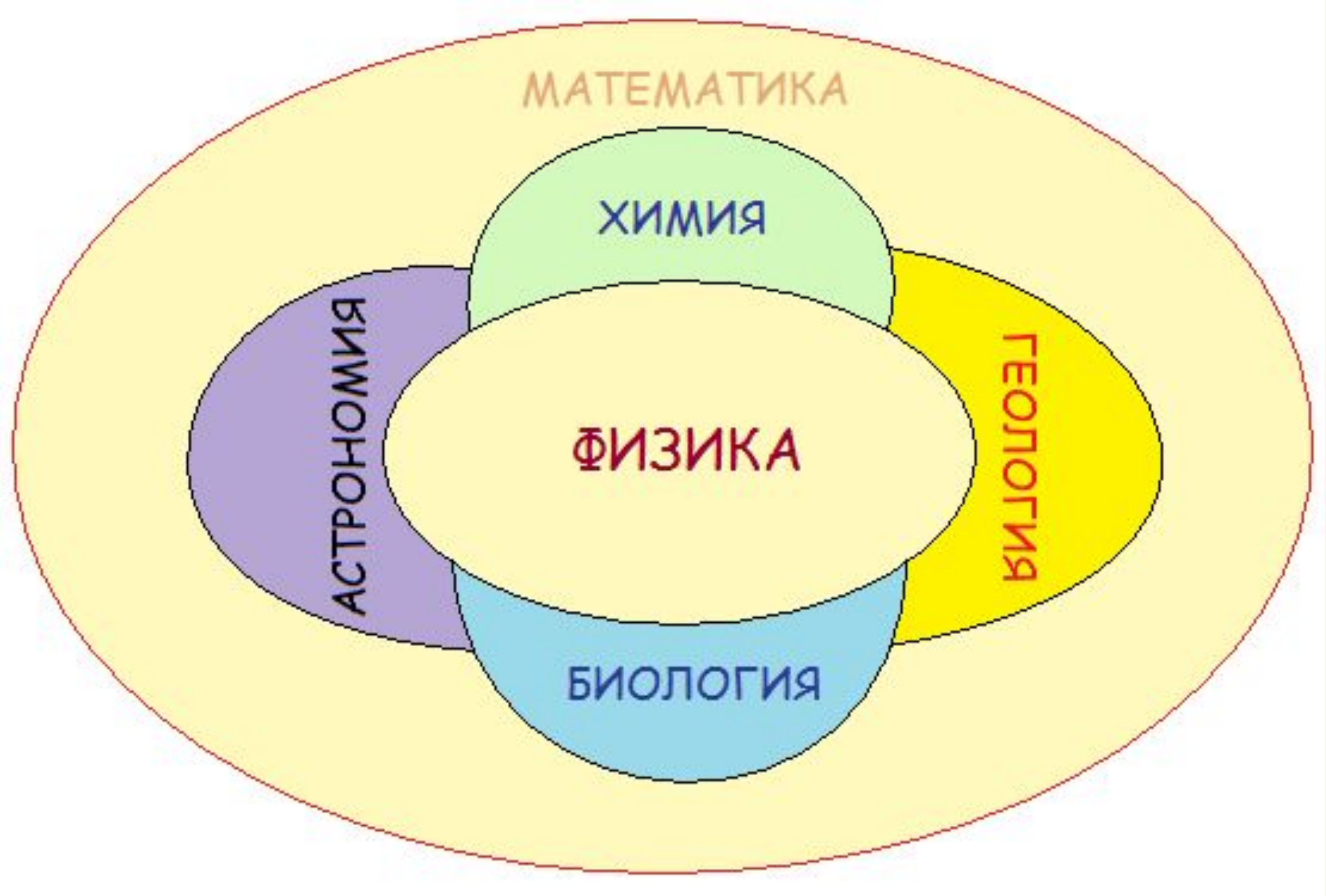
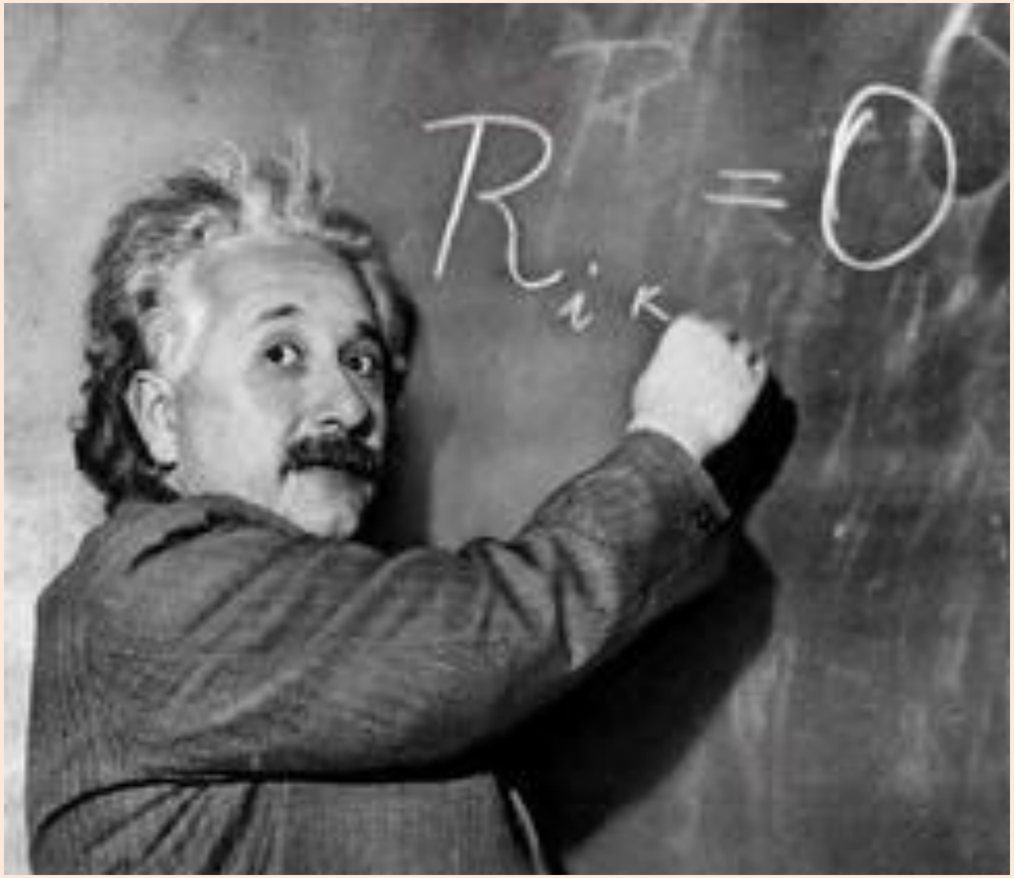
ФИЗИКА ч. I

МЕХАНИКА

Физика изучает наиболее общие законы формирования
и развития окружающей нас материи в ее наиболее примитивных формах, которые принято называть неживой природой.

