



КРАТКАЯ ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА

- ▣ Развитие кинематики как науки началось еще в древнем мире и связано с таким именем как Галилей , который вводит понятие ускорения . Развитие кинематики в XVIII в. связано с работами Эйлера, заложившего основы кинематики твердого тела и создавшего аналитические методы решения задач механики. Более глубокие исследования геометрических свойств
- ▣ Более глубокие исследования геометрических свойств движения тела были вызваны развитием техники в начале XIX в. и, в частности, быстрым развитием машиностроения.
- ▣ Крупные исследования в области кинематики механизмов и машин принадлежат и русским ученым: основоположнику русской школы теории машин и механизмов П.Л. Чебышеву (1821-1894), Л.В. Ассуру (1878-1920), Н.И. Мерцалову (1866-1948), Л.П.Котельникову (1865-1944) и другим ученым.



ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ КИНЕМАТИКИ:

Кинематика (с греч. κινεῖν — двигаться) - раздел механики, в котором движение тел рассматривается без выяснения причин этого движения.

Основная задача кинематики:

зная закон движения данного тела, определить все кинематические величины, характеризующие как движение тела в целом, так и движение каждой из его точек в отдельности.



КИНЕМАТИКА - ЭТО ОПИСАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ТЕЛ С МАТЕМАТИЧЕСКИМИ ОТВЕТАМИ НА ВОПРОСЫ:

1. **Где?**



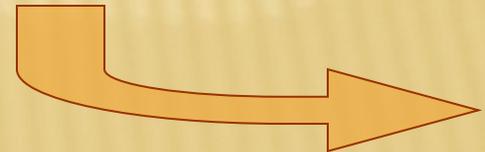
2. **Когда?**



3. **Как?**



Для получения ответов на поставленные вопросы необходимы следующие понятия:



ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ КИНЕМАТИКИ:

