

# РАВНОПЕРЕМЕННОЕ ДВИЖЕНИЕ



# Ускорение

- Быстрота изменения скорости (физический смысл)
- **Ускорением** называют векторную величину, равную **отношению изменения скорости** тела к промежутку **времени**, в течение которого это изменение произошло:



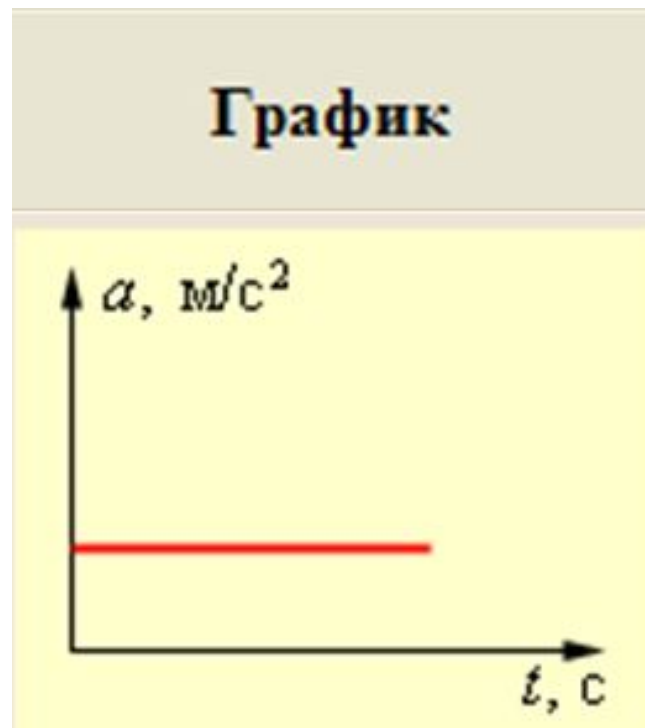
$$\vec{a} = \frac{\vec{V} - \vec{V}_0}{t}$$

**Единицы измерения**  
**м/с<sup>2</sup>.**

$$a = 2,5 \text{ м/с}^2$$

Это значит, что скорость тела за каждую секунду изменяется на 2,5 м/с

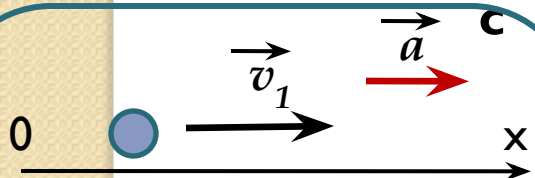
График



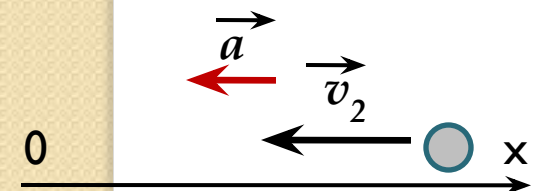
# Работаем с проекциями величин

Связь знаков проекций скорости  $v_x$  и ускорения  $a_x$

с характером движения тела



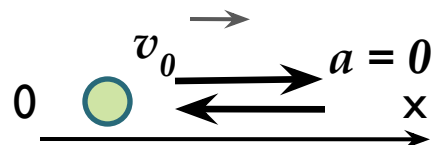
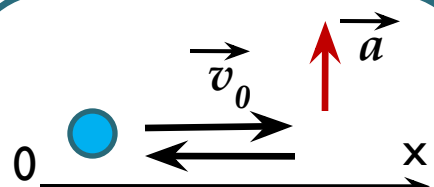
$$v_{1x} > 0, a_x > 0$$



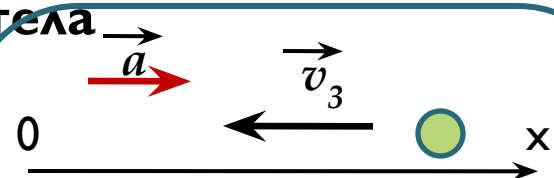
$$v_{2x} < 0, a_x < 0$$

если векторы  $\vec{a}$  и  $\vec{v}$  сонаправлены, то

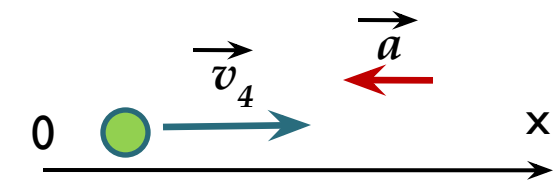
**скорость увеличивается**



**скорость постоянна**  
если  $a = 0$  или векторы перпендикулярны



$$v_{3x} < 0, a_x > 0$$



$$v_{4x} > 0, a_x < 0$$

если векторы  $\vec{a}$  и  $\vec{v}$  противоположно направлены

**скорость уменьшается**

Если известна начальная скорость и ускорение, можно определить скорость тела в любой момент времени

$$a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t} \Rightarrow v_x - v_{0x} = a_x t \Rightarrow v_x = v_{0x} + a_x t$$

