

Лекция 1

Кинематика поступательного движения

ВСГУТУ, кафедра «Физика»

Механика,

рассматривающая движение объектов, превышающих размеры атомов, перемещающихся со скоростями много меньшими скорости света.

Электромагнетизм,

изучающий взаимодействие электрических зарядов и электромагнитных полей.

Оптика,

анализирующая поведение света, и его взаимодействие с различными материалами.

Квантовая физика,

содержащая теории поведения объектов микроскопических размеров.

Молекулярная физика и термодинамика,

занимающиеся изучением теплоты, температуры и поведения систем, состоящих из большого числа частиц.

Математика – царица наук

$$a^n \cdot a^m = a^{n+m}$$

$$10^2 \cdot 10^3 = 10^{2+3} = 10^5$$

$$\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$$

$$\frac{10^2}{10^3} = 10^{2-3} = 10^{-1} = \frac{1}{10}$$

$$(a^n)^m = a^{n \cdot m}$$

$$(10^2)^3 = 10^{2 \cdot 3} = 10^6$$

$$0,00123986 = 1,240 \cdot 10^{-3}$$

$$X,XXX \cdot 10^{\pm XX}$$

$$1\,222\,700 = 1,223 \cdot 10^6$$

Международная система единиц (СИ)

фр. *Système International*

Метр

Килограмм

Секунда

Ампер

Кельвин

Моль

Кандела

Радан

Стерадан

Гауссова система единиц (СГС)

«сантиметр – грамм – секунда»

Приставки

КРАТНЫЕ

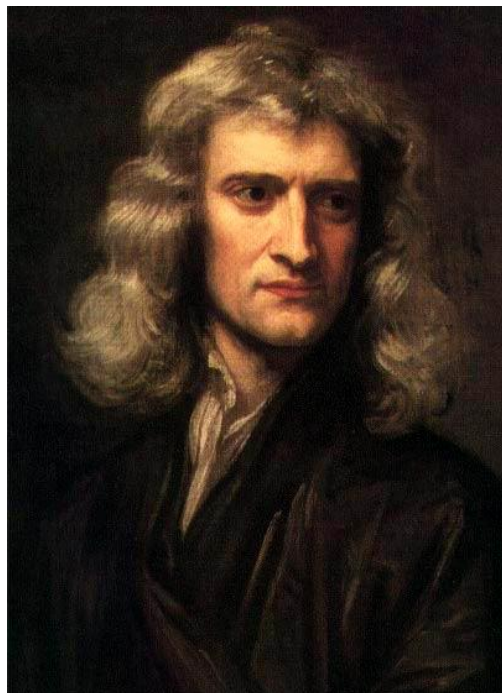
приставка	обозначение	множитель
Экса	Э	10^{18}
Пета	П	10^{15}
Тера	Т	10^{12}
Гига	Г	10^9
Мега	М	10^6
Кило	к	10^3
Гекто	г	10^2
Дека	да	10^1

ДОЛЬНЫЕ

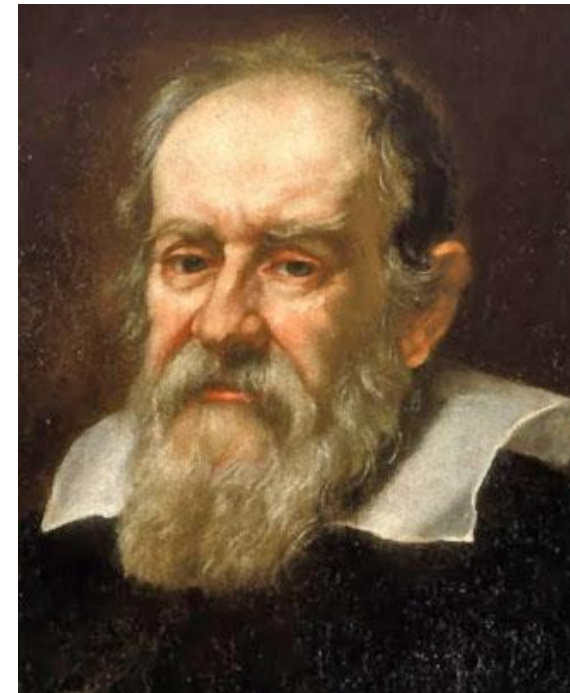
приставка	обозначение	множитель
Атто	а	10^{-18}
Фемто	ф	10^{-15}
Пико	п	10^{-12}
Нано	н	10^{-9}
Микро	мк	10^{-6}
Милли	м	10^{-3}
Санتي	с	10^{-2}
Деци	д	10^{-1}

Механика

Основоположники
классической
механики



Исаак Ньютон
1643–1727



Галилео Галилей
1564–1642

Идеализации в механике

Материальная точка (частица) – это тело, обладающее конечной массой, размерами которого в условиях данной задачи можно пренебречь.

Абсолютно твердое тело – тело, расстояние между двумя точками которого не меняется.

Механика

– раздел физики, которая изучает закономерности механического движения и причины, вызывающие или изменяющие это движение.

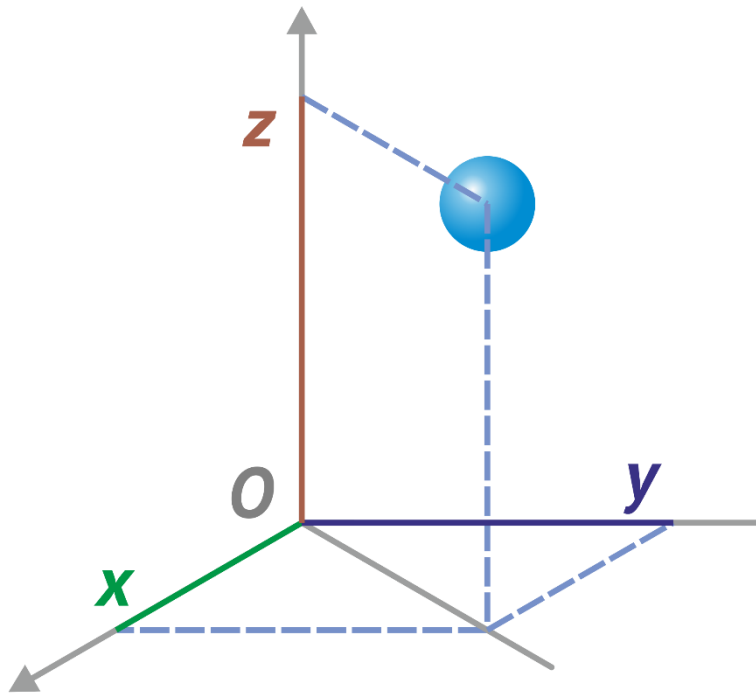
Механическое движение – это изменение с течением времени взаимного расположения тел или их частей.

Механика делится на:

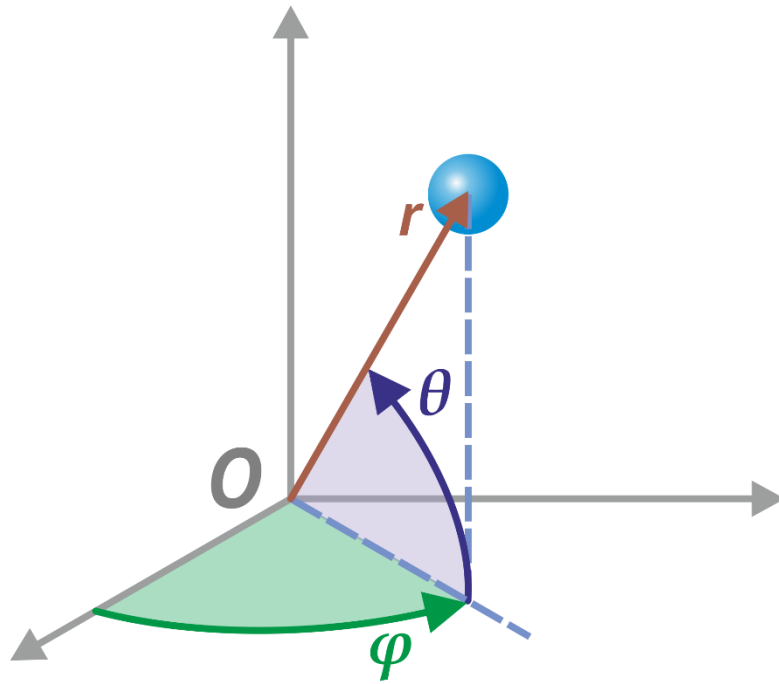
- **Кинематика** изучает движение тел, не рассматривая причины, которые это движение обуславливают.
- **Динамика** изучает законы движения тел и причины, которые вызывают или изменяют это движение (силы и энергии).

