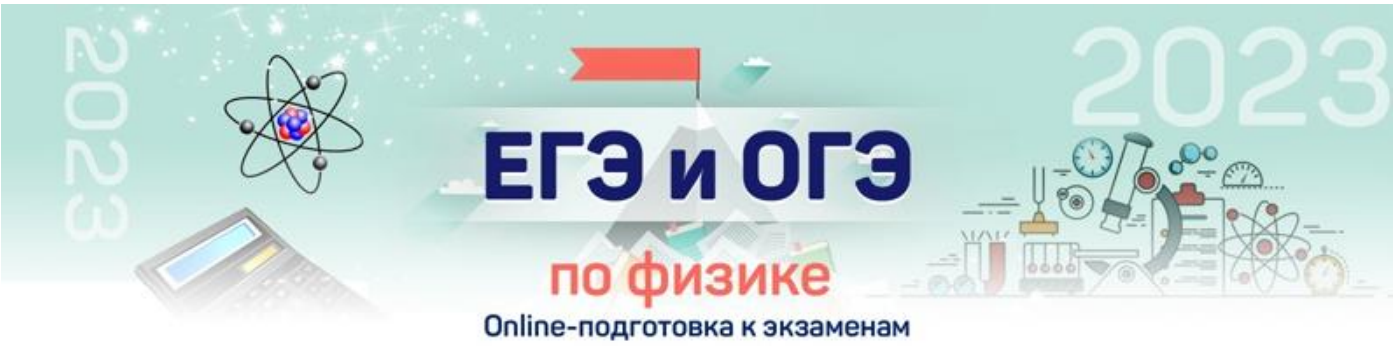


Список формул для ОГЭ-2022 по физике

Справочные данные

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9
мега	М	10^6
кило	к	10^3
гекто	г	10^2
санти	с	10^{-2}
милли	м	10^{-3}
микро	мк	10^{-6}
нано	н	10^{-9}

Константы

ускорение свободного падения на Земле	$g = 10\ \frac{м}{с^2}$
гравитационная постоянная	$G = 6{,}7 \cdot 10^{-11}\ \frac{Н \cdot м^2}{кг^2}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8\ \frac{м}{с}$
элементарный электрический заряд	$e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл

Плотность

бензин	$710\ \frac{кг}{м^3}$	древесина (сосна)	$400\ \frac{кг}{м^3}$
спирт	$800\ \frac{кг}{м^3}$	парафин	$900\ \frac{кг}{м^3}$
керосин	$800\ \frac{кг}{м^3}$	лёд	$900\ \frac{кг}{м^3}$
масло машинное	$900\ \frac{кг}{м^3}$	алюминий	$2700\ \frac{кг}{м^3}$
вода	$1000\ \frac{кг}{м^3}$	мрамор	$2700\ \frac{кг}{м^3}$
молоко цельное	$1030\ \frac{кг}{м^3}$	цинк	$7100\ \frac{кг}{м^3}$

вода морская	1030 $\frac{кг}{м^3}$	сталь, железо	7800 $\frac{кг}{м^3}$
глицерин	1260 $\frac{кг}{м^3}$	медь	8900 $\frac{кг}{м^3}$
ртуть	13 600 $\frac{кг}{м^3}$	свинец	11 350 $\frac{кг}{м^3}$

Удельная

теплоёмкость воды	4200 $\frac{Дж}{кг \cdot {}^\circ C}$	теплота парообразования воды	$2{,}3 \cdot 10^6$ $\frac{Дж}{кг}$
теплоёмкость спирта	2400 $\frac{Дж}{кг \cdot {}^\circ C}$	теплота парообразования спирта	$9{,}0 \cdot 10^5$ $\frac{Дж}{кг}$
теплоёмкость льда	2100 $\frac{Дж}{кг \cdot {}^\circ C}$	теплота плавления свинца	$2{,}5 \cdot 10^4$ $\frac{Дж}{кг}$
теплоёмкость алюминия	920 $\frac{Дж}{кг \cdot {}^\circ C}$	теплота плавления стали	$7{,}8 \cdot 10^4$ $\frac{Дж}{кг}$
теплоёмкость стали	500 $\frac{Дж}{кг \cdot {}^\circ C}$	теплота плавления олова	$5{,}9 \cdot 10^4$ $\frac{Дж}{кг}$
теплоёмкость цинка	400 $\frac{Дж}{кг \cdot {}^\circ C}$	теплота плавления льда	$3{,}3 \cdot 10^5$ $\frac{Дж}{кг}$
теплоёмкость меди	400 $\frac{Дж}{кг \cdot {}^\circ C}$	теплота сгорания спирта	$2{,}9 \cdot 10^7$ $\frac{Дж}{кг}$
теплоёмкость олова	230 $\frac{Дж}{кг \cdot {}^\circ C}$	теплота сгорания керосина	$4{,}6 \cdot 10^7$ $\frac{Дж}{кг}$
теплоёмкость свинца	130 $\frac{Дж}{кг \cdot {}^\circ C}$	теплота сгорания бензина	$4{,}6 \cdot 10^7$ $\frac{Дж}{кг}$
теплоёмкость бронзы	420 $\frac{Дж}{кг \cdot {}^\circ C}$		

Температура плавления		**Температура кипения**	
свинца	327 °C	воды	100 °C
олова	232 °C	спирта	78 °C
льда	0 °C		

Удельное электрическое сопротивление, $\frac{Ом \cdot мм^2}{м}$ (при 20 °C)			
серебро	0,016	никелин	0,4
медь	0,017	нихром (сплав)	1,1
алюминий	0,028	фехраль	1,2
железо	0,10		

Нормальные условия: давление 10^5 Па, температура 0 °C

МЕХАНИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

Траектория – линия, вдоль которой движется тело.

Путь (l) – длина траектории (м).

Перемещение (s) – вектор, соединяющий начальное положение тела с его конечным положением (м).

Средняя скорость

$$v_{ср} = \frac{l_{весь}}{t_{всё}}$$

$$\frac{км}{ч} : 3{,}6 = \frac{м}{с}$$

$v_{ср}$ – средняя скорость $\left(\frac{м}{с}\right)$;

$l_{весь}$ – весь путь, пройденный телом (м);

$t_{всё}$ – всё время движения тела (с)

Равномерное прямолинейное движение ($\vec{v} = const$)

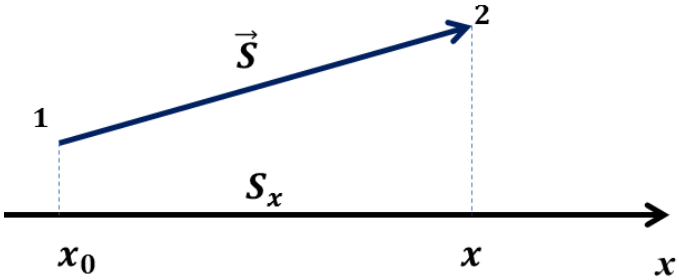
Скорость при равномерном прямолинейном движении:

$$\vec{v} = \frac{\vec{S}}{t}$$

$$v_x = \frac{S_x}{t}$$

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

Перемещение:



$$S_x = x - x_0$$

$$S_x = v_x t$$

$\vec{v}$ – вектор скорости $\left(\frac{м}{с}\right)$;

$\vec{S}$ – перемещение (м);

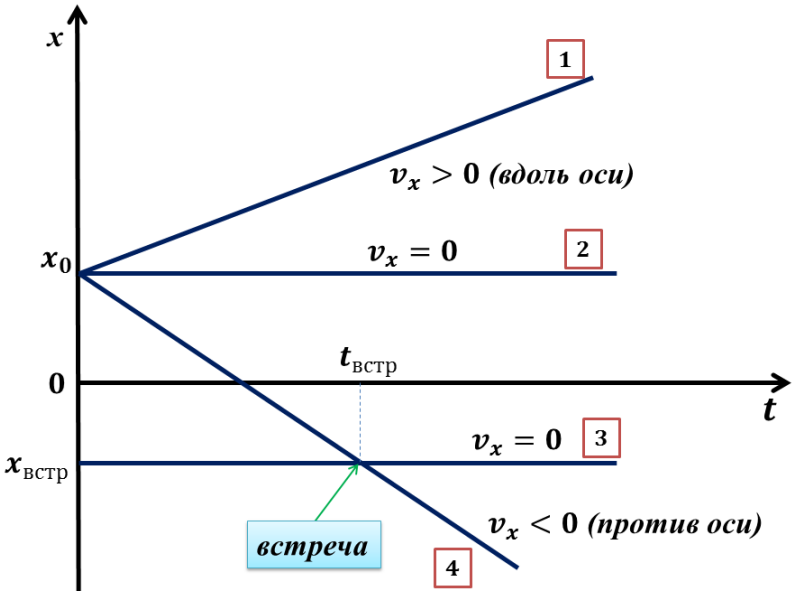
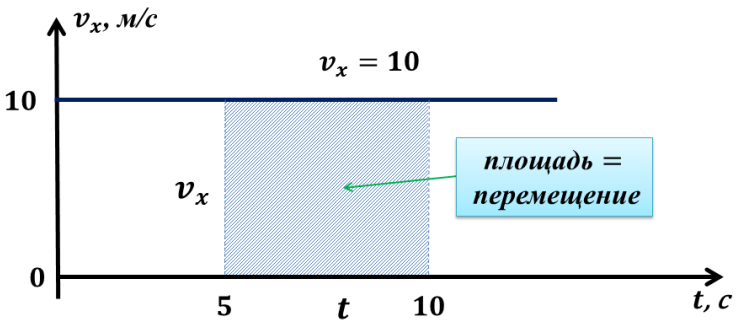
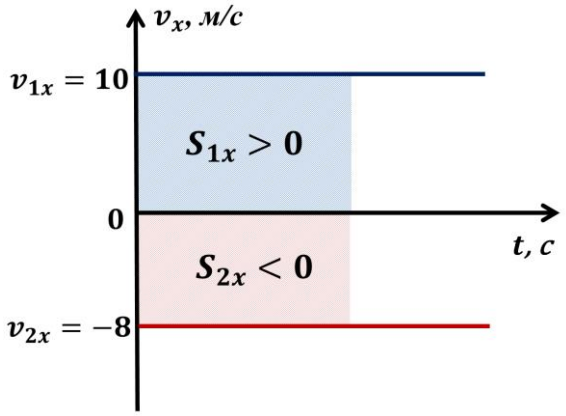
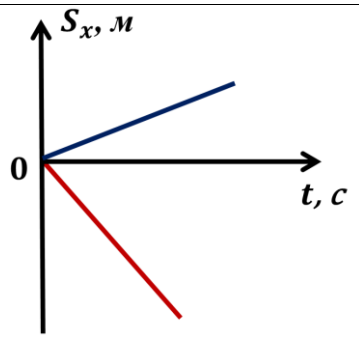
t – время (с);

v_x – проекция скорости $\left(\frac{м}{с}\right)$;

S_x – проекция перемещения (м);

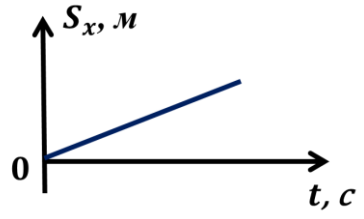
x_0 – начальная координата (м);

x – конечная координата (м).

Зависимость координаты от времени при равномерном прямолинейном движении: $$x = x_0 + v_x t$$	
График зависимости координаты от времени при равномерном прямолинейном движении: $$x = x_0 + v_x t$$  	1 – координата увеличивается $v_x = \frac{x-x_0}{t} > 0$ $(v_x > 0)$ 2 – координата не изменяется $v_x = \frac{x-x_0}{t} = 0$ $(v_x = 0)$ 3 – как и 2 4 – координата уменьшается $v_x = \frac{x-x_0}{t} < 0$ $(v_x < 0)$
Графики зависимости проекции скорости от времени: $$v_x = const$$  $S_x = v_x t = 10 \cdot 5 = 50$ м  	
Графики зависимости проекции перемещения от времени: $$S_x = v_x t$$	

Графики зависимости пути от времени:

$$S = vt$$



Равноускоренное прямолинейное движение ($\vec{a} = const$)

Ускорение при равноускоренном прямолинейном движении:

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

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

Скорость при равноускоренном прямолинейном движении:

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$$

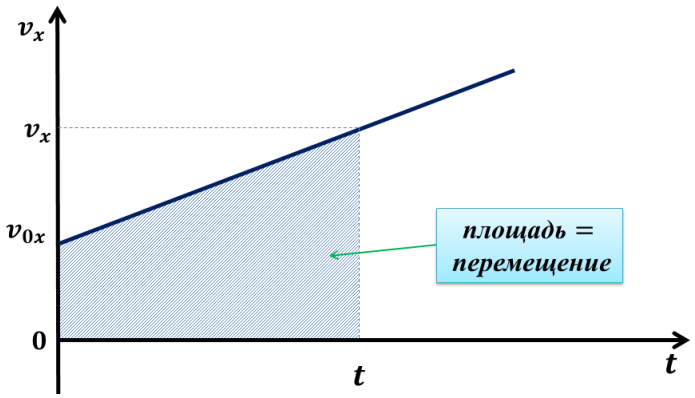
$$v_x = v_{0x} + a_x t$$

Проекция перемещения при равноускоренном прямолинейном движении:

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

$$S_x = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x}$$

$$S_x = \frac{v_{0x} + v_x}{2} \cdot t$$



Зависимость координаты от времени при равноускоренном прямолинейном движении:

$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$$

$\vec{a}$ – вектор ускорения $\left(\frac{м}{с^2}\right)$;

$\vec{v}_0$ – вектор начальной скорости $\left(\frac{м}{с}\right)$;

$\vec{v}$ – вектор конечной скорости $\left(\frac{м}{с}\right)$;

$\Delta\vec{v}$ – изменение вектора скорости $\left(\frac{м}{с}\right)$;

t – время (с);

a_x – проекция ускорения $\left(\frac{м}{с^2}\right)$;

v_{0x} – проекция начальной скорости $\left(\frac{м}{с}\right)$;

v_x – проекция конечной скорости $\left(\frac{м}{с}\right)$;

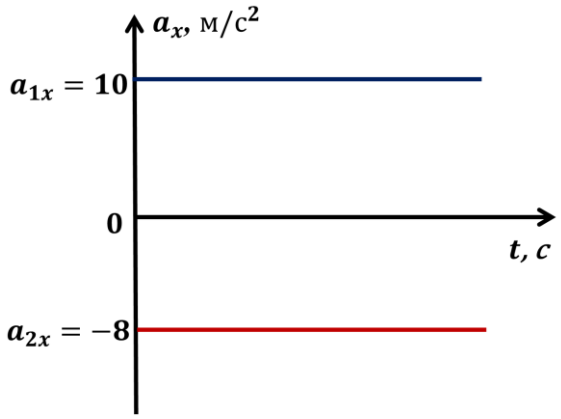
S_x – проекция перемещения (м);

x_0 – начальная координата (м);

x – конечная координата (м).

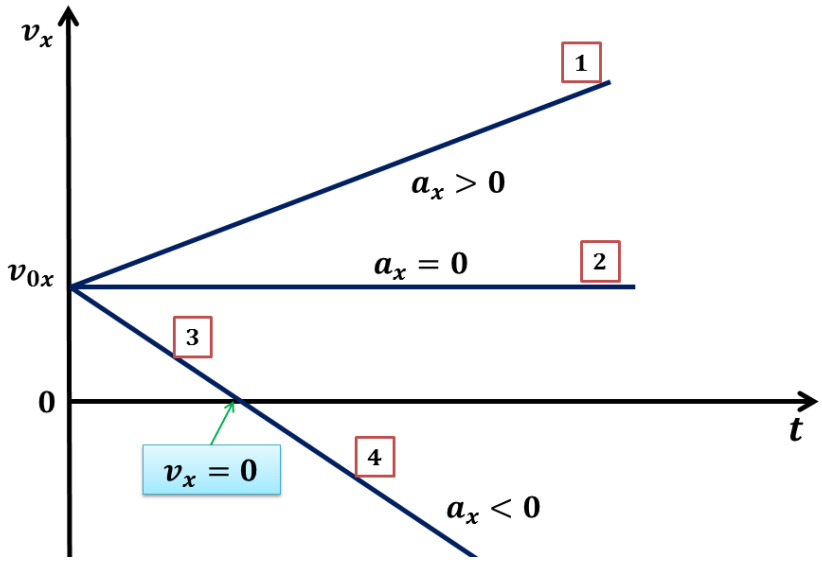
<table>
<tr>
<td>
График зависимости проекции ускорения от времени при равноускоренном прямолинейном движении:

$$a = const$$



</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>
График зависимости проекции скорости от времени при равноускоренном прямолинейном движении:

$$v_x = v_{0x} + a_x t$$

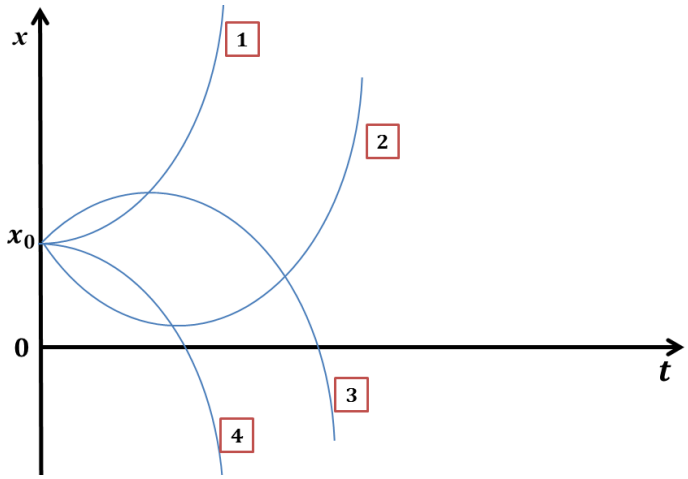
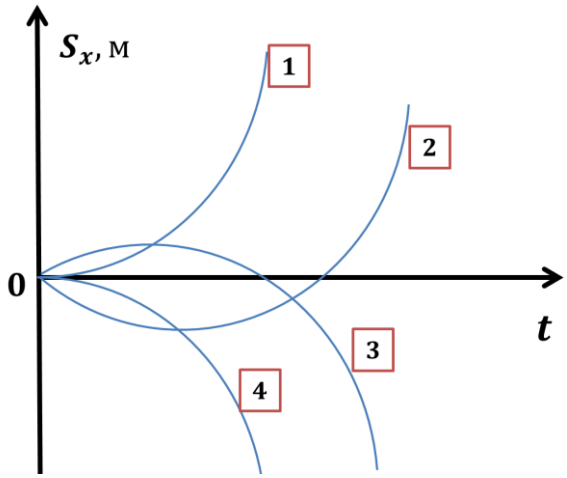