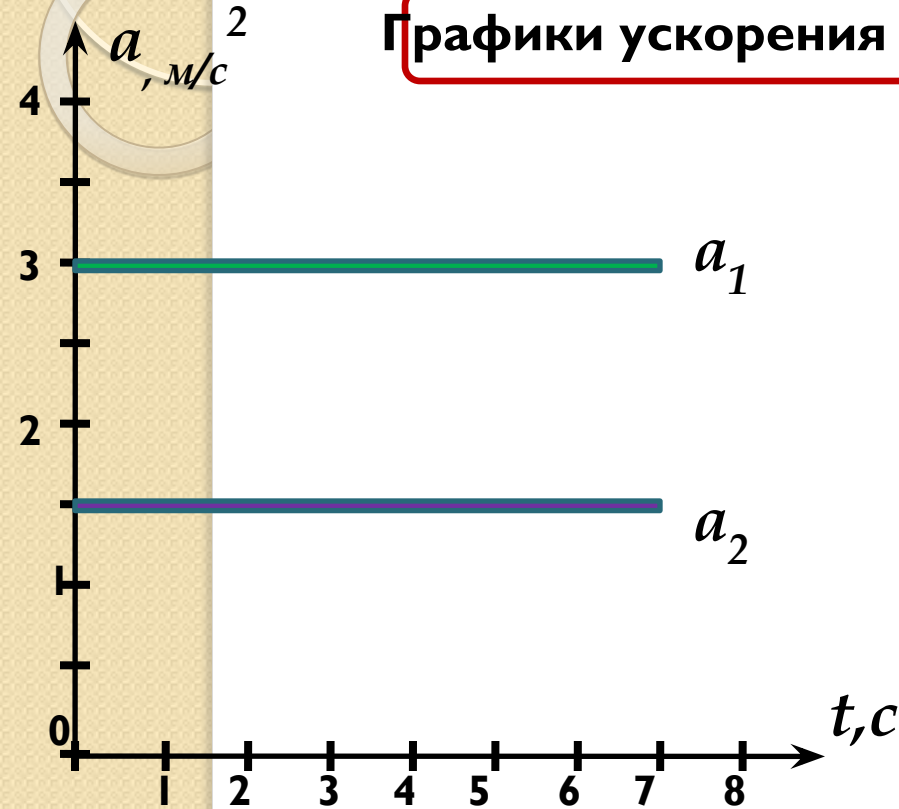
Полученная формула может видоизменяться в зависимости от знаков проекций ускорения и начальной скорости

The diagram shows a horizontal axis labeled 'x' with four points marked 1, 2, 4, and 3. At each point, velocity vector  $\vec{v}$  and acceleration vector  $\vec{a}$  are shown. Point 1:  $\vec{v}$  and  $\vec{a}$  both point right. Point 2:  $\vec{v}$  points left,  $\vec{a}$  points right. Point 4:  $\vec{v}$  points right,  $\vec{a}$  points left. Point 3:  $\vec{v}$  points left,  $\vec{a}$  points right.

