

# **Кинематика**

©Фрадкин В.Е., 2016

# МЕХАНИКА.

## Кинематика - начальные

### ПОНЯТИЯ

- **Механика** - наука об общих законах движения и взаимодействия тел.
- **Механическим движением** называется изменение положения тела в пространстве относительно других тел с течением времени.
- **Основная задача механики** - определить положение тел в пространстве в любой момент времени.

# МЕХАНИКА.

## Кинематика - начальные

### ПОНЯТИЯ

- Разделы механики:
- **КИНЕМАТИКА** - раздел механики, изучающий способы описания движений и связь между величинами, характеризующими эти движения.
- **СТАТИКА** - раздел механики, изучающий равновесие абсолютно твердых тел.
- **ДИНАМИКА** - раздел механики, изучающий взаимное влияние тел друг на друга и изменение характера движения этих тел в результате взаимодействий тел.
- **ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ**
- **МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ.**

# МЕХАНИКА.

## Кинематика - начальные понятия

- **МОДЕЛИ:**

- **Материальная точка** - физическая модель тела, размерами которого в данных условиях движения можно пренебречь.



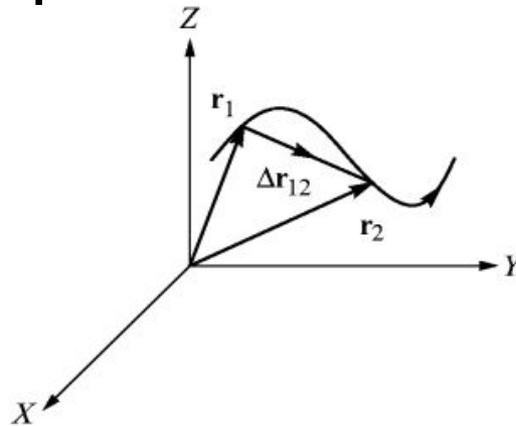
- **Поступательное движение** - движение, при котором прямая, соединяющая произвольные точки данного тела, перемещается параллельно себе самой. При этом все точки абсолютно твердого тела имеют одинаковые скорости и ускорения.



# МЕХАНИКА.

## Кинематика - начальные ПОНЯТИЯ

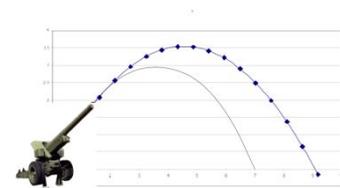
- **Система отсчета (СО)** - тело отсчета, система координат, связанная с ним, прибор для отсчета времени.



# МЕХАНИКА.

## Кинематика - начальные понятия

- **Траектория** - воображаемая линия, вдоль которой движется тело.
- **Уравнение траектории** - уравнение, выражающее зависимость между координатами тела.
- **Путь** - длина траектории.



$$y = ax^2 + bx + c$$
$$y = -2x^2 + 5x - 4$$

Путь не может быть отрицательным!



# МЕХАНИКА.

## Кинематика - начальные ПОНЯТИЯ

- **Перемещение** - направленный отрезок прямой, соединяющий начальное положение тела с его последующим положением.

Обозначение:  $\vec{s}$

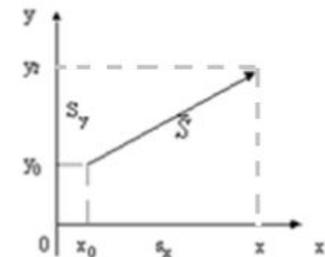
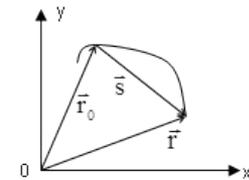
В СИ измеряется в метрах.

