

## **Пособие**

### **для довузовской курсовой подготовки учащихся 9-х классов по физике.**

#### **Пояснительная записка.**

Курсовая подготовка рассчитана на обобщение знаний, полученных учащимися по физике в 7-9-х классах средней общеобразовательной школы. Место отдельных занятий курсовой подготовки может легко варьироваться в зависимости от используемых программ и учебников школьного курса физики. Содержание занятий включает теоретический материал (основные понятия, величины, формулировки, формулы, справочные таблицы) и практическую часть (примеры решения задач, тексты задач для самостоятельной работы учащихся и ответы к ним). Тематическое планирование рассчитано на 78 часов.

#### **Тематическое планирование.**

##### **Занятие №1 (4 часа).**

##### **Тема: «Равномерное прямолинейное движение».**

Механическое движение. Система отсчета. Материальная точка. Равномерное прямолинейное движение. Скорость, время и путь при равномерном прямолинейном движении. Средняя скорость. Совместное движение нескольких тел.

##### **Занятие №2 (4 часа).**

##### **Тема: «Геометрические свойства объектов».**

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

Геометрические свойства объектов в пространстве: площадь и объем. Масса. Плотность. Сила. Изображение сил.

**Занятие №3 (4 часа).**

**Тема: «Давление».**

Давление твердых тел, жидкостей и газов. Закон Паскаля. Гидростатический парадокс. Сообщающиеся сосуды.

**Занятие №4 (4 часа).**

**Тема: «Работа. Мощность. КПД.»**

Механическая работа. Мощность. Коэффициент полезного действия. Простые механизмы. Золотое правило механики. Трение.

**Занятие № 5 (8 часов).**

**Тема: «Гидро- и аэро- статика».**

Гидростатика. Закон Архимеда. Плавание тел. Аэростатика. Воздухоплавание. Контрольная работа по темам занятий №№ 1-5.

**Занятие № 6 (8 часов).**

**Тема: «Тепловые явления».**

Тепловые явления. Количество теплоты. Графики тепловых процессов. Уравнение теплового баланса.

**Занятие № 7 (8 часов).**

**Тема: «Равноускоренное прямолинейное движение».**

Кинематика прямолинейного равноускоренного движения: перемещение, скорость, ускорение. Свободное падение.

**Занятие № 8 (4 часа).**

**Тема: «Движение по окружности с постоянной по модулю скоростью».**

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

Равномерное движение по окружности. Период и частота вращения.

**Занятие № 9 (4 часа).**

**Тема: «Основы динамики».**

Силы в природе. Законы Ньютона. Основы динамики. Контрольная работа по темам занятий №№ 6-9.

**Занятие № 10 (8 часов).**

**Тема: «Законы сохранения в механике».**

Импульс тела. Импульс силы. Второй закон Ньютона в импульсной форме. Закон сохранения импульса. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия тела, поднятого над нулевым уровнем. Потенциальная энергия упругодеформированного тела. Закон сохранения полной механической энергии. Превращение энергии.

**Занятие № 11 (4 часа).**

**Тема: «Колебания и волны».**

Колебания. Основные характеристики колебаний (смещение, амплитуда, период, частота, циклическая частота). Уравнение гармонических колебаний. Маятники. Резонанс. Волны. Основные характеристики волн (длина, скорость).

**Занятие № 12 (8 часов).**

**Тема: «Электрический ток».**

Электрический заряд. Электрический ток. Сила тока. Напряжение. Сопротивление. Соединения проводников. Работа и мощность тока.

**Занятие № 13 (10 часов).**

**Тема: «Основы геометрической оптики».**

Распространение, отражение, преломление света. Линзы. Изображения в линзах. Формула тонкой линзы. Контрольная работа по темам занятий №№ 10-13.

**Занятие №1 (4 часа).**

**Тема: «Равномерное прямолинейное движение».**

**Теория.**

Механическим движением называется изменение положения тела в пространстве относительно других тел с течением времени.

Совокупность тела отсчета, системы координат и прибора для измерения времени называется системой отсчета.

Материальной точкой называется тело, размерами которого можно пренебречь по сравнению с расстоянием, на котором оценивается действие этого тела на другие, в данном конкретном случае.

Траектория – линия, по которой движется тело («след» движения).

Путь – длина траектории.

Перемещение – направленный отрезок (вектор), соединяющий начальную и конечную точки траектории.

Прямолинейным называется движение, траектория которого прямая линия.

При прямолинейном движении модуль перемещения равен величине пройденного пути.

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

Равномерным называется движение, при котором за одинаковые промежутки времени тело проходит одинаковый путь.

Скоростью равномерного движения называется отношение пути ко времени, за которое этот путь был пройден.

$$v = \frac{s}{t}$$

$v$  - скорость [ $v$ ]=м/с;  $s$  - путь [ $s$ ]=м;  $t$  - время [ $t$ ]=с.

Средней путевой скоростью называется отношение всего пути к полному времени движения.

$$v_{\text{ср.}} = \frac{s_{\text{весь}}}{t_{\text{полное}}}$$

В случае движения по окружности вычисление пути связано с нахождением длины окружности:  $s = 2\pi R$ .

$R$  – радиус окружности [ $R$ ] = м;  $\pi = 3,14$  – постоянная.

### Примеры решения задач.

**Пример №1.** Мимо пристани проходит плот. В этот момент в поселок, находящийся на расстоянии 15 км от пристани, вниз по реке отправляется моторная лодка. Она дошла до поселка за 45 мин и, повернув обратно, встретила плот на расстоянии 9 км от поселка. Какова скорость течения реки? Какова собственная скорость лодки?  
Ответ: 8 км/ч, 12 км/ч.

Дано:	Решение:
$S_1 = 15$ км $S_2 = 9$ км $t = 3/4$ ч	$(v_p + v_{\text{л}}) \cdot t = S_1$ - уравнение движения лодки от пристани до поселка.

<p>Найти:</p> <p><math>v_p</math> - ?</p> <p><math>v_l</math> - ?</p>	<p><math>(v_l - v_p) \cdot t_1 = S_2</math> - уравнение движения лодки от поселка до места встречи с плотом.</p> <p><math>t_1</math> - время движения лодки от поселка до встречи с плотом.</p> <p><math>v_p \cdot (t + t_1) = S_1 - S_2</math> - уравнение движения плота от пристани до встречи с лодкой.</p> <p>Решая систему трех уравнений с тремя неизвестными получаем: <math>t_1 = \frac{3}{4} \text{ч}</math>;</p> <p><math>v_l = 12 \text{ км/ч}</math>; <math>v_p = 8 \text{ км/ч}</math>.</p>
---	---

**Пример №2.** Из города А в город В едут две автомашины. Грузовая половину пути двигается со скоростью 40 км/ч, вторую половину пути – со скоростью 60 км/ч. Легковая половину времени двигается со скоростью 40 км/ч, вторую половину времени – со скоростью 60 км/ч. Найдите среднюю скорость движения грузовой автомашины. Найдите среднюю скорость движения легковой автомашины. Ответ: 48 км/ч, 50 км/ч.

<p>Дано:</p> <p><math>v_{\text{груз.1}} = 40 \text{ км/ч}</math></p> <p><math>v_{\text{груз.2}} = 60 \text{ км/ч}</math></p> <p><math>v_{\text{легк.1}} = 40 \text{ км/ч}</math></p> <p><math>v_{\text{легк.2}} = 60 \text{ км/ч}</math></p> <p>Найти:</p>	<p>Решение:</p> $v_{\text{груз.ср.}} = \frac{S_{\text{груз.весь}}}{t_{\text{груз.полное}}}$ $S_{\text{груз.весь}} = S_{\text{груз.1}} + S_{\text{груз.2}}$ $t_{\text{груз.полное}} = t_{\text{груз.1}} + t_{\text{груз.2}}$
--	---

$v_{\text{груз.ср.}} - ?$ $v_{\text{легк.ср.}} - ?$	$t_{\text{груз.1}} = \frac{S_{\text{груз.1}}}{v_{\text{груз.1}}} ; t_{\text{груз.2}} = \frac{S_{\text{груз.2}}}{v_{\text{груз.2}}}$ $t_{\text{груз.полное}} = \frac{S_{\text{груз.1}}}{v_{\text{груз.1}}} + \frac{S_{\text{груз.2}}}{v_{\text{груз.2}}}$ $v_{\text{груз.ср.}} = \frac{S_{\text{груз.1}} + S_{\text{груз.2}}}{\frac{S_{\text{груз.1}}}{v_{\text{груз.1}}} + \frac{S_{\text{груз.2}}}{v_{\text{груз.2}}}} =$ $= \frac{S_{\text{весь}} / 2 + S_{\text{весь}} / 2}{\frac{S_{\text{весь}}}{2v_{\text{груз.1}}} + \frac{S_{\text{весь}}}{2v_{\text{груз.2}}}} = \frac{1}{\frac{1}{2v_{\text{груз.1}}} + \frac{1}{2v_{\text{груз.2}}}} =$ $= \frac{2v_{\text{груз.1}}v_{\text{груз.2}}}{v_{\text{груз.1}} + v_{\text{груз.2}}}$ $v_{\text{груз.ср.}} = \frac{2 \cdot 40 \cdot 60}{40 + 60} = 48 \text{ км / ч.}$ $v_{\text{легк.ср.}} = \frac{S_{\text{легк.весь}}}{t_{\text{легк.полное}}}$ $S_{\text{легк.весь}} = S_{\text{легк.1}} + S_{\text{легк.2}}$ $t_{\text{легк.полное}} = t_{\text{легк.1}} + t_{\text{легк.2}}$ $S_{\text{легк.1}} = v_{\text{легк.1}} \cdot t_{\text{легк.1}} ; S_{\text{легк.2}} = v_{\text{легк.2}} \cdot t_{\text{легк.2}}$ $S_{\text{легк.весь}} = v_{\text{легк.1}} \cdot t_{\text{легк.1}} + v_{\text{легк.2}} \cdot t_{\text{легк.2}}$ $v_{\text{легк.ср.}} = \frac{v_{\text{легк.1}} \cdot t_{\text{легк.1}} + v_{\text{легк.2}} \cdot t_{\text{легк.2}}}{t_{\text{легк.1}} + t_{\text{легк.2}}} =$ $= \frac{v_{\text{легк.1}} \cdot t_{\text{полное}} / 2 + v_{\text{легк.2}} \cdot t_{\text{полное}} / 2}{t_{\text{полное}} / 2 + t_{\text{полное}} / 2} =$
--	--

	$= \frac{v_{\text{легк.1}} + v_{\text{легк.2}}}{2}$ $v_{\text{легк.ср.}} = \frac{v_{\text{легк.1}} + v_{\text{легк.2}}}{2} = \frac{40 + 60}{2} = 50 \text{ км/ч.}$
--	--

**Пример №3.** Среднее расстояние от Земли до Луны 385000 км. Луна делает один оборот вокруг Земли за 27,3 суток. Найдите среднюю скорость движения Луны. Ответ: 1 км/с.

Дано:	Решение:
$R = 385000 \text{ км} =$ $= 3,85 \cdot 10^8 \text{ м}$ $t = 27,3 \text{ сут.} =$ $= 2,4 \cdot 10^6 \text{ с}$ Найти: $v_{\text{ср.}} - ?$	$v_{\text{ср.}} = \frac{s_{\text{весь}}}{t_{\text{полное}}}$ $s_{\text{весь}} = 2 \cdot \pi \cdot R$ $t_{\text{полное}} = t$ $v_{\text{ср.}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{t} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 3,85 \cdot 10^8 \text{ м}}{2,4 \cdot 10^6 \text{ с}} = 1025 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

**Задачи для самостоятельного решения.**

1. Мальчик поднимается вверх, а затем спускается вниз по движущемуся в одну сторону эскалатору с постоянной относительно эскалатора скоростью. Двигаясь вверх, он преодолевает 50 ступеней, двигаясь вниз – 150 ступеней. Сколько ступеней пришлось бы преодолеть мальчику на неподвижном эскалаторе? Ответ: 75.

2. Расстояние от дачи до речки 5 км. Первые 15 минут велосипедист ехал со скоростью 10 км/ч. Потом он встретил



Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

приятеля и разговаривал с ним 20 минут. Оставшийся путь до речки велосипедист ехал со скоростью в 1,5 раза большей начальной. Определите среднюю путевую скорость велосипедиста. Ответ: 6,67 км/ч.

3. Путь 66 м страус пробегает за 3 с. Определите среднюю скорость страуса. Ответ: 22 м/с.

4. Первый лифт движется вверх со скоростью 1 м/с, второй – вниз с такой же скоростью. Какова скорость первого лифта относительно второго? Ответ: 2 м/с.

5. Скорость черепахи 14 см/с. За какое время черепаха проползет 70 см? Ответ: 5 с.

6. Автомобиль «Renо» на соревнованиях «Формула-1» двигался со средней скоростью 320 км/ч. Определите путь, пройденный автомобилем за 3 мин. соревнований. Ответ: 16 км.

7. Какое расстояние пролетит самолет ТУ-154 за 2,5 ч, если его средняя скорость 800 км/ч? Ответ: 2000 км.

8. Расстояние от Москвы до Киева 875 км поезд проходит за 13 ч. Найдите среднюю скорость движения поезда. Ответ: 67,3 км/ч.

9. Теплоход от Астрахани до Ульяновска проходит за 5 суток, а обратный путь за 3 суток. За какое время это расстояние проплывет плот? Ответ: 15 суток.

10. Скорость пловца при движении по течению реки в 1,5 раза больше его скорости при движении против течения. Во сколько раз скорость пловца в стоячей воде больше скорости течения реки? Ответ: 5.

11. Спортсмен бежит вдоль железной дороги с постоянной

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

скоростью 4 м/с. Его догоняет электричка, движущаяся со скоростью 20 м/с. За какое время электричка обгонит спортсмена? Длина электрички 200 м. Ответ: 12,5 с.

**12.** Один пешеход идет с постоянной скоростью 5 км/ч по прямой дороге. Второй пешеход стоит на расстоянии 1 км от этой дороги. При каком наименьшем расстоянии между пешеходами второй пешеход должен начать движение, чтобы, двигаясь с постоянной скоростью 4 км/ч, встретиться с первым пешеходом? Второй пешеход может идти в любом направлении. Ответ: 1,25 км.

**13.** Автомобиль приближается к пункту А со скоростью 80 км/ч. В тот момент, когда ему осталось проехать 10 км, из пункта А в перпендикулярном направлении выезжает грузовик со скоростью 60 км/ч. Чему равно минимальное расстояние между автомобилями? Ответ: 6 км.

**14.** Въезжая на ремонтируемый участок дороги, каждый автомобиль в колонне практически мгновенно уменьшает свою скорость с 10 м/с до 2 м/с. Каким должно быть минимальное расстояние между машинами, чтобы они не сталкивались? Длина каждого автомобиля 8 м. Ответ: 32 м.

**15.** Двигаясь равномерно в сторону города со скоростью 90 км/ч, автомобиль проезжает километровый столбик, на котором указано расстояние до города 46 км. На каком расстоянии от города он будет находиться через 10 мин? Через 40 мин? Ответ: 31 км, 45 км.

**16.** Автоколонна грузовых автомобилей длиной 2 км движется со скоростью 54 км/ч. Легковой автомобиль выехал из «хвоста» автоколонны со скоростью 72 км/ч. За какое время он достигнет

головной машины автоколонны? Ответ: 400 с.

17. Вспышку на Солнце астрономы Земли зарегистрировали через 8 мин 20 с после того, как она произошла. Определите среднюю скорость выброшенных Солнцем частиц, если магнитная буря, вызванная их торможением в атмосфере Земли, началась через 2 суток. Скорость света 300000 км/с. Ответ: 800 км/с.

18. Ближайший спутник Марса – Фобос совершает один оборот вокруг планеты за 7 ч 39 мин при среднем радиусе орбиты 9350 км. Чему равна средняя путевая скорость движения Фобоса вокруг Марса. Ответ: 21,3 км/с.

19. С какой скоростью движется конец минутной стрелки башенных часов, если ее длина 3,5 м? Ответ: 22 м/ч.

20. Какова средняя скорость движения Земли по орбите вокруг Солнца, если расстояние от Земли до Солнца  $1,5 \cdot 10^8$  км. Ответ: 30 км/с.

21. Найти среднюю скорость движения велосипедиста, если он первые 15 км пути ехал со скоростью 30 км/час, а оставшиеся 5 км со скоростью 25 км/час. Ответ: 28,6 км/ч.

## **Занятие №2 (4 часа).**

**Тема: «Геометрические свойства объектов».**

### **Теория.**

Плотностью (объемной) называется отношение массы тела к его объему.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

$\rho$  - плотность [ $\rho$ ]=кг/м<sup>3</sup>;  $m$  - масса [ $m$ ]=кг;  $V$  - объем [ $V$ ]=м<sup>3</sup>.

Объем прямоугольного параллелепипеда:  $V=abc$ .

$V$  – объем [ $V$ ] = м<sup>3</sup>;  $a$  – длина [ $a$ ] = м;  $b$  – ширина [ $b$ ] = м;  $c$  – высота [ $c$ ] = м.

Объем цилиндра:  $V=Sh$ .  $S$  – площадь основания [ $S$ ] = м<sup>2</sup>;  $h$  – высота [ $h$ ] = м.

Объем шара:  $V=\frac{4}{3}\pi R^3$ .  $R$  – радиус шара [ $R$ ] = м;  $\pi = 3,14$  – постоянная.

Площадь прямоугольника:  $S = ab$ .

Площадь круга:  $S = \pi R^2$ .  $R$  – радиус окружности [ $R$ ] = м.

Сила ( $F$ ) – действие одного тела на другое. Сила имеет точку приложения, числовое значение (модуль) и направление. Единица измерения силы в международной системе единиц (СИ) – Ньютон, [ $F$ ] = Н. Силы изображаются направленными отрезками.

Земля действует на любое тело, находящееся вблизи ее поверхности, с силой  $F = mg$ , называемой силой тяжести, где  $m$  – масса тела,  $g = 9,81$  Н/кг.

Весом тела ( $P$ ) называется действие тела на опору (или подвес), на котором находится. Если действие тела на опору (или подвес) оказывается только в результате притяжения тела к Земле, а само тело неподвижно или движется равномерно, то вес тела численно равен силе тяжести  $P = mg$ .

Вещество	ПЛОТНОСТЬ	
	кг / м <sup>3</sup>	г / см <sup>3</sup>
Алюминий	2700	2,7
Бензин	700	0,7

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

Бетон	2300	2,3
Воздух	1,29	0,00129
Вода пресная	1000	1,0
Вода морская	1030	1,03
Глицерин	1260	1,26
Гранит	2600	2,6
Дуб	700	0,7
Железо	7700	7,7
Золото	19300	19,3
Кварц	3300	3,3
Керосин	800	0,8
Красное дерево	750	0,75
Масло вазелиновое	800	0,8
Масло машинное	900	0,9
Масло подсолнечное	800	0,8
Медь	8900	8,9
Молоко	900	0,9
Мрамор	2700	2,7
Нефть	800	0,8
Олово	7300	7,3
Платина	21500	21,5
Ртуть	13600	13,6
Свинец	11300	11,3
Серебро	10500	10,5
Спирт	800	0,8
Сталь	7800	7,8
Стекло	2500	2,5
Чугун	7800	7,8
Цинк	7100	7,1

**Примеры решения задач.**

**Пример №1.** Найдите вес алюминиевого цилиндра радиусом 1 см и высотой 10 см. Ответ: 0,83 Н.

Дано:

Решение:

$$R = 1 \text{ см} = 0,01 \text{ м}$$

$$P = mg$$

<p><math>h = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}</math></p> <p>Найти:</p> <p><math>P - ?</math></p>	$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho \cdot V$ $V = Sh$ $S = \pi R^2$ $P = \rho \cdot \pi \cdot R^2 \cdot h \cdot g$ $P = 2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 3,14 \cdot (0,01\text{м})^2 \cdot 0,1\text{м} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 0,83\text{Н}.$
---	--

**Пример №2.** Определите плотность сплава, состоящего из меди и олова, если в сплаве содержится меди 40% от массы всего сплава.

Ответ:  $7,9 \text{ г/см}^3$ .

Дано:	Решение:
<p><math>m_1 = 0,4m</math></p> <p><math>\rho_1 = 8,9 \text{ г/см}^3</math></p> <p><math>m_2 = 0,6m</math></p> <p><math>\rho_2 = 7,3 \text{ г/см}^3</math></p> <p>Найти:</p> <p><math>\rho - ?</math></p>	$\rho = \frac{m}{V}$ $V = V_1 + V_2$ $V = \frac{m}{\rho} \Rightarrow V_1 = \frac{m_1}{\rho_1} \text{ и } V_2 = \frac{m_2}{\rho_2}$ $\rho = \frac{m}{\frac{0,4m}{\rho_1} + \frac{0,6m}{\rho_2}} = \frac{1}{\frac{0,4}{\rho_1} + \frac{0,6}{\rho_2}}$ $\rho = \frac{1}{\frac{0,4}{8,9 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} + \frac{0,6}{7,3 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}}} \approx 7,9 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$

**Задачи для самостоятельного решения.**

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

1. Чугунный шар при объеме  $125 \text{ см}^3$  имеет массу 800 г. Сплошной или полый этот шар? Ответ: полый.
2. Кусок металла массой 461,5 г имеет объем  $65 \text{ см}^3$ . Что это за металл? Ответ: цинк.
3. Из какого металла изготовлена втулка подшипника, если ее масса 3,9 кг, а объем  $500 \text{ см}^3$ ? Ответ: сталь.
4. Определите массу мраморной плиты, размер которой 100 X 80 X 10 см. Ответ: 216 кг.
5. Чтобы получить латунь, сплавляли куски меди массой 178 кг и цинка массой 355 кг. Какой плотности была получена латунь? Ответ:  $7614 \text{ кг} / \text{м}^3$ .
6. Определите массу оконного стекла длиной 3 м, высотой 2,5 м и толщиной 0,6 см. Ответ: 112,5 кг.
7. Стальная деталь машины имеет массу 780 г. Определите ее объем. Ответ:  $100 \text{ см}^3$ .
8. Чтобы жечь, используемая для изготовления консервных банок, не ржавела, ее покрывают тонким слоем олова (лудят) из расчета 0,45 г олова на  $200 \text{ см}^2$  площади жести. Какова толщина слоя олова на жести? Ответ: 3,1 мм.
9. Определите объем воды, которая выльется из отливного стакана, если в него опустить свинцовую дробь массой 684 г. Ответ:  $60,5 \text{ см}^3$ .
10. Какую массу имеют  $10 \text{ см}^3$  сплава, содержащего 80% (по массе) серебра и 20% (по массе) золота? Ответ: 115,5 г.
11. Определить вес однородного свинцового шарика, радиус которого 5 см. Ответ: 58 Н.