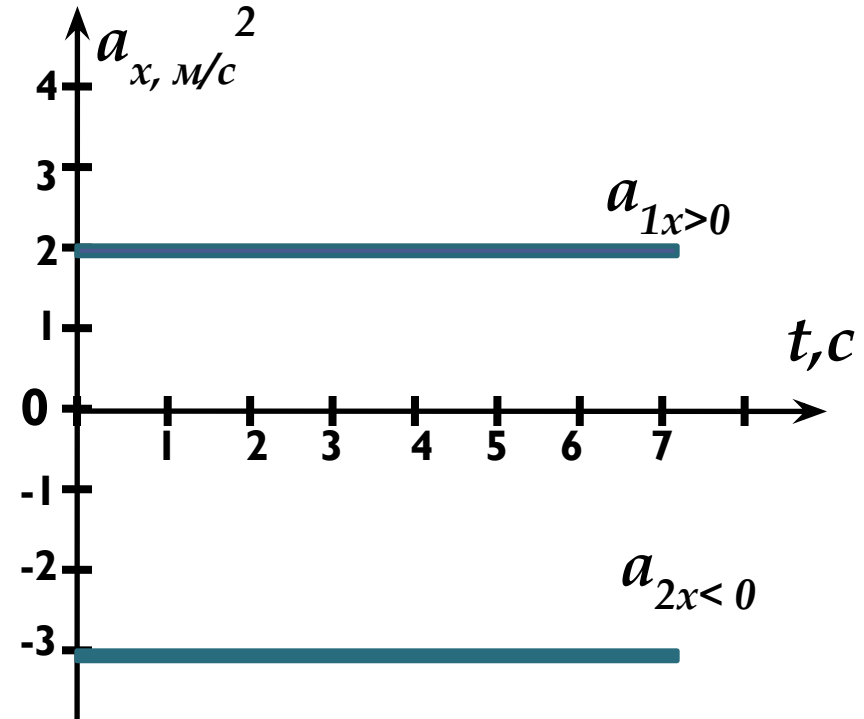
$v = v_0 + at$	$v = -v_0 - at$	$v = v_0 - at$	$v = -v_0 + at$
Т.К. $v_{1x} > 0, a_x > 0$	Т.К. $v_{2x} < 0, a_x < 0$	Т.К. $v_{4x} > 0, a_x < 0$	Т.К. $v_{3x} < 0, a_x > 0$
В случае, если $v_0 = 0$ , формула примет вид		$v = -at$	если $a_x < 0$
		$v = at$	если $a_x > 0$

# Графическое представление движения

## Графики ускорения и проекции ускорения



Позволяют определить, скорость какого из тел изменяется быстрее, но увеличивается она или уменьшается определить не позволяют



Позволяют определить, скорость какого из тел изменяется быстрее, но, кроме того, если известен знак проекции скорости, можно определить увеличивается она или уменьшается

# График зависимости проекции скорости от времени

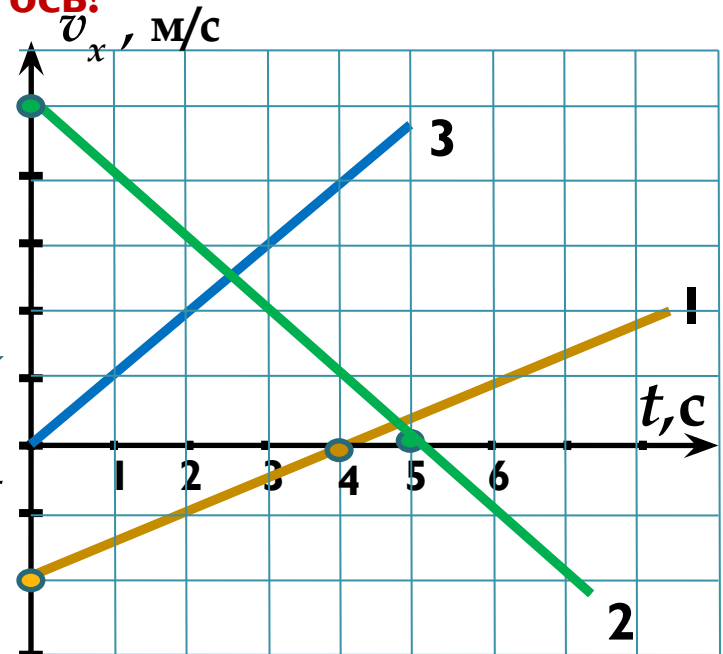
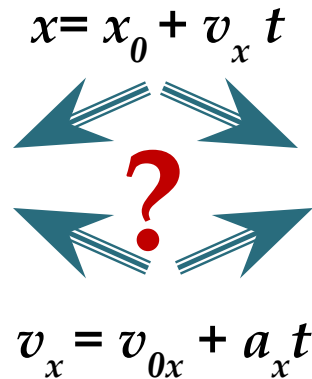
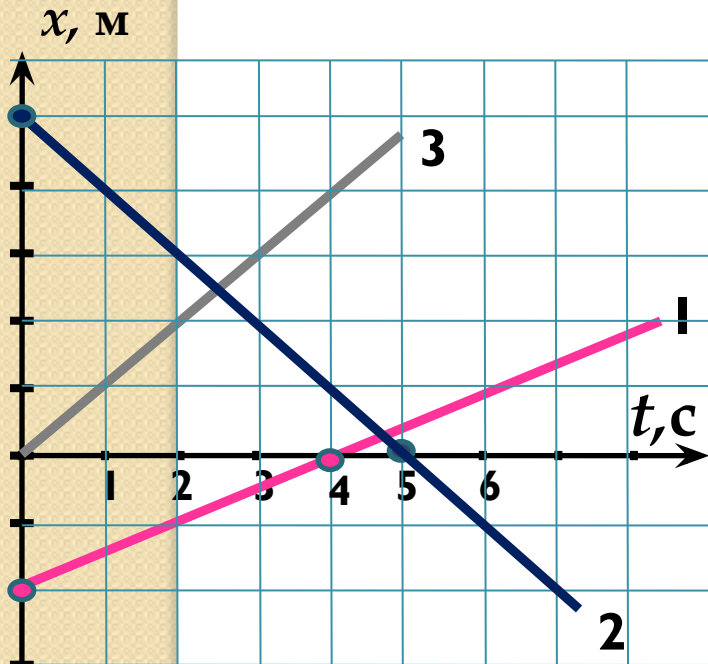
$$v_x = v_{0x} + a_x t$$

