1. Что такое производная функции?
2. Что такое частная производная?
3. Назовите производные нескольких простых функций

таблица производных
https://github.com/VetrovSV/Analyt.Mech/blob/master/derivativs%2C%20integrals.pdf

Кинематика

Кинематика точки

Кинематика — раздел механики, изучающий математическое описание (средствами геометрии, алгебры, математического анализа...) движения идеализированных тел (материальная точка, абсолютно твердое тело, идеальная жидкость), без рассмотрения причин движения (массы, сил и т. д.)

где применяется

- для описания движения *всего*
- Любые подвижные механизмы
- например передача движения от двигателя, через коробку передач колёсам
- Любые движущиеся в пространстве тела
- Например капля дождя в атмосфере, движение циклона и его отдельных частей, некоторого объёма воды элементарного
- Движение спутника, движение планет и других небесных тел

Способы задания движения точки

- естественный
- координатный
- векторный

Задать движение чаще всего означает описать изменение координаты с помощью уравнений, зависящих от времени (t)

Естественный

- задана (нарисована) траектория
- Задано уравнение движения в виде $S(t) = f(t)$
- S -- координата вдоль траектории
- $f(t)$ -- некоторая функция

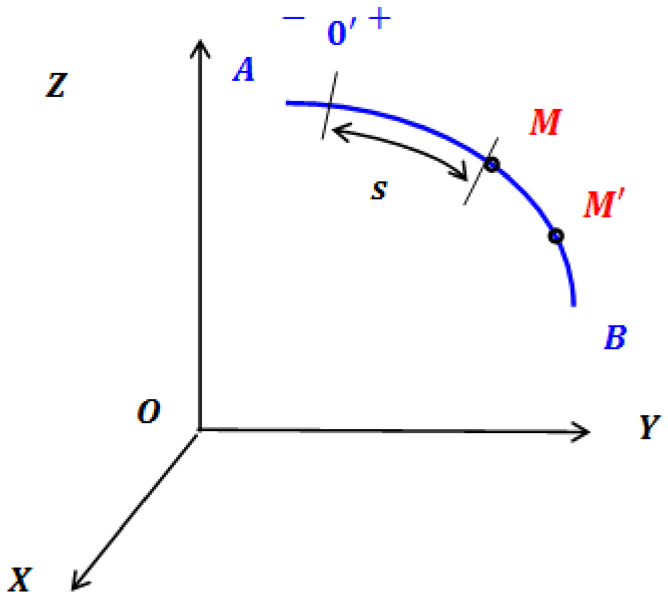


Рис.3. Естественный способ описания движения

Координатный способ

- траектория и движение задаются уравнениями:
  $x = f_1(t)$
  $y = f_2(t)$
  $z = f_3(t)$

