

Механика — раздел физики, в котором изучается механическое движение, **причины (reasons), вызывающие (cause)** это движение, и **происходящие (occurring)** при этом взаимодействия между телами.

Механическое движение - изменение с течением времени **взаимного положения (mutual position)** тел или **их частей (parts of this bodies)** в пространстве.

Кинематика — **раздел (section)** механики, в котором изучают геометрические свойства движения и взаимодействия тел **в не связи (without of connection)** с причинами (reasons) их **порождающими (generating)**.

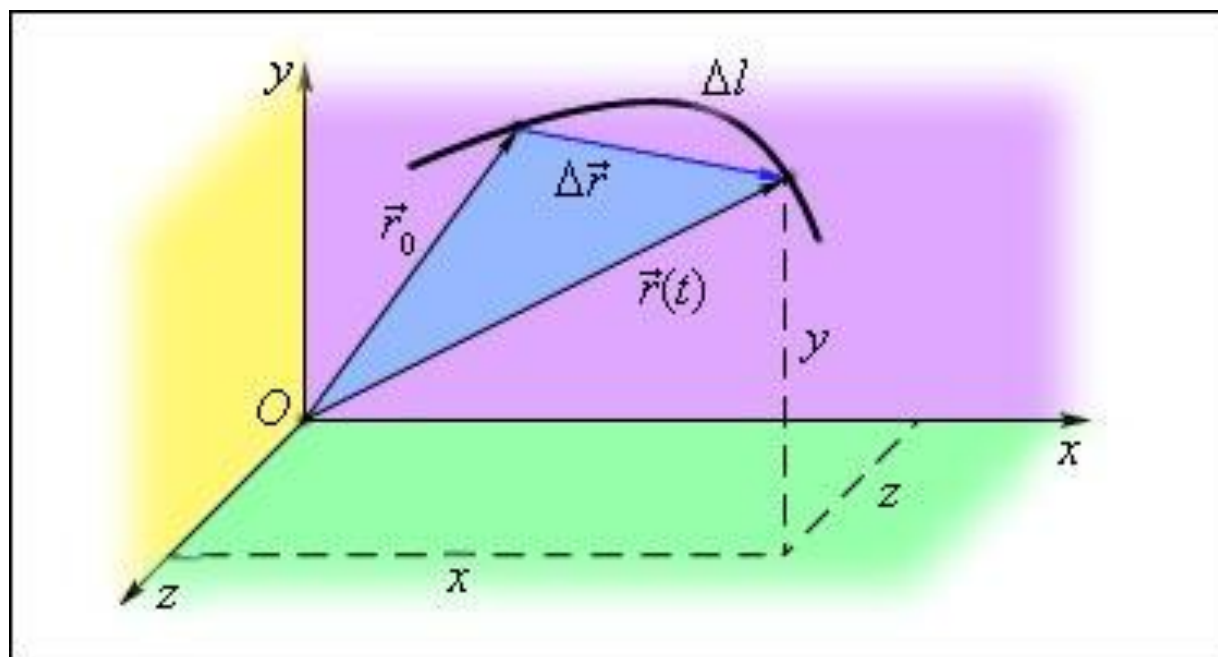
Научные абстракции scientific abstraction

- 1) *материальная точка* (material point) – протяженное тело, размерами (dimensions) которого в условиях данной задачи можно пренебречь (neglect), обладающее массой.;
- 2) *абсолютно твердое тело* (absolutely solid body) - тело, расстояние между двумя любыми точками которого в процессе движения остается неизменным. Применимо, когда можно пренебречь деформацией тела;

Единицы измерения

- Система единиц **измерения (measurement)** **физических величин (physical quantities)** - **совокупность (aggregate)** **основных и производных эталонов (main and derived standards)**. В настоящее время предпочтительной во всех областях науки и техники является система СИ.
- *В системе СИ **единицами измерения (unit of measurement)** являются:* 1) *основные* – единица измерения длины (L) - 1 м; единица измерения массы (M) - 1 кг; единица измерения времени (T) - 1 с; единица измерения температуры (T) - 1 К; единица измерения силы тока (I) - 1 А; единица измерения силы света (I) - 1 св.; 2) *дополнительные* - единица измерения **плоского угла (flat angle)** - 1 рад; единица измерения **телесного угла (the solid angle)** - 1 стерад.

Тело отсчета - произвольно выбранное, условно неподвижное тело, по отношению к которому рассматривается движение данного тела.



