

# Виды механического движения

Равноускоренное движение.

Свободное падение.

Если тело за одинаковые промежутки времени проходит разные расстояния - то такое движение называется **неравномерным**.

Полное описание неравномерного движения тела, возможно при знании его положения и скорости в каждый момент времени.

# Скорость —

это векторная величина равная отношению пути, пройденного телом за некоторый период времени, к величине этого периода времени.

Скорость точки в данный момент времени называется мгновенной скоростью ( $\vec{v}$ )

Любая точка в движении при определённой скорости перемещается из начального положения в конечное. Эту скорость называют средней скоростью перемещения точки.

Определяется по формуле:

$$\vec{v}_{\text{ср}} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

Средняя путевая скорость определяется отношением пути к промежутку времени, за которое этот путь пройден:

$$v_{\text{ср}} = \frac{s}{t}$$

Скорости тел при движении меняются по модулю, по направлению или же одновременно как по модулю, так и по направлению.

Изменения скорости теле могут происходить как быстро, так и медленно.

# Ускорение –

это физическая величина, численно равная изменению скорости за единицу времени.

Ускорение обозначается буквой  $\vec{a}$ .

Определяется по формуле:

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

Единица ускорения – м/с<sup>2</sup>

# Скорость МТ с постоянным ускорением

Пусть  $\vec{v}_0$  – скорость точки в начальный момент времени  $t_0$ , а  $\vec{v}$  – в некоторый момент времени  $t$ , тогда:

$$\Delta t = t - t_0, \quad \Delta \vec{v} = \vec{v} - \vec{v}_0$$

и формула для ускорения примет вид:

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

Если начальный момент времени принять равным нулю, то получим:

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

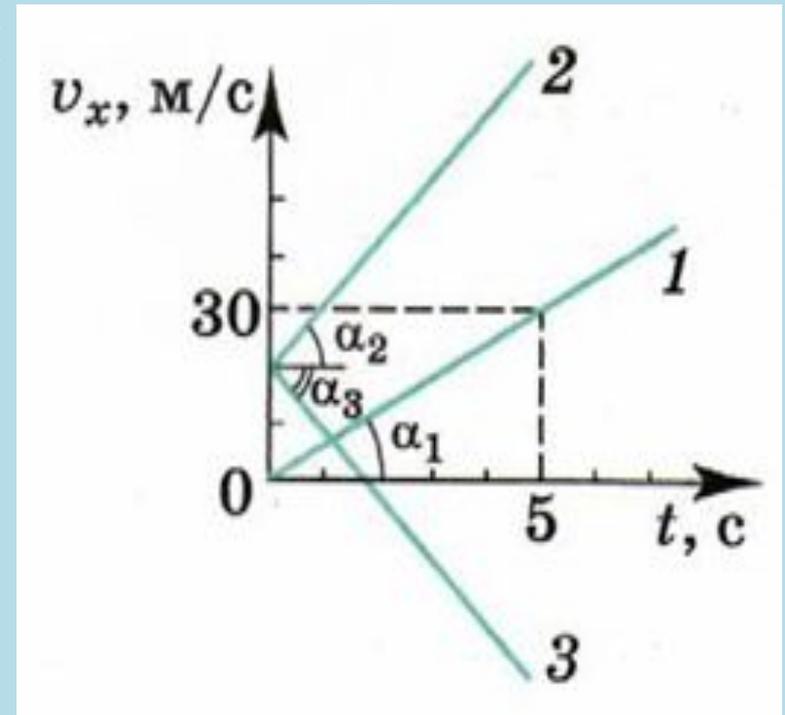
Отсюда получим формулу для определения скорости точки в любой момент времени при её движении с постоянным ускорением:

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

Вектору уравнения соответствуют в случае движения на плоскости два скалярных уравнения для проекций скорости на координатные оси X и Y:

$$v_x = v_{ox} + a_x t;$$

$$v_y = v_{oy} = a_y t.$$



# Уравнения положения точки в любой момент времени.

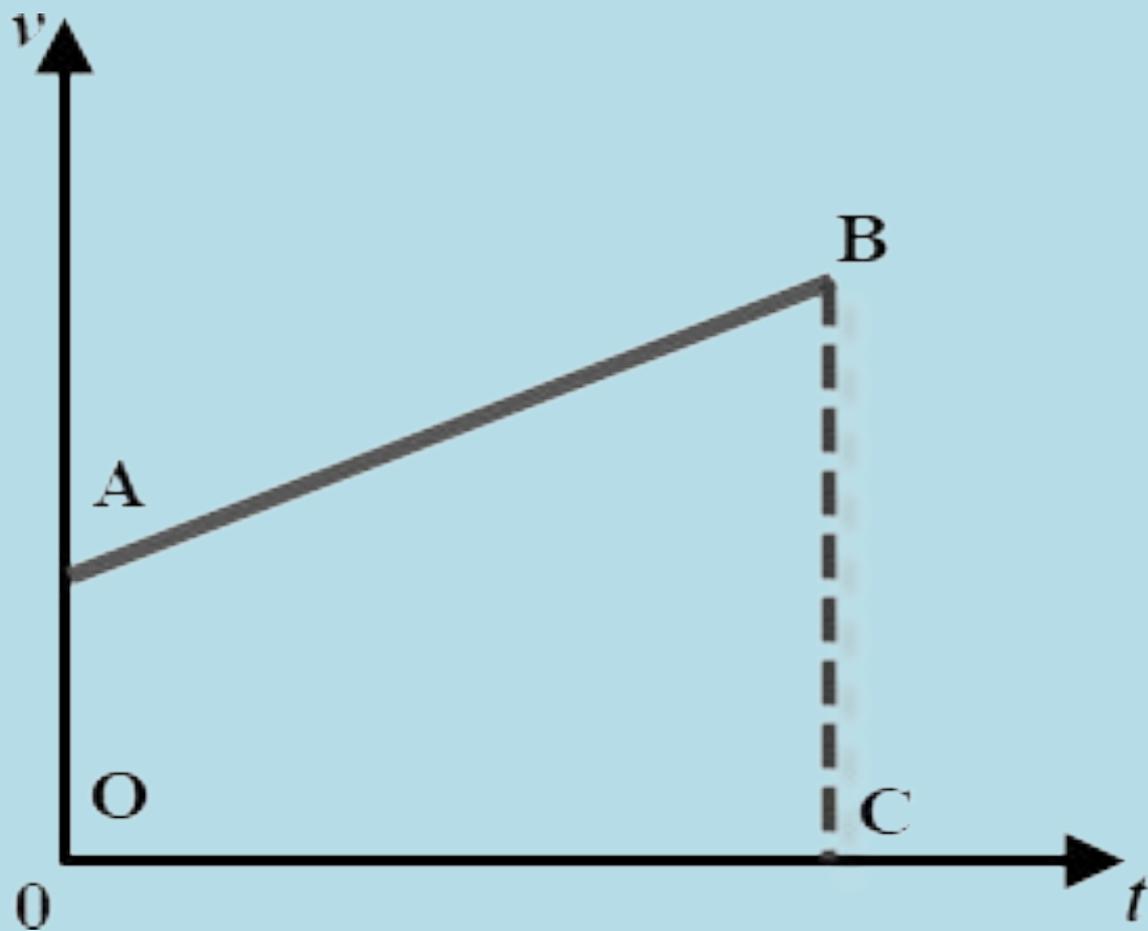
Допустим, движение с постоянным ускорением совершается в одной плоскости, пусть это будет плоскость  $XOY$ . Если вектор начальной скорости и вектор ускорения не лежат на одной прямой, то точка будет двигаться по кривой линии. Следовательно, в этом случае с течением времени будут изменяться обе ее координаты  $x$  и  $y$ . Обозначим через  $x_0$  и  $y_0$  координаты в начальный момент времени  $t_0 = 0$ , а через  $x$  и  $y$  координаты времени.

