Кинематика

Механическое движение – стр.7

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

Кинематика

Кинематика – это раздел механики стр.9

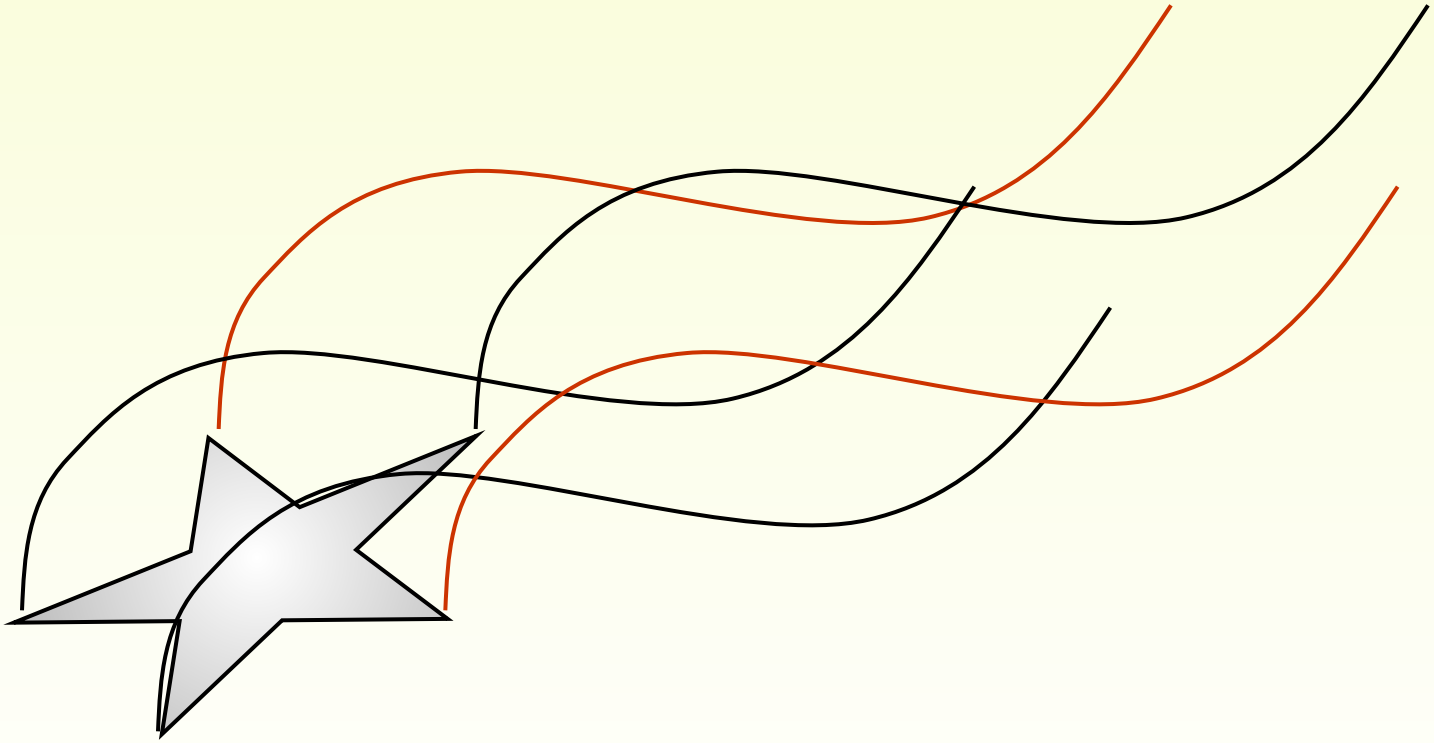
Материальная точка – тело, размерами которого можно пренебречь по сравнению с расстояниями в рассматриваемой задаче.

Материальной точкой тело можно считать если:

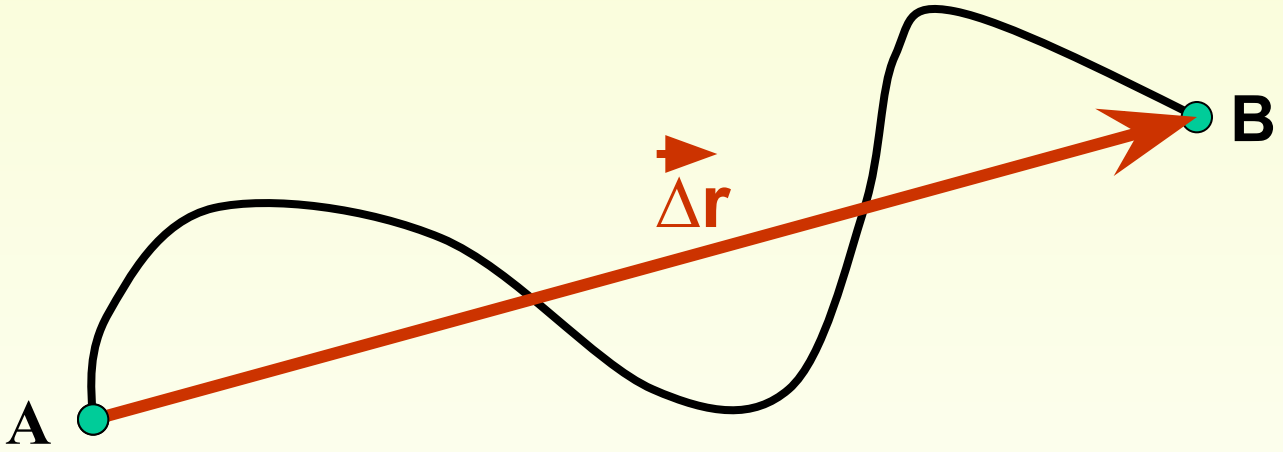
- **Его размеры малы по сравнению с пройденным расстоянием**

Кинематика

Поступательное движение – это движение тела, при котором траектории всех его точек одинаковы.



Кинематика



Траектория – линия, по которой движется тело.

Путь – длина траектории.

Перемещение – вектор соединяющий начальное и конечное положение тела.

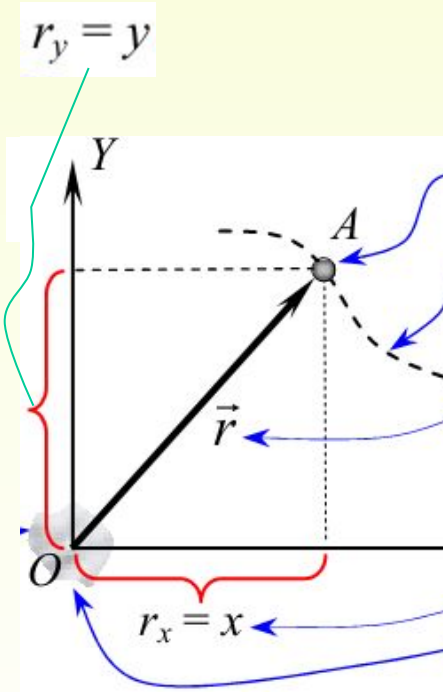
Чтобы определить положение тела в любой момент времени необходима система отсчета.

Система отсчета состоит из:

- **Тела отсчета**
- **Системы координат**
- **Прибора для измерения времени**

Если тело отсчета выбрано, то положение точки относительно него можно задать с помощью координат или радиус-вектора. Всегда выбираются оси системы координат и сама система так, чтобы было легче решить задачу.

$$\begin{cases} x = x(t) \\ y = y(t) \end{cases} \Leftrightarrow \vec{r} = \vec{r}(t)$$



Движущаяся точка A

Траектория точки A — линия, по которой движется точка.

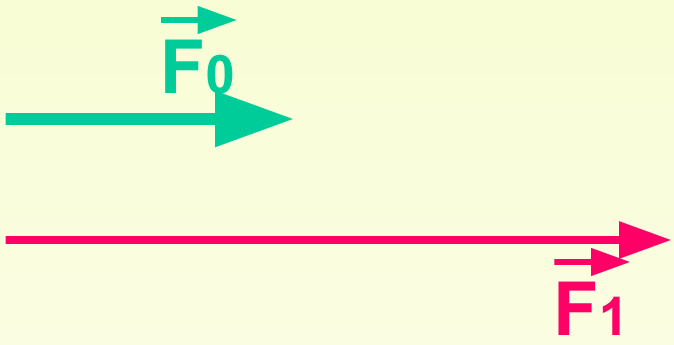
Радиус-вектор — вектор, описывающий расположение точки в пространстве. Это направленный отрезок, проведенный из начала координат в точку, положение которой он задает.

