$ ; г)  $|\vec{a}| = \sqrt{(0,5 - 0,5)^2 + (2 - 5)^2} = 3$ .

Для вектора  $\vec{b}$  имеем: а)  $(1;0)$ ,  $(4;4)$ ; б)  $b_y = 4 - 0 = 4$ ; в)  $|b_y| = 4$ ; г)  $|\vec{b}| = \sqrt{(4 - 1)^2 + (4 - 0)^2} = 5$ .

Для вектора  $\vec{c}$  имеем: а)  $(4;1)$ ,  $(6;1)$ ; б)  $c_y = 1 - 1 = 0$ ; в)  $|c_y| = 0$ ; г)  $|\vec{c}| = \sqrt{(6 - 4)^2 - (1 - 1)^2} = 2$ .

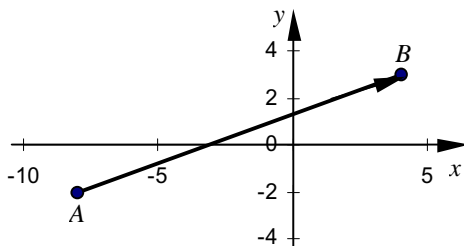
Для вектора  $\vec{d}$  имеем: а)  $(6;0)$ ,  $(3;-4)$ ; б)  $d_y = -4 - 0 = -4$ ; в)  $|d_y| = 4$ ; г)  $|\vec{d}| = \sqrt{(3 - 6)^2 + (-4 - 0)^2} = 5$

Для вектора  $\vec{e}$  имеем: а)  $(0,5;-4)$ ,  $(0,5;-1)$ ; б)  $e_y = -1 - (-4) = 3$ ; в)  $|e_y| = 3$ ; г)  $|\vec{e}| = \sqrt{(0,5 - 0,5)^2 + (-1 - (-4))^2} = 3$ .

2.  $a_x = 0$ ,  $b_x = |\vec{b}|$ ,  $c_x = 0$ ,  $d_x = -|\vec{d}|$ .

3. а)  $A(0;2)$ ,  $B(12;-3)$ ; б)  $s_x = 12 - 0 = 12$ ,  $s_y = -3 - 2 = -5$ ; в)  $|s_x| = 12$ ,  $|s_y| = 5$ ; г)  $|\vec{s}| = \sqrt{(12 - 0)^2 + (-3 - 2)^2} = 13$ .

4.



$s_{AB} = \sqrt{(4 - (-8))^2 + (3 - (-2))^2} = 13$ . Так как путь не может превысить перемещения (модуль которого есть наименьшее расстояние между начальной и конечной точками пути), то он может быть либо равен, либо больше перемещения, но ни в коем случае не меньше его.

5. Прямолинейным равномерным движением называется такое движение, при котором за одинаковые промежутки времени тело совершает одинаковые перемещения вдоль некоторой оси (так как движение прямолинейное). Поэтому  $s_x = v_x t$ , где  $v_x$  — постоянная



величина, характеризующая скорость перемещения. Исходя из уравнения  $x = x_0 + s_x$ , получим  $x = x_0 + v_x t$ .

**6.**

Дано:

$$v_x = 5 \text{ м/с}; x_0 = 3 \text{ м}$$

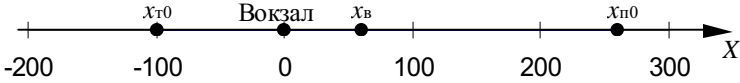
Найти  $x(t)$ .

Решение.

$$x(t) = x_0 + v_x t \Rightarrow x(t) = 3 + 5t.$$

Ответ:  $x(t) = (3 + 5t) \text{ м}$ .

**7.**



Дано:

$$x_{п} = 260 - 10t$$

$$x_{т} = -100 + 8t$$

Найти  $x_{п0}$ ,

$x_{т0}$ ,  $t$ ,  $x_{в}$ .

Решение.

В начальный момент наблюдения:

$$x_{п0} = 260 - 10 \cdot 0 = 260; x_{т0} = -100 + 8 \cdot 0 = -100.$$

В момент встречи:  $x_{п} = x_{т}$  или  $260 - 10t = -100 + 8t$ .

Отсюда находим момент времени встречи:  $t = 20 \text{ с}$ .

$$x_{в} = 260 - 10 \cdot 20 = -100 + 8 \cdot 20 = 60 \text{ м}.$$

Ответ:  $x_{п0} = 260$ ,  $x_{т0} = -100$ ,  $t = 20 \text{ с}$ ,  $x_{в} = 60 \text{ м}$ .

**8.** Согласно графику: плот был спущен ниже стоянки на 10 метров.

По графику определим  $x_0 = -10$ ;  $v_x = 10 \text{ м/5с} = 2 \text{ м/с}$ ;  $x = -10 + 2t$ .