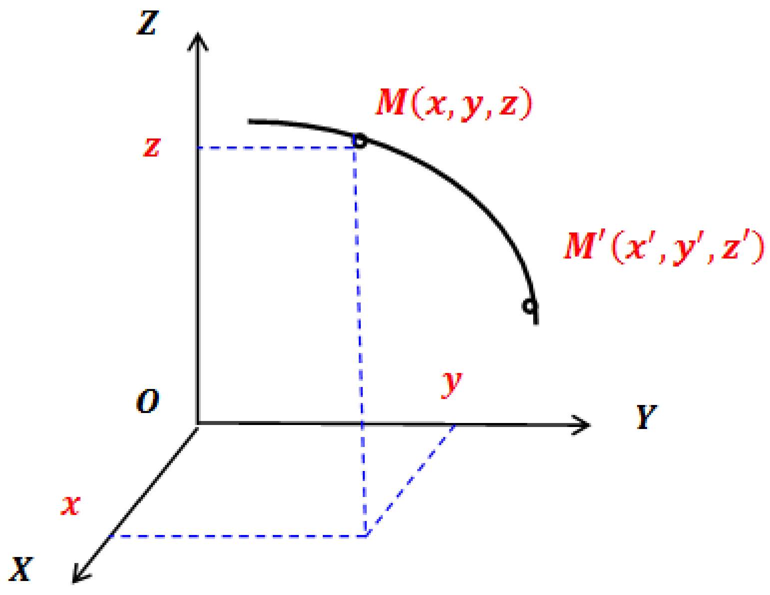


Рис.2. Координатный способ описания движения

Векторный способ

- движение и траектория задаются векторным уравнением

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

или

$\vec{r} = \vec{i} f_1(t) + \vec{j} f_2(t) + \vec{k} f_3(t)$

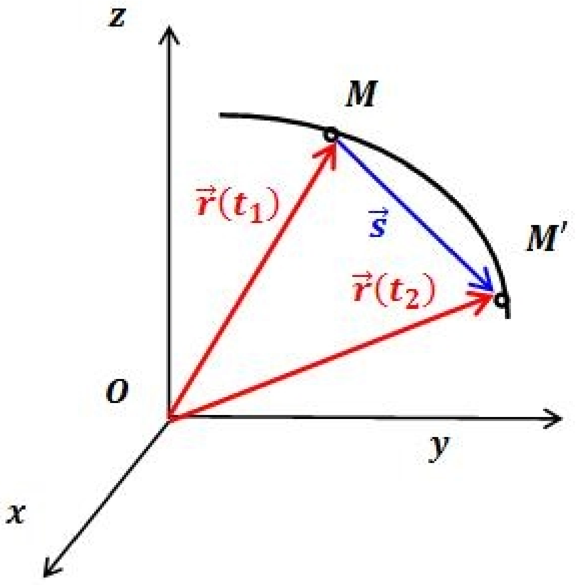
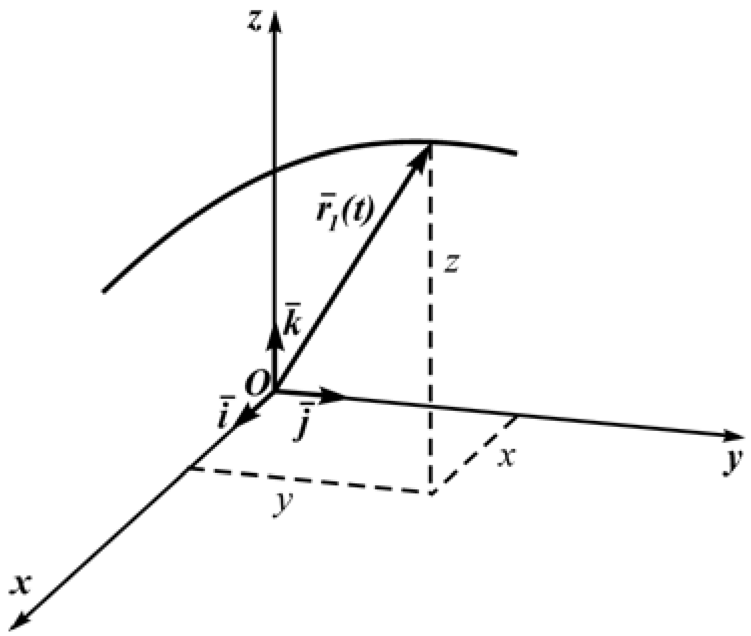


Рис.1. Векторный способ описания движения



Пример

$x = 2t + 5$
$y = -ln(t)$

$\vec{r} = \vec{i} \cdot (2t + 5) - \vec{j} \cdot ln(t)$

Скорость

Скорость ($\vec{v}$, от англ. velocity или фр. vitesse, исходно от лат. vēlōcitās) — векторная физическая величина, характеризующая быстроту перемещения и направление движения материальной точки относительно выбранной системы отсчёта.

Телу можно придать скорость подействовав на него силой. Если действие сил прекратится, то скорость сохраняется. Причем она не будет менять своего модуля и направления.