Координата точки равна проекции радиус-вектора на координатную ось

Тело отсчета — тело, относительно которого рассматривается движение других тел.

$$A(x; y) \Leftrightarrow \vec{r} = [x; y]$$

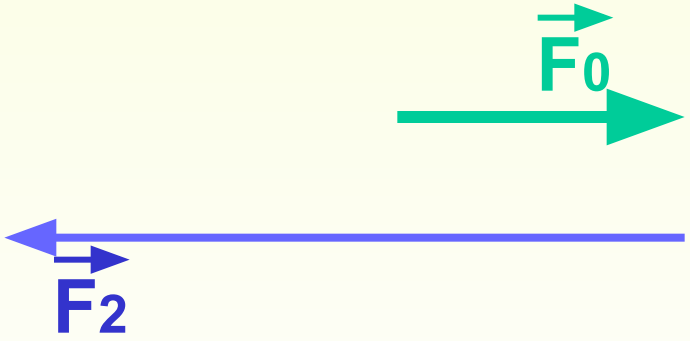
Умножение вектора на скаляр



$$\vec{F}_1 = \vec{F}_0 \cdot a$$

$$a > 0$$

$$|F_1| = |F_0| \cdot a$$



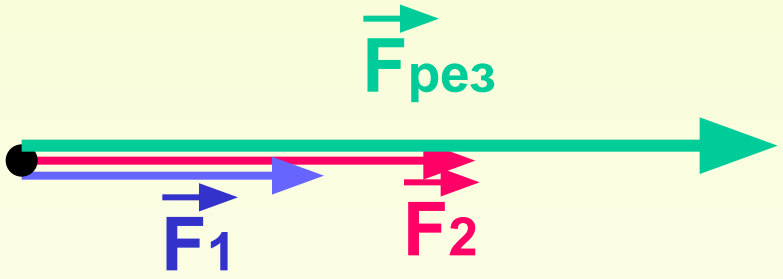
$$\vec{F}_2 = \vec{F}_0 \cdot b$$

$$b < 0$$

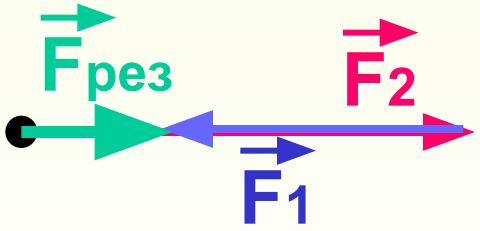
$$|F_2| = |F_0| \cdot b$$

Сложение векторов

$$\vec{F}_{рез} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$



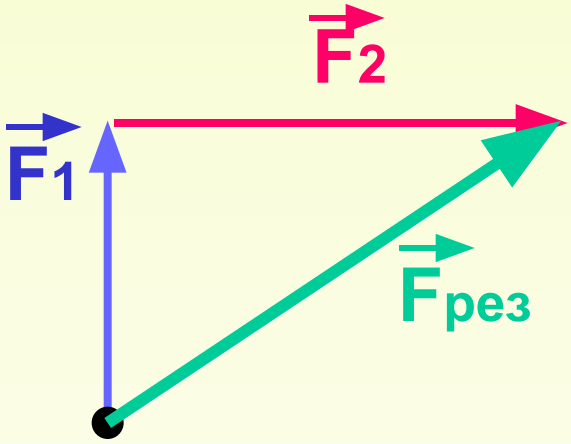
$$F_{рез} = F_1 + F_2$$



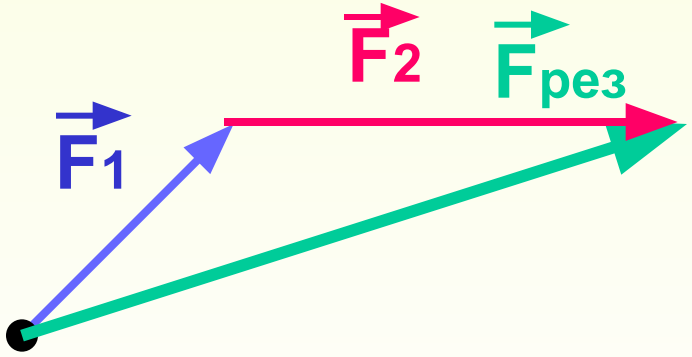
$$F_{рез} = F_2 - F_1$$

Сложение векторов

$$\vec{F}_{рез} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$



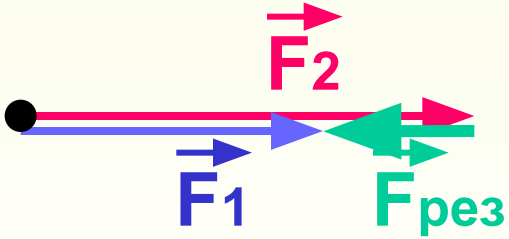
$$F_{рез} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$