Поэтому можно утверждать, что физика является фундаментом всех естественных наук.


МАТЕМАТИКА
ХИМИЯ
АСТРОНОМИЯ
ФИЗИКА
ГЕОЛОГИЯ
БИОЛОГИЯ



“Пусть будет стыдно тому, кто бездумно пользуется чудесами науки и техники, смысля в них не более того, что смыслит в ботанике корова, с удовольствием щиплющая траву.”

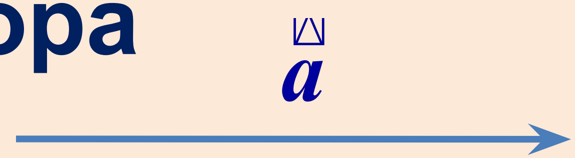
(А. Эйнштейн, 1903 г.)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Операции с векторами

1. Обозначение вектора

Вектор $\vec{a}$:

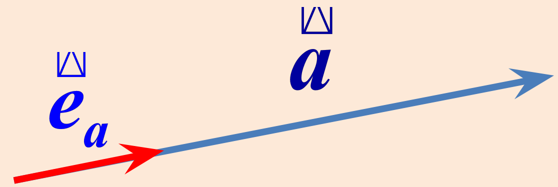


Модуль вектора $\vec{a}$

$$a = \left|\vec{a}\right|$$

$$\vec{a} = a \cdot \vec{e}_a$$

$\vec{e}_a$ – **единичный вектор в направлении вектора $\vec{a}$**



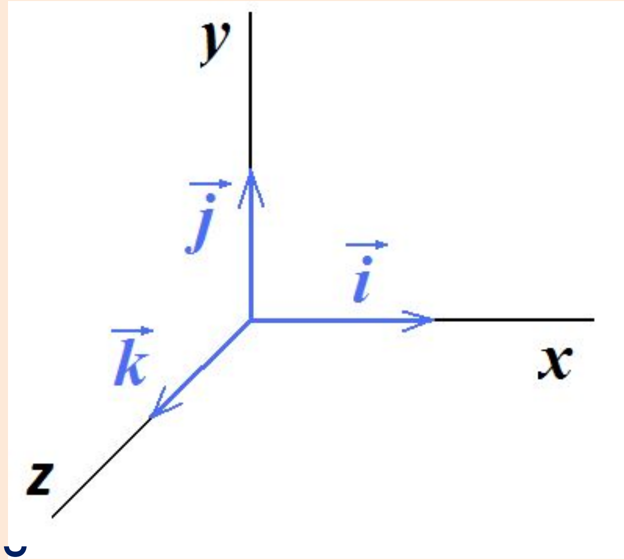
$$e_a = 1$$

Орты координатных осей

Единичные векторы $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$

проведенные в направлении координатных осей,

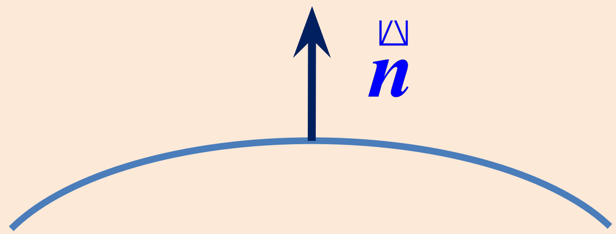
называют ортами этих осей.



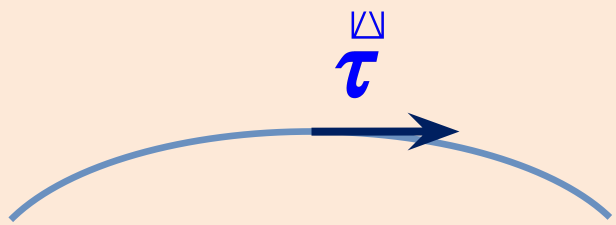
Такая тройка векторов полностью определяет систему координат, поэтому ее называют
базисом координатной системы.