- $x, y, z$  - координаты тела в любой момент времени;  
 $x_0, y_0, z_0$  - начальные координаты тела

Проекции перемещения на оси координат:

$$\begin{cases} s_x = x - x_0 \\ s_y = y - y_0 \\ s_z = z - z_0 \end{cases}$$

$$s = \sqrt{s_x^2 + s_y^2 + s_z^2} = \sqrt{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 + (z - z_0)^2}$$



# Решение основной задачи механики

- *Для решения основной задачи механики необходимо знать перемещение тела (проекции перемещения на оси координат*

$$\begin{cases} x = x_0 + s_x \\ y = y_0 + s_y \\ z = z_0 + s_z \end{cases}$$

# Классификация движений

- По виду траектории:
  - Прямолинейное
  - Криволинейное
    - По окружности
    - По эллипсу
    - ...
    - По произвольной кривой

# Классификация движений

- По характеру движения
  - Равномерное
  - Ускоренное
    - Равноускоренное
    - Неравноускоренное
      - Колебательное
      - ....
      - С произвольно меняющимся ускорением

# Скорость равномерного прямолинейного движения

- Прямолинейным равномерным движением называется механическое движение, при котором тело за любые равные промежутки времени совершает одинаковые перемещения.
- $\frac{\vec{s}_1}{t_1} = \frac{\vec{s}_2}{t_2} = \frac{\vec{s}_2}{t_2} = \dots = \text{const}$  - характеристика движения
- $\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$  - скорость прямолинейного равномерного движения
- Прямолинейное равномерное движение – движение по прямой с постоянным вектором скорости:  $\vec{v} = \text{const}$

# Скорость равномерного прямолинейного движения

- $\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$  - скорость прямолинейного равномерного движения

Скорость прямолинейного равномерного движения - это векторная физическая величина, численно равная отношению перемещения к промежутку времени, в течение которого это перемещение произошло.

# Определение физической величины

Определение физической величины обычно состоит из:

1. названия величины;
2. указания на векторный или скалярный характер величины;
3. иногда явления, которое описывает величина, или границы применимости данного способа расчета;
4. способа расчета величины

# Определение физической величины

- большинство определений физических величин можно построить по следующему правилу:
- *Величина  $X$  (1) – это векторная [скалярная] (2) физическая величина, применяемая для описания (название физического явления) (3), и численно равная отношению [произведению] (4) физической величины  $Y$  (5) к [на] физической(ую) величине(у)  $Z$  (6)*
- **Скорость (1) прямолинейного равномерного движения (3)** - это векторная (2) физическая величина, численно равная отношению (4) перемещения (5) к промежутку времени, в течение которого это перемещение произошло (6)

# Физический смысл величины

- Формула позволяет определить физический смысл величины. Для этого все величины, находящиеся в знаменателе формулы следует принять равными единице.

- $\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$  Пусть  $t = 1$  с

- Тогда  $\vec{v} = \frac{\vec{s}}{1\text{с}} = \vec{s}$

- *Скорость показывает, какое перемещение совершает тело за единицу времени, двигаясь прямолинейно и равномерно*

# Взаимное направление векторных физических величин

- $\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$

- $t > 0 \quad \Rightarrow \quad \vec{v} \uparrow \uparrow \vec{s}$  вектора *сонаправлены*

# Единицы измерения

- $\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$
- $[\vec{s}] = \text{м}$
- $[t] = \text{с}$
- $[\vec{v}] = \frac{\text{м}}{\text{с}}$

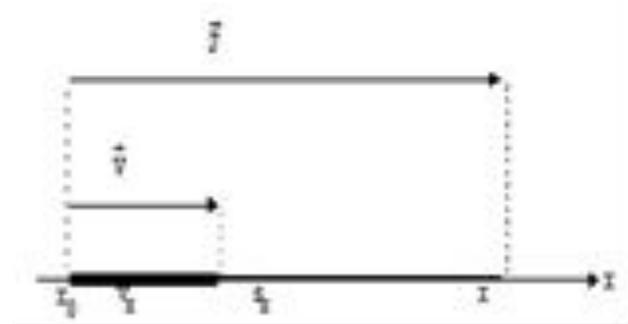
- $1 \text{ км} = 1000 \text{ м}$

- $1 \text{ час} = 3600 \text{ с}$

$$1 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 3,6 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$