Средняя скорость
$v_{\text{ср}} = \frac{\Delta S}{\Delta t}$

Единицы измерения [м\с]

Мгновенная скорость (скорость здесь сейчас):

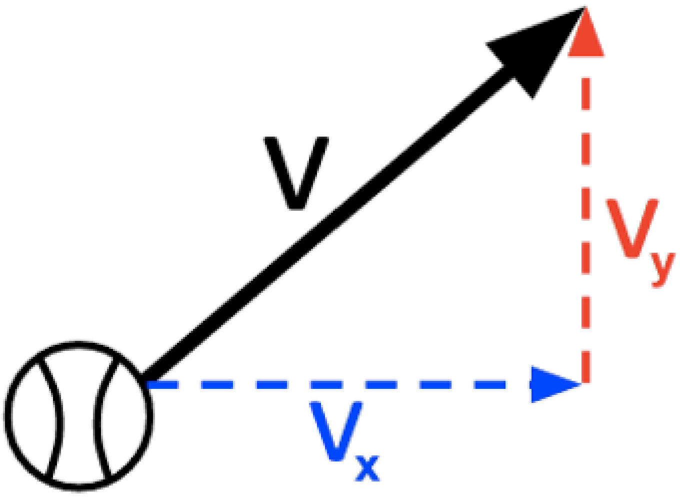
- $v = \frac{dS}{dt}$ -- алгебраическая величина скорости
- $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$ -- векторная скорость
- $v_x = \frac{dx}{dt}$
  $v_y = \frac{dy}{dt}$
  $v_z = \frac{dz}{dt}$

Скорость -- производная от координаты по времени. В теоретической механике принято обозначать скорость ставя точку над координатой.

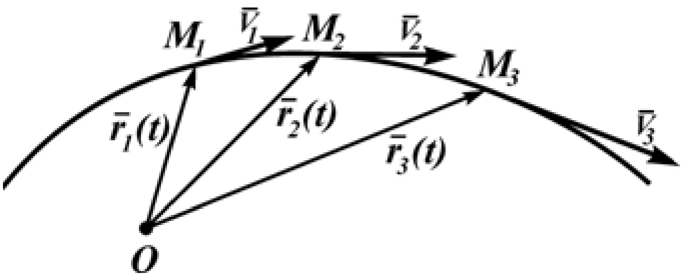
$v_x = \frac{dx}{dt} = \dot{x}$
$v_y = \frac{dy}{dt} = \dot{y}$
$v_z = \frac{dz}{dt} = \dot{z}$

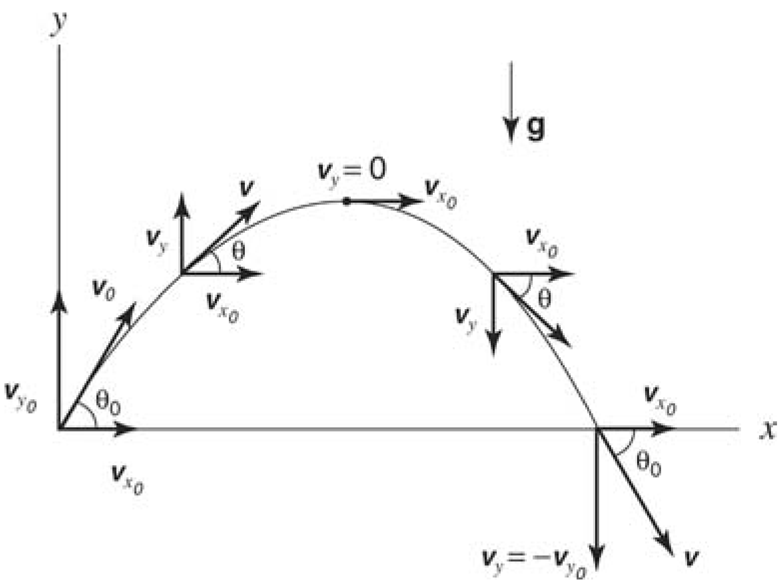
Полная алгебраическая скорость
$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$

Вектор скорости
$\vec{v} = \overrightarrow{v_x} + \overrightarrow{v_y} + \overrightarrow{v_z}$



Скорость всегда находится на касательной к траектории





Пример

Найдите уравнения описывающие изменение скорости, если движение задано уравнениями:

$x = 2t + 3$

$y = 12t^2 - t$

- Как выглядит траектория точки?
- Какие выводы можно сделать о скорости вдоль каждой из осей координат?
- Запишите уравнений полной алгебраической скорости
- Вычислите скорость и координату в заданный момент времени