Другие единичные векторы

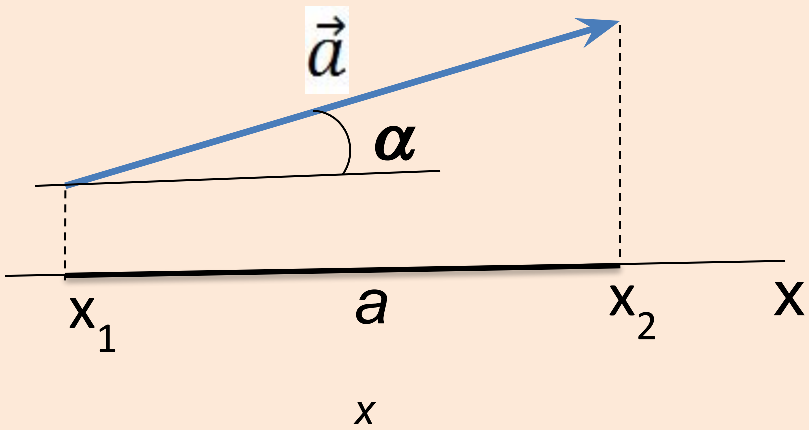
$\vec{n}$ – единичный вектор нормали



$\vec{\tau}$ – единичный касательный вектор



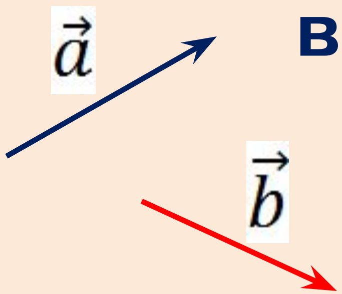
2. Проекция вектора



$$a_x = x_2 - x_1$$

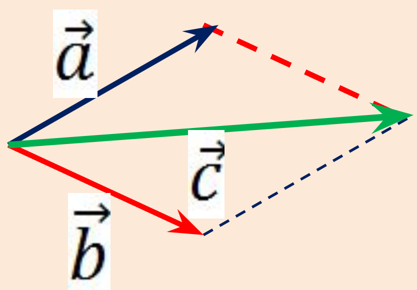
$$a_x = a\cos\alpha$$

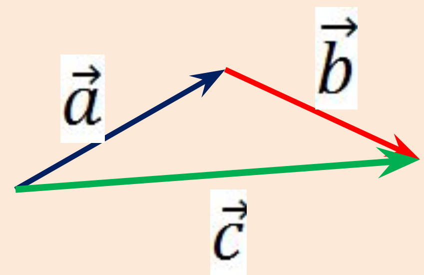
3. Сложение векторов



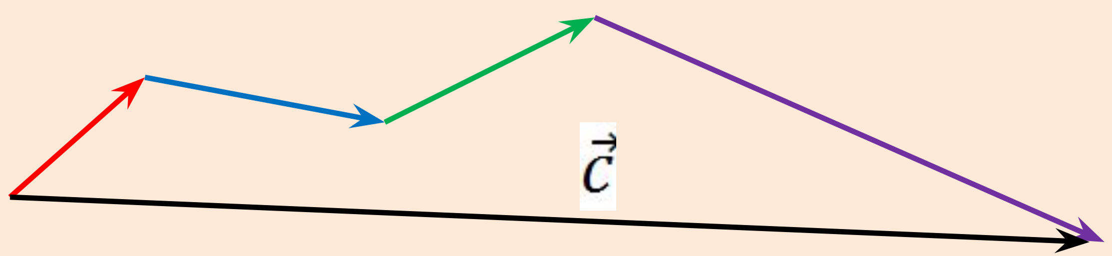
$$\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$$

а) правило параллелограмма б) правило
треугольника





и многоугольника



4. Умножение вектора на число

$\vec{a}$

$\vec{b}\,(m > 0)$

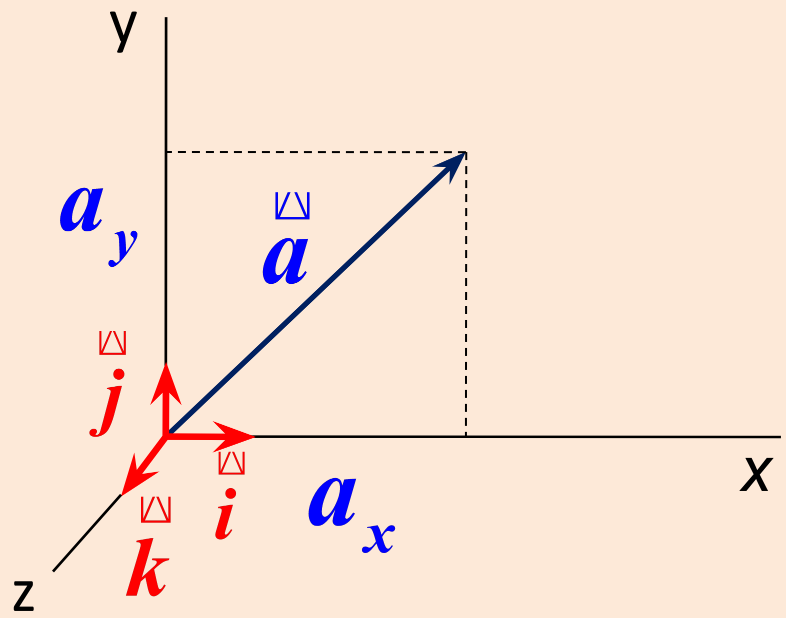
$\vec{b} = m\vec{a}$

$\vec{b}\,(m < 0)$

По модулю

$$b = |m|\,a$$

5. Разложение вектора через проекции



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

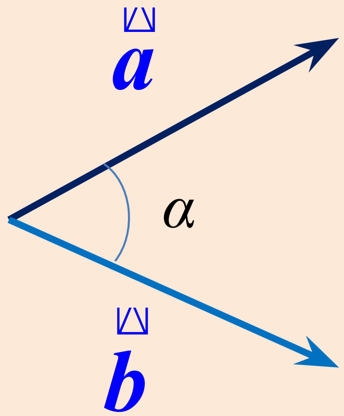
6. Скалярное произведение векторов

Обозначается

$$c = (\vec{a}, \vec{b})$$

или

$$c = \vec{a} \cdot \vec{b}$$

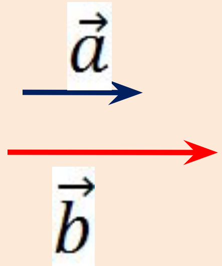


Раскрывается

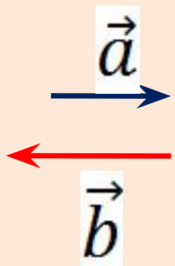
$$c = ab\cos\alpha$$

α – угол между $\vec{a}$ и $\vec{b}$

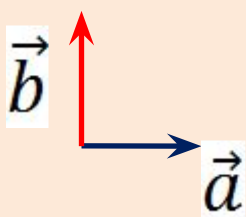
Примеры



$$c = ab\cos 0 = ab$$



$$c = ab\cos\pi = -ab$$



$$c = ab\cos\frac{\pi}{2} = 0$$

$$c = a_b b = a b_a$$

$$(\vec{a},\vec{b}) = (\vec{b},\vec{a}) \qquad (\vec{a},\vec{a}) = a^2$$

7. Векторное произведение векторов

Обозначается

$$\vec{c} = \left[\vec{a}, \vec{b}\right]$$

или

$$\vec{c} = \vec{a} \times \vec{b}$$

Раскрывается

$$\vec{c} = ab\sin\alpha \cdot \vec{n}$$

$\vec{n}$ – единичный вектор нормали к плоскости, в которой лежат $\vec{a}$ и $\vec{b}$