Механическое движение

Система отсчета

Материальная точка

Траектория

Путь

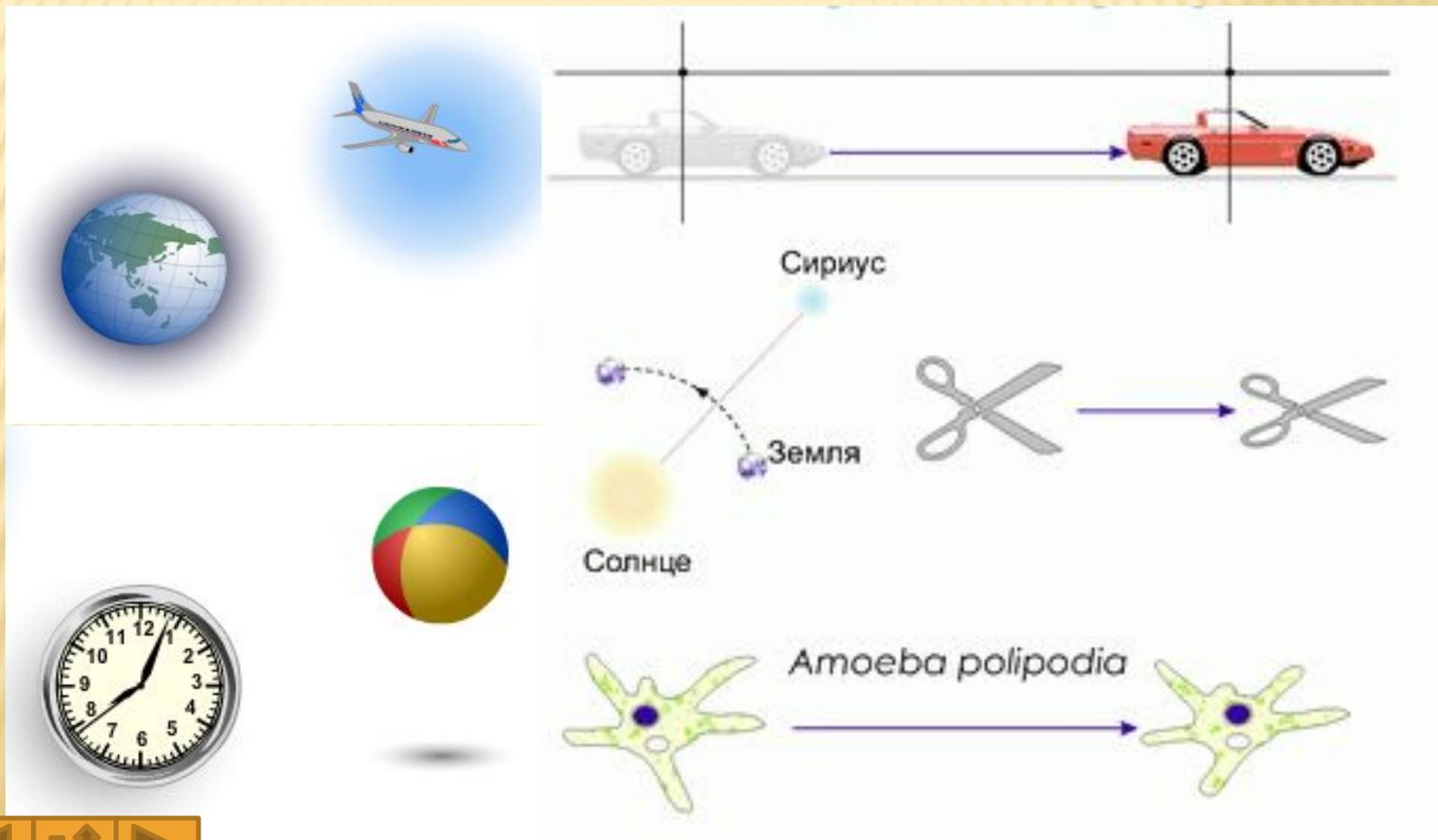
Перемещение

Скорость

Ускорение



МЕХАНИЧЕСКИМ ДВИЖЕНИЕМ ТЕЛА (ТОЧКИ) НАЗЫВАЕТСЯ ИЗМЕНЕНИЕ ЕГО ПОЛОЖЕНИЯ В ПРОСТРАНСТВЕ ОТНОСИТЕЛЬНО ДРУГИХ ТЕЛ С ТЕЧЕНИЕМ ВРЕМЕНИ.

