

Литература

1. Трофимова Т.И. курс физики: учебное пособие для вузов. М.: Издательский центр «Академия», 2007.
2. Савельев И.В. Курс общей физики (в 5 кн). Кн.1. Механика. М.: Наука.1998
3. С.М. Новиков. Сборник заданий по общей физике. – М.: Оникс, Мир и образование, 2007.

Предмет физики

- Физика - наука, изучающая простейшие и вместе с тем наиболее общие закономерности явлений природы, свойства и строение материи и законы ее движения.

Материя -

объективная реальность, которую мы познаем с помощью органов чувств и приборов

Движение—

всякое изменение вообще

Структура курса в семестре

Часть 1. Физические основы механики.

Часть 2. Молекулярная физика, основы термодинамики.

Часть 3. Квантовая физика микрочастиц, статистическая физика.

Физические основы механики

- Кинематика материальной точки
- Кинематика вращательного движения
- Динамика материальной точки и поступательного движения
- Динамика вращательного движения
- Механическая работа. Мощность
- Энергия . Закон сохранения энергии
- Элементы специальной теории относительности

Тема 1. КИНЕМАТИКА МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

Вопрос 1. Некоторые сведения о векторах.
Основные кинематические понятия.

Физические величины

СКАЛЯРНЫЕ



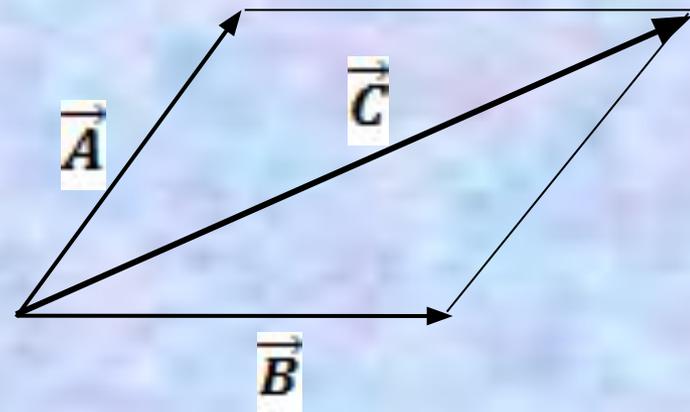
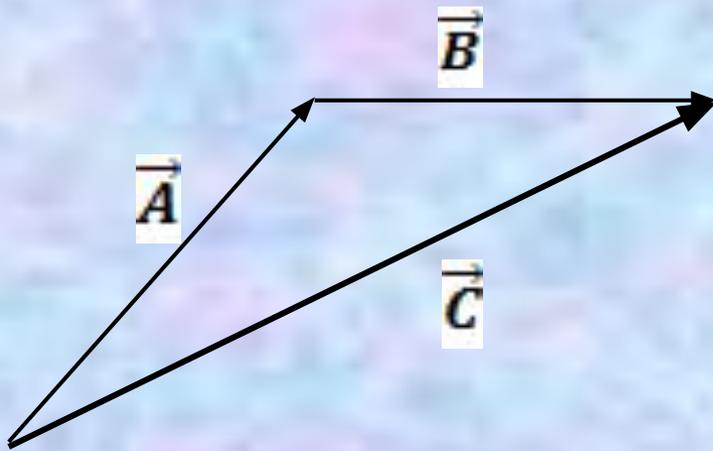
время (t), масса (m)

ВЕКТОРНЫЕ



скорость (\vec{v}) сила (\vec{F})

Величины, которые характеризуются численным значением, направлением и складываются по правилу параллелограмма (треугольника), называются **векторами**.



Величины, для задания которых достаточно одного численного значения, называются **скалярами**.

В литературе вектора принято обозначать буквами жирного шрифта (**A**).

Числовое значение вектора или его модуль обозначается тем же символом $|\mathbf{A}| = A$

Обозначение при записях в конспектах \overline{A}

1. Сложение векторов

$$\vec{N} = \vec{A} + \vec{A} \quad \tilde{N} = \sqrt{A^2 + A^2 + 2AA\cos\alpha}$$

2. Вычитание векторов

$$\overline{C} = \overline{A} - \overline{B} = \overline{A} + (-\overline{B})$$

Основные кинематические понятия

Механика подразделяется на три раздела:

1) кинематику; 2) динамику; 3) статику.

Кинематика рассматривает движение тел, не рассматривая причин, обуславливающих это движение.

ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ



Материальная точка - это тело, обладающее массой, размерами которого в условиях рассматриваемой задачи можно пренебречь.

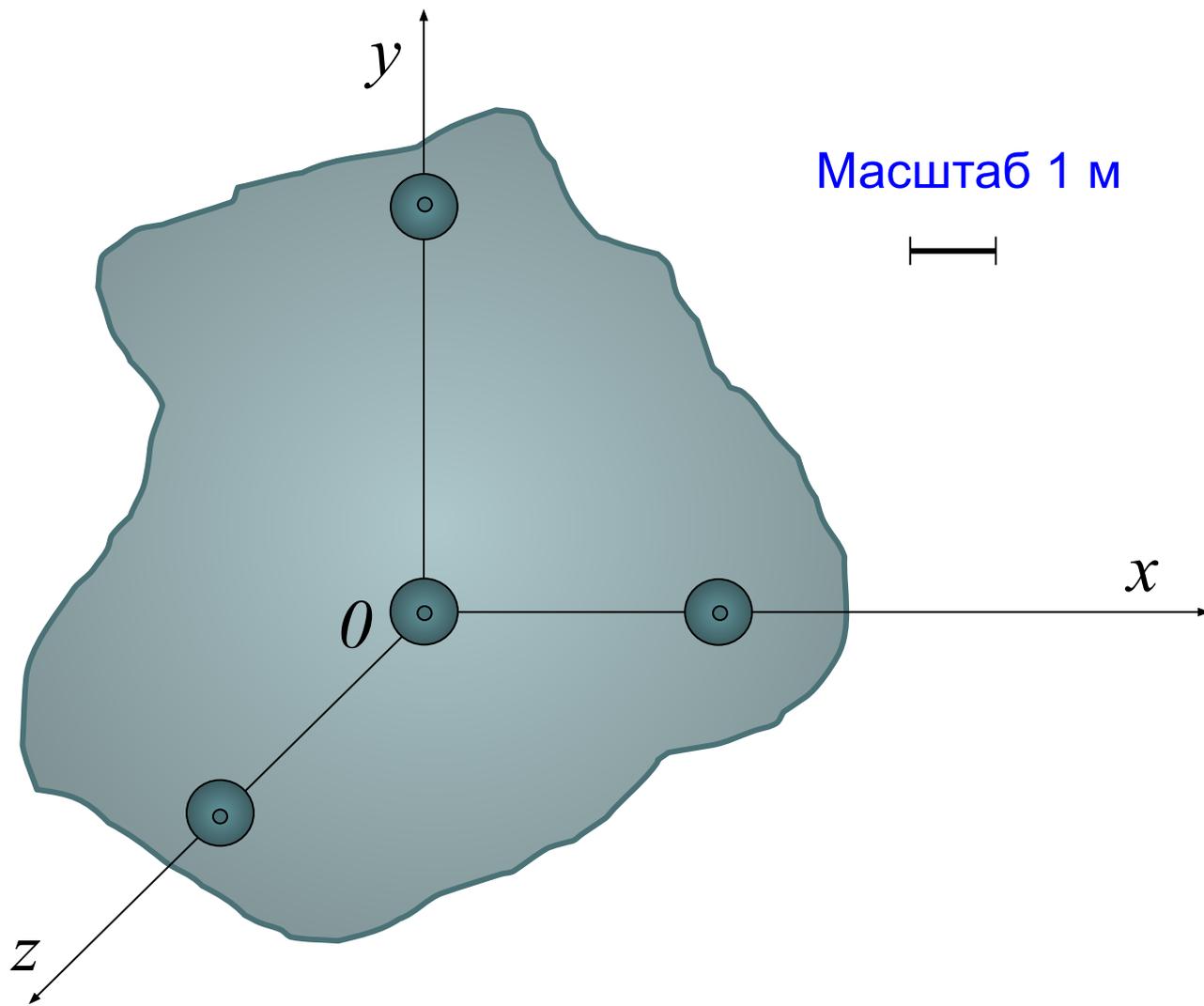
Основные понятия кинематики

Абсолютно твердое тело – тело, деформацией которого в условиях данной задачи можно пренебречь.