$v_x = \frac{dx}{dt} = \dot{x} = \frac{d(2t+3)}{dt}$

$v_x = \dot{x} = 2$ м\с

$v_y = \dot{y} = 12 \cdot 2 \cdot t - 1 = 24t - 1$ м\с

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

$v = \sqrt{2^2 + (24t - 1)^2}$

Координата и скорость точки в момент времени t = 2 с

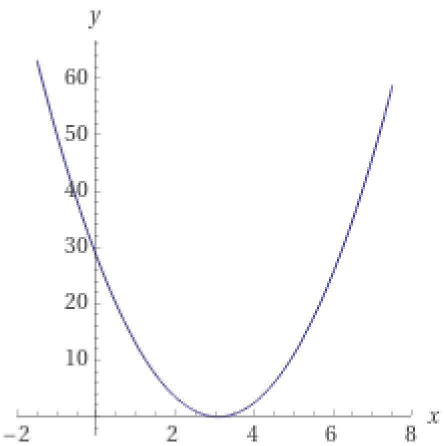
$x(t = 2) = 7$ м
$y(t = 2) = 24 \cdot 4 - 2 = 94$ м

$v_x = 2$ м\с
$v_y(t = 2) = 47$ м\с
$v(t = 2) = \sqrt{4 + 47^2} \approx 47$ м/с

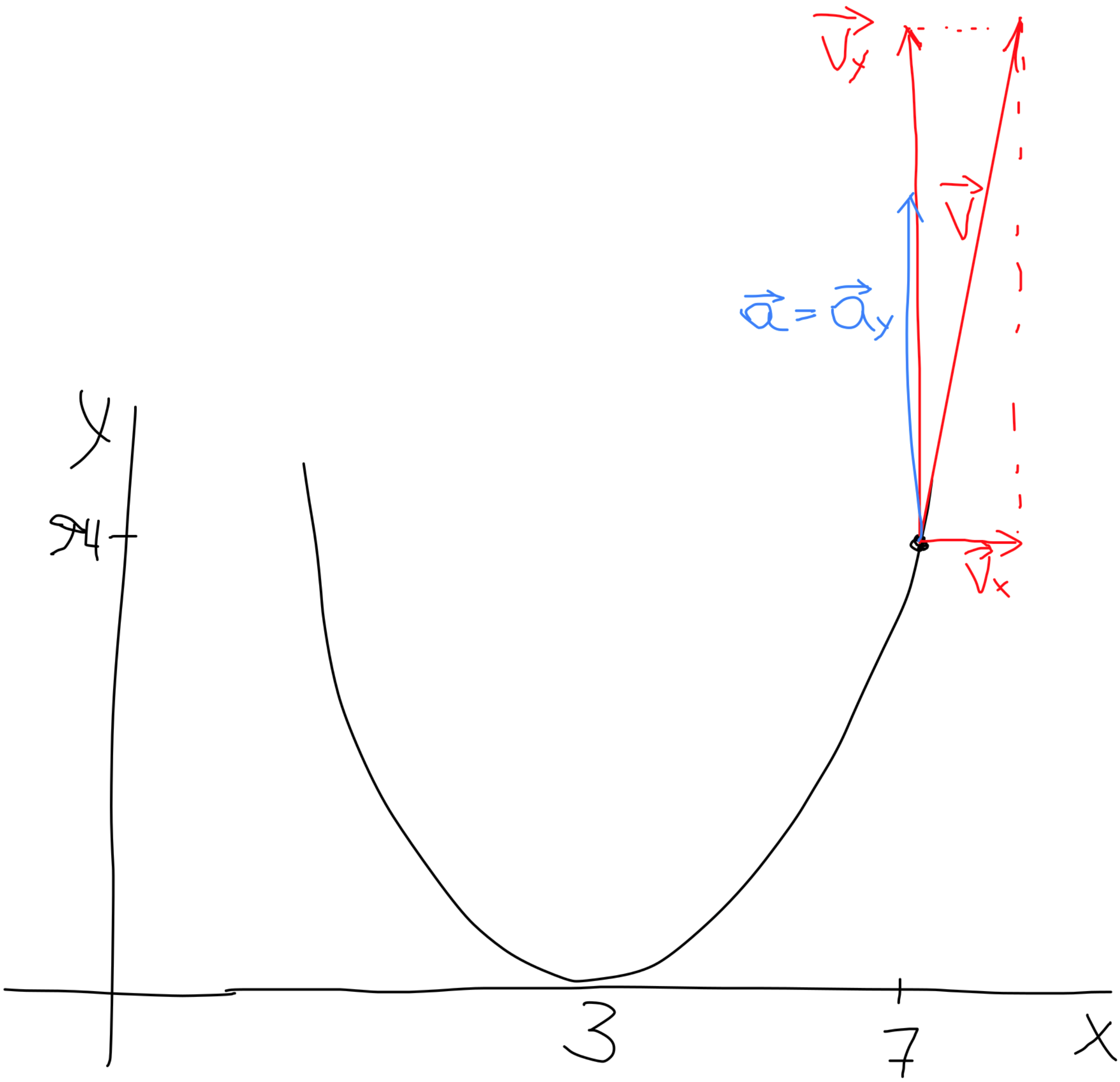
$ a_x = \frac{dv_x}{dt} = \frac{d(2)}{dt} = 0$