Если сравнить зависимость координаты от времени при равномерном движении и зависимость проекции скорости от времени при равноускоренном движении, можно увидеть, что эти зависимости одинаковы:

$$x = x_0 + v_x t \quad v_x = v_{0x} + a_x t$$

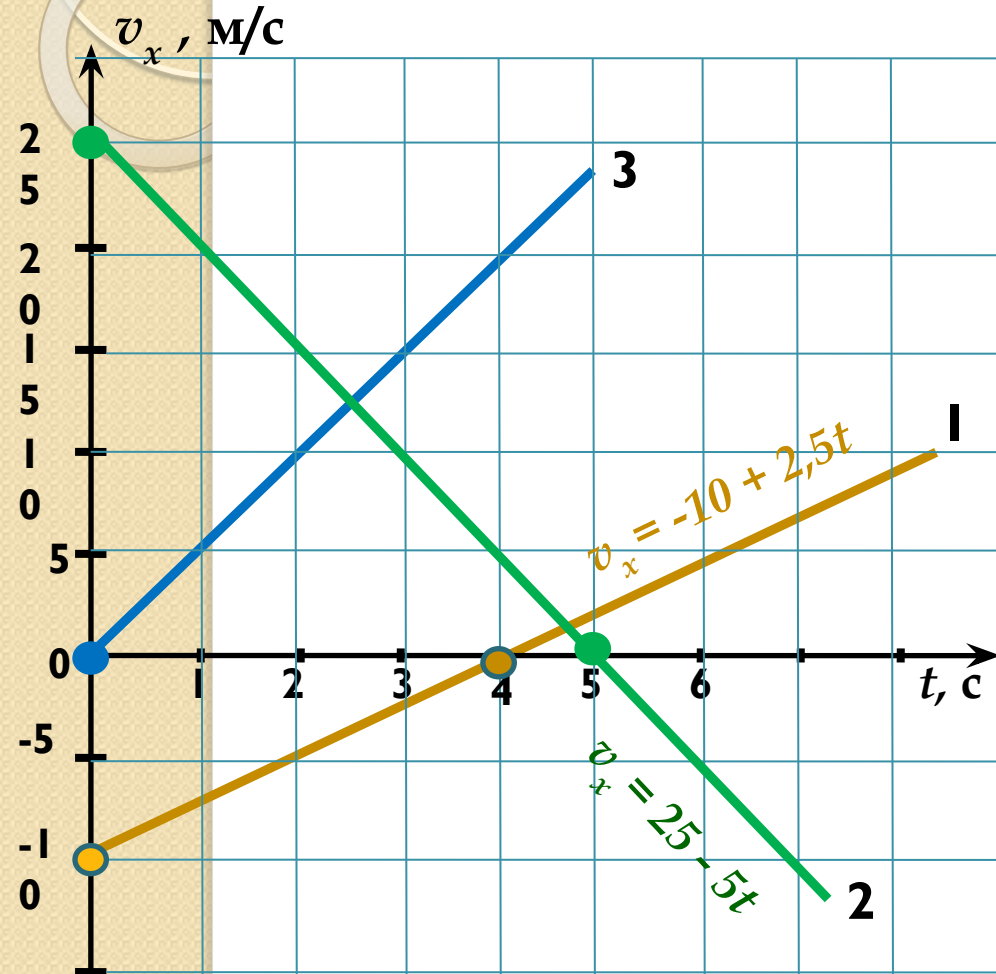
Это значит, что и графики зависимостей имеют одинаковый вид.

