


КИНЕМАТИКА

**Подготовка к Единому
государственному экзамену.**



Цель: повторить основные понятия кинематики, виды движения, графики и формулы кинематики в соответствии с кодификатором ЕГЭ и уметь применять эти знания при решении заданий из открытого банка сайта ФИПИ.

Механика

```
graph TD; A[Механика] --> B[Кинематика  
(как движется тело?)]; A --> C[Статика (условия равновесия)]; A --> D[Динамика  
(почему тело движется именно так?)];
```

Кинематика
(как движется
тело?)

**Статика (условия
равновесия)**

Динамика
(почему тело
движется именно так?)

Кинематик

Изучает движение тел без исследования причин, влияющих на него.

Механическое движение – это изменение положения тела относительно других тел с течением времени.

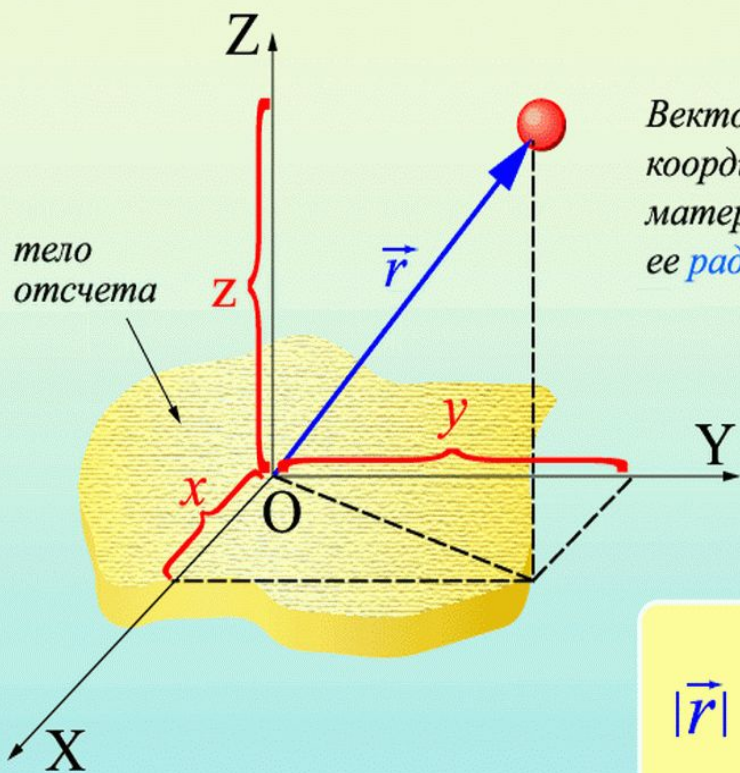
Основная задача механики – определить положение тела в любой момент времени.

Система отсчета состоит из:

- Тела отсчета
- Системы координат
- Прибора для измерения времени

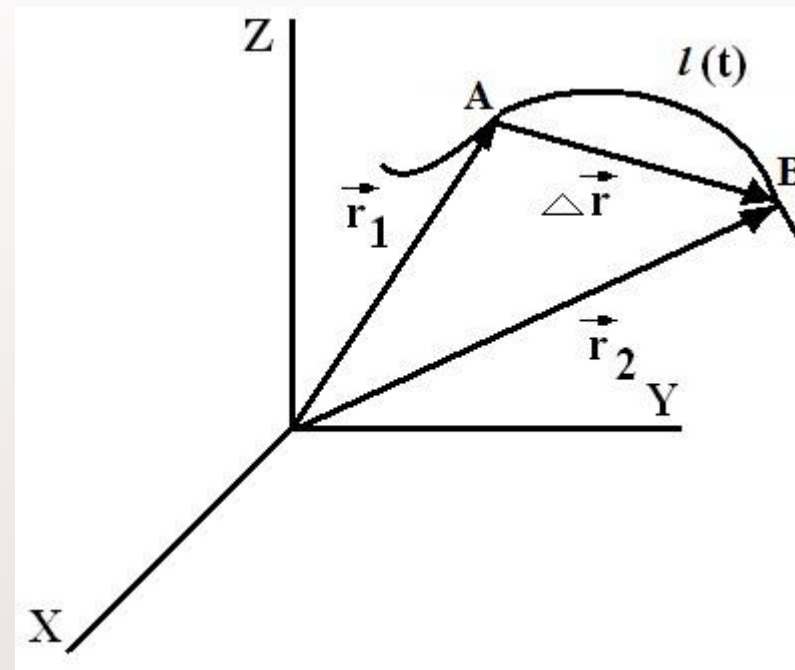
Материальная точка – тело, обладающее массой, размерами которого в данной ситуации можно пренебречь.

Радиус-вектор материальной точки



Вектор \vec{r} , проведенный из начала координат в место расположения материальной точки, называется ее радиус-вектором

$$|\vec{r}| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$



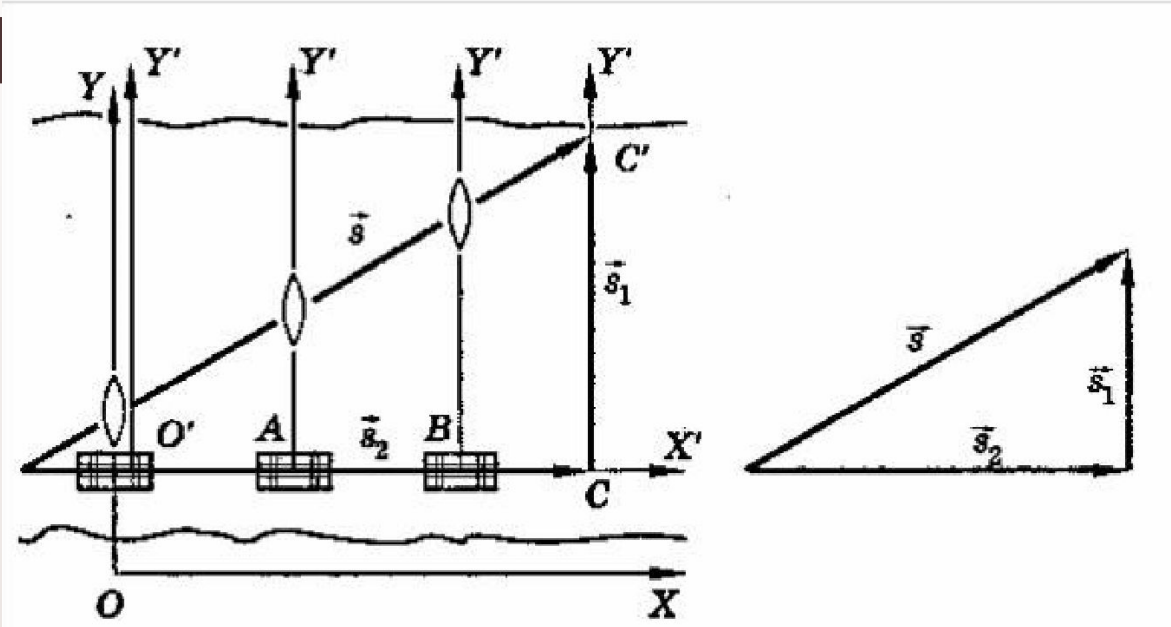
Траектория – линия, по которой движется тело.