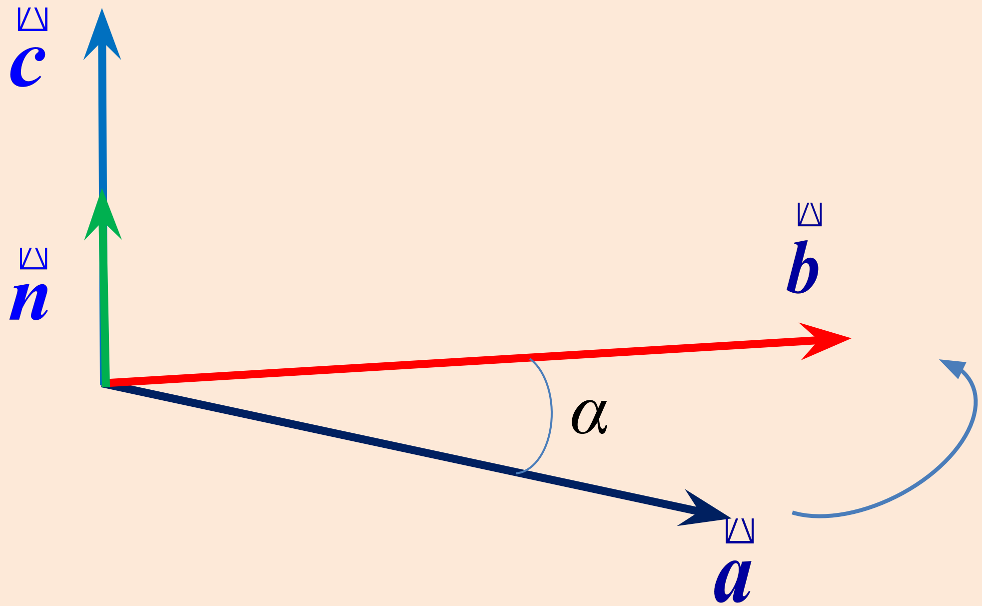
По модулю

$$c = ab\left|\sin\alpha\right|$$

Вектор $\vec{c}$ направлен по нормали к плоскости, в которой лежат векторы $\vec{a}$ и $\vec{b}$. Он перпендикулярен обоим векторам-сомножителям.

$$\vec{c} \perp \vec{a} \text{ и } \vec{c} \perp \vec{b}$$

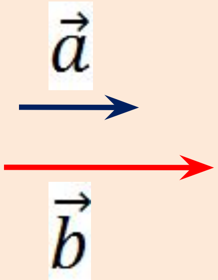
Направление вектора $\vec{c}$ находят по [правилу правого винта](#).



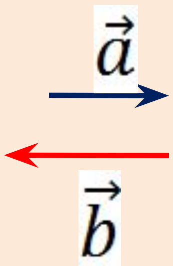
Если смотреть вслед вектору $\vec{c}$,
то поворот от $\vec{a}$ к $\vec{b}$ осуществляется по часовой стрелке.

$\vec{a}, \vec{b}$ и $\vec{c}$ образуют правую тройку векторов

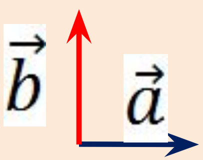
Примеры



$$c = ab\sin 0 = 0$$



$$c = ab\sin\pi = 0$$



$$c = ab\sin\frac{\pi}{2} = ab$$

$$[\vec{a},\vec{b}] = -[\vec{b},\vec{a}]$$

$$[\vec{a},\vec{a}] = 0$$

8. Производная вектора

$$\frac{d\vec{a}}{dt} = \frac{d\left(a \cdot \vec{e}_a\right)}{dt} = \underbrace{\frac{da}{dt}}\cdot \vec{e}_a + a \cdot \underbrace{\frac{d\vec{e}_a}{dt}}$$

Показывает, как изменяется модуль вектора.

Показывает, как изменяется направление вектора.

МЕХАНИКА

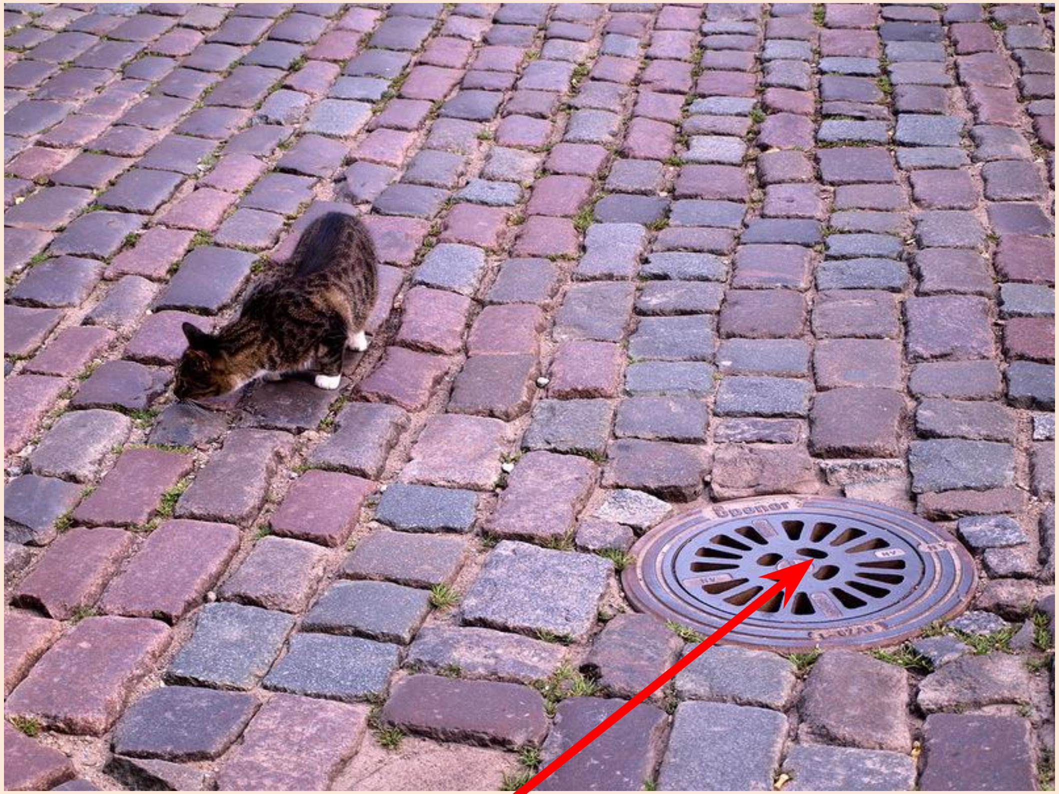

Скорость
Значительно меньше 3×10⁸м/с
Сравнима с 3×10⁸м/с
Размер
Значительно больше 10⁻⁹м
Меньше или равен 10⁻⁹м
Классич. механика
Релятивист. механика
Квантовая механика
Квантовая теория поля

Механика изучает движение тел.

Механическое движение – изменение положения тела относительно других тел.

Для описания движения необходима система отсчёта: тело отсчёта, система координат, часы.

