



Равноускоренное движение



При движении тел их скорости обычно меняются либо по модулю, либо по направлению, либо одновременно и по модулю, и по направлению.

Нам хорошо известны следующие формулы

$$x = x_0 + s_x$$

$$y = y_0 + s_y$$

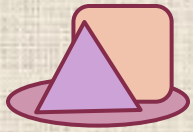
$$x = x_0 + v_x t$$

$$y = y_0 + v_y t$$

Данные формулы могут принимать разный вид в зависимости от того, как движется тело.

Сегодня мы узнаем, как будут выглядеть **ЭТИ** формулы **для простейшего вида неравномерного прямолинейного движения**. Для этого достаточно научиться определять скорость тела в любой момент времени или его перемещение



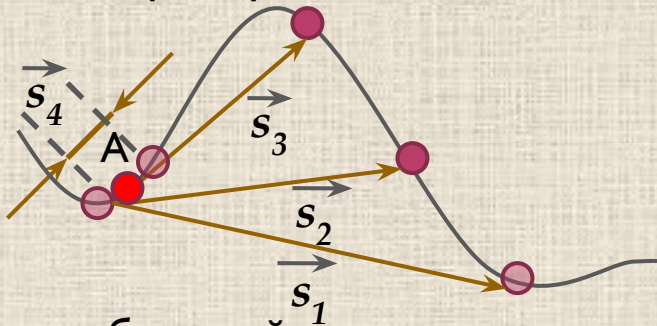


Скорость тела в данный момент времени или в данной точке траектории называется мгновенной скоростью.

Она всегда

направлена по касательной к траектории в данной точке.

Рассмотрим неравномерное движение тела по произвольной траектории. Попробуем определить скорость тела, например, в точке А:



1. Выделим небольшой участок траектории, включающий точку А. Для него значение средней скорости равно:

$$\vec{v}_{cp1} = \frac{\vec{s}_1}{t_1}$$

2. Выделим участок поменьше, включающий точку А:

$$\vec{v}_{cp2} = \frac{\vec{s}_2}{t_2}$$

3. Для еще более маленького участка.

$$\vec{v}_{cp3} = \frac{\vec{s}_3}{t_3}$$

4. В результате можно достичь настолько малого промежутка времени, что скорость за него практически не успеет измениться, а траектория стянется в точку, и движение станет как бы равномерным.

$$\vec{v}_{cp4} = \frac{\vec{s}_4}{t_4}$$

Именно для такого случая средняя скорость становится мгновенной скоростью в точке

$$\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t} \quad A$$

формула
мгновенной
скорости

Теперь, говоря о скорости неравномерного движения, мы будем иметь в виду

мгновенную скорость



Наша задача сводится к умению определять мгновенную скорость тела в любой момент времени

Для простоты рассмотрим такое неравномерное движение, при котором скорость тела изменяется одинаково за любые равные промежутки времени.

Движение тела, при котором скорость тела за любые равные промежутки

времени изменяется **одинаково**, называется **равноускоренным движением**

Прямолинейное
Движение

равномерно

равноускоренн

е

ое



Определение координаты тела в любой момент времени



Определение скорости тела в любой момент времени

Вводили величину, характеризующую быстроту изменения координаты



Нужна величина, характеризующая быстроту изменения скорости

СКОРОСТЬ

$$\frac{x - x_0}{t}$$

УСКОРЕНИЕ

$$\frac{v - v_0}{t}$$



Ускорением тела при его равноускоренном движении называется

векторная величина, равная отношению изменения

~~скорости к промежутку времени, в течение которого это~~
изменение произошло.

a –

ускорение

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

Единица ускорения в СИ:

$$1[a] = 1 \text{ м/с}^2$$

Итак, ускорение характеризует быстроту изменения скорости :
чем больше ускорение, тем быстрее изменяется скорость
(увеличивается или уменьшается)



