

## Кинематика.

**Механическое движение** – изменение положения тела в пространстве с течением времени относительно других тел.

**Поступательное движение** – движение, при котором все точки тела проходят одинаковые траектории. (если любая прямая, проведенная в теле остается параллельна самой себе)

**Материальная точка** – тело, размерами которого в данных условиях можно пренебречь, т.к. его размеры пренебрежимо малы по сравнению с рассматриваемыми расстояниями.

**Траектория** – условная линия вдоль которой движется тело. По виду траектории различают прямолинейное или криволинейное движение.

(Уравнение траектории – зависимость  $y(x)$ )

**Путь  $l$  (м)** – длина траектории. (скалярная величина)

**Свойства:**  $l \geq 0$ , не убывает!

**Перемещение  $s$  (м)** – вектор, соединяющий начальное и конечное положение тела.

**Свойства:**  $s \leq l$ , на замкнутой территории  $s = 0$ .

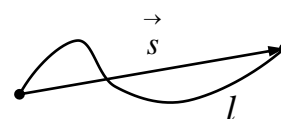
Различают следующие обозначения:

1.  $\vec{s}$  – обозначают на чертеже и в векторных уравнениях;

2.  $s$  – обозначается модуль перемещения;

3.  $s_x$  – проекция перемещения на координатную ось  $Ox$

$$s_x = x - x_0$$



**Скорость  $v$  (м/с)**

1) равномерного движения – векторная физическая величина, равная отношению перемещения к промежутку времени, в течение которого это перемещение произошло

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

2) средняя (путевая) скорость неравномерного движения – скалярная физическая величина, численно равная отношению всего пути к общему времени движения

$$v_{\text{ср}} = \frac{s_1 + s_2 + s_3 + \dots}{t_1 + t_2 + t_3 + \dots};$$

3) мгновенная – скорость в данной точке, может находиться только по уравнению скорости  $v_x = v_{0x} + a_x t$  или по графику  $v(t)$

**Ускорение  $a$  (м/с<sup>2</sup>)** – изменение скорости за единицу времени. Различают:  $\vec{a}$ ,  $a$ ,  $a_x$

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}; \quad a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t} = \frac{\Delta v_x}{t} \quad \vec{a} \uparrow \uparrow \Delta v \quad (\vec{F})$$

если  $\vec{v}_0 \uparrow \uparrow \vec{a}$  – движение ускоренное прямолинейное

если  $\vec{v}_0 \uparrow \downarrow \vec{a}$  – движение замедленное прямолинейное

если  $\vec{v}_0 \perp \vec{a}$  – движение по окружности

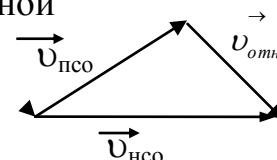
**Относительность движения** изучение механического движения возможно относительно разных систем отсчета. Выбор системы отсчета произволен.

В разных системах отсчета траектория, путь и скорость будут разными, т.е. эти понятия относительны.

**Принцип относительности Галилея** – все законы механики одинаково справедливы во всех инерциальных системах отсчета.

**Закон сложения скоростей:** скорость относительно неподвижной системы отсчета (НСО) равна геометрической сумме скорости тела относительно подвижной системы отсчета (ПСО) и скорости ПСО относительно НСО.

$$\vec{v}_{\text{НСО}} = \vec{v}_{\text{ПСО}} + \vec{v}_{\text{ОТН}}$$



## Виды движения.

### Прямолинейное движение.

Прямолинейное равномерное движение.	Прямолинейное равнопеременное движение.	
	<p><b>Ускоренное</b></p>	<p><b>Замедленное</b></p>
$v_x = \text{const}$	$v_x = v_{0x} + a_x t$	
$a = 0$	$a_x = \text{const}$	
$s_x = v_x t$ $s_x \sim t$	$s_x = v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$ $s_x \sim t^2$ или $s_x = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x}$ без t!	
$x = x_0 + v_x t$ $x \sim t$	$x = x_0 + v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$ $x \sim t^2$	

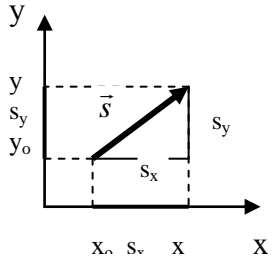
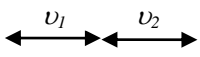
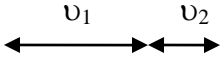
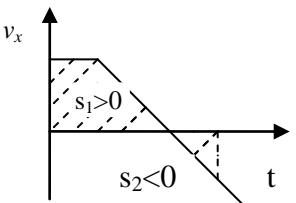
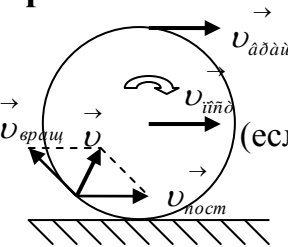
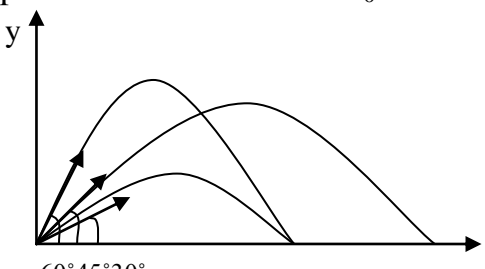
### Криволинейное движение.