$ a_y = \frac{dv_y}{dt} = \frac{d(24t - 1)}{dt} = 24$

$ a = 24 $ м/с2



(t from −2.25 to 2.25)



Ускорение точки

Ускорение ($\vec{a}$$\vec{a}$ (от лат. acceleratio) или w) — физическая величина, определяющая быстроту изменения модуля и вектора скорости, то есть первая производная от скорости по времени.

Ускорение -- признак действия неуравновешенной системы сил на тело. Например одной силы. Если действие сил прекратится, то ускорение исчезнет.

Единицы измерения $м \backslash c^2$$м \backslash c^2$

- $a_x = \frac{dv_x}{dt} = \dot{v_x} = \frac{d^2x}{dt^2} = \ddot{x} $$a_x = \frac{dv_x}{dt} = \dot{v_x} = \frac{d^2x}{dt^2} = \ddot{x} $
  $a_y = \frac{dv_y}{dt} = \dot{v_y} = \frac{d^2x}{dt^2} = \ddot{y} $$a_y = \frac{dv_y}{dt} = \dot{v_y} = \frac{d^2x}{dt^2} = \ddot{y} $

$a_z = \frac{dv_y}{dt} = \dot{v_z} = \frac{d^2x}{dt^2} = \ddot{z} $$a_z = \frac{dv_y}{dt} = \dot{v_z} = \frac{d^2x}{dt^2} = \ddot{z} $