</td>
<td>
1 – равноускоренное движение $a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t} > 0$; $a_x > 0$ ускорение направлено вдоль оси, движение вдоль оси, т.к. $v_x > 0$

2 – равномерное движение $a_x = 0$; $v_{0x} = const > 0$

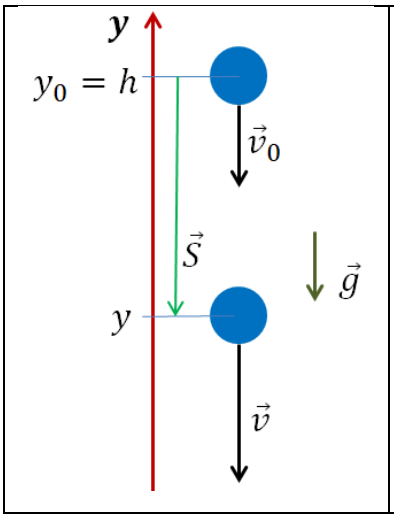
3 – равнозамедленное движение до остановки $a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t} < 0$; $a_x < 0$; движение вдоль оси $v_x > 0$

4 – равноускоренное движение остановки $a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t} < 0$; $a_x < 0$; движение против оси $v_x < 0$
</td>
</tr>
</table>

График зависимости координаты от времени при равноускоренном прямолинейном движении: $$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$$  	Графики – параболы (так как t^2) $$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$$ 1 и 2 – $a_x > 0$ 3 и 4 – $a_x < 0$
График зависимости проекции перемещения от времени при равноускоренном прямолинейном движении: $$S_x = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$$  	Графики – параболы (так как t^2) $$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$$ 1 и 2 – $a_x > 0$ 3 и 4 – $a_x < 0$
Свободное падение	
Свободное падение – движение под действием силы тяжести (т.е. с ускорением свободного падения g).	g – ускорение свободного падения $\left(g = 10\ \frac{\text{м}}{\text{с}^2}\right)$
Свободное падение тела по вертикали. $$v_y = v_{0y} + g_y t$$ $$S_y = v_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2}$$	t – время (с); g_y – проекция ускорения свободного падения $\left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2}\right)$; v_{0y} – проекция

$$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2}$$

– движение тела вниз



$$v_{0y} = -v_0$$

$$g_y = -g$$

$$v_y = -v_0 - gt$$

$$S_y = -v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$y = h - v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

график зависимости проекции скорости от времени при свободном падении

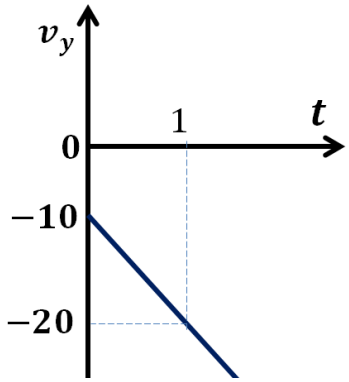
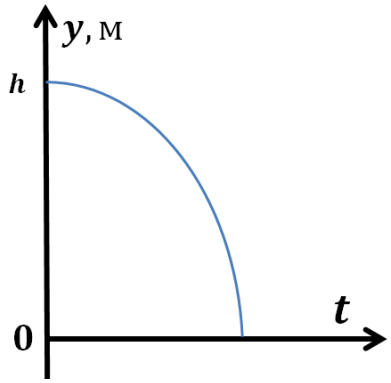
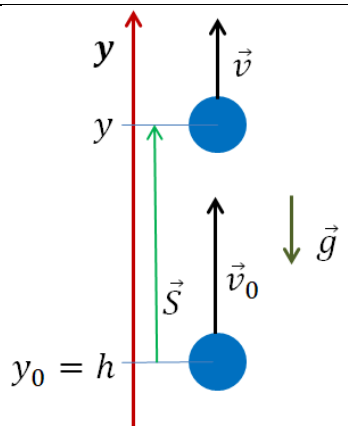


график зависимости координаты от времени при свободном падении



– движение тела вверх



$$v_{0y} = v_0$$

$$g_y = -g$$

$$v_y = v_0 - gt$$

$$S_y = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$y = h + v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

начальной скорости $\left(\frac{м}{с}\right)$;

v_y – проекция конечной скорости $\left(\frac{м}{с}\right)$;

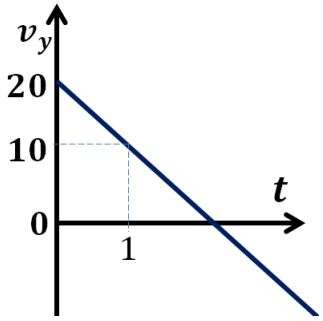
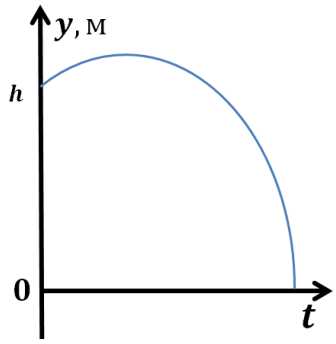
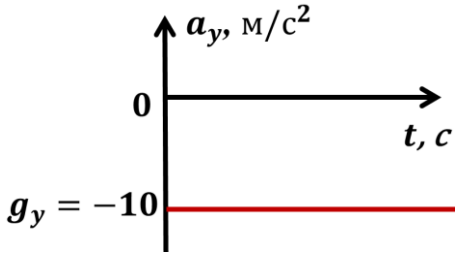
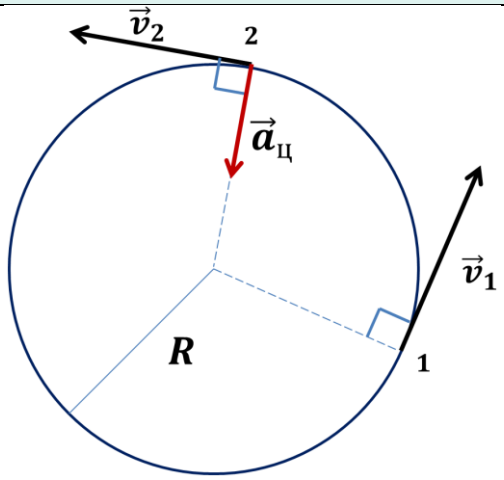
S_y – проекция перемещения (м);

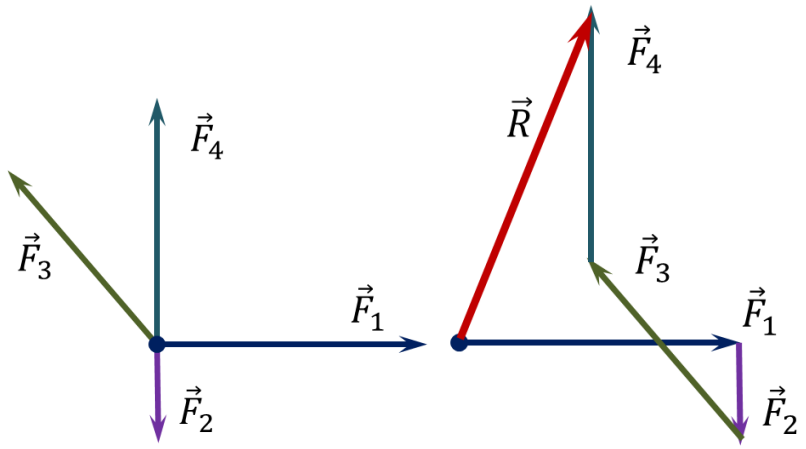
y_0 – начальная координата (м);

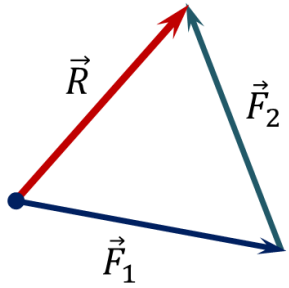
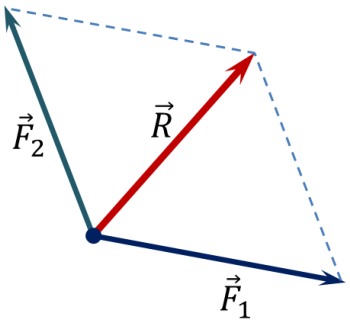
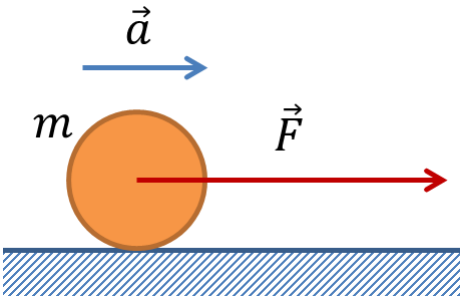
y – конечная координата (м);

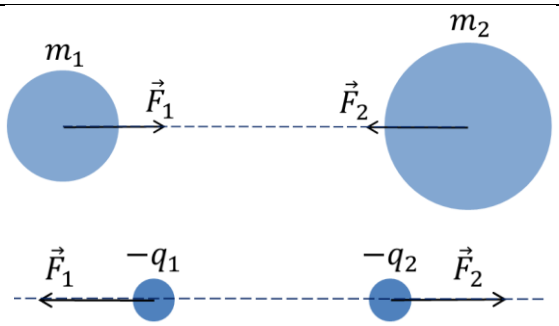
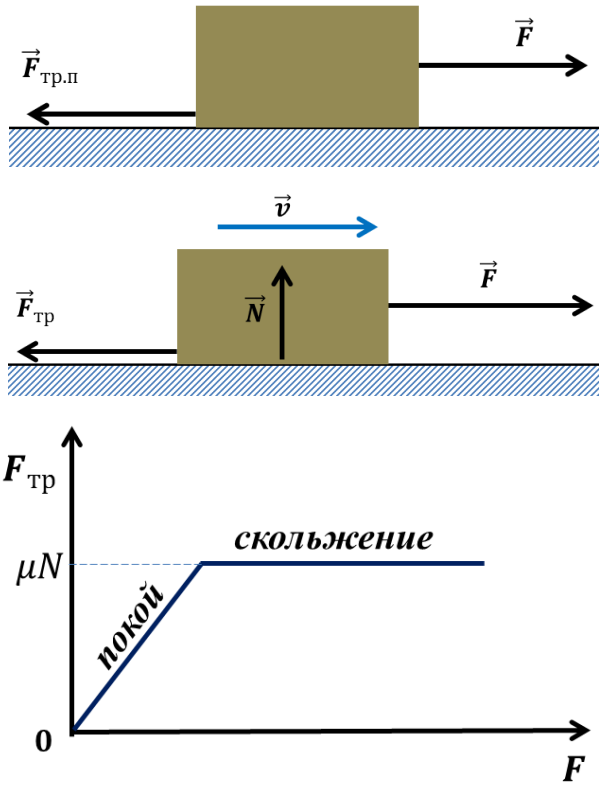
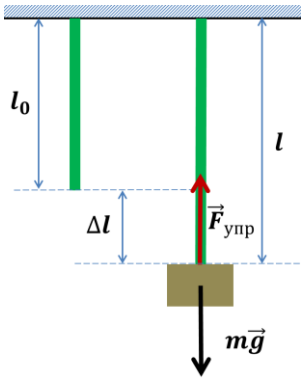
g – ускорение свободного падения $\left(g = 10\ \frac{м}{с^2}\right)$;

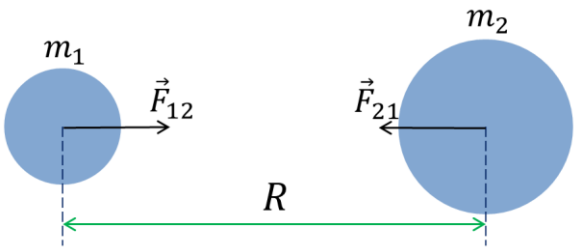
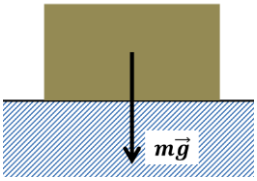
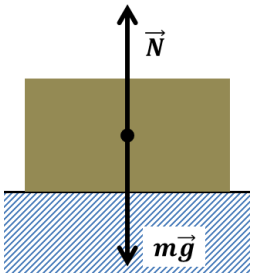
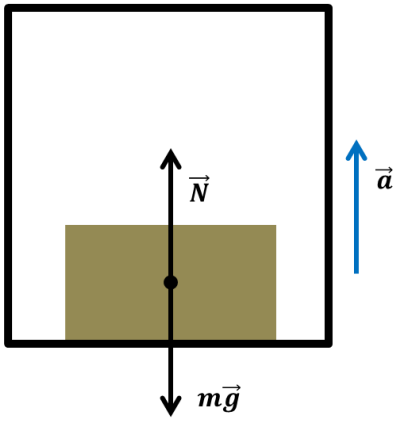
h – высота, с которой совершается бросок (м)

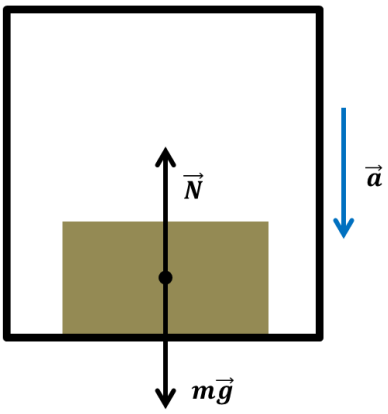
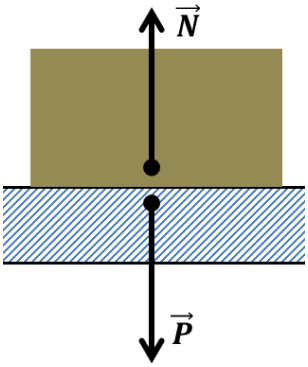
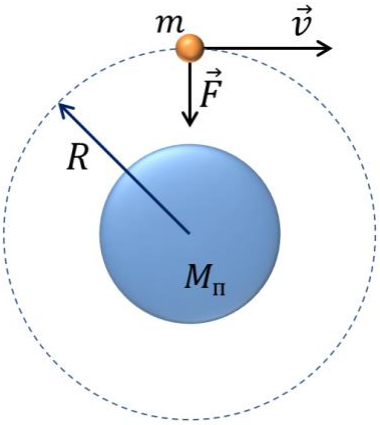
график зависимости проекции скорости от времени при свободном падении  график зависимости координаты от времени при свободном падении  график зависимости проекции ускорения от времени при свободном падении  	
Равномерное движение по окружности	
 При равномерном движении $v_1 = v_2$	$2\pi R$ – длина окружности, по которой движется тело (м); T – период обращения (с); R – радиус окружности (м); t – время поворота (с); v_1, v_2, v – линейная

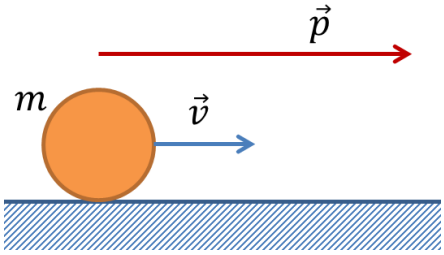
Скорость при равномерном движении по окружности: $$v = \frac{2\pi R}{T}$$ Скорость при равномерном движении по окружности направлена по касательной к окружности, т.е. перпендикулярно радиусу ($\vec{v} \perp R$). Формула связи периода и частоты: $$\left.\begin{aligned} T &= \frac{t}{N} \\ \nu &= \frac{N}{t} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \nu = \frac{1}{T}$$ Центростремительное ускорение: $$a_{ц} = \frac{v^2}{R}$$ Центростремительное ускорение при равномерном движении по окружности в любой точке окружности направлено к ее центру ($\vec{a}_{ц} \parallel R$ и $\vec{a}_{ц} \perp \vec{v}$)	скорость $\left(\frac{м}{с}\right)$; R – радиус окружности (м); N – количество оборотов; ν – частота обращения (Гц); $a_{ц}$ – центростремительное ускорение $\left(\frac{м}{с^2}\right)$
Динамика	
Плотность вещества: $$\rho = \frac{m}{V}$$ $$\frac{кг}{м^3} : 1000 = \frac{г}{см^3}$$	ρ – плотность тела $\left(\frac{кг}{м^3}\right)$; m – масса (кг); V – объем ($м^3$)
Равнодействующая сил ($\vec{R}$) – векторная сумма сил, действующих на тело. $$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \cdots + \vec{F}_N$$  	$\vec{R}$ – векторная сумма сил, действующих на тело (равнодействующая сил) (Н); $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \vec{F}_4$ – силы, действующие на тело (Н)

