

# Кинематика 2

© Фрадкин В.Е., 2016

# Средняя скорость

- **Вектор средней (по времени) скорости** равен отношению вектора перемещения к промежутку времени, в течение которого это перемещение произошло.
- **Средней путевой скоростью** называется отношение всего пути, пройденного телом, к промежутку времени, в течение которого этот путь пройден.
- В случае прямолинейного движения **средняя (по времени) скорость** неравномерного движения точки равна отношению изменения ее координаты к интервалу времени, в течение которого это изменение произошло

$$\vec{v}_{\text{cp}} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t}$$

$$\bar{v} = \frac{L}{\Delta t}$$

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

# Средняя скорость

- Средняя скорость НЕ позволяет вычислять перемещение и координаты в любой момент времени.
- По средней скорости нельзя судить о пройденном пути (нельзя решить основную задачу механики).

# В чём разница?

- Половину пути автомобиль проехал со скоростью 50 км/ч, а вторую половину – со скоростью 60 км/с.
- С какой средней скоростью двигался автомобиль?

$$v_{\text{cp}} = \frac{2v_1v_2}{v_1 + v_2}$$

- Половину времени автомобиль проехал со скоростью 50 км/ч, а вторую половину – со скоростью 60 км/с.
- С какой средней скоростью двигался автомобиль?

$$v_{\text{cp}} = \frac{v_1 + v_2}{2}$$

# МГНОВЕННАЯ СКОРОСТЬ

- **Мгновенная скорость** - скорость тела в данной точке пространства в данный момент времени.

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

- Для прямолинейного движения:  $v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$

- В общем виде:  $\vec{v} = \overrightarrow{s'(t)}$

# Равнопеременное (равноускоренное) ДВИЖЕНИЕ

- Движение, при котором скорость тела изменяется одинаково за любые равные промежутки времени, называется **равнопеременным движением**.

$$\Delta t_1 = \Delta t_2 = \Delta t_3 = \dots$$

$$\Delta \vec{v}_1 = \Delta \vec{v}_2 = \Delta \vec{v}_3 \dots$$

$$\frac{\Delta \vec{v}_1}{\Delta t_1} = \frac{\Delta \vec{v}_2}{\Delta t_2} = \frac{\Delta \vec{v}_3}{\Delta t_3} = \dots = \text{const}$$

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{t} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t} - \text{ускорение}$$

# Ускорение

- $$\vec{a} = \frac{\overline{\Delta v}}{t} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$$
- **УСКОРЕНИЕ** – векторная физическая величина, характеризующая быстроту изменения скорости и (при равнопеременном движении) численно равная отношению вектора изменения скорости к промежутку времени, в течение которого это изменение произошло.
- *Ускорение при равнопеременном движении показывает, насколько меняется мгновенная скорость движения тела за единицу времени.*
- Единица ускорения в СИ - **м/с<sup>2</sup>**

# Ускоренное и замедленное ДВИЖЕНИЯ

- Ускоренное – модуль скорости возрастает  
Условие:  $\vec{v}_0 \uparrow\uparrow \vec{a}$
- Замедленное – модуль скорости уменьшается  
Условие:  $\vec{v}_0 \uparrow\downarrow \vec{a}$

# Уравнение скорости

- $$\vec{a} = \frac{\overline{\Delta v}}{t} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$$

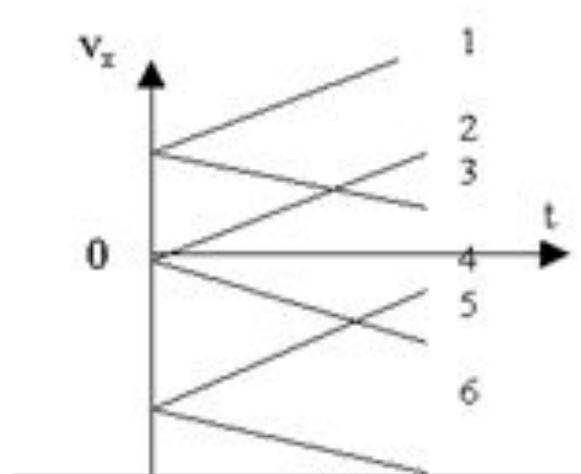
$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$$

В проекции:

$$v_x = v_{0x} + a_x t$$

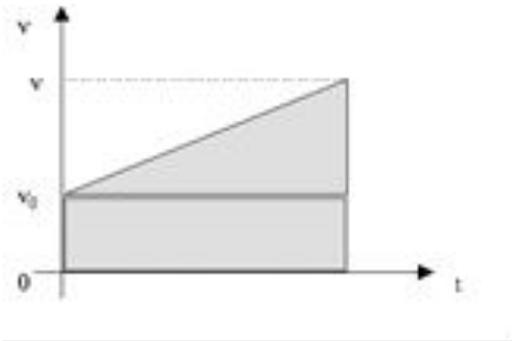
Какая функция? Что является графиком?

# Графики



Чему равна площадь под графиком скорости?

# Перемещение



$$\left\{ \begin{array}{l} s_x = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2} \\ v_x = v_{0x} + a_x t \end{array} \right.$$

Какая функция? Что является графиком?  
Через какую точку обязательно проходит?

$$s_x = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x}$$

# Координата

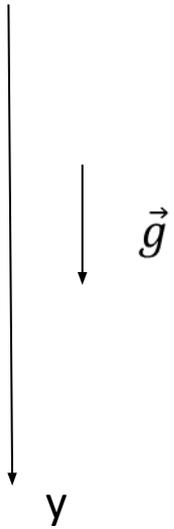
- $x = x_0 + s_x$

$$s_x = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$$

$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$$

Какая функция? Что является графиком?  
При каком условии пройдет через 0?

# Свободное падение



$$h \equiv s_y$$
$$\vec{g} \equiv \vec{a}$$

$$v_y = v_{0y} + a_y t$$

$$h = v_{0y} t + \frac{g_y t^2}{2}$$

$$y = y_0 + v_{0y} t + \frac{g_y t^2}{2}$$

$$h = \frac{v_y^2 - v_{0y}^2}{2g_y}$$