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

12. Определить внутренний объем шкатулки из красного дерева длиной 15 см, шириной 8 см, высотой 6 см, если ее масса 100 г. Ответ: 587 см<sup>3</sup>.

13. Кабинет физики имеет площадь 20 м<sup>2</sup> и высоту 3 м. Найдите массу воздуха в кабинете, если плотность воздуха 1,29 кг/м<sup>3</sup>. Ответ: 77,4 кг.

14. Масса бутылки, заполненной водой, равна 1,3 кг. Если эту же бутылку заполнить маслом, то ее масса станет равна 1,1 кг. Определить массу бутылки, заполненной молоком. Ответ: 1,2 кг.

15. Буханка хлеба имеет массу 900 г. Какова плотность хлеба, если размеры буханки 19 см X 10 см X 8 см? Ответ: 0,59 г/см<sup>3</sup>.

**Занятие №3 (4 часа).**

**Тема: «Давление».**

**Теория.**

Давлением ( $p$ ) называется скалярная физическая величина равная отношению модуля силы к площади соприкосновения тел.

$$p = \frac{F}{S}$$

Единица давления в СИ называется Паскаль,  $[p] = \text{Па}$ . 1 Па = 1 Н / 1 м<sup>2</sup>.

Закон Паскаля: Давление в жидкостях и газах передается одинаково во всех направлениях.

Гидростатический парадокс: Давление жидкостей (газов) зависит от высоты столба жидкости (газа).

$$p = \rho gh,$$



Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

$\rho$  - плотность жидкости (газа)  $[\rho]=\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$h$  – высота столба жидкости (газа)  $[h]=\text{м}$ .

Воздушная оболочка Земли оказывает давление на поверхность Земли. Атмосферное давление периодически меняется. Нормальным считается атмосферное давление 100 кПа. Атмосферное давление принято измерять в миллиметрах ртутного столба. 1 мм.рт.ст.  $\approx$  133 Па. Вблизи поверхности Земли атмосферное давление уменьшается на 1 мм.рт. ст. при подъеме на 12 м над поверхностью Земли.

**Примеры решения задач.**

**Пример №1.** Мальчик массой 50 кг стоит на лыжах длиной 2 м. Каково давление, оказываемое мальчиком на снег, если ширина лыжи 7 см? Ответ: 1,75 кПа.

Дано:	Решение:
$a = 2\text{м}$ $b = 7\text{см} = 0,07\text{м}$ $m = 50\text{кг}$ Найти: $p - ?$	$p = \frac{F}{S}$ $F = mg$ $S = 2ab$ $p = \frac{mg}{2ab} = \frac{50\text{кг} \cdot 9,8\text{Н} / \text{кг}}{2 \cdot 2\text{м} \cdot 0,07\text{м}} = 1750\text{Па}.$

**Пример №2.** В цилиндрический сосуд налита ртуть, а поверх нее масло, причем масла налито в 2 раза меньше по массе, чем ртути. Сосуд заполнен до высоты 30 см. Определить давление жидкости на дно сосуда. Атмосферное давление не учитывать. Ответ: 7 кПа.

Дано:	Решение:
$\rho_1 = 900 \text{ кг/м}^3$ $\rho_2 = 13600 \text{ кг/м}^3$ $\frac{m_2}{m_1} = 2$ $h_1 + h_2 = 0,3 \text{ м}$ Найти: $p - ?$	<p>Давление на дно сосуда складывается из давления столба масла и давления столба ртути: <math>p = \rho_1 \cdot g \cdot h_1 + \rho_2 \cdot g \cdot h_2</math>.</p> <p>Масса жидкости в цилиндрическом стакане: <math>m = \rho \cdot V = \rho \cdot S \cdot h</math>; для масла: <math>m_1 = \rho_1 \cdot S \cdot h_1</math>, для ртути: <math>m_2 = \rho_2 \cdot S \cdot h_2</math>, <math>S</math> – площадь дна. Тогда:</p> $\frac{m_2}{m_1} = \frac{\rho_2 \cdot S \cdot h_2}{\rho_1 \cdot S \cdot h_1} = \frac{\rho_2 \cdot h_2}{\rho_1 \cdot h_1} \Rightarrow h_2 = \frac{m_2 \cdot \rho_1}{m_1 \cdot \rho_2} \cdot h_1.$ <p>Учитывая, что: <math>h_1 + h_2 = 0,3 \text{ м}</math> получим:</p> $h_1 + \frac{m_2 \cdot \rho_1}{m_1 \cdot \rho_2} \cdot h_1 = 0,3 \text{ м} \Rightarrow h_1 = \frac{0,3 \text{ м}}{1 + \frac{m_2 \cdot \rho_1}{m_1 \cdot \rho_2}}.$ <p>Подставляя выражения для высот столбов в формулу давления, получаем:</p> $p = \rho_1 \cdot g \cdot \frac{0,3 \text{ м}}{\left(1 + \frac{m_2 \cdot \rho_1}{m_1 \cdot \rho_2}\right)} \cdot \left(1 + \frac{m_2}{m_1}\right).$ $p = 900 \text{ кг/м}^3 \cdot 9,81 \text{ Н/кг} \cdot \frac{0,3 \text{ м}}{\left(1 + 2 \cdot \frac{900 \text{ кг/м}^3}{13600 \text{ кг/м}^3}\right)} \cdot (1 + 2) \approx 7 \text{ кПа}.$

**Задачи для самостоятельного решения.**

1. Длина лезвия конька 35 см, ширина – 5 мм. Определите

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

давление, которое оказывает на лед фигурист массой 60 кг. Ответ: 168 кПа.

2. Высота цистерны 3 м. Кран цистерны расположен в 50 см от дна и выдерживает давление 22 кПа. Можно ли эту цистерну заполнить нефтью? Ответ: можно.

3. В стакан и в чайник налито по 250 г воды. В каком сосуде вода оказывает на дно большее давление? Ответ: в стакане.

4. Трактор К-150 имеет массу 5 т и площадь соприкосновения колеса с землей  $100 \text{ см}^2$ . Найдите давление, которое оказывает трактор на землю. Ответ: 1,225 МПа.

5. Найдите максимальную силу давления воды на дно аквариума длиной 70 см, шириной 40 см, высотой 50 см. Ответ: 1372 Н.

6. Куда бы Вы перелили сок из литровой банки, чтобы его давление на дно сосуда стало больше: в пятилитровую кастрюлю, или в литровую бутылку? Почему? Ответ: в бутылку.

7. Какое давление производит на фундамент мраморная колонна высотой 20 м, если площадь ее основания  $2 \text{ м}^2$ ? Ответ: 529,2 кПа.

8. Гидростат глубинной бомбы установлен на давление 2 МПа. На какой глубине взорвется бомба? Ответ: 198 м.

9. Мальчик выдувает мыльные пузыри. Почему они принимают форму шара? Ответ: согласно закону Паскаля.

10. Какое давление оказывает на дорогу груженная фура, имеющая 4 пары колес, если масса груза составляет 50 т, а сцепление каждого колеса с дорогой равно 20 см при ширине протектора 25 см? Ответ: 1,225 МПа.

11. Давление насоса, поднимающего воду, в результате аварии

уменьшилось до 150 кПа. Будет ли вода на третьем этаже дома?

Ответ: будет.

12. Чему равно давление воздуха в пузырьке воздуха на глубине 1 км? Ответ: 10,2 МПа.

13. В левом колене манометра находится столбик воды высотой 45 см. В правом — 30 см. Левое колено соединено с закрытым сосудом. На сколько давление в сосуде отличается от атмосферного? Ответ: давление в сосуде на 1470 Па меньше атмосферного.

14. Определите давление в море на глубине 8,2 м. Ответ: 183 кПа.

15. С какой силой атмосфера давит на тетрадь размером 16 X 20 см? Ответ: 3,2 кН.

16. Вычислите атмосферное давление в Паскалях, если высота столбика ртути в барометре Торричелли 75 см. Ответ: 100 кПа.

17. Что покажет ртутный барометр, если его погрузить в воду на глубину 40 см? Ответ: показания увеличатся на 3 см.

18. Дом находится в низине, а магистральный водопровод, снабжающий этот дом водой, на вершине холма на высоте 20 м от уровня расположения дома. Давление воды в водопроводе 200 кПа. Найдите давление воды в доме. Ответ: 400 кПа.

19. На какой глубине давление в водоеме превышает атмосферное на 17 кПа? Ответ: 1,73 м.

20. В сообщающиеся сосуды с отношением сечений  $S_2/S_1=2$  осторожно наливают одинаковые массы глицерина (в узкий сосуд) и вазелинового масла (в широкий сосуд). Найти отношение высот столбов жидкостей в сосудах после установления равновесия.

Массами жидкостей в соединительной трубке пренебречь. Ответ:

$$\frac{h_2}{h_1} = \left( \frac{\rho_1}{\rho_2} \cdot \left( 1 + \frac{S_1}{S_2} \right) + 1 - \frac{S_1}{S_2} \right) \cdot \frac{1}{2} = 1,43.$$

**21.** Найти глубину шахты, если давление в шахте 800 мм.рт.ст., а на поверхности давление атмосферы нормальное. Ответ: 600 м.

**22.** Барометр, установленный в самолете, показывает 742 мм.рт.ст. Найти высоту полета, если на поверхности давление атмосферы нормальное. Ответ: 96 м.

#### **Занятие №4 (4 часа).**

#### **Тема: «Работа. Мощность. КПД.»**

#### **Теория.**

Механическая работа ( $A$ ) – скалярная физическая величина равная произведению силы на перемещение и на косинус угла ( $\alpha$ ) между направлениями силы и перемещения. Измеряется в Джоулях,  $[A] = \text{Дж}$ .

$$A = F \cdot s \cdot \cos \alpha$$

Мощностью называется работа, совершенная в единицу времени.

$$N = \frac{A}{t}$$

Единица измерения мощности в СИ – Ватт,  $[N] = \text{Вт}$ .

Устройства, совершающие работу, называются механизмами. Любой механизм состоит из комбинации простых механизмов. Простые механизмы делятся на рычаги (рычаг, блок, ворот) и наклонные плоскости (наклонная плоскость, клин, винт).

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

Золотое правило механики: Ни один простой механизм не дает выигрыша в работе. Если механизм дает выигрыш в силе, он обязательно проигрывает расстоянию и наоборот. Таким образом полезная работа всегда меньше затраченной. Отношение работы полезной к работе затраченной называется коэффициентом полезного действия (КПД) и обычно выражается в процентах.

$$КПД = \frac{A_{\text{полезная}}}{A_{\text{затраченная}}} \cdot 100\% .$$

Часть затраченной работы расходуется на преодоление различных сил сопротивления. В результате движения одного тела по поверхности другого возникает сила трения, направленная вдоль поверхностей соприкасающихся тел в сторону, противоположную движению.

$$F_{\text{тр.}} = \mu F_{\text{р.}}$$

$F_{\text{тр.}}$  – сила трения.  $F_{\text{р.}}$  – сила реакции, действующая со стороны второго тела на первое, (в случае равномерного движения численно равна весу первого тела  $F_{\text{р.}} = P$ ).  $\mu$  – коэффициент трения (безразмерная величина, зависящая от состояния поверхностей, определяется экспериментально).

**Примеры решения задач.**

**Пример №1.** Найдите мощность потока воды, протекающей через плотину, если высота падения воды 25м, а расход ее –  $120\text{м}^3$  в минуту. Ответ: 490 кВт.

Дано:

Решение:

<p> <math>V = 120 \text{ м}^3</math>  <math>t = 1 \text{ мин.} = 60 \text{ с}</math>  <math>s = 25 \text{ м}</math>  <math>\rho = 1000 \text{ кг} / \text{ м}^3</math>                      Найти:  <math>N - ?</math> </p>	<p> <math display="block">N = \frac{A}{t}.</math> <math display="block">A = F \cdot s \cdot \cos \alpha,</math> так, как перемещается вода вниз и сила тяжести направлена вниз <math>\alpha = 0^\circ</math> и <math>\cos \alpha = 1</math>, то <math>A = F \cdot s</math>.  <math display="block">F = mg.</math>  <math display="block">m = \rho V.</math> </p> <p>В итоге получим: <math display="block">N = \frac{A}{t} = \frac{Fs}{t} = \frac{mgs}{t} = \frac{\rho Vgs}{t}.</math></p> <p> <math display="block">N = \frac{1000 \text{ кг} / \text{ м}^3 \cdot 120 \text{ м}^3 \cdot 9,8 \text{ Н} / \text{ кг} \cdot 25 \text{ м}}{60 \text{ с}} = 490 \text{ кВт}.</math> </p>
---	--

**Пример №2.** На установке для определения КПД наклонной плоскости были получены следующие данные: длина наклонной плоскости 0,6 м, высота 20 см. Груз массой 400 г перемещали равномерно по наклонной плоскости, действуя силой 2,5 Н. Определите КПД наклонной плоскости. Ответ: 52,3%.

<p>                     Дано:  <math>s = 0,6 \text{ м}</math>  <math>h = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}</math>  <math>m = 400 \text{ г} = 0,4 \text{ кг}</math>  <math>F_{\text{тяги}} = 2,5 \text{ Н}</math>                      Найти:  <math>\text{КПД} - ?</math> </p>	<p>Решение:</p> <p> <math display="block">\text{КПД} = \frac{A_{\text{полезная}}}{A_{\text{затраченная}}} \cdot 100\%.</math> </p> <p>Работа полезная по подъему груза против силы тяжести равна: <math>A_{\text{полезная}} = F_{\text{тяж}} \cdot h = mgh</math>.</p> <p>Работа затраченная по перемещению груза по плоскости равна: <math>A_{\text{затраченная}} = F_{\text{тяги}} \cdot s</math>.</p> <p>Тогда: <math display="block">\text{КПД} = \frac{mgh}{F_{\text{тяги}} s} \cdot 100\%.</math></p>
--	---

	$\text{КПД} = \frac{0,4\text{кг} \cdot 9,8\text{Н} / \text{кг} \cdot 0,2\text{м}}{2,5\text{Н} \cdot 0,6\text{м}} \cdot 100\% = 52,3\%.$
--	---

**Пример №3.** Кирпич массой 1 кг имеет размеры 30 см X 15 см X 8 см. Какую минимальную работу нужно совершить, чтобы переложить кирпич с большей по площади грани на меньшую? Ответ: 1,1 Дж.

Дано:

Решение:

$$m = 1\text{кг}$$

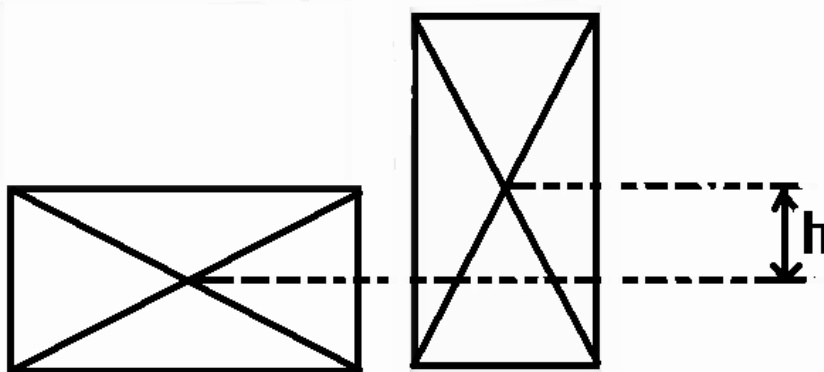
$$a = 8\text{см} = 0,08\text{м}$$

$$b = 15\text{см} = 0,15\text{м}$$

$$c = 30\text{см} = 0,3\text{м}$$

Найти:

$A - ?$



При таком перевороте кирпича центр его тяжести переместится на высоту  $h = \frac{c-a}{2}$ .

Работа полезная по подъему груза против силы тяжести равна:  $A = F_{тяж} \cdot h = mgh = mg \cdot \frac{(c-a)}{2}$ .

$$A = mg \cdot \frac{(c-a)}{2} = \frac{1\text{кг} \cdot 9,8\text{Н} / \text{кг} \cdot (0,3\text{м} - 0,08\text{м})}{2} \approx 1,1\text{Дж}.$$

### Задачи для самостоятельного решения.

1. При каком условии сила, действующая на тело, не совершает механической работы? Ответ поясните. Ответ: в случае, когда



направление действия силы перпендикулярно направлению движения.

2. В каком случае совершается механическая работа:

- а) спутник движется по круговой орбите вокруг Земли, не испытывая сопротивления воздуха;
- в) учащийся держит дверь, отжимаемую пружиной;
- с) человек поднимается по лестнице?

Ответ: с.

3. Какую работу нужно совершить, чтобы поднять ящик массой 20 кг на кузов машины высотой 1,5 м? Ответ: 300 Дж.

4. Мальчик тянет санки, прилагая к веревке силу 100 Н. Веревка образует с горизонтом угол  $60^\circ$ . Какую работу производит мальчик на расстоянии 50 м? Ответ: 2,5 кДж.

5. Санки массой 5 кг скатились с горки длиной 4 м. Какую работу совершила сила тяжести, если горка наклонена к горизонту на угол  $60^\circ$ ? Ответ: 170 Дж.

6. На пути 2 км двигатель автомашины совершил работу 500 кДж. Найдите силу трения и коэффициент трения. Масса машины 1 т. Ответ: 250 Н, 0,025.

7. Давление воды в цилиндре нагнетательного насоса 1200 кПа. Чему равна работа при перемещении поршня площадью  $400 \text{ см}^2$  на расстояние 50 см? Ответ: 24 кДж.

8. Определите работу, совершаемую при подъеме гранитной плиты объёмом  $2 \text{ м}^3$  на высоту 12 м. Чему будет равна работа, если поднимать эту плиту в воде? Ответ: 611,5 кДж; 376,3 кДж.

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

9. Из воды с глубины 10 м кран поднимает стальную отливку массой 780 кг на высоту 4 м над поверхностью воды. Найти работу крана. Ответ: 14,6 кДж.

10. Дети строят куб из снега, выкладывая его слой за слоем. Какая часть всей работы будет выполнена, когда дети выстоят половину куба? Снег считать однородным. Ответ: четверть.

11. Какую среднюю мощность развивает человек, поднимающий ведро воды весом 120 Н из колодца глубиной 20 м за 15 с? Ответ: 160 Вт.

12. Какую мощность развивает трактор при равномерном движении на первой скорости, равной 3,6 км/ч, если сила тяги трактора 12 кН? Ответ: 12 кДж.

13. Мощность продольно-строгального станка равна 7,36 кВт. Найдите силу сопротивления резанию, если скорость резания 50 см/с. Ответ: 14,72 кН.

14. Полезная мощность насоса 10 кВт. Какой объем воды может поднять этот насос с глубины 18 м в течение часа? Ответ: 200 м<sup>3</sup>.

15. Двигатель насоса, развивая мощность 25 кВт, поднимает 100 м<sup>3</sup> нефти на высоту 6 м за 8 мин. Найти КПД установки. Ответ: 40%.

16. Подъемный кран за рабочую смену (8 часов рабочего времени) поднимает 3000 т строительных материалов на высоту 9 м. Какую мощность развивает двигатель крана, если его КПД составляет 60% ? Ответ: 15,6 кВт.

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

17. Автомобиль движется со скоростью 54 км/час, развивая при этом мощность 6 кВт. Какова будет сила тяги в случае, если коэффициент полезного действия составляет 40 %? Ответ: 160 Н.

18. Определите силу сопротивления трактору, если его скорость 3,6 км/час и мощность двигателя 100 кВт; при этом на преодоление сил сопротивления идет 60% мощности. Ответ: 60 кН.

19. Рабочий поднимает груз массой 100 кг на высоту 0,3 м, пользуясь рычагом. К большому плечу рычага приложена сила 700 Н, под действием которой конец рычага опускается на 0,6 м. Определите КПД рычага. Ответ: 71%.

20. По наклонной плоскости перемещают груз весом 3,5 кН на высоту 1,4 м. Вычислите работу, совершаемую при этом, если КПД наклонной плоскости 60%. Ответ: 8,2 кН.

**Занятие №5 (8 часов).**

**Тема: «Гидро- и аэро- статика».**

**Теория.**

Закон Архимеда:

На тело погруженное в жидкость (газ) действует выталкивающая сила, равная весу жидкости (газа) в объеме, вытесненном телом.

$$F_{\text{Арх.}} = \rho g V$$

$F_{\text{Арх.}}$  – выталкивающая сила (сила Архимеда),  $\rho$  – плотность жидкости (газа),  $V$  – объем части тела, погруженной в жидкость (газ).

Условия плавания тел:

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

Если сила Архимеда больше силы тяжести, тело плавает на поверхности.