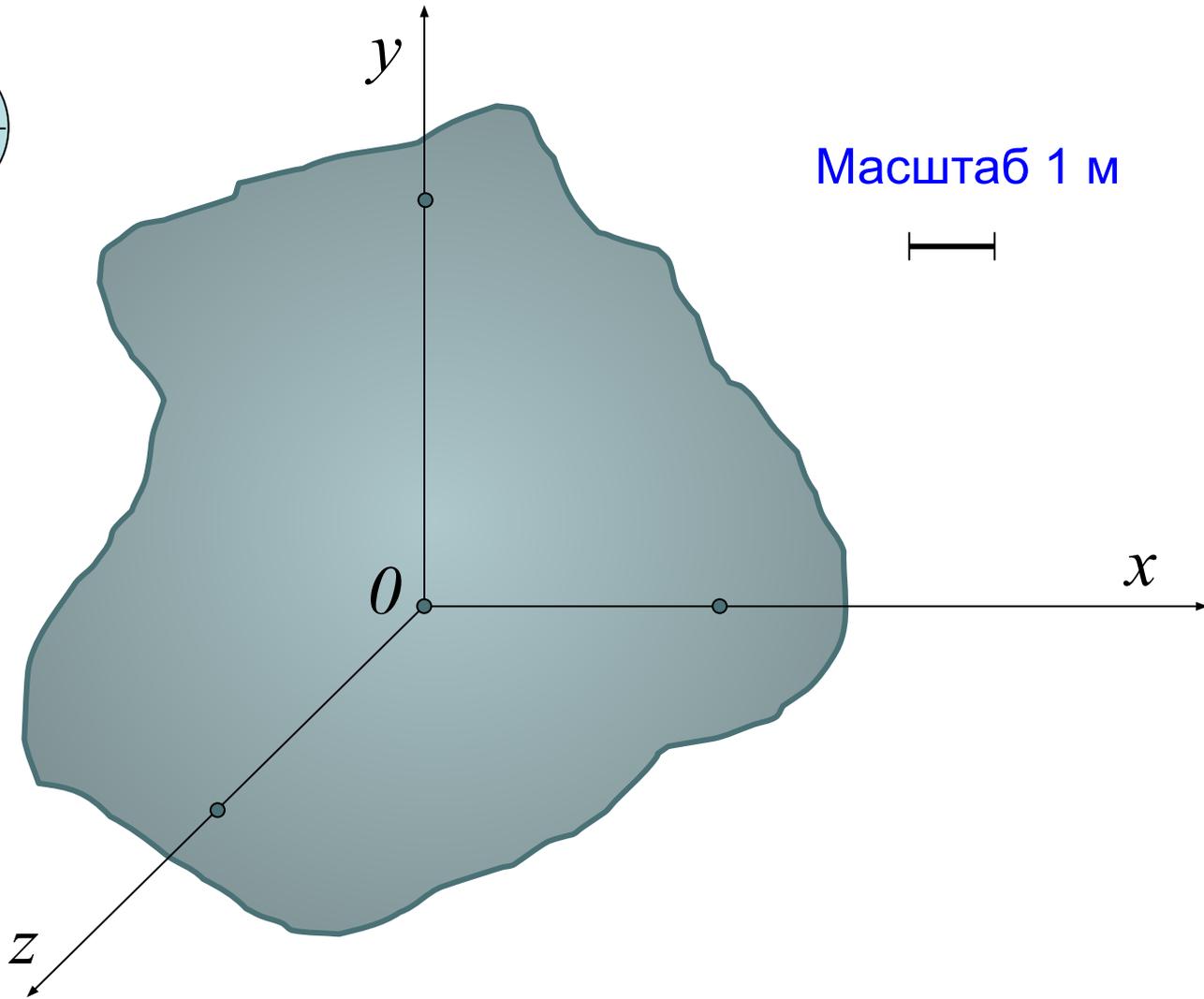
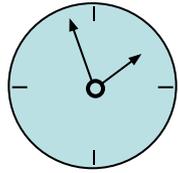
Абсолютно упругое тело – тело, которое после прекращения внешнего силового воздействия полностью восстанавливает свои первоначальные размеры и форму.

Абсолютно неупругое тело – тело, которое после прекращения внешнего силового воздействия полностью сохраняет деформированное состояние, вызванное этим воздействием.

СИСТЕМА КООРДИНАТ



Система отсчета (СО): система координат + часы+тело отсчета



Тело отсчета – произвольно выбранное тело, относительно которого определяется положение других (движущихся) тел.

Система отсчета – тело отсчета, связанная с ним система координат и часы.

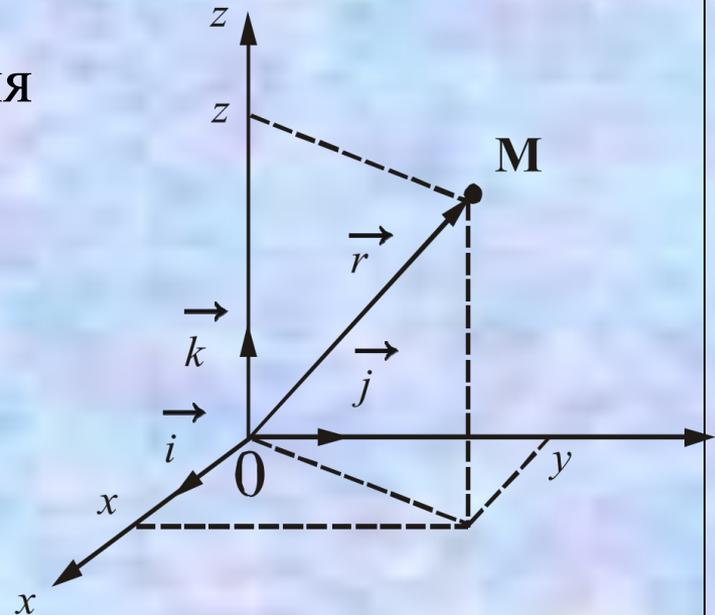
В декартовой системе координат положение точки определяется тремя координатами x, y, z или **радиус-вектором** \vec{r}_0 , проведенным из начала отсчета в данную точку A .

Движение м.т. можно описать тремя скалярными уравнениями

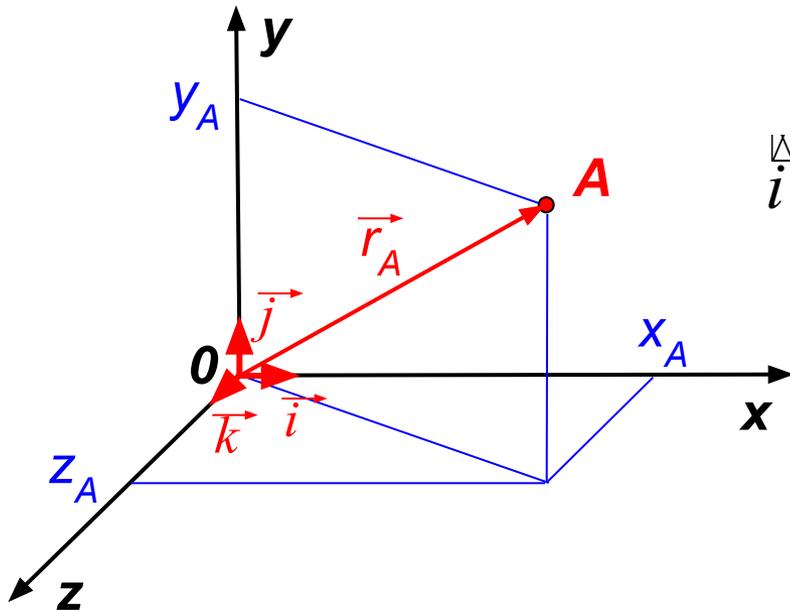
$$x = x(t); y = y(t); z = z(t)$$

или векторным уравнением

$$\vec{r} = r(t)$$



Радиус-вектор материальной точки (МТ)