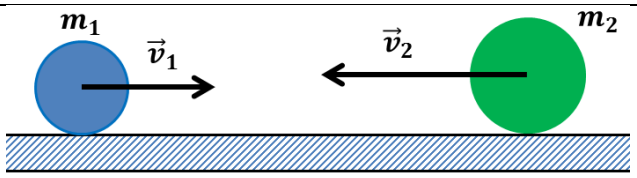
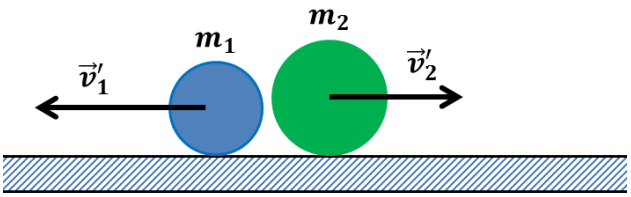
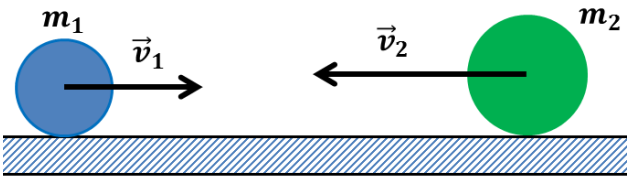
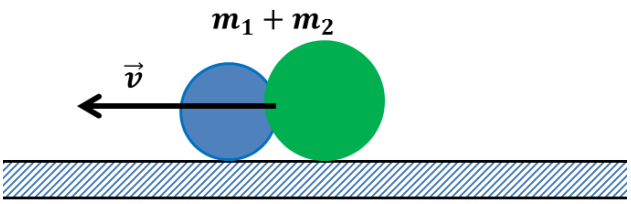
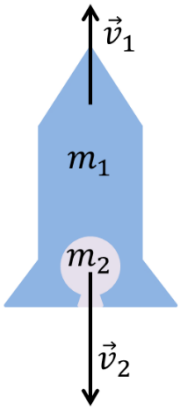
Сложение с помощью правила треугольника  Сложение с помощью правила параллелограмма  	
Первый закон Ньютона: Если $\vec{R} = 0$, то $v = 0$ или $\vec{v} = const$ $(a = 0)$	$\vec{R}$ – векторная сумма сил, действующих на тело (равнодействующая сил) (Н); v – скорость $\left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$; a – ускорение $\left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2}\right)$
Второй закон Ньютона: $$\vec{F} = m\vec{a}$$ Сила и ускорение сонаправлены: $\vec{F} \uparrow\uparrow \vec{a}$  	$\vec{F}$ – равнодействующая сил (Н); m – масса (кг); a – ускорение $\left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2}\right)$
Третий закон Ньютона: $$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$ $$F_1 = F_2$$ $$\vec{F}_1 \uparrow\downarrow \vec{F}_2$$	$\vec{F}_1$ и $\vec{F}_2$ – силы взаимодействия тел (Н)

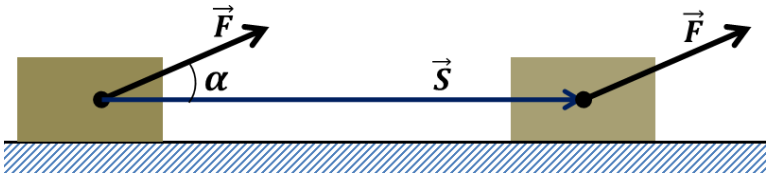
	
Сила трения: $F_{тр.п} = F$ $F_{тр} = \mu N$ $v = 0$ 	$F_{тр.п}$ – сила трения покоя (Н); F – сила, действующая на тело (Н); $F_{тр}$ – сила трения скольжения (Н); μ – коэффициент трения N – сила нормального давления (реакция опоры) (Н);
Сила упругости:  $F_{упр} = k\Delta l$ $\Delta l = \lvert l - l_0 \rvert$	$F_{упр}$ – сила упругости (Н); k – коэффициент упругости (жесткость) $\left(\frac{Н}{м}\right)$; Δl – изменение длины (м); l_0 – начальная длина (м); l – конечная длина (м);

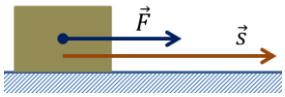
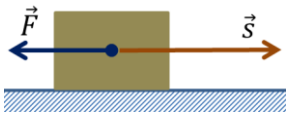
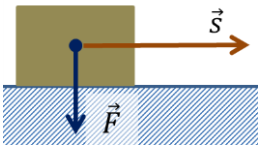
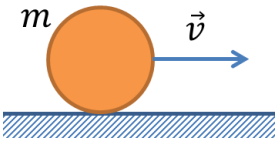
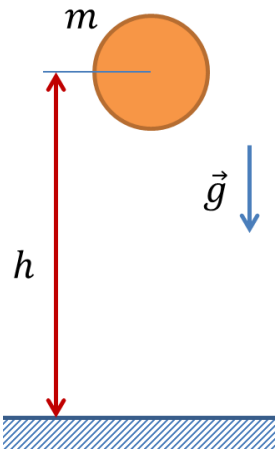
Закон всемирного тяготения: $$F = G\frac{m_1 \cdot m_2}{R^2}$$  	F – сила взаимного притяжения тел (Н); m_1 и m_2 – массы тел (кг); R – расстояние между телами (м); $G = 6{,}7 \cdot 10^{-11}\ \frac{\text{Н}\cdot\text{м}^2}{\text{кг}}$ – гравитационная постоянная.
Сила тяжести: $$F_\text{Т} = mg$$  	$F_\text{Т}$ – сила тяжести (Н); m – масса тела (кг); g – ускорение свободного падения $\left(g = 10\ \frac{\text{м}}{\text{с}^2}\right)$;
Сила нормального давления: 1) если тело покоится (движется равномерно) $$N = mg$$  2) лифт - если тело движется с ускорением, направленным вверх: $$N = m(g + a)$$  	N – сила нормального давления (реакция опоры) (Н); m – масса тела (кг); g – ускорение свободного падения ($g = 10\ \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$); a – ускорение ($\frac{\text{м}}{\text{с}^2}$); α – угол наклонной плоскости

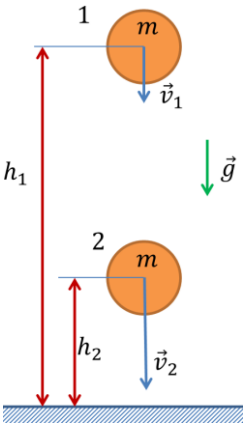
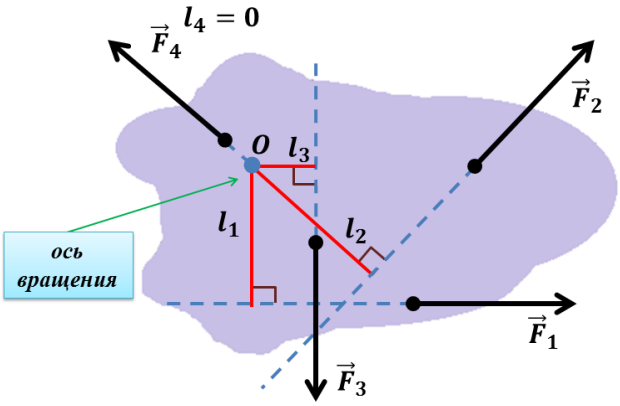
- если тело движется с ускорением, направленным вниз: $$N = m(g - a)$$  	
Вес тела (по третьему закону Ньютона): $$P = N$$ Если тело покоится (движется равномерно) $P = mg$  	P – вес тела (Н); N – сила нормального давления (реакция опоры) (Н);
Движение спутников: $$F = G\frac{M_п \cdot m}{R^2} = mg \implies g = G\frac{M_п}{R^2}$$ $$g = a_ц$$  	$M_п$ – масса планеты (кг); m – масса спутника (кг); g – ускорение свободного падения на планете $\left(\frac{м}{с^2}\right)$; R – радиус орбиты (м).

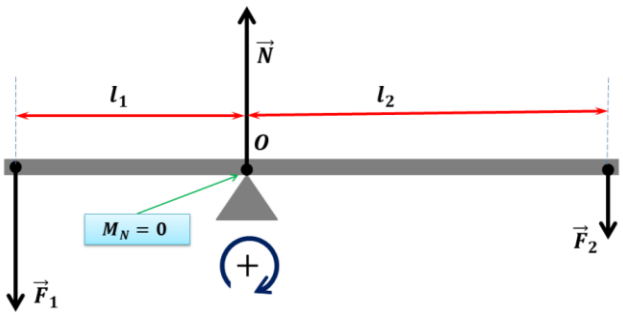
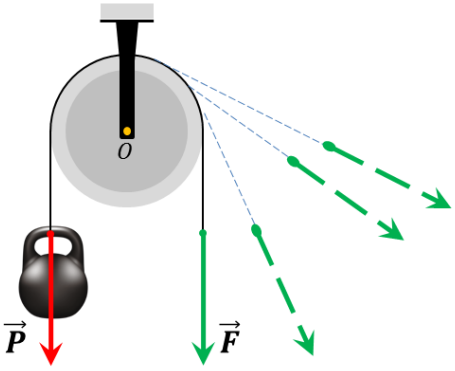
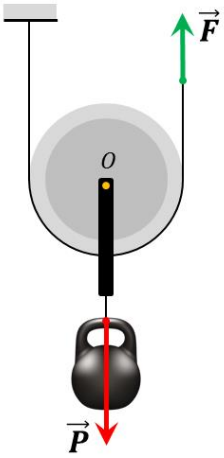
Законы сохранения в механике	
Импульс: $$\vec{p} = m\vec{v}$$ $$\vec{p} \uparrow\uparrow \vec{v}$$ $$p_x = mv_x$$ $$p = mv$$  	$\vec{p}$ – вектор импульса $\left(\text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$; m – масса (кг); $\vec{v}$ – вектор скорости $\left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$; p_x – проекция импульса $\left(\text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$; v_x – проекция скорости $\left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$; p – модуль импульса $\left(\text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$; v – модуль скорости $\left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$
Второй закон Ньютона в импульсной форме (изменение импульса): $$\vec{F}t = \Delta\vec{p}$$ При прямолинейном движении импульс силы равен изменению импульса: $$Ft = \Delta p$$	$\Delta\vec{p}$ – изменение импульса $\left(\text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}} = \text{Н} \cdot \text{с}\right)$; $\vec{F}$ – равнодействующая сил (Н); t – время (с); $\vec{F}t$ – импульс силы (Н · с)
Закон сохранения импульса: $$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \cdots + \vec{p}_N = \vec{p}_1' + \vec{p}_2' + \cdots + \vec{p}_N' = const$$	$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \cdots + \vec{p}_N$ – сумма импульсов тел до взаимодействия $\left(\text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$ $\vec{p}_1' + \vec{p}_2' + \cdots + \vec{p}_N'$ – сумма импульсов тел после взаимодействия $\left(\text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$
Закон сохранения импульса при абсолютно упругом ударе: $$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{v}_1' + m_2\vec{v}_2'$$	m_1, m_2 – массы первого и второго тел (кг);

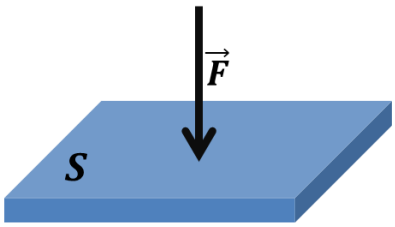
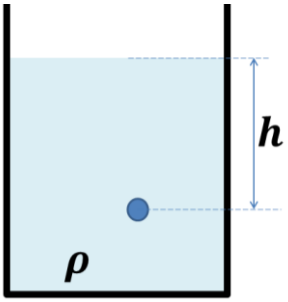
 	$\vec{v}_1$, $\vec{v}_2$ – скорости первого и второго тела до взаимодействия $\left(\frac{м}{с}\right)$; $\vec{v}_1'$, $\vec{v}_2'$ – скорости первого и второго тела после взаимодействия $\left(\frac{м}{с}\right)$
Закон сохранения импульса при абсолютно неупругом ударе: $$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = (m_1 + m_2)\vec{v}$$  	m_1, m_2 – массы первого и второго тел (кг); $\vec{v}_1$, $\vec{v}_2$ – скорости первого и второго тела до взаимодействия $\left(\frac{м}{с}\right)$; $\vec{v}$ – скорость тел после взаимодействия $\left(\frac{м}{с}\right)$
Реактивное движение: $$0 = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$$ 	m_1, m_2 – массы ракеты и топлива (кг); $\vec{v}_1$, $\vec{v}_2$ – скорости ракеты и топлива после включения двигателя $\left(\frac{м}{с}\right)$; скорость ракеты и топлива до включения двигателя 0 $\frac{м}{с}$
Механическая работа: $$A = FS\cos\alpha$$	A – работа (Дж); F – модуль силы (Н); S – модуль перемещения (м);

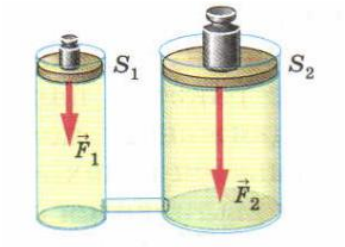
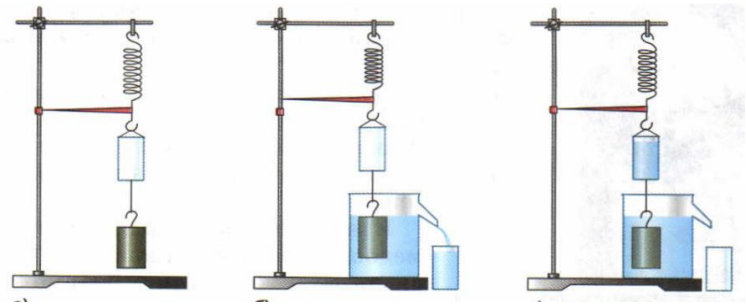
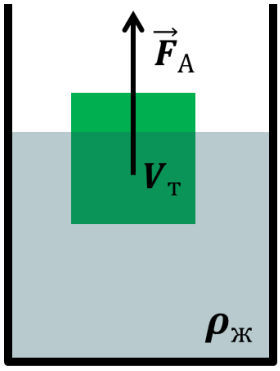
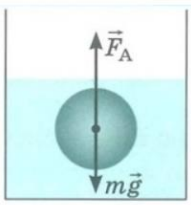
<table>
<tr>
<td>


<table>
<tr><td>$A = FS$</td><td>$A = -FS$</td><td>$A = 0$</td></tr>
<tr>
<td> 
</td>
<td> 
</td>
<td> 
</td>
</tr>
</table>
</td>
<td>α – угол между вектором силы и вектором перемещения</td>
</tr>
<tr>
<td>Мощность:
$$N = \frac{A}{t}$$</td>
<td>N – мощность (Вт);
A – работа (Дж);
t – время (с)</td>
</tr>
<tr>
<td>Кинетическая энергия:
$$E_к = \frac{mv^2}{2}$$
 
</td>
<td>$E_к$ – кинетическая энергия (Дж);
m – масса (кг);
v – скорость $\left(\frac{м}{с}\right)$;</td>
</tr>
<tr>
<td>Потенциальная энергия тела, поднятого над Землей:
$$E_п = mgh$$
 
</td>
<td>$E_п$ – потенциальная энергия (Дж);
m – масса (кг);
g – ускорение свободного падения $\left(g = 10\ \frac{м}{с^2}\right)$;
h – расстояние от нулевого уровня до тела (м)</td>
</tr>
<tr>
<td>Теорема об изменении кинетической энергии:
$$A = \Delta E_к = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$$</td>
<td>A – работа равнодействующей силы (Дж);
$\Delta E_к$ – изменение кинетической энергии (Дж);
m – масса (кг);</td>
</tr>
</table>

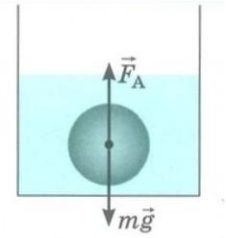
	v_0, v – начальная и конечная скорости $\left(\frac{м}{с}\right)$
Полная механическая энергия: $$E = E_к + E_п$$	E – полная механическая энергия (Дж); $E_к$ – кинетическая энергия (Дж); $E_п$ – потенциальная энергия (Дж)
Закон сохранения механической энергии: $$E = const$$ *или* $$E_{к1} + E_{п1} = E_{к2} + E_{п2}$$ $$\frac{mv_1^2}{2} + mgh_1 = \frac{mv_2^2}{2} + mgh_2$$  	E – полная механическая энергия (Дж); $E_{к1}$, $E_{к2}$ – кинетическая энергия в первом и втором состоянии (Дж); $E_{п1}$, $E_{п2}$ – потенциальная энергия в первом и втором состоянии (Дж)
Статика	
Момент силы: $$M = Fl$$  	M – момент силы (Н · м); F – сила (Н); l – плечо силы (расстояние от оси вращения до линии действия силы) (м)

Условие равновесия рычага:  $F_1 l_1 = F_2 l_2$	F_1, F_2 – силы, действующие на рычаг (Н); l_1 – плечо силы F_1 (м); l_2 – плечо силы F_2 (м)
Неподвижный блок:  $F = P$ Позволяет изменить направление приложенной силы, не дает выигрыша в силе.	P – вес тела (Н); F – сила тяги (Н)
Подвижный блок:  $F = \frac{P}{2}$ Дает выигрыш в силе в 2 раза.	P – вес тела (Н); F – сила тяги (Н)

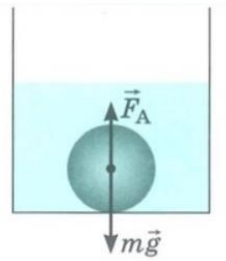
Коэффициент полезного действия (КПД): $$\eta = \frac{A_п}{A_з} \cdot 100\%$$	η – коэффициент полезного действия; $A_п$ – полезная работа (Дж); $A_з$ – затраченная работа (Дж)
Давление твердого тела: $$p = \frac{F}{S}$$ $$F = pS$$  	p – давление (Па); F – сила давления (Н); S – площадь поверхности ($м^2$)
Гидростатическое давление: $$p = \rho g h$$  Полное давление: $$p_{полное} = p_{ат} + \rho g h$$	p – давление столба жидкости (Па); ρ – плотность жидкости ($\frac{кг}{м^3}$); g – ускорение свободного падения ($g = 10\ \frac{м}{с^2}$); h – высота столба жидкости (м) $p_{ат}$ – атмосферное давление ($p_{ат} = 10^5$ Па)
Закон Паскаля: давление, производимое на жидкость или газ, передается в любую точку без изменений во всех направлениях.	