Система отсчёта

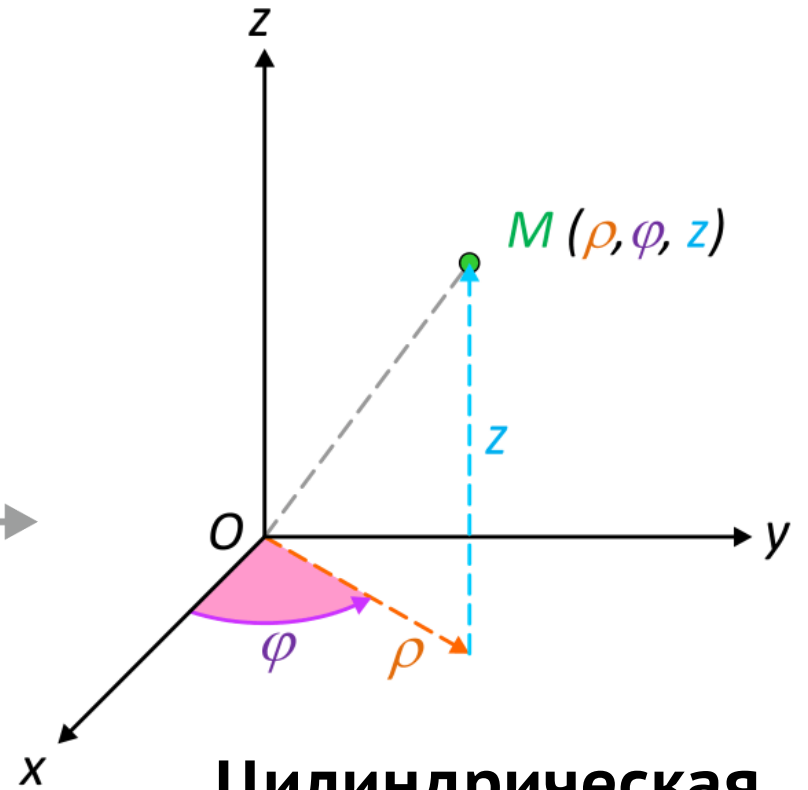
Системы координат



Прямоугольная

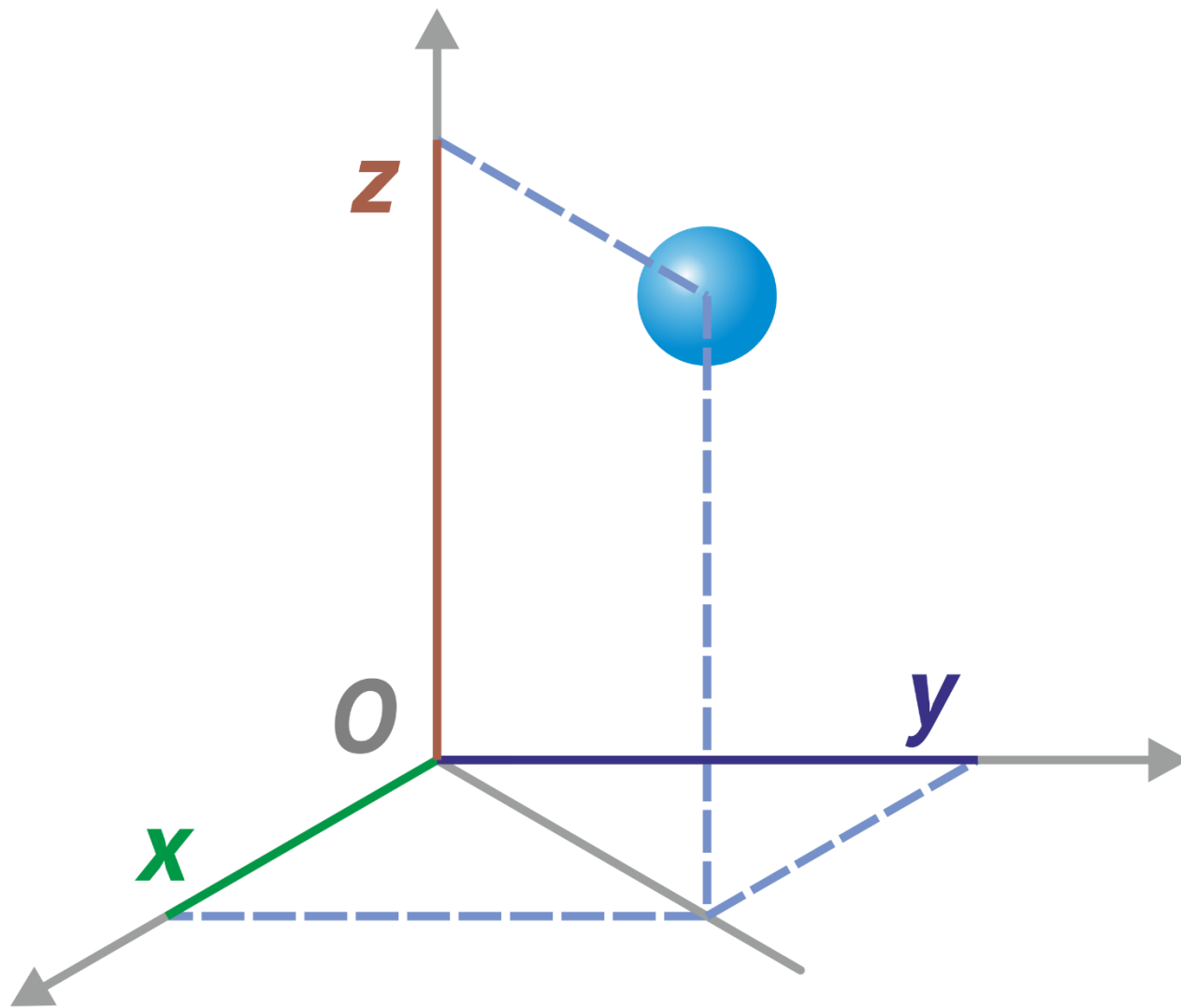


Сферическая



Цилиндрическая

Прямоугольная
система координат

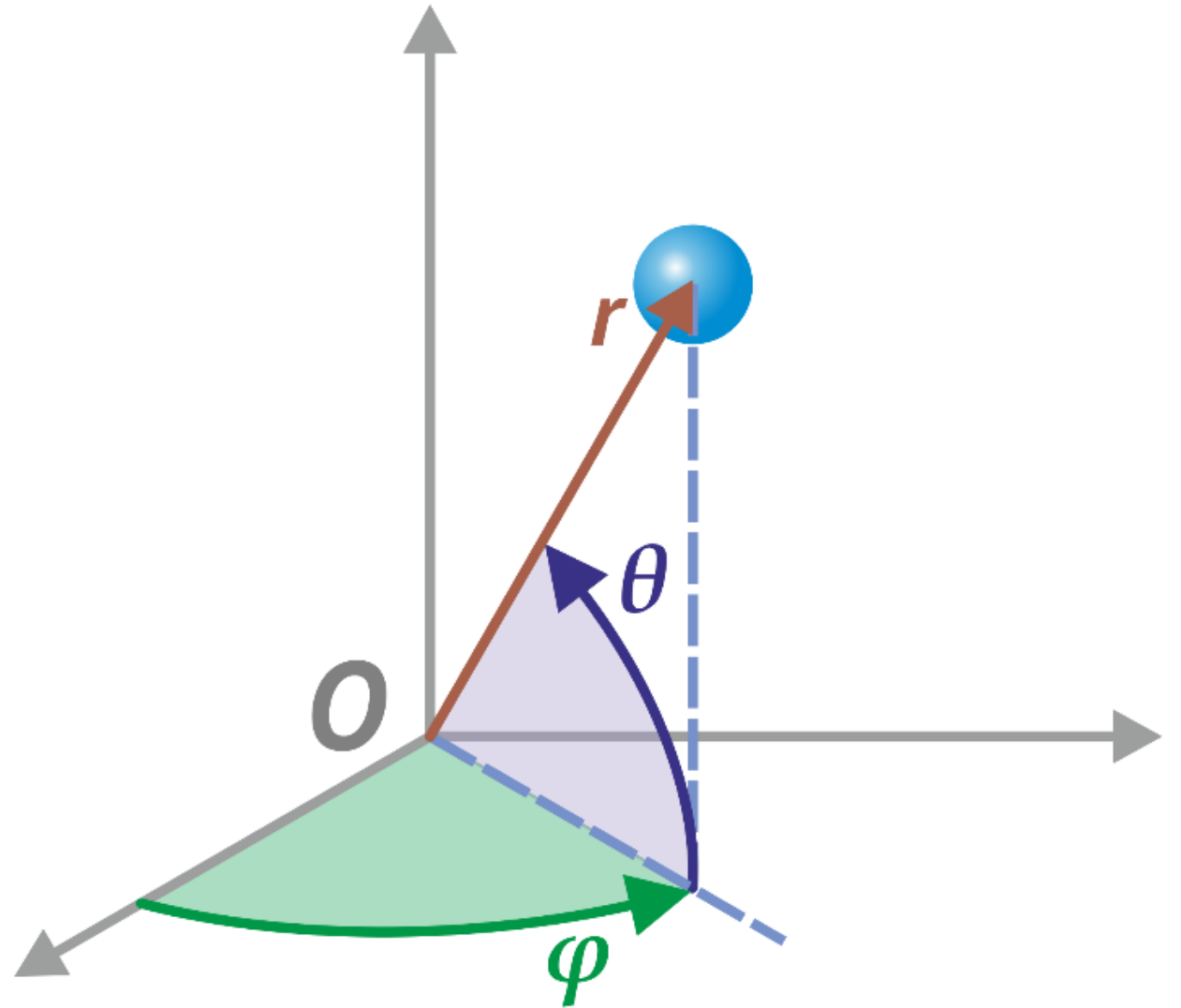


Сферическая система координат

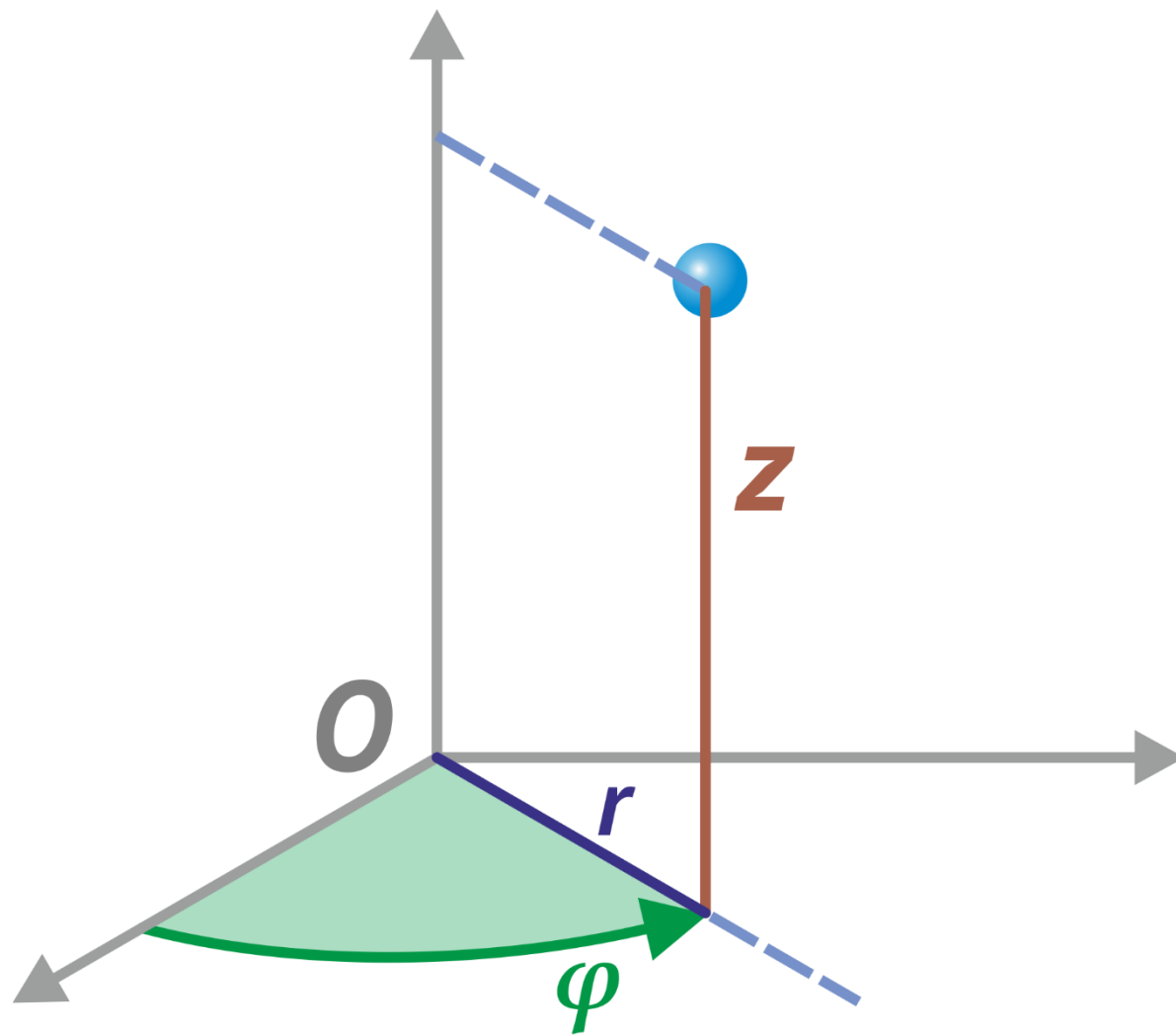
r – расстояние от начала
координат до тела

φ – азимутальный угол

θ – зенитный угол



Цилиндрическая система координат



Система отсчёта

– совокупность системы
координат, тела отсчёта
и часов

Кинематическое уравнение движения

$$x = x_0 + v_0 t$$

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$x = x_0 + v_0 t + \dots + ct^n$$