$$\overset{\boxtimes}{r}_A = \{x_A, y_A, z_A\}$$

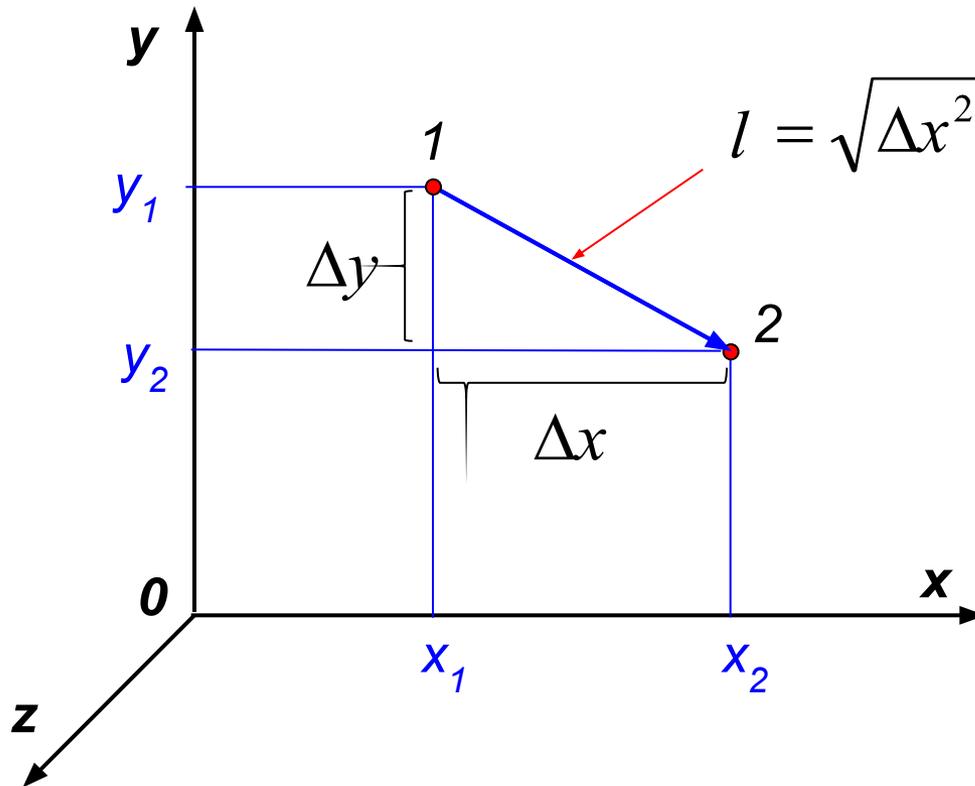
$$\overset{\boxtimes}{i} = \{1, 0, 0\}; \quad \overset{\boxtimes}{j} = \{0, 1, 0\}; \quad \overset{\boxtimes}{k} = \{0, 0, 1\}$$

$$|\overset{\boxtimes}{i}| = |\overset{\boxtimes}{j}| = |\overset{\boxtimes}{k}| = 1$$

$$\overset{\boxtimes}{r}_A = x_A \overset{\boxtimes}{i} + y_A \overset{\boxtimes}{j} + z_A \overset{\boxtimes}{k}$$

$$|\overset{\boxtimes}{r}_A| = \sqrt{x_A^2 + y_A^2 + z_A^2}$$

Расстояние между точками – модуль вектора перемещения



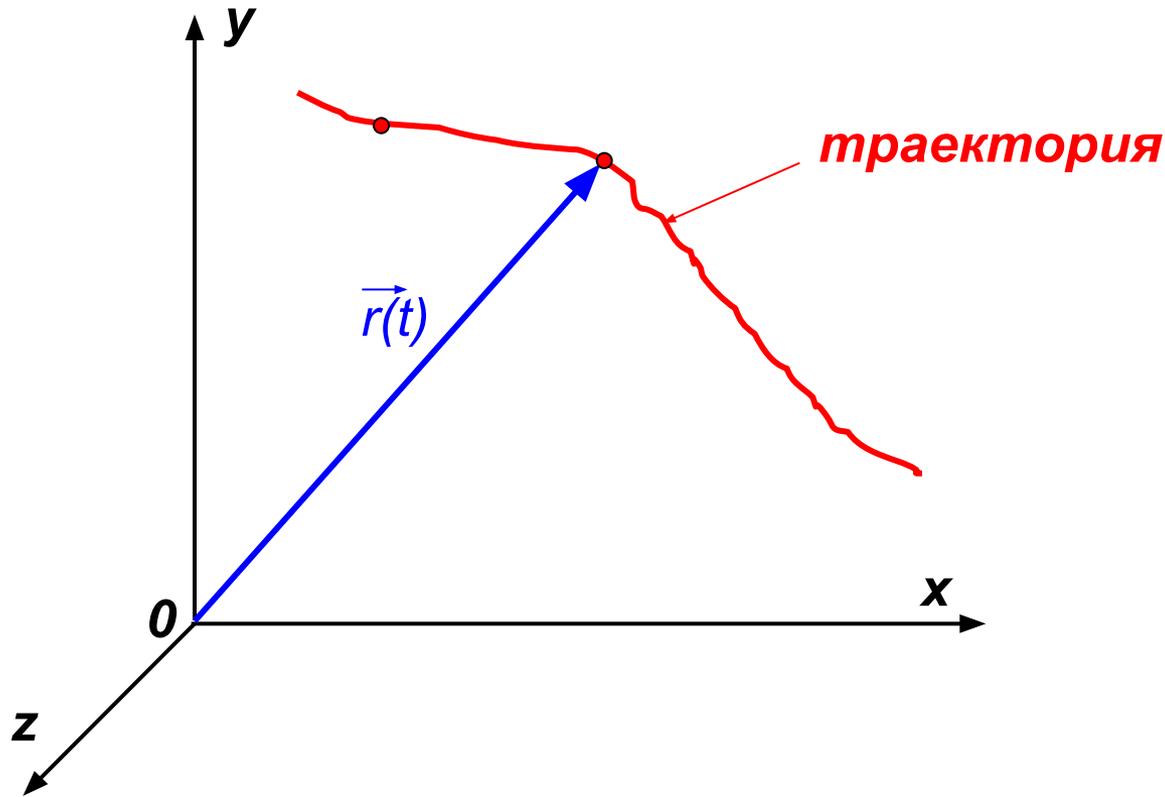
$$\Delta x = x_2 - x_1$$

$$\Delta y = y_2 - y_1$$

$$\Delta z = z_2 - z_1$$

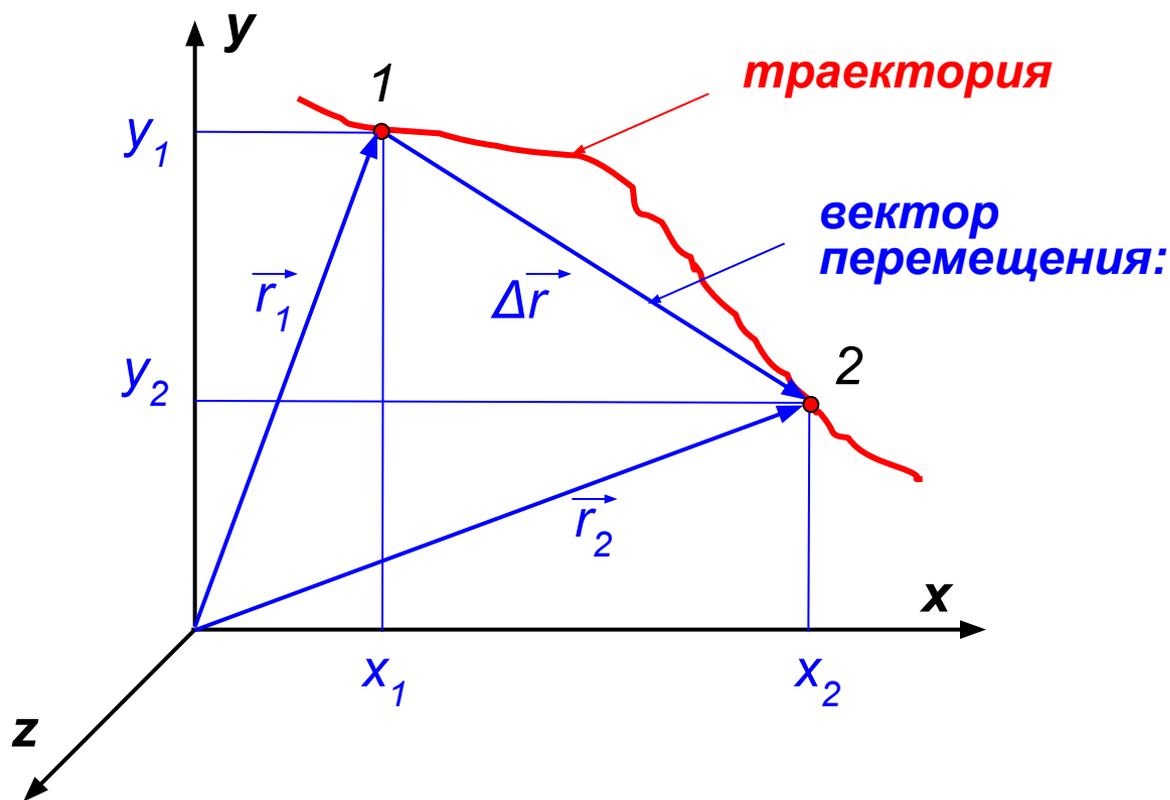
$$|\Delta \vec{r}| = l = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2}$$