Если сила Архимеда равна силе тяжести, тело плавает внутри жидкости.

Если сила Архимеда меньше силы тяжести, тело тонет.

**Примеры решения задач.**

**Пример №1.** Льдина равномерной толщины плавает в воде, выступая из воды на высоту 2 см. Найти массу льдины, если площадь ее основания  $2 \text{ м}^2$ . Ответ: 360 кг.

Дано:	Решение:
$h = 2 \text{ см} = 0,02 \text{ м}$ $S = 2 \text{ м}^2$ $\rho_{\text{льда}} = 900 \text{ кг} / \text{м}^3$ $\rho_{\text{воды}} = 10^3 \text{ кг} / \text{м}^3$ Найти: $m - ?$	Условие плавания: сила тяжести равна выталкивающей силе Архимеда. $F_{\text{тяж}} = F_{\text{Арх}}$ $m \cdot g = \rho_{\text{воды}} \cdot g \cdot V_{\text{подв.части}}$ $\rho_{\text{льда}} \cdot g \cdot V_{\text{полный}} = \rho_{\text{воды}} \cdot g \cdot V_{\text{подв.части}}$ $\rho_{\text{льда}} \cdot V_{\text{полный}} = \rho_{\text{воды}} \cdot (V_{\text{полный}} - V_{\text{надв.части}})$ $V_{\text{полный}} \cdot (\rho_{\text{воды}} - \rho_{\text{льда}}) = \rho_{\text{воды}} \cdot V_{\text{надв.части}} =$ $= \rho_{\text{воды}} \cdot S \cdot h$ $V_{\text{полный}} = \frac{\rho_{\text{воды}} \cdot S \cdot h}{(\rho_{\text{воды}} - \rho_{\text{льда}})}$ $m = \rho_{\text{льда}} \cdot V_{\text{полный}} = \frac{\rho_{\text{льда}} \cdot \rho_{\text{воды}} \cdot S \cdot h}{(\rho_{\text{воды}} - \rho_{\text{льда}})}$ $m = \frac{900 \text{ кг} / \text{м}^3 \cdot 1000 \text{ кг} / \text{м}^3 \cdot 2 \text{ м}^2 \cdot 0,02 \text{ м}}{(1000 \text{ кг} / \text{м}^3 - 900 \text{ кг} / \text{м}^3)} = 360 \text{ кг}.$

**Пример №2.** Полый цинковый шар весит 3,6Н, а при погружении в воду – 2,8Н. Найдите объем полости внутри шара. Ответ:  $3 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$ .

Дано:	Решение:
$P_{возд.} = 3,6Н$ $P_{вода.} = 2,8Н$ $\rho_{воды} = 10^3 \text{ кг} / \text{м}^3$ $\rho = 7,1 \cdot 10^3 \text{ кг} / \text{м}^3$ Найти: $V_v - ?$	Вес тела в воздухе: $P_{возд.} = F_{тяж} - F_{Арх.возд.}$ Считая, что сила Архимеда, действующая на тело в воздухе мала: $P_{возд.} = F_{тяж}$ Вес тела в воде: $P_{вода} = F_{тяж} - F_{Арх.воды}$ Вычтем из одного уравнения другое: $P_{возд} - P_{вода} = F_{Арх.воды}$ $P_{возд} - P_{вода} = \rho_{воды} \cdot g \cdot V$ Объем шара складывается из объема цинка и объема воздушной полости: $V = V_v + V_{ц}$ , причем объем цинка $V_{ц} = \frac{m}{\rho} \approx \frac{P_{возд.}}{g \cdot \rho}$ Тогда: $P_{возд} - P_{вода} = \rho_{воды} \cdot g \cdot (V_v + V_{ц})$ $V_v = \frac{P_{возд} - P_{вода} - V_{ц}}{\rho_{воды} \cdot g} = \frac{P_{возд} - P_{вода} - \frac{P_{возд.}}{g \cdot \rho}}{\rho_{воды} \cdot g}$ $V_v = \frac{3,6Н - 2,8Н}{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}} - \frac{3,6Н}{7100 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}} = 3 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3.$

**Пример №3.** Длина прямоугольной баржи 4м, ширина 2м. Определите вес помещенного на баржу груза, если после нагрузки она осела на 0,5 м. Ответ: 39,2 кН.

Дано:	Решение:
-------	----------

$a = 4\text{ м}$ $b = 2\text{ м}$ $c = 0,5\text{ м}$ $\rho_{\text{воды}} = 10^3 \text{ кг} / \text{м}^3$ Найти: $P - ?$	Вес груза равен силе Архимеда в объеме вытесненного телом: $P = F_{\text{Арх.}} = \rho_{\text{воды}} g V$ . Объем параллелепипеда: $V = abc$ . Тогда: $P = \rho_{\text{воды}} g abc$ . $P = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 4\text{ м} \cdot 2\text{ м} \cdot 0,5\text{ м} = 39,2\text{ кН}.$
--	---

### Задачи для самостоятельного решения.

1. В цилиндрическом сосуде с водой плавает кусок льда. Как изменится уровень воды после таяния льда? Как изменился бы уровень если во льду оказался бы кусочек свинца? Ответ: не изменится; уменьшился бы.

2. Найдите силу Архимеда, действующую на дубовое полено массой 2 кг, плавающее на поверхности воды. Ответ: 14 Н.

3. Пловец неподвижно лежит на воде лицом вверх, причем в воду погружено все тело, за исключением небольшой части лица. Масса пловца 75 кг. Найдите объем тела пловца. Ответ:  $0,075 \text{ м}^3$ .

4. Найдите силу Архимеда, действующую на тело объемом  $0,4 \text{ м}^3$ , наполовину погруженное в воду. Ответ: 4 кН.

5. Деревянный брусок плавает в воде, вытесняя  $5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$  воды. Определить массу бруска. Ответ: 0,5 кг.

6. Льдина плавает в море. При этом над уровнем воды находится  $150 \text{ м}^3$  льда. Каков объем всей льдины? Ответ:  $1500 \text{ м}^3$ .

7. Свинцовый шарик упал в воду. С каким ускорением он будет двигаться в воде? Ответ:  $9,11 \text{ м/с}^2$ .

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

8. В цилиндрический сосуд налита вода. Когда в сосуд опустили железную чашку, то она стала плавать, а уровень воды поднялся на 2 см. На сколько опустится уровень воды в сосуде, если чашку утопить? Ответ: 1,74 см.

9. Цилиндрический сосуд с площадью основания  $500 \text{ см}^2$  до половины заполнен водой. В сосуд опустили деревянную цилиндрическую шайбу, площадь основания которой  $100 \text{ см}^2$  и высота 50 мм. Шайба стала плавать в воде так, что ее основание параллельно плоскости воды. На сколько ниже основание шайбы ниже первоначального уровня воды в сосуде? Плотность дерева  $0,8 \text{ г/см}^3$ . Ответ: 3 см.

10. Самородок золота вместе с кварцем, в котором он заключен, растягивает при взвешивании в воздухе, пружину динамометра с силой 2,26 Н. При погружении в воду показания динамометра уменьшаются на 0,2 Н. Найдите массу самородка золота. Ответ: 198,6 г.

10. На дне вертикального цилиндрического сосуда лежит шар радиуса 5 см. Плотность материала шара в 2 раза меньше плотности воды. Если в сосуд налить 1,3 л воды, то шар перестанет давить на дно сосуда. Определить радиус сосуда. Ответ: 10 см.

11. Льдина массой 200 кг плавает в воде. Площадь льдины  $1 \text{ м}^2$ . Найти силу давления на нижнюю поверхность льдины. Атмосферное давление нормальное. Ответ: 102 кПа.

12. Льдина плавает в воде. Объем подводной части  $1800 \text{ м}^3$ . Каков объем надводной части? Ответ:  $200 \text{ м}^3$ .

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

13. Определить плотность материала, из которого изготовлен спасательный круг, если он плавает в морской воде, погружившись на  $\frac{2}{5}$  своего объема. Ответ:  $400 \text{ кг/м}^3$ .

14. Полый шар, отлитый из чугуна, плавает в воде, погружившись наполовину. Масса шара 5 кг. Найти объем полости. Ответ:  $0,0044 \text{ м}^3$ .

15. Тело объемом  $500 \text{ см}^3$  при взвешивании в воздухе было уравновешено на весах медными гирями массой 400 г. Определите массу тела. Ответ: 400,58 г.

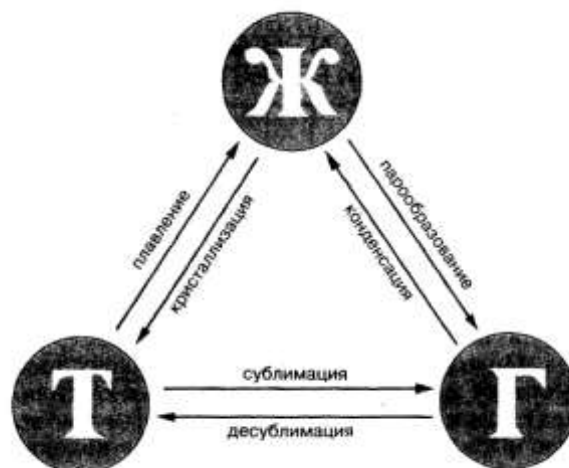
16. Определить плотность однородного тела, вес которого в воздухе 2,8 Н, а в воде 1,69 Н. Плотность воды  $10^3 \text{ кг/м}^3$ , плотностью воздуха пренебречь. Ответ:  $2,522 \text{ г/см}^3$ .

17. Какой максимальный груз может поднять воздушный шар объемом  $10 \text{ м}^3$ , если масса шара 29 кг. Ответ: 100 кг.

**Занятие № 6 (8 часов).**

**Тема: «Тепловые явления».**

**Теория.**





Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

Количеством теплоты ( $Q$ ) называется энергия теплопередачи. Измеряется в Джоулях,  $[Q] = \text{Дж}$ .

Количество теплоты, необходимое для нагревания (выделяющееся при охлаждении) тела:

$$Q = cm(t_{\text{кон.}} - t_{\text{нач.}}) = cm_{\Delta}t$$

$m$  – масса,  $[m] = \text{кг}$ ;  $t_{\text{нач.}}$  – начальная температура,  $t_{\text{кон.}}$  – конечная температура,  $\Delta t$  – изменение температуры,  $[t] = ^\circ\text{C}$ ;  $c$  – удельная теплоемкость (величина табличная),  $[c] = \text{Дж/кг}\cdot^\circ\text{C}$ .

Количество теплоты, необходимое для плавления (выделяющееся при кристаллизации) тела, находящегося при температуре плавления:

$$Q = \pm \lambda m$$

$\lambda$  – удельная теплота плавления (величина табличная),  $[\lambda] = \text{Дж/кг}$ ; знак плюс берется для плавления, знак минус берется для кристаллизации.

Количество теплоты, необходимое для парообразования (выделяющееся при конденсации) тела, находящегося при температуре кипения:

$$Q = \pm r m$$

$r$  – удельная теплота парообразования (величина табличная),  $[r] = \text{Дж/кг}$ ; знак плюс берется для парообразования, знак минус берется для конденсации.

Количество теплоты сгорания топлива:

$$Q = q m$$

$q$  – удельная теплота сгорания топлива (величина табличная),  $[q] = \text{Дж/кг}$ .

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

Уравнение теплового баланса:

Если система теплоизолирована от окружающей среды, то с течением времени в ней установится тепловое равновесие, характеризующееся равенством температуры для всех точек этой системы, а сумма количеств теплот процессов теплопередачи внутри системы будет равна нулю.

$$Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n = 0$$

**Удельная теплоемкость (с, Дж/кг °С)**

алюминий	920
вода	4200
железо	460
латунь	400
лед	2100
медь	400
свинец	140
сталь	500
олово	230
чугун	540

**Удельная теплота сгорания топлива (q, МДж/кг)**

бензин	46
газ природный	44
дрова сухие	10
нефть	44
торф	14
уголь каменный	27
спирт	27

**Температура плавления (t, °С)  
и удельная теплота плавления (λ, кДж/кг)**

	t, °С	λ, кДж/кг
азот	-210	26
алюминий	660	390

золото	1064	67
лед	0	340
медь	1085	210
олово	232	59
ртуть	-39	12
свинец	327	25
серебро	962	87
спирт	-114	110
цинк	420	12
железо	1539	270

**Температура кипения ( $t$ , °C)  
и удельная теплота парообразования ( $r$ , МДж/кг)**

	$t$ , °C	$r$ , МДж/кг
вода	100	2,3
воздух	-193	0,2
кислород	-183	0,2
ртуть	357	0,3
спирт	78	0,9

**Примеры решения задач.**

**Пример №1.** Вычислите теплоту перехода 10 г водяного пара, взятого при 100°C в лед при -20°C. Начертите примерный график этого перехода. Ответ: - 31020 Дж.

Дано:

Решение:

$$t_1 = 100^\circ\text{C}$$

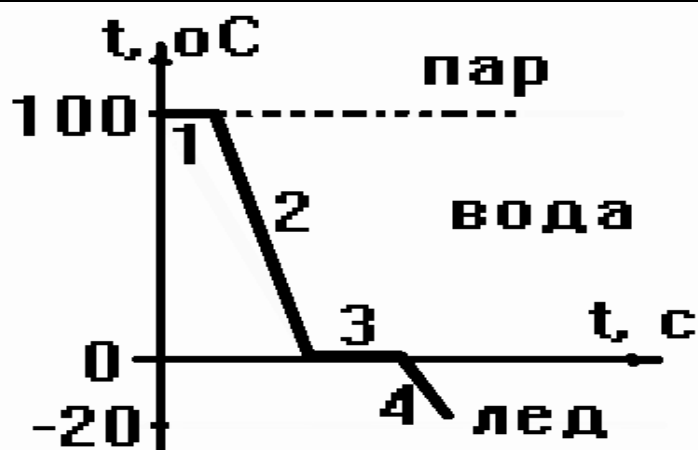
$$t_2 = 0^\circ\text{C}$$

$$t_3 = -20^\circ\text{C}$$

$$m = 10\text{г} = 0,01\text{кг}$$

Найти:

$$Q - ?$$



	<p>1 – конденсация пара в воду</p> <p>2 – охлаждение воды</p> <p>3 – кристаллизация воды в лед</p> <p>4 – охлаждение льда</p> $Q_1 = -rm = -2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 0,01 \text{ кг} = -23 \cdot 10^3 \text{ Дж.}$ $Q_2 = c_{\text{воды}} m(t_2 - t_1) =$ $4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,01 \text{ кг} \cdot (0^\circ\text{C} - 100^\circ\text{C}) = -4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж.}$ $Q_3 = -\lambda m = -3,4 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 0,01 \text{ кг} = -3,4 \cdot 10^3 \text{ Дж.}$ $Q_4 = cm(t_3 - t_2) =$ $2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,01 \text{ кг} \cdot (-20^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}) =$ $= -0,42 \cdot 10^3 \text{ Дж.}$ $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = -31,02 \text{ кДж.}$
--	---

**Пример №2.** В теплоизолированном сосуде находится смесь 500 г воды и 48 г льда при температуре 0°C. В сосуд впускают 6 г водяного пара при температуре 100°C. Определить фазовое состояние системы. Ответ: 554 г воды при температуре 0°C.

Дано:	Решение:
$m_1 = 500 \text{ г} = 0,5 \text{ кг}$	Чтобы весь лед растаял необходимо количество теплоты: $Q_2 = \lambda m.$
$m_2 = 48 \text{ г} = 0,048 \text{ кг}$	
$m_3 = 6 \text{ г} = 0,006 \text{ кг}$	
$t_1 = t_2 = 0^\circ\text{C}$	
	$Q_2 = 3,4 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 0,48 \text{ кг} = 1,632 \cdot 10^5 \text{ Дж.}$

$t_3 = 100^\circ\text{C}$ Найти: $m - ?$ $t - ?$	На таяние льда может пойти энергия конденсации пара $Q_3 = -r m$ . $Q_3 = -2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 0,06 \text{ кг} = -1,38 \cdot 10^5 \text{ Дж.}$ А также теплота охлаждения воды, конденсировавшейся из льда $Q_4 = c m (t_2 - t_3)$ . $Q_4 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,06 \text{ кг} \cdot (0^\circ\text{C} - 100^\circ\text{C}) =$ $= -0,252 \cdot 10^5 \text{ Дж.}$ Так, как $Q_2 + Q_3 + Q_4 = 0$ наблюдается баланс энергии при температуре $0^\circ\text{C}$ . При этом процессы таяния льда, конденсации пара и остывания воды до $0^\circ\text{C}$ проходят полностью. Таким образом, фазовое состояние – вода в количестве $500 \text{ г} + 48 \text{ г} + 6 \text{ г} = 554 \text{ г}$ .
---	---

**Пример №3.** Судно на подводных крыльях «Метеор» развивает мощность 1500 кВт при КПД двигателя 30%. Найти расход топлива на единицу длины пути при скорости 72 км/ч. Удельная теплота сгорания топлива равна 50 МДж/кг. Ответ: 5 кг/км.

Дано: $N = 1,5 \cdot 10^6 \text{ Вт}$ $\text{КПД} = 30\%$ $v = 72 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$	Решение: $\text{КПД} = \frac{A_{\text{полезная}}}{A_{\text{затраченная}}} \cdot 100\%$ $A_{\text{полезная}} = N t = \frac{N s}{v}$
---	---

$q = 5 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$	$A_{\text{затраченная}} = Q = qm$
Найти:	$\text{КПД} = \frac{Ns \cdot 100\%}{vqm}$
$\frac{m}{s} - ?$	
$s$	$\frac{m}{s} = \frac{N \cdot 100\%}{\text{КПД} \cdot qv} = \frac{1,5 \cdot 10^6 \cdot 100\%}{30\% \cdot 5 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг} \cdot 20 \text{ м/с}} = 5 \text{ кг/км.}$

**Задачи для самостоятельного решения.**

1. Какое количество теплоты необходимо для превращения кусочка льда массой 100 г, взятого при температуре  $-2^\circ\text{C}$ , в воду при температуре  $0^\circ\text{C}$ ? Ответ: 34420 Дж.

2. Найдите массу парафиновой свечи, если при ее отвердевании выделяется 30 кДж теплоты. Удельная теплота плавления парафина равна 150 кДж/кг. Ответ: 200 г.

3. На сколько джоулей увеличится внутренняя энергия 2 кг льда, взятого при температуре плавления, если он растает? Ответ: 680 кДж.

4. Какое количество теплоты необходимо для плавления 100 г олова, взятого при температуре  $32^\circ\text{C}$ ? Ответ: 10,5 кДж.

5. На сколько джоулей увеличится внутренняя энергия 3 кг воды при обращении ее в пар? Температура воды  $100^\circ\text{C}$ . Ответ: 6,9 МДж.

6. Железная гиря массой 5 кг остывает от  $1128^\circ\text{C}$  до  $327^\circ\text{C}$ . Сколько свинца, взятого при температуре  $27^\circ\text{C}$ , можно расплавить за счет теплоты, делившейся при остывании железной гири? Ответ: 4,5 кг.

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

7. С какой скоростью должен лететь кусок льда массой 1 кг, чтобы при ударе о каменную стену он полностью расплавился? Температура льда  $0^{\circ}\text{C}$ . Ответ: 8246 м/с.

8. Какое количество теплоты выделяет слиток золота массой 400 г при остывании от температуры  $80^{\circ}\text{C}$  до температуры  $18^{\circ}\text{C}$  ?  
Ответ: - 3224 Дж.

9. В воду массой 550 г, находящуюся при температуре  $18^{\circ}\text{C}$ , поместили алюминиевую деталь массой 3 кг, температура которой была равна  $80^{\circ}\text{C}$ . Определите установившуюся температуру. Теплообмен с телами, о которых не говорится в задаче не учитывать. Ответ:  $52^{\circ}\text{C}$ .

10. Начертите примерный график парообразования спирта, имеющего начальную температуру  $-120^{\circ}\text{C}$ .

11. Какова масса чугуновой детали, если на ее нагревание от  $20^{\circ}\text{C}$  до  $200^{\circ}\text{C}$  затратили 500 кДж теплоты? Ответ: 5,14 кг.

12. Вода массой 400 г налита в стальную емкость массой 500 г, и находится при температуре  $17^{\circ}\text{C}$ . В эту же емкость поместили алюминиевый цилиндр, находящийся при температуре  $60^{\circ}\text{C}$ . Найдите массу цилиндра, если установившаяся температура равна  $20^{\circ}\text{C}$ . Теплообмен с телами, о которых не говорится в задаче не учитывать. Ответ: 157 г.

13. Начертите примерный график кристаллизации ртути, имеющей начальную температуру  $400^{\circ}\text{C}$ .

14. Какое количество теплоты необходимо для нагревания 700 г льда от температуры  $-30^{\circ}\text{C}$  до  $-4^{\circ}\text{C}$ ? Ответ: 38220 Дж.

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

**15.** Вода массой 800 г налита в алюминиевую кастрюлю массой 400 г и находится при температуре  $16^{\circ}\text{C}$ . Сколько кипятка надо добавить в кастрюлю, чтобы температура смеси оказалась равной  $20^{\circ}\text{C}$ ? Теплообмен с телами, о которых не говорится в задаче не учитывать. Ответ: 44 г.

**16.** Начертите примерный график парообразования свинца, имеющего начальную температуру  $20^{\circ}\text{C}$ .

**17.** Сколько потребуется теплоты для испарения 100 г спирта, взятого при температуре кипения? Ответ: 90 кДж.

**18.** Медное жало паяльника массой 59 г остывает от  $432^{\circ}\text{C}$  до  $232^{\circ}\text{C}$ . 40% теплоты, выделяющейся при этом полезно используется на плавление олова. Определите, какую массу олова, взятого при температуре плавления, можно расплавить за счет этой теплоты. Ответ: 32 г.