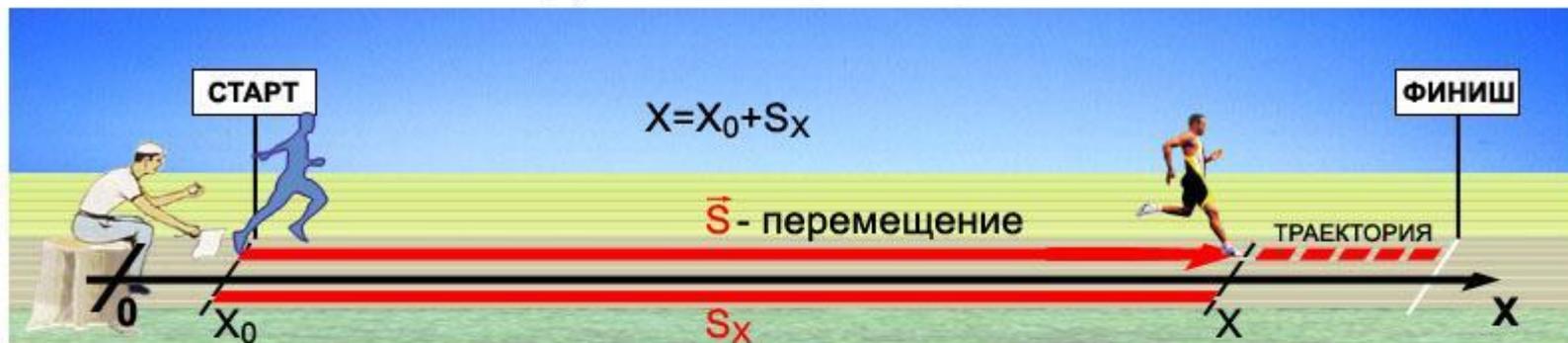


Примеры механического движения

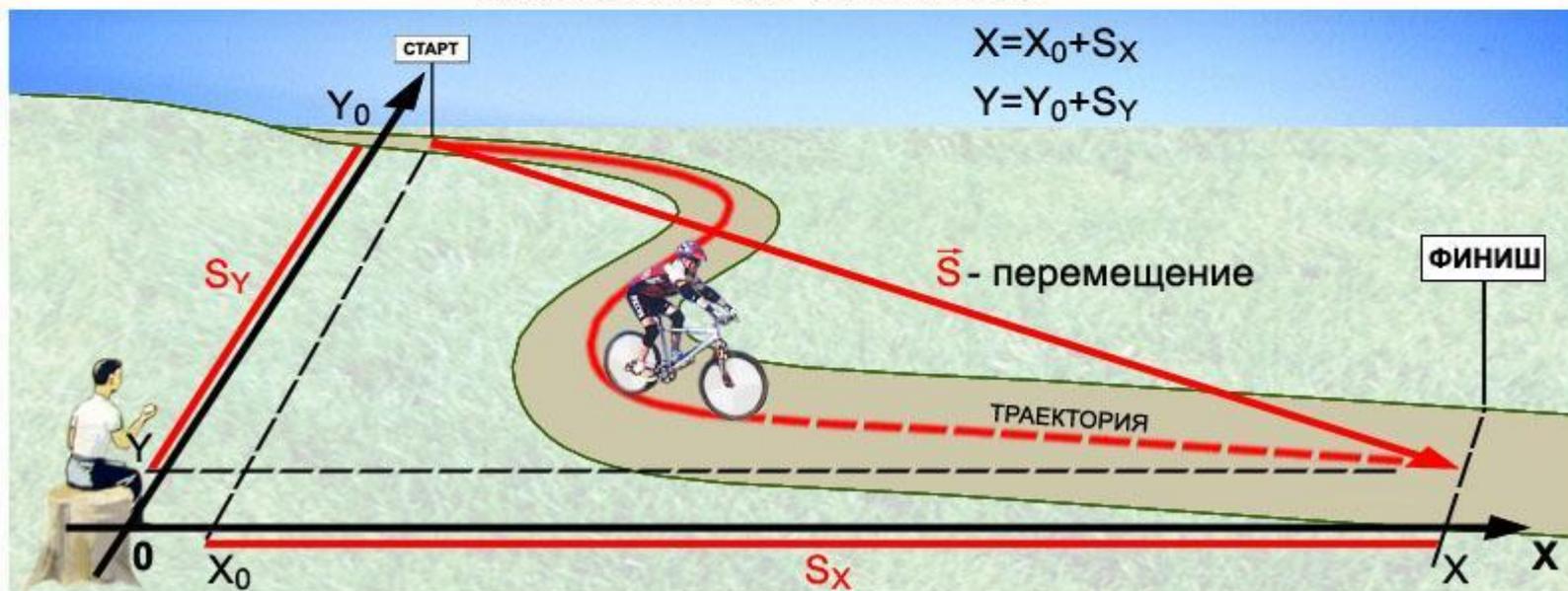


ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕЛА (ТОЧКИ)

1. ДВИЖЕНИЕ ПО ПРЯМОЙ



2. ДВИЖЕНИЕ ПО ПЛОСКОСТИ



ДВИЖЕНИЕ

```
graph TD; A[ДВИЖЕНИЕ] --> B[РАВНОМЕРНОЕ]; A --> C[НЕРАВНОМЕРНОЕ]; C --> D[РАВНОУСКОРЕННОЕ];
```

A hierarchical diagram showing the classification of motion. The root node is 'ДВИЖЕНИЕ' (Motion). It branches into two categories: 'РАВНОМЕРНОЕ' (Uniform) and 'НЕРАВНОМЕРНОЕ' (Non-uniform). The 'НЕРАВНОМЕРНОЕ' category further branches into 'РАВНОУСКОРЕННОЕ' (Uniformly accelerated).

РАВНОМЕРНО

Е

НЕРАВНОМЕРН

ОЕ

РАВНОУСКОРЕН

НОЕ



10 МИН

10 МИН

10 МИН

10 МИН



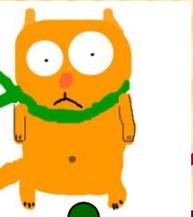
1 КМ

1 КМ

1 КМ

1 КМ

Равномерное
движение

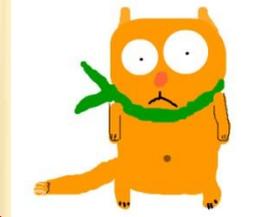


10 МИН

10 МИН

10

10 МИН



1,3 КМ

1,6 КМ

0,4 КМ

0,7 КМ

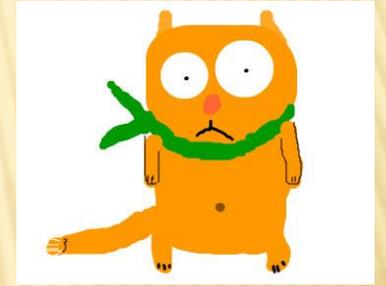
Неравномерное
движение

Прямолинейное равномерное движение – движение, при котором тело за любые (!) равные (!) промежутки времени проходит одинаковые пути.



Характеристики:

1. Путь



Путь – длина траектории.

Обозначение пути:

l

$[l] = \text{м (метр)}$

$$l = v t$$

v

- скорость;

l

- путь;

t

- время движения.

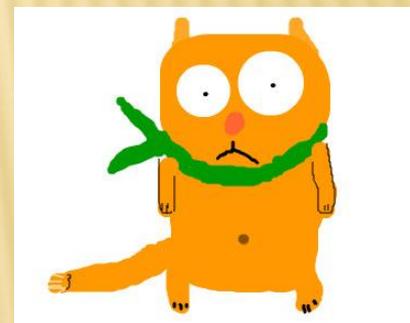


2. Скорость

Скорость равномерного движения – физ. величина, равная отношению пути ко времени, за который этот путь пройден:

$$v = \frac{\ell}{t}$$

$$[v] = \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



1 м/с – это такая скорость равномерного движения, при которой тело за каждую секунду преодолевает путь **1 метр**.