Закон движения МТ. Траектория



$$\vec{r} = \vec{r}(t) = \{x(t), y(t), z(t)\} \quad \text{– закон движения материальной точки}$$

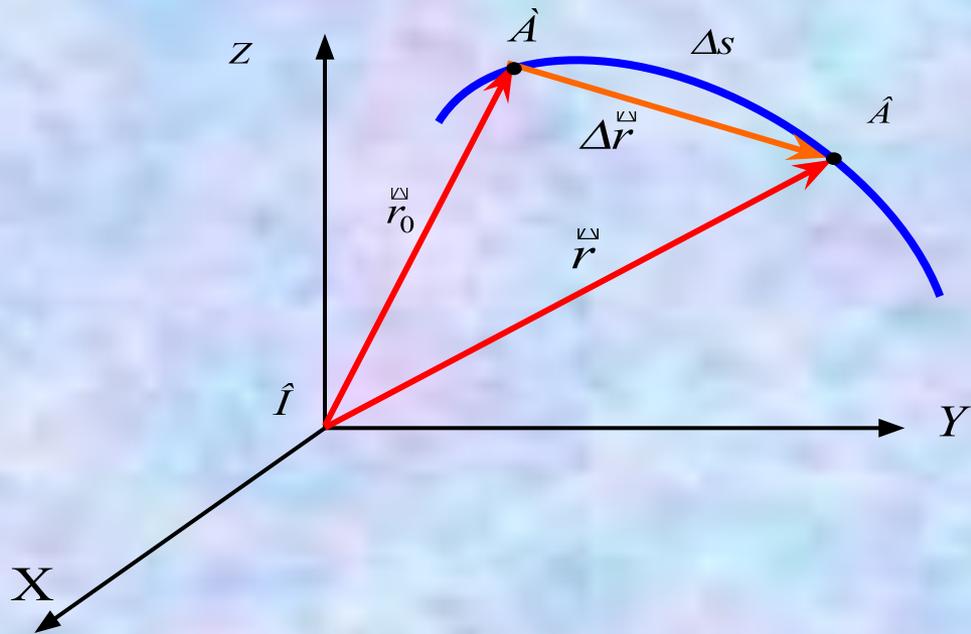
Траектория и вектор перемещения МТ



$$\Delta \vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$$

$$\vec{r}_1 = \vec{r}(t_1)$$

$$\vec{r}_2 = \vec{r}(t_2)$$



Линия, описываемая в пространстве движущейся точкой, называется **траекторией**.

Длина участка траектории AB , пройденного материальной точкой (м.т.) за время Δt , называется **длиной пути Δs**
 $\Delta s = \Delta s(t)$ – скалярная функция времени

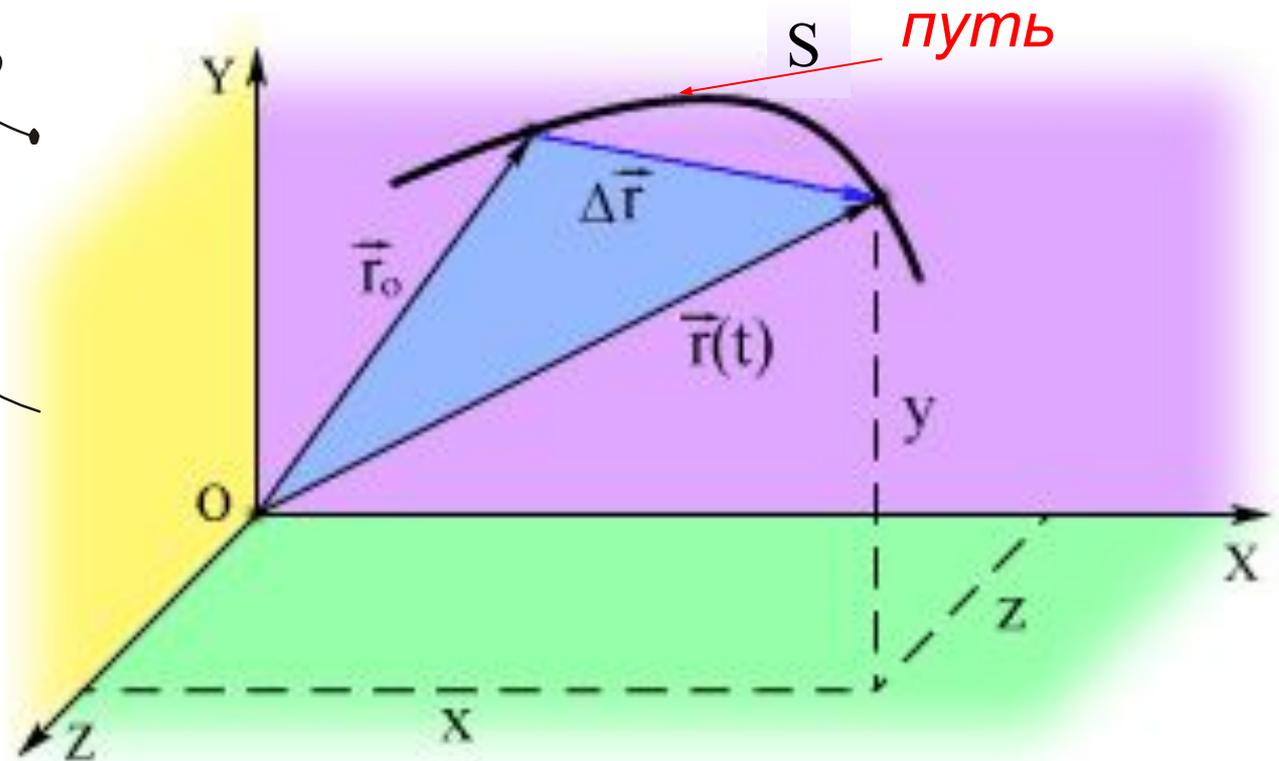
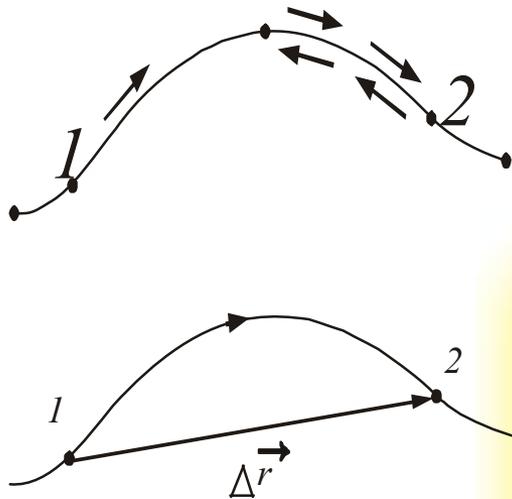
Вектор, проведенный из начального положения точки в положение ее в данный момент времени, называется **перемещением**. $\Delta \vec{r}$

$$\Delta \vec{r} = \vec{r} - \vec{r}_0$$

В зависимости от формы траектории движение может быть **прямолинейным или криволинейным**.