$$x = x(t)$$

Кинематическое уравнение движения

$$\begin{cases} x = x(t) \\ y = y(t) \\ z = z(t) \end{cases}$$

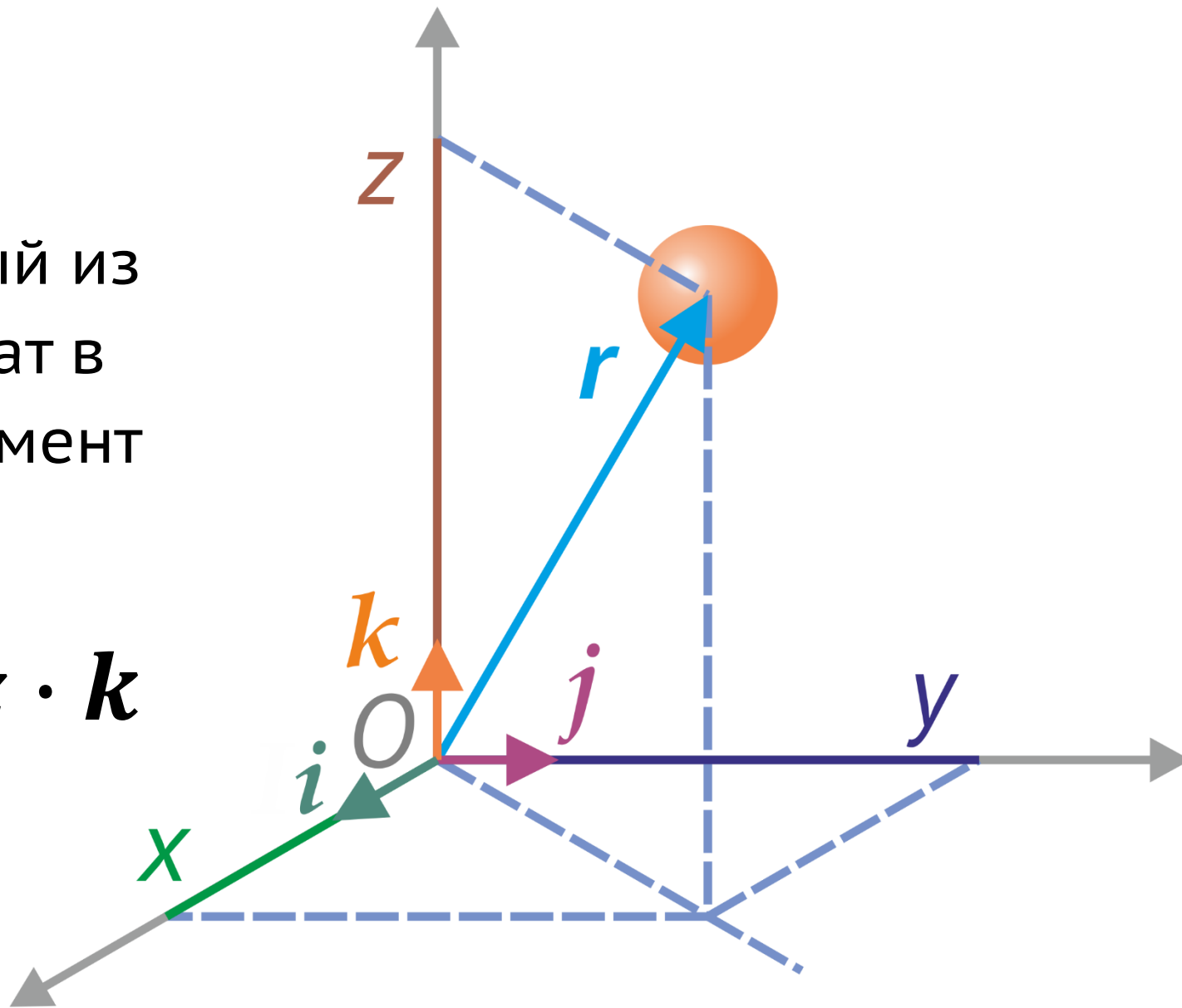
Радиус-вектор

Радиус-вектор

– это вектор, проведенный из начала системы координат в ту точку, где в данный момент времени находится тело.

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

$\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}$ – орты



Кинематические уравнения движения

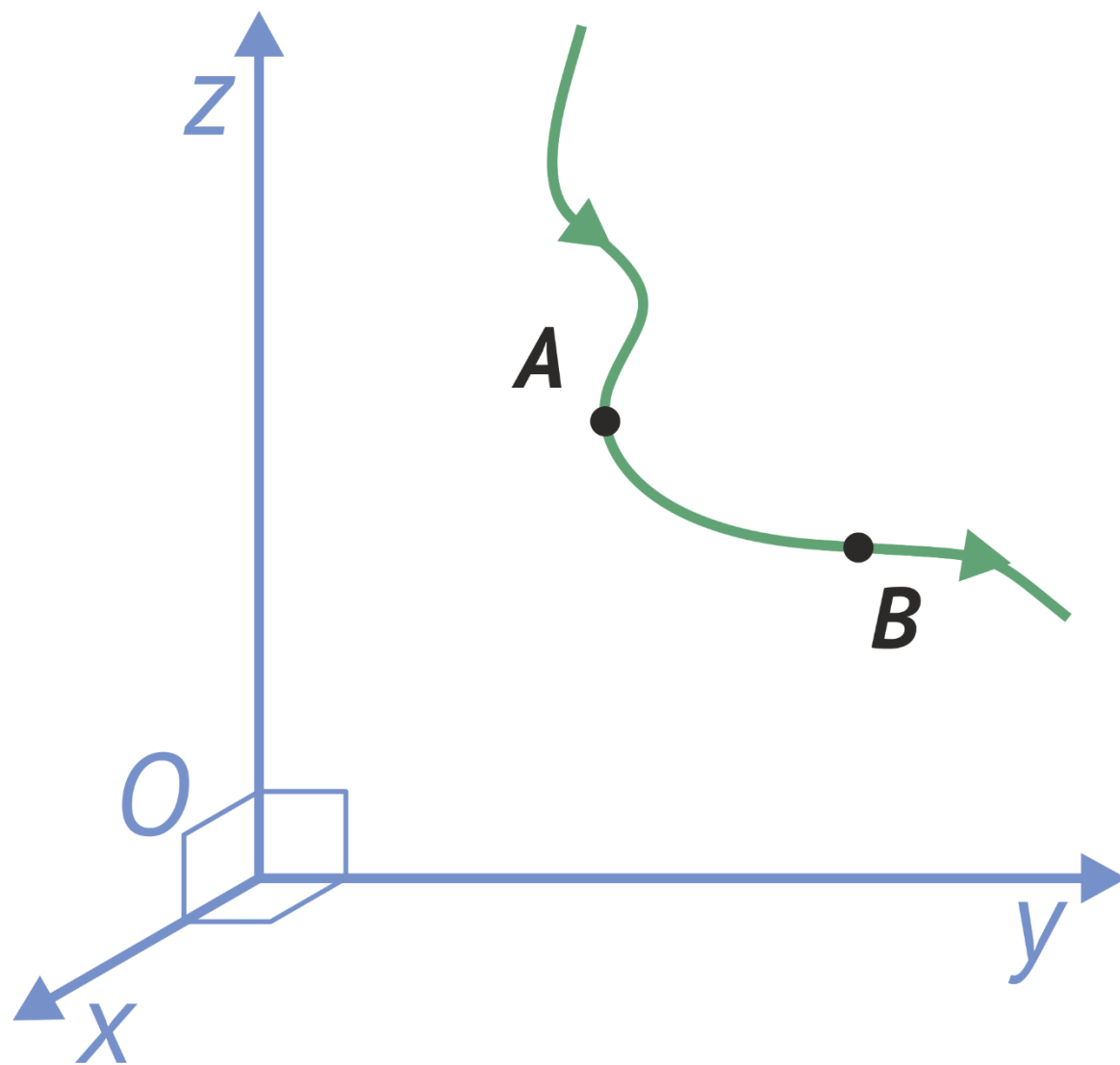
$$\begin{cases} x = x(t) \\ y = y(t) \\ z = z(t) \end{cases} \quad \mathbf{r} = \mathbf{r}(t)$$

Число степеней свободы – число независимых координат, полностью определяющих положение точки в пространстве.

Траектория

Траектория движения материальной точки

– линия, по которой движется тело (линия, описываемая этой точкой в пространстве).