**19.** На электроплитке нагревали 1,2 л воды от  $10^{\circ}\text{C}$  до  $100^{\circ}\text{C}$ . При этом 3% ее обратилось в пар. Сколько времени длилось нагревание, если мощность плитки 800 Вт, а ее КПД 65%? Ответ: 17,2 мин.

**20.** В кусок льда массой 100 г и температурой  $-10^{\circ}\text{C}$  влили 1,5 кг расплавленного свинца при температуре плавления. Сколько воды обратится в пар? Потерями энергии пренебречь. Ответ: 3,1 г.

**21.** Кусок льда массой 5 кг имеет температуру  $0^{\circ}\text{C}$ . Его начинают плавить, сжигая бензин. Определить фазовое состояние исходного материала, когда сгорит 50 г бензина. Потерями энергии пренебречь. Ответ: вода 5 кг при  $29^{\circ}\text{C}$ .

**22.** Начертите примерный график парообразования спирта,



Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

взятого при температуре  $-124^{\circ}\text{C}$ .

**23.** Начертите примерный график превращения ртути, взятой при температуре  $357^{\circ}\text{C}$  в ртуть при температуре  $-49^{\circ}\text{C}$ .

**24.** В воду массой 400 г и температурой  $10^{\circ}\text{C}$  впустили 10 г водяного пара с температурой  $100^{\circ}\text{C}$ . Определить фазовое состояние исходного материала. Потерями энергии пренебречь. Ответ: вода 410 г при температуре  $25,6^{\circ}\text{C}$ .

**25.** Реактивный самолет пролетает со скоростью 900 км/ч путь 1800 км, затрачивая 4 т топлива. Мощность двигателя самолета 5,9 МВт, а его КПД 23%. Найти удельную теплоту сгорания топлива. Ответ: 46 МДж/кг.

**26.** Каков КПД двигателя автомашины мощностью 20 кВт, если при скорости 72 км/ч он потребляет 10 л бензина на 100 км пути? Ответ: 32%.

**27.** Под колоколом воздушного насоса находится 40 г воды при температуре  $0^{\circ}\text{C}$ . Благодаря интенсивному испарению вода замерзает. Найти массу образовавшегося льда. Ответ: 35 г.

**28.** Вода может быть переохлаждена до  $-10^{\circ}\text{C}$ . Такое состояние воды очень нестабильно и при малейшем возмущении вода превращается в лед с температурой  $0^{\circ}\text{C}$ . Какова масса льда, если масса переохлажденной воды 1 кг. Ответ: 124 г.

## **Занятие № 7 (8 часов).**

**Тема: «Прямолинейное равноускоренное движение».**

### **Теория.**

Равноускоренным называется движение, при котором за

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

одинаковые промежутки времени скорость изменяется на одинаковую величину.

Отношение изменения скорости ко времени, за которое оно произошло называется ускорением:

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$$

$a$  - ускорение,  $[a] = \text{м/с}^2$ ;  $v$  - конечная скорость,  $v_0$  - начальная скорость,  $[v] = \text{м/с}$ ;  $t$  - время,  $[t] = \text{с}$ .

Перемещение при равноускоренном движении может быть вычислено по формулам:

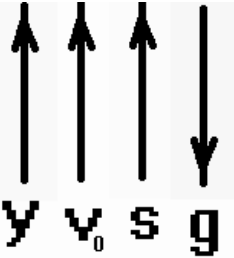
$$\vec{s} = \vec{v}_0 \cdot t + \frac{\vec{a} \cdot t^2}{2} \quad \text{или} \quad \vec{s} = \frac{v^2 - v_0^2}{2 \cdot \vec{a}}$$

$s$  – перемещение,  $[s] = \text{м}$ .

Вследствие притяжения к Земле движения в вертикальном направлении являются ускоренными. Ускорение, придаваемое телам полем силы тяжести, получило название ускорение свободного падения. Имеет специальное обозначение  $g$ . Величина ускорения свободного падения незначительно отличается для разных точек Земли и принимается равной  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ . Вектор ускорения свободного падения направлен к центру Земли. Для решения задач на движение в вертикальном направлении в формулах вместо  $\vec{a}$  применяют  $\vec{g}$ .

### **Примеры решения задач.**

**Пример №1.** Вертолет взлетает вертикально со скоростью 8 м/с, и, на высоте 120 м над землей, из него выпадает груз. Через какое время груз упадет на землю? Ответ: 5,76 с.

Дано:	Решение:
<p> <math>h = 120\text{ м}</math>  <math>v_0 = 8\text{ м/с}</math>  <math>g = 10\text{ м/с}^2</math>                      Найти:  <math>t - ?</math> </p> 	<p>Из определения ускорения следует <math>\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g}t</math>.</p> <p>Некоторое время <math>t_1</math> груз летит вверх, до тех пор пока <math>v \neq 0\text{ м/с}</math>.</p> <p>Учитывая, что направление начальной скорости и ускорения свободного падения противоположны, получим: <math>0 = v_0 - gt_1</math>.</p> <p>Время полета вверх: <math>t_1 = \frac{v_0}{g} = \frac{8\text{ м/с}}{10\text{ м/с}^2} = 0,8\text{ с}</math>.</p> <p>При этом груз проходит путь: <math>\vec{s} = \vec{v}_0 \cdot t_1 + \frac{\vec{g} \cdot t_1^2}{2}</math>.</p> <p>С учетом направлений векторов:</p> $s = v_0 \cdot t_1 - \frac{g \cdot t_1^2}{2} = 8 \cdot 0,8 - \frac{10 \cdot (0,8)^2}{2} = 3,2\text{ м}.$ <p>Далее груз падает вниз в течение <math>t_2</math> свободно (без начальной скорости) и проходит путь:</p> $s + h = \frac{gt_2^2}{2}. \text{ Время полета вниз: } t_2 = \sqrt{\frac{2(h+s)}{g}}.$ $t_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot (120 + 3,2)}{10}} = 4,96\text{ с}. \quad \text{Общее время}$ <p>движения: <math>t = t_1 + t_2 = 0,8 + 4,96 = 5,76\text{ с}</math>.</p>

**Пример №2.** Мотоциклист останавливается через 2 секунды после начала торможения, проехав путь 18 м. С какой скоростью двигался

МОТОЦИКЛИСТ? Ответ:	
Дано:	Решение:
$t = 2\text{с}$ $s = 18\text{м}$ $v = 0\text{м/с}$ Найти: $v_0 - ?$	$\vec{s} = \vec{v}_0 \cdot t + \frac{\vec{a} \cdot t^2}{2}$ $\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$ <p>подставляя в первую формулу вместо ускорения выражение из второй формулы получим: <math>s = \frac{v_0 \cdot t}{2}</math>. Тогда: <math>v_0 = \frac{2 \cdot s}{t}</math>.</p> $v_0 = \frac{2 \cdot 18\text{м}}{2\text{с}} = 18\text{м/с}.$

**Пример №3.** Прыгун в воду, разбегающийся со скоростью 3,2 м/с, прыгает горизонтально с вершины утеса и достигает поверхности воды через 1,2 с. Какова высота утеса и на каком расстоянии от его подножья прыгун погрузится в воду? С какой скоростью и под каким углом к горизонту прыгун войдет в воду? Ответ: 7,2 м; 3,84 м; 12,42 м/с; 75°.

Дано:	Решение:
$v_0 = 3,2\text{м/с}$ $t = 1,2\text{с}$ Найти: $h - ?$ $s - ?$ $v - ?$	

$\alpha - ?$	<p>Движение по оси X равномерное: <math>s = v_0 \cdot t</math>.</p> <p>Движение по оси Y равноускоренное без начальной вертикальной составляющей скорости: <math>v_{\text{верт}} = g \cdot t</math> и <math>h = \frac{g \cdot t^2}{2}</math>.</p> <p>Полная скорость <math>\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{v}_{\text{верт}}</math> согласно рисунку будет вычисляться по теореме Пифагора <math>v = \sqrt{v_0^2 + v_{\text{верт}}^2}</math>.</p> <p>Угол входа в воду может быть вычислен по его тангенсу: <math>\text{tg } \alpha = \frac{v_{\text{верт}}}{v_0}</math>.</p> $s = 3,2 \cdot 1,2 = 3,84 \text{ м}$ $h = \frac{10 \cdot (1,2)^2}{2} = 7,2 \text{ м}$ $v_{\text{верт}} = 10 \cdot 1,2 = 12 \text{ м/с}$ $v = \sqrt{3,2^2 + 12^2} = 12,42 \text{ м/с}$ $\text{tg } \alpha = \frac{12}{3,2} = 3,75 \Rightarrow \alpha \approx 75^\circ.$
--------------	--

**Пример №4.** С какой скоростью должен вылететь снаряд из ствола орудия, ориентированного под углом  $45^\circ$  к горизонту, чтобы поразить цель на расстоянии 20 км? Ответ: 447 м/с.

Дано:

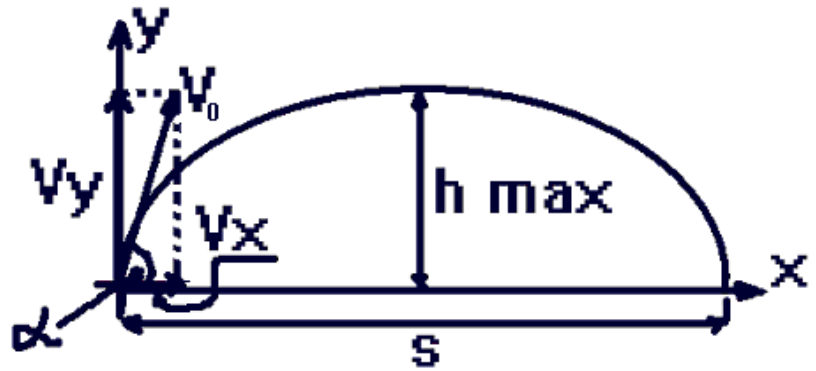
Решение:

$$\alpha = 45^\circ$$

$$s = 20 \text{ км} = 2 \cdot 10^4 \text{ м}$$

Найти:

$$v_0 - ?$$



Движение по оси X равномерное, но проекцию начальной скорости на эту ось приходится вычислять как:  $v_x = v_0 \cdot \cos \alpha$ , тогда дальность полета  $s = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t$ .

Движение по оси Y равноускоренное, при этом начальная вертикальная составляющая скорости равна:  $v_y = v_0 \cdot \sin \alpha$ , а значение вертикальной составляющей скорости в моменты набора высоты  $v_{\text{верт}} = v_0 \cdot \sin \alpha - \frac{g \cdot t}{2}$  и максимальной высоты подъема

$$h_{\text{max}} = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot \frac{t}{2} - \frac{g}{2} \cdot \left( \frac{t}{2} \right)^2.$$

Во всех этих формулах t полное время полета. Учитывая, что в момент набора максимальной высоты вертикальная скорость равна нулю, то

$$0 = v_0 \cdot \sin \alpha - \frac{g \cdot t}{2} \text{ и } v_0 \cdot \sin \alpha = \frac{g \cdot t}{2}, \text{ тогда}$$

	<p>, значит: <math>t = \frac{2 \cdot v_0 \cdot \sin \alpha}{g}</math> и</p> $s = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot \frac{2 \cdot v_0 \cdot \sin \alpha}{g}$ $v_0 = \sqrt{\frac{g \cdot s}{2 \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot 20000 \text{ м}}{2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}}} =$ $= 447 \text{ м/с.}$
--	---

**Пример №5.** Тело упало с высоты 245 м. Какой путь оно прошло за последнюю секунду падения? Ответ: 65 м.

Дано:	Решение:
<p><math>h = 245 \text{ м}</math>  <math>t_1 = 1 \text{ с}</math>          Найти:  <math>h_1 - ?</math></p>	<p>Падая без начальной скорости тело проходит</p> $h = \frac{g \cdot t^2}{2}, \text{ тогда время его движения } t = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}},$ <p>подставляя числа <math>t = \sqrt{\frac{2 \cdot 245}{10}} = 7 \text{ с}</math>, значит к концу предпоследней т.е. шестой секунды тело наберет скорость <math>v_6 = g \cdot (t - t_1) = 10 \cdot 6 = 60 \text{ м/с}</math>.</p> <p>Путь в последнюю секунду найдем по формуле</p> $h_1 = v_6 \cdot t_1 + \frac{g \cdot t_1^2}{2} = 60 \cdot 1 + \frac{10 \cdot 1^2}{2} = 65 \text{ м.}$

**Задачи для самостоятельного решения.**

1. Тело брошено вертикально вниз со скоростью 7,1 м/с. Чему

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

будет равна его скорость через 0,5 с? Сопротивлением воздуха пренебречь. Ответ: 12 м/с.

2. Пуля вылетает из винтовки со скоростью 800 м/с в горизонтальном направлении. Найти смещение пули по вертикали, если цель находится на расстоянии 400 м. Ответ: 1,25 м.

3. Тело брошено со скоростью 100 м/с под углом  $75^\circ$  к горизонту. За полетом тела наблюдают в подзорную трубу, установленную в точке бросания. При этом ось трубы в любой момент времени направлена на движущееся тело. В какие моменты времени, считая от начала движения, скорость тела будет перпендикулярна оси трубы? Сопротивление воздуха не учитывать. Ответ: 11,6 с; 18 с.

4. Тело брошено вертикально вверх с высокой башни. За первые 0,5 с его скорость монотонно уменьшилась в 2 раза. Через сколько времени, считая с момента броска, модуль его скорости окажется в 1,5 раза больше первоначальной? Ответ: 2,5 с.

5. С крыши дома высотой 30 м падает сосулька. Найти время ее падения на землю. Сопротивлением воздуха пренебречь. Ответ: 2,47 с.

6. Путь тела разбит на равные отрезки. Покоившееся тело начинается двигаться прямолинейно равноускоренно и проходит первый отрезок за 1 с. За какое время будет пройден четвертый отрезок? Ответ: 0,27 с.

7. Снаряд из орудия вылетает вертикально вверх. В верхней точке траектории снаряд разрывается на множество осколков, которые разлетаются по всем направлениям с одинаковой



Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

скоростью 200 м/с. Найти интервал времени, в течение которого осколки будут падать на землю. Сопротивление воздуха не учитывать. Ответ: 40 с.

8. Два тела бросают одновременно с одинаковыми скоростями 7 м/с: одно – вертикально вверх, второе – вертикально вниз. Какой путь пройдет второе тело к моменту, когда первое достигнет наивысшей точки своей траектории? Сопротивлением воздуха пренебречь. Ответ: 7,5 м.

9. Из закрепленной пушки, ствол которой установлен под углом  $30^\circ$  к горизонту, производят выстрел. Снаряд поднимается на высоту 500 м. Найти среднее давление пороховых газов на снаряд при выстреле. Длина ствола 3 м, масса снаряда 10 кг, площадь поперечного сечения ствола  $10 \text{ см}^2$ . Высотой точки выстрела относительно Земли и сопротивлением воздуха пренебречь. Ответ: 6,5 МПа.

10. Спортсмен, прыгнув с вышки высотой 5 м, погрузился в воду на глубину 2 м. Сколько времени и с каким ускорением он двигался в воде до остановки? Сопротивление воздуха не учитывать. Ускорение в воде считать постоянным. Ответ:  $24,5 \text{ м/с}^2$ , 0,4 с.

11. Тело бросают вертикально вверх с высоты 1,5 м относительно поверхности над ямой глубиной 3,5 м. Начальная скорость тела 2,3 м/с. Определить, в какой момент времени от начала движения тело достигнет дна ямы, и найти путь, пройденный телом за это время. Ответ: 5,5 м; 1,25 с.

12. С высоты 2 м над поверхностью пола горизонтально брошен мяч со скоростью 10 м/с. Упав на пол и отскочив от него, мяч

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

ударился о вертикальную стену, расположенную на расстоянии 10 м от места бросания. На каком расстоянии от стены мяч упадет на пол? Все соударения считать упругими. Сопротивление воздуха не учитывать. Ответ: 9,5 м.

13. Шарик подкатывается со скоростью 2 м/с к краю верхней ступеньки лестницы перпендикулярно краю. Высота и ширина каждой ступеньки лестницы соответственно равны 15 см и 20 см. О какую по счету ступеньку ударится шарик впервые? Сопротивление воздуха не учитывать. Размерами шарика пренебречь. Первой считать ступеньку, следующую за верхней. Ответ: 3.

14. Тело брошено вертикально вверх со скоростью 20 м/с. Найти скорость тела через 1,5 с. Ответ: 5 м/с.

15. Воздушный шарик поднимается вверх с постоянной скоростью 5 м/с. Когда он находится на высоте 15 м, в него с земли вертикально вверх пускают стрелу. Какой должна быть начальная скорость стрелы, чтобы она попала в шарик? Силой сопротивления, действующей на стрелу, пренебречь. Ответ: 23 м/с.

16. Вектор скорости тела, брошенного под углом  $45^\circ$  к горизонту, за 1,5 с повернулся на  $15^\circ$ . Через сколько времени, считая с начала полета, вектор скорости станет горизонтальным? Силой сопротивления воздуха пренебречь. Ответ: 3,55 с.

17. Свободно падающее тело достигает земли. Если первоначальная высота была бы на 14,7 м больше, то время падения увеличилось бы на 0,6 с. На сколько меньше должна быть первоначальная высота, чтобы время падения оказалось на 0,6 с

меньше? Сопротивление воздуха не учитывать. Ответ: 11,2 м.

**18.** Во время оттепели снег сползает без трения с крыши дома высотой 30 м. Длина ската крыши 10 м, угол наклона ската к горизонту  $30^\circ$ . Найдите ширину опасной зоны, в пределах которой возможно падение снега на землю. Сопротивление воздуха не учитывать. Ответ: 17,3 м.

**19.** После удара о поверхность земли мяч движется вертикально вверх со скоростью 15 м/с. На какой высоте относительно земли окажется мяч через 1 с после удара? Сопротивление воздуха не учитывать. Ответ: 10 м.

**20.** Два автомобиля едут прямолинейно друг за другом на расстоянии 20 м. Скорость переднего 25 м/с, скорость заднего 22 м/с. Передний начинает тормозить с ускорением  $3 \text{ м/с}^2$ , в тот же момент начинает тормозить задний. Каково должно быть ускорение заднего автомобиля, чтобы не произошло столкновения? Ответ:  $3 \text{ м/с}^2$ .

**21.** Тело, брошенное под углом к горизонту, побывало на некоторой высоте дважды: через 1 с и через 2 с, считая с момента начала движения. Расстояние между этими точками 19,6 м. Определить скорость и угол бросания. Сопротивление воздуха не учитывать. Ответ: 19,6 м/с;  $37^\circ$ .

**22.** Мяч, брошенный от пола спортивного зала со скоростью 14 м/с под углом  $45^\circ$  к горизонту, упруго ударился о потолок и упал на пол на расстоянии 16 м от точки бросания. Под каким углом мяч отскочил от потолка? На какой высоте находится потолок? Сопротивление воздуха не учитывать. Ответ:  $11,3^\circ$ , 4,8 м.

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

**23.** С горы начинают скатываться сани с ускорением  $0,5 \text{ м/с}^2$ . Какой путь проходят сани по горе, если их скорость в конце спуска  $36 \text{ км/ч}$ ? Ответ:  $100 \text{ м}$ .

**24.** Мимо пассажира, стоящего на платформе у начала электрички, первый вагон прошел за  $10 \text{ с}$ . За какое время мимо него пройдет весь состав из  $16$  вагонов? Электричка движется из состояния покоя прямолинейно равноускоренно. Ответ:  $40 \text{ с}$ .

**25.** С воздушного шара, опускающегося с постоянной скоростью  $4 \text{ м/с}$ , бросили вертикально вверх груз со скоростью  $20 \text{ м/с}$  относительно шара. Определить расстояние между грузом и шаром в тот момент, когда груз достигнет высшей точки своего подъема. Спустя какое время после броска груз пролетит мимо шара? Ответ:  $19,2 \text{ м}$ ,  $4 \text{ с}$ .

**26.** Скорость, необходимая для отрыва от земли самолета ТУ-154, равна  $270 \text{ км/ч}$ , а максимальное ускорение, которое может развить самолет при разбеге, равно  $2,31 \text{ м/с}^2$ . Найдите минимальную для данного самолета длину взлетной полосы. Ответ:  $1217 \text{ м}$ .

**27.** Автомобиль, движущийся со скоростью  $90 \text{ км/ч}$ , тормозит с ускорением  $-1,8 \text{ м/с}^2$ . Найти расстояние, которое автомобиль пройдет за третью секунду. Ответ:  $20,5 \text{ м}$ .

**28.** На каком расстоянии должны находиться два человека, чтобы мяч, брошенный под углом  $45^\circ$  к горизонту одним, попал к другому? Время полета мяча  $1,8 \text{ с}$ . Ответ:  $15,9 \text{ м}$ .

**29.** Самолет летит горизонтально на высоте  $2 \text{ км}$  со скоростью  $600 \text{ км/час}$ . На каком расстоянии до цели должен быть сброшен груз, чтобы попасть в цель? Ответ:  $3,3 \text{ км}$ .

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

30. Свободно падающее без начальной скорости тело в последнюю секунду своего движения пролетело 25 м. Сколько времени падало тело? Ответ: 3 с.

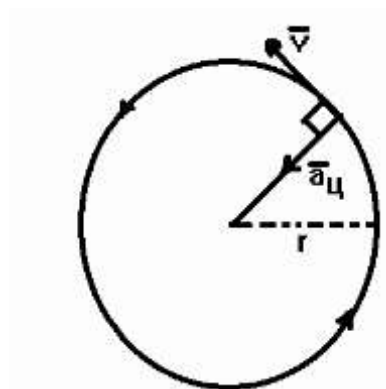
31. За пятую секунду свободного падения тело пролетело 0,2 всей высоты. Какова эта высота? Ответ: 225 м.