Вычитание векторов

$$\vec{F}_{рез} = \vec{F}_1 - \vec{F}_2$$

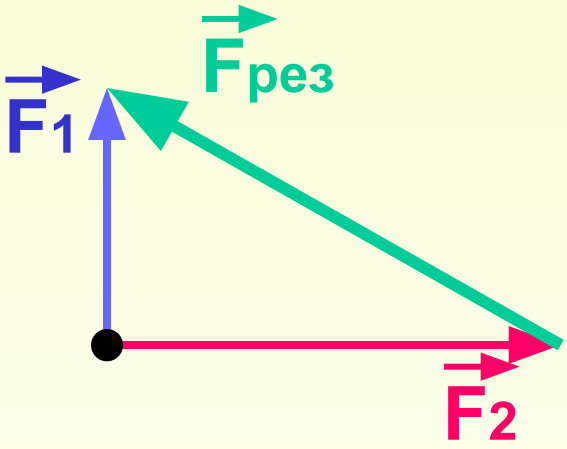
$$F_{рез} = F_1 + F_2$$

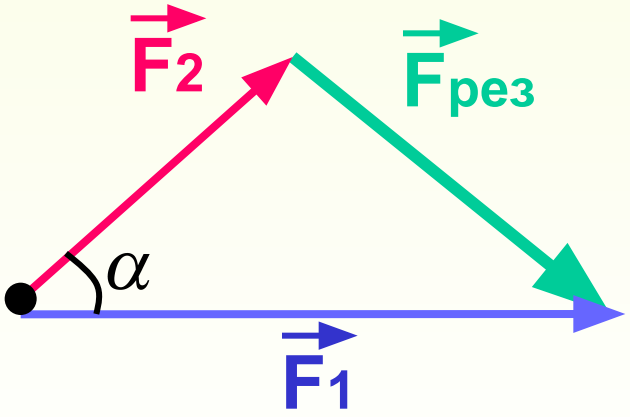


$$F_{рез} = F_2 - F_1$$

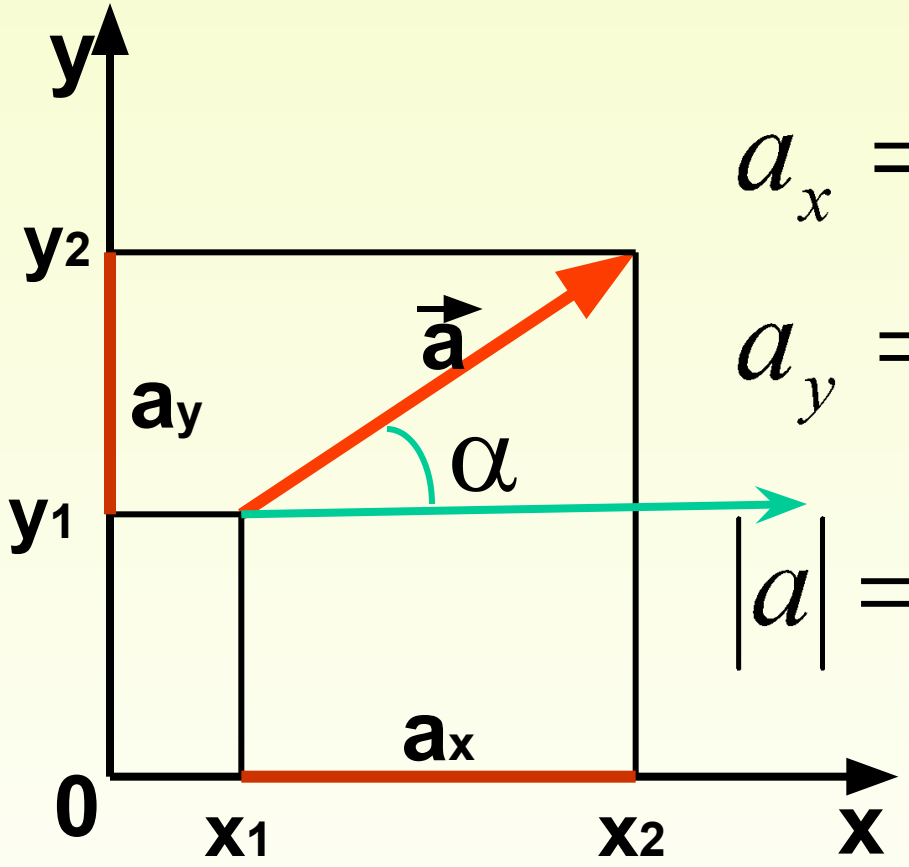
Вычитание векторов

$$\vec{F}_{рез} = \vec{F}_1 - \vec{F}_2$$





Проекции векторов



$$a_x = x_2 - x_1 = a \cdot cos\,\alpha$$

$$a_y = y_2 - y_1 = a \cdot sin\,\alpha$$

$$|a| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$$

Важнейшие характеристики движения материальной точки: **скорость и ускорение.**

Прямолинейное и равномерное движение тела

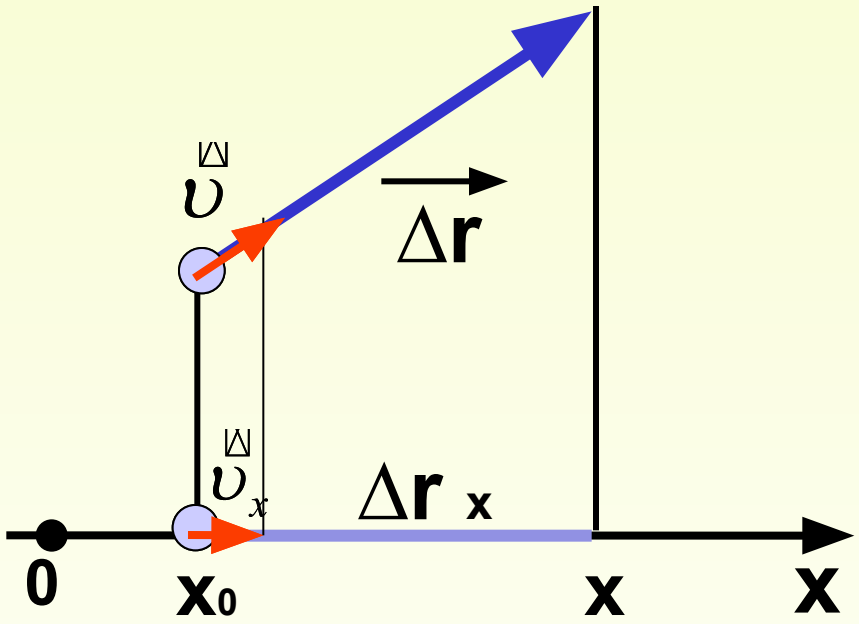
Равномерное движение – это такое движение при котором тело за любые равные промежутки времени проходит одинаковые пути.

Скоростью равномерного прямолинейного движения тела называется величина,

$$\vec{\upsilon} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{\Delta \vec{r}}{t}$$

$$\vec{\upsilon} \uparrow\uparrow \Delta \vec{r}$$

Вывод формулы скорости и координаты



$$\vec{\upsilon} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{\Delta \vec{r}}{t} = \frac{r - r_0}{t}$$

$$\Delta t = t - t_0,$$

$$при\ t_0 = 0 \quad \Delta t = t$$

$$\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{\upsilon} t$$

$$\upsilon_x = \frac{\Delta r_x}{\Delta t}$$

$$x = x_0 + \Delta r_x$$

$$\Delta r_x = \upsilon_x t$$

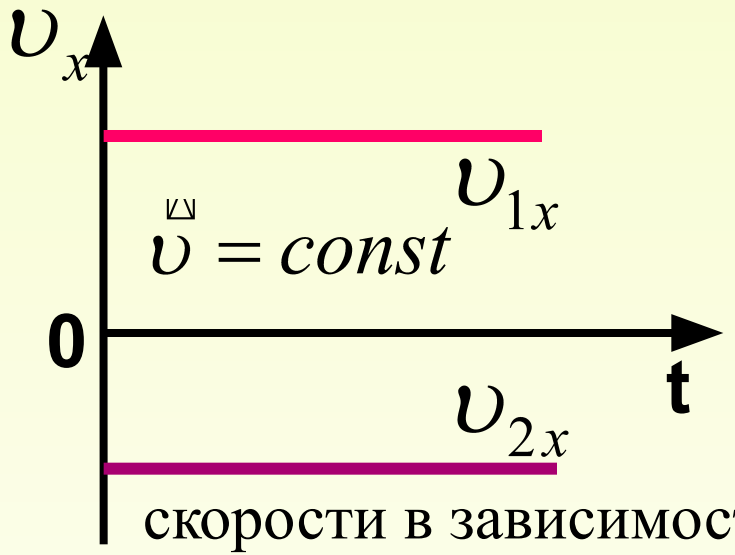
$$x = x_0 + \upsilon_x t$$

начальная координата

$$y = kx + b$$

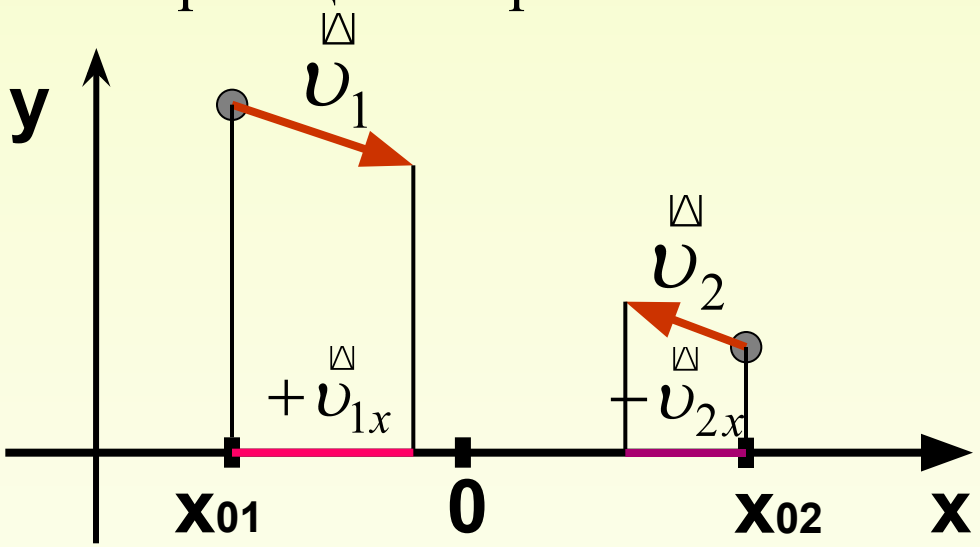
$$x = \upsilon_x t + x_0$$

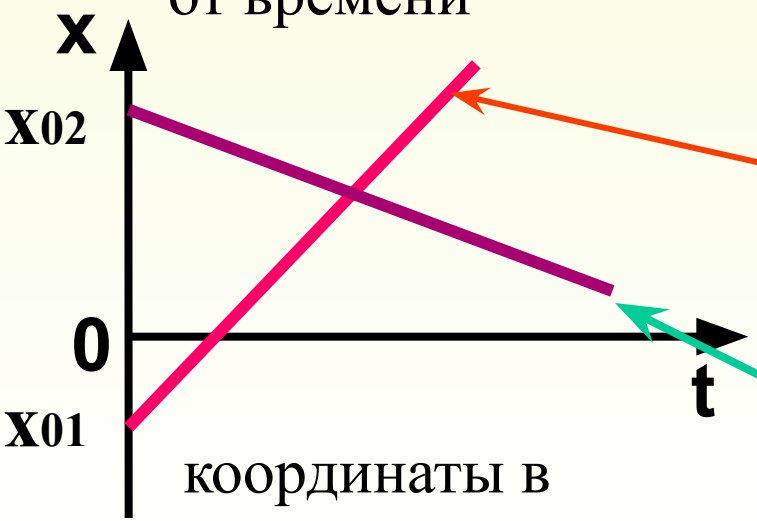
Графическое изображение



скорости в зависимости от времени

проекции скорости





координаты в зависимости от времени

$\upsilon_{1x} > 0$

$x_1 = x_{01} + \upsilon_{1x} t$

$\upsilon_{2x} < 0$

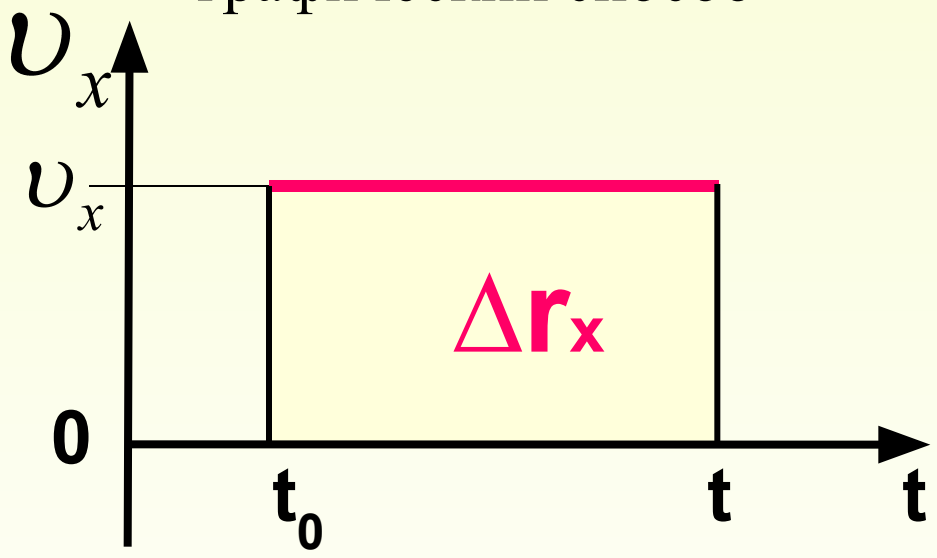
$x_2 = x_{02} - \upsilon_{2x} t$

Как посчитать перемещение:

Перемещение тела за время Δt это есть $\Delta\vec{r} = \vec{r} - \vec{r}_0$

или $S_x = \Delta r_x = \Delta x = x - x_0 \quad S_y = \Delta r_y = \Delta y = y - y_0$

графический способ



по формуле

$$\Delta r_x = \upsilon_x \Delta t$$

Перемещение тела за время Δt равно площади фигуры под графиком зависимости скорости от времени.