**9.**

Дано:

$$t = 2 \text{ с}$$

$$v_0 = 0$$

$$v = 3 \text{ м/с}$$

$$v_1 = 4,5 \text{ м/с}$$

Найти  $t_1$ ,  $s$ .

Решение.

$$a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{v}{t}; t_1 = \frac{v_1}{a} = \frac{v_1 t}{v} = \frac{4,5 \text{ м/с} \cdot 2 \text{ с}}{3 \text{ м/с}} = 3 \text{ с};$$

$$s = \frac{at_1^2}{2} = \frac{vv_1^2 t^2}{2v^2} = \frac{v_1^2 t}{2v} = \frac{(4,5 \text{ м/с})^2 \cdot 2 \text{ с}}{2 \cdot 3 \text{ м/с}} = 6,75 \text{ м}.$$

Ответ:  $t_1 = 3 \text{ с}$ ,  $s = 6,75 \text{ м}$ .

$$10. \ s = v_0 t + \frac{a t^2}{2} = t \left( v_0 + \frac{a t}{2} \right) = \frac{t}{2} (v_0 + (v_0 + a t)) = \frac{v_0 + v}{2} t.$$

$$11. \ s = v_0 t + \frac{a t^2}{2}; a = \frac{v - v_0}{t}; s = v_0 t + \frac{(v - v_0)t^2}{2t} = \frac{v_0 + v}{2} t;$$

$$\left( \frac{v}{a}, s \right) = \left( \frac{v - v_0}{t}, \frac{v_0 + v}{2} t \right) = \frac{1}{2} \cdot ((v, v_0) + v^2 - v_0^2 - (v_0, v)) = \frac{v^2 - v_0^2}{2} \Rightarrow$$

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

**12.**

Дано:

$$t_x = 0,3 \text{ с}$$

Решение.

$$s = 0,43 \text{ м}$$

$$v_{\text{ср}} = \frac{s}{t} = \frac{0,43 \text{ м}}{0,3 \text{ с}} \approx 1,43 \text{ м/с.}$$

$$a = \frac{2s}{t^2}; \quad v = at = \frac{2s}{t} = \frac{2 \cdot 0,43 \text{ м}}{0,3 \text{ с}} \approx 2,87 \text{ м/с.}$$

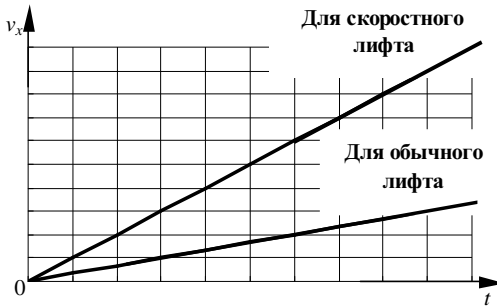
Найти  $v_{\text{ср}}$ ,  $v$ .

Ответ:  $v_{\text{ср}} \approx 1,43 \text{ м/с}$ ,  $v \approx 2,87 \text{ м/с}$ .

13.  $s_{\text{об}} = \frac{a_{\text{об}} t^2}{2}$ ;  $s_{\text{ск}} = \frac{a_{\text{ск}} t^2}{2} = \frac{3a_{\text{об}} t^2}{2} = 3s_{\text{об}} \Rightarrow$  В 3 раза больше.

$v_{\text{ск}} = a_{\text{ск}} t = 3a_{\text{об}} t = 3v_{\text{об}} \Rightarrow$  В 3 раза больше.

14.



15.

Дано:

$$v_x(t) = 10 + 0,5t$$

Решение.

$$v_{0x} = v_x(0) = 10 + 0,5 \cdot 0 = 10 \text{ м/с}; \quad a = 0,5 \text{ м/с}^2.$$

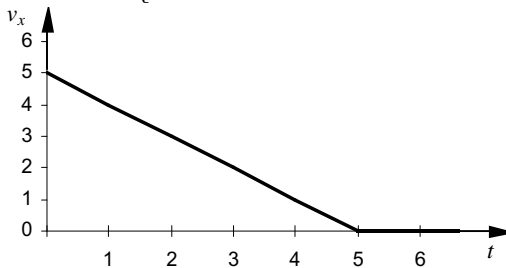
С течением времени модуль вектора скорости автомобиля возрастает (так как  $a > 0$  и  $v_0 > 0$ ).

Найти  $v_{0x}$ .

Ответ:  $v_{0x} = 10 \text{ м/с}$ .

16. После удара ускорение шайбы направлено против скорости. Когда скорость обращается в нуль, ускорение тоже становится

равным нулю.  $|v_x(t)| = \begin{cases} (5-t) \text{ м/с}, & 0 \leq t \leq 5; \\ 0 \text{ м/с}, & t > 5. \end{cases}$



17.  $x = x_0 + s_x$ . Ранее было доказано, что при равноускоренном движении с ускорением  $a_x$  и начальной скоростью  $v_{0x}$  перемещение равно:  $s_x = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$ , поэтому  $x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$ .