При равномерном движении скорость тела постоянна. При неравномерном движении скорость тела меняется. Для описания этого движения можно использовать среднюю скорость.

Средняя скорость равна отношению всего (!) пройденного телом пути, деленному на все (!) время движения.

$$v_{\text{ср}} = \frac{l}{t}$$

$v_{\text{ср}}$ – средняя скорость;

l – весь путь;

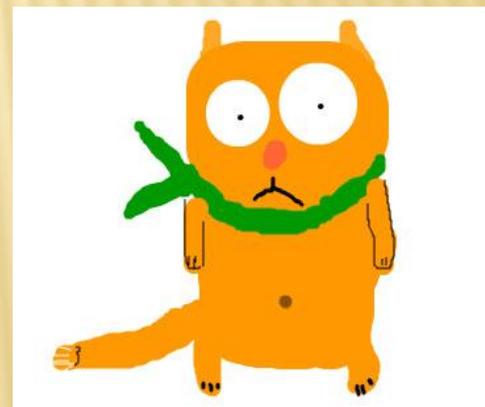
t – все время движения.

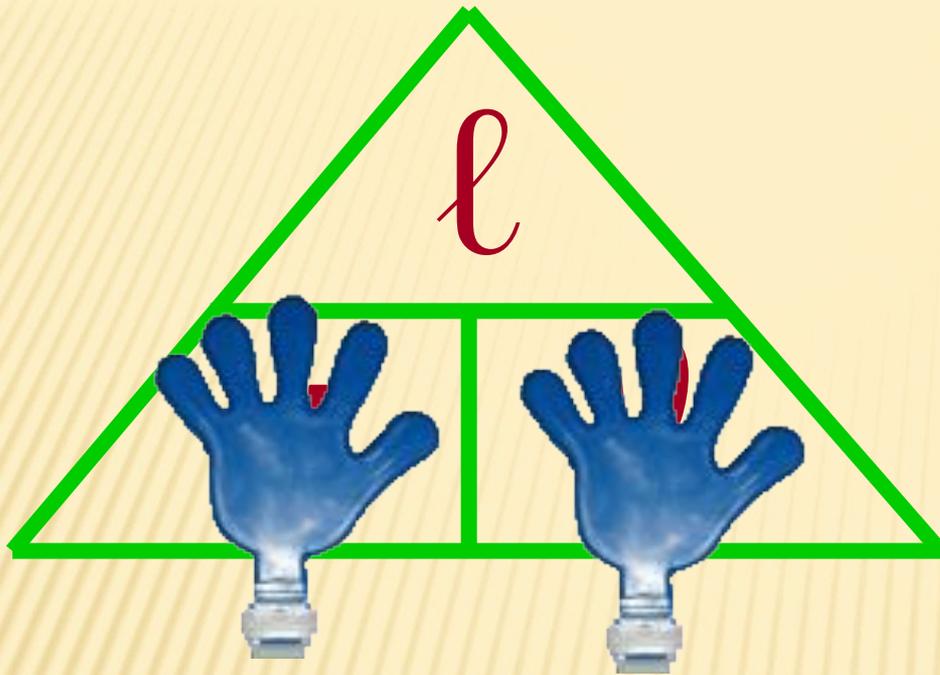


3. Время

$$t = \frac{l}{v}$$

$$[t] = c$$





$$l = v t$$

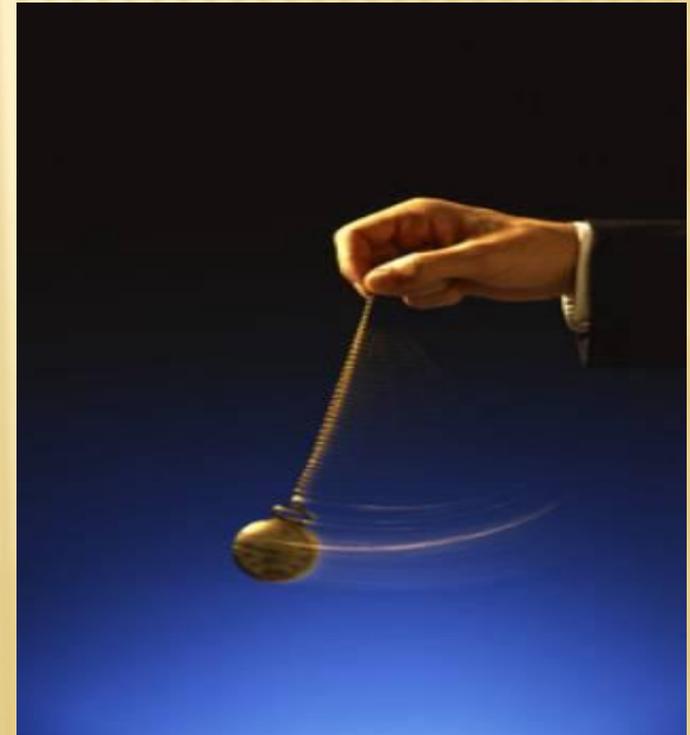
$$v = \frac{l}{t}$$

$$t = \frac{l}{v}$$



Относительность движения означает, что характеристики движения (траектория, путь, скорость и др.) зависят от выбора тела отсчета.