Путь – длина траектории.

Перемещение – вектор соединяющий начальное и конечное положение тела.

Относительность

ДВ



Характеристики механического движения относительны, т.е. траектория, координата, скорость, перемещение могут быть различными в разных системах отсчёта. Например, движение лодки рассматривается в системе отсчёта, связанной с берегом и с плотом. Скорость и перемещение лодки относительно берега определяются по формулам:

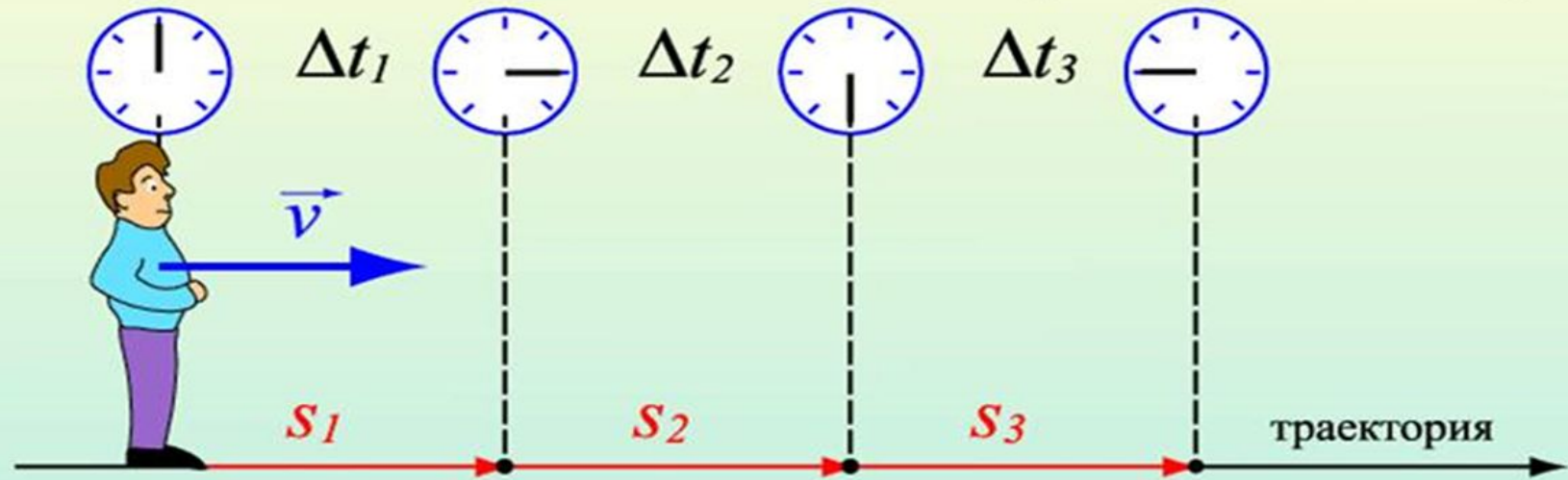
$$v_1 = v_{1,2} + v_2$$

$$\vec{S} = \vec{S}_1 + \vec{S}_2$$

Равномерное прямолинейное

Равномерное движение

– движение, при котором тело за любые равные промежутки времени проходит одинаковые пути



$$S_1 = S_2 = S_3$$
$$\Delta t_1 = \Delta t_2 = \Delta t_3$$

$$v_1 = v_2 = v_3$$

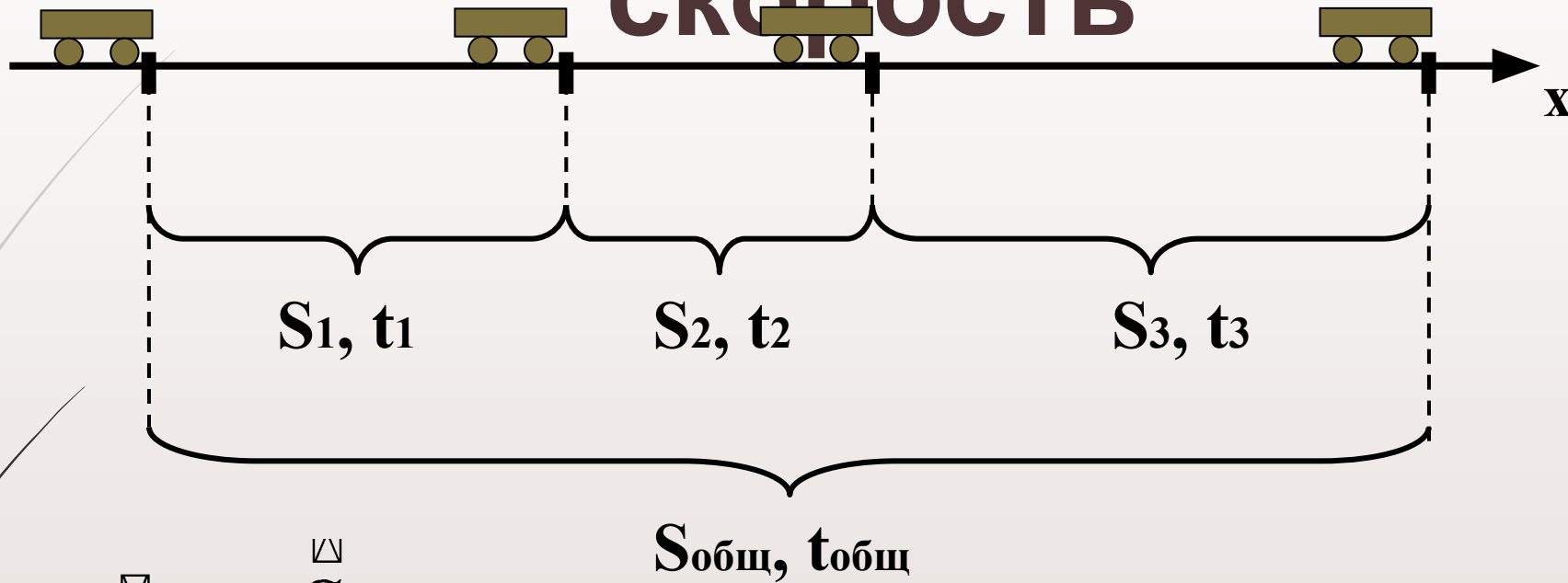
Равномерное движение – движение с постоянной скоростью