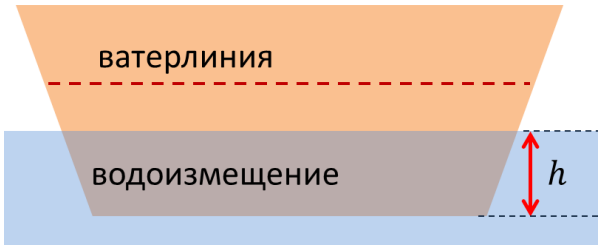
Гидравлическая машина $$\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}$$  	F_1, F_2 – силы, действующие на первый и второй поршень (Н); S_1, S_2 – площади первого и второго поршней ($м^2$)
Закон Архимеда: $$F_А = P_ж$$ 	$F_А$ – сила Архимеда (выталкивающая сила) (Н); $P_ж$ – вес вытесненного объема жидкости (вес жидкости в объеме погруженной части тела) (Н)
Сила Архимеда: $$F_А = \rho_ж g V_т$$  	$F_А$ – сила Архимеда (выталкивающая сила) (Н); $\rho_ж$ – плотность жидкости $\left(\frac{кг}{м^3}\right)$; g – ускорение свободного падения $\left(g = 10\ \frac{м}{с^2}\right)$; $V_т$ – объем погруженной в жидкость части тела ($м^3$)
Условие плавания тел: - всплывает  $F_А > mg$ $\rho_ж > \rho$	$F_А$ – сила Архимеда (Н); mg – сила тяжести (Н); $\rho_ж$ – плотность жидкости $\left(\frac{кг}{м^3}\right)$; ρ – плотность тела $\left(\frac{кг}{м^3}\right)$

- плавает в толще жидкости

	$F_A = mg$ $\rho_ж = \rho$

-тонет

	$F_A < mg$ $\rho_ж < \rho$

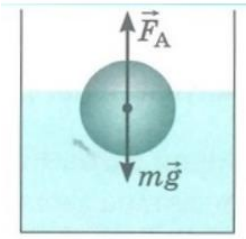


h – ***осадка*** – глубина погружения судна (м).

Ватерлиния – максимальная осадка.

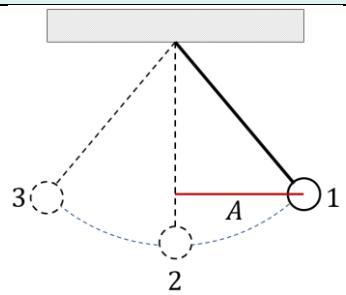
Водоизмещение – вес воды, вытесняемой судном и равный силе тяжести, действующей на судно с грузом (Н).

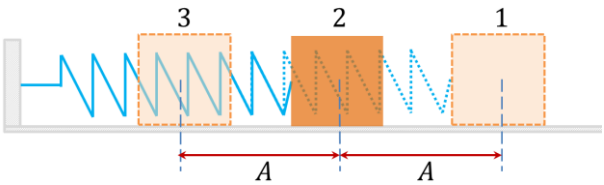
Когда тело плавает на поверхности жидкости:



$$F_A = mg$$

Механические колебания и волны





A – амплитуда колебаний (м);

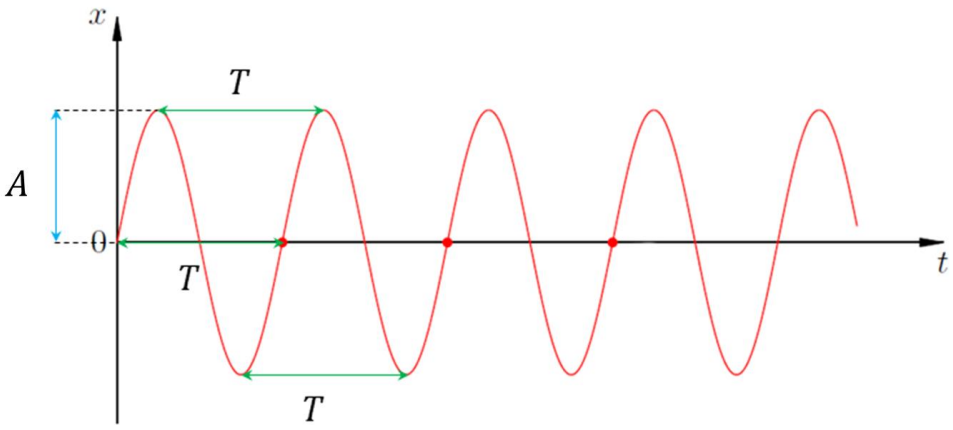
T – период колебаний (с)

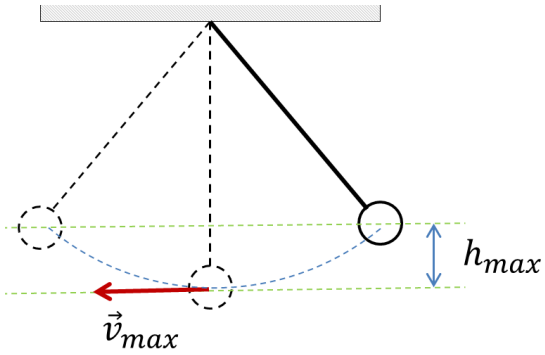
Амплитуда (A) – наибольшее по модулю отклонение колеблющегося тела от положения равновесия (м).

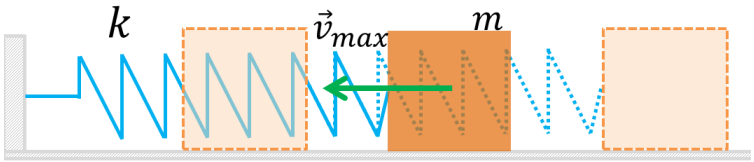
Период колебаний (T) – время, за которое совершается 1 колебание (с). Одно колебание: 1-2-3-2-1.

Частота колебаний (ν) – количество колебаний за единицу времени $\left(\frac{1}{\text{с}} = \text{Гц}\right)$.

Гармонические колебания:



Связь периода и частоты колебаний: $$T = \frac{1}{\nu}$$	T – период колебаний (с); ν – частота колебаний (Гц)
Закон сохранения энергии для математического маятника: $$E = E_{\text{к}} + E_{\text{п}} = \frac{mv^2}{2} + mgh = \frac{mv_{max}^2}{2} = mgh_{max}$$ 	E – полная механическая энергия (Дж); $E_{\text{к}}$, $\frac{mv^2}{2}$ – кинетическая энергия маятника (Дж); $E_{\text{п}}$, mgh – потенциальная энергия маятника (Дж); m – масса груза (кг); v – скорость груза $\left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$; h –высота подъема груза над нулевым уровнем потенциальной энергии (м); $\frac{mv_{max}^2}{2}$ – максимальная кинетическая энергия (Дж); mgh_{max} – максимальная

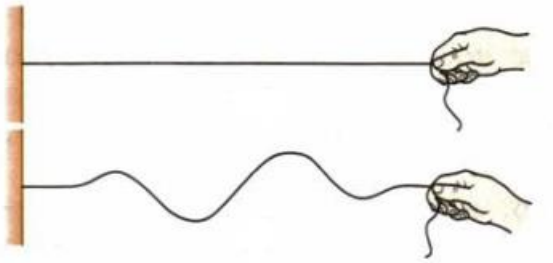
	потенциальная энергия (Дж); v_{max} – максимальная скорость маятника $\left(\frac{м}{с}\right)$; h_{max} – максимальная высота подъема груза над нулевым уровнем потенциальной энергии (м)
Закон сохранения энергии для пружинного маятника: $$E = E_к + E_п = \frac{mv^2}{2} + \frac{k\Delta l^2}{2} = \frac{mv_{max}^2}{2} = \frac{k\Delta l_{max}^2}{2}$$  	E – полная механическая энергия (Дж); $E_к$, $\frac{mv^2}{2}$ – кинетическая энергия маятника (Дж); $E_п$, $\frac{k\Delta l^2}{2}$– потенциальная энергия маятника (Дж); m – масса груза (кг); v – скорость груза $\left(\frac{м}{с}\right)$; x –удлинение пружины (м); $\frac{mv_{max}^2}{2}$ – максимальная кинетическая энергия (Дж); $\frac{k\Delta l_{max}^2}{2}$– максимальная потенциальная энергия (Дж); v_{max} – максимальная скорость маятника $\left(\frac{м}{с}\right)$; Δl_{max} – максимальное удлинение пружины (м)

Продольные волны – волны, в которых колебания происходят вдоль направления их распространения.

Волны сжатия и разряжения (пример: звуковые волны).

Поперечные волны – волны, в которых колебания происходят перпендикулярно направлению распространения.

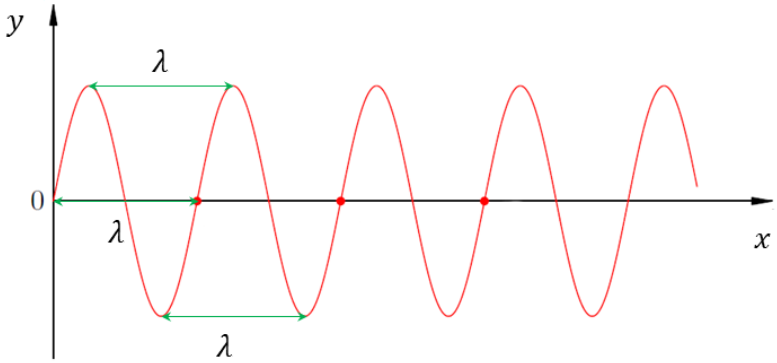
Волны сдвига (пример, электромагнитные волны).



Длина волны:

$$\lambda = vT$$

$$\lambda = \frac{v}{\nu}$$



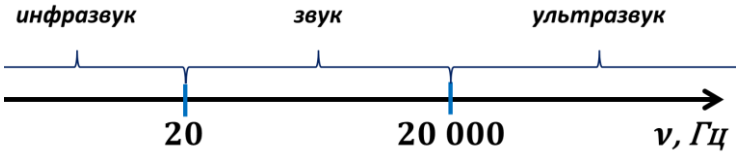
λ – длина волны (м);

v – скорость волны $\left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$;

T – период (с);

ν – частота (Гц)

Звук – механическая волна диапазона от ≈ 20 Гц до 20 000 Гц (20 кГц).



Громкость звука зависит от амплитуды звуковых колебаний: чем больше амплитуда, тем громче звук.

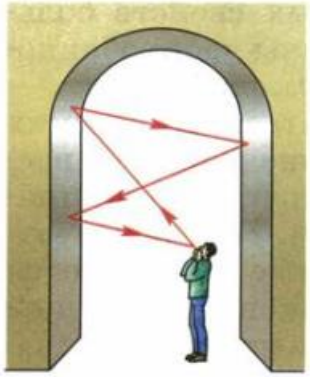
Высота звука зависит от частоты звуковых колебаний: чем больше частота, тем выше звук.

Звук распространяется в упругой среде и не распространяется в вакууме.

Скорость звука зависит от среды распространения. В воздухе при 0 °C и нормальном атмосферном давлении скорость звука равна 340 м/с.

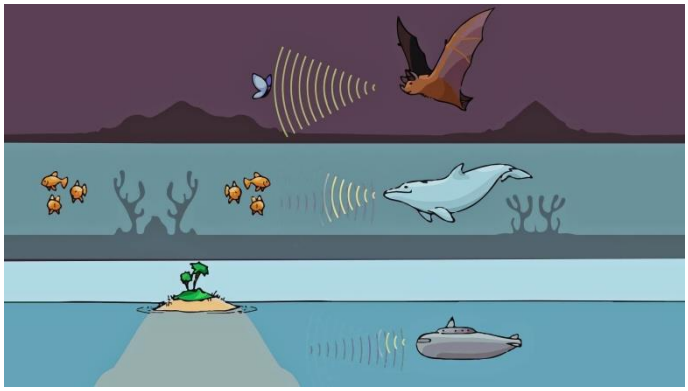
При переходе звуковой волны из одной среды в другую частота звука остается постоянной, а длина волны изменяется. Если скорость распространения звука при переходе в другую среду увеличивается, то длинна волны – увеличивается: $\uparrow \lambda = \frac{v\uparrow}{\nu}$.

Эхо образуется в результате многократного отражения звука от преград.



Эхолокация – метод определения расстояния, основанный на отражении звуковой волны.

$$h = \frac{vt}{2}$$



h – расстояние до объекта (м)

v – скорость звука в среде $\left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$

t – время распространения звука (с)

ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Основные положения о строении вещества:

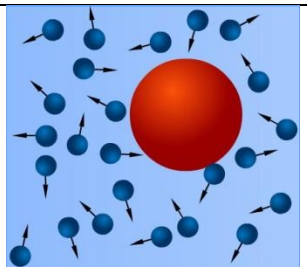
1) Все тела состоят из молекул или атомов, разделенных промежутками.

2) Все молекулы (атомы) непрерывно и беспорядочно движутся (тепловое движение молекул).

3) Молекулы взаимодействуют друг с другом: всегда есть силы притяжения и силы отталкивания между молекулами.

Чем больше температура вещества, тем хаотичнее и быстрее движутся молекулы и обратно. Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул зависит от температуры: чем выше температура, тем больше средняя кинетическая энергия.

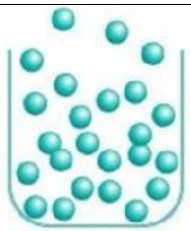
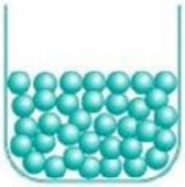
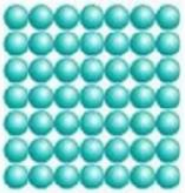
Броуновское движение – беспорядочное движение твердых мелких частиц взвешенных в жидкостях и газах.



Диффузия – явление, при котором происходит взаимное проникновение молекул одного вещества между молекулами другого.

Диффузия происходит в газах, жидкостях, твердых телах.

Агрегатные состояния

Состояние	**Объем**	**Форма**	**Рисунок**
Газообразное	*не имеет*	*не имеет*	
Жидкое	*имеет*	*не имеет*	
Твердое	*имеет*	*имеет*	

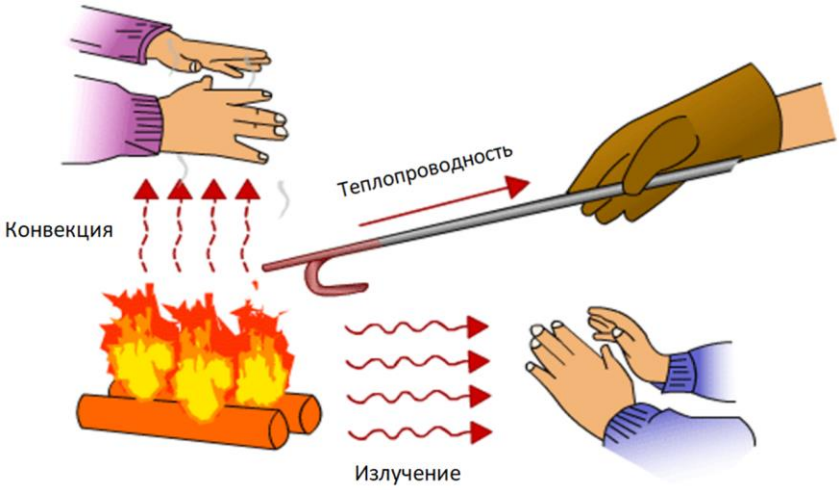
Тепловое равновесие – состояние, при котором тела не обмениваются теплом (находятся при одной температуре).

Внутренняя энергия – величина, равная сумме кинетической энергии теплового движения всех молекул и потенциальной энергии их взаимодействия.

Способы изменения внутренней энергии:

1. путем совершения работы.
2. путем теплопередачи.

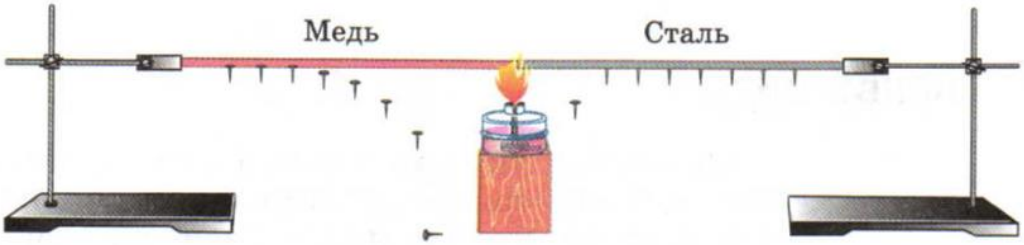
Способы теплопередачи:



Теплопроводность – явление передачи внутренней энергии от одной части тела к другой или от одного тела к другому при их непосредственном контакте.

Теплопроводность зависит от рода вещества (у разных веществ разная теплопроводность).

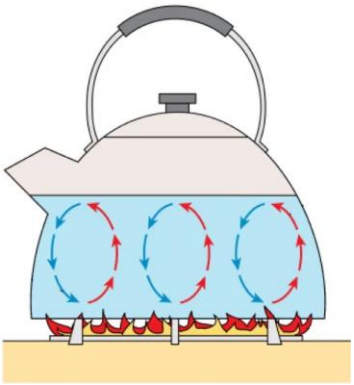
Пористые вещества имеют очень низкую теплопроводность (т.к. в порах содержится воздух, который является плохим проводником тепла), поэтому они являются теплоизоляторами.