18.

Дано:

$$a_x = 0,1 \text{ м/с}^2$$

$$v_{0x} = 0$$

$$x_0 = 0$$

Решение.

$$v_x(t) = v_{0x} + a_x t = 0,1t \text{ (в м/с}^2\text{)}.$$

$$x(t) = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2} = \frac{0,1 \cdot t^2}{2} = 0,05t^2.$$

Найти  $v_x(t)$ ,  $x(t)$ .

Ответ:  $v_{0x} = 10 \text{ м/с}$ .

19.

Дано:

$$|v_B| = 40 \text{ км/ч}$$

$$\text{а) } |v_{\text{отн}}| = 0$$

$$\text{б) } |v_{\text{отн}}| = 10 \text{ км/ч}$$

$$\text{в) } |v_{\text{отн}}| = 40 \text{ км/ч}$$

$$\text{г) } |v_{\text{отн}}| = 60 \text{ км/ч}$$

Решение.

$|v_M| = ||v_B| - |v_M||$  при  $v_B \uparrow \uparrow v_M$  или  $|v_M| = ||v_B| + |v_M||$  при  $v_B \uparrow \downarrow v_M$ .

а)  $v_B \uparrow \uparrow v_M$  и  $v_B \uparrow \downarrow v_M \Rightarrow |v_M| = |40 \text{ км/ч} \pm 0 \text{ км/ч}| = 40 \text{ км/ч}$ .

б)  $v_B \uparrow \uparrow v_M \Rightarrow |v_M| = |40 \text{ км/ч} - 10 \text{ км/ч}| = 30 \text{ км/ч}$ .

$v_B \uparrow \downarrow v_M \Rightarrow |v_M| = |40 \text{ км/ч} + 10 \text{ км/ч}| = 50 \text{ км/ч}$ .

в)  $v_B \uparrow \uparrow v_M \Rightarrow |v_M| = |40 \text{ км/ч} - 40 \text{ км/ч}| = 0$ .

$v_B \uparrow \downarrow v_M \Rightarrow |v_M| = |40 \text{ км/ч} + 40 \text{ км/ч}| = 80 \text{ км/ч}$ .

г)  $v_B \uparrow \uparrow v_M \Rightarrow |v_M| = |40 \text{ км/ч} + 60 \text{ км/ч}| = 100 \text{ км/ч}$ .

$v_B \uparrow \downarrow v_M \Rightarrow |v_M| = |40 \text{ км/ч} - 60 \text{ км/ч}| = 20 \text{ км/ч}$ .

Найти  $v_M$ .

Ответ: а) 40 км/ч; б) 30 км/ч или 50 км/ч; в) 0 или 80 км/ч; г) 100 км/ч или 20 км/ч;

20. Скорость катера относительно берега по течению:  $v_{к+} =$

$= v_к + v_т = 6v_т$  (здесь  $v_к$  — скорость катера относительно воды,  $v_т$  — скорость течения воды относительно берега), скорость катера относительно берега против течения:  $v_{к-} = v_к - v_т = 4v_т$ . Таким

образом,  $\frac{v_{к+}}{v_{к-}} = \frac{6}{4} = 1,5$ .

21.  $\rho = \frac{m}{V} = \frac{3,87 \cdot 10^{-3} \text{ кг}}{3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3} = 1,29 \text{ кг/м}^3$ . Мы видим, что плотность

шарика равна плотности воздуха, а, следовательно, выталкивающая сила, действующая на шарик равна его силе тяжести. Значит, по первому закону Ньютона шарик останется в состоянии покоя, т.к. его отпустили без начальной скорости (иначе бы он равномерно и прямолинейно перемещался).

22. Согласно третьему закону Ньютона силы, действующие на шары равны. Согласно второму закону Ньютона их ускорения равны:

$a_c = \frac{F}{m_c}$ ,  $a_a = \frac{F}{m_a}$ . Отсюда:  $\frac{a_c}{a_a} = \frac{m_a}{m_c}$ . В реальных физических задачах (когда массы шаров не равны нулю) модуль ускорения стального шара не может равняться нулю. Он может быть как больше, так и меньше модуля ускорения алюминиевого шара, что зависит лишь от соотношения масс шаров.

**23.** Из формулы для  $g_0$  получаем:  $GM_3 = g_0 R_3^2$ . Подставляя в формулу для  $g$ , получаем:  $g = \frac{g_0 R_3^2}{(R_3 + h)^2}$ .

**24.**  $a_1 = \frac{v^2}{r}$ ;  $a_1 = \frac{v^2}{2r} = \frac{1}{2}a_1$ ;  $T_1 = ma_1$ ;  $T_2 = ma_2 = \frac{1}{2}ma_1 = \frac{1}{2}T_1$ .

Как ускорение, так и сила, действующая на второй шарик, в 2 раза меньше аналогичных величин для второго шарика.