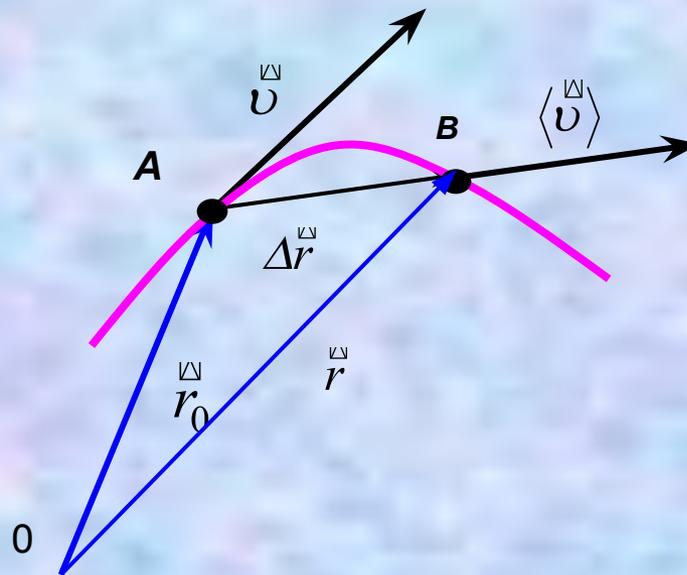
$|\Delta \vec{r}| = \Delta s$ в случае прямолинейного движения

Вектор перемещения и путь

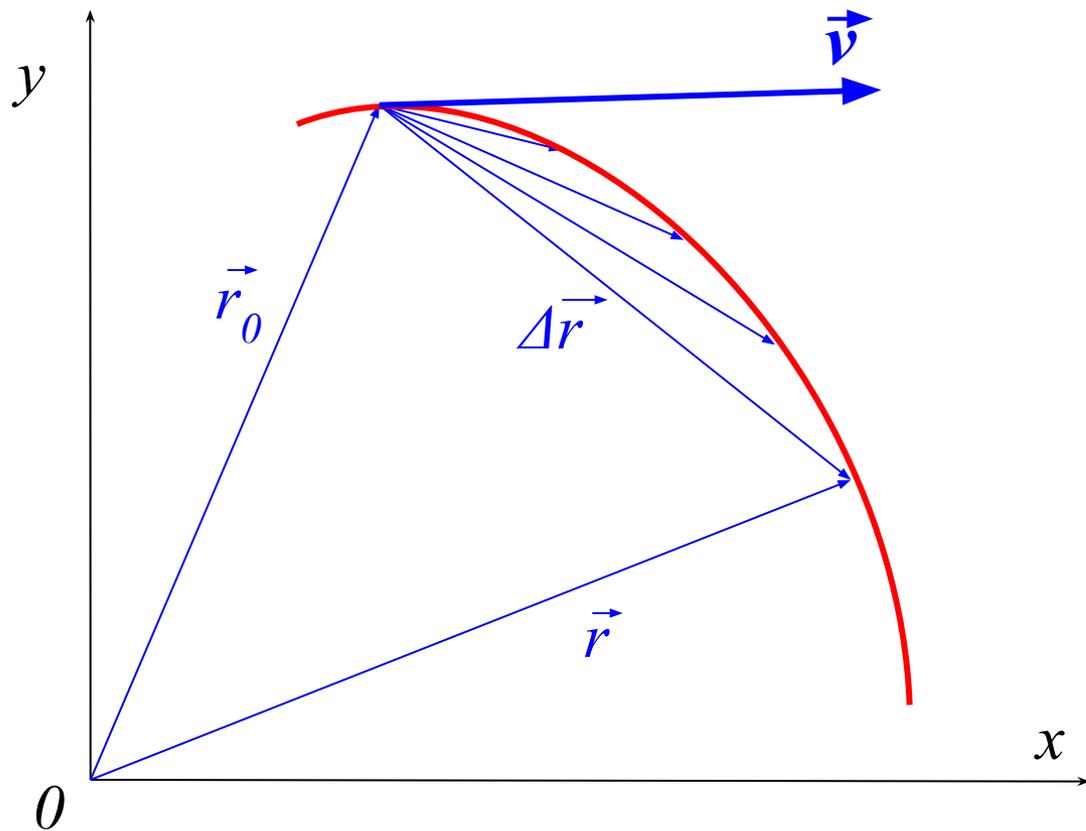


Вопрос 2. Скорость. Ускорение и его составляющие.

Скорость - векторная величина определяющая как быстроту движения, так и его направление в данный момент времени.



С к о р о с т ь



$$\vec{v} \sim \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

$$\Delta t \rightarrow 0$$

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \equiv \frac{d\vec{r}}{dt} \equiv \dot{\vec{r}}$$

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

Средняя скорость движения за время Δt

$$\langle \vec{v} \rangle = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

Мгновенная скорость \vec{v}

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \langle \vec{v} \rangle = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt} \quad [v] = \dot{\tilde{n}}$$

Мгновенная скорость есть векторная величина, равная первой производной радиуса - вектора движущейся точки по времени.

$$v = |\vec{v}| = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} |\langle \vec{v} \rangle| = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{|\Delta \vec{r}|}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{ds}{dt}$$

Числовое значение мгновенной скорости равно первой производной пути по времени.

Вектор скорости направлен по касательной к траектории в сторону движения.

В случае **неравномерного движения**, пользуются скалярной величиной $\langle v \rangle$ - **средней скоростью** **неравномерного движения** на данном участке:

$$\langle v \rangle = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

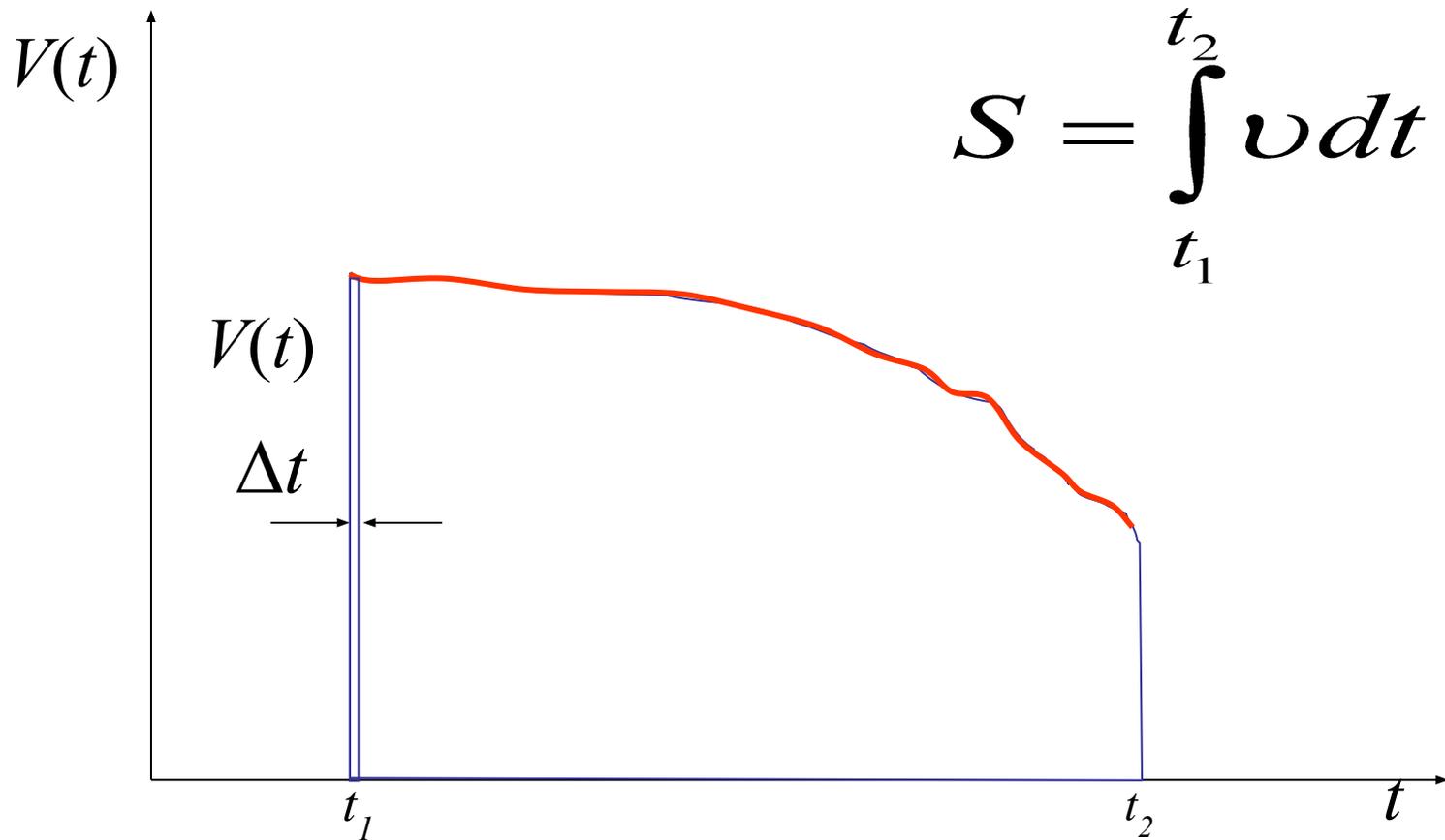
Длина пути, пройденного точкой за время Δt