$$\Delta t = t - t_0 = t$$

$$\Delta x = x - x_0 \text{ и } \Delta y = y - y_0$$

$$x = x_0 + \Delta x \text{ и } y = y_0 + \Delta y$$

# График зависимости $v(t)$



По формуле для площади трапеции имеем:

$$\Delta x = \frac{v_{\text{ох}} - v_x}{2} t$$

Учитывая, что  $v_x = v_{\text{ох}} + a_x t$ , получаем формулу:

$$\Delta x = \frac{v_{\text{ох}} + v_x + a_x t}{2} t = v_{\text{ох}} t + \frac{a_x t^2}{2}$$

В обычных условиях задачи даются значения (модули) скоростей и ускорений:

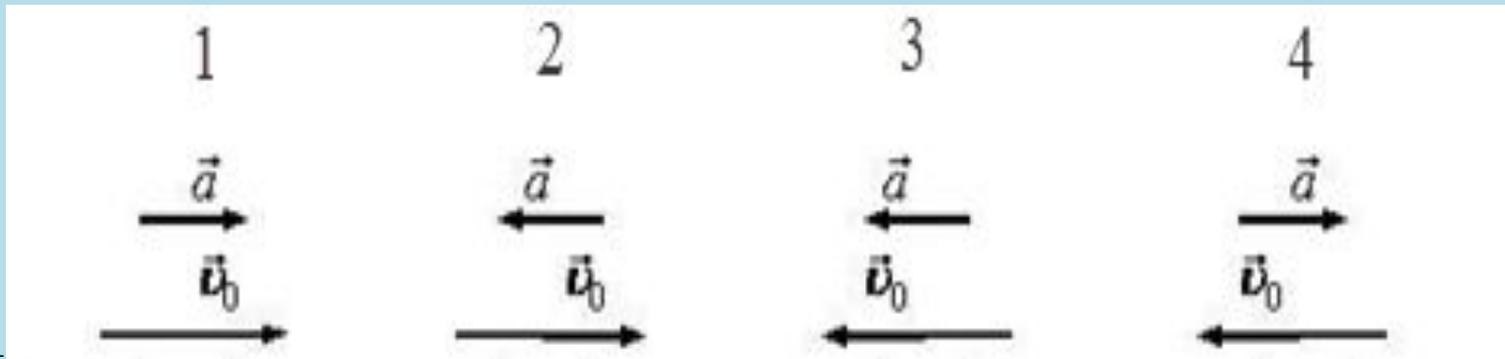
$$x = x_0 \pm v_0 t \pm \frac{at^2}{2}$$

При движении точки в плоскости  $XOY$  двум уравнениям соответствует одно векторное уравнение:

$$\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a}t^2}{2}$$

# Задание 1

1 Куда движутся тела и как изменяются их скорости, векторы начальных скоростей и ускорений которых показаны на рисунке 1?



Направление движения определяем по направлению скорости, изменение скорости — по направлению ускорения и скорости.

# Решение

Тело 1 движется вправо; направления ускорения и скорости совпадают, следовательно, скорость его увеличивается.

Тело 2 движется вправо; ускорение направлено в противоположную сторону скорости, следовательно, скорость его уменьшается.

Тело 3 движется влево; направления ускорения и скорости совпадают, следовательно, скорость его увеличивается.

Тело 4 движется влево; ускорение направлено в противоположную сторону скорости, следовательно, скорость его уменьшается.

# Задача

Электropоезд тормозит с ускорением  $0,40 \text{ м/с}^2$ . Определите, за какое время он остановится, если тормозной путь равен  $50 \text{ м}$ .

# Решение

При прямолинейном движении путь электропоезда равен перемещению  $s = \Delta r$ . Так как электропоезд останавливается, то  $v = 0$ . Скорость уменьшается, поэтому ускорение направлено против движения.

$$\Delta \vec{r}_0 = v_x \cdot t - \frac{a_x t^2}{2},$$

где  $\Delta r_x = s = 50$  м;  $v_x = 0$ ;  $a_x = -a$ ;  $a = 0,40$  м/с<sup>2</sup>

$$s = \frac{at^2}{2};$$

$$t \approx 16 \text{ с.}$$

$$t = \sqrt{\frac{2s}{a}};$$

Движение тела только под влиянием притяжения его к Земле называют **свободным падением.**