**25.** На высоте  $h$  относительно земли  $r = R_3 + h$ ;  $ma_{\text{ц}} = mg$ ;

$$\frac{v^2}{(R_3 + h)} = \frac{g_0 R_3^2}{(R_3 + h)^2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{g_0 R_3^2}{R_3 + h}}$$

**26.**

Дано:

$R = 6400 \text{ км} = 6,4 \cdot 10^6 \text{ м}$

$g_0 = 9,8 \text{ м/с}^2$

$h = 3600 \text{ км} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ м}$

Решение.

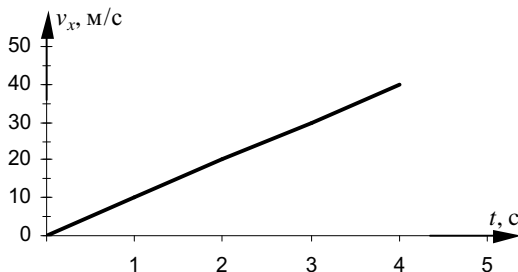
Вспользуемся формулой, полученной в предыдущей задаче:

$$v = v = \sqrt{\frac{g_0 R_3^2}{R_3 + h}} = \sqrt{\frac{9,8 \text{ м/с} \cdot (6,4 \cdot 10^6 \text{ м})^2}{6,4 \cdot 10^6 \text{ м} + 3,6 \cdot 10^6 \text{ м}}} \approx 6300 \text{ м/с}.$$

Ответ:  $v \approx 6300 \text{ м/с}$ .

Найти  $v$ .

**27.**  $v_x = gt$ .



**28.**

Дано:

$m = 0,3 \text{ кг}$

Решение.

$\Delta p = m\Delta v = mg\Delta t$ .

$$v_0 = 0$$

$$t = 3 \text{ с}$$

$$\Delta t = 1 \text{ с}$$

Т.к.  $\Delta v_1 = \Delta v_2$  (равноускоренное движение), то  
 $\Delta p_1 = \Delta p_2 = \Delta p = 0,3 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 1 \text{ с} = 2,94 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ .

Найти  $v$ .

Ответ:  $\Delta p_1 = \Delta p_2 = \Delta p = 2,94 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ .

**29.** Т.к.  $m$  — постоянная величина, то изменение импульса будет определяться только изменением скорости. По графику (см. задачу 27) видно, что если  $\Delta t_1 = \Delta t_2$ , то и  $\Delta v_1 = \Delta v_2$ , и, значит,  $\Delta p_1 = \Delta p_2$ .

**30.** В условиях свободного падения скорости обоих шариков в любой момент времени будут одинаковы, и, следовательно, отношение их импульсов будет зависеть лишь от отношения их масс. Так как по условию объемы одинаковы, оно будет равно

$$\text{отношению плотностей меди и алюминия: } \frac{\rho_{\text{м}}}{\rho_{\text{а}}} = \frac{8,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3}{2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3} \approx 3,3.$$

Итак, в любой момент времени медный шарик имеет импульс примерно в 3,3 раза больше, чем алюминиевый.

**31.**



Дано:

$$v_{1x} = 0,2 \text{ м/с}$$

$$v_{2x} = 0,1 \text{ м/с}$$

$$v'_{1x} = 0,1 \text{ м/с}$$

Найти  $v$ .

Решение.

По закону сохранения импульса (на ось  $X$ ):

$$mv_{1x} + mv_{2x} = mv'_{1x} + mv'_{2x} \Rightarrow v'_{2x} = v_{1x} + v_{2x} - v'_{1x} = 0,2 \text{ м/с} + 0,1 \text{ м/с} - 0,1 \text{ м/с} = 0,2 \text{ м/с}.$$

Ответ:  $v'_{2x} = 0,2 \text{ м/с}$ .

**32.**



Дано:

$$v_{1x} = 0,2 \text{ м/с}$$

$$v_{2x} = -0,1 \text{ м/с}$$

$$v'_{1x} = -0,1 \text{ м/с}$$

Найти  $v$ .

Решение.

По закону сохранения импульса (на ось  $X$ ):

$$mv_{1x} + mv_{2x} = mv'_{1x} + mv'_{2x} \Rightarrow v'_{2x} = v_{1x} + v_{2x} - v'_{1x} = 0,2 \text{ м/с} + (-0,1 \text{ м/с}) - (-0,1 \text{ м/с}) = 0,2 \text{ м/с}.$$

Ответ:  $v'_{2x} = 0,2 \text{ м/с}$ .