# Решение основной задачи механики

- $x = x_0 + s_x$  - для прямолинейного движения достаточно одной оси координат
- $\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t} \Rightarrow \vec{s} = \vec{v} \cdot t \Rightarrow$
- $s_x = v_x \cdot t \Rightarrow$



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

Зависимость координаты от времени при прямолинейном равномерном движении - линейная

# Проекции скорости

- $x = x_0 + v_x \cdot t \quad \Rightarrow \quad v_x = \frac{x - x_0}{t}$

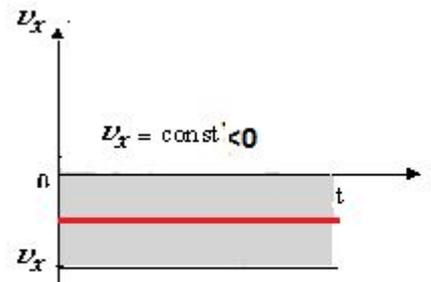
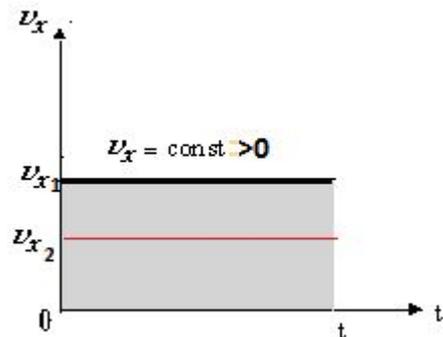
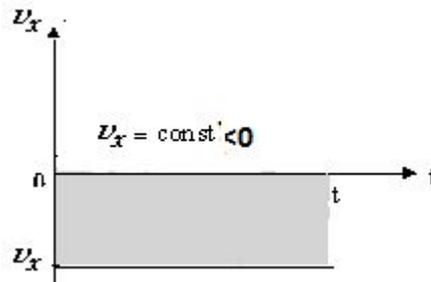
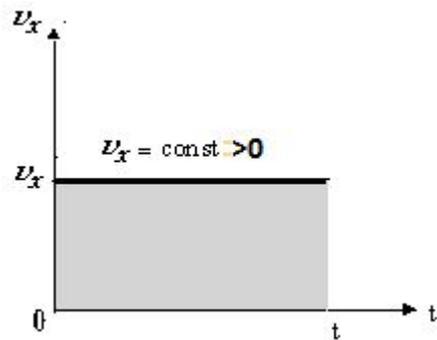
- Если движение сонаправлено с осью координат, то  $x > x_0 \Rightarrow v_x > 0$

- Если движение против оси координат, то

$$x < x_0 \Rightarrow v_x < 0$$

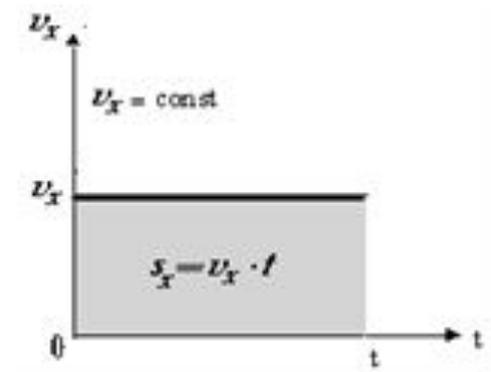
# Графическое представление равномерного прямолинейного движения