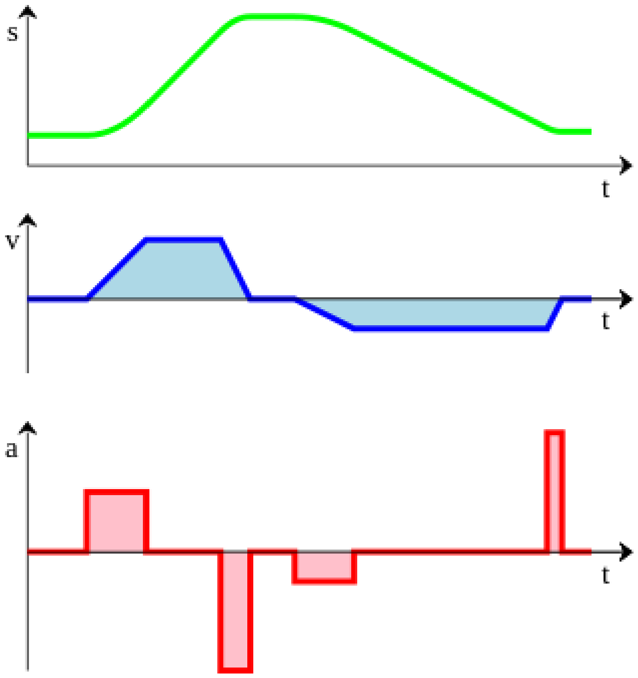
Полное алгебраическое ускорение

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

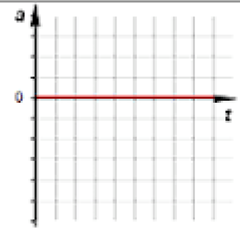
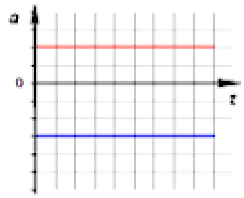
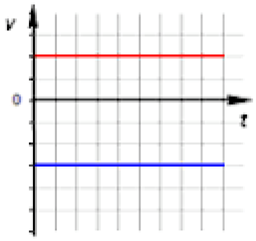
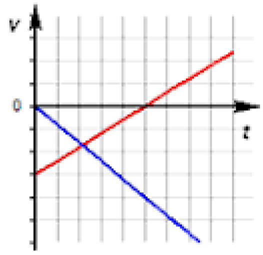
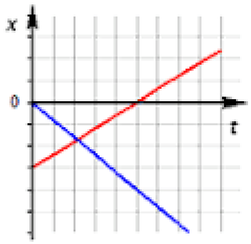
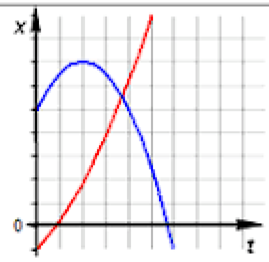
Вектор ускорения

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

Графики координаты, скорости и ускорения



Классификация движения материальной точки

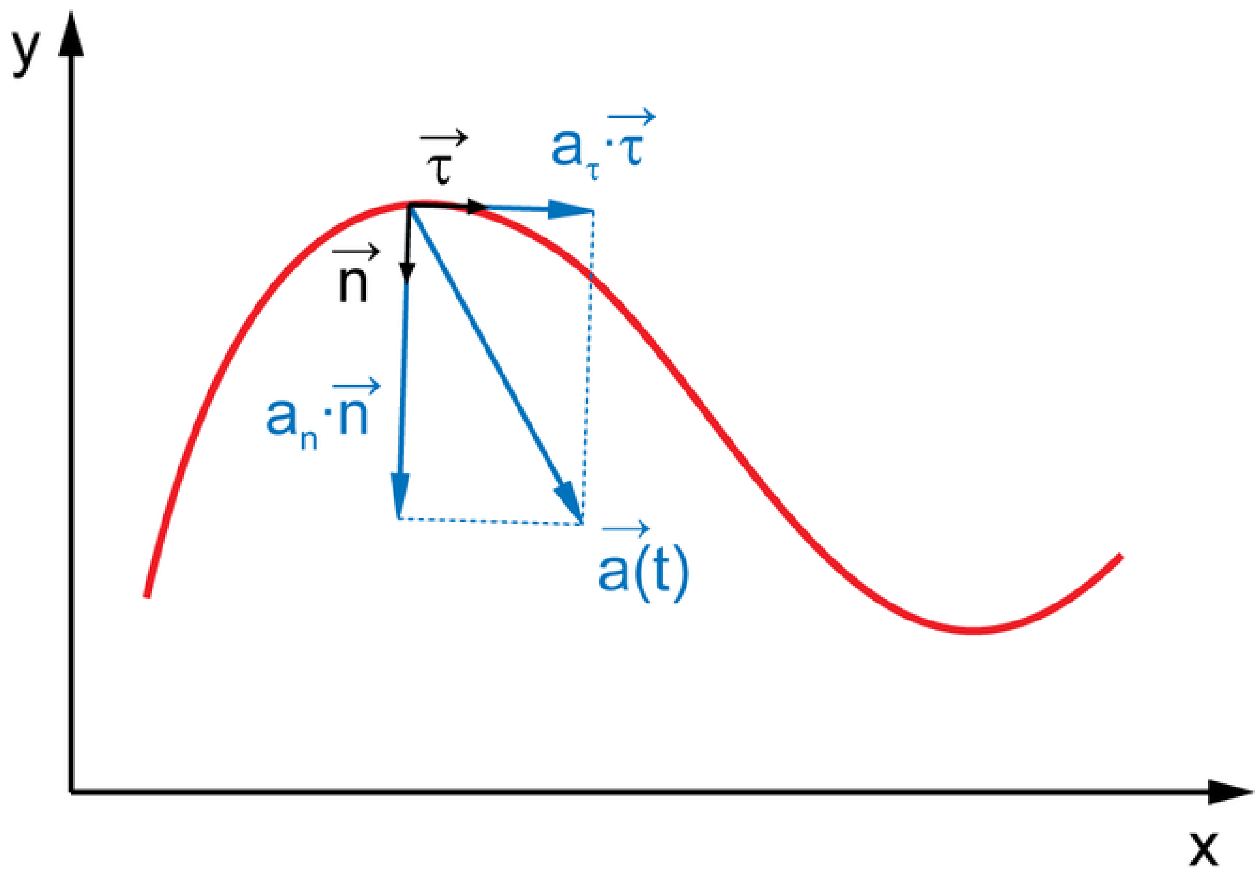
зависимость	равномерное движение	равноускоренное движение
$a(t)$	 $a = 0$	 $a = const$
$v(t)$	 $v = const$	 $\vec{v} = \vec{v}_o + \vec{a}t$
$x(t)$	 $x = x_0 + \vec{v}t$	 $x = x_0 + \vec{v}_o t + \frac{\vec{a}t^2}{2}$