**Занятие № 8 (4 часа).**

**Тема: «Движение по окружности с постоянной по модулю скоростью».**

**Теория.**

При движении по окружности, в любой ее точке вектор скорости направлен по касательной к окружности. Таким образом, направление скорости изменяется, и даже если движение по окружности происходит с постоянной по модулю скоростью, оно является ускоренным. Ускорение, возникающее только из-за изменения направления скорости, направлено к центру окружности и называется центростремительным.



Величина центростремительного ускорения вычисляется по формуле:

$$a_{ц} = \frac{v^2}{r}$$

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

$a_{ц}$  - центростремительное ускорение  $[a_{ц}] = \text{м/с}^2$ ;  $v$  - модуль скорости  $[v] = \text{м/с}$ ;  $r$  – радиус окружности  $[r] = \text{м}$ .

Движение по окружности характеризуется периодом и частотой. Период вращения – время одного полного оборота ( $T$ ). Частота – количество полных оборотов за единицу времени ( $n$ ). Период измеряется в секундах  $[T] = \text{с}$ . Частота измеряется в Герцах  $[n] = \text{с}^{-1} = \text{Гц}$ . Период и частота связаны между собой формулой:

$$T \cdot n = 1$$

Для вычисления постоянной по модулю скорости при вращении через период или частоту пользуются формулами:

$$v = \frac{2\pi r}{T} = 2\pi r n$$

Угловой скоростью называется отношение изменение угла ко времени, за которое это изменение произошло.

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{t} = \frac{\varphi - \varphi_0}{t}$$

$\omega$  - модуль угловой скорости  $[\omega] = \text{рад/с}$ ;  $\varphi_0$  - начальный угол  $\varphi$  - конечный угол  $[\varphi] = \text{рад}$ ;  $t$  – время  $[t] = \text{с}$ .

Угловая скорость связана с линейной скоростью:

$$v = \omega \cdot r.$$

**Примеры решения задач.**

**Пример №1.** Линейная скорость точек края вращающегося диска 10 м/с, а точек, расположенных ближе к оси вращения на 15 см – 6 м/с. Как отличаются ускорения этих точек? Ответ: 0,6.

Дано:

Решение:

$v = 10 \text{ м/с}$ $v_1 = 6 \text{ м/с}$ $r - r_1 = 0,15 \text{ м}$ Найти: $\frac{a_1}{a} - ?$	$a_y = \frac{v^2}{r};$ $v = \frac{2\pi r}{T};$ $a_y = \frac{2\pi v}{T}$ , так как точки твердого тела вращаются с одинаковым периодом: $\frac{a_1}{a} = \frac{2\pi v_1}{T} \cdot \frac{T}{2\pi v} = \frac{v_1}{v} = \frac{6}{10} = 0,6.$
--	--

**Пример №2.** На соревнованиях по метанию молота спортсмен достигает перед броском частоты вращения 4,5 об/с. Какую скорость приобретает молот, если радиус вращения его равен 2 м?  
Ответ: 56,5 м/с.

Дано:	Решение:
$r = 2 \text{ м}$ $n = 4,5 \text{ Гц}$ Найти: $v - ?$	$v = \frac{2\pi r}{T} = 2\pi r n$ $v = 2\pi r n = 2\pi \cdot 2 \text{ м} \cdot 4,5 \frac{1}{\text{с}} = 56,5 \text{ м/с}.$

### Задачи для самостоятельного решения.

1. Тело вращают с постоянной угловой скоростью 10 рад/с в вертикальной плоскости нити длиной 1 м. Какова линейная

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

скорость тела в верхней точке траектории? Ответ: 10 м/с.

2. Центроостремительное ускорение тела, лежащего на экваторе планеты, равно  $0,034 \text{ м/с}^2$ . Определить радиус планеты. Сутки на планете длятся 24 ч. Ответ: 6400 км.

3. Определить угловую скорость искусственного спутника Земли, совершающего один оборот в сутки. Ответ:  $7,3 \cdot 10^{-5} \text{ рад/с}$ .

4. Космонавт проходит тренировку на центрифуге радиусом 15 м. С какой скоростью движется космонавт, если его центроостремительное ускорение равно  $4g$ ? Ответ: 24,5 м/с.

5. Определить частоту вращения минутной стрелки часов. Ответ:  $2,8 \cdot 10^{-4} \text{ Гц}$ .

6. Тело равномерно вращают в горизонтальной плоскости на нити длиной 1 м. За какое число оборотов тело пройдет путь 628 м? Ответ: 100.

7. Частота вращения коленчатого вала автомобиля 3000 об/мин. Найти период вращения коленчатого вала. Ответ: 0,02 с.

8. Минимальное время, за которое перемещение точки, равномерно движущейся по окружности, равно 1,57 с. Чему равна угловая скорость точки? Ответ: 2 рад/с.

9. Шкив радиусом 10 см приводится во вращение грузом, подвешенным на нерастяжимой нити, которая постепенно сматывается со шкива. В начальный момент груз неподвижен, а затем начинает опускаться с ускорением  $2 \text{ см/с}^2$ . Найти угловую скорость шкива, в тот момент когда груз опустится на 1 м. Ответ: 2 рад/с.

10. Угловая скорость стрелки часов 0,105 рад/с. Какая это



Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

стрелка? Ответ: период равен 60 с, стрелка секундная.

11. Луна делает 13 оборотов вокруг Земли за год. Чему равен период обращения Луны? Ответ: 28 сут.

12. Колесо обозрения имеет диаметр 42 м. Найдите скорость кабины, закрепленной на краю колеса, если период обращения колеса 10 мин. Ответ: 0,22 м/с.

13. Автомобиль движется со скоростью 36 км/ч. Диаметр колеса автомобиля 80 см. Найдите центростремительное ускорение точек, наиболее удаленных от оси колеса. Ответ: 2,5 км/с<sup>2</sup>.

14. Карусели вращаются по окружности радиусом 2,5 м. Найдите центростремительное ускорение крайних точек, если их скорость 18 км/ч ? Ответ: 10 м/с<sup>2</sup>.

15. Найти скорость движения Земли и ее центростремительное ускорение при ее вращении вокруг Солнца, если радиус орбиты  $1,5 \cdot 10^8$  км. Ответ: 107589 км/ч, 77 км/ч<sup>2</sup>.

16. Самолет описывает петлю, двигаясь со скоростью 900 км/час. При каком радиусе петли центростремительное ускорение не превысит 5g? Ответ: 1250 м.

17. С какой линейной скоростью движутся тела в Петербурге при вращении Земли вокруг оси? Широта Петербурга 60°, радиус Земли 6380 км. Ответ: 835 км/ч.

18. Луна обращается вокруг Земли по круговой орбите радиусом  $385 \cdot 10^3$  км, совершал один оборот за 27,3 суток. Найти величину ускорения Луны при ее движении вокруг Земли. Ответ: 35 км/ч<sup>2</sup>.

**Занятие № 9 (4 часа).**

**Тема: «Основы динамики».**

**Теория.**

**Законы Ньютона:**

**Первый:** Существуют системы отсчета называемые инерциальными, относительно которых поступательно движущееся тело сохраняет свое состояние покоя или прямолинейного равномерного движения до тех пор, пока на это тело не действуют другие тела (или их действие скомпенсировано).

**Второй:** Сила, действующая на тело, равна произведению массы тела и ускорения, сообщаемого телу этой силой.

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

$m$  - масса тела,  $[m] = \text{кг}$ ;  $a$  - ускорение тела,  $[a] = \text{м/с}^2$ ;  $F$  - равнодействующая сил, действующих на тело,  $[F] = \text{Н}$ .

Равнодействующая сил – векторная сумма всех сил, действующих на тело:  $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$ .

**Третий:** Силы взаимодействия двух тел равны по величине и направлены в противоположные стороны вдоль прямой, соединяющей тела:  $\vec{F}_{1,2} = -\vec{F}_{2,1}$ .

**Закон всемирного тяготения:** Два тела притягиваются друг к другу с силами прямопропорциональными произведению масс тел и обратнопропорциональными квадрату расстояния между телами.

$$F = \frac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

$r$  – расстояние между телами,  $[r] = \text{м}$ ;  $G = 6,672 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$  – гравитационная постоянная.

**Закон Гука:** Сила упругости, действующая на тело, по величине прямопропорциональна удлинению образца и направлена в сторону, противоположную силе, деформирующей образец.

$$\vec{F}_{\text{упр.}} = -k\vec{x}$$

$k$  – коэффициент жесткости тела (часто называют просто жесткость) [ $k$ ] = Н/м,  $x$  – удлинение тела (изменение линейных размеров тела) [ $x$ ] = м,  $F_{\text{упр.}}$  - сила упругости [ $F_{\text{упр.}}$ ] = Н.

### Примеры решения задач.

**Пример №1.** Спутник движется по орбите, высота которой равна радиусу Земли 6400 км. Определить скорость и период обращения спутника. Ответ: 5,66 км/с; 3,95 ч.

Дано:	Решение:
$R = 6400 \text{ км}$ $h = 6400 \text{ км}$ Найти: $v - ?$ $T - ?$	$F = \frac{G \cdot M \cdot m}{R^2} = mg$ $F_1 = \frac{G \cdot M \cdot m}{(R+h)^2} = ma_u, \quad \text{так как } R=h, \quad \text{то}$ $a_u = \frac{g}{4} = \frac{v^2}{(R+h)} \quad \text{и } v = \sqrt{\frac{gR}{2}} = \sqrt{\frac{9,8 \cdot 6,4 \cdot 10^6}{2}} =$ $= 5,66 \text{ км/с.}$ $v = \frac{2\pi r}{T}, \quad \text{тогда } T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi(R+h)}{\sqrt{gR/2}} = 4\pi \sqrt{\frac{2R}{g}} =$ $T = 4\pi \sqrt{\frac{2 \cdot 6,4 \cdot 10^6}{9,8}} = 3,95 \text{ ч.}$

**Пример №2.** Определите силу давления бензина на дно бака площадью  $1 \text{ м}^2$ , заполненного до высоты 80 см, в момент выхода самолета из пикирования. Радиус кривизны траектории 400 м, скорость самолета 720 км/ч. Ответ: 61,5 кН.

Дано:

Решение:

$$R = 400 \text{ м}$$

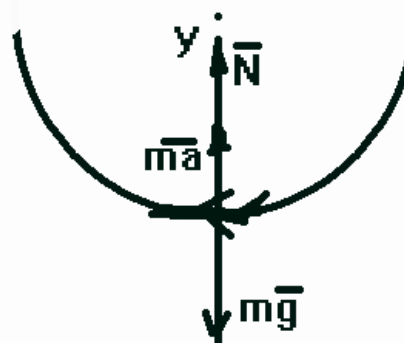
$$v = 720 \text{ км/ч} = \\ = 200 \text{ м/с.}$$

$$h = 80 \text{ см} = 0,8 \text{ м}$$

$$S = 1 \text{ м}^2$$

Найти:

$$N - ?$$



По 2-ому закону Ньютона  $m\vec{a}_y = \vec{N} + m\vec{g}$

Учитывая направления векторов  $ma_y = N - mg$

$$\text{и что } a_y = \frac{v^2}{r} \text{ получим } N = m \left( g + \frac{v^2}{r} \right).$$

Зная, что  $m = \rho V$  а  $V = Sh$ , то окончательно:

$$N = \rho Sh \left( g + \frac{v^2}{r} \right) = 700 \cdot 1 \cdot 0,8 \left( 10 + \frac{200^2}{400} \right) =$$

61,5 кН.

**Пример №3.** Сила сопротивления воздуха, действующая на каплю дождя, зависит от скорости падения ( $v$ ) капли и ее радиуса ( $r$ ) по закону:  $F_{\text{сопр.}} = \rho_{\text{возд.}} \cdot r^2 \cdot v^2$ . Найти установившуюся скорость падения

капли, если ее радиус 1 мм. Ответ: 5,6 м/с.	
Дано:	Решение:
$R=1\text{мм}=0,001\text{м}$ Найти: $v=?$	Скорость установится (не изменяется) в случае равенства нулю равнодействующей силы. На каплю действуют силы тяжести и сопротивления, значит, их величины равны. $F_{\text{тяж}} = F_{\text{сопр}}$ , тогда $\frac{4}{3}\pi R^3 \cdot \rho_{\text{воды}} \cdot g = \rho_{\text{возд}} \cdot R^2 \cdot v^2$ . Откуда $v = \sqrt{\frac{4\pi g R \rho_{\text{воды}}}{3\rho_{\text{возд}}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3,14 \cdot 10^{-3} \cdot 10^3}{3 \cdot 1,29}} = 5,6 \text{ м/с.}$

### Задачи для самостоятельного решения.

1. Масса тела 80 кг. Найти силу тяжести этого тела на Венере. Радиус планеты 6050 км, ее масса  $4,87 \cdot 10^{24}$  кг. Ответ: 700 Н.
2. Найти силу гравитационного притяжения однородного шара массой 5 кг с радиусом 0,5 м и камешка массой 20 г, расположенного на расстоянии радиуса шара от его поверхности. Ответ:  $6,67 \cdot 10^{-12}$  Н.
3. Какую скорость должен иметь спутник,двигающийся по круговой орбите на высоте 250 км от поверхности Земли? Радиус Земли равен 6380 км. Ответ: 7,77 км/с.
4. Определить массу Солнца, считая, что Земля движется по круговой орбите с радиусом  $1,5 \cdot 10^8$  км вокруг Солнца со скоростью 30 км/с. Ответ:  $2 \cdot 10^{30}$  кг.

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

5. Две силы 4 Н и 12 Н действуют на тело в противоположных направлениях. Найти равнодействующую этих сил. Ответ: 8 Н.

6. Две силы 30 Н и 40 Н действуют на тело в перпендикулярных направлениях. Найти равнодействующую этих сил. Ответ: 50 Н.

7. Две силы 3 Н и 8 Н, направленные под углом  $120^\circ$  друг к другу, действуют на тело. Найти равнодействующую этих сил. Ответ: 7 Н.

8. Тело массой 0,5 кг скользит по наклонной плоскости с ускорением  $0,2 \text{ м/с}^2$ . Найти равнодействующую сил, действующих на тело. Ответ: 0,1 Н.

9. Тело массой 6 кг, начавшее двигаться под действием постоянной силы 180 Н, прошло путь 15 м. Найти время движения. Ответ: 1 с.

10. Сила сообщает первому телу ускорение  $2 \text{ м/с}^2$ . Эта же сила сообщает второму телу ускорение  $3 \text{ м/с}^2$ . Какое ускорение сообщит эта сила первому и второму телам, если их соединить вместе? Ответ:  $1,2 \text{ м/с}^2$ .

11. Танк массой 50 т движется по мосту со скоростью 45 км/ч. Под его тяжестью мост прогибается, образуя дугу радиусом 600 м. Найти силу давления танка на мост в нижней точке дуги. Ответ: 503 кН.

12. Свинцовый шарик упал в воду. С каким ускорением он будет двигаться? Сопротивлением воды пренебречь. Ответ:  $9,1 \text{ м/с}^2$ .

13. Чему равен коэффициент трения между шинами автомобиля и дорогой, если автомобиль проходит закругление дороги радиусом 62 м со скоростью 54 км/час? Ответ: 0,37.

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

14. Найти тормозной путь автомобиля, движущегося со скоростью 90 км/час, если коэффициент трения между шинами и дорогой равен 0,8. Ответ: 40 м.

15. Электричка набирает на горизонтальном участке скорость 60 км/час за 10 с. Какова сила тяги, развиваемая ее двигателями, если масса состава 600 т, а сила сопротивления составляет 0,2% веса состава? Ответ: 10 МН.

16. С какой силой нужно прижимать тело массой 2 кг к вертикальной стенке, чтобы оно не упало? Коэффициент трения 0,3. Ответ: 67 Н.

### **Занятие № 10 (8 часов).**

**Тема: «Законы сохранения в механике».**

#### **Теория.**

Импульс тела ( $\vec{p}$ ) – физическая векторная величина, равная произведению массы тела на его скорость. Вектор импульса тела сонаправлен с вектором скорости тела.

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

Импульс тела измеряется в килограмм-метрах в секунду [p] = кг·м/с.

Импульс силы ( $\vec{k}$ ) – физическая векторная величина, равная произведению силы на время ее действия. Вектор импульса силы сонаправлен с вектором силы.

$$\vec{k} = \vec{F}t$$

Импульс силы измеряется в Ньютон-секундах [k] = Н·с.

Второй закон Ньютона в импульсной форме:

Изменение импульса тела равно импульсу силы.

$$\vec{p} - \vec{p}_0 = \vec{k}$$

$p_0$  – импульс тела в начальный момент времени,  $p$  – импульс тела в конечный момент времени.

Тела взаимодействующие только друг с другом и ни с какими более образуют замкнутую систему.

Закон сохранения импульса:

При любых движениях и взаимодействиях внутри замкнутой системы геометрическая сумма импульсов тел, составляющих эту систему, не изменяется.

Функция состояния системы, характеризующая способность системы совершать работу, называется энергией. Энергия измеряется в джоулях.

Движущиеся тела обладают кинетической энергией:

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

$E_k$  – кинетическая энергия тела,  $m$  – масса тела,  $v$  – скорость тела.

Взаимодействующие тела обладают потенциальной энергией.

Потенциальная энергия тела, поднятого над нулевым уровнем, равна:

$$E_p = mgh$$

$E_p$  – потенциальная энергия тела, поднятого над нулевым уровнем,  $m$  – масса тела,  $h$  – высота тела над нулевым уровнем (часто в качестве нулевого уровня выбирают поверхность Земли).

Потенциальная энергия упругодеформированного тела равна:



$$E_p = \frac{kx^2}{2}$$

$E_p$  – потенциальная энергия упругодеформированного тела,  $k$  – коэффициент жесткости тела [ $k$ ] = Н/м,  $x$  – удлинение тела [ $x$ ] = м.

Сумма кинетической и потенциальной энергии тела называется полной механической энергией тела ( $E$ ).

Энергия может превращаться из одного вида в другой (например, из механической в тепловую). Энергия может переходить от одного тела к другому. Если превращения видов энергии не происходит, то для замкнутых систем справедлив закон сохранения энергии:

Полная механическая энергия тел замкнутой системы не изменяется.

### Примеры решения задач.

**Пример №1.** Нейтрон, летящий со скоростью 2400 км/с, поглощается неподвижным ядром кадмия, масса которого в 112 раз больше массы нейтрона. Определить скорость образовавшегося нового ядра. Ответ: 21,24 км/с.

Дано:	Решение:
$v_1 = 2400 \text{ км/с}$ $v_2 = 0 \text{ км/с}$ $\frac{m_2}{m_1} = 112$	До соударения два тела находились отдельно, после соударения стали двигаться как единое целое: $m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \cdot \vec{v}$ , учитывая, что второе тело покоилось $m_1 \cdot \vec{v}_1 = (m_1 + m_2) \cdot \vec{v}$ .
Найти: $v - ?$	Направление движения после удара в этом случае не изменится: $m_1 \cdot v_1 = (m_1 + m_2) \cdot v$ , тогда

	$v = \frac{m_1 \cdot v_1}{(m_1 + m_2)} = \frac{m_1 \cdot 2400 \text{ км/с}}{(m_1 + 112 \cdot m_1)} = \frac{2400 \text{ км/с}}{113} = 21,24 \text{ км/с.}$
--	---

**Пример №2.** На какую высоту от начальной точки может подняться по склону тело массой 1 кг, если его скорость в начале подъема составляла 15 м/с, а энергия, затраченная на преодоление сил сопротивления 36 Дж. Ответ: 7,65 м.

Дано:	Решение:
$h_0 = 0 \text{ м}$ $Q = 36 \text{ Дж}$ $v_0 = 15 \text{ м/с}$ $v = 0 \text{ м}$ Найти: $h - ?$	Энергетический баланс: $E_0 = E + Q$ , где $E_0$ и $E$ – полная механическая энергия в начальный и в конечный момент времени, она вычисляется как сумма кинетической и потенциальной энергий тела: $E = E_k + E_p$ . С учетом формул кинетической $E_k = \frac{mv^2}{2}$ и потенциальной $E_p = mgh$ энергий первая формула этого решения расписывается: $\frac{mv_0^2}{2} + mgh_0 = \frac{mv^2}{2} + mgh + Q,$ обратив внимание на нулевые данные, получим: $\frac{mv_0^2}{2} = mgh + Q, \Rightarrow \text{выведем для вычислений:}$ $h = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{Q}{mg} = \frac{15^2}{2 \cdot 10} - \frac{36}{1 \cdot 10} = 7,65 \text{ м.}$

**Пример №3.** Два шара катятся в одном направлении. Происходит абсолютно упругое центральное соударение. Какова скорость шаров после соударения, если один шар массой 200 г, имел скорость 5 м/с, а второй шар массой 300 г, имел скорость 3 м/с?  
Ответ: 2,6 м/с; 4,6 м/с.