**Первое, с чего нужно начинать работу с графиком – посмотреть на вертикальную ось!**



# Учимся «читать» графики

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



2

$$v_{0x} = 25 \text{ м/с} \quad \underline{v_x = 0} \text{ м/с} \quad t = 5 \text{ с}$$

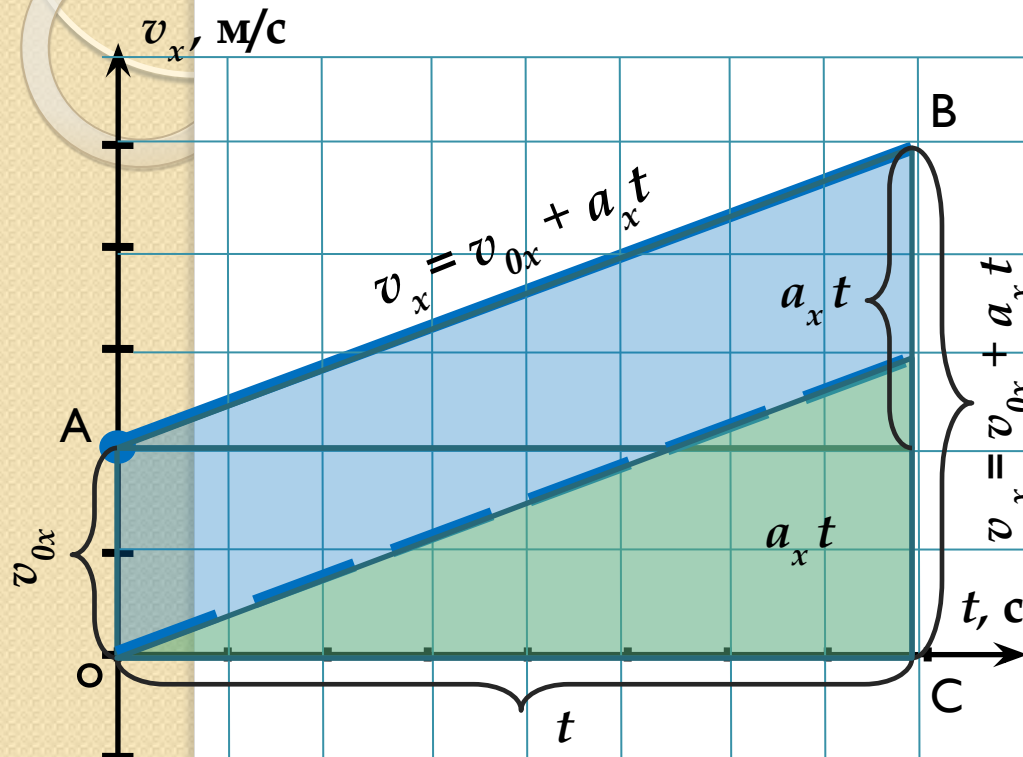
$$a_{1x} = \frac{v_x - v_{0x}}{t} = \frac{0 \text{ м/с} - 25 \text{ м/с}}{5 \text{ с}} = -5 \text{ м/с}^2$$

Тело движется с начальной скоростью 25 м/с в положительном направлении оси  $Ox$  (т.к.  $v_{0x} > 0$ ) равнозамедленно (т.к.  $a_x \downarrow v_x$ )

Через 5 с тело остановилось и равноускоренно продолжило движение в отрицательном направлении  
Зависимость  $v_x(t)$  имеет вид

$$v_x = 25 - 5t$$

# Перемещение при равноускоренном движении



Чтобы найти перемещение нам достаточно выразить площадь трапеции

$$S_x = \frac{v_x + v_{0x}}{2} t = \frac{2v_{0x} + a_x t}{2} t$$

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

$$S_x = \frac{a_x t^2}{2}$$

Тогда формула координаты имеет

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

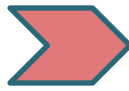
$$x = x_0 + \frac{a_x t^2}{2}$$

Если тело движется из состояния покоя, график проходит через начало координат, фигура под графиком – треугольник