Каков смысл данных значений ускорений тел :

$$a = 1$$

$$\text{м/с}^2$$

Это значит, что скорость тела за каждую секунду изменяется на 1 м/с

$$a = 2,5$$

$$\text{м/с}^2$$

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

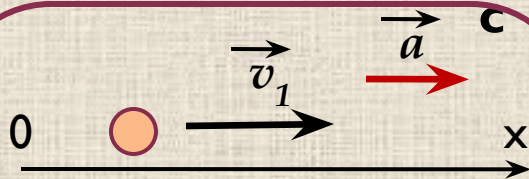




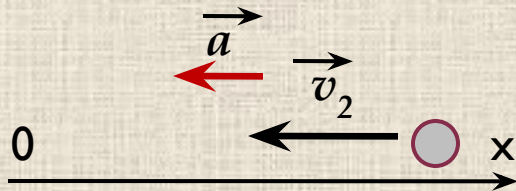
Работаем с проекциями величин

Связь знаков проекций скорости v_x и
ускорения a_x

с характером движения тела



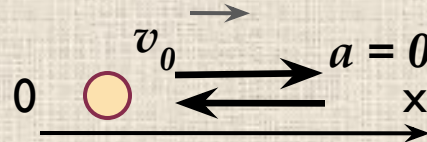
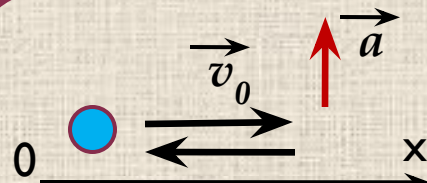
$$v_{1x} > 0, a_x > 0$$