За тело отсчета принимают такое тело, которое в данной задаче можно условно считать



Тело отсчета

Основная задача механики-

– **зная положение и скорость тела в начальный момент времени, определить положение и скорость тела в произвольный момент времени.**

Реальные физические явления очень сложны и, как правило, возможно лишь приближенное их описание.

Для этого пользуются упрощающими моделями.

Материальная точка –

– тело, размерами и формой которого в данной задаче можно пренебречь.

(Массой – нельзя!)

Абсолютно твердое тело –

– такое тело, деформацией которого можно пренебречь.

ВИДЫ ДВИЖЕНИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА

Поступательное движение – все точки тела движутся одинаково. Любая прямая, связанная с телом, параллельна самой себе.
Достаточно описать движение одной точки.

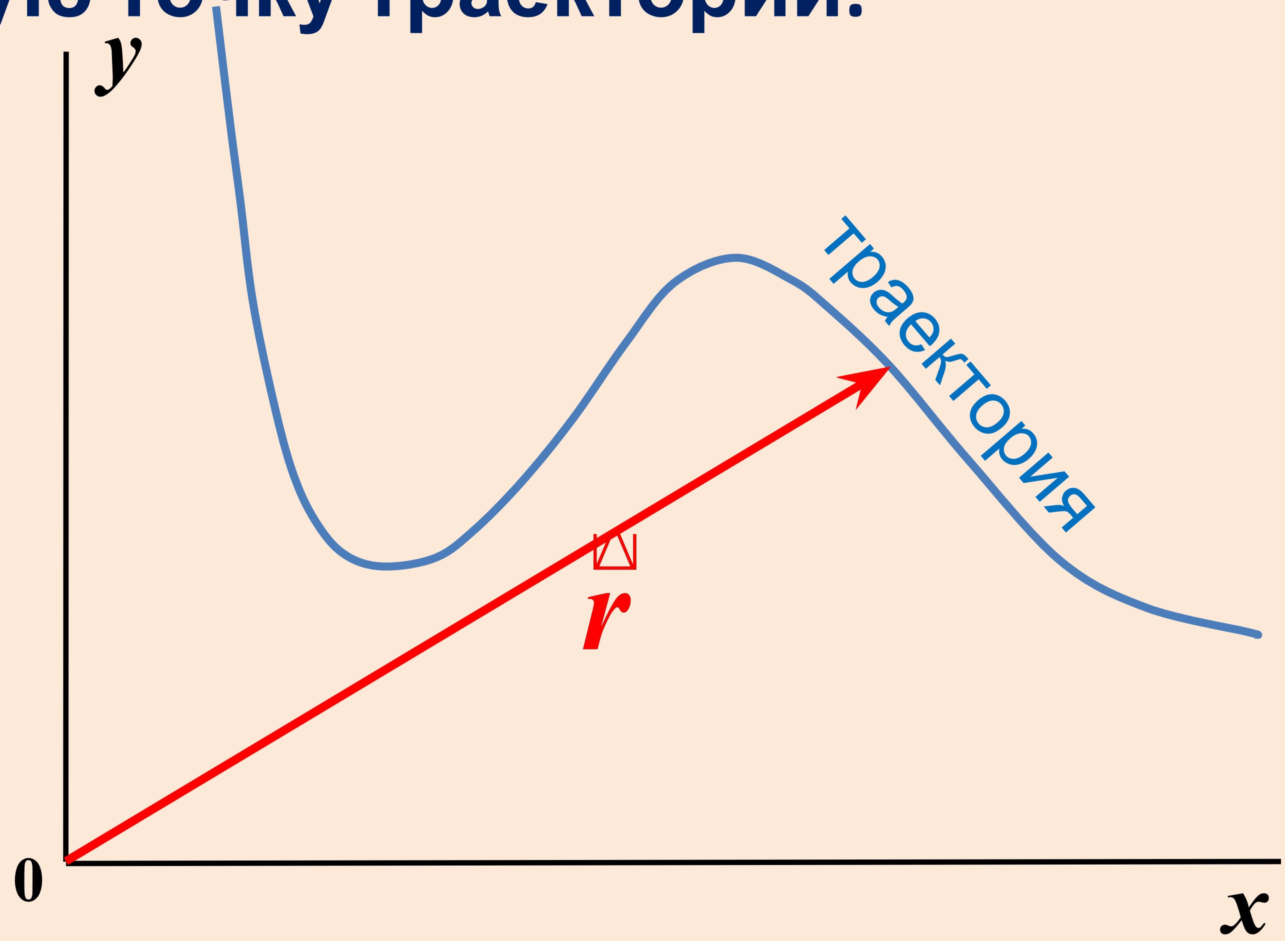
Вращательное движение – точки тела движутся по окружностям, центры которых лежат на неподвижной прямой, называемой осью вращения.

Кинематика материальной точки

Траектория – линия, по которой движется материальная точка.