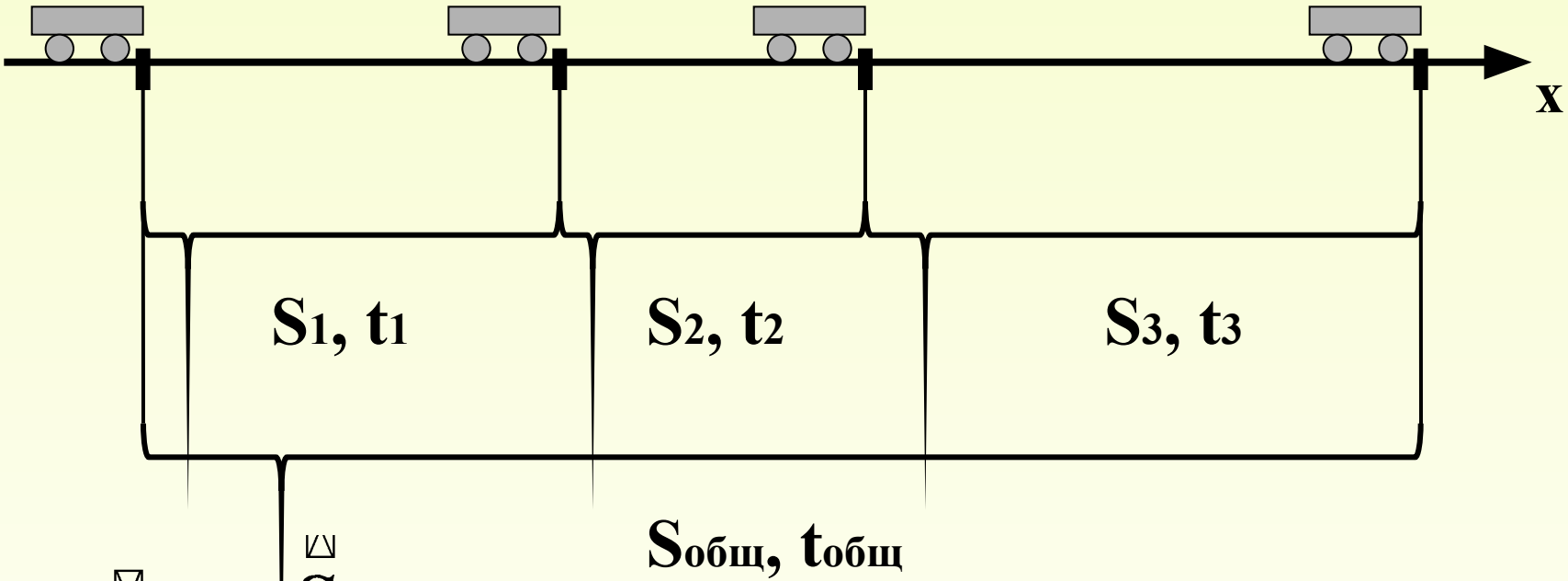
Мгновенная скорость

Ни одно тело не движется все время с постоянной скоростью.

Если тело проходит различные расстояния за одни и те же интервалы времени, то тело движется **неравномерно.**

Неравномерное движение может быть как **прямолинейным, так и криволинейным.**

Средняя скорость



$$\vec{\upsilon}_{ср} = \frac{\vec{S}_{полн}}{t_{полн}}$$

$$\vec{\upsilon}_{ср} = \frac{\vec{S}_1 + \vec{S}_2 + \vec{S}_3}{t_1 + t_2 + t_3}$$

Чтобы полностью описать неравномерное движение точки, надо знать ее положение и скорость в каждый момент времени.

Скорость в данный момент времени называется **мгновенной скоростью.**

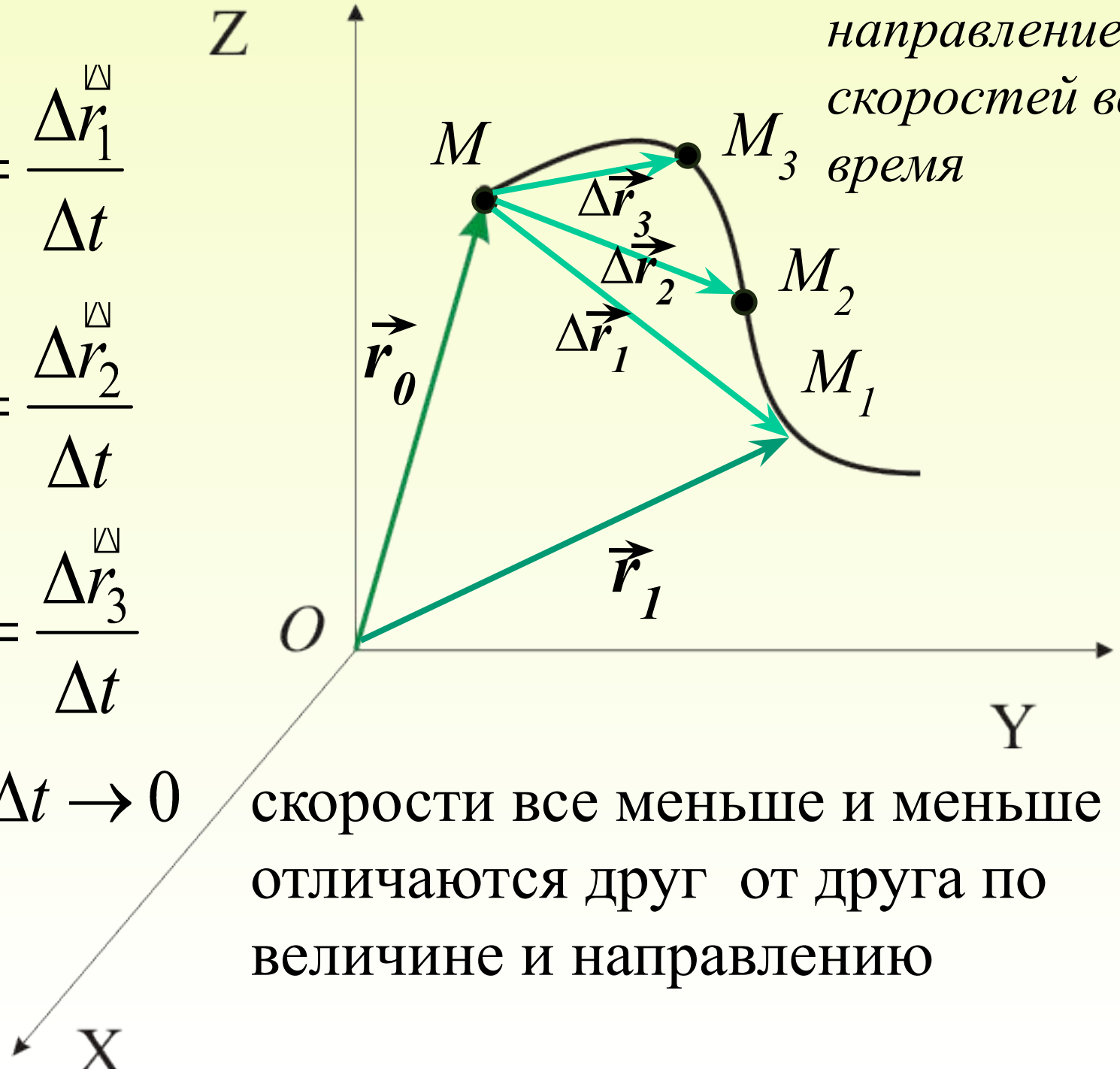
Мгновенная скорость рассматривается при любом неравномерном движении.