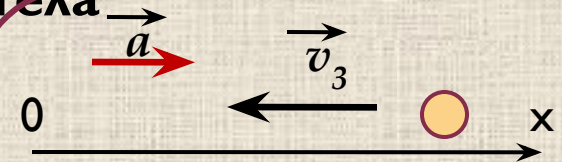
$$v_{2x} < 0, a_x < 0$$

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

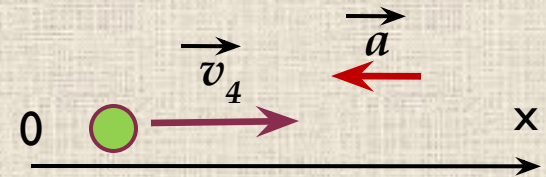
**скорость
увеличивается**



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

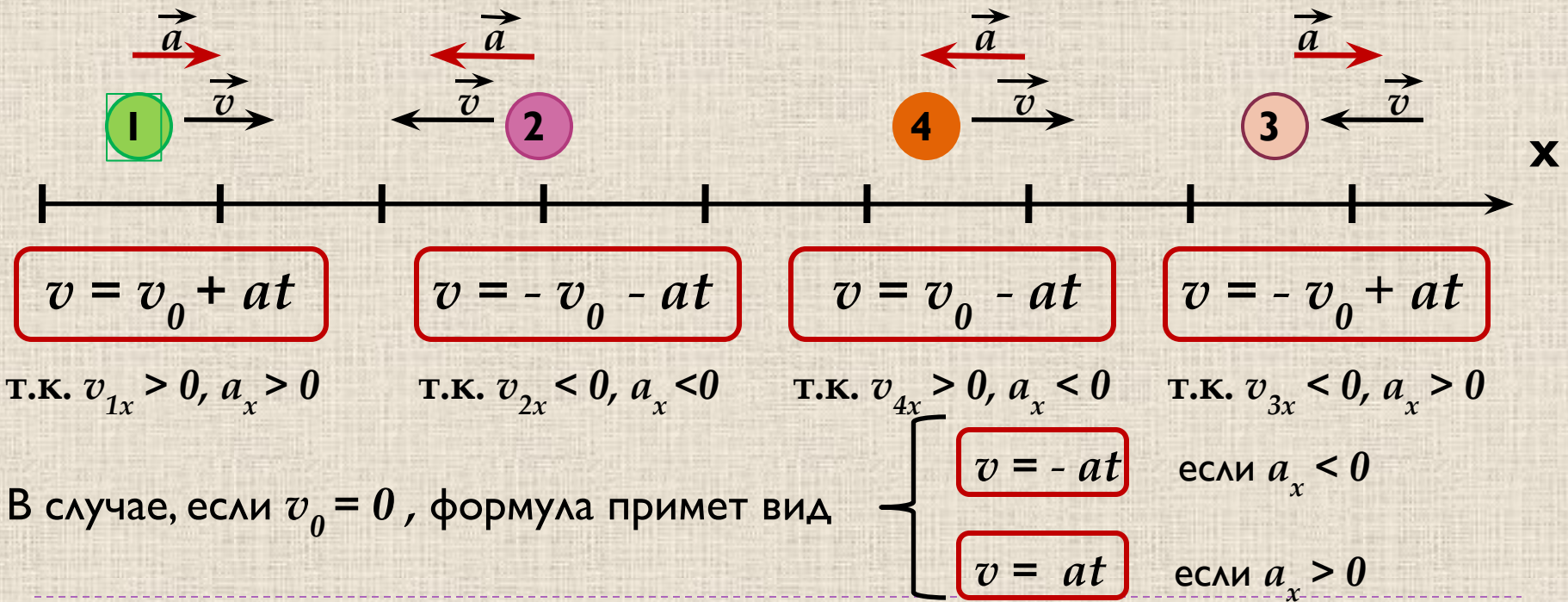
**скорость
уменьшается**