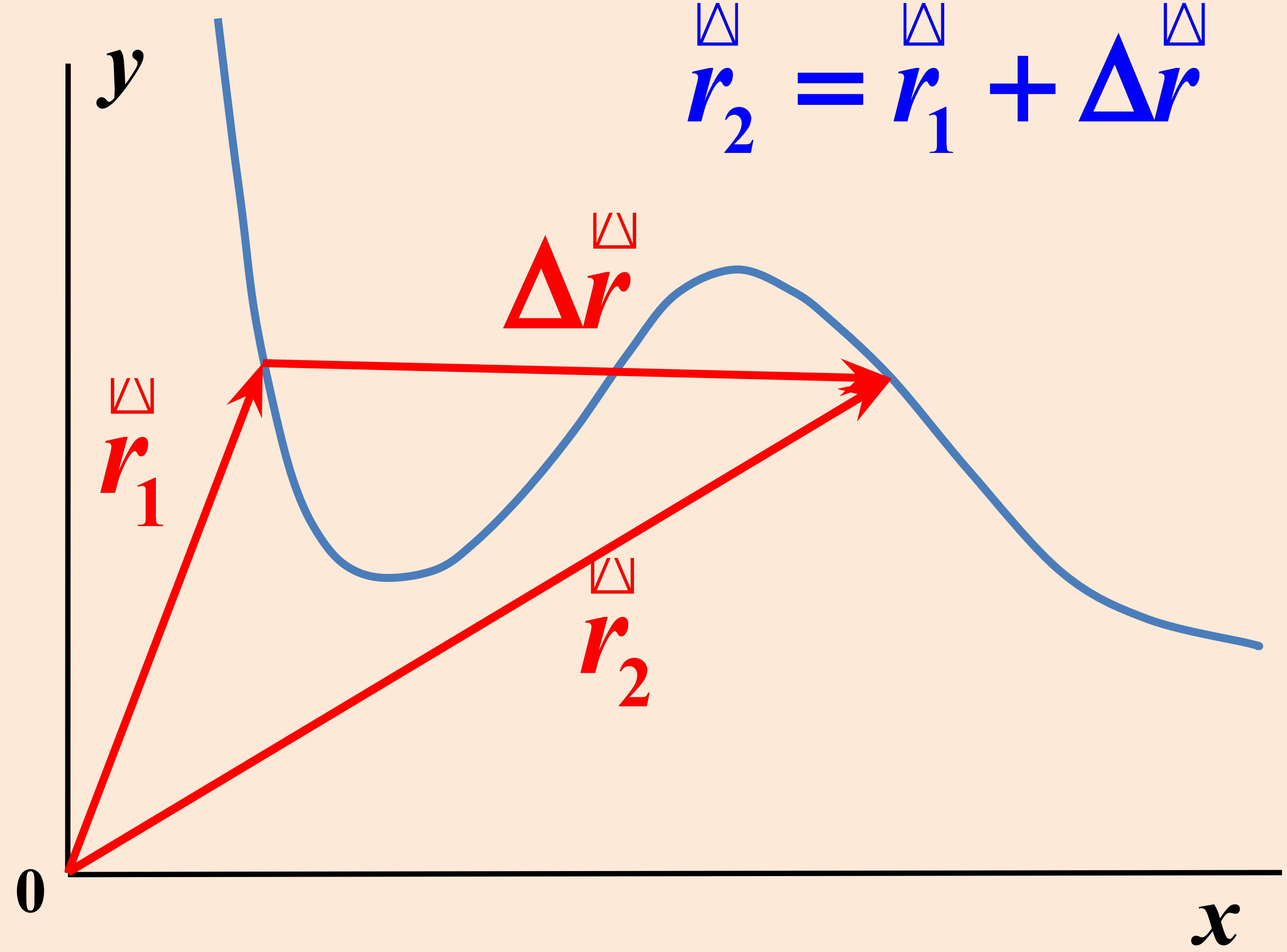
Положение точки на траектории можно задать либо с помощью координат *x*, *y*, *z*, либо с помощью радиус–вектора $\vec{r}$.

Радиус-вектор – это вектор, проведенный из начала координат в данную точку траектории.



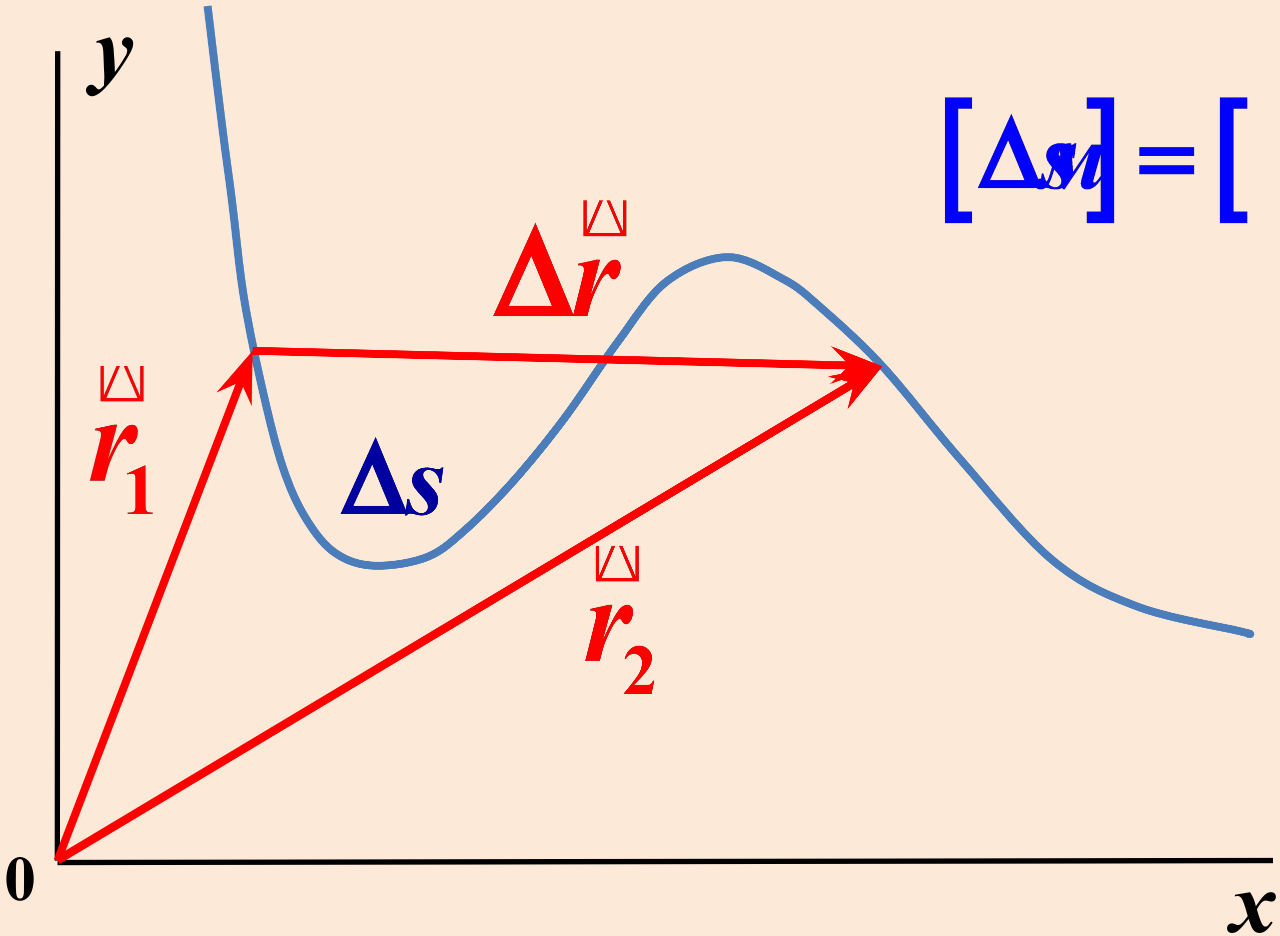
Приращение радиус - вектора $\Delta\vec{r}$ называют **вектором перемещения**.