Любую траекторию всегда можно представить как виде множества маленьких прямолинейных участков, причем если рассматривать очень маленькие участки, на которых скорость не успевает меняться, то можно каждый из этих участков рассматривать как участок с равномерным прямолинейным движением.

$$\vec{\upsilon}_{cp1} = \frac{\Delta \vec{r}_1}{\Delta t}$$

$$\vec{\upsilon}_{cp2} = \frac{\Delta \vec{r}_2}{\Delta t}$$

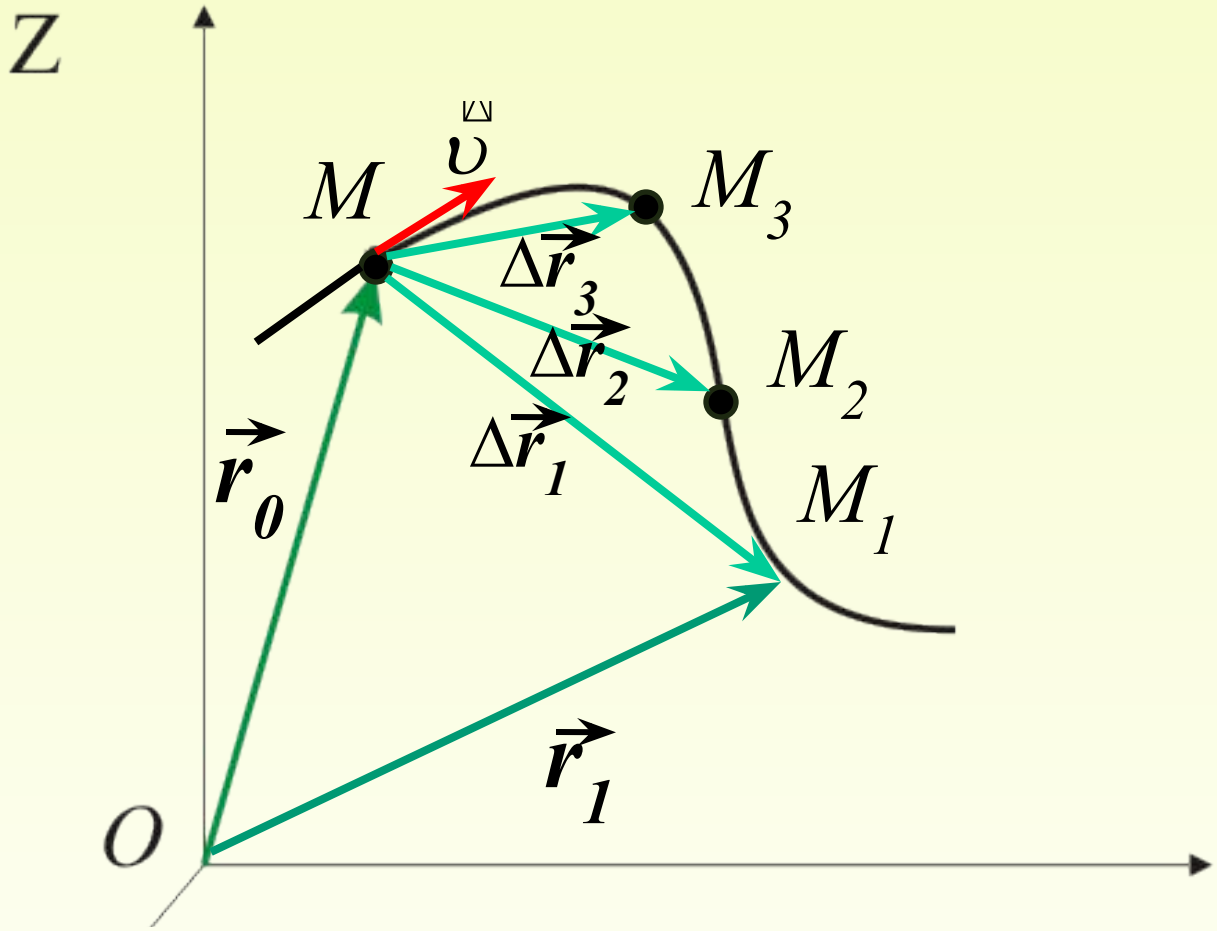
$$\vec{\upsilon}_{cp3} = \frac{\Delta \vec{r}_3}{\Delta t}$$



направление скоростей все время

при $\Delta t \to 0$

скорости все меньше и меньше отличаются друг от друга по величине и направлению



а это означает, что при $при\ \Delta t \to 0$ отношение $\frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$ стремится к определенному вектору как к своему предельному значению.

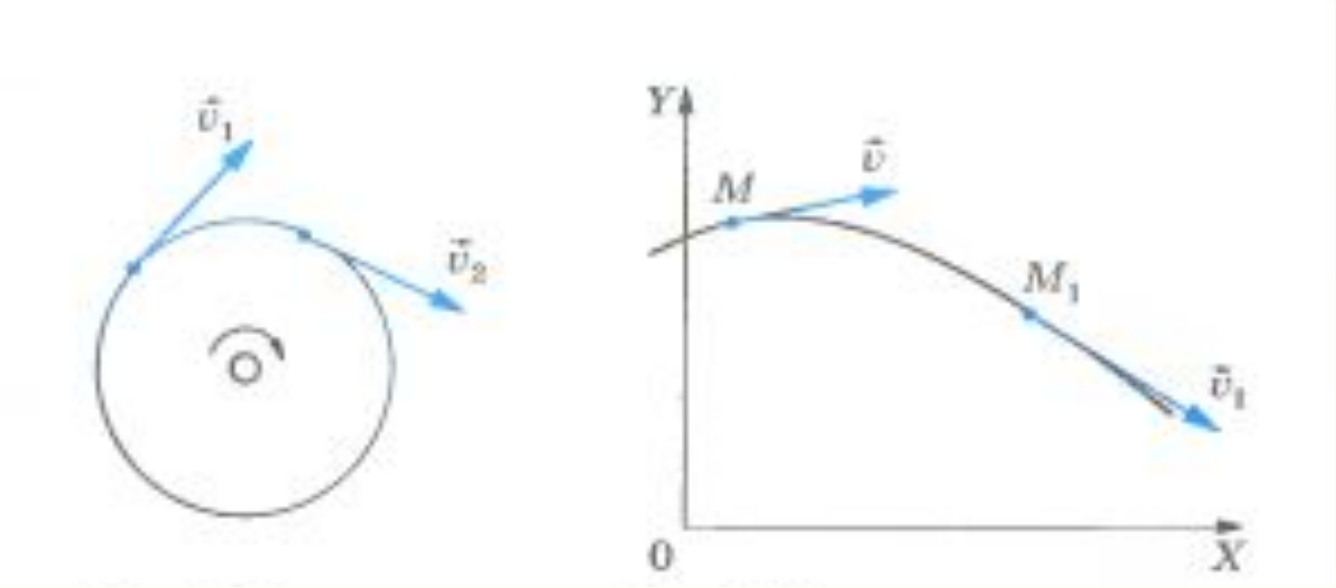
Мгновенная скорость точки есть величина, равная пределу отношения перемещения к промежутку времени, в течение которого это перемещение произошло, при стремлении последнего к нулю.

$$\vec{\upsilon}_{ср.} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}, \; при \; \Delta t \to 0$$

предел

$$\vec{\upsilon}_{мгн.} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t},$$

Мгновенная скорость всегда направлена по касательной построенной к данной точке тра



Числовое значение мгновенной скорости(по модулю) можно увидеть на спидометре, в

Ускорение

Ускорение - это быстрота изменения скорости со временем

Ускорение

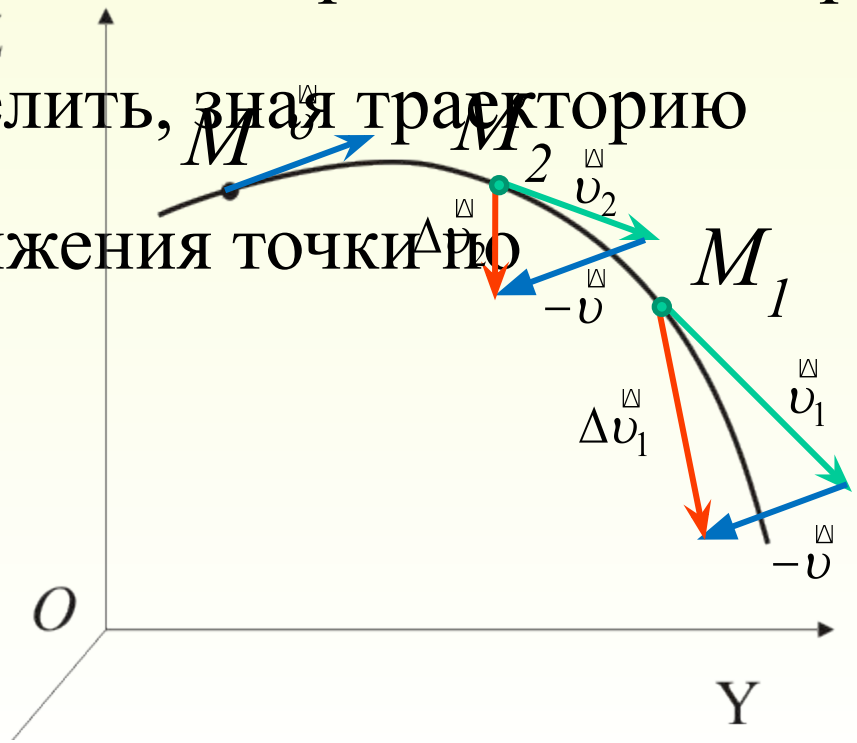
Ускорение – величина, равная отношению изменения скорости к промежутку времени, за которое это изменение произошло, при условии что последнее стремиться к нулю.