$$v_1 = \frac{S_1}{\Delta t_1} \quad v_2 = \frac{S_2}{\Delta t_2} \quad v_3 = \frac{S_3}{\Delta t_3}$$

$$\vec{s} = \vec{v}t$$
$$x = x_0 + v_{ox}t$$

Прямолинейное движение – это движение, при котором траектория – прямая линия.

Средняя СКОРОСТЬ



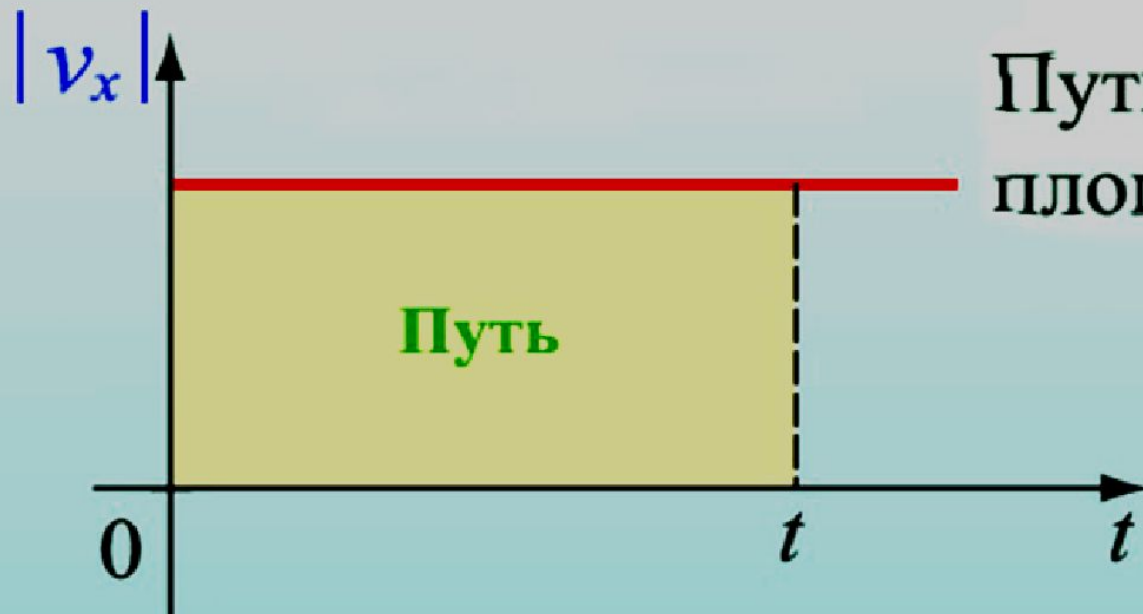
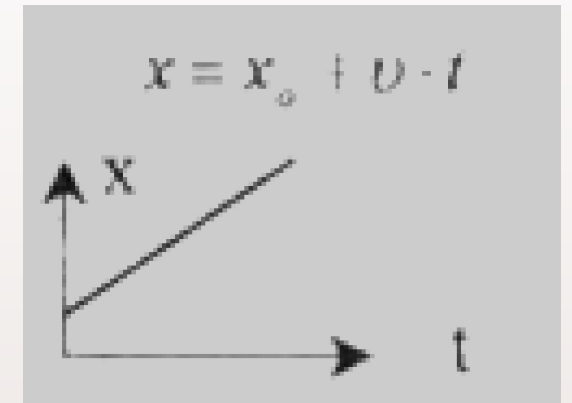
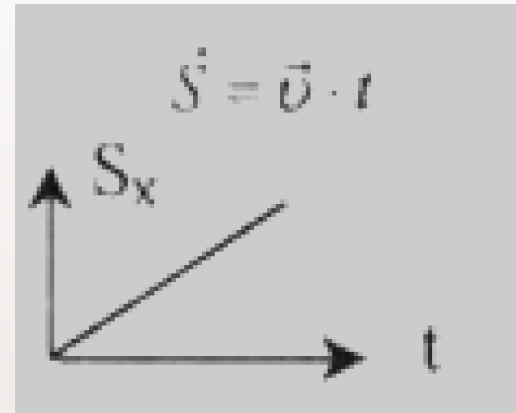
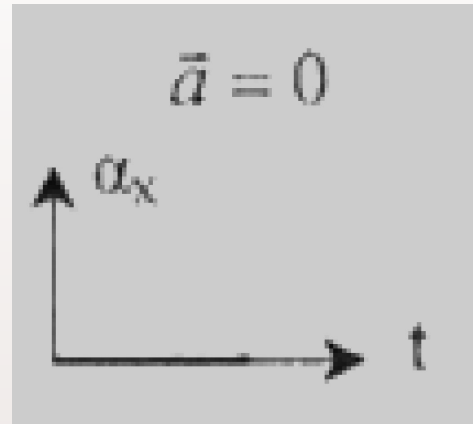
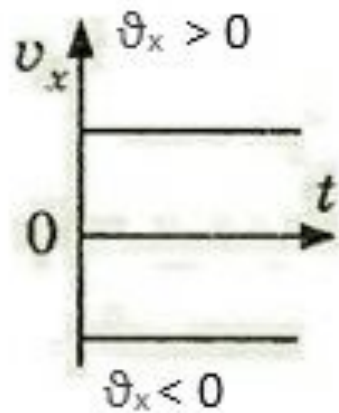
$$\bar{v}_{\text{ср}} = \frac{S_{\text{полн}}}{t_{\text{полн}}}$$