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



Длина участка траектории между двумя положениями МТ - это путь Δs.

$[\Delta s\,\text{м}] = [\quad]$



Путь и модуль вектора перемещения равны только в случае однонаправленного прямолинейного движения. Во всех других случаях путь больше.

$$\Delta s \geq \left|\Delta \vec{r}\right|$$

Обе величины равны также при бесконечно малом перемещении.

$$ds = \left|d\vec{r}\right|$$

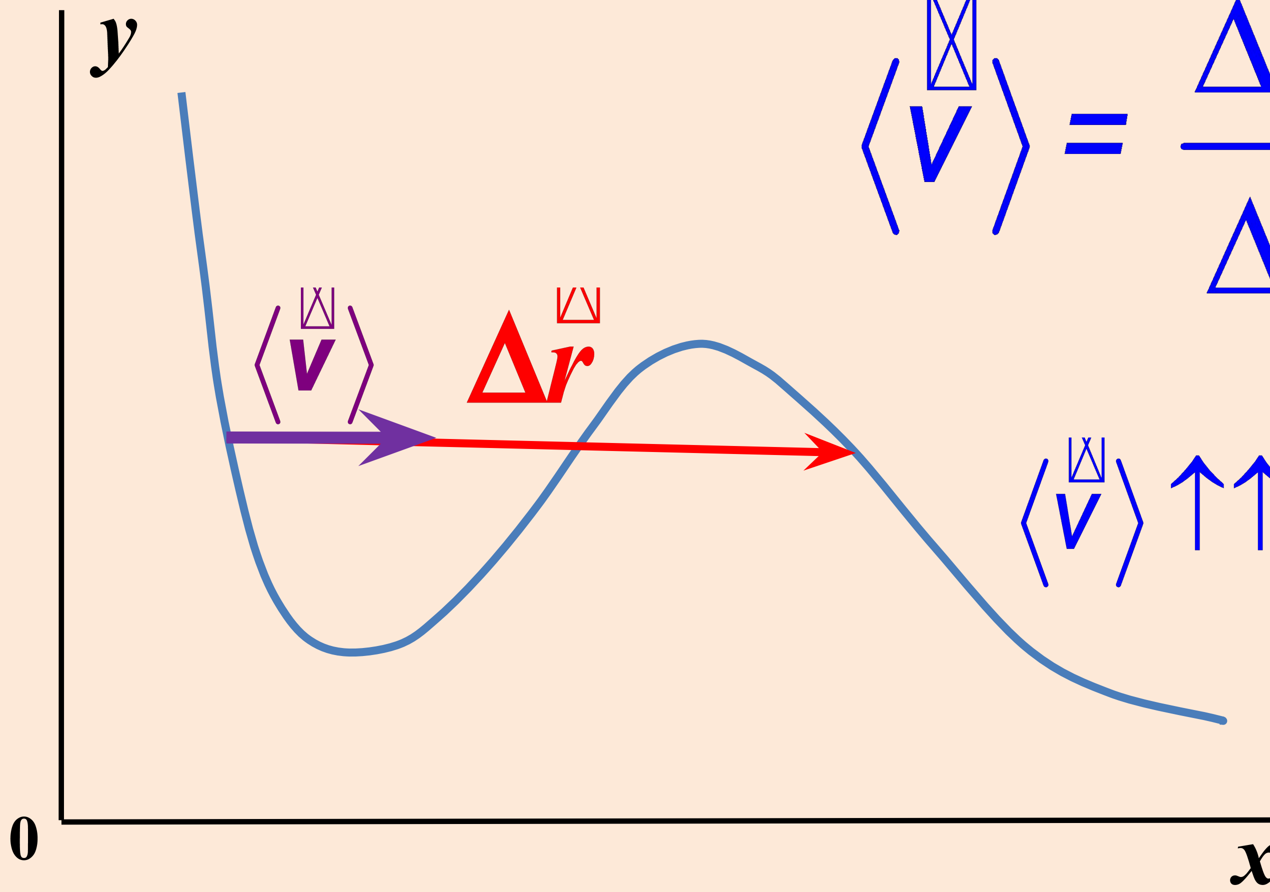
СКОРОСТЬ

Скорость – это величина, характеризующая быстроту изменения радиус-вектора материальной точки со временем.

<u>Средний вектор скорости</u>

равен отношению перемещения к промежутку времени, за который оно произошло.

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



$$\langle \vec{v} \rangle \uparrow\uparrow \Delta \vec{r}$$

Средняя путевая скорость

(средний модуль скорости) равна отношению пути к промежутку времени, за который этот путь пройден.

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

Если траектория замкнута, то

и $\Delta\vec{r} = 0$ $\langle\vec{v}\rangle = 0$,

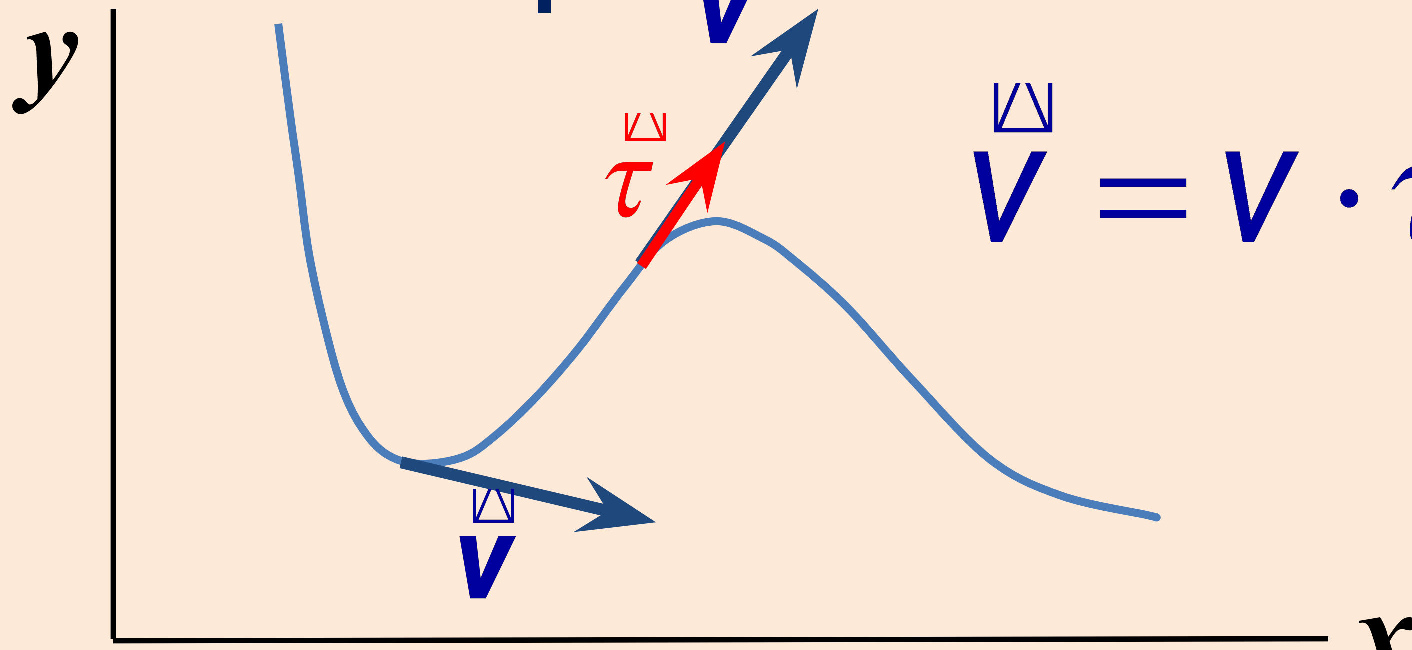
а $\Delta s \neq 0$ и $\langle v\rangle \neq 0$.