Тело отсчета – тело, относительно которого рассматривают движение.



Материальная точка – тело, размерами которого в данных условиях пренебрегают. (масса тела сосредоточена в этой точке)

МАТЕРИАЛЬНАЯ ТОЧКА

Тело можно считать материальной точкой, если:

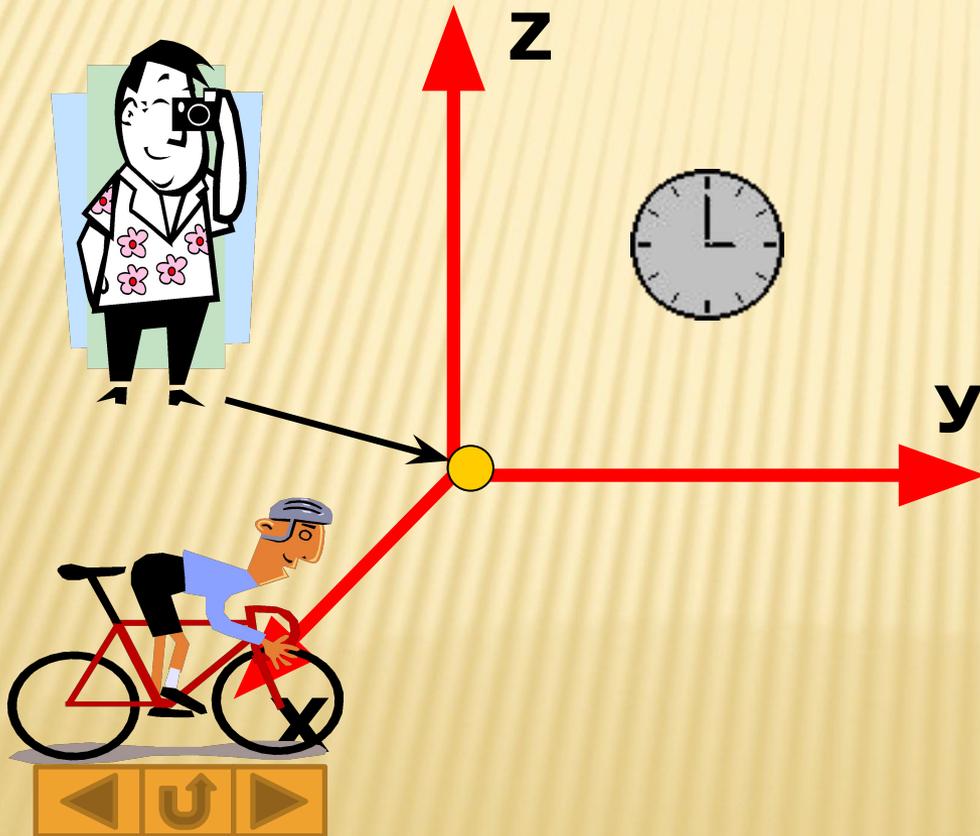
1. расстояния, проходимые телом, значительно больше размеров этого тела;

2. тело движется поступательно, т.е. все его точки движутся одинаково в любой момент времени.



СИСТЕМА ОТСЧЕТА:

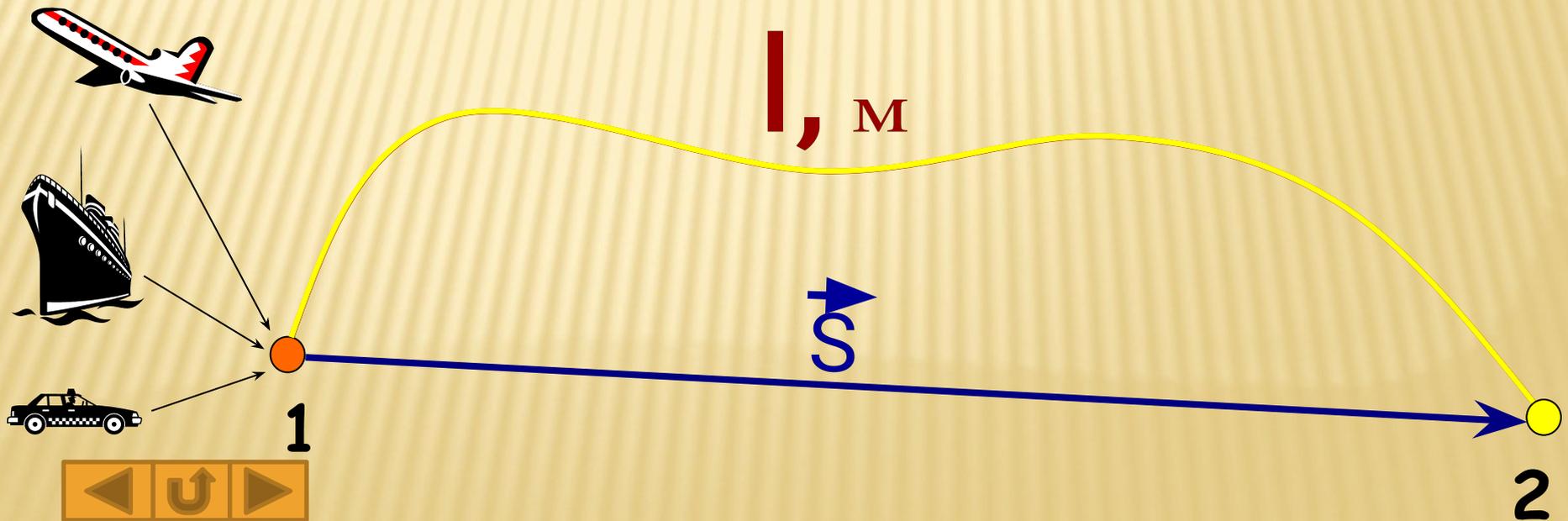
- ▣ *Тело отсчета*
- ▣ *Система координат*
- ▣ *Часы*



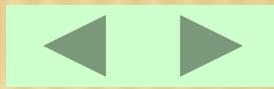
Траектория – условная линия движения тела в пространстве;

Путь – длина траектории;

Перемещение – направленный отрезок



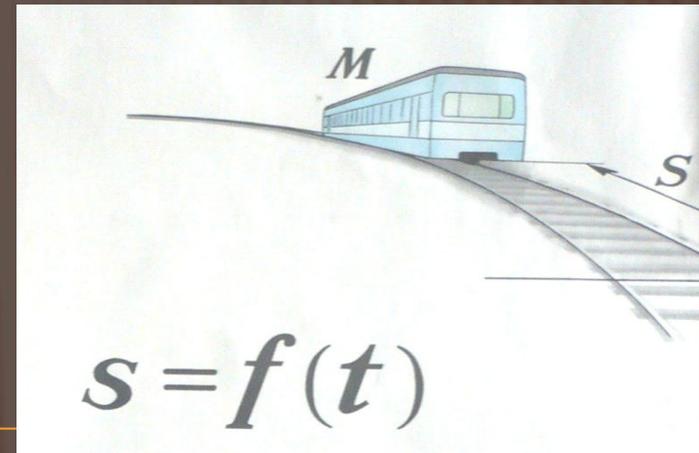
Примеры траекторий



СПОСОБЫ ЗАДАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ТОЧКИ

□ естественный

При этом способе задают: траекторию точки и закон движения по этой траектории

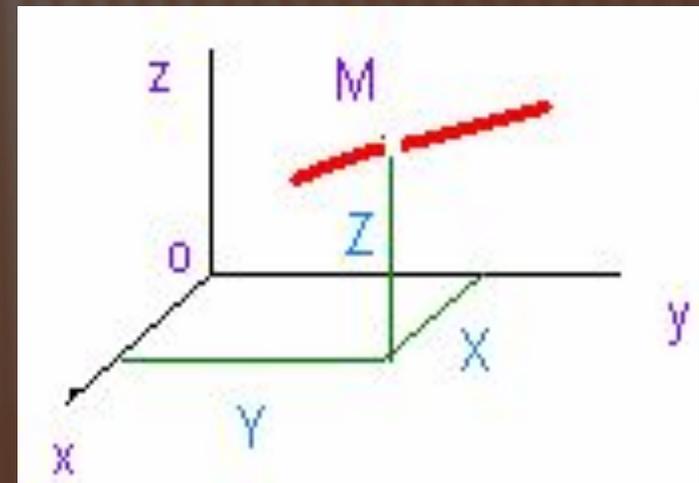


□ координатный

Положение точки относительно некоторой системы отсчета задано ее координатами

Уравнения движения точки в прямоугольных координатах

$$x = f_1(t), y = f_2(t), z = f_3(t)$$



Скорость: векторная величина характеризует быстроту движения, показывает, какое перемещение тело совершает в единицу времени