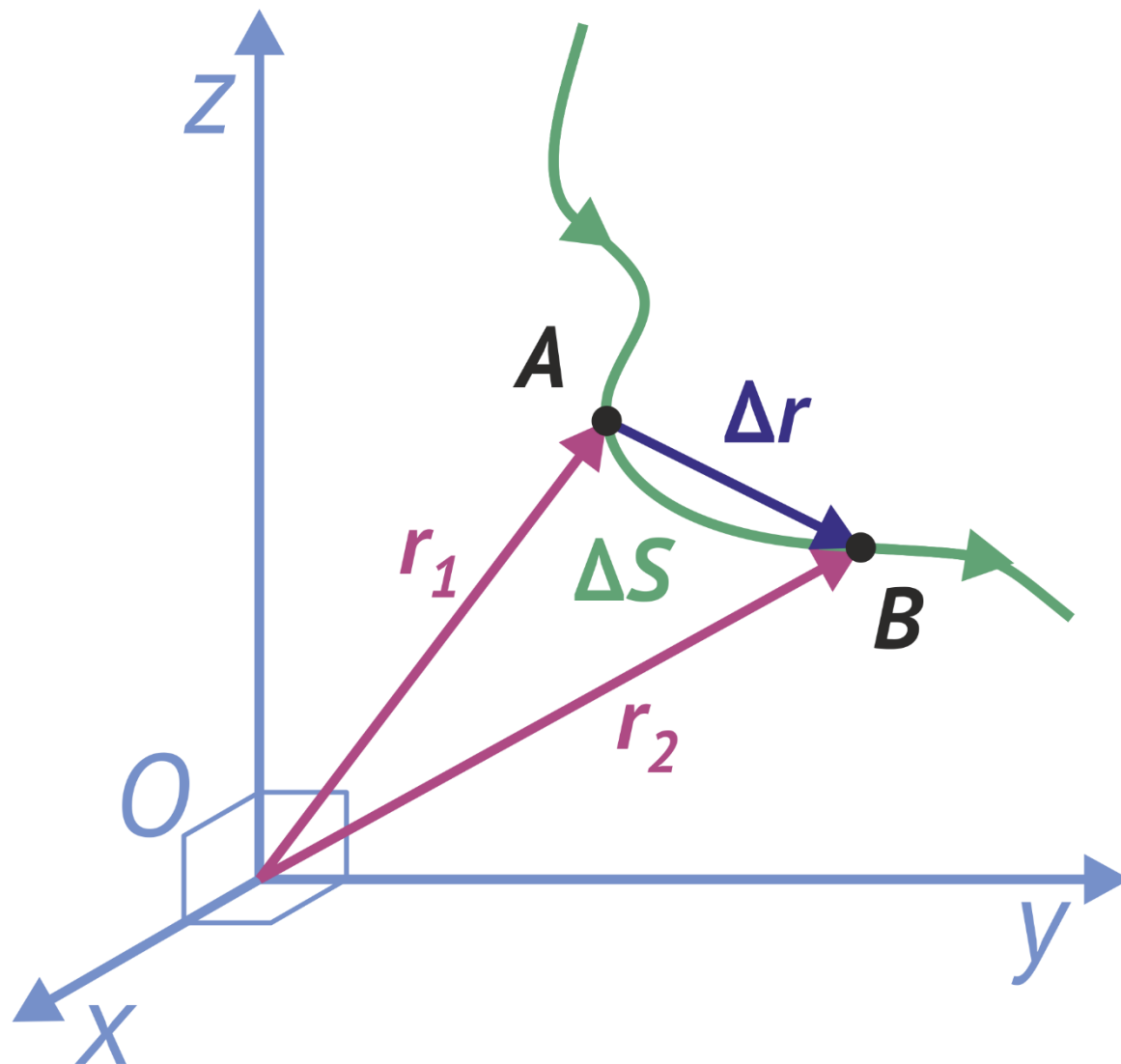


Перемещение

– вектор направленный из начального положения тела в конечное.

Путь ΔS – это длина траектории.

Перемещение \neq путь



Скорость

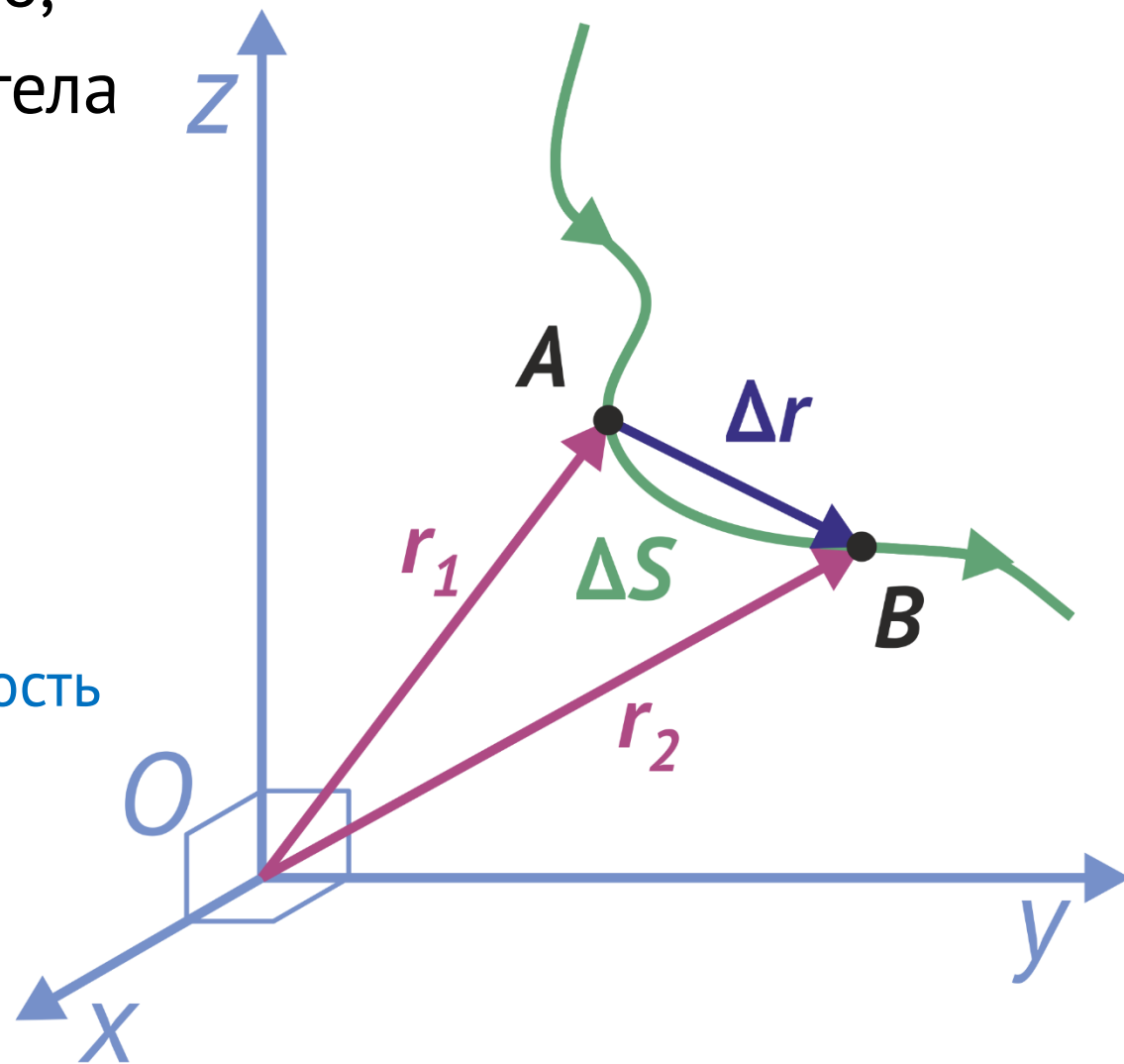
Скорость

– величина, показывающая как быстро, изменяется положение (координата) тела

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

$$\mathbf{v}_{\text{сред}} = \frac{\Delta \mathbf{r}}{\Delta t} \text{ – средняя скорость}$$

$$\mathbf{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \mathbf{r}}{\Delta t} = \frac{d\mathbf{r}}{dt} \text{ – мгновенная скорость}$$



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

$$S = \int_{t_1}^{t_2} v dt \quad \text{- путь}$$

$$\mathbf{v} = \mathbf{v}_x + \mathbf{v}_y + \mathbf{v}_z \quad \left\{ \begin{array}{l} \mathbf{v}_x = \mathbf{i} \cdot \frac{dx}{dt} \\ \mathbf{v}_y = \mathbf{j} \cdot \frac{dy}{dt} \\ \mathbf{v}_z = \mathbf{k} \cdot \frac{dz}{dt} \end{array} \right.$$

Равномерное движение

– движение с постоянной скоростью ($v = \text{const}$)

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

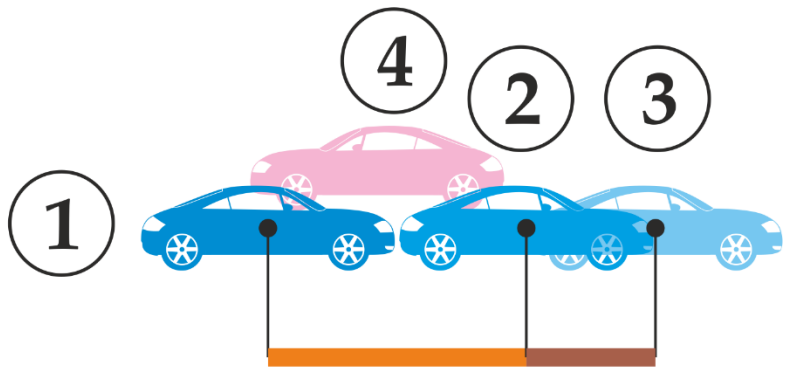
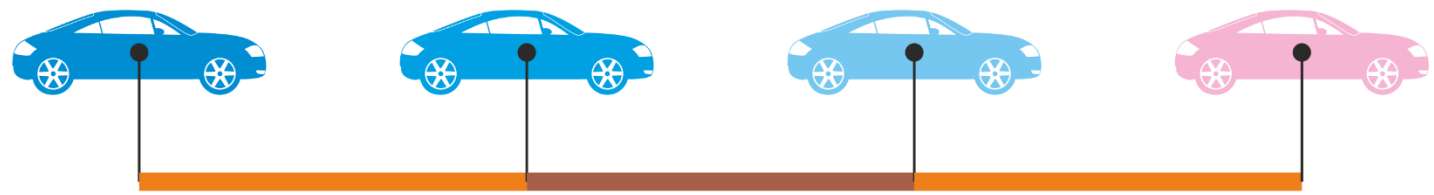
$S = v\Delta t$ – путь при равномерном движении

Ускорение

Ускорение

- величина, показывающая быстроту изменения скорости.
- векторная величина, равная первой производной скорости по времени.