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

$$[a] = \frac{м/с}{с} = \frac{м}{с^2}$$

$$при\ \Delta t \to 0$$

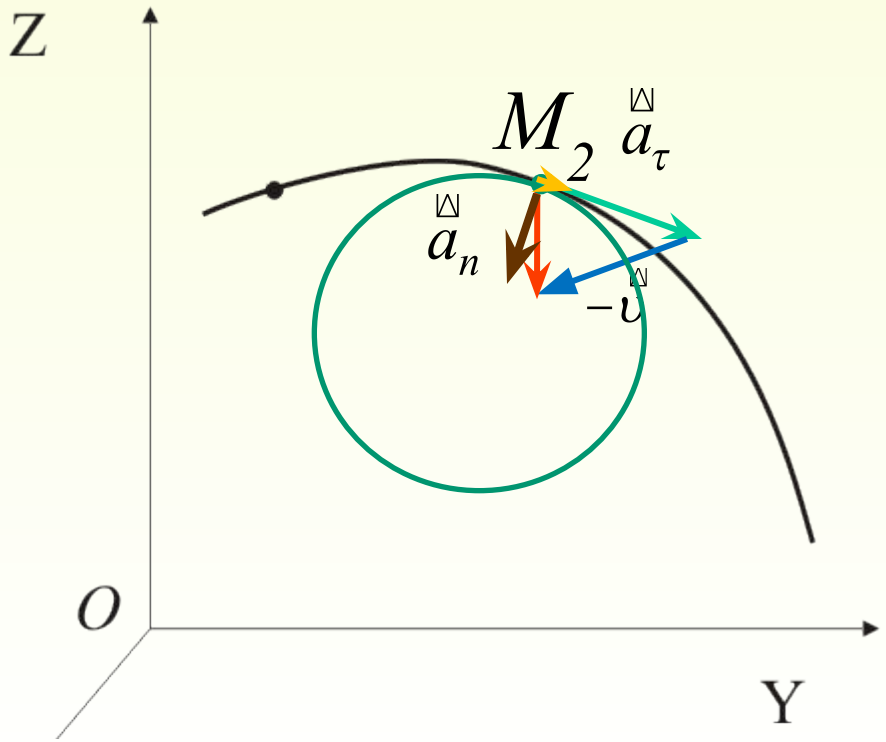
Ускорение направлено так, при стремлении промежутка времени Δt к нулю, как направлен вектор изменения скорости. В отличие от направления скорости, точное направление вектора ускорения нельзя определить, зная траекторию точки и направление движения точки по траектории.



Движение с ускорением можно разделить на два вида: движение с постоянным ускорением, когда модуль и направление вектора ускорения не меняются со временем, и движение с переменным ускорением, когда ускорение со временем меняется по модулю или по направлению.

$\vec{a}_\tau$ (тангенциальное) отвечает за величину скорости движения по окружности

$\vec{a}_n$ (нормальное) отвечает за направление скорости или кривизну траектории



Прямолинейное движение с постоянным ускорением

Равноускоренное движение – это движение с постоянным ускорением, при котором модуль скорости увеличивается. ***(a=const)***

Равнозамедленное движение – это движение с постоянным ускорением, при котором модуль скорости уменьшается. ***(a=const)***

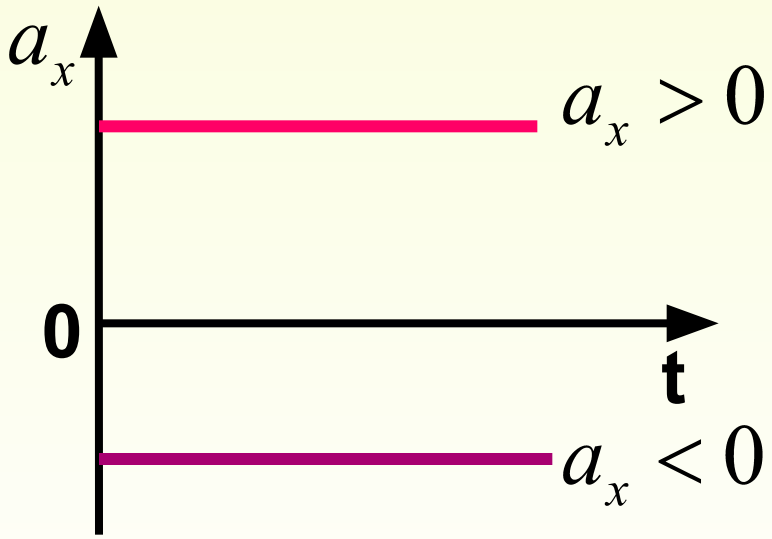
$$\vec{a} = \frac{\vec{\upsilon} - \vec{\upsilon}_0}{\Delta t} = \frac{\vec{\upsilon} - \vec{\upsilon}_0}{t - t_0} = \frac{\vec{\upsilon} - \vec{\upsilon}_0}{t}, при\ t_0 = 0$$

$$\vec{a} = \frac{\vec{\upsilon} - \vec{\upsilon}_0}{t} \qquad \vec{\upsilon} = \vec{\upsilon}_0 + \vec{a}t$$

Графическое изображение

ускорения:

$$a_x = \frac{\upsilon_x - \upsilon_{0x}}{t} = const$$

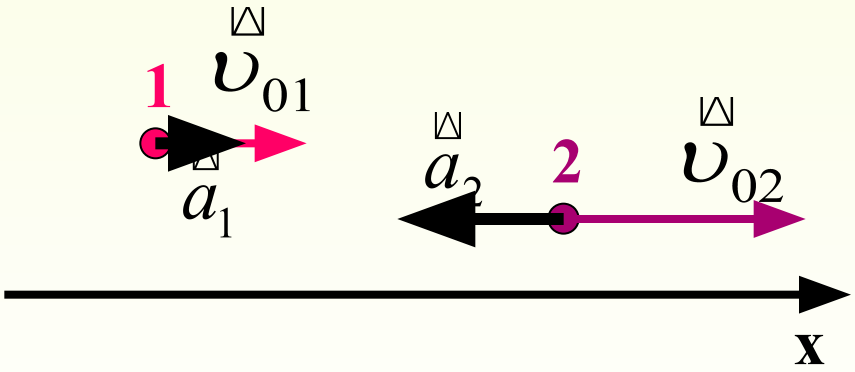


Графическое изображение

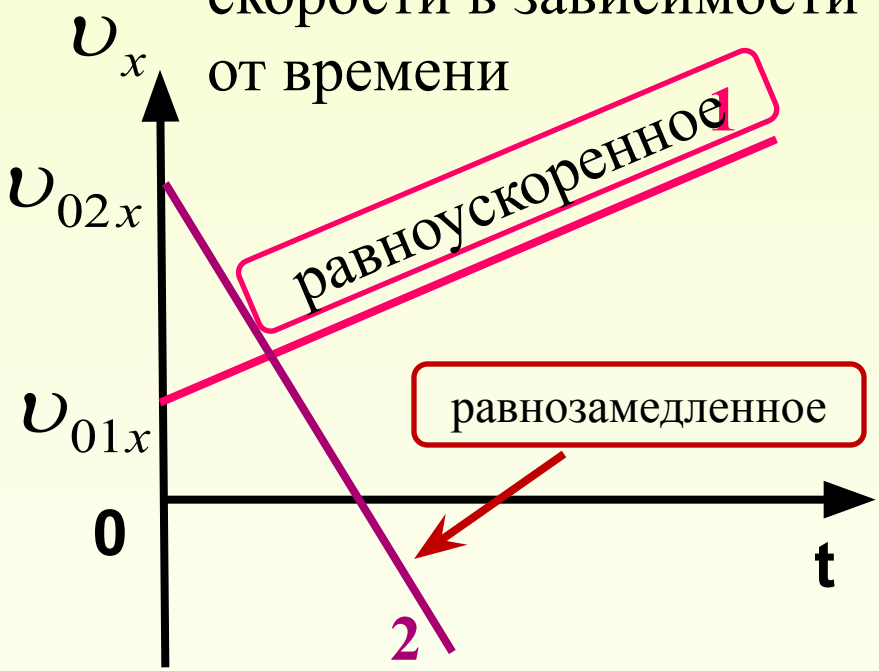
$$a_x = \frac{\upsilon_x - \upsilon_{0x}}{t} = const$$

$$\upsilon_x = \upsilon_{0x} + a_x t$$

формула скорости



скорости в зависимости от времени



$$a_{1x} > 0$$

$$a_{2x} < 0$$

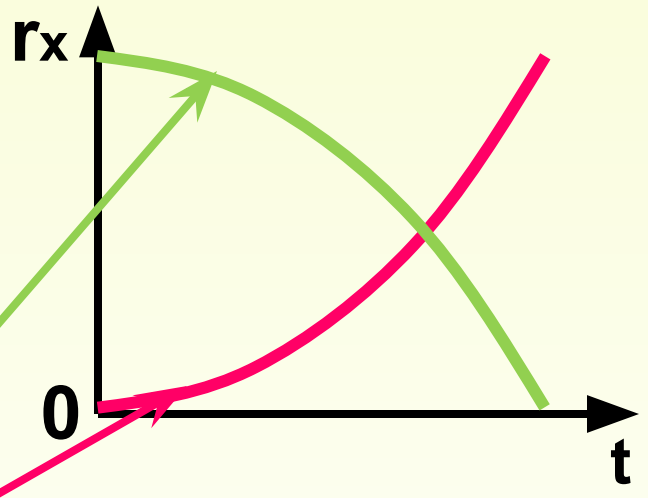
$$|a_{1x}| < |a_{2x}|$$

Графическое изображение

координаты в зависимости от времени

$$r_x = r_{0x} + \upsilon_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$$