**33.**

$$E = \frac{mv_{1x}^2}{2} + \frac{mv_{2x}^2}{2} = \frac{m}{2} \cdot (v_{1x}^2 + v_{2x}^2); \quad E' = \frac{mv_{1x}'^2}{2} + \frac{mv_{2x}'^2}{2} = \frac{m}{2} \cdot (v_{1x}'^2 + v_{2x}'^2);$$

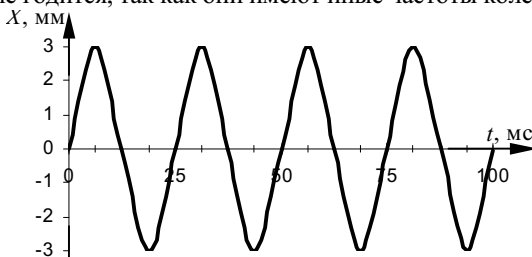
$$v_{1x}^2 + v_{2x}^2 = (0,2 \text{ м/с})^2 + (-0,1 \text{ м/с})^2 = 0,05 \text{ м}^2/\text{с}^2; \quad v_{1x}'^2 + v_{2x}'^2 = (-0,1 \text{ м/с})^2 + (0,2 \text{ м/с})^2 = 0,05 \text{ м}^2/\text{с}^2 \Rightarrow v_{1x}^2 + v_{2x}^2 = v_{1x}'^2 + v_{2x}'^2 \Rightarrow E = E'$$

34. По графику определяем, что  $T = 2 \text{ с}$  и  $\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{2 \text{ с}} = 0,5 \text{ Гц}$ .

Любая другая точка изменяет скорость с той же самой частотой.

35. Возьмем за  $t = 0$  момент, когда отклонение средней точки струны равно нулю.

График не годится для других точек струны, т. к. амплитуда их отлична от амплитуды средней точки. Для средних точек струн других арф он тем более не годится, так как они имеют иные частоты колебаний.



36. Надо два одинаковых камертона расположить на некотором расстоянии друг от друга так, чтобы их резонаторные ящики были обращены друг к другу. Если теперь ударить по одному из них и через некоторое время заглушить, прикоснувшись рукой к нему, то мы услышим звук от второго камертона. В основе данного опыта лежит явление звукового резонанса.

37. Пользуясь графиком, определяем: а) при 3 Гц амплитуда установившихся колебаний будет больше, чем при 1 Гц; б) чтобы амплитуда установившихся колебаний была максимальной, качели надо подталкивать с частотой 2 Гц; в) собственная частота качелей равна частоте вынуждающей силы, т.е. 2 Гц.

38.

Дано:

$$l = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$$

$$m = 2 \text{ г} = 0,002 \text{ кг}$$

$$B = 4 \cdot 10^{-2} \text{ Тл}$$

Решение.

$$F_T = F_M; \quad mg = BIl \Rightarrow I = \frac{mg}{Bl} = \frac{0,002 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2}{4 \cdot 10^{-2} \text{ Тл} \cdot 0,1 \text{ м}} = 4,9 \text{ А.}$$

Найти  $I$ .

Ответ:  $I = 4,9 \text{ А}$ .

39. В данном случае роль центростремительной силы выполняет сила, с которой магнитное поле действует движущийся электрон. Пользуясь правилом левой руки, определяем, что электрон влетел в камеру в точке  $B$ .

40.

Дано:

$$v = 3 \cdot 10^7 \text{ м/с}$$

$$|e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

$$B = 8,5 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}$$

Решение.

$$F_{\text{цс}} = F_{\text{м}}; \frac{mv^2}{r} = B|e|v \Rightarrow r = \frac{mv}{B|e|} =$$
$$= \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \cdot 3 \cdot 10^7 \text{ м/с}}{8,5 \cdot 10^{-3} \text{ Тл} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ м.}$$

Найти  $r$ .

Ответ:  $r = 2 \cdot 10^{-2} \text{ м.}$

41. В результате  $\beta$ -распада:  ${}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + {}^0_{-1}e$ .

42.  ${}^{27}_{13}\text{Al} + {}^1_0n \rightarrow {}^{24}_{11}\text{N} + {}^4_2\text{He}$ .

43.  ${}^{10}_5\text{Al} + {}^{7+4-10}_{3+2-5}\text{X} \rightarrow {}^7_3\text{N} + {}^4_2\text{He} \Rightarrow {}^{7+4-10}_{3+2-5}\text{X} = {}^1_0n$  — нейтрон.

## Лабораторные работы.

### Лабораторная работа №1.

*Исследование равноускоренного движения без начальной скорости.*

#### Вариант 1.

*Цель работы:* убедиться в равноускоренном характере движения бруска и определить его ускорение и мгновенную скорость.