$$\bar{v}_{\text{ср}} = \frac{S_1 + S_2 + S_3}{t_1 + t_2 + t_3}$$

Графическое представление равномерного

движения

$$v = \text{const}$$



Путь численно равен
площади прямоугольника

$$S = v_x \cdot t$$

Равноускоренное прямолинейное

Равноускоренное движение – это движение при котором скорость тела за равные промежутки времени изменяется на одну и ту же величину.

$$a = \frac{v - v_0}{t}$$

$$a = \frac{\Delta v}{t}$$

$$v = v_0 + at$$

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

$$x = x_0 + S_x$$

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

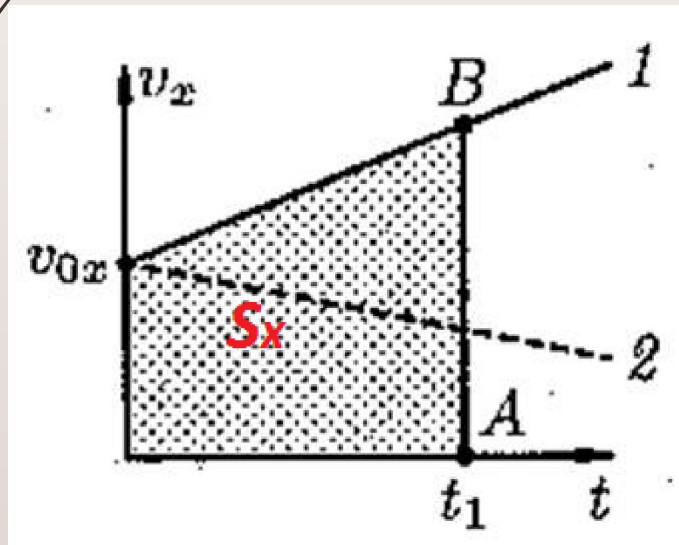
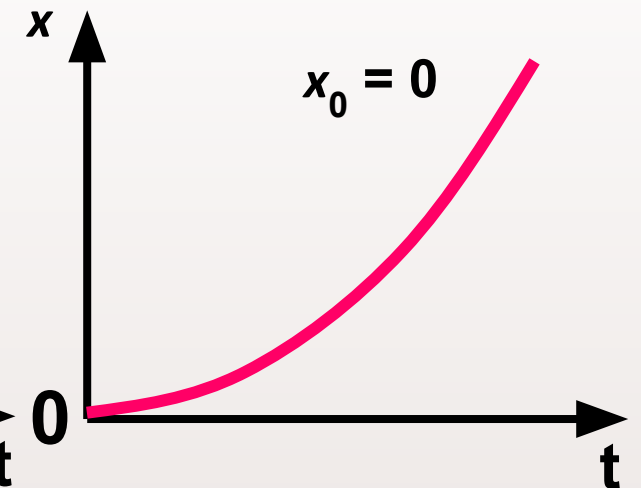
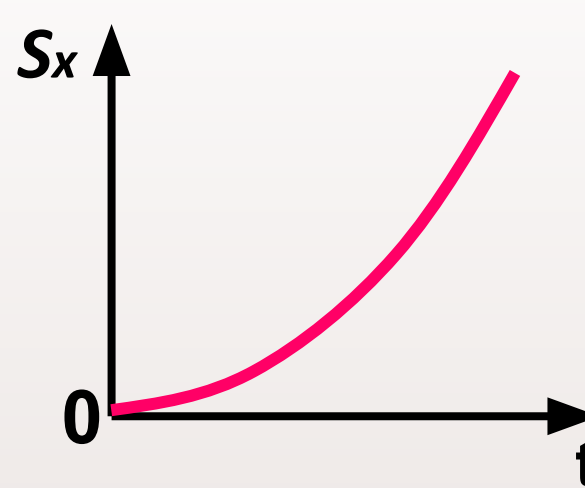
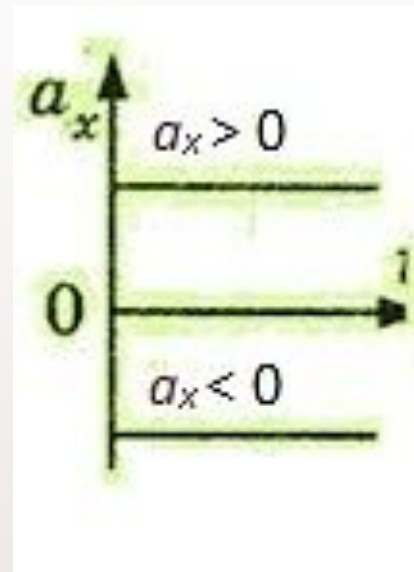
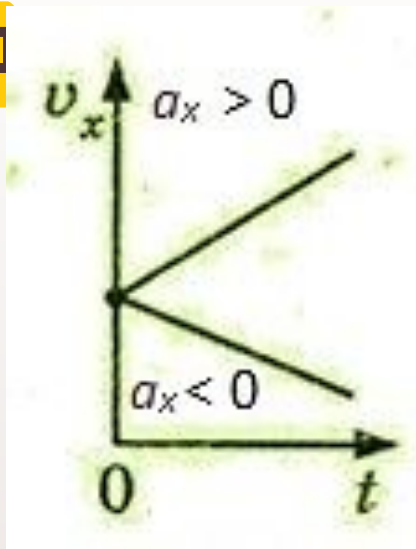
Ускорение – величина, равная отношению изменения скорости к промежутку времени, за которое это изменение произошло.

$$S_x = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x} \quad [a] = \frac{c}{c} = \frac{m}{c^2}$$

Равноускоренное движение – это движение с постоянным ускорением.