Движение, при котором тело за любые равные промежутки времени совершает одинаковые перемещения. называют **ПРЯМОЛИНЕЙНЫМ РАВНОМЕРНЫМ**

скорость равномерного движения –

$$v = \frac{s}{t} \quad [\text{м/с}]$$

Движение, при котором за равные промежутки времени тело совершает неравные перемещения называют **Неравномерным или**

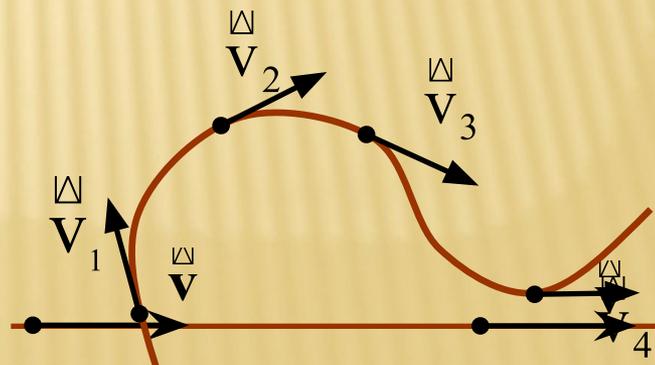
переменным.

скорость неравномерного движения:

$$v_{\text{cp}} = \frac{s}{\Delta t}$$

Направление скорости при:

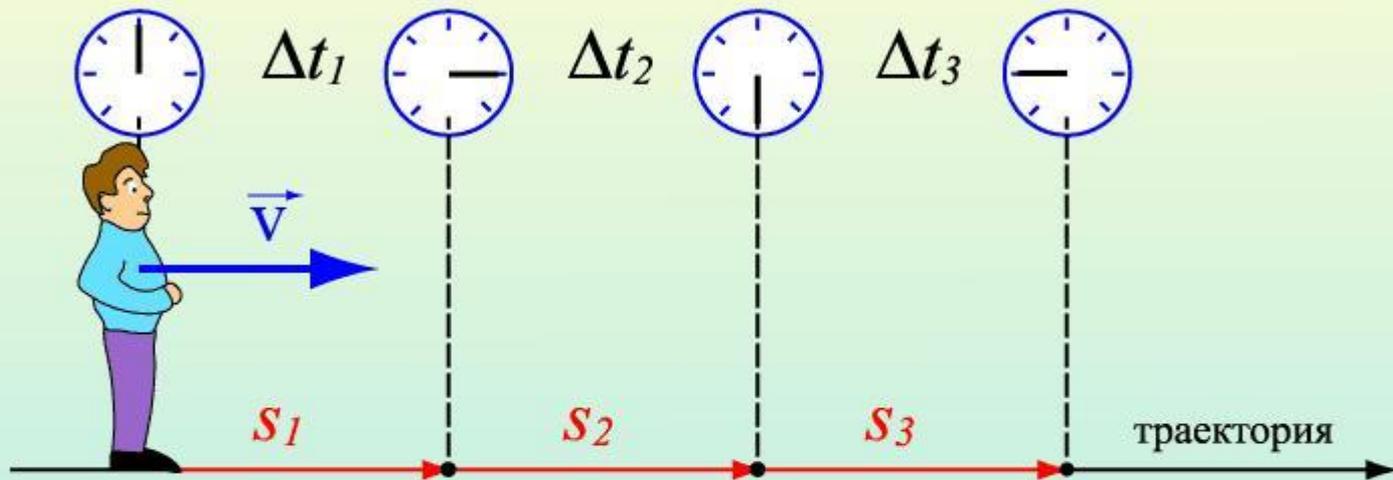
- прямолинейном движении – неизменно
- криволинейном движении – по касательной к траектории в данной точке



РАВНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ

Равномерное движение

– движение, при котором тело за любые равные промежутки времени проходит одинаковые пути