Движение по окружности с постоянной по модулю скоростью	Движение по параболе с ускорением свободного падения.	
<p>Т – период (с), <math>T = \frac{1}{\nu}</math> <math>\nu</math> = частота (Гц=1/с),  <math>v = \frac{l}{t} = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi R \nu</math> (м/с) – линейная скорость  <math>\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \nu</math> (рад/с) – угловая скорость                      т.е <math>v = \omega R</math>  <math>a_y = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R = \omega \cdot v</math> (м/с<sup>2</sup>) – центростремительное ускорение</p>	<p>По горизонтали равномерное</p> $x = x_0 + v_{0x} t;$ $v_x = v_{0x};$ $v_{0x} = v_0 \cos \alpha$ $g_x = 0$ $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$	<p>По вертикали равнопеременное</p> $y = y_0 + v_{0y} t + \frac{g_y t^2}{2}$ $v_y = v_{0y} + g_y t$ $v_{0y} = v_0 \sin \alpha$ $g_y = -g$

**Частные случаи равноускоренного движения под действием силы тяжести.**

Движение по вертикали.	Движение тела брошенного горизонтально.
<p><b>1.</b> Если тело падает, то <math>v_0 = 0</math></p> $h = \frac{gt^2}{2}; \quad v = gt$ <p><b>2.</b> Если <math>v_0 \uparrow</math>, тело движется вверх(Оу вверх)</p> $h = v_0 t - \frac{gt^2}{2}; \quad v = v_0 - gt$ <p>Если <math>v_0 \uparrow</math>, Оу выбрали вниз</p> $h = -v_0 t + \frac{gt^2}{2}; \quad v = -v_0 + gt$ <p><b>3.</b> Если <math>v_0 \downarrow</math> <math>h = v_0 t + \frac{gt^2}{2}; \quad v = v_0 + gt</math> (ось Оу направлена вниз)</p>	 $h = \frac{gt^2}{2}; \quad s = v_0 t; \quad v_y = gt$ <p><math>h</math> - высота, <math>s</math> - дальность полета</p>

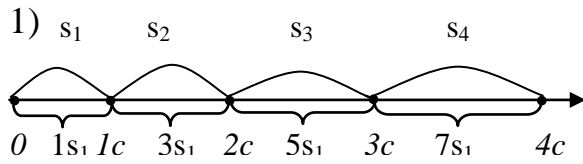
**Дополнительная информация  
для частных случаев решения задач.**

<p><b>1. Разложение вектора на проекции.</b></p>  <p>Модуль вектора может быть найден по теореме Пифагора:</p> $s = \sqrt{s_x^2 + s_y^2}$	<p><b>2. Средняя скорость.</b></p> <p>1) по определению <math>v_{cp} = \frac{s_1 + s_2 + \dots + s_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}</math></p> <p>2) <math>v_{cp} = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2}</math> для <math>2^x</math> s; если  <math>s_1 = s_2</math></p> <p>3) <math>v_{cp} = \frac{v_1 + v_2}{2}; v_{cp} = \frac{v_1 + \dots + v_n}{n}</math>, если <math>t_1 = t_2 = \dots = t_n</math>  <math>s_1 \neq s_2</math></p>
<p><b>3. Метод площадей.</b> На графике <math>v_x(t)</math> площадь фигуры численно равна перемещению или пройденному пути.</p>  $s = s_1 - s_2$ $l = s_1 + s_2$	<p><b>4. Физический смысл производной.</b> Для уравнений координаты <math>x(t)</math> и <math>y(t) \rightarrow</math></p> $v_x = x', \quad v_y = y', \quad \text{и}$ $a_x = v'_x = x'', \quad a_y = v'_y = y'',$ $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$ $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$
<p><b>5. Движение колеса без проскальзывания.</b></p>  <p><math>v_{пост} = v_{вращ}</math> (если нет проскальзывания)</p> $v = v_{вращ} + v_{пост}$ <p>Скорость точки на ободу колеса относительно земли.</p>	<p><b>6. Дальность полёта.</b> Дальность полета максимальна при угле бросания <math>45^\circ</math> <math>v_0 = \text{const}</math></p>  <p><math>60^\circ 45^\circ 30^\circ</math> <math>s_{60} = s_{30}</math> <math>s_{45} = \text{max}</math> X</p>

**7. Свойства перемещения для равноускоренного движения при  $v_0=0$ .**

$$s_1 \text{ за } t=1c \quad s_1 = \frac{at^2}{2} = \frac{a}{2}$$

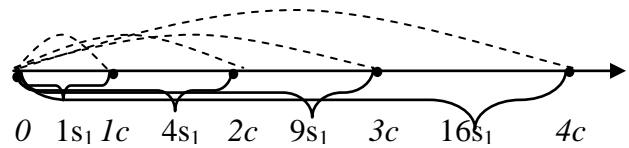
Отношение перемещений сделанных за одну секунду, при  $v_0=0$  равно:



$$s_1: s_2: s_3: \dots: s_n = 1: 3: 5: 7: \dots: (2n-1)$$

$$s_n = s_1(2n - 1) = \frac{a}{2}(2n - 1)$$

2) Отношение перемещений сделанных за время от начала отсчета, при  $v_0=0$  равно:



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

$$s_n = s_1 n^2 = \frac{a}{2} n^2$$