## 1. График зависимости проекции скорости от времени

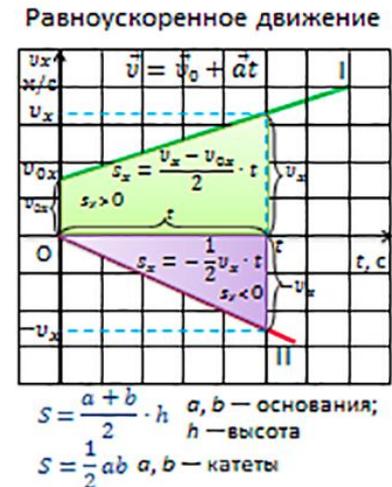
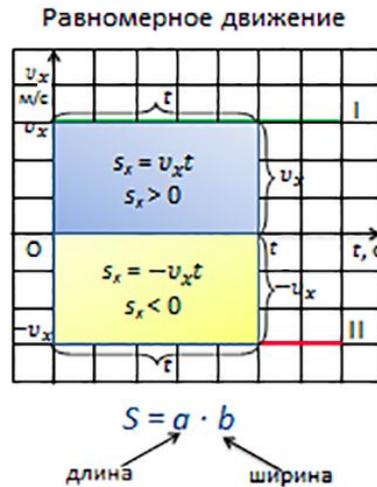


# Графическое представление равномерного прямолинейного движения

- Площадь под графиком скорости численно равна перемещению



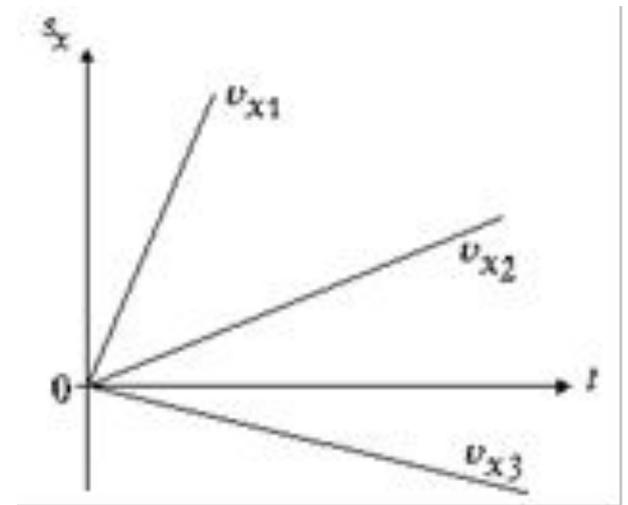
- Справедливо для любого движения



# Графическое представление равномерного прямолинейного движения

## 2. График зависимости проекции перемещения от времени:

- $s_x = v_x \cdot t$  - прямая пропорциональная зависимость (проходит через 0)
- $v_{x1} > 0$  и  $v_{x2} > 0$  – движение сонаправлено с осью  $Ox$
- $v_{x3} < 0$  – движение против оси  $Ox$



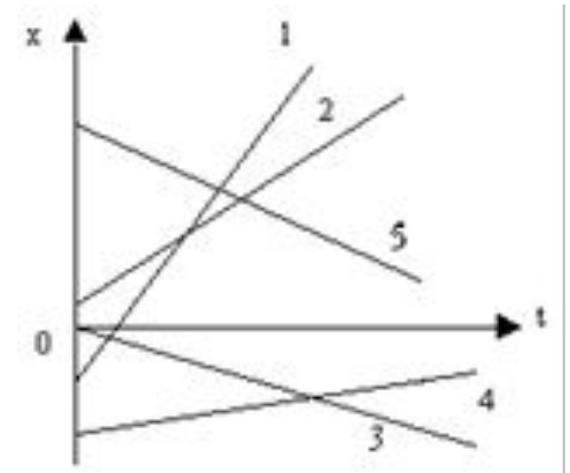
# Графическое представление равномерного прямолинейного движения

## 3. График зависимости координаты от времени

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

Линейная зависимость – график –  
прямая линия

- 1, 2, 4 - движение сонаправлено с осью,
- 3, 5 - движение против оси



## Основные формулы

Равномерное движение	Равноускоренное движение
$\vec{v} = \overline{const}$	$\vec{a} = \overline{const}$
$\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$ — скорость	$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{\Delta t}$ — ускорение
$\vec{s} = \vec{v} \cdot t$ — уравнение перемещение	$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}\Delta t$ — уравнение скорости
$x = x_0 + v_x t$ — кинематическое уравнение равномерного движения	$\vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a}t^2}{2}$ — уравнение перемещения
	$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$ — кинематическое уравнение РУД