Графическое представление равноускоренного

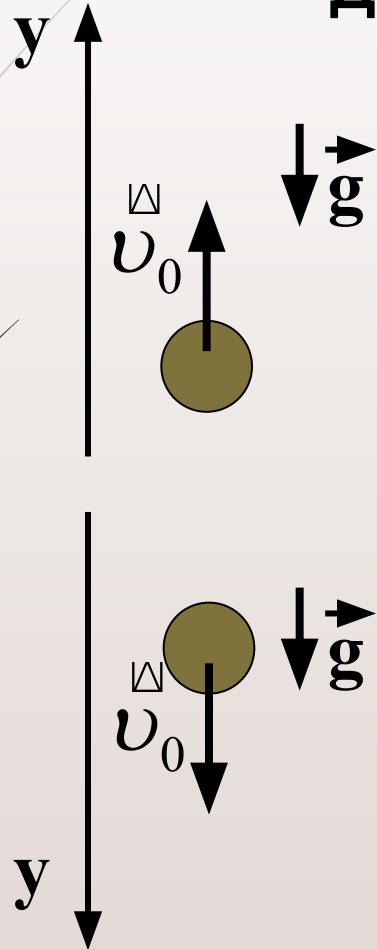
Д



Свободное падение

Свободным падением называется движение тела под действием силы тяжести.

Движение тела, брошенного вертикально



$$v = v_0 - gt$$

$$y = y_0 + v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$v = v_0 + gt$$

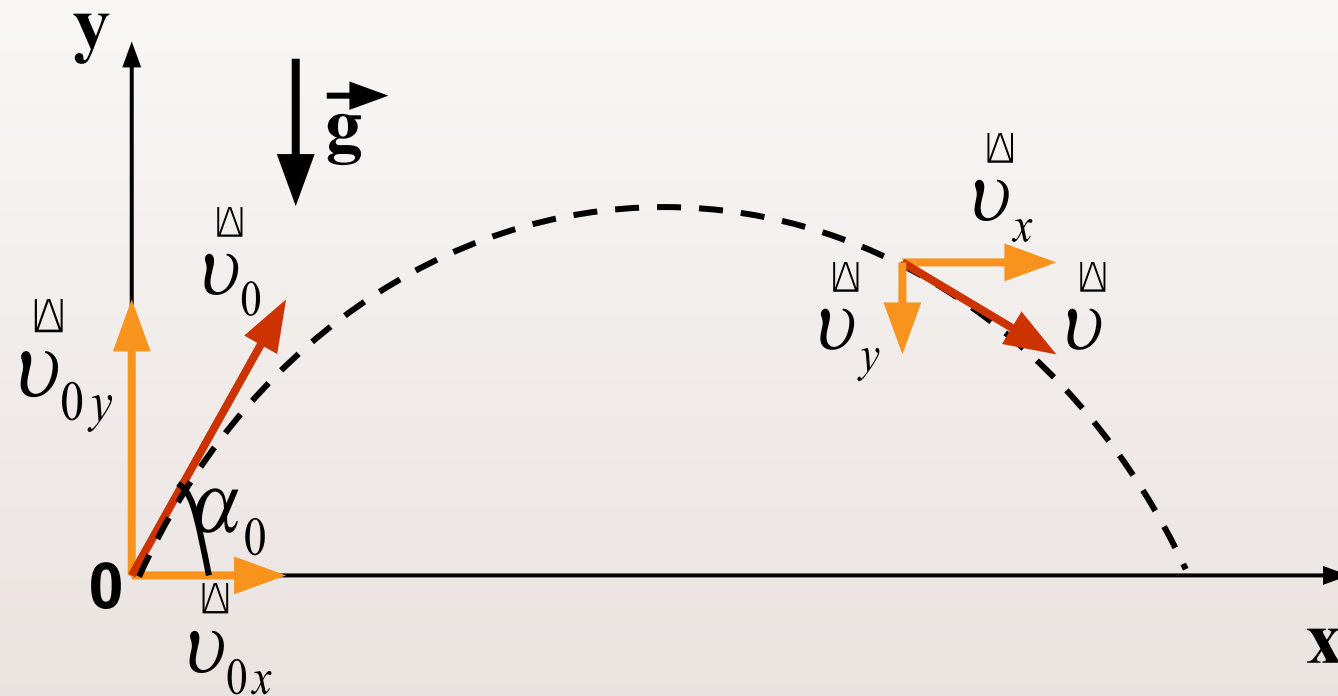
$$y = y_0 + v_0 t + \frac{gt^2}{2}$$

$$H = \frac{gt^2}{2}$$

Ускорение свободного падения

$$g = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Движение тела брошенного под углом к горизонту