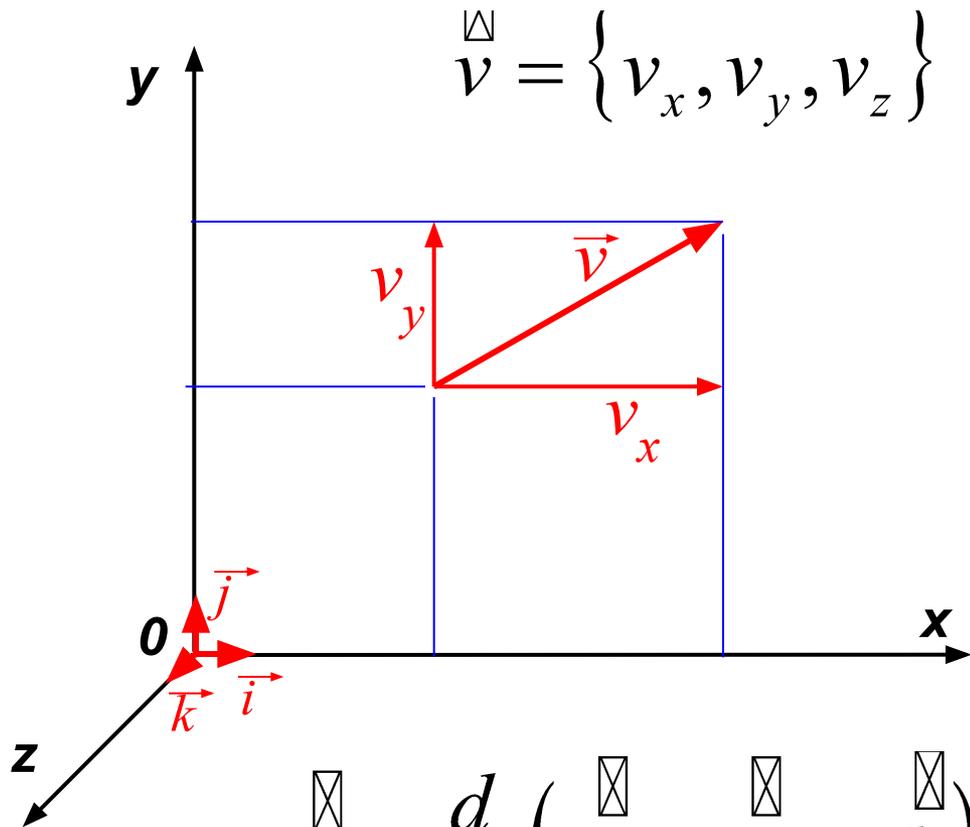
$$s = \int_t^{t+\Delta t} v(t) dt$$

Путь, пройденный за промежуток времени от t_1 до t_2 , дается интегралом

$$s = \int_{t_1}^{t_2} v_{(t)} dt$$

Графическое определение пути





$$\vec{v} = \{v_x, v_y, v_z\}$$

$$\vec{v} = v_x \vec{i} + v_y \vec{j} + v_z \vec{k}$$

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

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

$$\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$$

$$\vec{v} = \frac{d}{dt} (x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}) = \frac{dx}{dt} \vec{i} + \frac{dy}{dt} \vec{j} + \frac{dz}{dt} \vec{k}$$

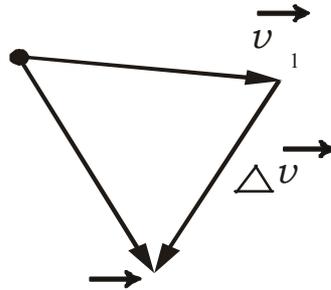
$$v_x = \frac{dx}{dt}; v_y = \frac{dy}{dt}; v_z = \frac{dz}{dt}$$

$$v_x = \dot{x}; v_y = \dot{y}; v_z = \dot{z}$$

Ускорение

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \equiv \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} = \vec{v}' = \vec{r}''$$

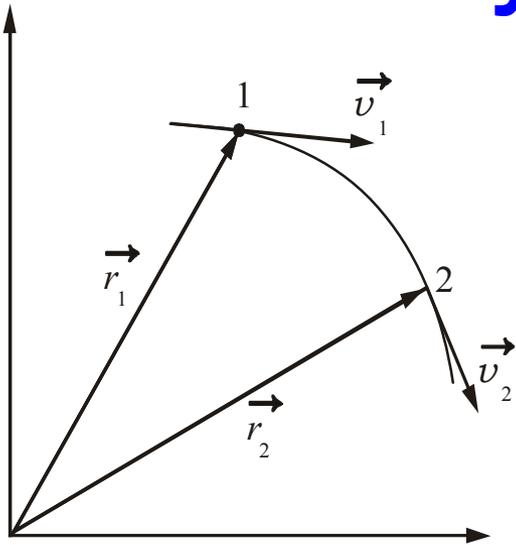
$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2}$$



$$\vec{a} = a_x \vec{i} + a_y \vec{j} + a_z \vec{k}$$

$$\vec{a} = \{a_x, a_y, a_z\}$$

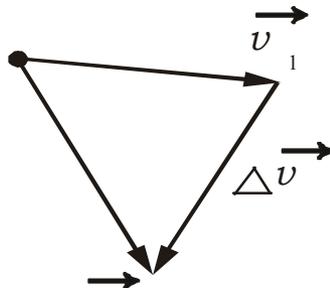
Ускорение



$$v = v_0 \pm at$$

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

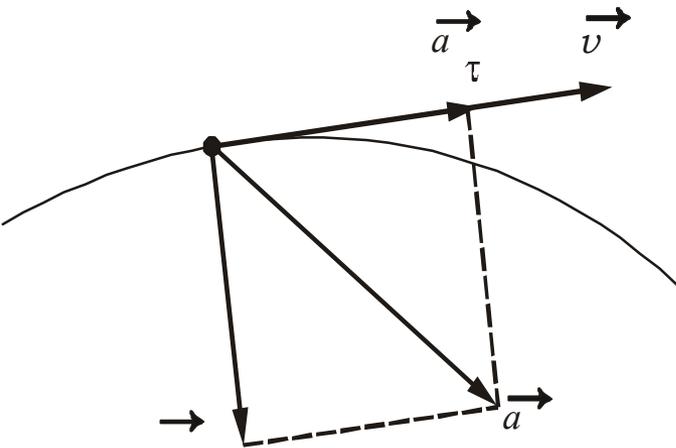
$$S = \int_0^t (v_0 \pm at) dt = v_0 t \pm \frac{at^2}{2}$$