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



Равноускоренное движение

– движение с постоянным ускорением

$$a = \text{const}$$

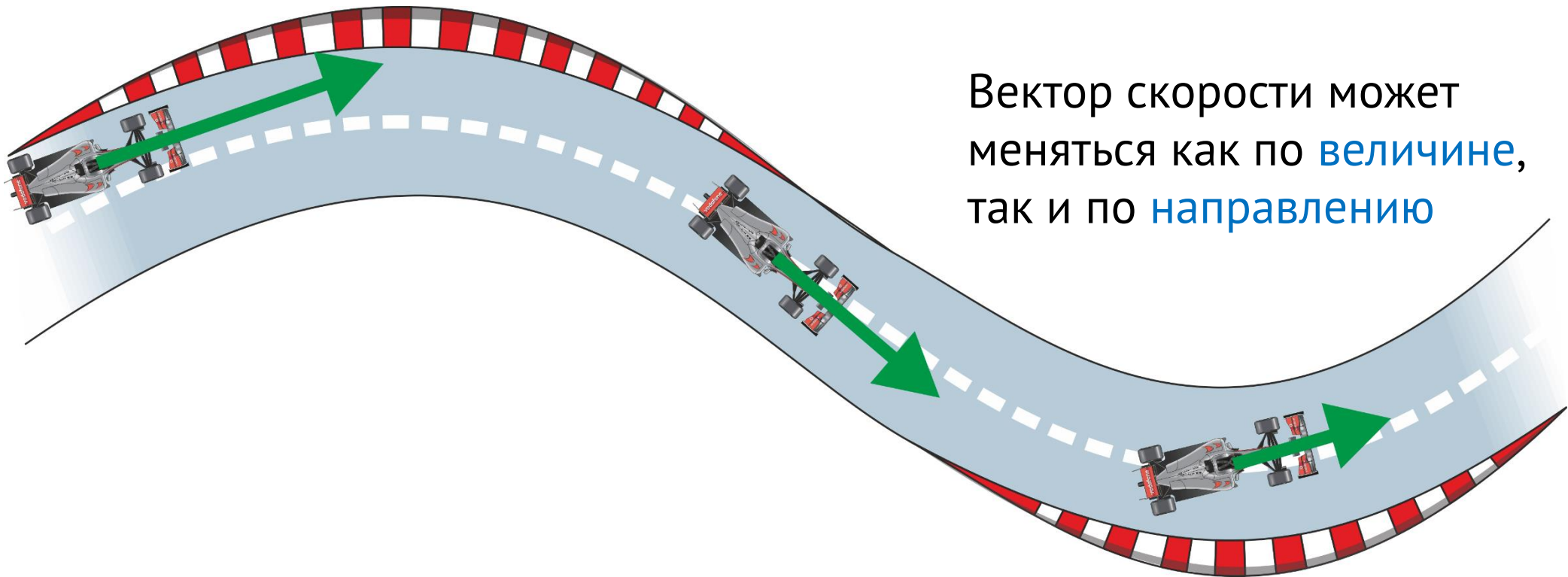
$$v = v_0 + at$$

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$\vec{a} = \vec{a}_x + \vec{a}_y + \vec{a}_z$$

$$\begin{cases} \vec{a}_x = \vec{i} \cdot \frac{dv_x}{dt} \\ \vec{a}_y = \vec{j} \cdot \frac{dv_y}{dt} \\ \vec{a}_z = \vec{k} \cdot \frac{dv_z}{dt} \end{cases}$$