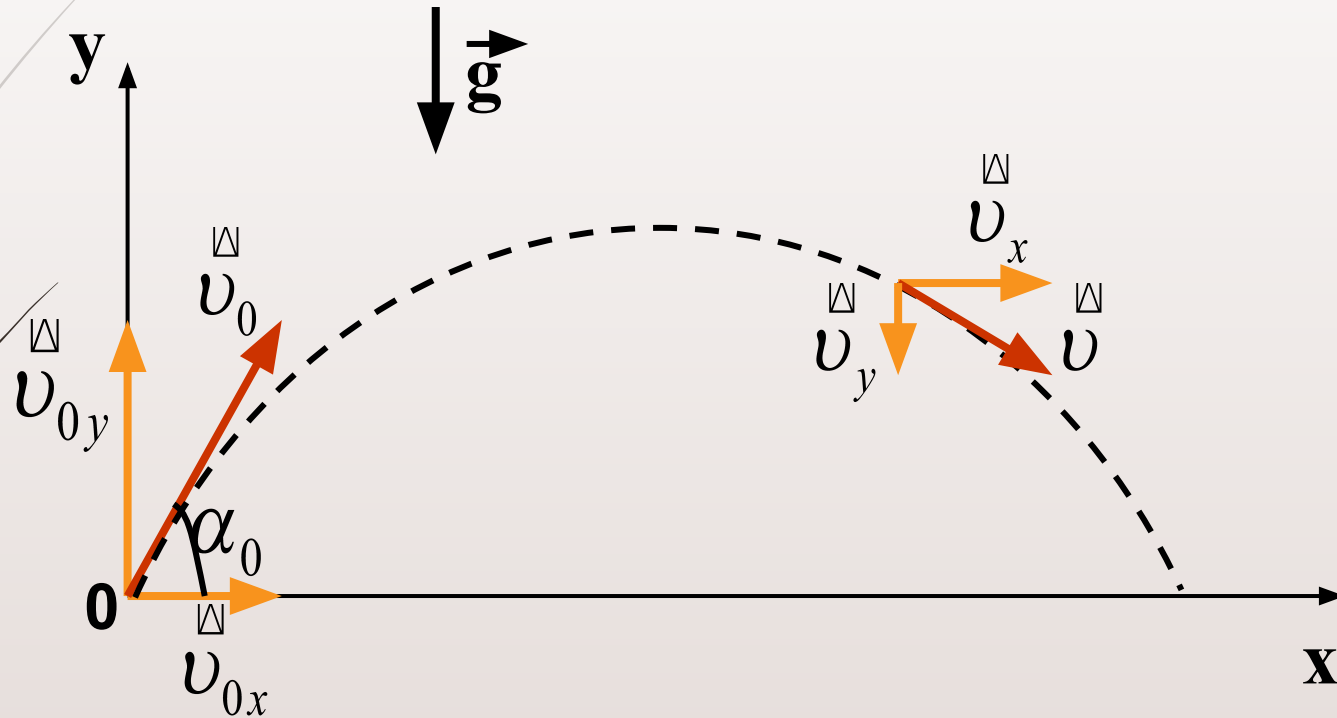
$$x = x_0 + v_x t = x_0 + v_0 \cos \alpha \cdot t$$

$$y = y_0 + v_{0y} t - \frac{gt^2}{2} = y_0 + v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

$$v_x = v_{0x} = v_0 \cos \alpha$$

$$v_y = v_{0y} + g_y t = v_0 \sin \alpha - gt$$

Движение тела брошенного под углом к горизонту



$$\vec{v}_0 = \vec{v}_{0x} + \vec{v}_{0y}$$

$$v_0 = \sqrt{v_{0x}^2 + v_{0y}^2}$$

$$\vec{v} = \vec{v}_x + \vec{v}_y$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

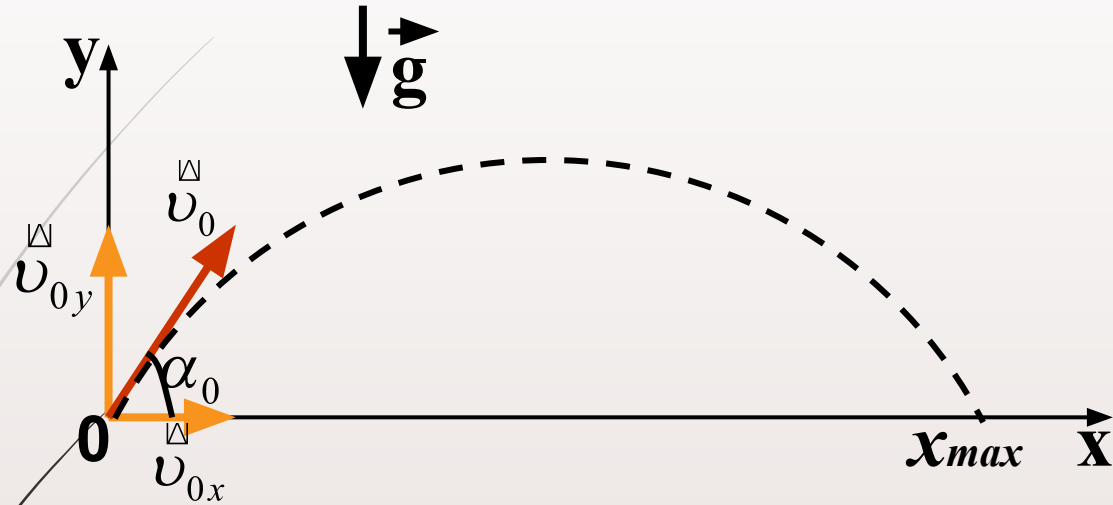
$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha_0$$

$$g_x = 0$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha_0$$

$$g_y = -g = \text{const}$$

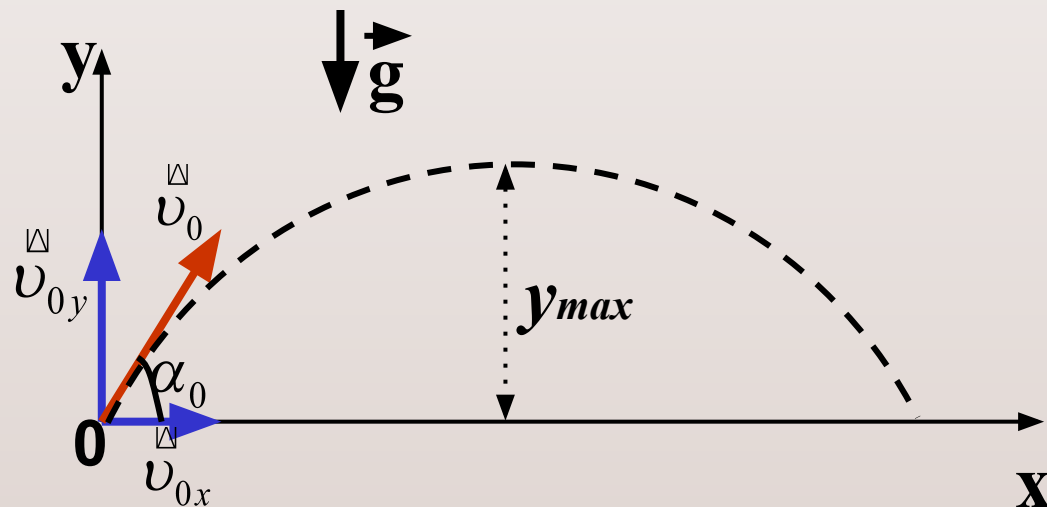
Движение тела брошенного под углом к горизонту