Дано:	Решение:
$m_1 = 200\text{г} = 0,2\text{кг}$ $m_2 = 300\text{г} = 0,3\text{кг}$ $v_1 = 5\text{м/с}$ $v_2 = 3\text{м/с}$ Найти: $u_1 - ?$ $u_2 - ?$	Закон сохранения импульса: $m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = m_1 \cdot u_1 + m_2 \cdot u_2$ . Закон сохранения энергии: $\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{m_1 u_1^2}{2} + \frac{m_2 u_2^2}{2}$ . Решая систему этих двух уравнений получим: $u_1 = \frac{(m_1 - m_2) \cdot v_1 + 2 \cdot m_2 \cdot v_2}{(m_1 + m_2)}$ $u_2 = \frac{(m_2 - m_1) \cdot v_2 + 2 \cdot m_1 \cdot v_1}{(m_1 + m_2)}$ Подставляя данные: $u_1 = \frac{(0,2 - 0,3) \cdot 5 + 2 \cdot 0,3 \cdot 3}{(0,2 + 0,3)} = 2,6\text{м/с}$ $u_2 = \frac{(0,3 - 0,2) \cdot 3 + 2 \cdot 0,2 \cdot 5}{(0,2 + 0,3)} = 4,6\text{м/с}$

### Задачи для самостоятельного решения.

1. На ветке дерева сидит птичка массой 300 г на высоте 3 м над Землей. Какова ее потенциальная энергия? Ответ: 9 Дж.
2. Из винтовки произведен выстрел вертикально вверх.

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

Свинцовая пуля массой 10 г вылетает со скоростью 300 м/с и на высоте 500 м попадает в такую же пулю, летящую горизонтально со скоростью 250 м/с. На сколько нагреются пули после абсолютно неупругого удара, и какова будет их суммарная кинетическая энергия, если в момент удара их температура была одинаковой? Удельную теплоемкость свинца считать 200 Дж/кг·°С. Сопротивлением воздуха пренебречь. Ответ: 89°С; 356 Дж.

3. Найти потенциальную энергию груза массой 6 кг, находящегося на высоте 2 м. Ответ: 120 Дж.

4. Найти импульс тела массой 0,5 кг, движущегося со скоростью 4 м/с. Ответ: 2 кг·м/с.

5. В момент взлета скорость самолета 100 м/с. Масса самолета 20 т. Найти кинетическую энергию. Ответ: 100 МДж.

6. Круглая пластина массой 10 кг лежит на горизонтальном столе. К центру пластины прикреплена легкая пружина жесткостью 100 Н/м. Какую минимальную работу нужно совершить, чтобы поднять пластину на высоту 1 м от поверхности стола, прикладывая силу к свободному концу пружины? Ответ: 150 Дж.

7. Снаряд, летевший вертикально, разорвался в высшей точки своей траектории на два осколка с массами 1,5 кг и 2 кг. Скорость первого осколка сразу после взрыва 20 м/с. Какова скорость второго осколка? Ответ: 15 м/с.

8. Движущийся снаряд разорвался на два осколка, угол между скоростями которых составил 60°. Один осколок имеет массу 2 кг, и скорость 100 м/с, другой – массу 8 кг и скорость 25 м/с. Чему равна наименьшая энергия, выделившаяся при взрыве? Массой

взрывчатого вещества пренебречь. Ответ: 6,5 кДж.

9. Мама и дочь стоят на коньках на гладком льду. Мама толкает дочь. В результате обе начинают скользить. Во сколько раз отличаются их скорости в момент начала скольжения, если Мааса мамы 65 кг, а масса дочери 25 кг. Ответ: 2,6.

10. Два небольших тела, имеющие значения импульсов 3 кг·м/с и 1,6 кг·м/с, двигаются на сближение под углом  $30^\circ$  друг к другу и затем сталкиваются. После столкновения они двигаются вместе со скоростью 4,5 м/с. Определите суммарную кинетическую энергию этих тел после столкновения. Ответ: 9,3 Дж.

11. Мяч массой 100 г, летевший со скоростью 2 м/с, пойман рукой на лету. Какова была средняя сила удара мяча о руку, если он остановился за 0,02 с? Ответ: 10 Н.

12. С какой скоростью нужно бросить мяч вертикально вниз, чтобы он при отскоке подпрыгнул на 5 м выше того уровня, с которого был брошен? Ответ: 10 м/с.

13. Материальная точка массой 100 г равномерно движется по окружности длиной 1 м, проходя ее за 2 с. Найти кинетическую энергию материальной точки. Ответ: 12,5 мДж.

14. Под каким углом к горизонту с поверхности Земли брошено тело, если в наивысшей точке его траектории его кинетическая энергия равна потенциальной? Сопротивление воздуха не учитывать. Ответ:  $45^\circ$ .

15. От груза массой 500 г, висящего на пружине жесткостью 100 Н/м, отрывается часть массой 200 г. Какую максимальную скорость будет иметь оставшаяся часть груза? Ответ: 0,36 м/с.

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

16. Тело брошено вертикально вверх. В некоторый момент кинетическая энергия тела стала равна трети его полной механической энергии. Во сколько раз скорость тела в этот момент отличается от начальной скорости? Во сколько раз максимальная высота подъема тела отличается от высоты в указанный момент? Потенциальную энергию тела на первоначальном уровне принять равной нулю, высоту подъема отсчитывать от этого уровня. Ответ:  $\sqrt{3}$ ; 1,5.

17. Движущийся шарик сталкивается с покоящимся. Во сколько раз масса движущегося шарика должна быть меньше, чем покоящегося, чтобы после абсолютно упругого центрального удара он потерял треть своей энергии? Ответ: 9,8.

18. Маленький брусок массой 2 кг наезжает на гладкую горку массой 8 кг, покоящуюся на гладком столе. На какую максимальную высоту от поверхности стола по поверхности горки поднимется брусок, если его начальная скорость у основания горки равна 2 м/с? Ответ: 16 см.

19. Граната массой 1,2 кг, летевшая горизонтально со скоростью 20 м/с, разорвалась на два осколка. Скорость одного осколка массой 800 г равна 30 м/с и направлена под углом  $60^\circ$  к горизонту. Какова минимальная энергия, выделившаяся при взрыве? Массой взрывчатого вещества пренебречь. Ответ: 840 Дж.

20. Орел массой 1 кг летает по окружности радиусом 50 м на высоте 500 м над землей. За 2 мин он пролетает 2 круга. Какова его механическая энергия? Ответ: 5014 Дж.

21. При центральном ударе два шара обменялись скоростями.

Найти отношение масс шаров. Ответ: 1.

**22.** На сколько нужно сжать пружину жесткостью 800 Н/м, чтобы ее потенциальная энергия стала равной 2 Дж. Ответ: 7,1 см.

**23.** На тележке массой 25 кг лежит ящик. Тележка с ящиком движется со скоростью 2 м/с, при этом импульс системы 60 кг·м/с. Найти массу ящика. Ответ: 5 кг.

**24.** Протон, движущийся со скоростью 20 км/с, столкнулся с неподвижным ядром атома гелия. Определить скорость ядра атома гелия после удара, если скорость протона уменьшилась до 8 км/с. Масса ядра атома гелия больше массы протона в 4 раза. Ответ: 7 км/с.

**25.** Под действием постоянной силы 0,7 Н импульс тела изменился на 14 кг·м/с. Сколько времени действовала сила? Ответ: 20 с.

**26.** Тележка с песком массой 200 кг катится без трения по горизонтальным рельсам со скоростью 2 м/с. Пуля массой 10 г, выпущенная вдоль рельсов вдогонку тележке со скоростью 200 м/с, попадает в тележку и застревает в ней. Сколько механической энергии перешло во внутреннюю при ударе? Ответ: 24 кДж.

**27.** С кормы лодки массой 80 кг, плывущей со скоростью 1,5 м/с, прыгает мальчик массой 40 кг со скоростью 3 м/с. Найдите скорость лодки после прыжка. Ответ: 3,75 м/с.

**28.** Найдите скорость отдачи автомата массой 5,4 кг, если масса пули 10 г, а скорость ее вылета из ствола 745 м/с. Ответ: 1,4 м/с.

**29.** Какую работу надо совершить, чтобы из колодца глубиной 10 м поднять ведро воды массой 8 кг на тросе, каждый метр которого имеет массу 400 г? Ответ: 1 кДж.

**30.** Шарик массой 30 г падает с высоты 1 м на горизонтальную плиту и отскакивает от нее на 81 см. Найти тепловую энергию выделившуюся при ударе. Ответ: 57 мДж.

### **Занятие № 11 (4 часа).**

**Тема: «Колебания и волны».**

#### **Теория.**

Колебания – процесс, повторяющийся точно (или почти точно) через равные промежутки времени.

Смещением ( $x$ ,  $[x] = \text{м}$ ) называют отклонение колеблющегося тела от положения равновесия.

Амплитуда ( $A$ ,  $[A] = \text{м}$ ) – модуль максимального смещения.

Период ( $T$ ,  $[T] = \text{с}$ ) – время одного полного колебания.

Частота ( $n$ ,  $[n] = \text{Гц}$ ) – количество колебаний в секунду.

$$T \cdot n = 1$$

Циклическая (круговая) частота ( $\omega$ ,  $[\omega] = \text{рад/с} = \text{Гц}$ ) – количество колебаний за время равное  $2\pi$  секунд.

$$\omega = 2\pi n = \frac{2\pi}{T}$$

Колебания, совершающиеся по закону синуса (или косинуса) называются гармоническими. Закон гармонических колебаний:

$$x = A \cdot \cos(\omega t + \varphi_0) \text{ или } x = A \cdot \sin(\omega t + \varphi_0)$$



Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

$\varphi_0$  – начальная фаза [ $\varphi_0$ ] = рад.

Математический маятник – материальная точка на длинной тонкой нерастяжимой нити. Формула периода колебаний математического маятника:

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$T$  - период колебаний [ $T$ ] = с;  $l$  - длина нити маятника [ $l$ ] = м.

Физический маятник – груз на пружине. Формула периода колебаний физического маятника:

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$T$  - период колебаний [ $T$ ] = с;  $m$  - масса груза [ $m$ ] = кг;  $k$  - коэффициент жесткости пружины [ $k$ ] = Н/м.

Если колебательная система, будучи однажды выведена из положения равновесия, далее предоставлена сама себе, то в системе совершаются свободные колебания. Если система колеблется под действием некоторой периодической вынуждающей силы, то в системе совершаются вынужденные колебания. При совпадении собственной частоты колебаний системы с частотой вынуждающей силы возникает резонанс – явление резкого возрастания амплитуды колебаний системы.

Волна – распространение колебаний в пространстве.

Длина волны ( $\lambda$ , [ $\lambda$ ] = м) – расстояние, проходимое волной за время равное периоду колебаний точек среды в волне.

Скорость волны ( $v$ , [ $v$ ] = м/с) – отношение длины волны к периоду колебаний точек среды в волне.

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda n$$

### Примеры решения задач.

**Пример №1.** За одно и то же время один математический маятник делает 50 колебаний, а второй — 30, Найдите их длины, если один из них на 32 см короче другого. Ответ: 18 см, 50 см.

Дано:	Решение:
$t_1 = t_2$ $N_1 = 50$ $N_2 = 30$ $l_2 = l_1 + 0,32$ Найти: $l_1 - ?$ $l_2 - ?$	$T = \frac{t}{N} ; T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow \frac{t}{N} = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$ $\frac{t_1}{N_1} = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{l_1}{g}} ; \frac{t_2}{N_2} = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{l_2}{g}} \Rightarrow \frac{t_2}{N_2} = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{l_1 + 0,32}{g}}$ $\frac{\frac{t_2}{N_2} = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{l_1 + 0,32}{g}}}{\frac{t_1}{N_1} = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{l_1}{g}}} \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \sqrt{\frac{l_1 + 0,32}{l_1}} \Rightarrow$ $\left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 = \frac{l_1 + 0,32}{l_1}$ $l_1 = \frac{0,32}{\left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 - 1} = \frac{0,32}{\left(\frac{50}{30}\right)^2 - 1} = 0,18 \text{ м};$ $l_2 = 0,18 + 0,32 = 0,5 \text{ м}.$

**Пример №2.** Колебания материальной точки происходят по закону синуса с периодом 2 с и начальной фазой  $\pi/6$ . Чему равна амплитуда колебаний, если в момент времени 4,5 с смещение точки 1,73 см? Ответ: 2 см.

Дано:	Решение:
$T=2c$ $\varphi_0=\frac{\pi}{6}$ $t=4,5c$ $x=1,73cm$	$x = A \cdot \sin(\omega t + \varphi_0)$ $\omega = \frac{2\pi}{T}$ $x = A \cdot \sin\left(\frac{2\pi t}{T} + \varphi_0\right)$
Найти: A - ?	$A = \frac{x}{\sin\left(\frac{2\pi t}{T} + \varphi_0\right)} = \frac{1,73cm}{\sin\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot 4,5c}{2c} + \frac{\pi}{6}\right)} = 2cm.$

**Пример №3.** Скорость звука в воде 1450 м/с. На каком расстоянии находятся ближайшие точки, совершающие колебания в противоположном направлении, если частота колебаний равна 725 Гц? Ответ: 1 м.

Дано:	Решение:
$v=1450m/c$ $n=725Гц$	Ближайшие точки, совершающие колебания в противоположном направлении, находятся на расстоянии $d = \frac{\lambda}{2}$ .
Найти: d - ?	Учитывая, что $\lambda = \frac{v}{n} \Rightarrow d = \frac{v}{2 \cdot n} = \frac{1450m/c}{2 \cdot 725Гц} = 1m.$

**Задачи для самостоятельного решения.**

1. Точные часы с математическим маятником поднимают с поверхности Земли на большую высоту. Изменится ли ход часов? Если изменится, то как? Ответ: Период колебаний увеличится, часы отстанут.

2. Математический маятник совершает 30 колебаний за 120 с. Чему равна частота колебаний маятника? Ответ: 0,25 Гц.

3. Найти скорость распространения звука в материале, в котором колебания с периодом 0,01 с вызывает звуковую волну, имеющую длину 10 м. Ответ: 1 км/с.

4. Шарик совершает гармонические колебания вдоль прямой. Амплитуда колебаний 6 см. Найти расстояние между крайними положениями шарика. Ответ: 12 см.

5. Сколько полных колебаний совершит материальная точка за 5 с, если частота колебаний 10 Гц. Ответ: 50.

6. Период колебаний математического маятника 1 с. Чему равна длина нити этого маятника? Ответ: 25 см.

7. Гармонические колебания тела описываются уравнением:  $x = 0,3 \cdot \sin(10\pi t)$ . Найти круговую частоту колебаний. Ответ:  $10\pi$  рад/с.

8. Математический маятник совершает гармонические колебания с частотой 0,5 Гц. Найти циклическую частоту этих колебаний. Ответ: 3,14 рад/с.

9. Во сколько раз отличаются длины нитей математических маятников, если за одинаковое время первый совершает в 2 раза больше колебаний, чем второй. Ответ: второй в 4 раза длиннее.

10. Чему равна частота гармонических колебаний небольшого

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

шарика массой 250 г, подвешенного на легкой пружине жесткостью 100 Н/м? Ответ: 3,2 Гц.

11. Шарик, подвешенный на пружине, совершает колебания по закону  $x = A \sin(\pi t/4)$ . За сколько секунд, считая от начала движения, шарик пройдет путь, равный амплитуде его колебаний? Ответ: 2 с.

12. Под действием силы тяжести электродвигателя балка, на которой он установлен, прогнулась на 1 мм. При какой частоте вращения якоря электродвигателя амплитуда колебаний балки будет наибольшей? Ответ: 16 Гц.

13. Амплитуда незатухающих гармонических колебаний точки струны 1 мм. Какой путь пройдет эта точка за 0,2 с, если частота колебаний струны 1 кГц. Ответ: 80 см.

14. За какое время волна с циклической частотой 214 рад/с пройдет расстояние 20 км? Длина волны 10 м. Ответ: 58,7 с.

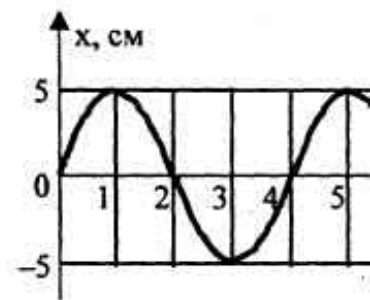
15. Масса груза пружинного маятника 100 г, период колебаний 0,8 с. Найти жесткость пружины. Ответ: 6,16 Н/м.

16. Длина звуковой волны в воздухе у самого низкого мужского голоса равна 4,3 м. Найти частоту колебаний этого голоса. Скорость звука в воздухе 340 м/с. Ответ: 79 Гц.

17. Длина волны 40 м, скорость ее распространения 20 м/с. Найти частоту колебаний источника волн. Ответ: 0,5 Гц.

18. Пользуясь рисунком запишите уравнение гармонических колебаний.

Ответ:  $x = 0,05 \sin(\pi t/2)$ .



19. На каком расстоянии от ледокола находится скопление льда,

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

если посланный ультразвуковой сигнал был принят обратно через 3 с? (Скорость звука в данных условиях в воде составляет 1500 м/с.) Ответ: 2250 м.

**20.** Какую длину должен иметь маятник с периодом в 2 с на Луне, если ускорение силы тяжести на Луне в 6 раз меньше, чем на Земле? Ответ: 16,56 см.

## **Занятие № 12 (8 часов).**

**Тема: «Электрический ток».**

### **Теория.**

Электрический заряд – фундаментальное неотъемлемое свойство некоторых элементарных частиц (электронов, протонов), проявляющееся в способности к взаимодействию посредством электрического поля. По характеру взаимодействия заряды можно классифицировать на два типа: положительные (протон) и отрицательные (электрон). Два одноименных заряда отталкиваются, два разноименных заряда притягиваются.

Электрическим током называют упорядоченное направленное движение заряженных частиц. Для существования тока необходимы два условия:

- Наличие свободных зарядов;
- Наличие внешнего электрического поля, которое заставит перемещаться заряды.

Отношение величины заряда, протекшего через поперечное сечение образца, ко времени его протекания называется силой тока.

$$I = \frac{q}{t}$$

$q$  – заряд, измеряется в Кулонах [ $q$ ] = Кл;  $t$  – время [ $t$ ] = с;  $I$  – сила тока, измеряется в Амперах [ $I$ ] = А.

Отношение работы внешнего поля по перемещению заряда к величине этого заряда называется напряжением.

$$U = \frac{A}{q}$$

$A$  – работа внешних сил [ $A$ ] = Дж;  $U$  – напряжение, измеряется в Вольтах [ $U$ ] = В.

При перемещении зарядов внутри материала они испытывают столкновения между собой и с элементами кристаллической решетки материала, таким образом, вещество сопротивляется протеканию электрического тока. По сопротивлению материалы классифицируют на проводники и изоляторы (диэлектрики). Величина сопротивления определяется формулой:

$$R = \frac{\rho l}{S}$$

$R$  – сопротивление, измеряется в Омах [ $R$ ] = Ом;  $\rho$  – удельное сопротивление материала (величина табличная) [ $\rho$ ] = Ом·м;  $l$  – длина проводника [ $l$ ] = м;  $S$  – площадь поперечного сечения проводника [ $S$ ] = м<sup>2</sup>.

Удельное электрическое сопротивление некоторых материалов (при температуре 20°C) [ $\rho$ ] = Ом·м	
Серебро	$1,6 \cdot 10^{-8}$

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.



Медь	$1,7 \cdot 10^{-8}$
Золото	$2,4 \cdot 10^{-8}$
Алюминий	$2,8 \cdot 10^{-8}$
Вольфрам	$5,5 \cdot 10^{-8}$
Железо	$1,0 \cdot 10^{-7}$
Свинец	$2,1 \cdot 10^{-7}$
Никелин (сплав)	$4,0 \cdot 10^{-7}$
Манганин (сплав)	$4,3 \cdot 10^{-7}$
Константан (сплав)	$5,0 \cdot 10^{-7}$
Ртуть	$9,6 \cdot 10^{-7}$
Нихром (сплав)	$1,1 \cdot 10^{-6}$
Фехраль (сплав)	$1,3 \cdot 10^{-6}$
Графит	$1,3 \cdot 10^{-5}$
Фарфор	$1,0 \cdot 10^{11}$
Эбонит	$1,0 \cdot 10^{12}$

Закон Ома для участка цепи:

Сила тока на участке цепи равна отношению напряжения на концах этого участка к его сопротивлению.

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

Законы соединений проводников:

Соединение	последовательное	параллельное
Изображение соединения на		



схемах		
Закон сил токов	$I_{\text{общ.}} = I_1 = I_2$	$I_{\text{общ.}} = I_1 + I_2$
Закон напряжений	$U_{\text{общ.}} = U_1 + U_2$	$U_{\text{общ.}} = U_1 = U_2$
Закон сопротивлений	$R_{\text{общ.}} = R_1 + R_2$	$\frac{1}{R_{\text{общ.}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

Индексы: 1 – для первого проводника, 2 – для второго проводника, общ. – общее для всего соединения двух проводников.

Работа тока равна произведению силы тока и напряжения:

$$A = I \cdot U$$

A – работа тока [A] = Дж.

Мощность тока – работа тока в единицу времени:

$$N = \frac{A}{t}$$

N – мощность тока [N] = Вт.

Закон Джоуля-Ленца: Количество теплоты, выделяющееся на проводнике, равно произведению квадрата силы тока, сопротивления проводника и времени протекания тока.

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t$$

Q – количество теплоты, выделяющееся на проводнике [Q] = Дж.

### **Примеры решения задач.**

**Пример №1.** Из проволоки сопротивлением 10 Ом сделали кольцо. Где следует подключить провода, подводящие ток, чтобы сопротивление участка равнялось 1 Ом? Ответ: провода должны

быть подключены так, чтобы длины дуг кольца между присоединенными проводами относились примерно как 1:8.

Дано:

$$R_1 + R_2 = 10 \text{ Ом}$$

$$\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{10 \text{ Ом}}$$

Найти:

$$\frac{l_1}{l_2} = ?$$

Решение:

До подключения проводов участки проволоки можно представить как последовательно соединенные  $R_1 + R_2 = 10 \text{ Ом}$ .