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

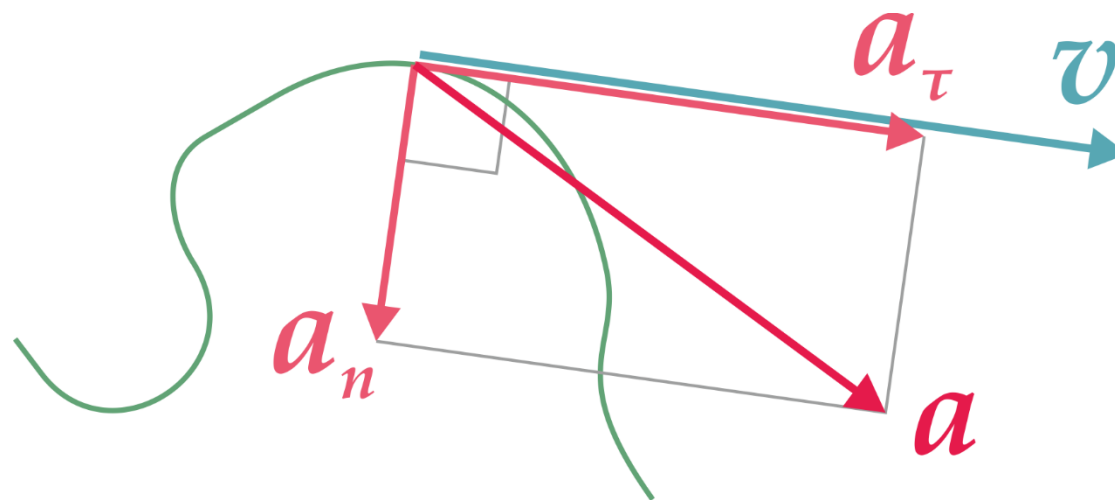


Вектор скорости может
меняться как по **величине**,
так и по **направлению**

Тангенциальное ускорение

определяет изменение скорости по модулю

$$a_{\tau} = \frac{dv}{dt} \quad \frac{dv}{dt} \neq \frac{d\vec{v}}{dt}$$

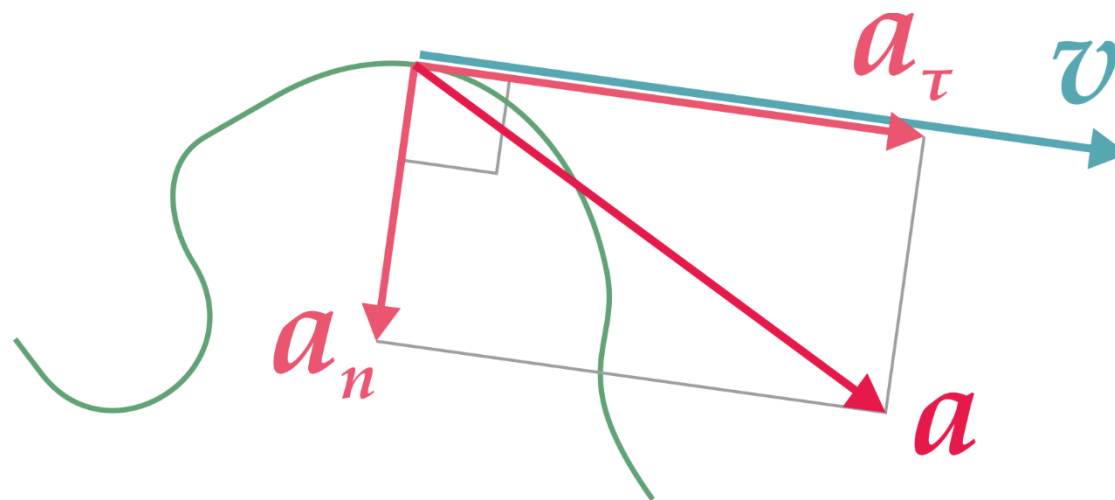


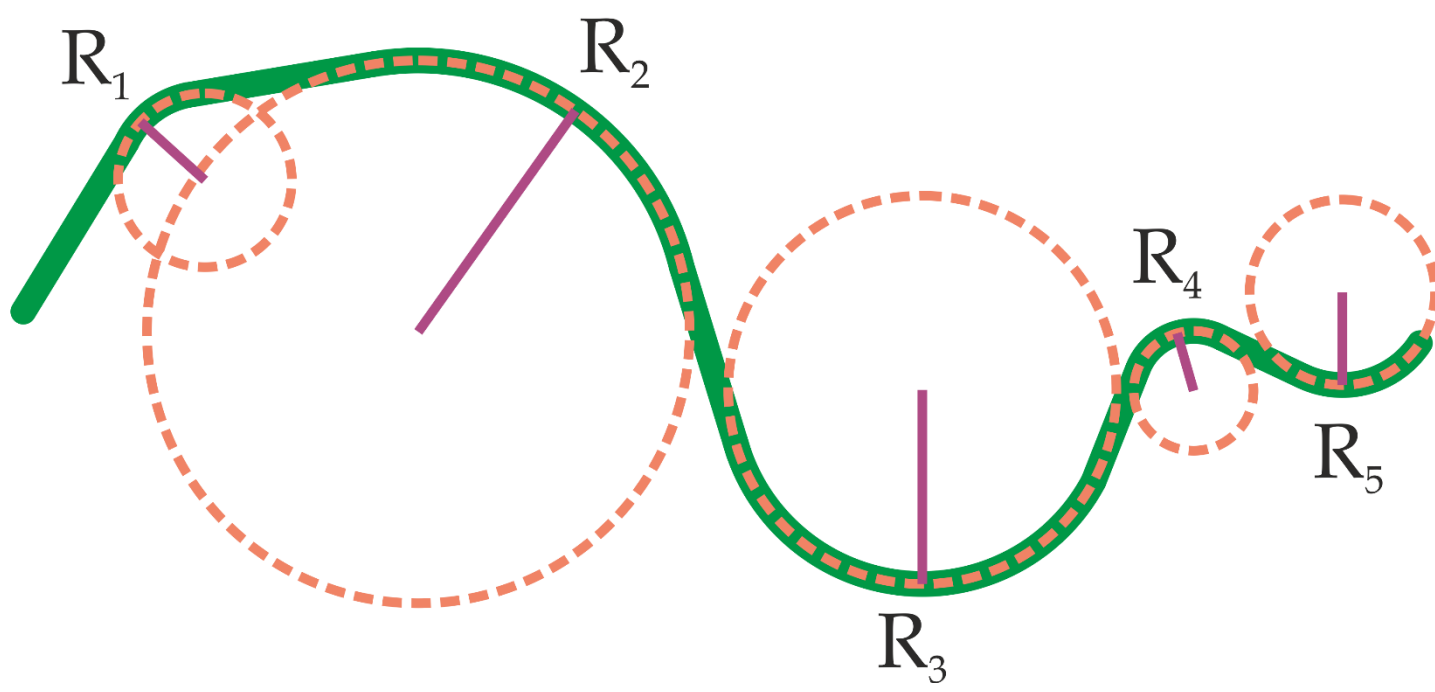
Нормальное ускорение

определяет изменение скорости по направлению

$$a_n = \frac{v^2}{R},$$

R – радиус кривизны

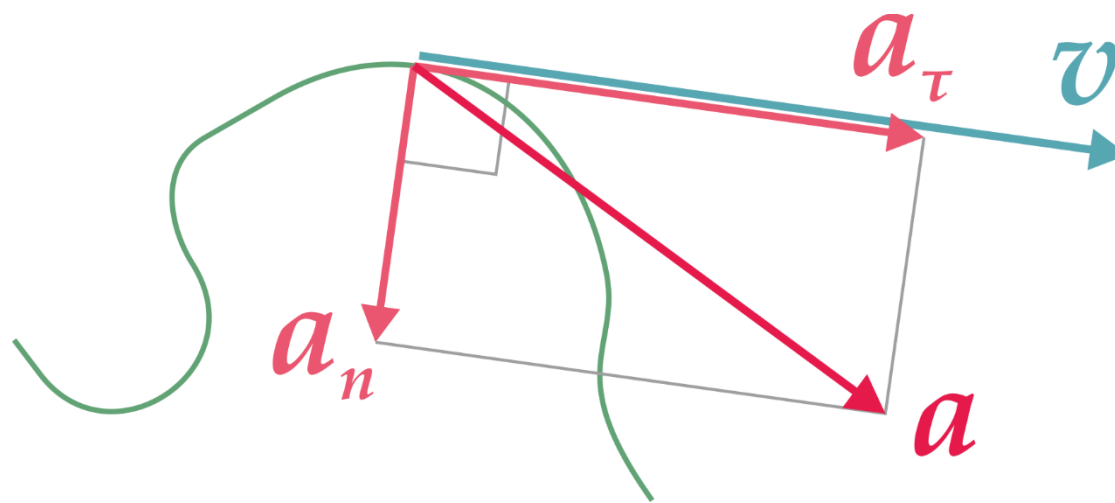




Полное ускорение

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

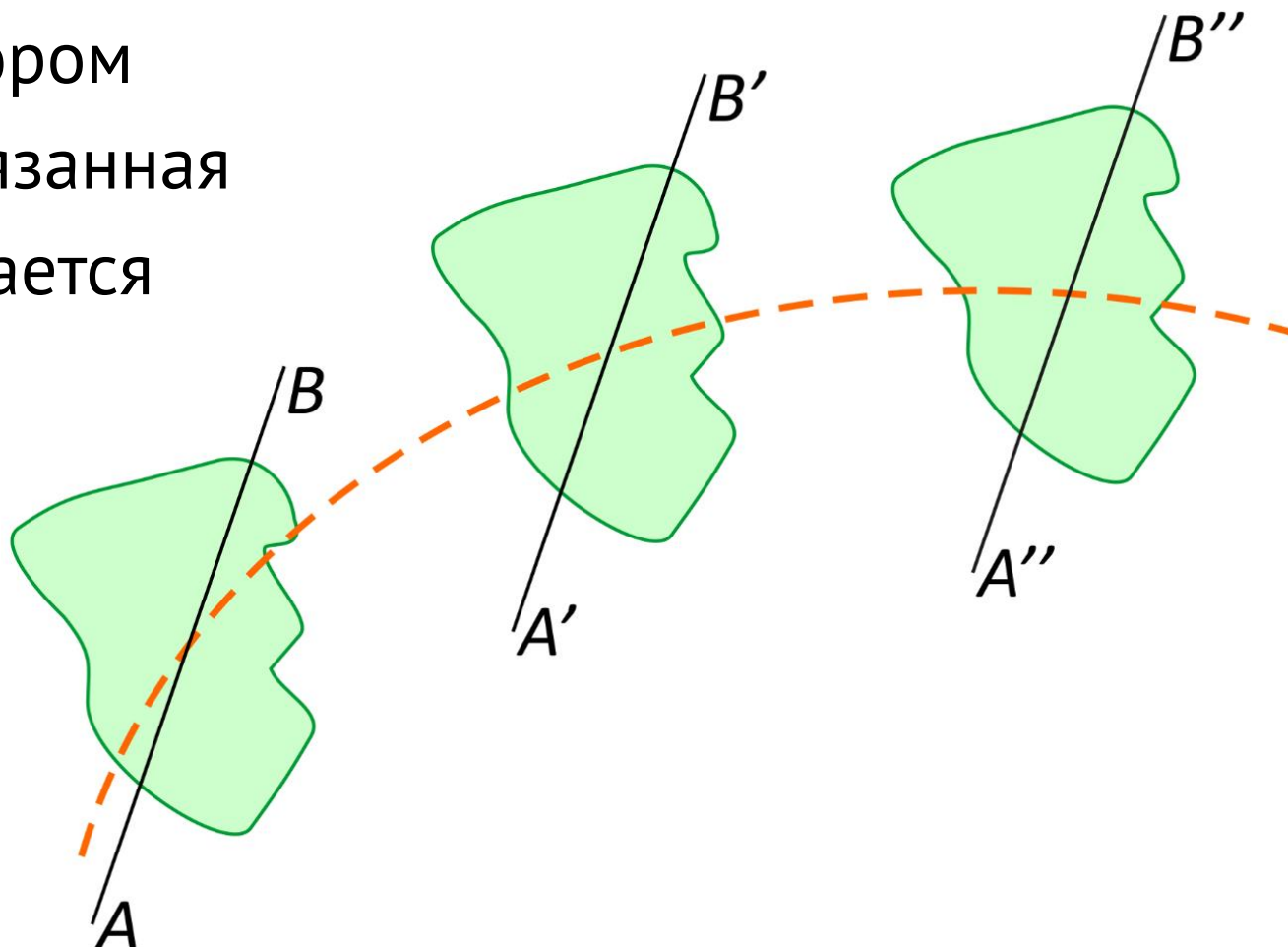
$$a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$$