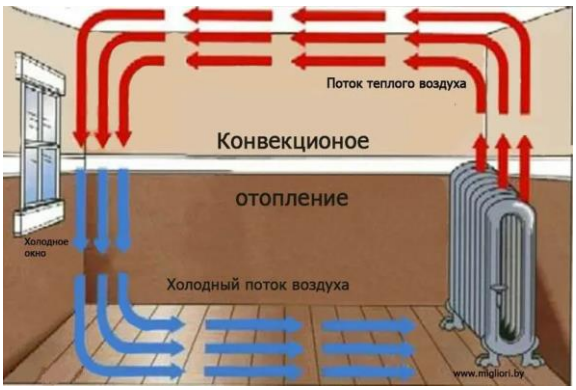


Конвекция – вид теплопередачи, при котором энергия переносится струями жидкости или газа.

Нагреваясь, воздух расширяется и становится менее плотным, чем окружающий холодный воздух. Под действием силы Архимеда, со стороны холодного воздуха,

теплый воздух поднимается вверх. Поэтому в отапливаемой комнате теплый воздух располагается вверху, а холодный внизу. Чтобы комната быстрее прогрелась, батареи отопления располагают внизу, там, где холодный воздух, чтобы он нагревался и поднимался вверх, создавая конвекционный поток. По этой же причине форточки располагают вверху комнаты, там, где находится теплый воздух, чтобы теплый воздух, вытесняемый холодным, выходил из комнаты через форточку.





Излучение – вид теплопередачи, при котором энергия переносится электромагнитной волной инфракрасного диапазона (тепловое излучение).

Излучение может происходить в вакууме.

Тела черного цвета нагреваются быстрее и сильнее тел белого цвета (примеры: грязный снег тает быстрее чистого; внутренняя поверхность термоса посеребрена, что позволяет дополнительно сохранить тепло). И наоборот, тела черного цвета остывают быстрее тел белого цвета.

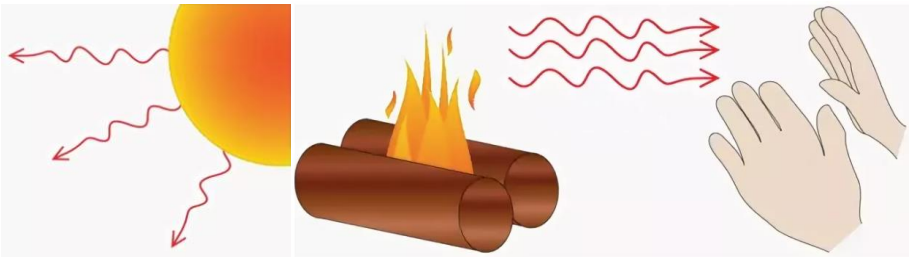
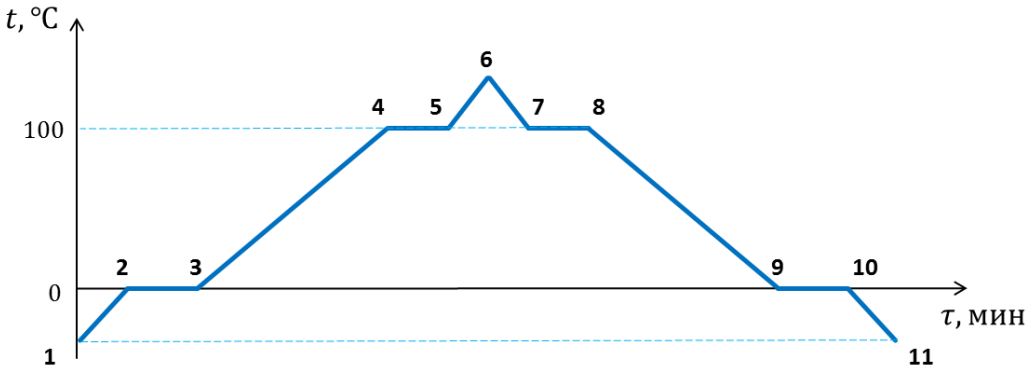
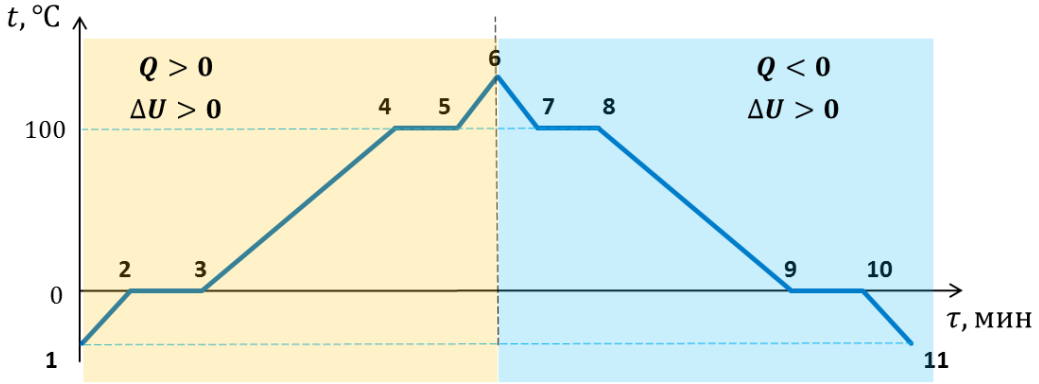


График зависимости температуры от времени при нагревании и последующем охлаждении вещества (воды)



Твердое (кристаллическое)	1-2, 10-11
Жидкое	3-4, 10-11
Газообразное	5-6, 6-7

2-3: твердое и жидкое
4-5: жидкое и газообразное
7-8: жидкое и газообразное
9-10: твердое и жидкое



1-2: нагревание кристаллического тела
2-3: плавление
3-4: нагревание жидкости
4-5: кипение жидкости
5-6: нагревание пара

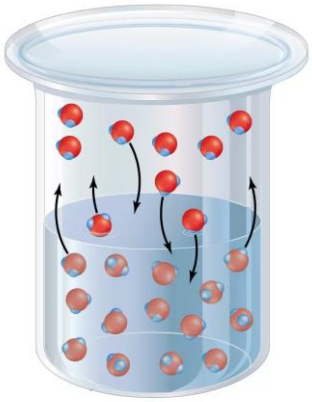
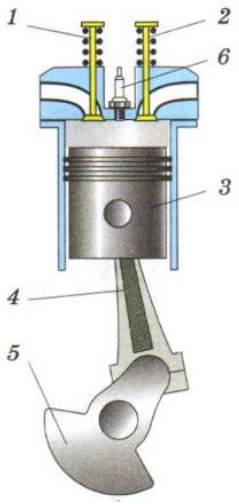
Тепло поглощается
Внутренняя энергия увеличивается

6-7: охлаждение пара
7-8: конденсация пара
8-9: охлаждение жидкости
9-10: кристаллизация жидкости
10-11: охлаждение кристаллического тела

Тепло выделяется
Внутренняя энергия уменьшается

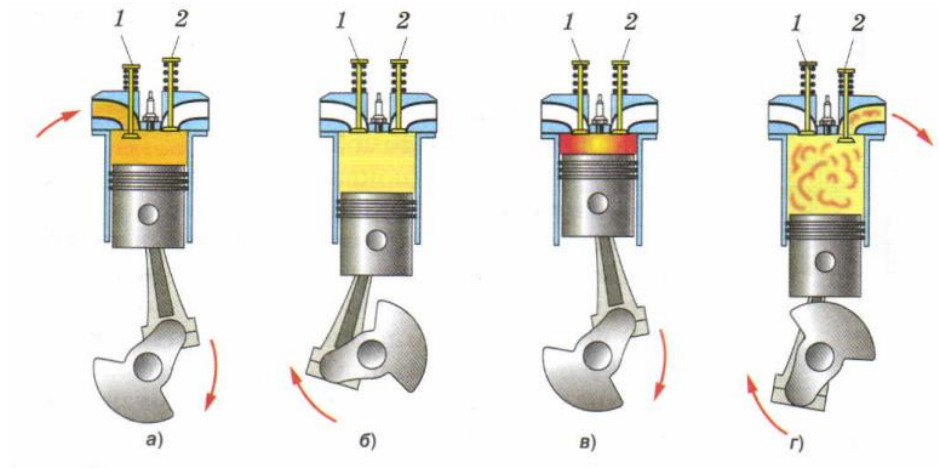
Нагревание / охлаждение (процессы на рисунке 1-2, 3-4, 5-6, 6-7, 8-9, 10-11): $$Q = cm\Delta t = cm(t_2 - t_1)$$	Q – количество теплоты (Дж); c – удельная теплоемкость $\left(\frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot°\text{C}}\right)$; m – масса (кг); Δt – изменение температуры (°C); t_1 – начальная температура; t_2 – конечная температура
Плавление/кристаллизация (процессы на рисунке 2-3, 9-10): $$Q = \lambda m$$	Q – количество теплоты (Дж); λ – удельная теплота

<table>
<tr><td>Плавление – переход вещества из твердого состояния в жидкое.
Кристаллизация – переход вещества из жидкого состояния в твердое.</td><td>плавления $\left(\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}\right)$;
m – масса (кг)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Плавление вещества происходит при определенной температуре, которая называется температурой плавления. Кристаллизация вещества также происходит при определенной температуре, которая называется температурой кристаллизации. Температуры плавления и кристаллизации для одного и того же вещества равны.
У разных веществ разные температуры плавления. Пока происходит плавление (кристаллизация), температура вещества остается постоянной.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Парообразование – явление превращения жидкости в пар.
Конденсация – явление превращения пара в жидкость.
Виды парообразования: испарение и кипение.
Испарение – парообразование, происходящее с поверхности жидкости.
Испарение жидкости происходит при любой температуре. При испарении жидкость охлаждается.
Скорость испарения жидкости зависит от:
– рода жидкости (спирт испаряется быстрее воды);
– площади поверхности открытой жидкости (чем больше площадь, тем быстрее испаряется жидкость);
– температуры жидкости (чем выше температура жидкости, тем быстрее испаряется жидкость);
– наличия ветра (при наличии ветра испарение жидкости происходит быстрее).
Кипение – интенсивный переход жидкости в пар, происходящий с образованием пузырьков пара по всему объему жидкости при определенной температуре (температура кипения). Во время кипения температура жидкости не меняется.</td></tr>
<tr><td>Парообразование/конденсация (процессы на рисунке 4-5, 7-8):
$$Q = Lm$$</td><td>Q – количество теплоты (Дж);
L – удельная теплота парообразования $\left(\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}\right)$;
m – масса (кг)</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>При испарении жидкости в закрытом сосуде наступает момент, когда скорость конденсации становится равной скорости испарения, в результате масса жидкости в сосуде перестает уменьшаться. Такое состояние жидкости и ее пара называется динамическим равновесием. Пар, находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью, называется насыщенным.</td><td>  </td></tr>
<tr><td>Абсолютная влажность:
$$\rho = \frac{m}{V}$$</td><td>ρ – абсолютная влажность (плотность пара) $\left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}\right)$;
m – масса пара (кг);
V – объем (м^3)</td></tr>
<tr><td>Относительная влажность:
$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_{\text{н.п.}}} \cdot 100\%$$</td><td>φ – относительная влажность;
ρ – абсолютная влажность $\left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}\right)$</td></tr>
<tr><td colspan="2">Приборы для определения влажности:
– гигрометр (конденсационный и волосяной);
– психрометр.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Тепловой двигатель – машина, в которой внутренняя энергия топлива превращается в механическую энергию.
Пример теплового двигателя – двигатель внутреннего сгорания (ДВС).
 

1, 2 – два клапана для впуска горючей смеси и выпуска отработавших газов.
3 – поршень.
4 – шатун.
5 – коленчатый вал.
6 – свеча зажигания.</td></tr>
</table>

Четыре такта работы ДВС:



а) впуск.

б) сжатие.

в) рабочий ход.

г) выпуск.

Сгорание топлива:

$$Q = qm$$

Q – количество теплоты (Дж);

q – удельная теплота сгорания топлива $\left(\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}\right)$;

m – масса (кг)

Коэффициент полезного действия (КПД) теплового двигателя:

$$\eta = \frac{A_{\text{п}}}{Q_1} \cdot 100\%$$

$$A_{\text{п}} = Q_1 - Q_2$$

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100\%$$

η – коэффициент полезного действия;

$A_{\text{п}}$ – полезная работа, совершенная двигателем (Дж);

Q_1 – количество теплоты, полученное от нагревателя (выделившееся при сгорании топлива) (Дж);

Q_2 – количество теплоты, отданное холодильнику (Дж);

Уравнение теплового баланса:

$$Q_1 + Q_2 + \cdots + Q_N = Q'_1 + Q'_2 + \cdots + Q'_N$$

$Q_1 + Q_2 + \cdots + Q_N$ – сумма количеств теплоты, полученных при теплообмене (Дж)

$Q'_1 + Q'_2 + \cdots + Q'_N$ – сумма количеств теплоты, отданных при теплообмена (Дж)

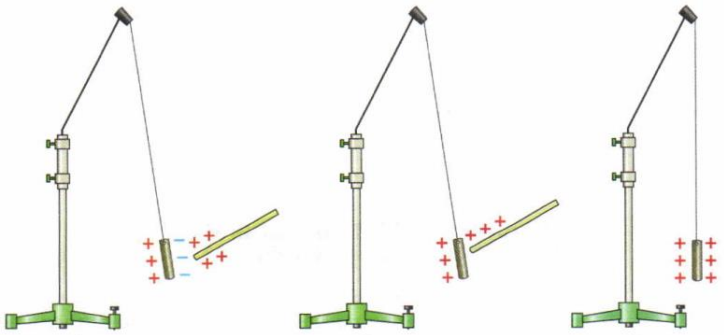
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Электростатика

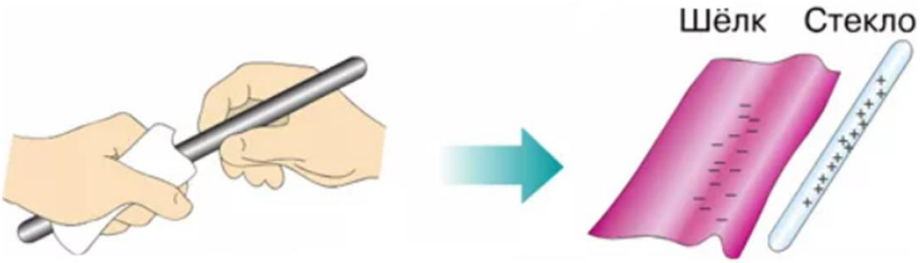
Электризация тел – процесс сообщения телу электрического заряда.

Виды электризации:

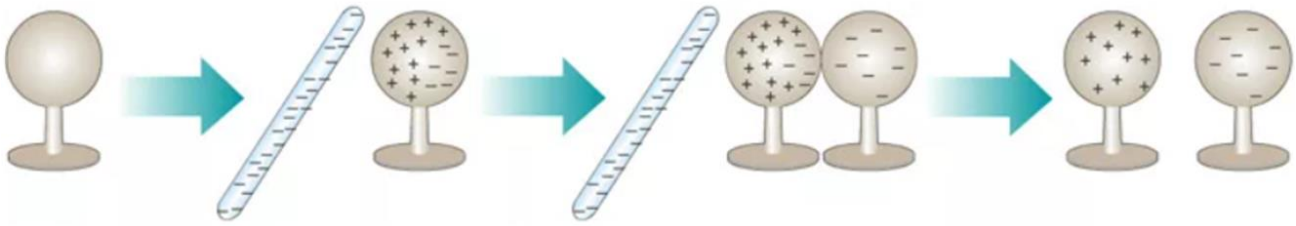
– соприкосновение



– трение (электризуются оба тела, заряды тел по модулю одинаковы и противоположны по знаку; пример, при трении стекла о шелк, шелк приобретает отрицательный заряд, а стекло – положительный; при трении эбонита о мех, мех приобретает положительный заряд, а эбонит – отрицательный)

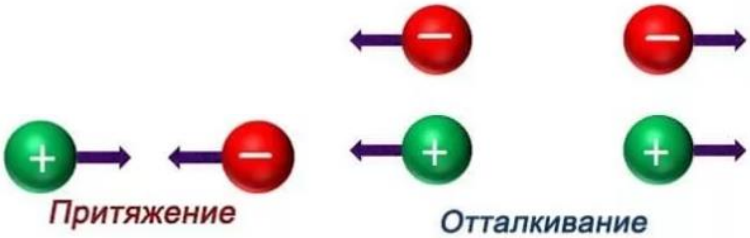


– через влияние (электростатическая индукция)



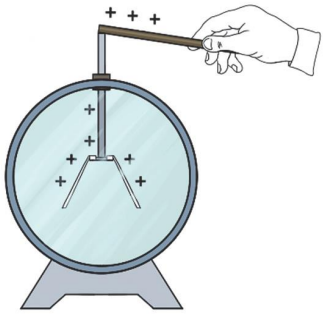
Существуют два вида электрических зарядов: положительные (« + ») и отрицательные (« – »).

Разноименные заряды притягиваются, а одноименные отталкиваются.