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

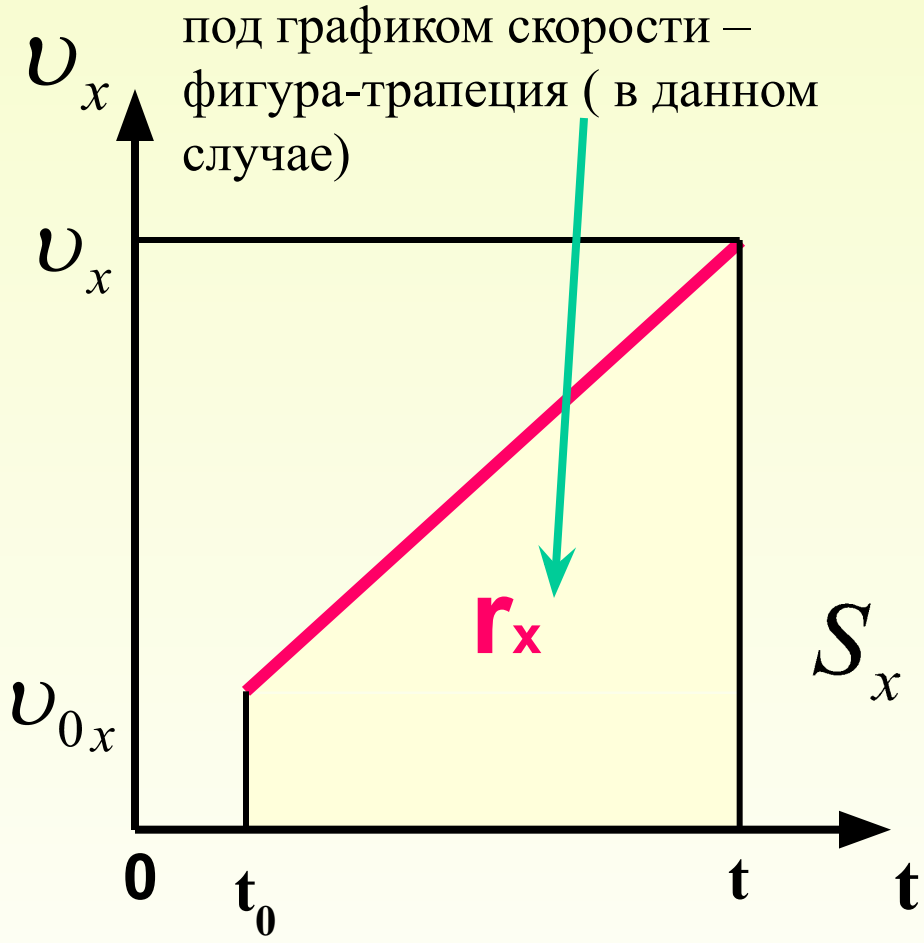


парабола

$a_x > 0 - ветви\ вверх$

$a_x < 0 - ветви\ вниз$

Как посчитать перемещение:



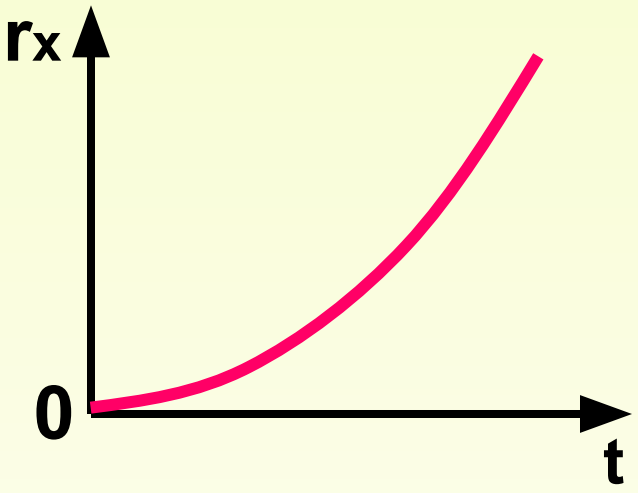
по формуле

$$\Delta r_x = \upsilon_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$$

$$S_x = x - x_0 = \upsilon_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$$

Перемещение тела за время Δt равно площади фигуры под графиком зависимости скорости от времени.

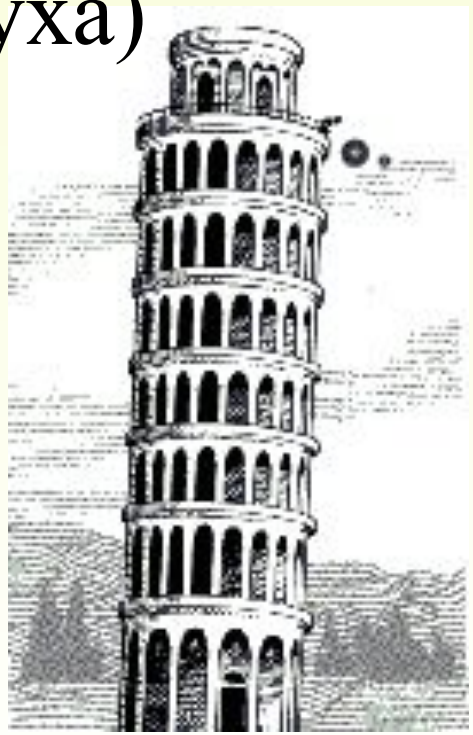
Как посчитать координату:



$$\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{\upsilon}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$$

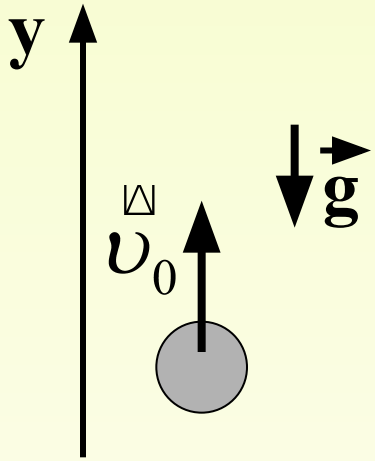
$$x = x_0 + \upsilon_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$$

Свободным падением называется движение тела, обусловленного притяжением Земли, при отсутствии начальной скорости и сопротивления среды(например, воздуха)



Все тела с одной и той же высоты свободно падают с одной и той же скоростью, за одно и то же время, не зависимо от их массы