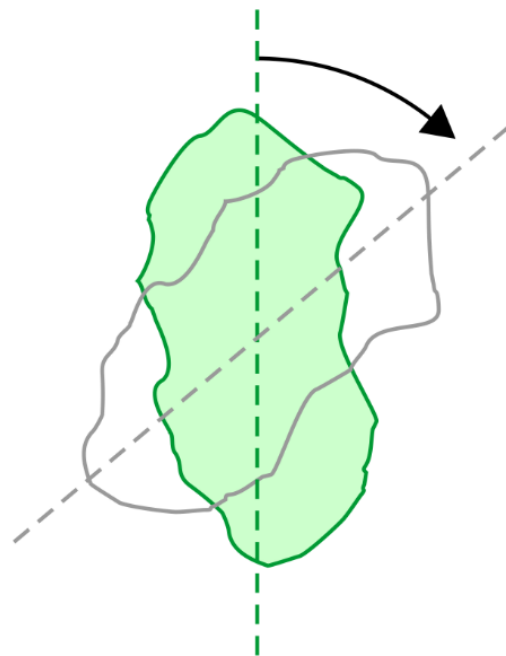
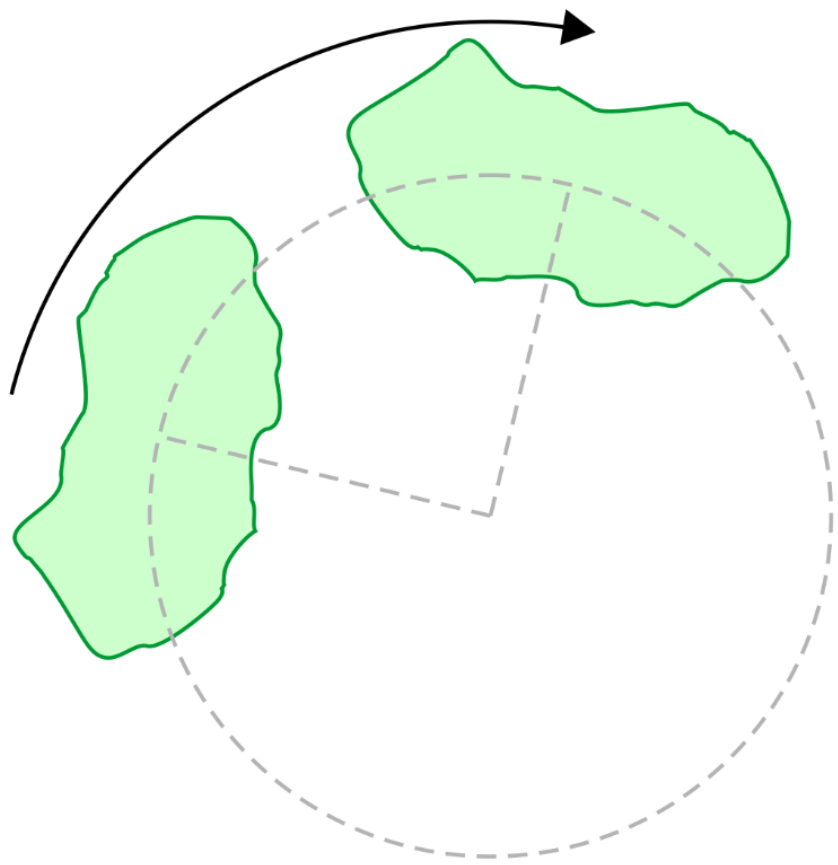
Виды движения

Поступательное движение

— это движение, при котором любая прямая, жестко связанная с движущимся телом, остается параллельной своему первоначальному положению



Вращательное движение



— это движение, при котором все точки тела движутся по окружностям, центры которых лежат на одной и той же прямой, называемой осью вращения

Координата

Скорость

Ускорение

Равномерное

$$x = x_0 + v \cdot t$$

$$v = \text{const}$$

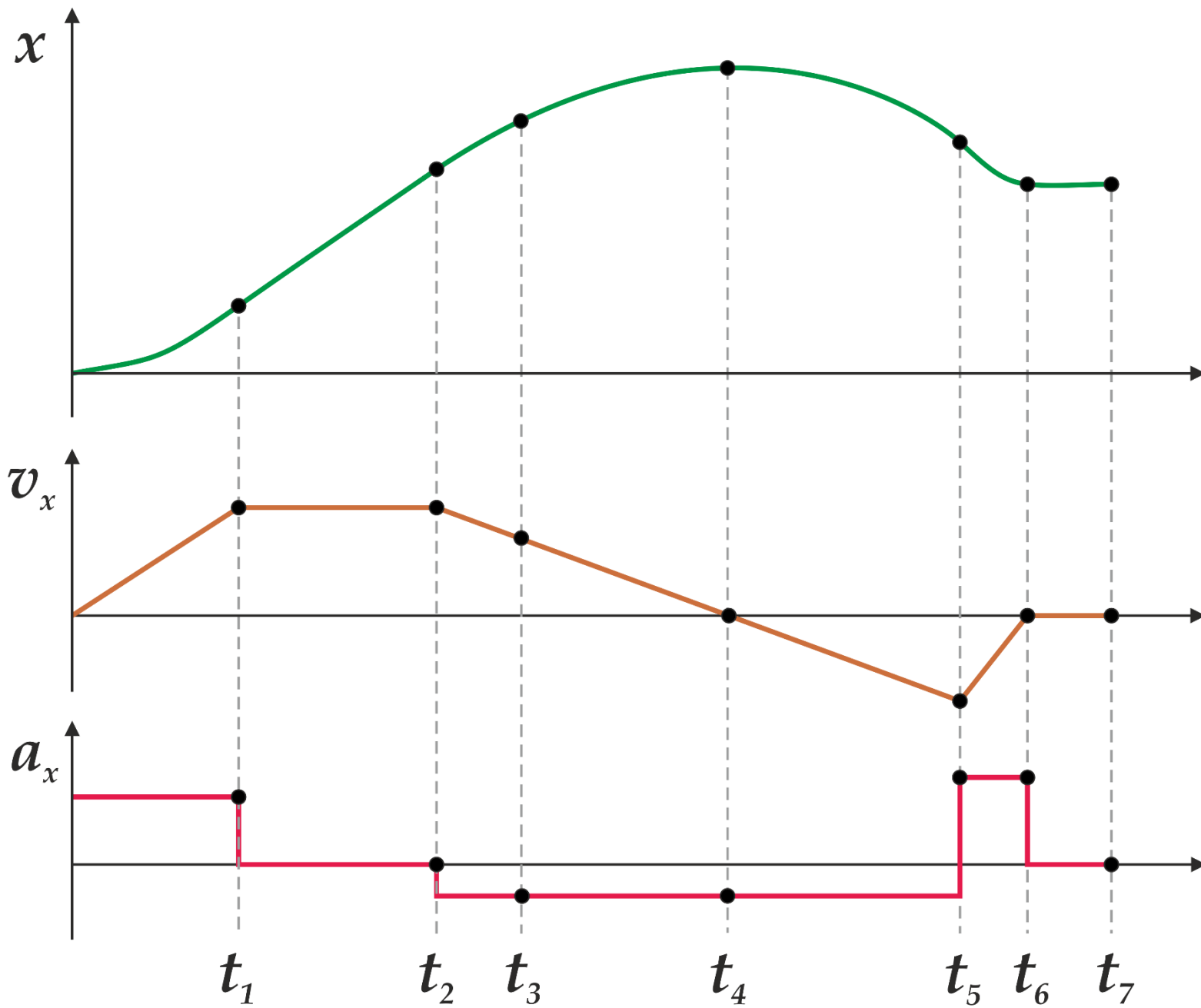
$$a = 0$$

Равноускоренное

$$x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}$$

$$v = v_0 + a \cdot t$$

$$a = \text{const}$$



Геометрический смысл производной

$$f = \frac{dy}{dx} = \operatorname{tg} \alpha$$