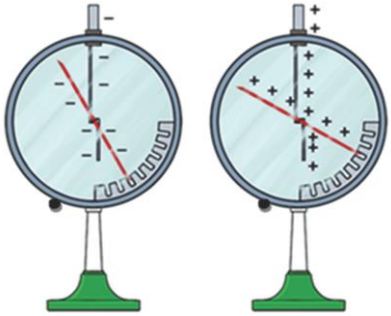


Приборы для обнаружения и измерения электрического заряда:

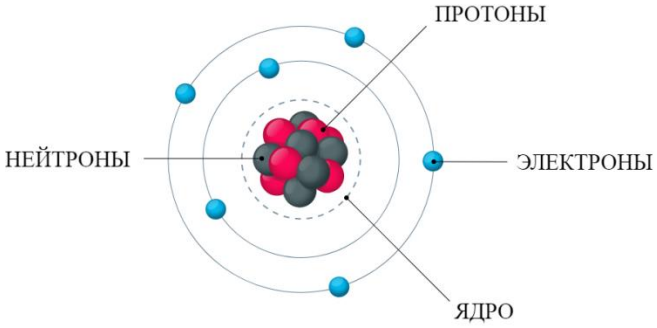
Электроскоп – прибор для обнаружения электрического заряда.



Электрометр – прибор для обнаружения и измерения электрического заряда.



Строение атома и атомного ядра:



Атом состоит из:

А) положительно заряженного ядра:

– протоны

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

– нейтроны

$$q_n = 0$$

Б) отрицательные электроны

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

e – элементарный электрический заряд (заряд протона / модуль заряда электрона) ($e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл)

q_p, q_n , q_e – заряды протона, нейтрона и электрона

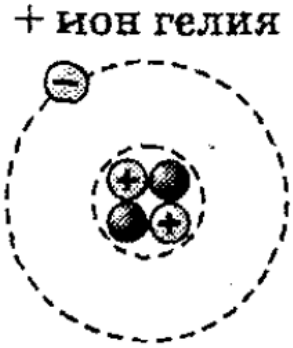
q – электрический заряд (Кл);

В нейтральном атоме количество протонов и электронов одинаково. Если тело состоит из нейтральных атомов, то и заряд тела равен 0.

В процессе электризации тела количество протонов остается постоянным, а количество электронов может изменяться. Если телу сообщить отрицательный заряд, т.е. добавить лишние электроны, то говорят, что у тела избыток электронов. Если телу

сообщить положительный заряд, т.е. отобрать электроны, то говорят, что у тела недостаток электронов.

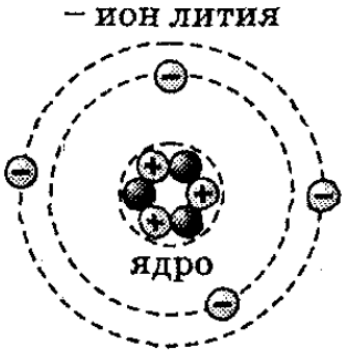
Если нейтральный атом теряет электроны, то заряд атома уже не будет равен нулю (т.к. количество протонов окажется больше количества электронов), появится нескомпенсированный положительный заряд и нейтральный атом превратиться в положительный ион.



$$q = Ne$$

N – число недостающих электронов (целое число);

Если нейтральный атом приобретает электроны, то он превращается в отрицательный ион.



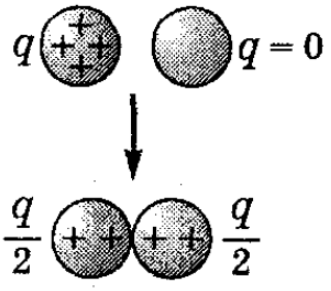
$$q = -Ne$$

N – число избыточных электронов (целое число);

Закон сохранения заряда:

$$q_1 + q_2 + \cdots + q_N = const$$

$$q_1 + q_2 + \cdots + q_N = q_1' + q_2' + \cdots + q_N'$$



$q_1 + q_2 + \cdots + q_N$ – алгебраическая сумма зарядов до взаимодействия (Кл);

$q_1' + q_2' + \cdots + q_N'$ – алгебраическая сумма зарядов после взаимодействия (Кл)

Проводник – тело, которое может проводить электрический заряд (ток).

Диэлектрик – тело, которое не может проводить электрический заряд (например, стекло, эбонит, резина).

Законы постоянного тока

Электрический ток – упорядоченное (направленное) движение заряженных частиц. За направление тока принято движение положительно заряженных частиц (ток идет от « + » к « – »).

Условия существования электрического тока:

– наличие свободных носителей зарядов (ток протекает только в проводниках);

– наличие электрического поля (нужен источник тока);

– замкнутость цепи.

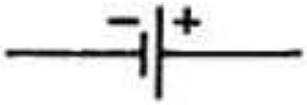
Действия электрического тока:

– магнитное (вокруг любого проводника с током существует магнитное поле);

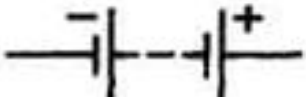
– тепловое (при протекании тока проводники нагреваются (это не наблюдается у сверхпроводников));

– химическое (в растворах некоторых щелочей, солей, кислот при протекании через них тока наблюдается выделение веществ).

Элементы электрической цепи:



Гальванический элемент или аккумулятор

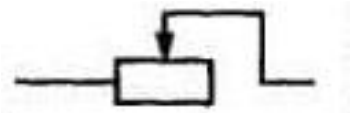
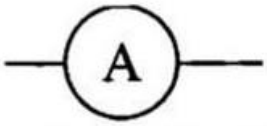
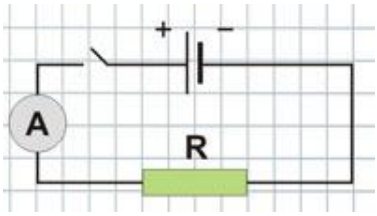
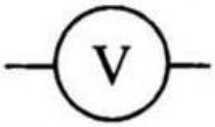
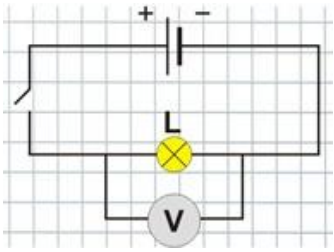


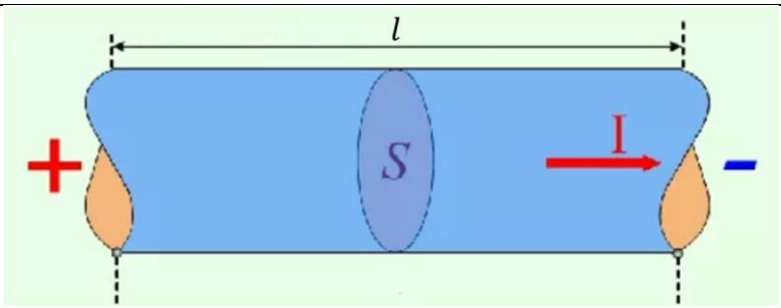
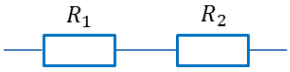
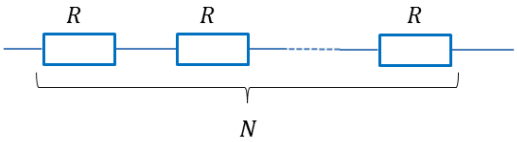
Батарея элементов или аккумуляторов

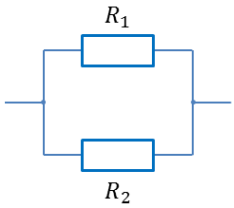
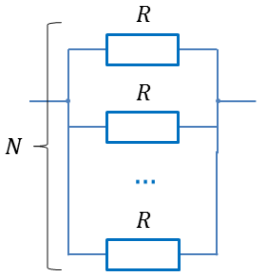
Соединение проводов

Ключ

Лампа накаливания

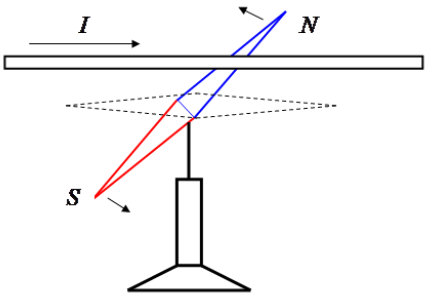
	Резистор
	Реостат
 	Амперметр Правила подключения: 1) Подключается последовательно к тому участку, на котором он измеряет силу тока; 2) «+» амперметра подключается к проводу, идущему от «+» источника тока.
 	Вольтметр Правила подключения: 1) Подключается параллельно к тому участку, на котором он измеряет напряжение; 2) «+» вольтметра подключается к проводу, идущему от «+» источника тока.
Сила тока: $$I = \frac{q}{t}$$	I – сила тока (А); q – заряд, проходящий по проводнику (Кл); t – время прохождения заряда (с)
Напряжение: $$U = \frac{A}{q}$$	U – напряжение (В); A – работа поля по перемещению заряда (Дж); q – заряд (Кл)
Сопротивление: $$R = \frac{\rho l}{S}$$	R – сопротивление проводника (Ом); ρ – удельное сопротивление материала

	$\left(\frac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}\right)$; l –длина проводника (м); S – площадь поперечного сечения проводника (мм^2)
Закон Ома для участка цепи: $$I = \frac{U}{R}$$	I – сила тока на участке цепи (А); U – напряжение на концах участка (В); R – сопротивление участка цепи (Ом)
Законы последовательного соединения проводников:  $$I_{\text{общ}} = I_1 = I_2$$ $$U_{\text{общ}} = U_1 + U_2$$ $$R_{\text{общ}} = R_1 + R_2$$  $$R_{\text{общ}} = N \cdot R$$	$I_1, I_2, I_{\text{общ}}$ – сила тока в первом, втором резисторе и общая сила тока (А); $U_1, U_2, U_{\text{общ}}$ – напряжение на первом, втором резисторе и общее напряжение (В); $R_1, R_2, R_{\text{общ}}$ – сопротивление первого, второго резистора и общее сопротивление участка (Ом); N – количество последовательно соединенных одинаковых резисторов R

Законы параллельного соединения проводников:  $$U_{общ} = U_1 = U_2$$ $$I_{общ} = I_1 + I_2$$ $$\frac{1}{R_{общ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \text{или} \quad R_{общ} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$  $$R_{общ} = \frac{R}{N}$$	$U_1, U_2, U_{общ}$ – напряжение на первом, втором резисторе и общее напряжение (В); $I_1, I_2, I_{общ}$ – сила тока в первом, втором резисторе и общая сила тока (А); $R_1, R_2, R_{общ}$ – сопротивление первого, второго резистора и общее сопротивление участка (Ом); N – количество одинаковых резисторов R
Работа тока: $$A = UIt = I^2Rt = \frac{U^2}{R}t$$	A – работа тока (Дж); I – сила тока (А); U – напряжение (В); R – сопротивление (Ом); t – время протекания тока (с)
Мощность тока: $$P = \frac{A}{t}$$ $$P = UI = I^2R = \frac{U^2}{R}$$	P – мощность тока (Вт); I – сила тока (А); U – напряжение (В); R – сопротивление (Ом)
Закон Джоуля – Ленца: $$Q = A$$ $$Q = I^2Rt$$	Q – количество теплоты, выделяемое в проводнике с током (Дж); A – работа тока (Дж)

Магнетизм

Опыт Эрстеда показывает, что вокруг проводника с током существует магнитное поле (магнитная стрелка поворачивается вблизи проводника с током).



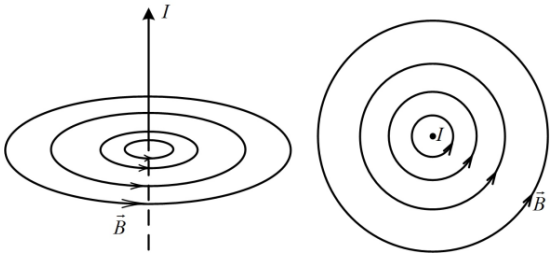
Линии магнитной индукции – линии, касательные к которым в каждой точке поля совпадают с направлением вектора магнитной индукции ($\vec{B}$). За направление магнитного поля (вектора магнитной индукции, линии магнитного поля) принято направление северного полюса магнитной стрелки свободно установившейся в магнитном поле.

B – индукция магнитного поля (Тл)

Графическое представления направлений «от наблюдателя» и «на наблюдателя»

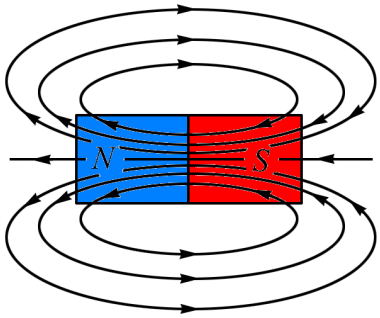
от наблюдателя на наблюдателя

Графическое представление магнитного поля прямого проводника с током

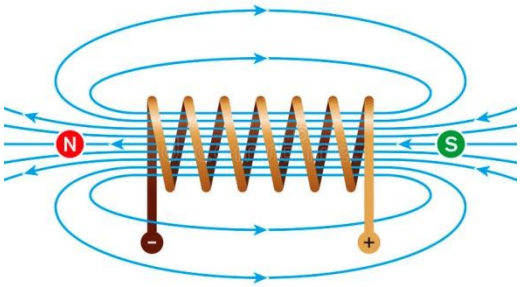


Графическое представление магнитного поля:

Постоянного магнита:



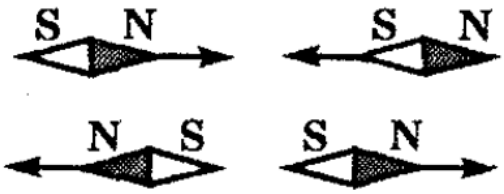
Катушки с током:



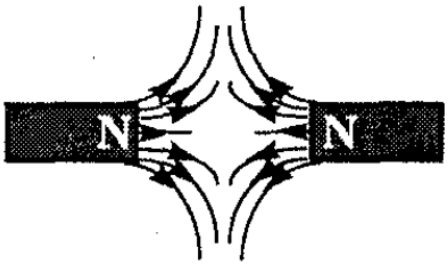
N – северный магнитный полюс

S – южный магнитный полюс

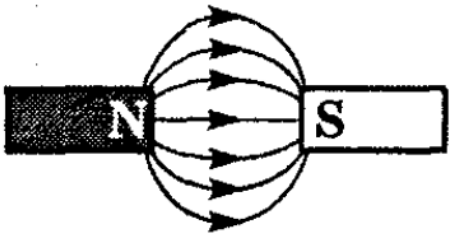
Взаимодействие магнитов:



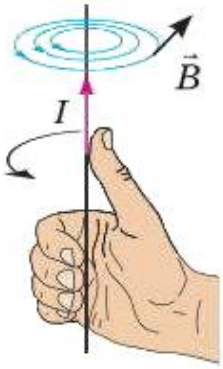
Одноименные полюса отталкиваются



разноименные – притягиваются.



Правило правой руки (правило буравчика):



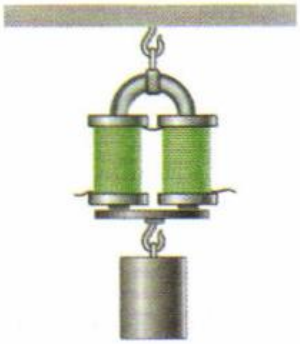
Для прямого проводника с током:

обхватить проводник правой рукой таким образом, чтобы большой палец совпал с направлением тока, а четыре пальца укажут направление линий магнитного поля.

Для катушки (витка) с током:

обхватить катушку (виток) правой рукой таким образом, чтобы четыре пальца совпали с направлением тока, а большой палец укажет направление линий магнитного поля.

Электромагнит – катушка с железным сердечником внутри.



Магнитное действие электромагнита увеличивается если:

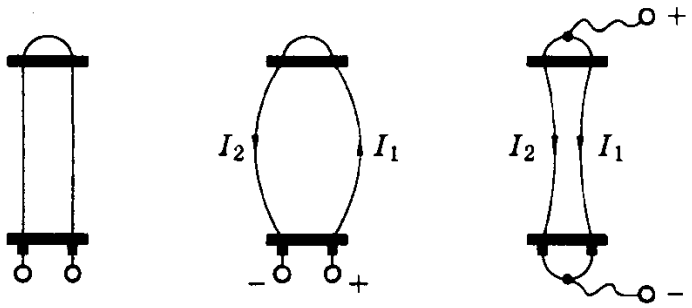
– увеличить число витков в катушке электромагнита;

– увеличить силу тока в катушке электромагнита;

– поместить в катушку железный сердечник.

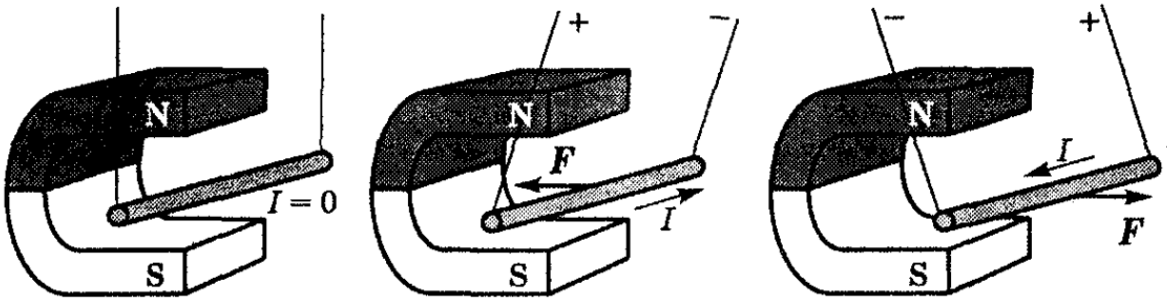
Опыт Ампера

Два параллельных проводника с током притягиваются, если токи в них сонаправлены и отталкиваются, если токи имеют противоположное направление.