После подключения проводов участки проволоки можно представить как параллельно соединенные  $\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{10 \text{ Ом}}$ .

Решая систему этих уравнений получим  $R_1 = 1,13 \text{ Ом}$  и  $R_2 = 8,87 \text{ Ом}$ .

Так, как сопротивление проводника прямопропорционально его длине  $R = \frac{\rho l}{S}$ , и полагая, что проволока кольца изготовлена из одного материала и ее поперечное сечение одинаково по всей ее длине т.е  $\rho$  и  $S$  не изменяются, будем иметь  $\frac{l_1}{l_2} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{1,13}{8,87} \approx \frac{1}{8}$ .

**Пример №2.** Если к гальванометру, рассчитанному на максимальную силу тока 2 мА, присоединить шунт сопротивлением 1 Ом, то цена деления шкалы гальванометра возрастает в 10 раз. Определить, какое добавочное сопротивление необходимо присоединить к гальванометру без шунта, чтобы его

можно было использовать как вольтметр, измеряющий напряжение до 2 В? Ответ: 991 Ом.

Дано:

$$I_2 = 2 \text{ мА} = 0,002 \text{ А}$$

$$I = 20 \text{ мА} = 0,02 \text{ А}$$

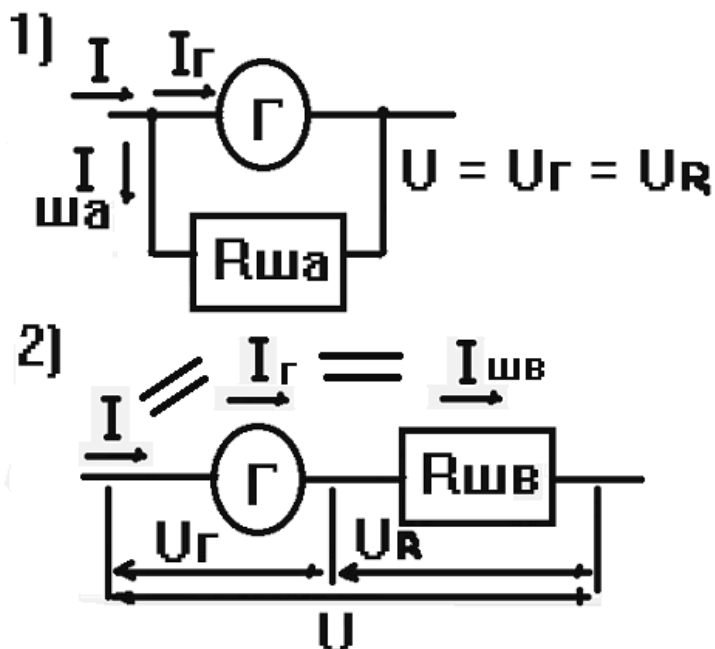
$$R_{\text{ша}} = 1 \text{ Ом}$$

$$U = 2 \text{ В}$$

Найти:

$$R_{\text{шв}} - ?$$

Решение:



Шунт – добавочное сопротивление, с его помощью можно повысить цену шкалы деления электроизмерительного прибора.

1) Гальванометр как амперметр.

Амперметры шунтируются параллельно низким сопротивлением, тогда осуществляется отвод значительной части силы тока на шунт:

$$I = I_2 + I_{\text{ша}}. \text{ Ток шунта равен: } I_{\text{ша}} = I - I_2 \Rightarrow$$

$$I_{\text{ша}} = 0,02 \text{ А} - 0,002 \text{ А} = 0,018 \text{ А}. \text{ Напряжение}$$

на шунте находим согласно закону Ома:

$$U_{\text{ша}} = I_{\text{ша}} \cdot R_{\text{ша}} = 0,018 \text{ А} \cdot 1 \text{ Ом} = 0,018 \text{ В}.$$

Гальванометр и шунт соединены параллельно,

	<p>Напряжения на участках параллельной цепи одинаковы <math>U_2 = U_{шв} = 0,018B</math>. Сопротивление гальванометра можно вычислить согласно закону Ома: <math>R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{0,018B}{0,002A} = 90\text{Ом}</math>.</p> <p>2) Гальванометр как вольтметр.</p> <p>Вольтметры шунтируются последовательно высоким сопротивлением, тогда осуществляется отвод значительной части напряжения на шунт: <math>U = U_2 + U_{шв}</math>.</p> <p>Напряжение на шунте равно: <math>U_{шв} = U - U_2 \Rightarrow U_{шв} = 2B - 0,018B = 1,982B</math>. гальванометр и шунт соединены последовательно. Сила тока в последовательной цепи одинакова в каждой ее точке: <math>I_{шв} = I_2 = 0,002A</math>. Сопротивление шунта можно вычислить согласно закону Ома:</p> $R_{шв} = \frac{U_{шв}}{I_{шв}} = \frac{1,982B}{0,002A} = 991\text{Ом}.$
--	--

**Пример №3.** В электрическом чайнике требуется вскипятить 1,5 л воды с начальной температурой 15°C. Сопротивление спирали 44 Ом, включается чайник в сеть напряжением 220 В. Сколько времени потребуется для доведения воды до кипения, если КПД чайника 80% ? Ответ: 608,5с ≈ 10 мин.

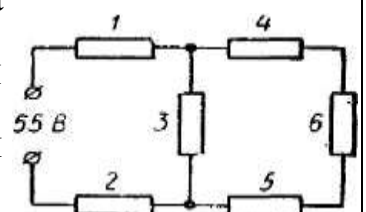
Дано:

Решение:

<p> <math>V = 1,5 \text{ л} =</math>  <math>= 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3</math>  <math>\rho = 1000 \text{ кг/м}^3</math>  <math>t_{\text{нач.}} = 15^\circ \text{C}</math>  <math>t_{\text{кон.}} = 100^\circ \text{C}</math>  <math>c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}</math>  <math>R = 44 \text{ Ом}</math>  <math>U = 220 \text{ В}</math>  <math>\text{КПД} = 80\%</math>                      Найти:  <math>t - ?</math> </p>	<p> <math display="block">\text{КПД} = \frac{Q_{\text{полезная}}}{Q_{\text{затраченная}}} \cdot 100\%</math> </p> <p>Полезной будет теплота, пошедшая на нагрев воды: <math>Q_{\text{полезная}} = c \cdot m \cdot (t_{\text{кон.}} - t_{\text{нач.}})</math>, т.к. <math>m = \rho \cdot V</math>, то <math>Q_{\text{полезная}} = c \cdot \rho \cdot V \cdot (t_{\text{кон.}} - t_{\text{нач.}})</math>.</p> <p>Затраченной будет теплота, выделяющаяся на нагревательном элементе при прохождении по нему электрического тока. Она вычисляется по закону Джоуля-Ленца: <math>Q_{\text{затраченная}} = I^2 \cdot R \cdot t</math>.</p> <p>Сила тока находится по закону Ома: <math>I = \frac{U}{R} \Rightarrow</math></p> <p> <math display="block">Q_{\text{затраченная}} = \left(\frac{U}{R}\right)^2 \cdot R \cdot t = \frac{U^2 \cdot t}{R}</math>, тогда КПД:         </p> <p> <math display="block">\text{КПД} = \frac{c \cdot \rho \cdot V \cdot (t_{\text{кон.}} - t_{\text{нач.}})}{\left(\frac{U^2 \cdot t}{R}\right)} \cdot 100\%</math>, откуда время         </p> <p>находим как: <math>t = \frac{c \cdot \rho \cdot V \cdot (t_{\text{кон.}} - t_{\text{нач.}}) \cdot R \cdot 100\%}{U^2 \cdot \text{КПД}} \Rightarrow</math></p> <p> <math display="block">t = \frac{4200 \cdot 1000 \cdot 0,0015 \cdot (100 - 15) \cdot 44 \cdot 100}{220^2 \cdot 80} = 608,5 \text{ с.}</math> </p>
--	---

**Пример №4.** В цепи, схема которой изображена

на рисунке, все сопротивления одинаковы и равны по 2 Ом. Найти распределение токов и



напряжений. Ответ:

	1	2	3	4	5	6
I, A	10	10	7,5	5	5	5
U, В	20	20	15	15	15	15

Дано:

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 =$$

$$R_5 = R_6 = 2 \text{ Ом.}$$

$$U = 55 \text{ В.}$$

Найти:

$$I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, I_6, U_1,$$

$$U_2, U_3, U_4, U_5, U_6 - ?$$

Решение:

$$R_{456} = R_4 + R_5 + R_6 = 6 \text{ Ом. (последовательное).}$$

$$\frac{1}{R_{3456}} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_{456}} = \frac{1}{2} + \frac{1}{6} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3} \Rightarrow R_{3456} = \frac{3}{2} \text{ Ом}$$

(параллельное соедин.  $R_3$  и  $R_{456}$ ). Резисторы 1 и 2

присоединены к блоку 3456 последовательно:

$$R = R_1 + R_{3456} + R_2 = 2 + 1,5 + 2 = 5,5 \text{ Ом.}$$

$$I = I_1 = I_2 = I_{3456} = \frac{U}{R} = \frac{55 \text{ В}}{5,5 \text{ Ом}} = 10 \text{ А. Тогда:}$$

$$U_1 = I_1 \cdot R_1 = 10 \text{ А} \cdot 2 \text{ Ом} = 20 \text{ В.}$$

$$U_2 = I_2 \cdot R_2 = 10 \text{ А} \cdot 2 \text{ Ом} = 20 \text{ В.}$$

$$U_{3456} = I_{3456} \cdot R_{3456} = 10 \text{ А} \cdot 1,5 \text{ Ом} = 15 \text{ В.}$$

$$U_{3456} = U_3 = U_{456} = 15 \text{ В.}$$

$$I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{15 \text{ В}}{2 \text{ Ом}} = 7,5 \text{ А.}$$

$$I_{456} = I_{3456} - I_3 = 10 \text{ А} - 7,5 \text{ А} = 2,5 \text{ А.}$$

$$I_4 = I_5 = I_6 = I_{456} = 2,5 \text{ А.}$$

$$U_4 = I_4 \cdot R_4 = 2,5 \text{ А} \cdot 2 \text{ Ом} = 5 \text{ В.}$$

$$U_5 = I_5 \cdot R_5 = 2,5 \text{ А} \cdot 2 \text{ Ом} = 5 \text{ В.}$$

$$U_6 = I_6 \cdot R_6 = 2,5 \text{ А} \cdot 2 \text{ Ом} = 5 \text{ В.}$$

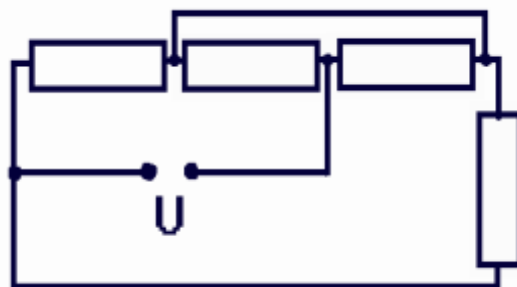
**Задачи для самостоятельного решения.**

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

1. Сила тока в проводнике сопротивлением 100 Ом равна 0,2 А. Найти напряжение на проводнике. Ответ: 20 В.

2. К сети напряжением 120 В присоединяют два резистора. При их последовательном соединении сила тока равна 3 А, а при параллельном соединении сила тока равна 16 А. Чему равны сопротивления этих резисторов? Ответ: 10 Ом, 30 Ом.

3. Найти общее сопротивление цепи, показанной на рисунке, и токи, проходящие через каждое сопротивление цепи, если все резисторы имеют одинаковые номиналы 3 Ом, а напряжение 12 В. Ответ: 3 Ом, 2 А.



4. Амперметр, внутреннее сопротивление которого 1 Ом, зашунтирован сопротивлением 0,2 Ом. Сила тока через амперметр 5 А. Чему равна сила тока в цепи, в которую включили амперметр? Ответ: 30 А.

5. Какова мощность электроплитки, спираль которой изготовлена из материала с удельным сопротивлением  $4,2 \cdot 10^{-7}$  Ом·м, площадью поперечного сечения  $0,42 \text{ мм}^2$  и длиной 48,4 м? Плитка включена в сеть с напряжением 220 В. Ответ: 1 кВт.

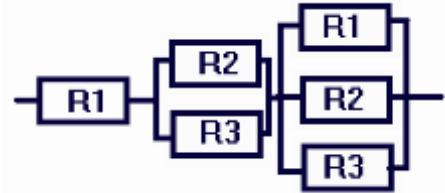


6. На участке цепи, показанном на рисунке, амперметр показывает силу тока 0,2 А, сопротивления 3 Ом и 8 Ом. Найти напряжение на каждом сопротивлении. Ответ: 0,6 В; 1,6 В.

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

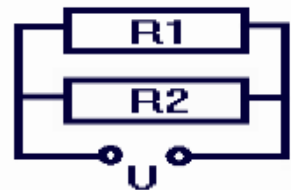
7. Участок цепи состоит из двух последовательно соединенных проводников с сопротивлением 1 Ом и 4,5 Ом. Определить напряжение на этом участке при силе тока в проводниках 0,5 мА. Ответ: 2,75 мВ.

8. Напряжение на резисторе  $R_1$  равно 6 В. Напряжение на параллельно включенных резисторах  $R_2$  и  $R_3$  равно 14 В. Чему равно напряжение на параллельно включенных резисторах  $R_1, R_2$  и  $R_3$ ? Ответ: 4,2 В.



9. В комнате одновременно горят 5 ламп мощностью 60 Вт каждая. Найти силу тока в подводящих проводах, если напряжение в сети 220 В. Ответ: 1,36 А.

10. В цепи, показанной на рисунке, сопротивления  $R_1=20$  Ом и  $R_2=60$  Ом. Найти общее сопротивление цепи. Ответ: 15 Ом.



11. Вольтметр с ценой деления шкалы 0,1 В/дел. и внутренним сопротивлением 100 Ом соединяют последовательно с добавочным сопротивлением 900 Ом и подключают образовавшуюся цепь к источнику напряжения. Чему равно напряжение источника, если стрелка вольтметра отклоняется на 40 делений? Ответ: 40 В.

12. Рассчитать сопротивление медного трамвайного провода длиной 6 км, если его площадь поперечного сечения  $0,51 \cdot 10^{-4}$  см<sup>2</sup>. Ответ: 2 Ом.

13. Электрический чайник нагревает воду за 2 мин. Энергия, получаемая от электросети 264 кДж. Определить мощность тока, потребляемую чайником. Ответ: 2,2 кВт.



Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

14. Фоторезистор, который в темноте имеет сопротивление 25 кОм, включили в цепь последовательно с резистором сопротивлением 5 кОм. Когда фоторезистор осветили, то сила тока в цепи при том же напряжении увеличилась в 4 раза. Каким стало сопротивление фоторезистора? Ответ: 2,5 кОм.

15. Нагревательный элемент бытовой электроплитки состоит из двух одинаковых параллельно включенных спиралей. При ремонте плитки одну из спиралей пришлось укоротить на 20%. Во сколько раз изменилась мощность плитки после ремонта? Ответ: 1,125.

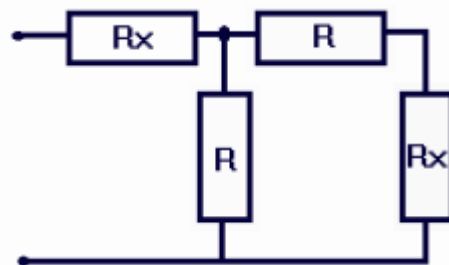
16. Средняя сила тока, проходящего через провода, ведущие к электросчетчику квартиры, 10 А. Какой заряд пройдет по этим проводам за год? Ответ: 315 МКл.

17. Имеются три лампы мощностью 100 Вт, 60 Вт и 40 Вт, рассчитанные на напряжение сети 120 В. Можно ли их соединить последовательно и включить в сеть с напряжением 220 В? Ответ: можно.

18. Определить сопротивление одного из включенных параллельно резисторов, если сопротивление второго 800 Ом, а общее сопротивление участка цепи 600 Ом ? Ответ: 2,4 кОм.

19. На цоколе лампы написано 220 В, 60 Вт. На какую силу тока она рассчитана? Ответ: 0,27 А.

20. Цепь состоит из известных сопротивлений  $R = 2$  Ом и неизвестных  $R_x$ . При каком значении сопротивления  $R_x$  общее сопротивление цепи будет равно  $R$  ? Ответ: 0,8 Ом.

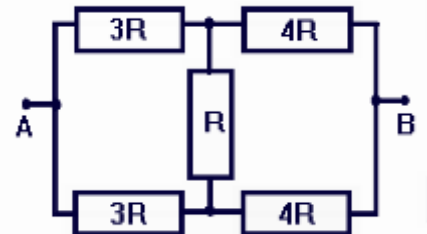


Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

**21.** Кабель состоит из двух стальных жил сечением по  $0,6 \text{ мм}^2$  каждая и четырех медных жил сечением  $0,85 \text{ мм}^2$  каждая. Найти падение напряжения на каждом километре кабеля при силе тока  $0,1 \text{ А}$ . Ответ:  $0,48 \text{ В}$ .

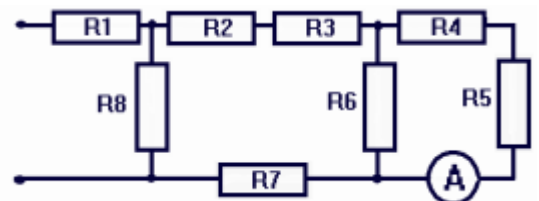
**22.** В электрическом чайнике вода закипает через  $10 \text{ мин}$  после включения в сеть, если нагревательный элемент изготовлен из провода длиной  $5 \text{ м}$ . При какой длине такого провода в нагревательном элементе вода в чайнике закипела бы через  $5 \text{ мин}$ ? Потери тепла не учитывать. В обоих случаях массу воды и ее начальную температуру считать одинаковой. Ответ:  $2,5 \text{ м}$ .

**23.** Найти сопротивление между точками А и В цепи, представленной на рисунке, если  $R = 4 \text{ Ом}$ . Ответ:  $14 \text{ Ом}$ .



**24.** От источника с напряжением  $1200 \text{ В}$  требуется передать мощность  $10 \text{ кВт}$  на расстояние  $800 \text{ м}$ . Рассчитать площадь поперечного сечения медного провода, пригодного для этого, если допустимые потери напряжения не должны превышать  $2\%$ . Учесть двухпроводность линии. Ответ:  $9,4 \text{ мм}^2$ .

**25.** В электрической цепи, изображенной на рисунке, амперметр показывает  $2 \text{ А}$ .



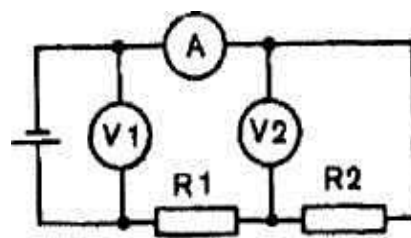
Резисторы имеют сопротивления:  $R_1 = 2 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 3 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 4 \text{ Ом}$ ,  $R_4 = 5 \text{ Ом}$ ,  $R_5 = 1 \text{ Ом}$ ,  $R_6 = 6 \text{ Ом}$ ,  $R_7 = 6 \text{ Ом}$ ,  $R_8 = 16 \text{ Ом}$ . Определить силу тока и напряжение на каждом резисторе и общее напряжение в цепи. Ответ:  $U_{\text{общ.}} = 80 \text{ В}$ .

	1	2	3	4	5	6	7	8
I, A	8	4	4	2	2	2	4	4
U, В	16	12	12	10	2	12	12	64

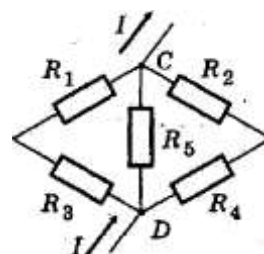
26. Через поперечное сечение провода за 5 с проходит заряд 0,1 Кл. Чему равна сила тока в проводе? Ответ: 0,02 А.

27. Двигатель электровоза развивает силу тяги 320 кН, потребляя ток 180 А при напряжении 25 кВ. Найти среднюю скорость электровоза, если КПД его двигателя 80%? Ответ: 11,25 м/с.

28. В цепь включены два проводника:  $R_1 = 5$  Ом и  $R_2 = 10$  Ом. Вольтметр  $V_1$  показывает напряжение 12 В. Определите показания амперметра и вольтметра  $V_2$ . Ответ: 0,8 А; 8 В.



29. Определите сопротивление участка цепи, изображенного на рисунке, между точками С и D, если  $R_1 = 2$  Ом,  $R_2 = 5$  Ом,  $R_3 = 20$  Ом,  $R_4 = 5$  Ом,  $R_5 = 10$  Ом. Ответ: 1,55 Ом.



30. Общее сопротивление двух проводников при последовательном соединении 50 Ом, при параллельном соединении - 12 Ом. Найти сопротивление каждого проводника. Ответ: 20 Ом, 30 Ом.

### Занятие № 13 (10 часов).

#### Тема: «Основы геометрической оптики».

#### Теория.

Закон распространения света:

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

- В прозрачной однородной среде свет распространяется прямолинейно.

Луч – линия, вдоль которой распространяется свет.

Свойство световых лучей:

- Световые лучи обратимы.

Отражение – явление изменения направления света на границе раздела двух сред, такое, что свет остается в первой среде.

Угол падения ( $\alpha$ ) – угол между падающим лучом и перпендикуляром, восстановленным в точку падения к границе раздела сред.

Угол отражения ( $\gamma$ ) – угол между отраженным лучом и перпендикуляром, восстановленным в точку падения к границе раздела сред.

Законы отражения света:

- Луч падающий, луч отраженный и перпендикуляр, восстановленный в точку падения к границе раздела сред, лежат в одной плоскости.
- Угол отражения равен углу падения.  $\alpha = \gamma$ .

