

# Механика

Виды механического движения.

Равномерное прямолинейное  
движение.

**Основная задача классической механики - определить положение тела в пространстве в любой момент времени.**

**По характеру решаемых задач классическую механику делят на кинематику, динамику и статику.**

**Кинематика** описывает движение тел без выяснения причин, вызывающих данное движение.

**Динамика** — раздел механики, в котором изучаются причины движения.

**Статика** — раздел механики, в котором изучаются условия равновесия абсолютно твердых тел.

Законы сохранения импульса и энергии являются следствиями законов Ньютонов.

**Механическим движением тела** называется изменение положения тела в пространстве относительно других тел с течением времени.

**Закон относительности движения:** характер движения тела зависит от того, относительно каких тел мы рассматриваем движение.

Нет абсолютно неподвижных тел.

# Прямолинейное равномерное движение

Описать движение тела – это значит, указать способ определения его положения в пространстве в любой момент времени.

Для описания движения нужно ввести некоторые понятия: материальная точка, траектория, путь, перемещение, координата, момент времени, промежуток времени, скорость.

**Материальная точка** - тело, размерами которого в условиях рассматриваемой задачи можно пренебречь.

Тело, движущееся поступательно, можно принимать за материальную точку даже в том случае, если его размеры соизмеримы с проходимыми им расстояниями.

**Поступательным** называется такое движение абсолютно твердого тела, при котором любой отрезок, соединяющий любые две точки тела, остается параллельным самому себе.

# Что нужно знать для того, чтобы указать положение тела?

Во-первых, знать, где оно было в начальный момент времени; во-вторых, каков вектор перемещения в любой момент времени.

Тело, относительно которого рассматривается движение, называется **телом отсчета**.

Совокупность тела отсчета, связанной с ним системы координат и часов называют системой отсчета.



# Два способа описания движения тел

- ✓ Координатный
- ✓ Векторный

В **координатном** способе положение тела в пространстве задается координатами, которые с течением времени меняются.

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

В векторном способе используется радиус-вектор.

**Радиус-вектор** – это направленный отрезок, проведенный из начала координат в данную точку. Закон (или уравнение) движения в векторной форме - зависимость радиуса-вектора от времени:

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

Для задания закона движения материальной точки необходимо указать либо вид функциональной зависимости всех трех ее координат от времени, либо зависимость от времени радиус-вектора этой точки.

Три скалярных уравнения или эквивалентное им одно векторное уравнение называются **кинематическими уравнениями движения** материальной точки.

Двигаясь, материальная точка занимает различные положения в пространстве относительно выбранной системы отсчета.

Линия, по которой движется точка в пространстве, называется **траекторией**.

По форме траектории все движения делятся на **прямолинейные и криволинейные**.

Длину траектории, по которой двигалось тело в течение какого-то промежутка времени, называют путём, пройденным за этот промежуток времени. Его обозначают буквой  $S$ .

Путь – скалярная величина.

Для описания движения тела нужно указать, как меняется положение точек с течением времени.

**Перемещением** тела (материальной точки) называется вектор, соединяющий начальное положение тела с его последующим положением.

Обозначается на чертежах как направленный отрезок, соединяющий начальное и конечное положение тела в пространстве:

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

Важной величиной, характеризующей движение тела, является его скорость. Скорость – векторная величина. Она считается заданной, если известен ее модуль и направление. **Скорость** равномерного прямолинейного движения точки – векторная величина, равная отношению перемещения к промежутку времени, в течение которого это перемещение произошло.

промежуток времени:

$$\Delta t = t - t_0$$

перемещение:

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

выражение для скорости:

$$\vec{v} = \frac{\vec{r} - \vec{r}_0}{t - t_0}$$



Выразим отсюда радиус-вектор:  $\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}t$

Это уравнение **равномерного прямолинейного движения** точки, записанное **в векторной форме**. Оно позволяет найти радиус-вектор точки при этом движении в любой момент времени, если известны скорость точки и радиус-вектор, задающий ее положение в начальный момент времени.

В проекциях на ось ОХ уравнение можно записать в виде:  $x = x_0 + v_x t$ .