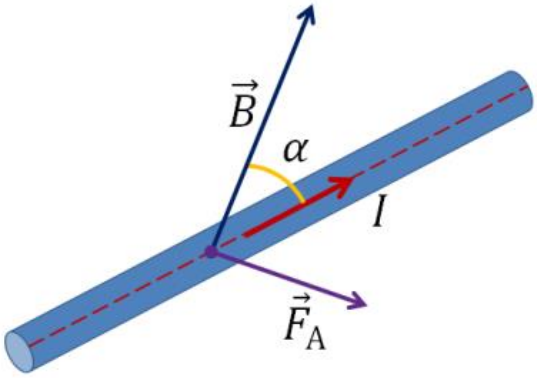
Действие магнитного поля на проводник с током:

Магнитное поле действует с некоторой силой (силой Ампера) на любой проводник с током, находящийся в этом поле.



Сила Ампера:

$$F_{\text{A}} = IBl\sin\alpha$$



F_{A} – сила Ампера (Н);

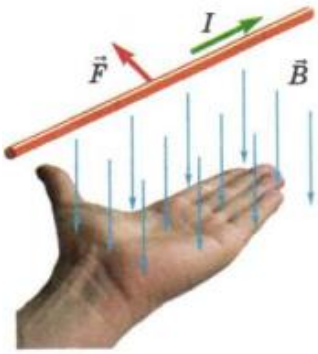
I – сила тока в проводнике (А);

B – индукция магнитного поля (Тл);

l – длина проводника в магнитном поле (м);

α – угол между направлением вектора магнитной индукции и направлением тока в проводнике

Правило левой руки:

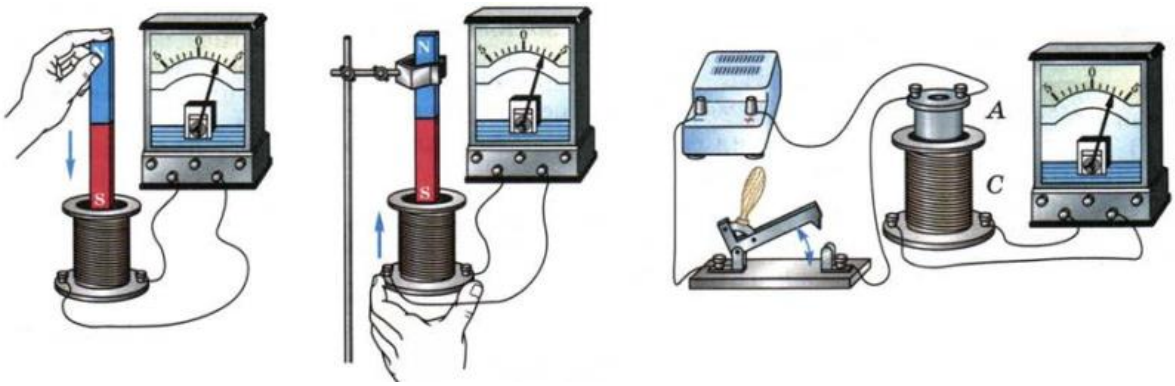


Расположить левую руку таким образом, чтобы линии магнитной индукции входили в ладонь, а четыре вытянутых пальца указывали направление тока в проводнике, тогда отставленный на 90° большой палец укажет направление силы Ампера.

Явление электромагнитная индукция:

При всяком изменении магнитного потока, пронизывающего контур замкнутого проводника, в этом проводнике возникает электрический ток.

Опыты Фарадея:



Сила тока зависит от скорости движения магнита в катушке.

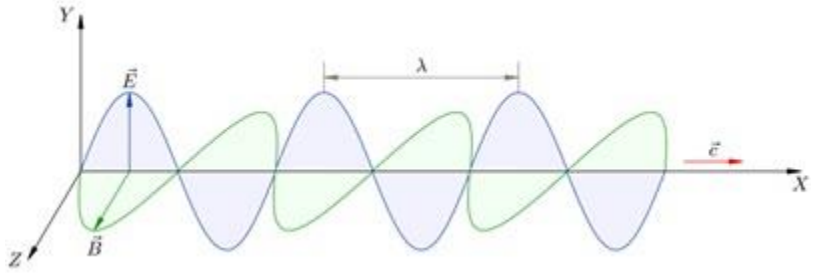
Направление тока зависит от полюса магнита и от направления движения магнита (вносят или выносят магнит из катушки).

Электромагнитные волны

Длина электромагнитной волны:

$$\lambda = cT$$

$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$



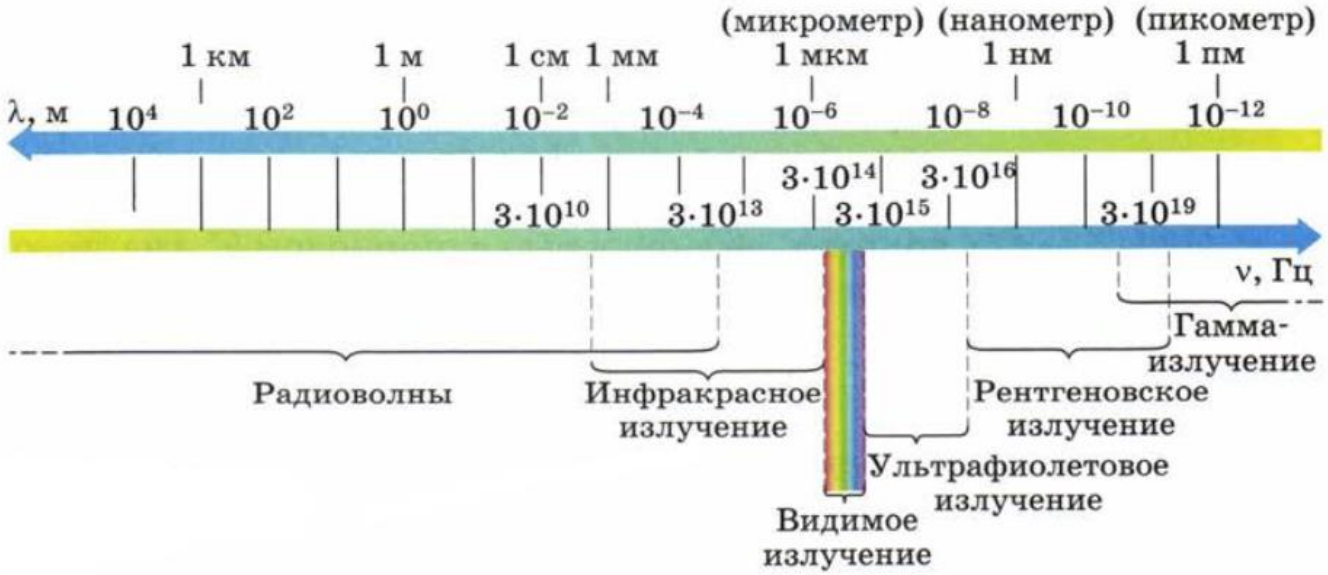
λ – длина волны (м);

T – период (с);

ν – частота (Гц);

c – скорость света в вакууме ($c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$)

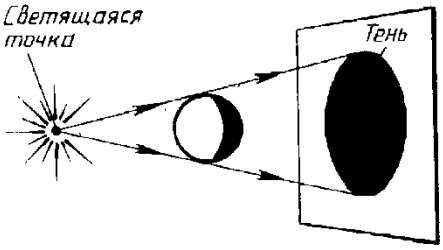
Шкала электромагнитных волн:



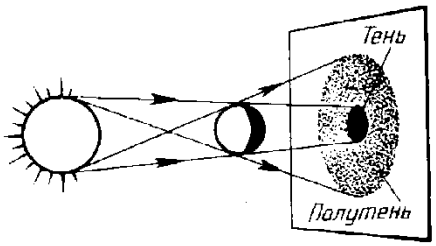
Оптика

Закон прямолинейного распространения света:

Свет в прозрачной и оптически однородной среде распространяется прямолинейно.

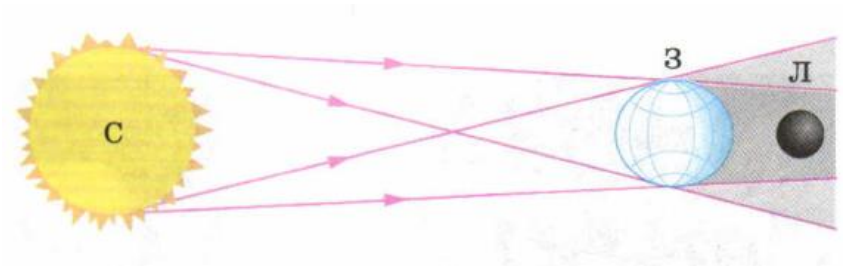


Тень – это та область пространства, в которую не попадает свет от источника.



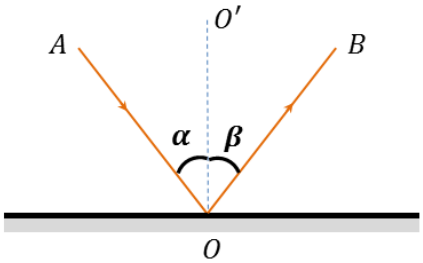
Полутень – это та область пространства, в которую попадает свет от части источника.

Лунное затмение



Солнечное затмение

Закон отражения света:



1) лучи падающий, отраженный и перпендикуляр, проведенный в точку падения, лежат в одной плоскости;

2) угол падения равен углу отражения:

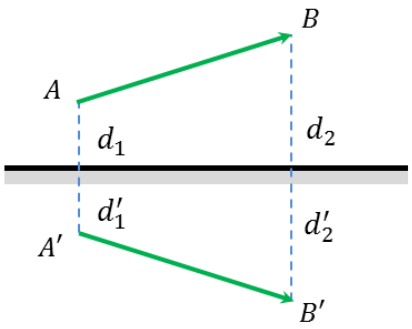
$$\angle\alpha = \angle\beta$$

AO – падающий луч

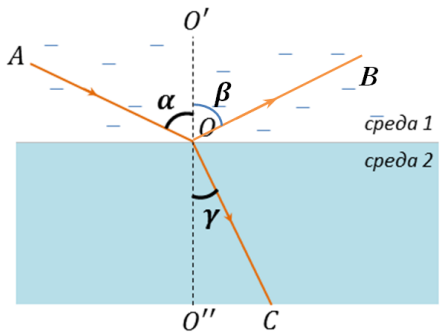
OB – отраженный луч

α – угол падения;

β – угол отражения

Плоское зеркало:  $$d_1 = d_2$$ $$d_1' = d_2'$$ Характеристики изображения: 1) изображение равно по размеру предмету; 2) находится на таком же расстоянии от зеркала, что и предмет; 3) мнимое.	AB – предмет; $A'B'$ – изображение
Абсолютный показатель преломления: $$n = \frac{c}{v}$$ Относительный показатель преломления: $$n_{21} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$$	n – абсолютный показатель преломления; c – скорость света в вакууме $\left(c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$; v – скорость света в среде $\left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$; n_{21} – относительный показатель преломления второй среды относительно первой; v_1, v_2 – скорость света в первой и второй среде $\left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$; n_1, n_2 – абсолютные показатели преломления первой и второй среды

Закон преломления света:



1) лучи падающий, преломленный и перпендикуляр к границе раздела двух сред, проведенный через точку падения, лежат в одной плоскости;

2) ***закон Снеллиуса***: отношение синусов углов падения и преломления есть величина постоянная для данных двух сред, равная их относительному показателю преломления:

$$n_1 \sin\alpha = n_2 \sin\gamma$$

Следствие: если $n_1 = n_2$, то $\alpha = \gamma$.

n_1 – абсолютный показатель преломления первой среды;

n_2 – абсолютный показатель преломления второй среды;

α – угол падения;

γ – угол преломления

AO – падающий луч

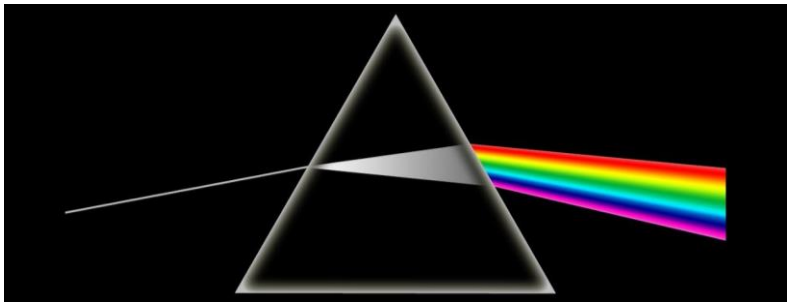
OB – частично отраженный луч

OC – преломленный луч

При переходе света из менее оптически плотной среды в более, луч отклоняется по направлению к перпендикуляру к границе сред, установленному в точку падения.

При переходе света из более оптически плотной среды в менее, луч отклоняется по направлению к границе раздела двух сред.

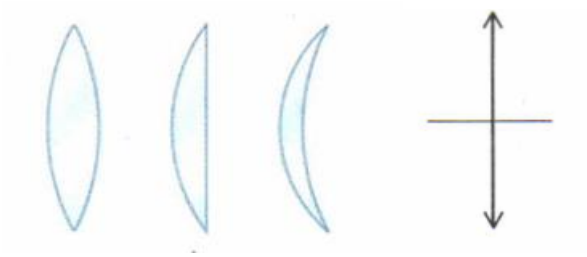
Дисперсия света – разложение белого света в спектр при преломлении.



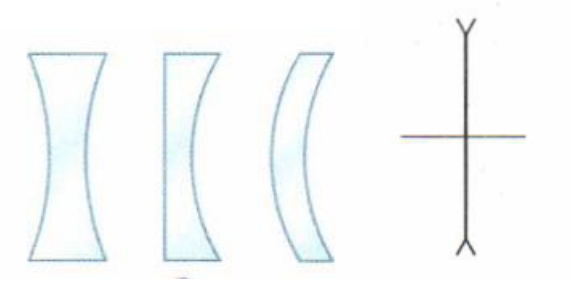
Линза – прозрачное тело, ограниченное с двух сторон сферическими поверхностями.

Виды линз:

Выпуклые (собирающие)



Вогнутые (рассеивающие)



Оптическая сила линзы:

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

D – оптическая сила линзы (дптр);

F – фокусное расстояние (м)

Ход лучей в тонкой линзе:

1) для любой тонкой линзы любой луч, идущий через оптический центр, не преломляется.

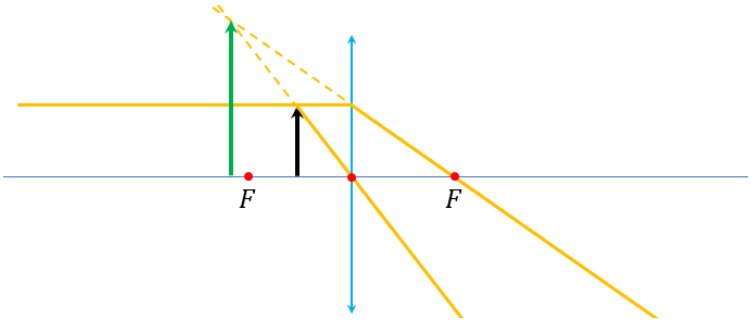
2) лучи, параллельные главной оптической оси, преломляются в собирающей линзе так, что после они пересекаются в одной общей точке, называемой фокусом.

3) лучи, параллельные главной оптической оси, преломляются в рассеивающей линзе так, что после они расходятся, а в одной точке на главной оптической оси (фокусе) пересекаются их продолжения.

Примеры построений:

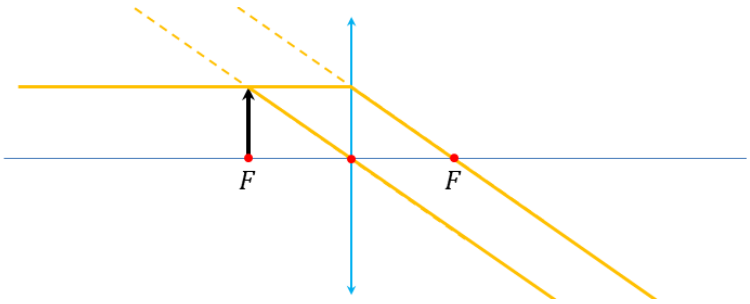
Собирающая линза

1) Предмет находится между фокусом и линзой



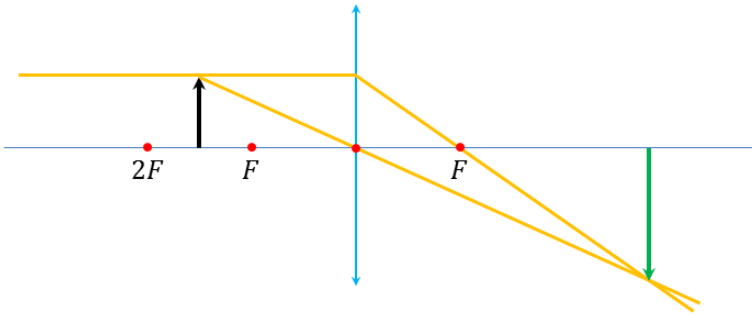
Характеристики изображения: увеличенное, прямое, мнимое.

2) Предмет находится в фокусе



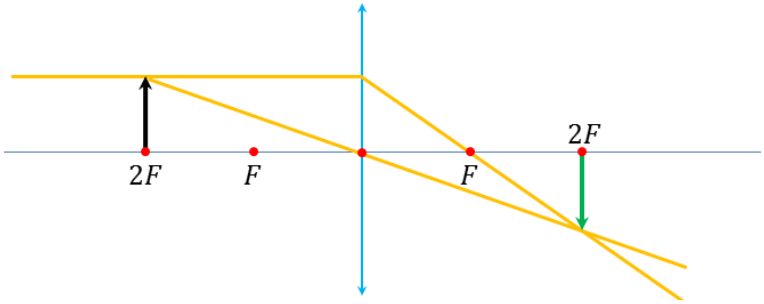
Характеристики изображения: изображения нет.