Естественные координатные оси

- начало координат в данной точке траектории
- движутся вместе с точкой
- изменяют свои направления во время движения

- $\tau$$\tau$ направлена по касательной к траектории в данной точке, в сторону движения (по скорости)
- $n$$n$ -- нормаль, направлена $\perp$$\perp$ оси $\tau$$\tau$, в сторону вогнутости траектории. в случае прямолинейной траектории направление не определено.
- $b$$b$ -- бинормаль, направлена так чтобы $\tau$$\tau$, $n$$n$, $b$$b$ образовывали правую систему координат

Ускорения в естественной координатной системе



- $a_\tau$$a_\tau$ -- тангенциальное ускорение. определяет изменение алгебраической скорости

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

  $a_\tau = |\frac{\vec{v}\cdot\vec{a}}{v}|$$a_\tau = |\frac{\vec{v}\cdot\vec{a}}{v}|$

  $\vec{v} \cdot \vec{a}$$\vec{v} \cdot \vec{a}$ -- скалярное произведение $\vec{v} \cdot \vec{a} = v_x \cdot a_x + v_y \cdot a_н$$\vec{v} \cdot \vec{a} = v_x \cdot a_x + v_y \cdot a_н$

- $a_n$$a_n$ -- нормальное ускорение. определяет изменение направления скорости

  $a_n = \frac{v^2}{r}$$a_n = \frac{v^2}{r}$

  ${r}$${r}$ -- радиус кривизны.

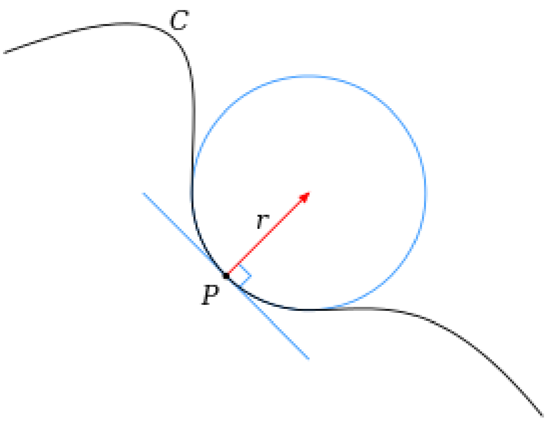
  $a_n = \frac{|\vec{v}\times\vec{a}|}{v}$$a_n = \frac{|\vec{v}\times\vec{a}|}{v}$

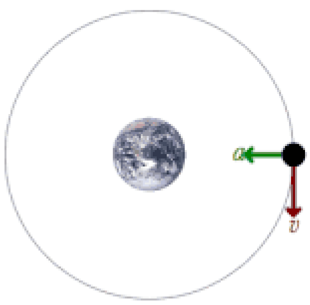
  $\vec{v}\times\vec{a}$$\vec{v}\times\vec{a}$ -- векторное произведение векторов $\vec{v}\times\vec{a} = v_x \cdot a_y - v_y \cdot a_x$$\vec{v}\times\vec{a} = v_x \cdot a_y - v_y \cdot a_x$