$$L = x_{max} = v_0 \cos \alpha_0 t_m$$

$$t_m = \frac{2v_0 \sin \alpha_0}{g}$$

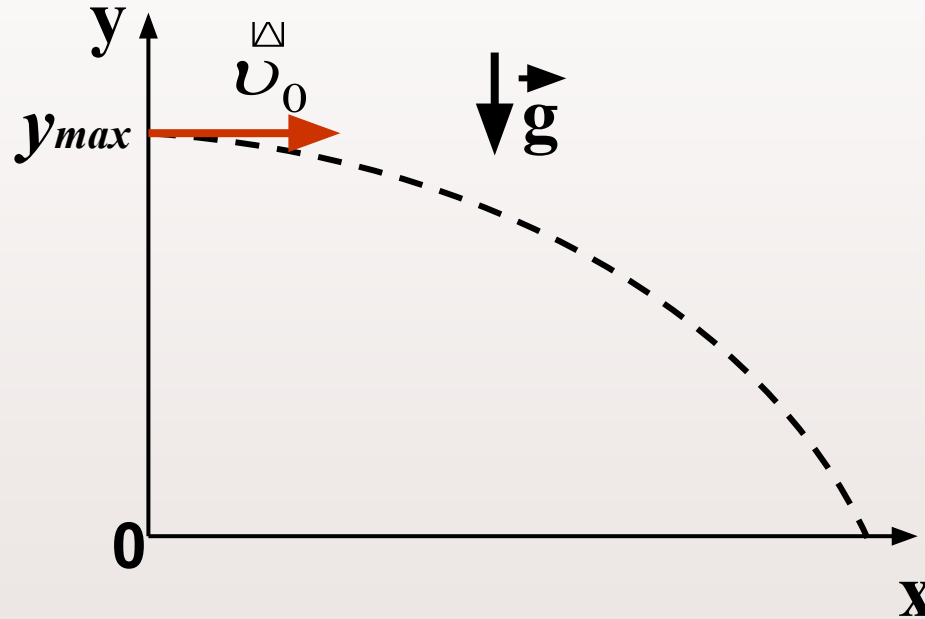
$$L = x_{max} = \frac{v_0^2 \sin(2\alpha_0)}{g}$$