3) Предмет находится между фокусом и двойным фокусом



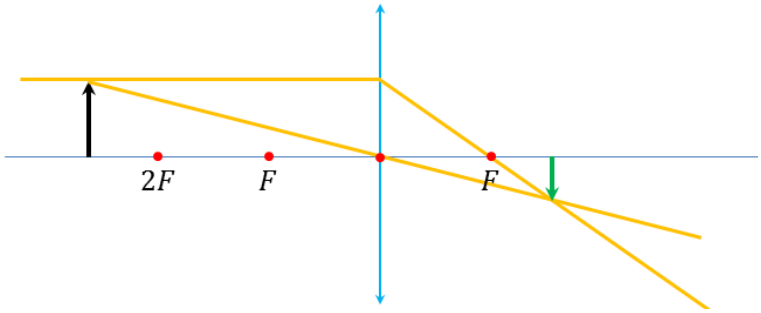
Характеристики изображения: увеличенное, перевернутое, действительное.

4) Предмет находится в двойном фокусе



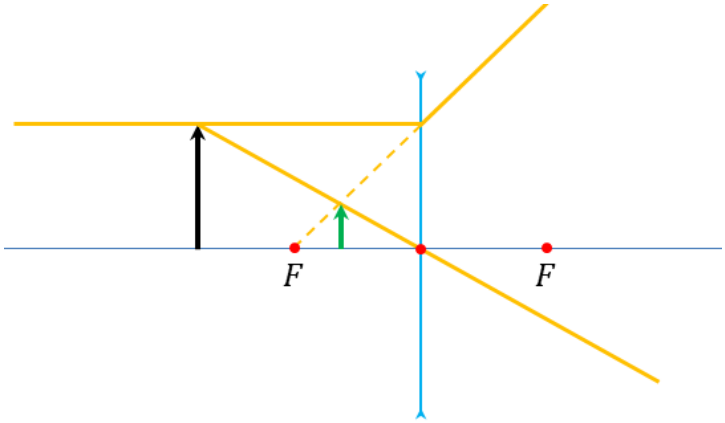
Характеристики изображения: равное по размерам, перевернутое, действительное.

5) Предмет находится за двойным фокусом



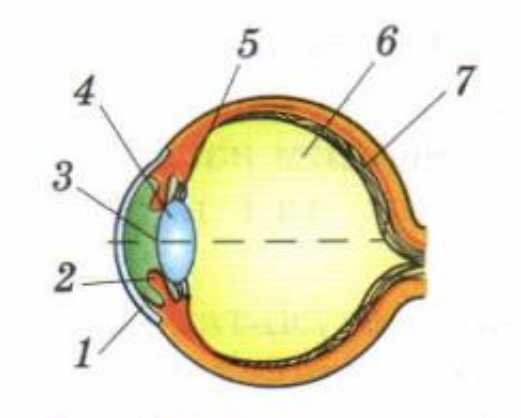
Характеристики изображения: уменьшенное, перевернутое, действительное.

Рассеивающая линза



Характеристики изображения: уменьшенное, прямое, мнимое.

Глаз как оптическая система:



1 – роговая оболочка;

2 – радужная оболочка;

3 – зрачок;

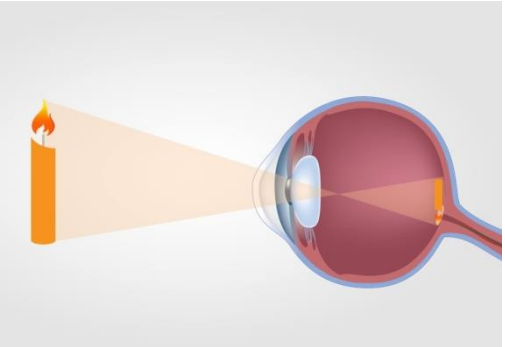
4 – хрусталик;

5 – мышцы;

6 – стекловидное тело;

7 – сетчатка.

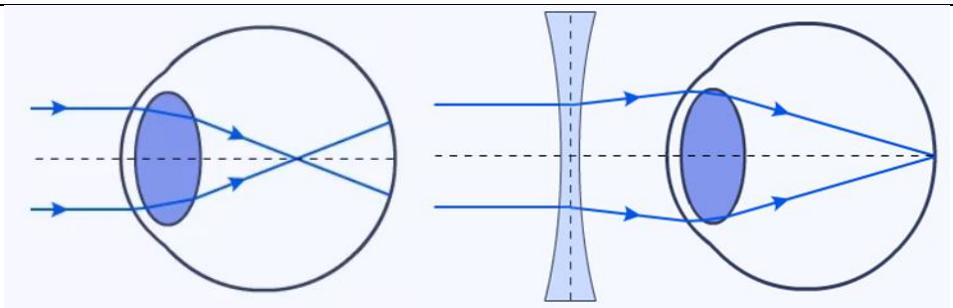
На сетчатке образуется действительное, уменьшенное и перевернутое изображение предметов.



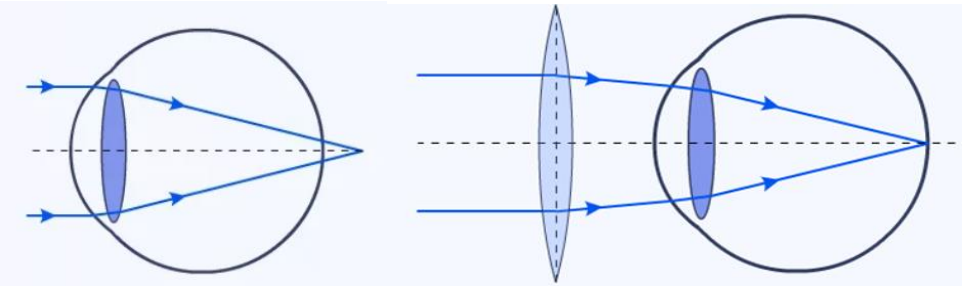
Аккомодация – способность глаза приспосабливаться к видению как на близком, так и на далеком расстоянии.

Дефекты зрения:

Близоруким называется такой глаз, у которого фокус при спокойном состоянии глазной мышцы лежит внутри глаза. Для этого случая применяется рассеивающая линза.

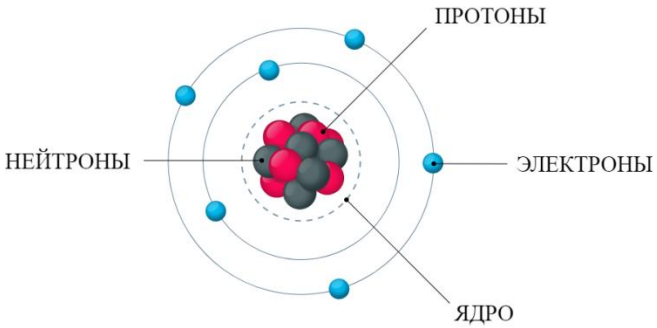


Дальнозорким называется глаз, у которого фокус при спокойном состоянии глазной мышцы лежит за сетчаткой. Для этого случая применяется собирающая линза.



КВАНТОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Планетарная модель атома:



Атом состоит из:

А) положительно заряженного ядра:

– протоны

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

$$m_p = 1{,}67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

– нейтроны

$$q_N = 0$$

$$m_N = 1{,}67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

Б) отрицательные электроны

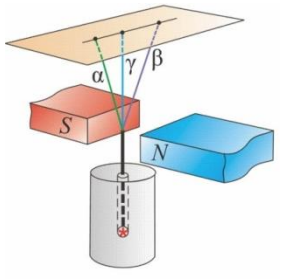
$$q_e = -1{,}6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$m_e = 9{,}1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

q_p, q_N, q_e – заряды протона, нейтрона и электрона

m_p, m_N, m_e – массы протона, нейтрона и электрона

Радиоактивность – самопроизвольное излучение веществом $\alpha-, \beta-$ и $\gamma-$частиц.



α – излучение (α – частица)	${}^{4}_{2}He$ – ионизированный атом гелия (ядро гелия)
β – излучение (β – частица)	${}^{0}_{-1}e$ – электрон
γ – излучение	электромагнитное излучение

Обозначение атомного ядра:

$$ {}^{A}_{Z}X $$

$$ A = Z + N $$

X – обозначение химического элемента;
Z – зарядовое число (число протонов в ядре, номер химического элемента в таблице Менделеева, число электронов в атоме);
A – массовое число (число нуклонов);
N – число нейтронов

Изотопы – это разновидности данного химического элемента, различающиеся по массе атомных ядер (т.е. у изотопов одинаковы зарядовые числа и различны массовые).

Пример, изотопы водорода:

${}^{1}_{1}H$ – протий ${}^{2}_{1}H$ – дейтерий ${}^{3}_{1}H$ – тритий

Правило радиоактивных смещений:

α – распад:

$$ {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{A-4}_{Z-2}Y $$

β – распад (электронный):

$$ {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{A}_{Z+1}Y $$

β – распад (позитронный):

$$ {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{0}_{+1}e + {}^{A}_{Z-1}Y $$

При любой ядерной реакции выполняется закон сохранения заряда (зарядового числа) и массы (массового числа).

Измерительные приборы

*** название – физическая величина – единица измерения – фотография

1) Линейка, измерительная лента – длина – метр (м)

2) Часы, секундомер – время – секунда (с)

3) Термометр – температура – градус Цельсия (°C)

4) Спидометр – скорость – метр в секунду $\left(\frac{м}{с}\right)$

5) Акселерометр – ускорение – метр в секунду в квадрате $\left(\frac{м}{с^2}\right)$

6) Весы – масса – килограмм (кг)

7) Мензурка (измерительный цилиндр) – объем – кубический метр ($м^3$)

8) Динамометр – сила – ньютон (Н)

9) Барометр-анероид – атмосферное давление – паскаль (Па), миллиметры ртутного столба (мм рт. ст.)

10) Манометр – давление в жидкостях ли газах, которое больше или меньше атмосферного – паскаль (Па)

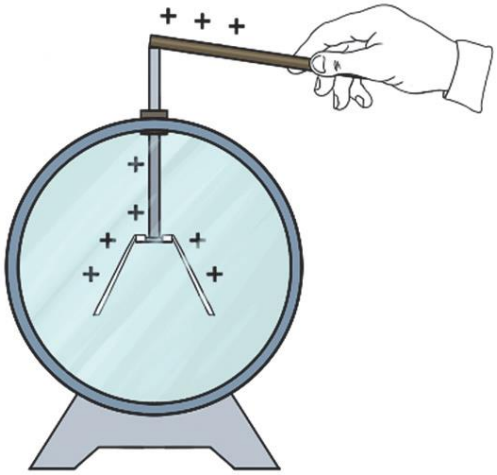
11) Гигрометр – влажность

Психрометрический

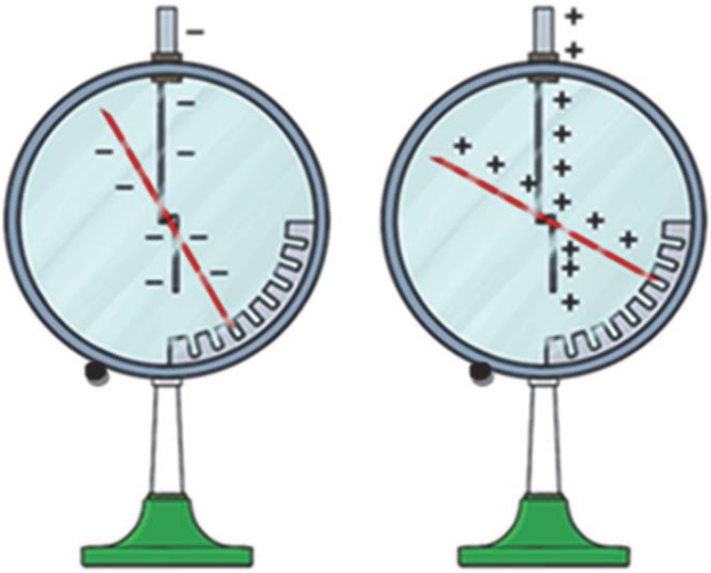
Волосяной

Конденсационный

12) Электроскоп – обнаружение электрического заряда



13) Электрометр – обнаружение и измерение электрического заряда



14) Гальванометр – регистрация электрического тока

15) Амперметр – сила тока – ампер (А)

16) Вольтметр – напряжение – вольт (В)

17) Калориметр — прибор для измерения количества теплоты, выделяющейся или поглощающейся в каком-либо физическом процессе.

18) Ареометр – плотность жидкости – килограмм делить на кубический метр $\left(\frac{кг}{м^3}\right)$

Ученые

Ампер, Андре Мари (1775-1836) – французский физик и математик – исследовал магнитное взаимодействие двух проводников с током и выдвинул гипотезу молекулярных токов в постоянных магнитах (в атомах и молекулах вещества в результате движения электронов возникают кольцевые токи).

Архимед (287-212 до н.э.) – древнегреческий учёный и инженер – открыл законы плавания тел в жидкости (закон Архимеда).

Беккерель, Антуан Анри (1852-1908) – французский физик – открыл явление естественной радиоактивности.

Бор, Нильс (1885-1962) – датский физик – сформулировал два постулата, описывающие водородоподобный атом.

Броун, Роберт (1773-1858) – британский ботаник – открыл явление непрерывного беспорядочного движения частиц, взвешенных в жидкости или газе (броуновское движение).

Вольта, Алессандро (1745-1827) – итальянский физик и химик – создал первый гальванический элемент.

Галилей, Галилео (1564-1642) – итальянский физик – сформулировал закон инерции.

Гейзенберг, Вернер (1901-1976) – немецкий физик – предложил протонно-нейтронную модель строения ядра.

Герц, Генрих Рудольф (1857-1894) – немецкий физик – экспериментально открыл электромагнитные волны.

Гук, Роберт (1635-1703) – английский изобретатель – установил зависимость силы упругости от величины деформации (закон Гука).

Гюйгенс, Христиан (1629-1695) – голландский физик – исследовал волновые свойства света.

Демокрит (460-370 до н.э.) – древнегреческий философ – предположил, что все тела состоят из мельчайших частиц.

Джоуль, Джеймс Прескотт (1818-1889) – британский физик – открыл закон, позволяющий рассчитать количество теплоты, выделяемое в проводнике с током (закон Джоуля–Ленца).

Дизель, Рудольф (1858-1913) – немецкий инженер – создал двигатель внутреннего сгорания.

Иваненко, Дмитрий Дмитриевич (1904-1994) – советский физик – предложил протонно-нейтронную модель строения ядра.

Иоффе, Абрам Федорович (1880-1960) – русский и советский физик – экспериментально определил величину элементарного электрического заряда.

Кавендиш, Генри (1731-1810) – британский физик и химик – экспериментально определил значение гравитационной постоянной.

Королев, Сергей Павлович (1907-1966) – советский ученый – конструктор ракетно-космических систем (ракетостроитель).

Ленц, Эмилий Христианович (1804-1865) – российский физик – сформулировал правило, определяющее направление индукционного тока, открыл закон, позволяющий рассчитать количество теплоты, выделяемое в проводнике с током (закон Джоуля–Ленца).

Максвелл, Джеймс Клерк (1831-1879) – британский физик – создал теорию электромагнитного поля, теоретически обосновал существование электромагнитных волн, определил скорость электромагнитных волн в вакууме.

Милликен, Роберт (1868-1953) – американский физик – экспериментально определил величину элементарного электрического заряда.

Монгольфье, Жак-Этьен (1740-1810) и **Жозеф-Мишель** (1745-1799) – французские физики – изобрели воздушный шар.

Ньютон, Исаак (1643-1727) – английский физик и математик – сформулировал три закона динамики, открыл закон всемирного тяготения и изучал явление дисперсии света.

Ом, Георг Симон (1789-1854) – немецкий физик – открыл закон, выражающий зависимость силы тока в цепи от напряжения на концах участка цепи и сопротивления этого участка (закон Ома).

Паскаль, Блез (1623-1662) – французский физик и математик – открытие закона передачи давления производимого на жидкость или газ (закон Паскаля).

Планк, Макс (1858-1947) – немецкий физик – выдвинул гипотезу, что атомы испускают энергию отдельными порциями – квантами.

Попов, Александр Степанович (1859-1906) – русский физик – создал радио.

Резерфорд, Эрнест (1871-1937) – английский физик – обнаружил неоднородность радиоактивного излучения ($\alpha -$, $\beta -$ и $\gamma -$частицы), предложил планетарную модель строения атома, открыл атомное ядро и протон.

Склодовская-Кюри, Мария (1867-1934) – польская и французская ученая – открытие радиоактивных элементов полоний и радий.

Томсон, Джозеф Джон (1856-1940) – английский физик – предложил модель атома «кекс с изюмом» («пудинг с изюмом»), открыл электрон.

Торричелли, Эванджелиста (1608-1647) – итальянский физик и математик – измерил атмосферное давление, создал первый жидкостный (ртутный) барометр.

Уатт, Джеймс (1736-1819) – шотландский инженер – создал универсальную паровую машину.

Фарадей, Майкл (1791-1867) – английский физик и химик – открыл явление электромагнитной индукции.

Франклин, Бенджамин (1706-1790) – американский политик и ученый – изобрел громоотвод.

Циолковский, Константин Эдуардович (1857-1935) – русский и советский ученый – выдвинул идею использования ракет для космических полетов, открыл теорию реактивного движения.

Чедвик, Джеймс (1891-1974) – американский физик – открыл нейтрон.

Эйнштейн, Альберт (1879-1955) – немецкий физик – открыл закон взаимосвязи массы и энергии, создал специальную и общую теории относительности.

Эрстед, Ханс Кристиан (1777-1851) – датский ученый – обнаружил существование магнитного поля вокруг любого проводника с током (магнитное действие электрического тока).

Яблочков, Павел Николаевич (1847-1894) – русский инженер и изобретатель – сконструировал первый генератор переменного тока, изобрел трансформатор.

Якоби, Борис Семенович (1801-1874) – российский физик – создал первый электродвигатель.