В данном варианте работы исследуют характер движения бруска по наклонной плоскости. С помощью прибора, изображенного на рис. 146 а) учебника, можно измерять модули векторов перемещений, совершенных бруском за промежутки времени  $t_1, t_2 = 2t_1, t_3 =$

$= 3t_1, \dots, t_n = nt_1$ , отсчитываемых от момента начала движения. Если записать для данных модулей векторов перемещений их выражения:

$$s_1 = \frac{at_1^2}{2}, s_2 = \frac{at_2^2}{2} = \frac{a(2t_1)^2}{2} = \frac{2^2}{2} s_1, s_3 = \frac{at_3^2}{2} = \frac{a(3t_1)^2}{2} = \frac{3^2}{2} s_1, \dots,$$

$$s_n = \frac{at_n^2}{2} = \frac{a(nt_1)^2}{2} = \frac{n^2}{2} s_1,$$

то можно заметить следующую закономерность:

$$s_1 : s_2 : s_3 : \dots : s_n = 1^2 : 2^2 : 3^2 : \dots : n^2 = 1 : 4 : 9 : \dots : n^2.$$

Если эта закономерность выполняется для измеренных в работе модулей векторов перемещений, то это и будет доказательством того, что движение бруска по наклонной плоскости является равноускоренным.

*Пример выполнения работы.*

*Задание 1.* Исследование характера движения бруска по наклонной плоскости.

$s, \text{ мм}$	$t, \text{ с}$
0	0
1	0,02
3	0,04
7	0,06
15	0,08
24	0,10
36	0,12
50	0,14
65	0,16
82	0,18
102	0,20
126	0,22
146	0,24
170	0,26
198	0,28
227	0,30

*Вычисления.*

$$\frac{s_2}{s_1} = \frac{3 \text{ мм}}{1 \text{ мм}} = 3, \frac{s_3}{s_1} = \frac{7 \text{ мм}}{1 \text{ мм}} = 7, \frac{s_4}{s_1} = \frac{15 \text{ мм}}{1 \text{ мм}} = 15, \frac{s_5}{s_1} = \frac{24 \text{ мм}}{1 \text{ мм}} = 24,$$



$$\frac{s_6}{s_1} = \frac{36 \text{ мм}}{1 \text{ мм}} = 36, \quad \frac{s_7}{s_1} = \frac{50 \text{ мм}}{1 \text{ мм}} = 50, \quad \frac{s_8}{s_1} = \frac{65 \text{ мм}}{1 \text{ мм}} = 65, \quad \frac{s_9}{s_1} = \frac{82 \text{ мм}}{1 \text{ мм}} = 82,$$

$$\frac{s_{10}}{s_1} = \frac{102 \text{ мм}}{1 \text{ мм}} = 102, \quad \frac{s_{11}}{s_1} = \frac{126 \text{ мм}}{1 \text{ мм}} = 126, \quad \frac{s_{12}}{s_1} = \frac{146 \text{ мм}}{1 \text{ мм}} = 146, \quad \frac{s_{13}}{s_1} =$$

$$= \frac{170 \text{ мм}}{1 \text{ мм}} = 170, \quad \frac{s_{14}}{s_1} = \frac{198 \text{ мм}}{1 \text{ мм}} = 198, \quad \frac{s_{15}}{s_1} = \frac{227 \text{ мм}}{1 \text{ мм}} = 227.$$

Отсюда находим:

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

$$= 1 : 3 : 7 : 15 : 24 : 36 : 50 : 65 : 82 : 102 : 126 : 146 : 170 : 198 : 227.$$

Эта закономерность не очень сильно отличается от теоретической закономерности для равноускоренного движения. Таким образом, можно считать, что движение бруска по наклонной плоскости является равноускоренным.

*Задание 2.* Определение ускорения движения бруска.

Ускорение будем вычислять по формуле:  $a = \frac{2s}{t^2}$ .

$$t_{10} = 0,2 \text{ с}; s_{10} = 102 \text{ мм} = 0,102 \text{ м}; a_1 = \frac{2 \cdot 0,102 \text{ м}}{(0,2 \text{ с})^2} = 5,1 \text{ м/с}^2.$$

$$t_{15} = 0,3 \text{ с}; s_{15} = 227 \text{ мм} = 0,227 \text{ м}; a_1 = \frac{2 \cdot 0,227 \text{ м}}{(0,3 \text{ с})^2} \approx 5,04 \text{ м/с}^2.$$

$$a_{\text{ср}} = \frac{a_1 + a_2}{2} = \frac{5,1 \text{ м/с}^2 + 5,04 \text{ м/с}^2}{2} = 5,07 \text{ м/с}^2.$$

*Задание 3.* Определение мгновенной скорости бруска в разные моменты времени и построение графика зависимости мгновенной скорости  $v$  от времени  $t$ .