- **Траектория движения (trajectory of motion)** - совокупность последовательных положений материальной точки (тела) в процессе ее движения.
- **Поступательное движение (translational motion)** - движение, при котором тело перемещается параллельно самому себе. При этом все точки тела описывают одинаковые траектории, смещенные относительно друг друга.

Уравнения движения материальной точки (тела) в кинематике:

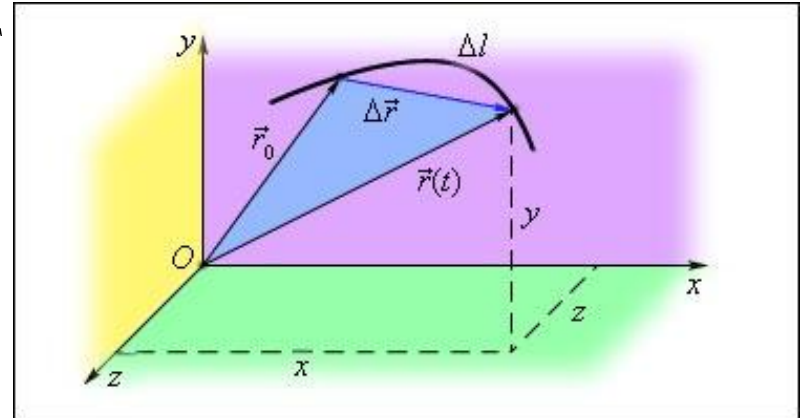
$$x = f_1(t); y = f_2(t); z = f_3(t);$$
$$r_x = f_1(t); r_y = f_2(t); r_z = f_3(t),$$

где x, y, z — координаты;

r_x, r_y, r_z — проекции радиуса вектора $\mathbf{r}$ на соответствующие оси координат.

Основные понятия и определения

- 1) **перемещение (transference)** - вектор $\mathbf{r}$, проведенный из начального положения материальной точки (тела) в положение этой точки в данный момент времени (приращение радиус-вектора за рассматриваемый промежуток времени): $\Delta \mathbf{r} = \mathbf{r} - \mathbf{r}_0$;
- 2) **путь (way)**- расстояние, пройденное телом при его движении по траектории. В частных случаях перемещение и путь могут



мгновенная линейная скорость - векторная физическая величина, характеризующая состояние движения, показывающая, как изменяется перемещение в единицу времени, равная первой производной от перемещения по времени:

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

instantaneous linear velocity

derivative

средняя скорость неравномерного движения - скалярная физическая величина, численно равная **отношению** всего пути, пройденного телом (материальной точкой), к тому промежутку времени, в течение которого совершалось движение⁹.

$$\langle v \rangle = \frac{dS}{dt}$$

the average speed of non-uniform motion
attitude

линейное ускорение - векторная физическая величина, характеризующая **изменение скорости в единицу времени**, равная первой производной от скорости или второй производной от перемещения по времени

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2}$$

linear acceleration

the change in velocity per unit of time

тангенциальное ускорение a_t –
составляющая ускорения, **направленная**
вдоль касательной к траектории
движения. Изменяет линейную скорость
только по величине:

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

directed along the tangent

нормальное ускорение a_n -
составляющая линейного ускорения,
направленная по нормали n к вектору
линейной скорости, т.е. к касательной в
данной точке:

$$\vec{a}_n = \frac{v^2}{R} \cdot \vec{n}$$

directed along the normal

полное ускорение a :

$$\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_n;$$

$$a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2}$$

Задача: Автомобиль вначале покоился, а затем начал **равноускоренное движение (uniformly accelerated)** и достиг скорости v , после чего стал двигаться **равнозамедленно (still slow)** до полной остановки. Какова **средняя скорость (the average speed)** автомобиля?

- Найдем $s_1 = a_1 t_1^2 / 2$ - путь, пройденный автомобилем за время t_1 при движении с ускорением a_1 от нулевой начальной скорости до скорости $v = a_1 t_1$. Найдем $s_2 = a_2 t_2^2 / 2$ - путь, пройденный автомобилем за время t_2 при движении с отрицательным ускорением a_2 от скорости v до полной остановки. Скорость v можно выразить через ускорение a_2 : $v = a_2 t_2$.

По определению средней путевой скорости она вычисляется как отношение пройденного пути к затраченному времени:

$$v_{cp} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2} = \frac{a_1 t_1^2 + a_2 t_2^2}{2(t_1 + t_2)} = \frac{v t_1 + v t_2}{2(t_1 + t_2)} = \frac{v}{2}.$$

Ответ: $v_{cp} = v/2$.