# Некоторые важные зависимости между величинами

$$S = \frac{a t^2}{2}$$



Из данной формулы следует, что для равноускоренного движения без начальной скорости путь, пройденный телом, пропорционален квадрату времени. Значит, пути, пройденные телом за одну, две, три, четыре... секунды будут относиться как квадраты последовательных натуральных чисел

$$S_1 : S_2 : S_3 : S_4 \dots = 1 : 2^2 : 3^2 : 4^2 \dots$$

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



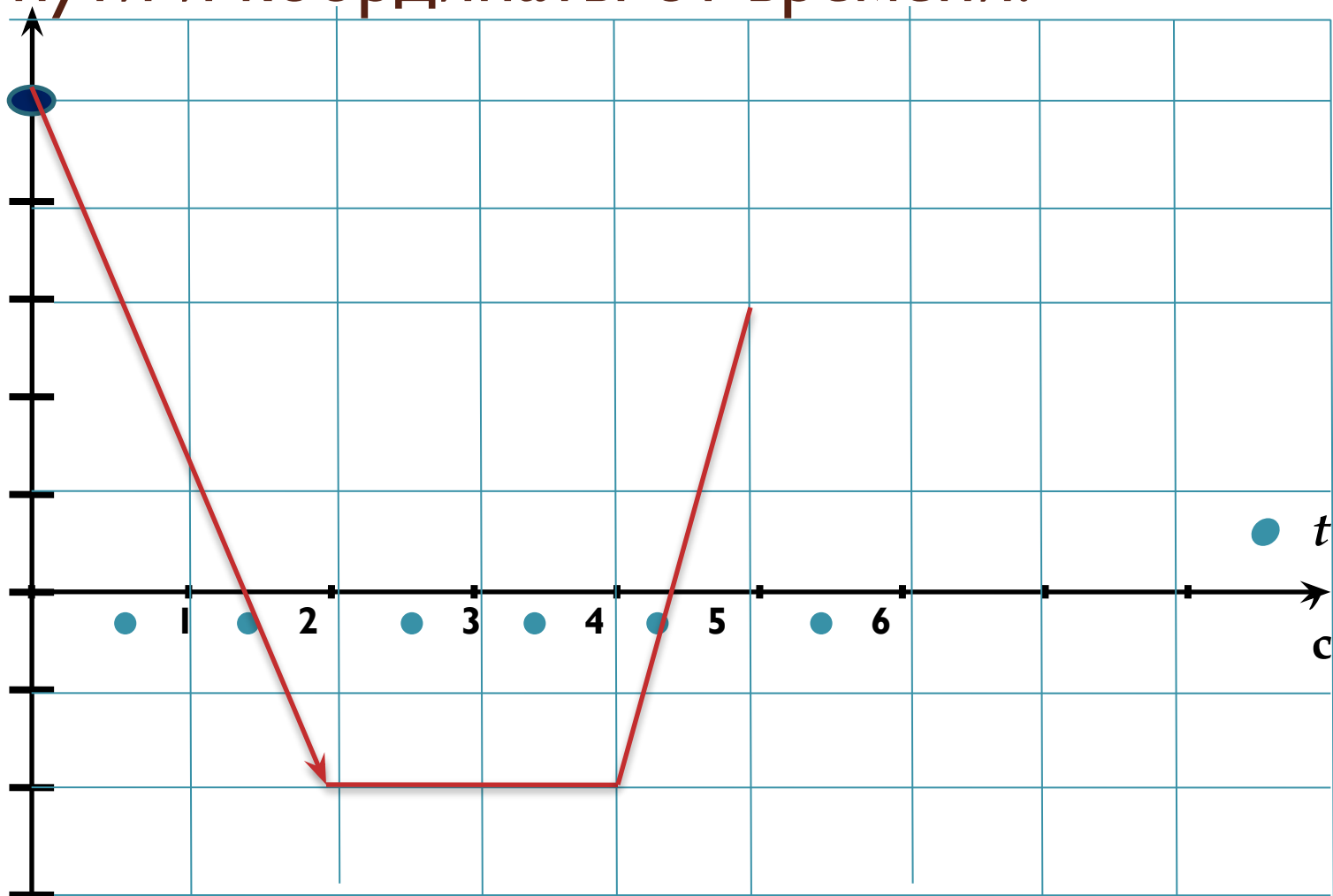
Для любого равноускоренного движения, пути, пройденные телом за любые равные промежутки времени, будут относиться как последовательный ряд нечетных чисел

$$S_{1-10} : S_{2-10} : S_{3-10} : S_{4-10} \dots = 1 : 3 : 5 : 7 \dots$$

$$S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

Формула перемещения без учета времени

Постройте по графику проекции скорости от времени графики ускорения, пути и координаты от времени.



Спасибо за урок!