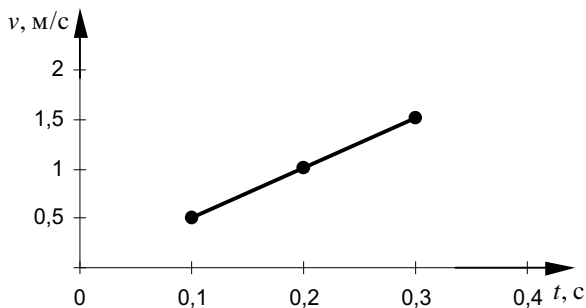
Значение мгновенной скорости будем вычислять по формуле:  $v = at$ .

$$t = 0,1 \text{ с}; v = 5,07 \text{ м/с}^2 \cdot 0,1 \text{ с} = 0,507 \text{ м/с}.$$

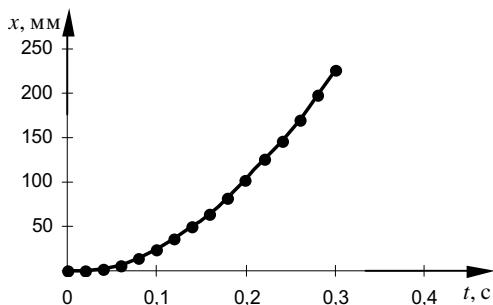
$$t = 0,2 \text{ с}; v = 5,07 \text{ м/с}^2 \cdot 0,2 \text{ с} = 1,014 \text{ м/с}.$$

$$t = 0,3 \text{ с}; v = 5,07 \text{ м/с}^2 \cdot 0,3 \text{ с} = 1,521 \text{ м/с}.$$

График зависимости мгновенной скорости  $v$  от времени  $t$ .



*Дополнительное задание.* Построение графика зависимости координаты  $x$  бруска от времени  $t$ .  $x_0 = 0$ ,  $t_0 = 0$ ,  $x_i(t_i) = s_i$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, 15$ .



### Вариант 2.

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

Движение шарика по наклонному желобу является равноускоренным. Если мы отпустим без начальной скорости шарик и измерим пройденное им расстояние  $s$  до столкновения с цилиндром и время  $t$  от начала движения до столкновения, то мы

можем рассчитать его ускорение по формуле:  $a = \frac{2s}{t^2}$ .

Зная ускорение  $a$ , мы можем определить мгновенную скорость  $v$  по формуле:

$$v = at.$$

*Пример выполнения работы.*

Число ударов метронома $n$	Расстояние $s$ , м	Время движения $t$ , с	Ускорение $a = \frac{2s}{t^2}$ , м/с <sup>2</sup>	Мгновенная скорость $v = at$ , м/с
3	0,9	1,5	0,8	1,2

*Вычисления.*

$$t = 0,5 \text{ с} \cdot 3 = 1,5 \text{ с}; a = \frac{2 \cdot 0,9 \text{ м}}{(1,5 \text{ с})^2} = 0,8 \text{ м/с}^2; v = 0,8 \text{ м/с}^2 \cdot 1,5 \text{ с} = 1,2 \text{ м/с}.$$

### **Лабораторная работа №2.**

*Измерение ускорения свободного падения.*

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

Свободное падение тела является равноускоренным движением. Если мы отпустим без начальной скорости какой-нибудь груз (на установке освобождаем зажим) и измерим пройденное им расстояние  $s$  и время  $t$ , за которое было пройдено это расстояние, то мы можем рассчитать ускорение свободного падения по формуле:  $g = \frac{2s}{t^2}$ .

*Пример выполнения работы.*

Время движения $t = nT$ , с	Путь $s$ , мм	Путь $s$ , м	Ускорение свободного падения $g = 2s/t^2$ , м/с <sup>2</sup>
0,28	400	0,4	

*Вычисления.*

$$n = 14; t = 14 \cdot 0,02 \text{ с} = 0,28 \text{ с}; g_{\text{эксп}} = \frac{2 \cdot 0,4 \text{ м}}{(0,28 \text{ с})^2} \approx 10,2 \text{ м/с}^2.$$

$$\Delta g = |g_{\text{эксп}} - g_{\text{теор}}| = |10,2 \text{ м/с}^2 - 9,8 \text{ м/с}^2| = 0,4 \text{ м/с}^2.$$

$$\frac{\Delta g}{g} \cdot 100\% = \frac{0,4 \text{ м/с}^2}{9,8 \text{ м/с}^2} \cdot 100\% \approx 4,1 \text{ \%}.$$

### **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.

При изменении длины нитяного маятника меняется его частота и период. В данной работе мы должны определить эту зависимость. Период и частоту определяем следующим образом. Отклоним шарик маятника от положения равновесия на небольшую амплитуду и засечем время  $t$ , в течение которого маятник совершит  $N$  колебаний. Тогда период и амплитуду можно посчитать по формулам:

$$T = \frac{t}{N}, \quad \nu = \frac{1}{T} = \frac{N}{t}.$$

Измеряя период и частоту при разных значениях длины маятника, мы тем самым получаем зависимость периода и частоты от длины.

*Пример выполнения работы.*

№ опыта Физ. вел.	1	2	3	4	5
$l$ , см	5	20	45	80	125
$N$	30	30	30	30	30
$t$ , с	13	27	40	53	67
$T$ , с	0,43	0,9	1,33	1,77	2,23
$\nu$ , Гц	2,31	1,11	0,75	0,57	0,45

Из данных в таблице можно заметить такую закономерность: чем больше длина маятника, тем больше период и меньше частота, и наоборот.