Мгновенная скорость – это скорость в данный момент времени. Ее находят как предел средней скорости при $\Delta t \to 0$.

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \to 0} \langle \vec{v} \rangle = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

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

Мгновенная скорость равна производной радиус-вектора по времени.



$$\vec{V} = V \cdot \vec{\tau}$$

Вектор мгновенной скорости направлен по касательной к

Модуль мгновенной скорости находят как производную пути по времени.

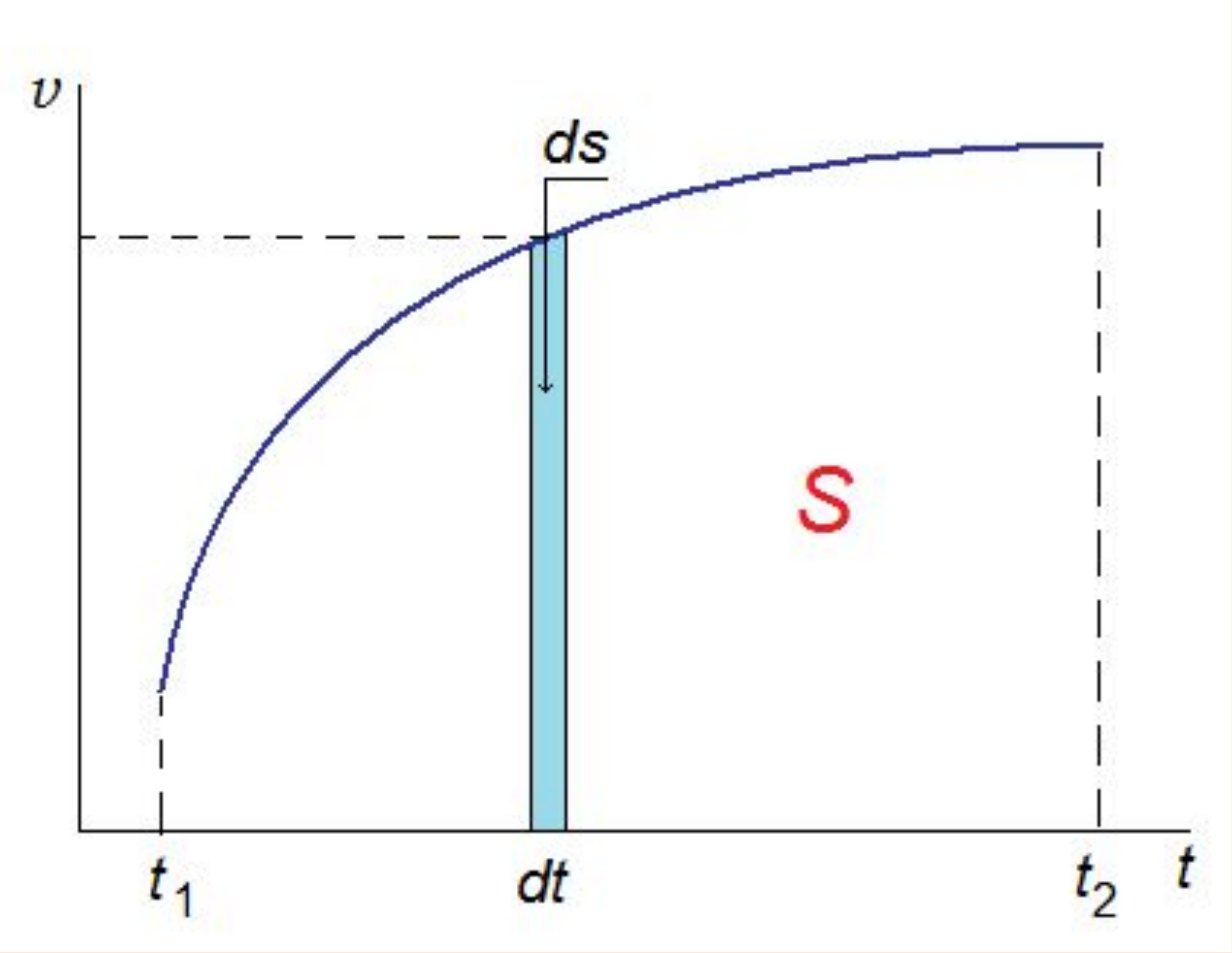
$$v = |\vec{v}| = \frac{|d\vec{r}|}{dt}$$

$$|d\vec{r}| = ds$$

$$v = \frac{ds}{dt} = \dot{s}$$

$$[v] = \left[\frac{м}{с}\right]$$

Нахождение пути по заданной
скор



Если $v = \dfrac{ds}{dt}$, то $ds = v\,dt$.

Путь, пройденный за время от t1 до t2:

$$\Delta s = \int_{t_1}^{t_2} v\,dt$$

На графике это площадь под кривой υ(t).

В случае υ=const.:

$$\Delta s = v\int_{t_1}^{t_2} dt = v(t_2 - t_1)$$