**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



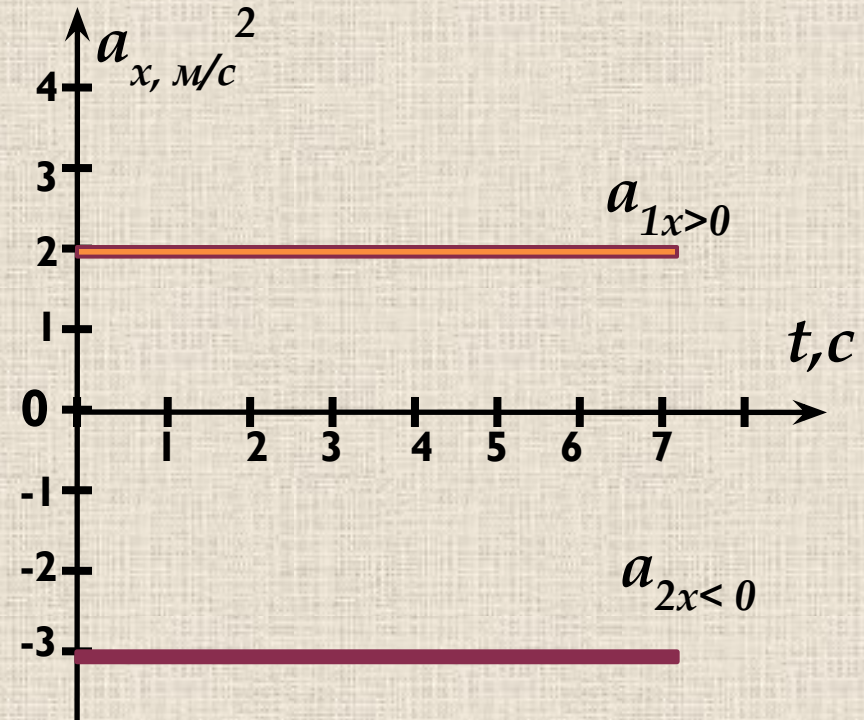


Графическое представление движения

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



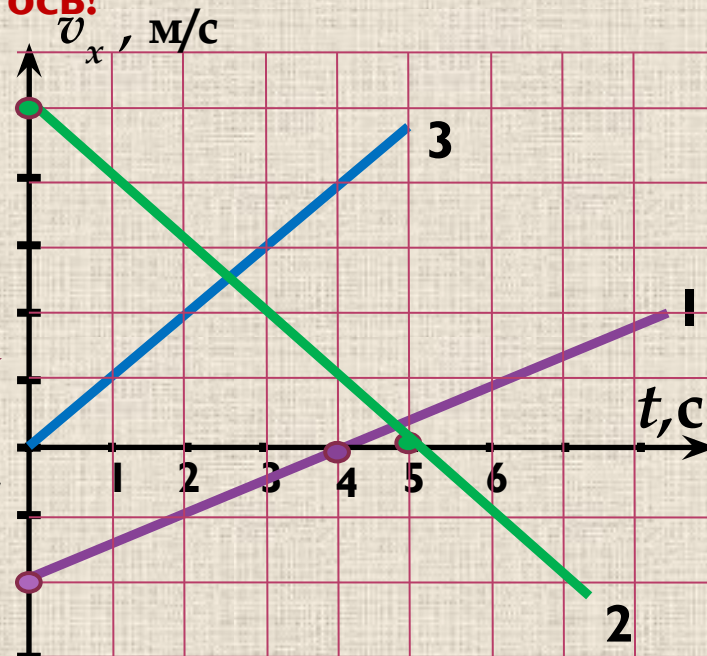
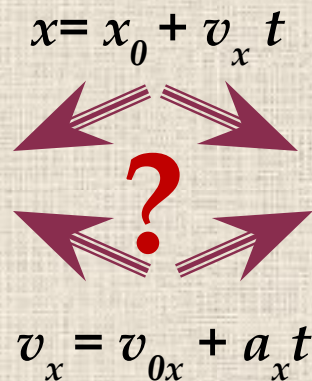
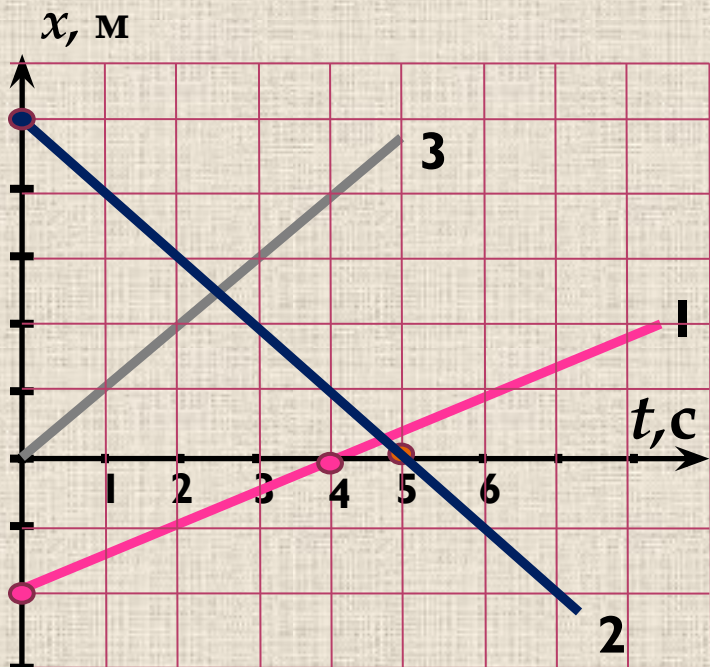
$$v_x = v_{0x} + a_x t$$

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.