*Дополнительное задание.*

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

$\frac{T_2}{T_1} \approx 2$	$\frac{T_3}{T_1} \approx 3$	$\frac{T_4}{T_1} \approx 4$	$\frac{T_5}{T_1} \approx 5$
$\frac{l_2}{l_1} = 4$	$\frac{l_3}{l_1} = 9$	$\frac{l_4}{l_1} = 16$	$\frac{l_5}{l_1} = 25$

Из данных в таблице хорошо просматривается связь между периодом

колебаний маятника и его длины:  $\frac{T_k}{T_1} = \frac{\sqrt{l_k}}{\sqrt{l_1}}$ , где  $k$  может принимать 2,3,4

и 5.

#### Лабораторная работа №4.

*Изучение явления электромагнитной индукции.*

*Цель работы:* изучить явление электромагнитной индукции.

Как известно, явление электромагнитной индукции заключается в возникновении электрического тока в замкнутом проводнике при изменении магнитного потока, пронизывающего охваченную проводником площадь.

*Пример выполнения работы.*

**1.** Сборка установки (рис. 152 учебника).

**2.** В первом опыте индукционный ток возникал в катушке в случае когда, магнит двигался относительно катушки. При торможении магнита сила индукционного тока резко возростала и падала до нуля, когда магнит останавливался (покоился).

3. Изменение магнитного потока является причиной возникновения индукционного тока. Т.е. магнитный поток  $\Phi$ , пронизывающий катушку, меняется вместе с индукционным током, т.е. во время движения магнита.
4. Индукционный ток возникает в катушке при изменении магнитного потока, пронизывающего эту катушку.
5. При приближении магнита к катушке магнитный поток меняется, т.к. магнитный поток зависит от модуля вектора магнитной индукции  $\vec{B}$  (модуль этого вектора не постоянен, т.к. магнитное поле постоянного магнита неоднородно).
6. Направление индукционного тока будет различным при приближении магнита к катушке и удалении его от нее.
7. Чем больше скорость движения магнита относительно катушки, тем больше магнитный поток  $\Phi$ , а, следовательно, и значение индукционного тока.
8. Сборка установки (рис. 153 учебника).
9. Индукционный ток возникает в случаях а) и в).
10. Магнитный поток меняется в случаях а) и в).
11. Возникновение электрического тока в модели генератора (рис. 154 учебника). Индукционный ток возникает в рамке, вращающейся в магнитном поле вследствие изменения магнитного потока (явление электромагнитной индукции).

### **Лабораторная работа №5.**

*Изучение деления ядер урана по фотографиям треков.*

*Цель работы:* убедиться в справедливости закона сохранения импульса на примере деления ядер урана.

*Пример выполнения работы.*

*Задание 1.* Ядро урана при захвате нейтрона разделяется примерно на две равные части, которые называются осколками деления. При этом осколки разлетаются в противоположные стороны. Это можно объяснить на основе закона сохранения импульса. Импульс ядра урана до захвата нейтрона практически равен нулю. При захвате нейтрона ядро, получая от него некоторый импульс, раскалывается на две разлетающихся части массами  $m_1$  и  $m_2$ . Если записать закон сохранения импульса:  $0 = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2$ , то сразу видно, что скорости образовавшихся осколков противоположно направлены друг другу, и, следовательно, частицы разлетаются в противоположные стороны.

*Задание 2.*  ${}_{92}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{56}\text{Ba} + {}_{36}\text{X} + 2{}_0^1\text{n}$ . В силу закона сохранения заряда запишем:  $92 + 0 = 56 + Z + 2 \cdot 0$ . Отсюда получаем  $Z = 36$ . По таблице Д.И. Менделеева определяем, что это ядро криптона.

### **Лабораторная работа №6.**

*Изучение треков заряженных частиц по готовым фотографиям.*

*Цель работы:* объяснит характер движения заряженных частиц.

*Пример выполнения работы.*

*Задание 1.* Треки частиц, движущихся в магнитном поле, изображены на рис. 157, 158 учебника, т.к. на этих фотографиях их траектории криволинейны.

*Задание 2.* а)  $\alpha$ -частицы двигались слева направо. б) Одинаковая длина треков  $\alpha$ -частиц говорит о том, что они имели одинаковую энергию. в) Толщина трека утолщается за счет того, что уменьшалась скорость из-за столкновений с частицами среды.

*Задание 3.* а) Радиус кривизны менялся за счет того, что уменьшалась скорость из-за столкновений с молекулами воды. б) Частицы двигались справа налево из-за того, что толщина треков справа налево увеличивается.

*Задание 4.* а) Электрон постоянно терял свою скорость за счет соударений с частицами среды, и поэтому трек имеет форму спирали. б) Электрон двигался в направлении сгущения спирали по указанной выше причине. в) Трек на рис. 158 длиннее, потому что он в меньшей степени взаимодействует с средой.