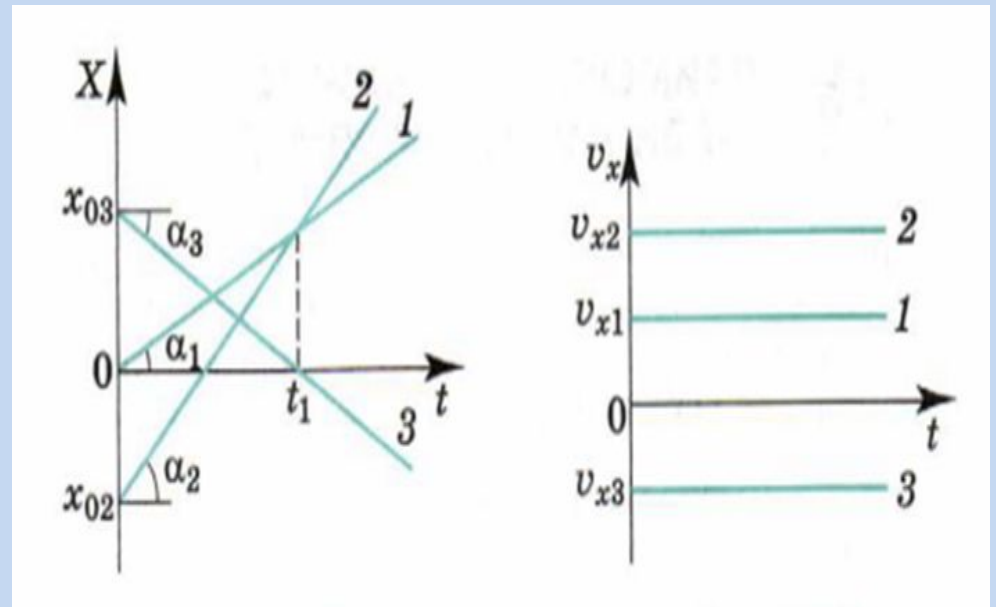
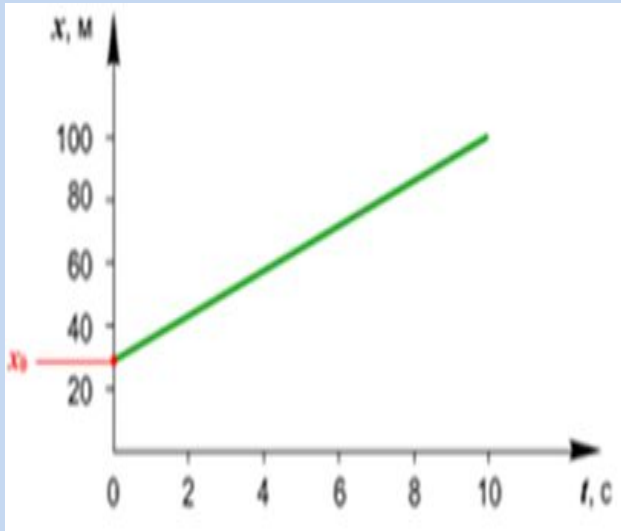
Это уравнение **прямолинейного** **равномерного** движения точки, записанное в **координатной** форме. Оно позволяет найти координату  $x$  тела при этом движении в любой момент времени, если известны проекция его скорости на ось ОХ и его начальная координата  $x_0$ .

Путь  $S$ , пройденный точкой при движении вдоль оси  $OX$ , равен модулю изменения ее координаты:  $S = |x_2 - x_1|$

Его можно найти, зная модуль скорости:

$$v = |v_x|; \quad S = |v_x|t.$$

# Отличие движения на рисунках



Проекция скорости определяет угол наклона прямой  $x(t)$  к оси  $t$  и численно равна тангенсу угла:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta x}{\Delta t} = v_x$$

Относительность механического движения — это зависимость траектории движения тела, пройденного пути, перемещения и скорости от выбора системы отсчёта.

В рамках классической механики **время** есть величина абсолютная, то есть протекающее во всех системах отсчета одинаково.

# Задача 1.

Тело движется равномерно и прямолинейно в положительном направлении оси  $Ox$ . Координата тела в начальный момент времени равна  $x_0 = -10\text{ м}$ . Найдите координату тела через  $5\text{ с}$ , если модуль её скорости равен  $v = 2\text{ м/с}$ . Какой путь проделало тело за это время?

# Решение:

Координату точки найдем по формуле:

$$x = x_0 + \mathbf{u}_x t$$

Так как направление вектора скорости совпадает с направлением оси координат, проекция вектора скорости положительна и равна  $v_x = v$ ; тогда вычисляем:

$$x = -10 + 2 \cdot 5 = 0 \text{ (м)}.$$

Пройденный путь найдем  $s = v t$ ;  $s = 2 \cdot 5 = 10$  м.



## Задача 2

Равномерно друг за другом движутся два поезда. Скорость первого равна 72 км/ч, а скорость второго — 54 км/ч. Определите скорость первого поезда относительно второго.

# Решение:

Дано:

$$v_1 = 72 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_2 = 54 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Найти:

$$v_1$$

Решение:

$$v_1'' = v_1 - v_2$$

$$v_1'' = 20 - 15 = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

# Домашнее задание

Краткая биография и научные достижения ученых: Джордано Бруно, Галилео Галилей, Исаак Ньютон, Иоганн Кеплер. (на выбор)