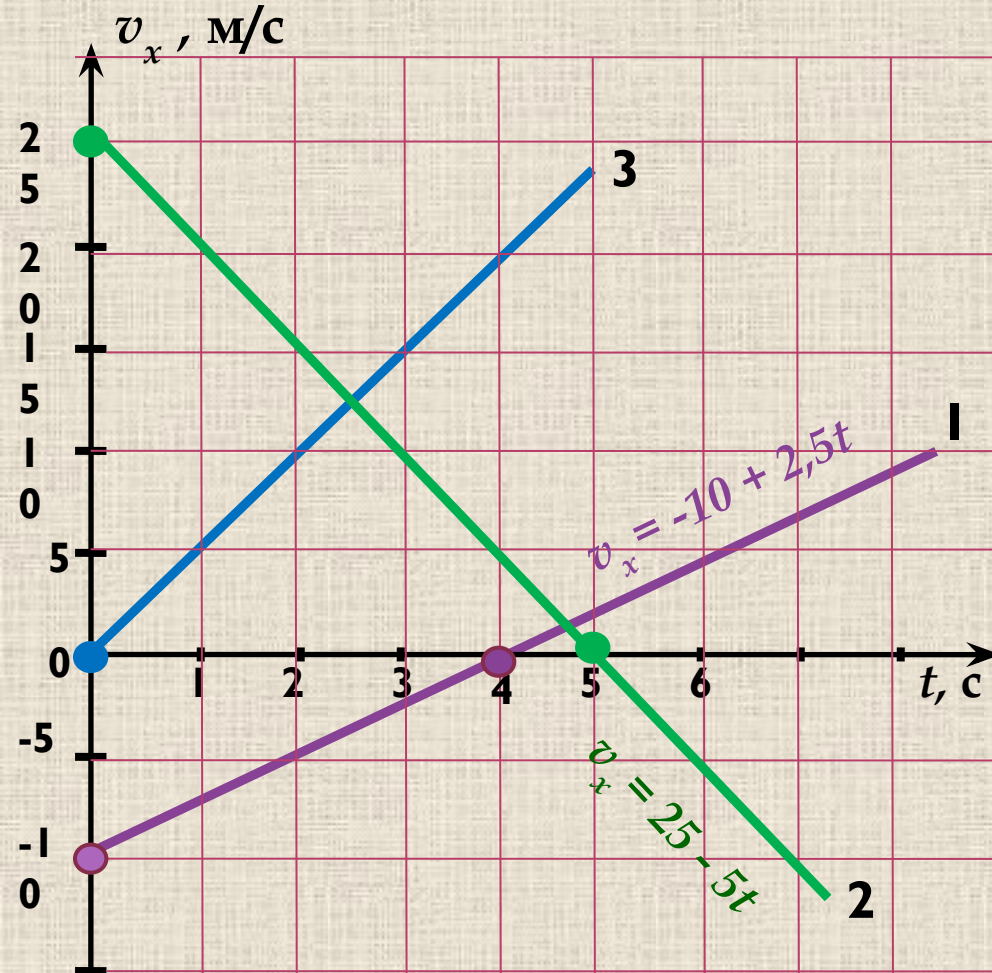
Первое, с чего нужно начинать работу с графиком – посмотреть на вертикальную ось!





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. $a_x \downarrow v_x$)

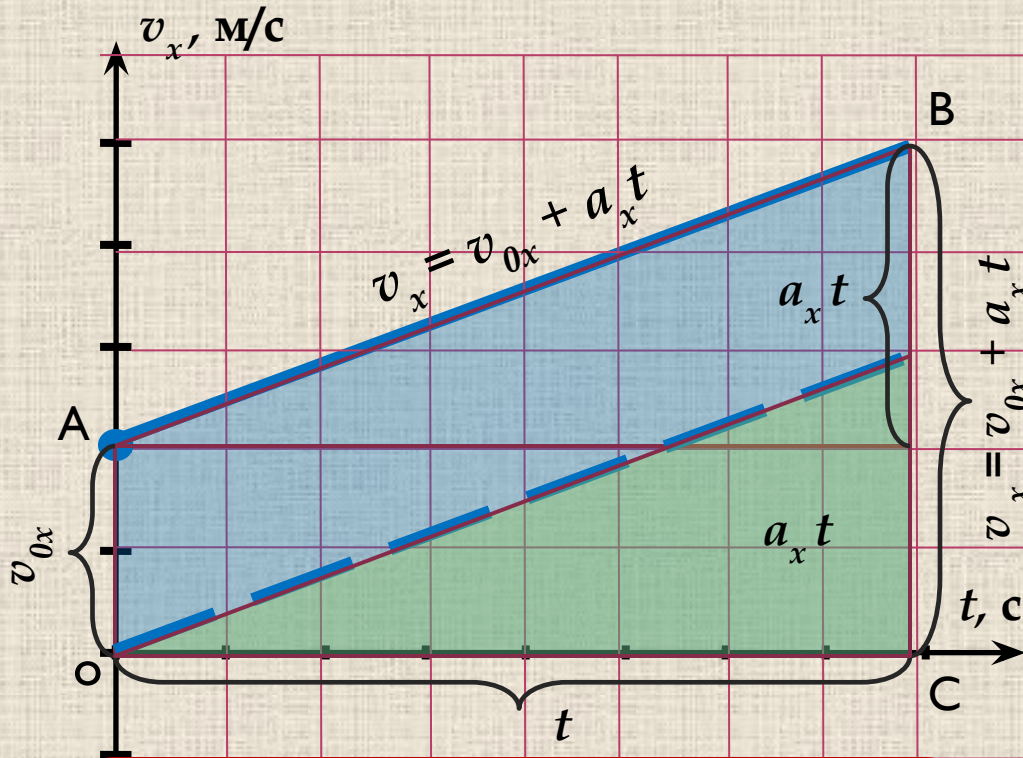
Через 5 с тело остановилось и равноускоренно продолжило движение в отрицательном направлении. Зависимость $v_x(t)$ имеет вид