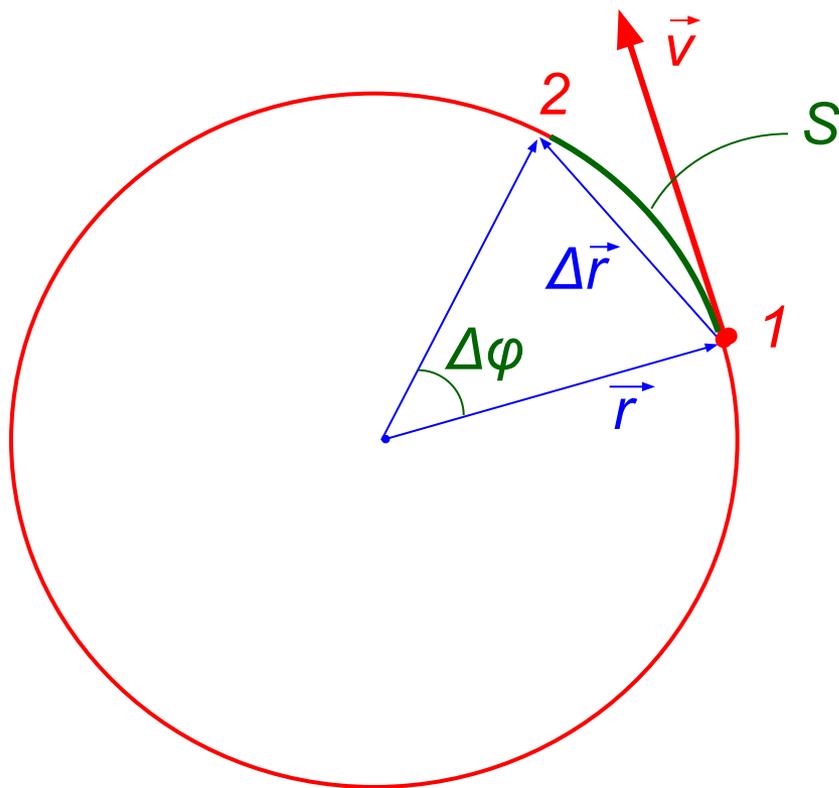


$$\vec{a} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n$$

$$a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$$

$$a_\tau = \frac{dv}{dt} \quad a_n = \frac{v^2}{R}$$





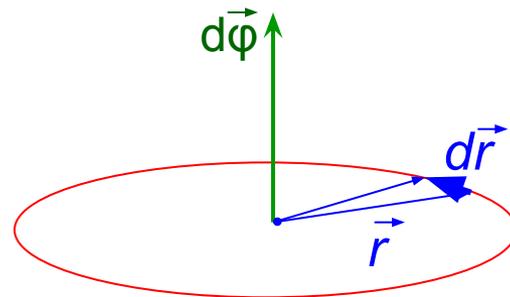
$$S = r \cdot \Delta\varphi$$

При $\Delta t \rightarrow 0$:

$$\Delta r \rightarrow dr \approx dS$$

$$dr = r d\varphi$$

$$d\vec{r} = d\vec{\varphi} \times \vec{r}$$



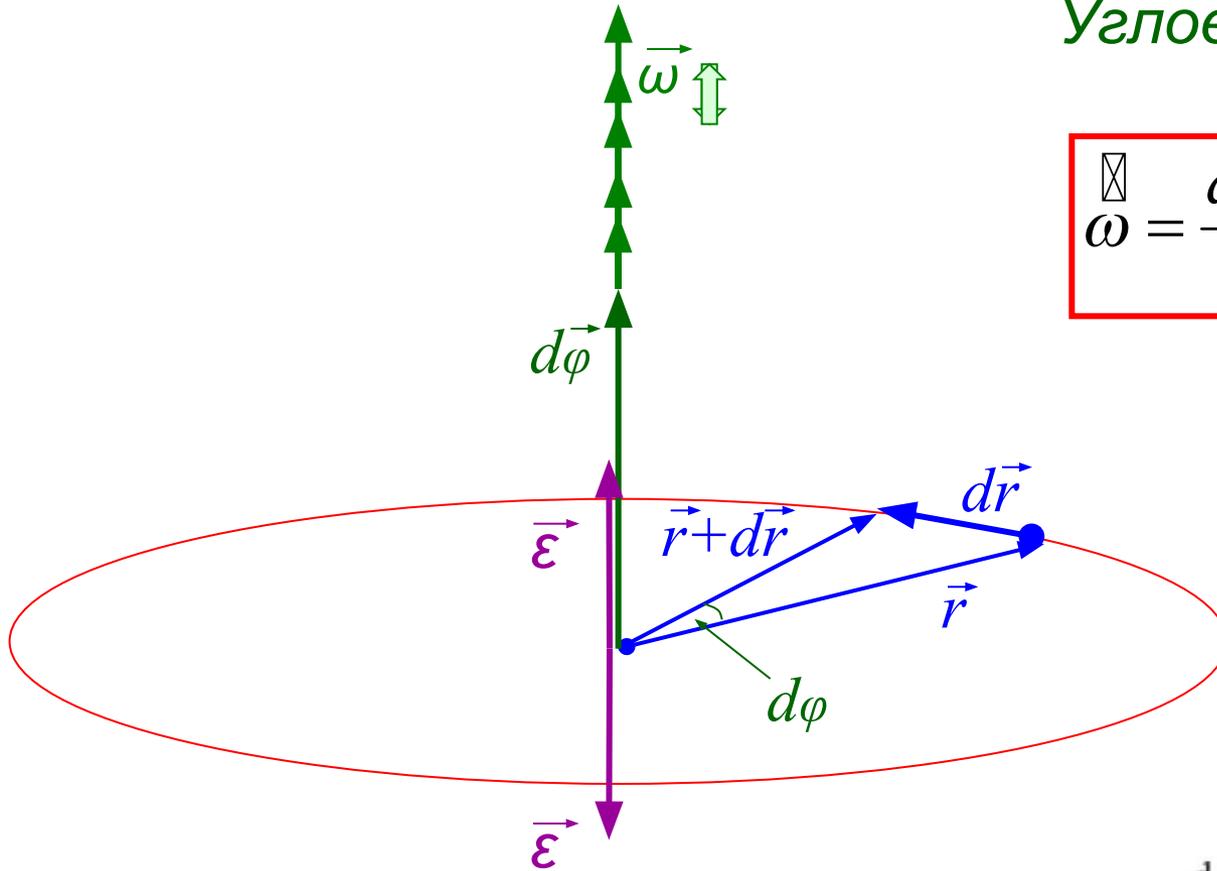
Угловая скорость

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt}$$

$$\omega = \dot{\varphi}$$

При равномерном вращении

$$\omega = \frac{\varphi}{t}$$



Угловое ускорение

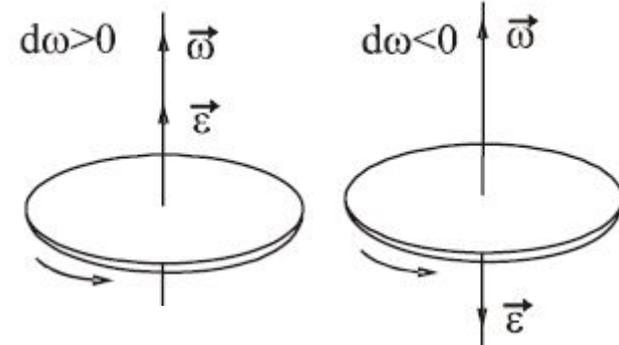
$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\varphi}{dt^2}$$

$$d\omega > 0$$

равноускоренное

$$d\omega < 0,$$

равнозамедленное



Период вращения T время в течение которого совершается один оборот

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

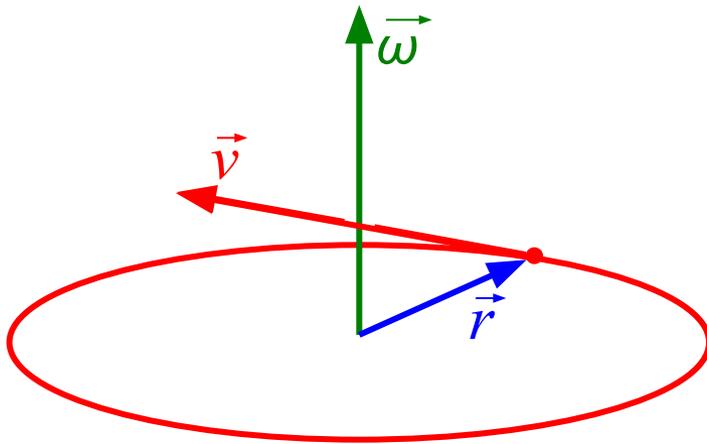
Частота вращения число оборотов за единицу времени

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}, \quad \omega = 2\pi\nu$$

При равнопеременном движении

$$\omega = \omega_0 \pm \varepsilon t, \quad \varphi = \omega_0 t \pm \frac{\varepsilon t^2}{2}.$$