Преломление – явление изменения направления света на границе раздела двух сред, такое, что свет переходит из первой среды во вторую.

Угол преломления ( $\beta$ ) – угол между преломленным лучом и перпендикуляром, восстановленным в точку падения к границе раздела сред.

Показатель преломления второй среды относительно первой ( $n_{2,1}$ ) – скалярная физическая величина, показывающая, во сколько раз

скорость света в первой среде превосходит скорость света во второй среде.

$$n_{2,1} = \frac{v_1}{v_2}$$

Показатель преломления второй среды называется абсолютным, если первая среда – вакуум. Скорость света в вакууме максимальная из возможных в природе и равна  $c=3 \cdot 10^8$  м/с.

$$n = \frac{c}{v_2}$$

Законы преломления:

- Луч падающий, луч преломленный и перпендикуляр, восстановленный в точку падения к границе раздела сред, лежат в одной плоскости.
- Синус угла падения относится к синусу угла преломления как показатель преломления второй среды относительно первой среды.

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_{2,1}$$

Линза – прозрачное для света тело, ограниченное двумя, обычно сферическими, поверхностями.

Главная оптическая ось линзы – прямая, соединяющая центры сферических поверхностей, ограничивающих линзу.

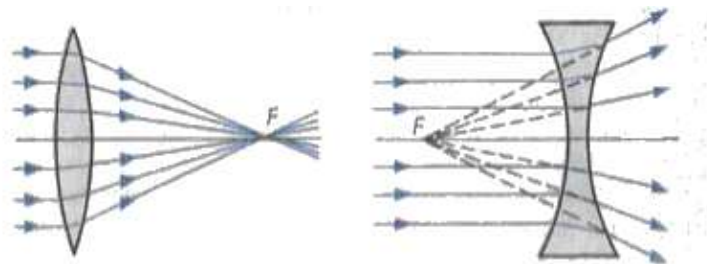
Оптический центр линзы – точка, находящаяся на главной оптической оси на равных расстояниях от поверхностей линзы.

Лучи, проходящие через оптический центр линзы, не преломляются. Каждый такой луч является побочной оптической

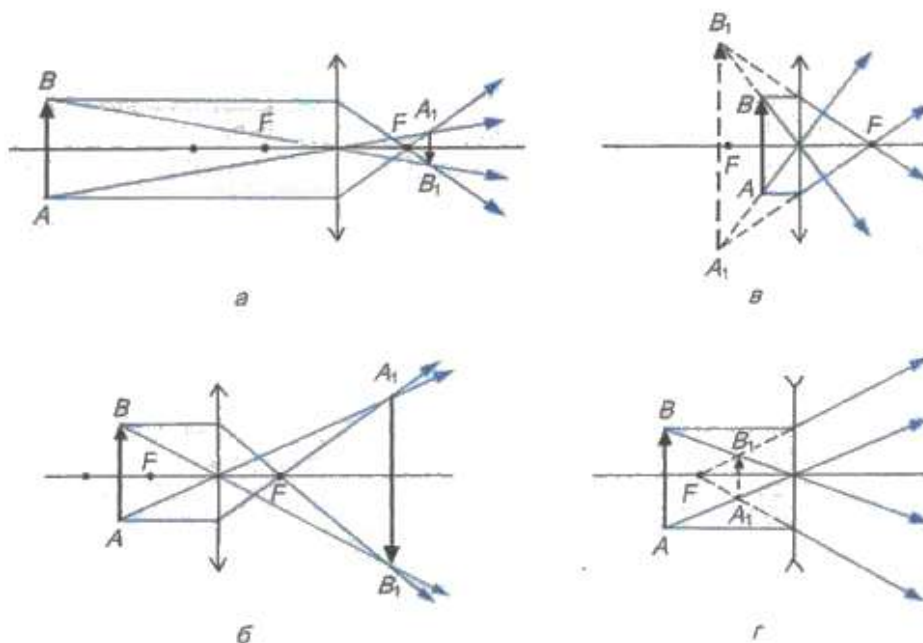
осью.

Главный фокус линзы – точка на главной оптической оси, в которой пересекаются все лучи (линза собирающая) или их продолжения (линза рассеивающая), если лучи до линзы шли параллельно главной оптической оси. Фокусов у линзы два, располагаются по разные стороны от линзы.

Фокусное расстояние ( $F$ ) – расстояние между оптическим центром и главным фокусом.



В зависимости от расположения предмета и линзы, она может давать различные по характеру изображения:



Если предмет располагается перед фокусом собирающей линзы, то изображение мнимое, прямое, увеличенное.

Если предмет располагается между фокусом и двойным фокусом

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

собирающей линзы, то изображение действительное, обратное, увеличенное.

Если предмет располагается за двойным фокусом собирающей линзы, то изображение действительное, обратное, уменьшенное.

Рассеивающие линзы дают всегда мнимые, прямые, уменьшенные изображения.

Оптическая сила линзы ( $D$ ) – скалярная физическая величина, обратная фокусному расстоянию. Измеряется в диоптриях.  $[D]=\text{м}^{-1}=\text{дптр}$ .

$$D = \frac{1}{F}$$

Для собирающих линз считается  $F > 0$  и  $D > 0$ . Для рассеивающих линз считается  $F < 0$  и  $D < 0$ .

Если диаметр линзы значительно превышает ее толщину, то линза считается тонкой. Оптическая сила системы двух тонких линз равна алгебраической сумме оптических сил каждой линзы.  $D = D_1 + D_2$ . Для тонкой линзы справедлива формула:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$$

$a$  - расстояние от предмета до линзы ( $a > 0$ , если предмет действительный и  $a < 0$ , если предмет мнимый).  $b$  - расстояние от линзы до изображения ( $b > 0$ , если изображение действительное и  $b < 0$ , если изображение мнимое).

Увеличение, даваемое линзой, можно вычислить как  $\Gamma = \frac{b}{a}$ .

**Примеры решения задач.**

**Пример №1.** Найти угол между преломленным и отраженным от стекла лучами, если показатель преломления стекла 1,5, а угол падения  $30^\circ$ ? Ответ:  $131^\circ$

Дано:

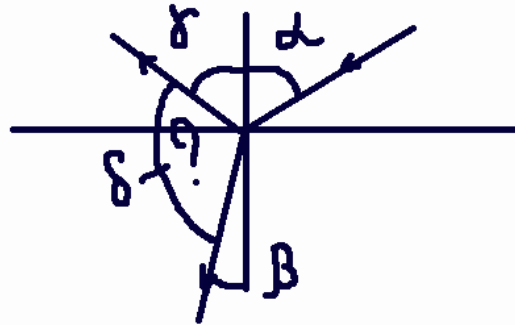
Решение:

$$n = 1,5$$

$$\alpha = 30^\circ$$

Найти:

$$\delta - ?$$



$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n \Rightarrow \sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n}; \gamma = \alpha; \delta = \pi - \gamma - \beta$$

$$\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n} = \frac{\sin 30^\circ}{1,5} = \frac{1}{3} \Rightarrow \beta \approx 19^\circ; \gamma = 30^\circ;$$

$$\delta = 180 - 30 - 19 = 131^\circ$$

**Пример №2.** Линза с фокусным расстоянием 16 см дает резкие изображения предмета на экране при двух положениях, расстояние между которыми 60 см. Найти расстояние от предмета до экрана.

Ответ: 1 м.

Дано:

Решение:

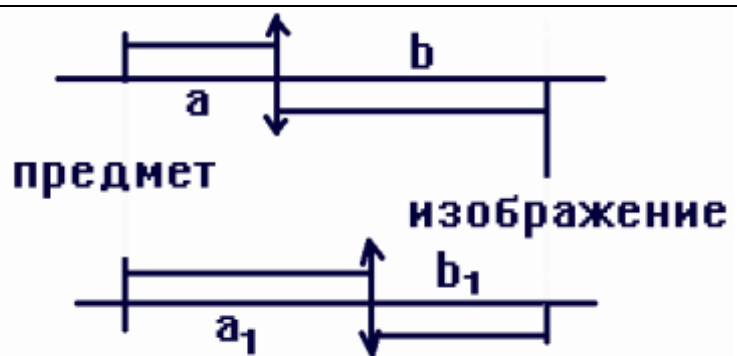
$$F = 16 \text{ см}$$

$$a_1 - a = 60 \text{ см}$$

$$b - b_1 = 60 \text{ см}$$

Найти:

$$a + b - ?$$





	Для собирающих линз и действительных изображений: $\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$ ; $\frac{1}{F} = \frac{1}{a_1} + \frac{1}{b_1}$ , тогда: $\frac{1}{16} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \quad \text{и} \quad \frac{1}{16} = \frac{1}{a+60} + \frac{1}{b-60}.$ Решая систему двух уравнений, вычислим, что: $a = 20$ см, $b = 80$ см, значит, $a+b = 1$ м.
--	--

### **Задачи для самостоятельного решения.**

1. Предмет расположен на расстоянии 8 см от тонкой собирающей линзы. Определить фокусное расстояние линзы, если изображение предмета находится на таком же расстоянии от линзы, что и предмет. Ответ: 4 см.

2. Оптическая сила объектива телескопа 0,071 дптр. Найти фокусное расстояние этого объектива. Ответ: 14 м.

3. Фокусное расстояние собирающей линзы 25 см. Предмет расположен на расстоянии 75 см от плоскости линзы. Найти расстояние от плоскости линзы до изображения предмета. Ответ: 37,5 см.

4. Под каким углом должен падать световой луч на плоское зеркало, чтобы отраженный луч был перпендикулярен падающему лучу? Ответ: 45°.

5. Каково расстояние от предмета до его изображения в плоском зеркале, если предмет расположен перед зеркалом на расстоянии 10 см от поверхности зеркала? Ответ: 20 см.

6. В дно пруда вертикально вбита свая высотой 2,5 м так, что ее вершина находится на уровне поверхности воды. Определить длину

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

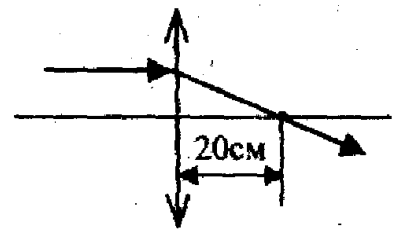
тени от сваи на дне, зная, что угол падения лучей на поверхность воды  $60^\circ$ . Дно пруда считать горизонтальным. Ответ: 2,17 м.

7. Линза дает действительное изображение предмета, расположенного на расстоянии 12 см от нее. Расстояние от линзы до изображения на 6 см больше расстояния от линзы до предмета. Чему равно увеличение линзы? Ответ: 1,5.

8. Определить скорость света в воде. Ответ:  $2,3 \cdot 10^8$  м/с.

9. Определить скорость света в стекле с показателем преломления 1,5. Ответ:  $2 \cdot 10^8$  м/с.

10. На рисунке изображен ход лучей в тонкой собирающей линзе. Определите оптическую систему линзы. Ответ: 5 дптр.



11. Два взаимно перпендикулярных луча падают из воздуха в жидкость. Каков ее показатель преломления, если один луч преломляется под углом  $36^\circ$ , а другой – под углом  $20^\circ$ ? Все лучи лежат в одной плоскости. Ответ: 1,5.

12. Предмет расположен в фокусе рассеивающей линзы. Во сколько раз линза уменьшает размеры изображения предмета? Ответ: в 2 раза.

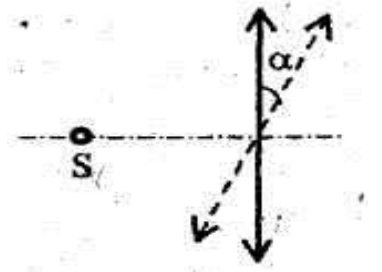
13. На расстоянии 0,5 м от собирающей линзы помещен предмет. На каком расстоянии от линзы находится действительное изображение этого предмета, если фокусное расстояние линзы 10 см? Ответ: 12,5 см.

14. В полдень лучи света падают на поверхность озера вертикально. Под каким углом к горизонту нужно установить плоское зеркало на дне озера, чтобы отраженные лучи не выходили

из воды? Ответ:  $24,4^\circ$ .

15. Точечный источник света помещен на главную оптическую ось собирающей линзы. Если источник располагают в точке А, то его изображение находится в точке В. Если источник поместить в точку В, то изображение окажется в точке С.

Определить расстояние от точки А до линзы и ее фокусное расстояние, если  $AB=10$  см, а  $BC=30$  см. Ответ: 20 см, 60 см.



16. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием 10 см расположен точечный источник света. Расстояние между источником и его изображением 5 см. Каким станет расстояние между источником и его изображением, если линзу повернуть вокруг ее горизонтального диаметра на угол  $30^\circ$ . Ответ: 3,8 см.

17. Определить оптическую силу очков, необходимых для чтения дальновзоркому человеку, у которого расстояние наилучшего зрения 0,6 м. Расстояние наилучшего зрения у человека с нормальным зрением 25 см. Ответ: 2,3 дптр.

18. Рыбаку, стоящему на прозрачном льду озера, кажется, что его глубина 2,5 м. Найти действительную глубину озера, если толщина льда 65 см. Ответ: 3,3 м.

19. Оптическая сила линзы 4 дптр. Чему равно ее фокусное расстояние? Ответ: 25 см.

20. Линза дает действительное, увеличенное в 2 раза изображение предмета, расположенного на расстоянии 10 см от нее. Чему равно расстояние от линзы до изображения? Ответ: 20 см.

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

**21.** Под каким углом должен падать световой луч на плоское зеркало, чтобы угол между отраженным и падающим лучами был равен  $100^\circ$ ? Ответ пояснить рисунком. Ответ:  $50^\circ$ .

**22.** Предмет расположен на расстоянии 15 см от собирающей линзы с фокусным расстоянием 13 см. Определить увеличение, даваемое линзой. Ответ: 6,5.

**23.** Луч света падает перпендикулярно поверхности жидкости, налитой в стакан с плоскопараллельным дном, и выходит наружу. Стакан наклоняют так, что его дно составляет с горизонтом угол  $30^\circ$ . На какой угол теперь отклонится луч от своего первоначального направления? Показатель преломления жидкости в стакане равен  $\sqrt{2}$ . В обоих случаях луч выходит наружу через дно стакана. Ответ:  $15^\circ$ .

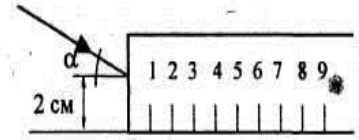
**24.** Луч света падает на плоскопараллельную стеклянную пластинку перпендикулярно ее поверхности. Найти угол преломления. Ответ:  $0^\circ$ .

**25.** Предмет находится перед собирающей линзой, фокусное расстояние которой 0,3 м, на расстоянии 6 см от ее оптического центра. Определить расстояние от линзы до изображения этого предмета и линейное увеличение, даваемое линзой. Ответ: 7,5 см; 1,25.

**26.** Оптическая сила линзы  $D = -30$  дптр. Определить фокусное расстояние этой линзы. Ответ: 3,3 см, линза рассеивающая.

**27.** Расстояние от предмета до линзы 1 м, от линзы до изображения 0,25 м. Найти фокусное расстояние линзы, если изображение мнимое, а линза рассеивающая. Ответ: 3,33 м.

**28.** Луч лазера направили в торец плоской прозрачной линейки под углом  $30^\circ$  к нормали, как показано на рисунке. Луч вышел из линейки на отметке 6 см.



Определить показатель преломления материала линейки. Ответ: 1,58.

**29.** Луч света падает на поверхность плоскопараллельной стеклянной пластинки под углом, синус которого равен 0,75. Нижняя поверхность пластинки посеребрена. На каком расстоянии от точки падения луч выйдет из пластинки? Толщина пластинки 2 см, показатель преломления стекла 1,5. Ответ: 3,63 см.

**30.** Квадратный плот со стороной 4 м плавает на поверхности водоема со стоячей водой. На какую максимальную глубину можно погрузить в воду источник света, чтобы плот не пропускал свет в воздух? Центр плота находится над источником. Ответ: 1,76 м.

**Контрольная работа по темам занятий №№ 1-5.**

**Вариант 1.**

1. Две автомашины начинают двигаться навстречу друг другу со скоростями 72 км/ч и 90 км/ч, когда между ними было расстояние 100 км. Какое расстояние будет между ними через 1,5 ч? Ответ: 143 км.

2. В кузов машины объемом  $3,3 \text{ м}^3$  поместилось 5 т гравия. Найдите среднюю плотность гравия. Ответ:  $1515 \text{ кг/м}^3$ .

3. В сосуд имеющий форму расширяющегося кверху усеченного конуса налито машинное масло до уровня 10 см. Найти силу давления на дно сосуда если оно имеет площадь  $15 \text{ см}^2$ . Ответ: 1,3 Н.

4. При движении комбайна по полю действует сила сопротивления 10 кН, при этом полезная мощность равна 36 кВт. Определите скорость комбайна, если его КПД 40%. Ответ: 9 м/с.

5. Найдите подъемную силу воздушного шарика объемом  $5000 \text{ см}^3$ . Ответ: 0,63 Н.

**Вариант 2.**

1. По бикфордову шнуру пламя распространяется со скоростью 0,8 м/с. Какой длины шнур нужно взять саперу, чтобы успеть добежать до безопасного укрытия, расположенного в 50 м от места взрыва, если скорость бега сапера 2,5 м/с. Ответ: 15,2 м.

2. Самое легкое дерево – бальза – имеет плотность  $120 \text{ кг/м}^3$ . Какой объем займет 1 т этого дерева? Ответ:  $8,33 \text{ м}^3$ .

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

3. Поршень массой 50 кг находится в равновесии в цилиндре площадью поперечного сечения  $10 \text{ см}^2$ . Каково давление газа под поршнем? Ответ: 5,1 кПа.

4. Автомобиль движется со скоростью 54 км/ч, развивая при этом мощность 6 кВт. Определите силу тяги двигателя, если его КПД 40%. Ответ: 160 Н.

5. Сила Архимеда, действующая на судно, равна 1 МН. Какой объем воды вытесняет это судно? Ответ:  $1000 \text{ м}^3$ .

**Контрольная работа по темам занятий №№ 6-9.**

**Вариант 1.**

1. Латунный калориметр содержит 400 г анилина при температуре  $10^\circ\text{C}$ . В калориметр доливают еще 400 г анилина, нагретого до  $31^\circ\text{C}$ . Определить удельную теплоемкость анилина, если в калориметре установилась температура  $20^\circ\text{C}$ . Ответ: 2 кДж/(кг·°C).

2. Какова дальность полета спортивного ядра, брошенного со скоростью 5 м/с под углом  $45^\circ$  к горизонту? Ответ: 2,5 м.

3. Колесо радиусом 1,2 м делает 42 оборота в минуту. Чему равно центростремительное ускорение колеса? Ответ:  $7,4 \text{ м/с}^2$ .

4. Автомобиль массой 1 т за 5 с увеличивает скорость с 36 км/ч до 54 км/ч. Определить силу тяги его двигателя, если сила сопротивления движению составляет 0,02 веса автомобиля. Ответ: 1,2 кН.

**Вариант 2.**

Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

1. Кусок свинца массой 1 кг расплавился наполовину при сообщении ему 54,5 кДж тепла. Какова была начальная температура свинца? Ответ: 27°C.

2. Какова дальность полета мяча брошенного со скоростью 20 м/с под углом 60° к горизонту? Ответ: 35 м.

3. Тело вращается по окружности диаметром 80 см с центростремительным ускорением 0,5 м/с<sup>2</sup>. Определите угловую скорость тела. Ответ: 1,1 рад/с.

4. Тележку массой 0,5 т тянут на канате. За 3 с тележка набирает скорость 0,6 м/с. Чему равна сила упругости каната, если коэффициент трения при движении тележки 0,01? Ответ: 150 Н.

**Контрольная работа по темам занятий №№ 10-13.**

**Вариант 1.**

1. Тележка массой 40 кг с пассажиром массой 60 кг катится со скоростью 0,38 м/с. С какой скоростью будет двигаться тележка если пассажир спрыгнет в горизонтальном направлении со скоростью 0,5 м/с против хода тележки? Ответ: 1,7 м/с.

2. Маленький стальной шарик колеблется на нити длиной 1 м. Маятник находится в лифте, который поднимается с ускорением 0,5 м/с<sup>2</sup>. Как и на сколько изменится период колебаний маятника? Ответ: увеличится на 0,06 с.

3. К резистору подключены амперметр и вольтметр. Амперметр показывает 40 мА, а вольтметр 20 В. Сопротивление резистора 1 кОм. Найти сопротивление вольтметра. Ответ: 1 кОм.



Курсовая довузовская подготовка учащихся 9-х классов по физике.

4. Луч света падает на плоскопараллельную стеклянную пластинку с показателем преломления 1,7. Угол падения таков, что его синус равен 0,8. Найти толщину пластинки, если луч, выходящий из нее, смещается на 2 см. Ответ: 4,2 см.

**Вариант 2.**

1. Камень массой 500 г, падающий свободно с высоты 10 м, имеет при ударе о землю скорость 12 м/с. Какая энергия ушла на преодоление сил сопротивления во время полета? Ответ: 14 Дж.

2. В покоящейся ракете маятник колеблется с периодом 2 с. При движении ракеты вверх период колебаний уменьшается вдвое. С каким ускорением движется ракета? Ответ:  $40 \text{ м/с}^2$ .

3. Параллельно амперметру с сопротивлением 0,03 Ом включен медный провод длиной 10 см и диаметром 1,5 мм. Найти ток в цепи, если амперметр показывает 0,4 А. Ответ: 12,9 А.

4. Человек с помощью очков получил на полу изображение лампы, висящей на высоте 3 м. Какова сила линз очков, если человек держит их в 1 м от пола? Ответ: 1,5 дптр.