$$v_x = 25 - 5t$$

▶ Такие графики «хранят» еще некоторую информацию. Так что, продолжим.



Перемещение при равноускоренном движении



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

Нам хорошо известно, что площадь фигуры под графиком скорости численно равна пути, а под графиком проекции скорости - равна проекции перемещения.

Поэтому, нам достаточно выразить площадь трапеции OABC

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

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

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

Тогда формула координаты имеет

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

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



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

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

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

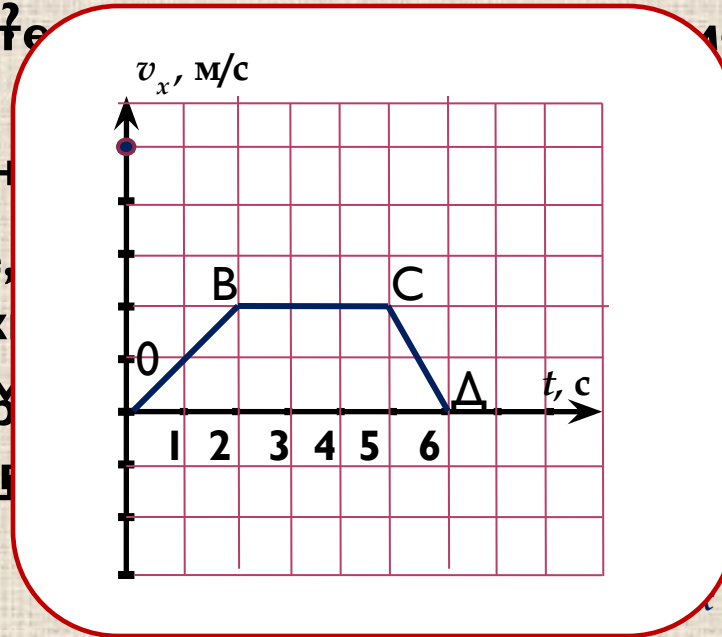
Формула перемещения без учета времени



Вспомним изученное

- Как называется движение, при котором скорость **изменяется?** **Скорость** **те** **мени** **или** **в** **данной** **точке**

- Что можн
- скорости?
- Движение, промежуток
- Дайте ^{врем} **впр** **ускорения** **ониш** **что**



• **Повенной**
за равные
называется
диницы
а, если известно,
> 0

- Опишите характер движения тела, пользуясь **зависимостью**

- На каком участке перемещение тела **наибольшее?**
- Чему равен путь, пройденный любым телом за

первую секунду равноускоренного движения из состояния **покоя?**

$$v_x = -20 - 2t$$



Домашнее задание

- §§ 11, 13, 14
- Упр. 3, №№ 2, 3
- График №3 (в тетради)



Спасибо за работу !!!