- $a_b = 0$$a_b = 0$

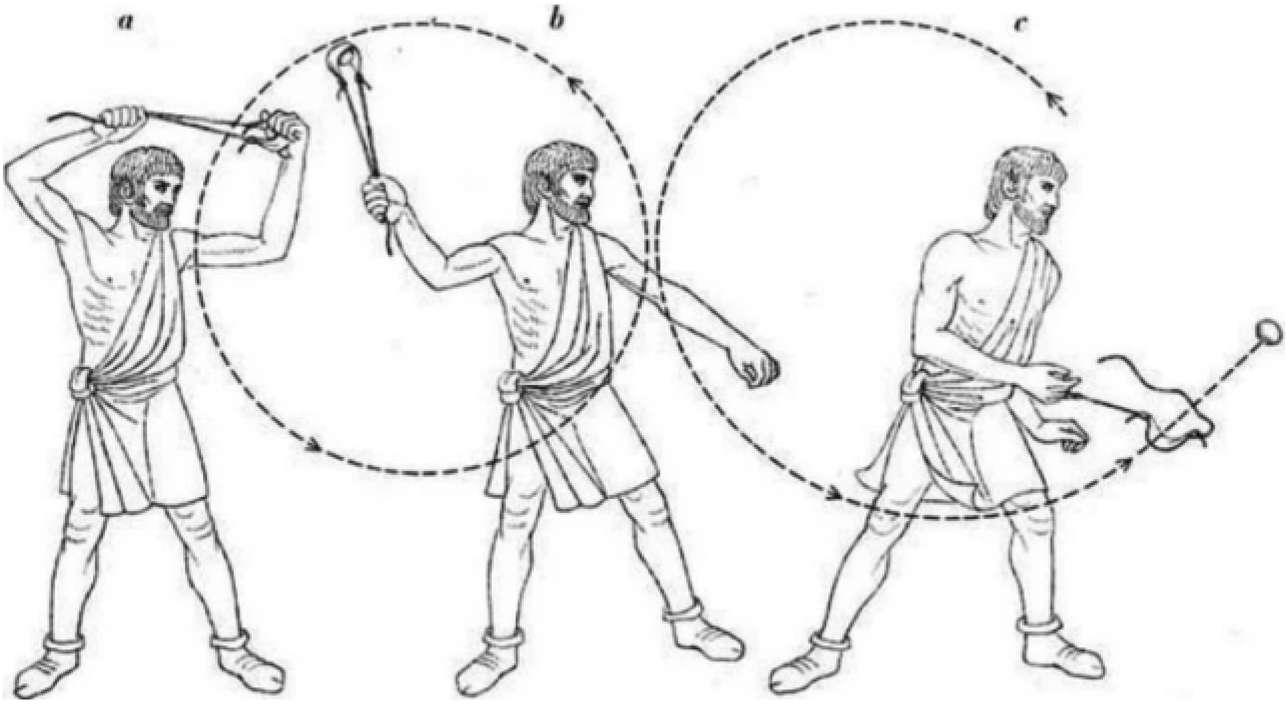
- Полное ускорение
  $ \vec{a} = \vec{a_\tau} + \vec{a_n}$$ \vec{a} = \vec{a_\tau} + \vec{a_n}$

- Модуль полного ускорения
  $ a = \sqrt{ a_\tau^2 + a_n^2}$$ a = \sqrt{ a_\tau^2 + a_n^2}$





Куда будут направлены вектора скорости и ускорений в разных точках траектории?



Вопросы

1. Можно ли *почувствовать* скорость? Ускорение?
2. Как будет двигаться точка, если его ускорение равно нулю?
3. Как будет двигаться точка, если у него есть только тангенциальное ускорение?
4. Как будет двигаться точка, если у него есть только нормальное ускорение?

5. Как будет двигаться точка, если у него есть и нормальное ускорение и