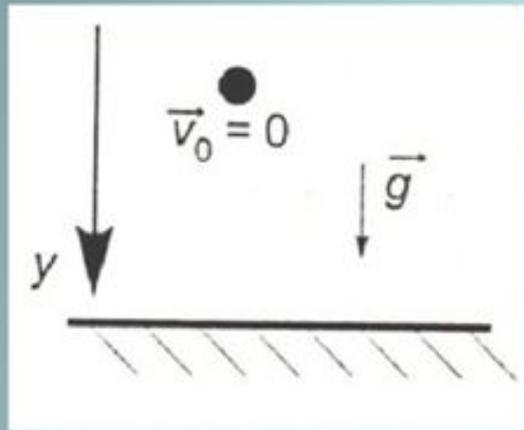
**Свободное падение** — падение тел в безвоздушном пространстве под действием притяжения к Земле.

Ускорение, сообщаемое Землёй всем телам, называется **ускорением свободного падения.**

Оно всегда направлено вниз, к центру Земли. Ускорение свободного падения зависит от высоты тела над поверхностью Земли. Чем выше поднято тело, тем слабее оно притягивается к Земле, тем меньше ускорение свободного падения.

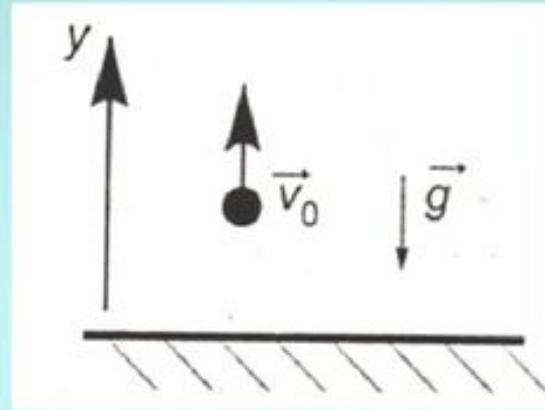
Скорость свободно падающего тела увеличивается с течением времени. Поскольку на свободно падающее тело действует единственная сила — сила тяжести, то его ускорение постоянно, т.е. свободное падение — движение равноускоренное.

# Законы свободного падения



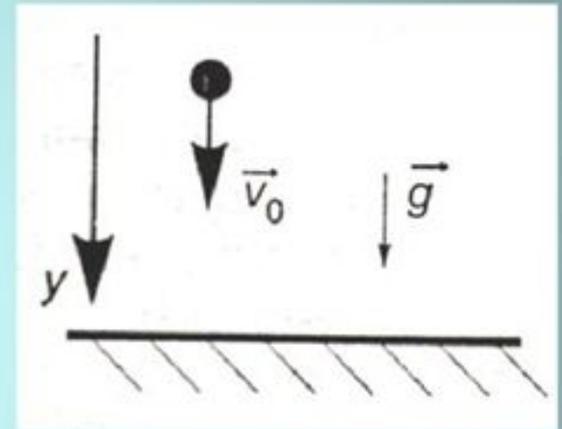
$$h = \frac{gt^2}{2}$$

$$v = gt$$



$$h = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$v = v_0 - gt$$



$$h = v_0 t + \frac{gt^2}{2}$$

$$v = v_0 + gt$$

Равноускоренное движение	Свободное падение	Движение тела, брошенного вертикально вверх
$\vec{V} = \vec{V}_0 + \vec{a}t$	$\vec{V} = \vec{V}_0 + \vec{g}t$	$\vec{V} = \vec{V}_0 + \vec{g}t$
$v_x = v_{x0} + a_x t$	$v_y = v_{0y} + gt$	$v_y = v_{0y} - gt$
$\vec{S} = \vec{V}_0 t + \frac{\vec{a}t^2}{2}$	$\vec{h} = \vec{V}_0 t + \frac{\vec{g}t^2}{2}$	$\vec{h} = \vec{V}_0 t + \frac{\vec{g}t^2}{2}$
$s_x = v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$	$y = v_{0y} t + \frac{gt^2}{2}$	$y = v_{0y} t - \frac{gt^2}{2}$
$x = x_0 + v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$	$y = y_0 + v_{0y} t + \frac{gt^2}{2}$	$y = y_0 + v_{0y} t - \frac{gt^2}{2}$