Линейная и угловая скорости



$$v = \frac{dr}{dt}$$

$$dr = r d\varphi$$

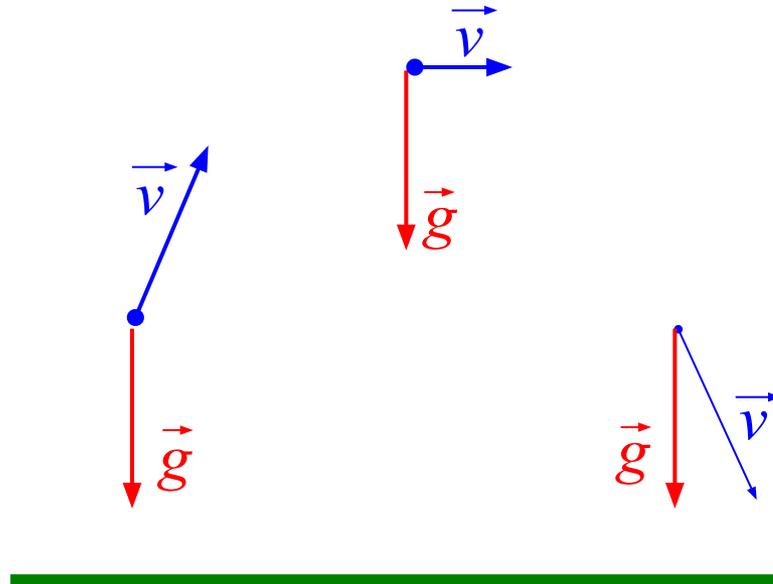
$$v = \frac{rd\varphi}{dt} = r\omega$$

$$\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r}$$

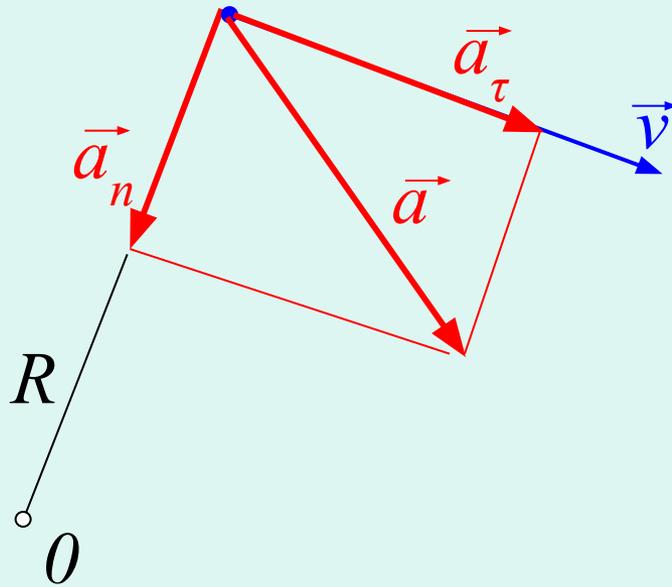
Скорость и ускорение :

направление ускорения в общем случае не совпадает с направлением скорости.

Пример:



$$\vec{a} = \vec{F} / m \quad (!)$$



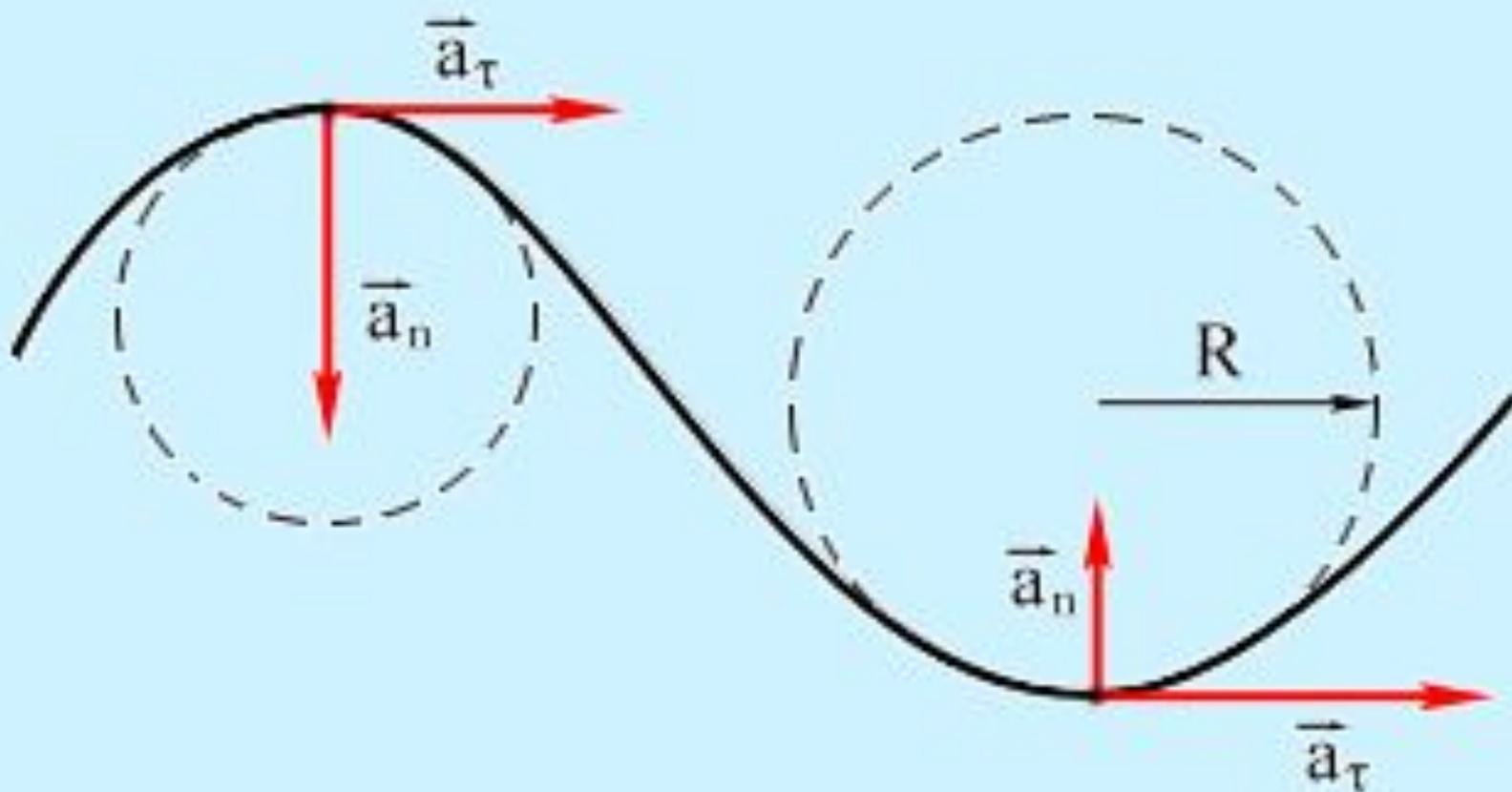
$$\vec{a} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n$$

$$a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$$

$$a_\tau = \frac{dv}{dt}$$

$$a_n = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R = \omega \cdot v$$

Криволинейное движение – движение по дугам окружностей



ВЫВОДЫ:

СКОРОСТЬ

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

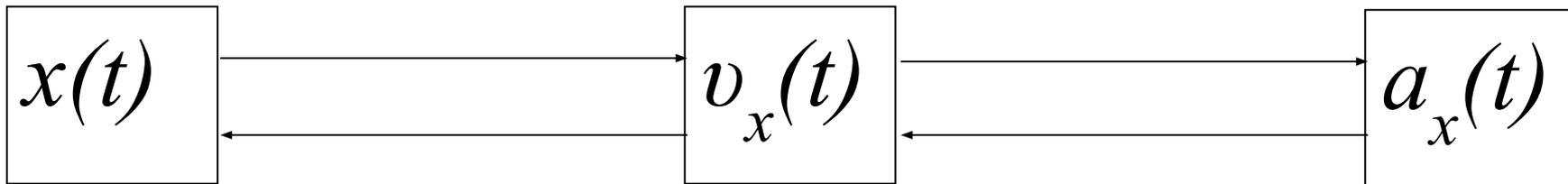
УСКОРЕНИЕ

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

Прямые и обратные задачи кинематики

$$\frac{dx}{dt} = v_x$$

$$\frac{dv_x}{dt} = a_x$$



$$x = \int v_x(t) dt + C_1 \quad v_x = \int a_x(t) dt + C_2$$