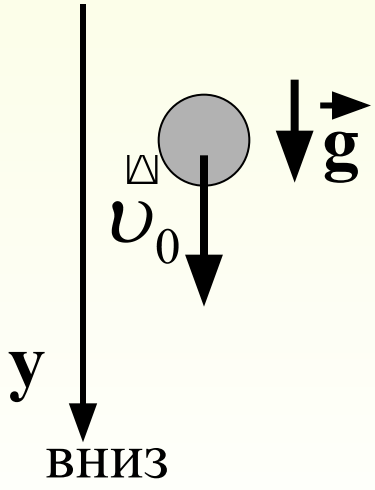
Движение тела, брошенного вертикально



$$\upsilon = \upsilon_0 - gt$$

$$y = y_0 + \upsilon_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

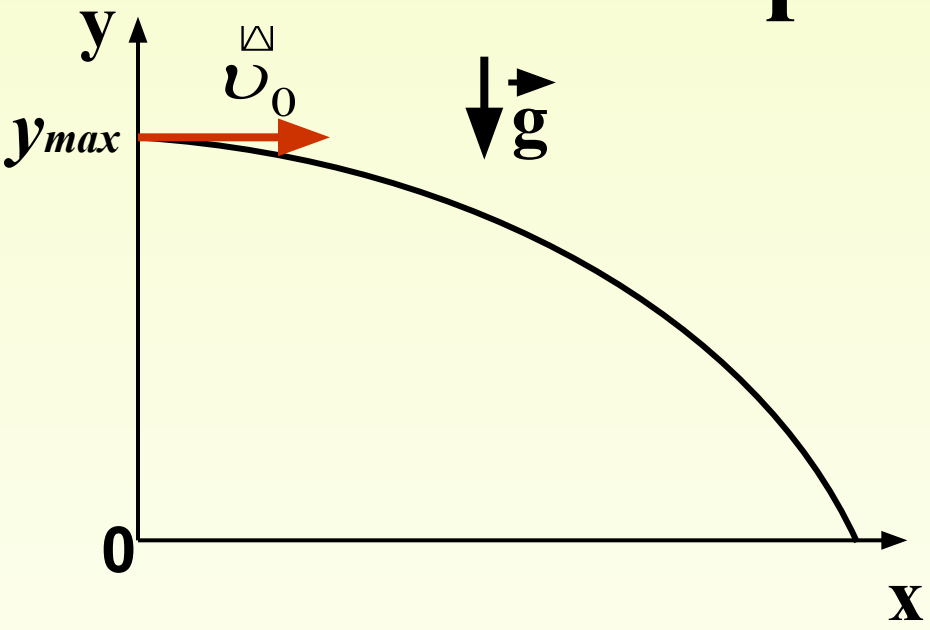
начальная высота



$$\upsilon = \upsilon_0 + gt$$

$$y = y_0 + \upsilon_0 t + \frac{gt^2}{2}$$

Движение тела, брошенного горизонтально



по горизонтали

$$\upsilon_{0x} = \upsilon_0 = const$$

$$\upsilon_x = \upsilon_0 = const$$

$$x = \upsilon_0 t$$

по вертикали

$$\upsilon_{0y} = 0$$

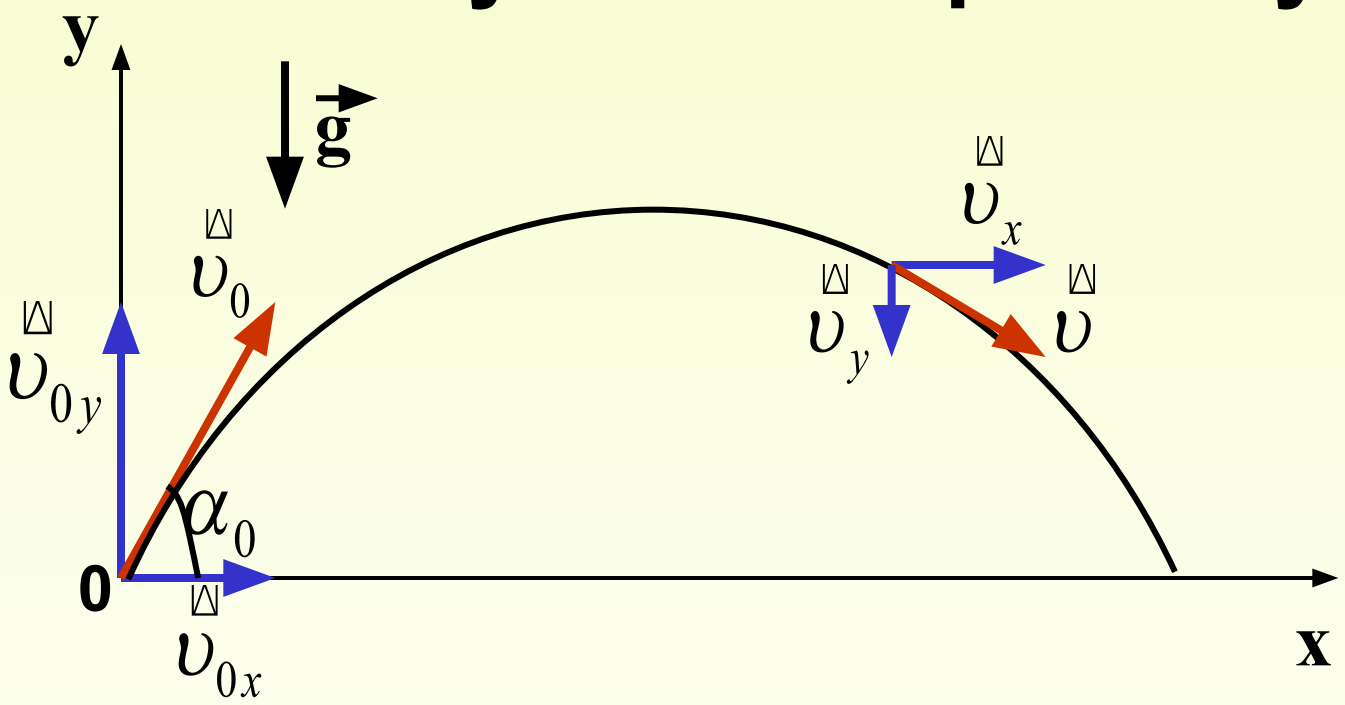
$$\upsilon_y = -gt$$

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

высота тела над землей:

$$h = y_{\max} = \frac{gt^2}{2}$$

Движение тела брошенного под углом к горизонту



по горизонтали

$$x_0 = 0$$

$$a_x = 0$$

$$x = \upsilon_0 \cos\alpha \cdot t$$

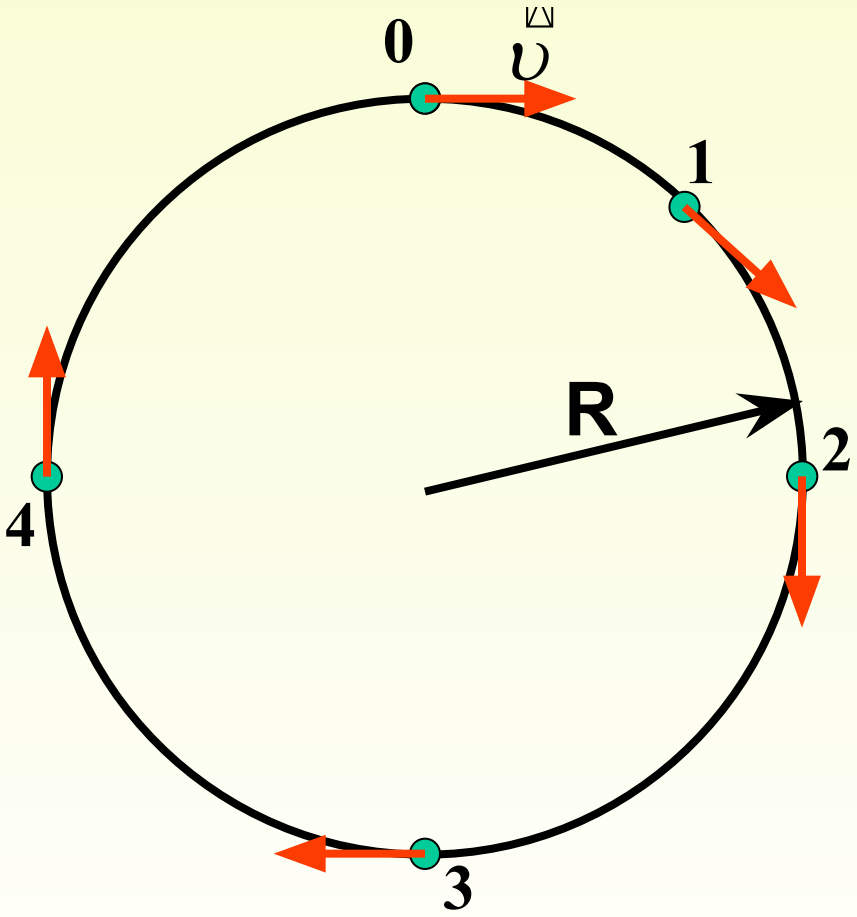
по вертикали

$$y_0 = 0$$

$$a_y = -g$$

$$y = \upsilon_0 \sin\alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

Равномерное движение тела по окружности



$$\upsilon_1 = \upsilon_2 = \upsilon_3 = \ldots$$

$$\upsilon = const$$

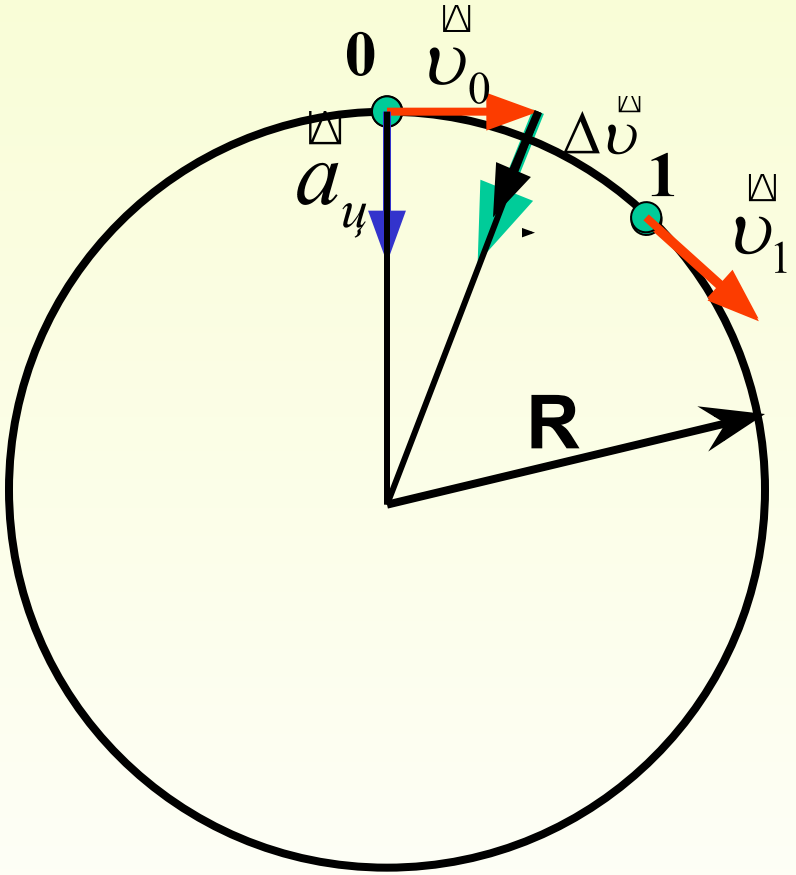
$$\vec{\upsilon}_1 \neq \vec{\upsilon}_2 \neq \vec{\upsilon}_3$$

$$\upsilon \neq const$$

Равномерное движение тела по окружности

$\upsilon = const;\ \vec{\upsilon} \neq const$

$a = const;\ \vec{a} \neq const$



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

$\vec{a} \neq const$

все время меняется по направлению

$$\frac{\upsilon}{R} = \frac{\Delta\upsilon}{\upsilon}$$

$$a_ц = \frac{\upsilon^2}{R}$$

центростремительное(направлено к центру)