$$h = y_{max} = \frac{v_{0y}^2}{2g}$$

$$h = y_{max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha_0}{2g}$$

Движение тела, брошенного горизонтально



$$v_{0x} = v_0$$

$$v_{0y} = 0$$

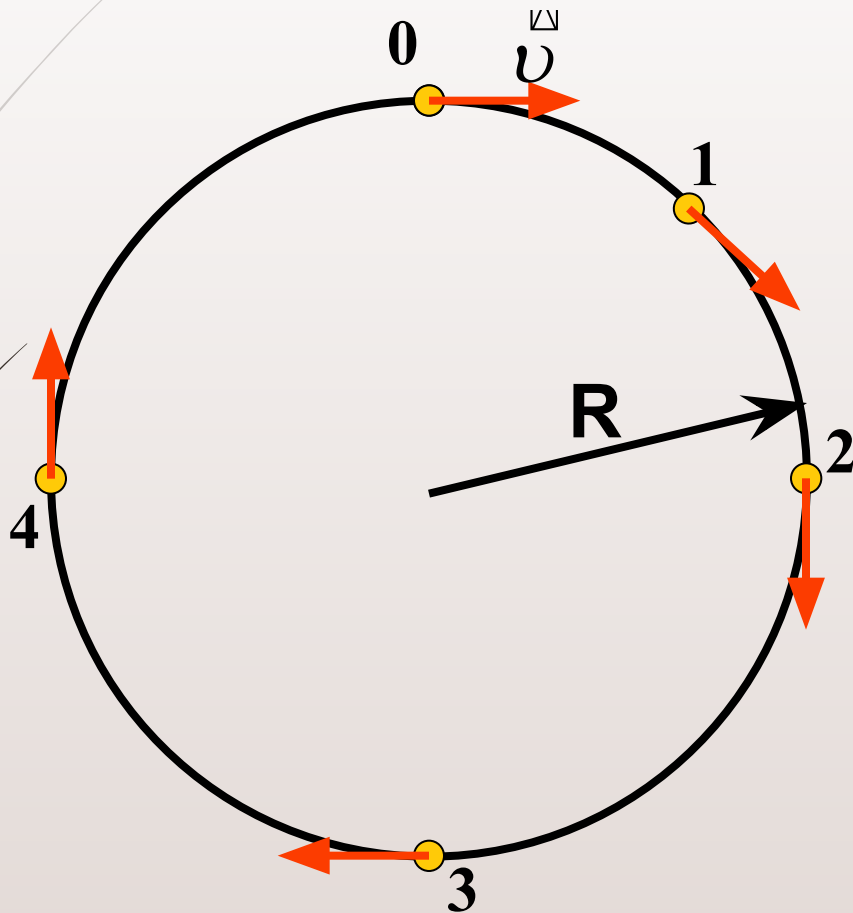
$$x = v_0 t$$

$$v_x = v_0 = \text{const}$$

$$y = y_{\max} - \frac{gt^2}{2}$$

$$v_y = -gt$$

Равномерное движение тела по окружности



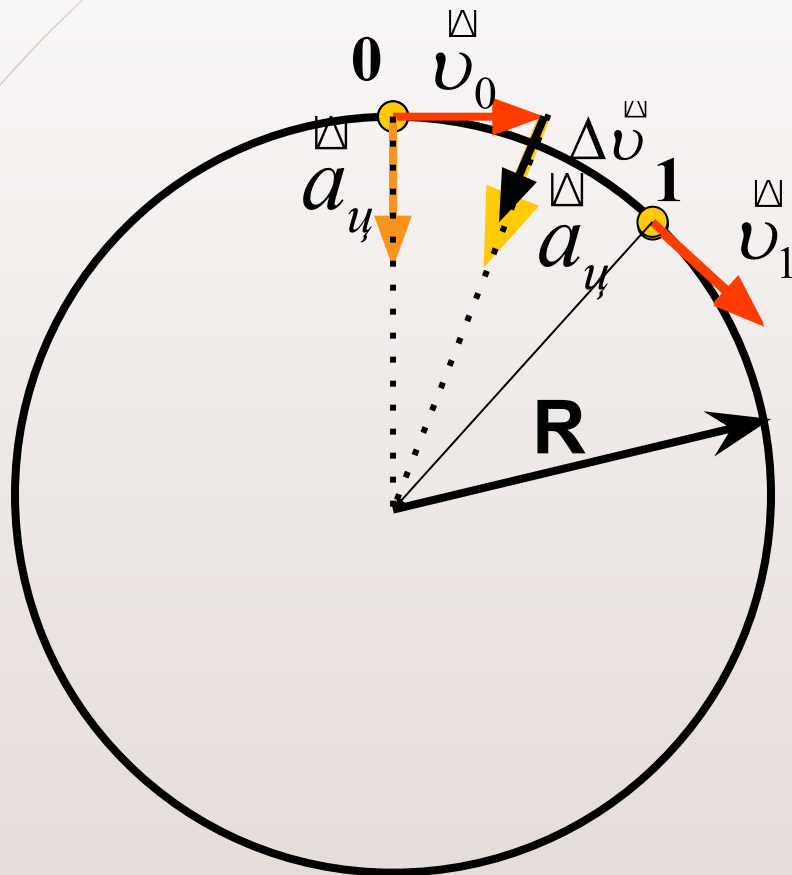
$$v_1 = v_2 = v_3 = \dots$$

$$v = \text{const}$$

$$\vec{v}_1 \neq \vec{v}_2 \neq \vec{v}_3$$

$$v \neq \text{const}$$

Равномерное движение тела по окружности



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

$$\vec{a} \neq \text{const}$$

$$a_{\text{ц}} = \frac{v^2}{R}$$

Равномерное движение тела по окружности

Угловой скоростью называется физическая величина, равная отношению угла поворота к интервалу времени, в течении которого этот поворот совершён:

$$\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$$

Угловая скорость выражается в рад/с.

Связь между линейными и угловыми величинами:

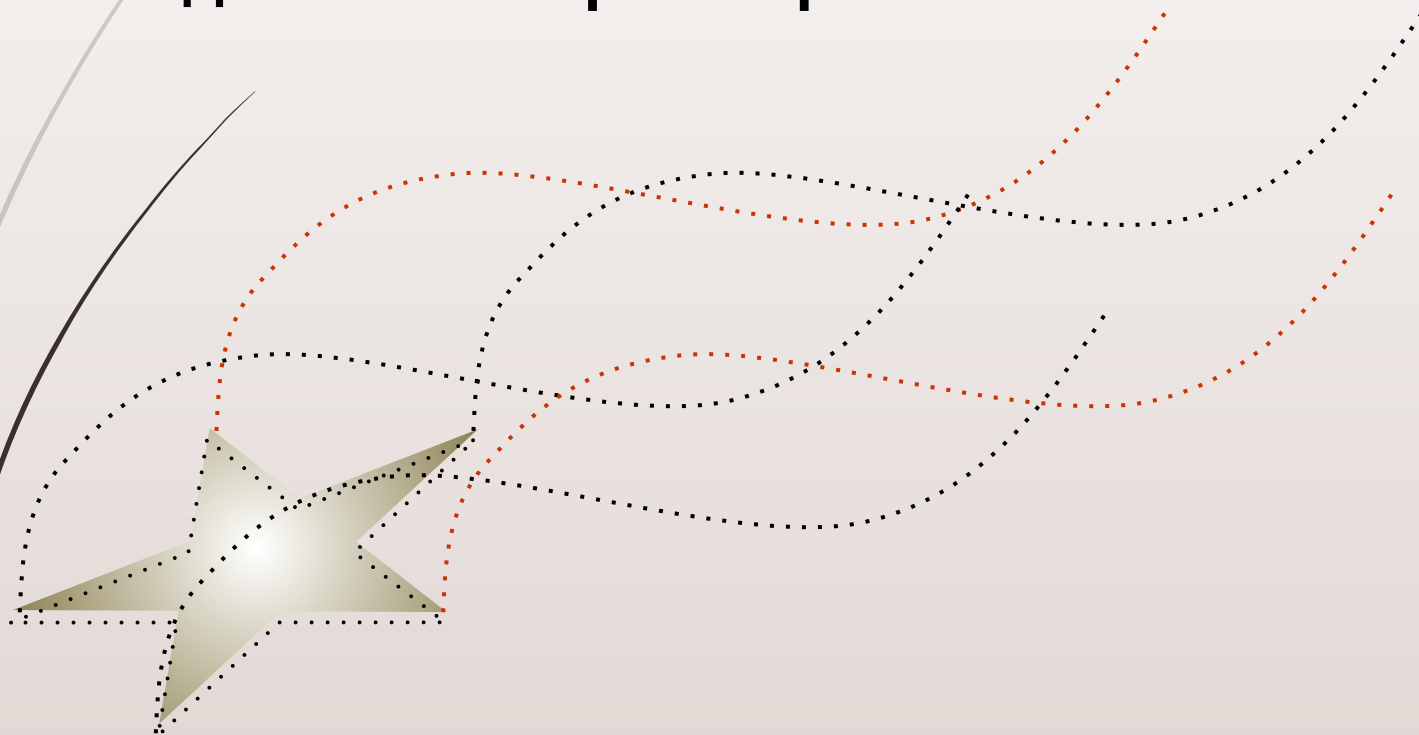
$$v = \omega R$$

$$a = \omega R^2$$

Кинематика твёрдого

Тела
Поступательное движение – это движение твёрдого тела, при котором любой отрезок, соединяющий любые две точки тела, остаётся параллельным самому себе.

При поступательном движении все точки описывают одинаковые траектории.



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

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

$$T = \frac{1}{\nu}$$

$$\varphi = \omega t$$

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

$$a = \frac{v^2}{r} = v\omega$$