$$S_1 = S_2 = S_3$$
$$\Delta t_1 = \Delta t_2 = \Delta t_3$$

$$V_1 = V_2 = V_3$$

Равномерное движение – движение с постоянной скоростью

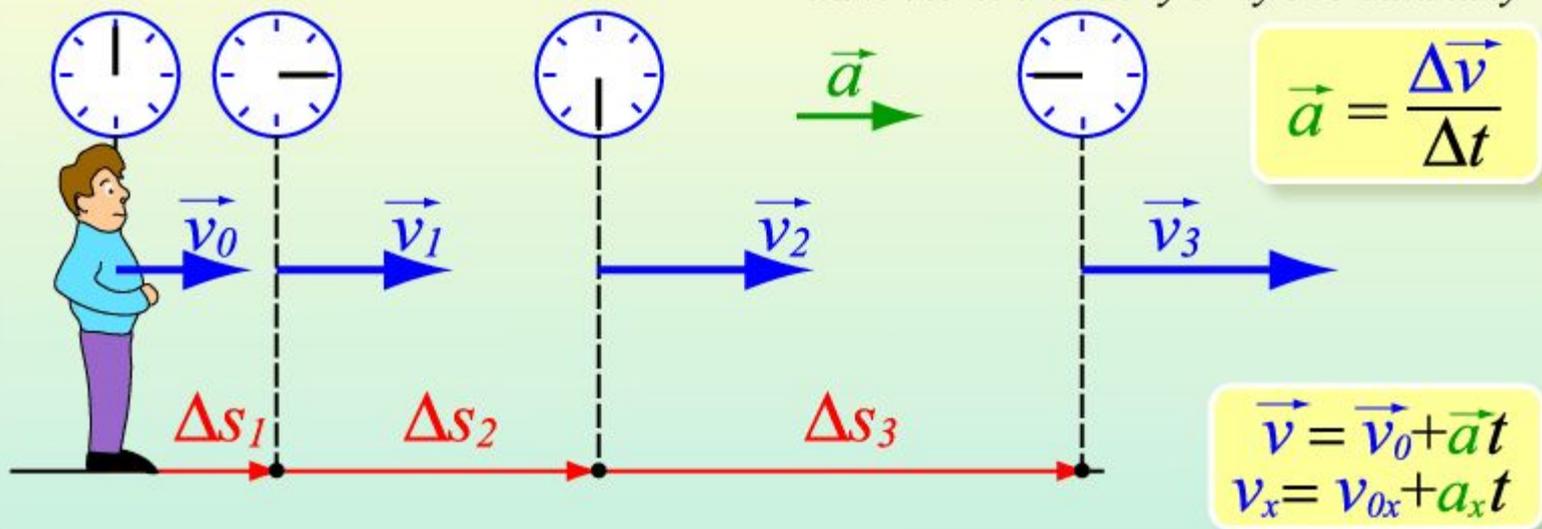
$$V_1 = \frac{S_1}{\Delta t_1} \quad V_2 = \frac{S_2}{\Delta t_2} \quad V_3 = \frac{S_3}{\Delta t_3}$$

$$\vec{s} = \vec{v}t$$
$$x = x_0 + v_x t$$

РАВНОУСКОРЕННОЕ ДВИЖЕНИЕ

Равнопеременное движение

движение, при котором скорость тела за любые равные промежутки времени изменяется на одну и ту же величину



$$\Delta \vec{v}_1 = \Delta \vec{v}_2 = \Delta \vec{v}_3$$
$$\Delta t_1 = \Delta t_2 = \Delta t_3$$

$$\vec{a}_1 = \vec{a}_2 = \vec{a}_3$$

$$a_1 = \frac{\Delta v_1}{\Delta t_1} \quad a_2 = \frac{\Delta v_2}{\Delta t_2} \quad a_3 = \frac{\Delta v_3}{\Delta t_3}$$

Равнопеременное движение – движение с постоянным ускорением

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

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

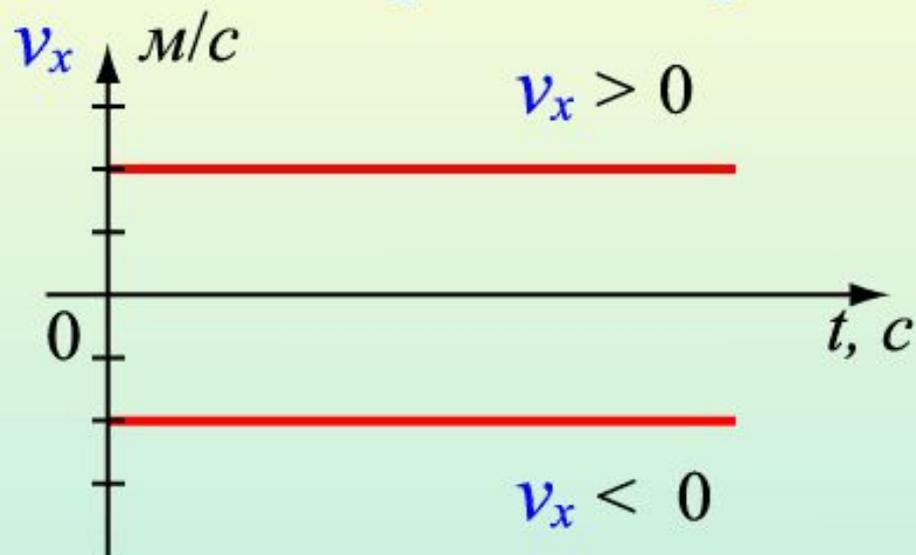
ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ КИНЕМАТИКИ

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

$$v = v_0 \pm at$$

Если $a = 0$, то $S = v_0 t$

Графическое представление равномерного движения



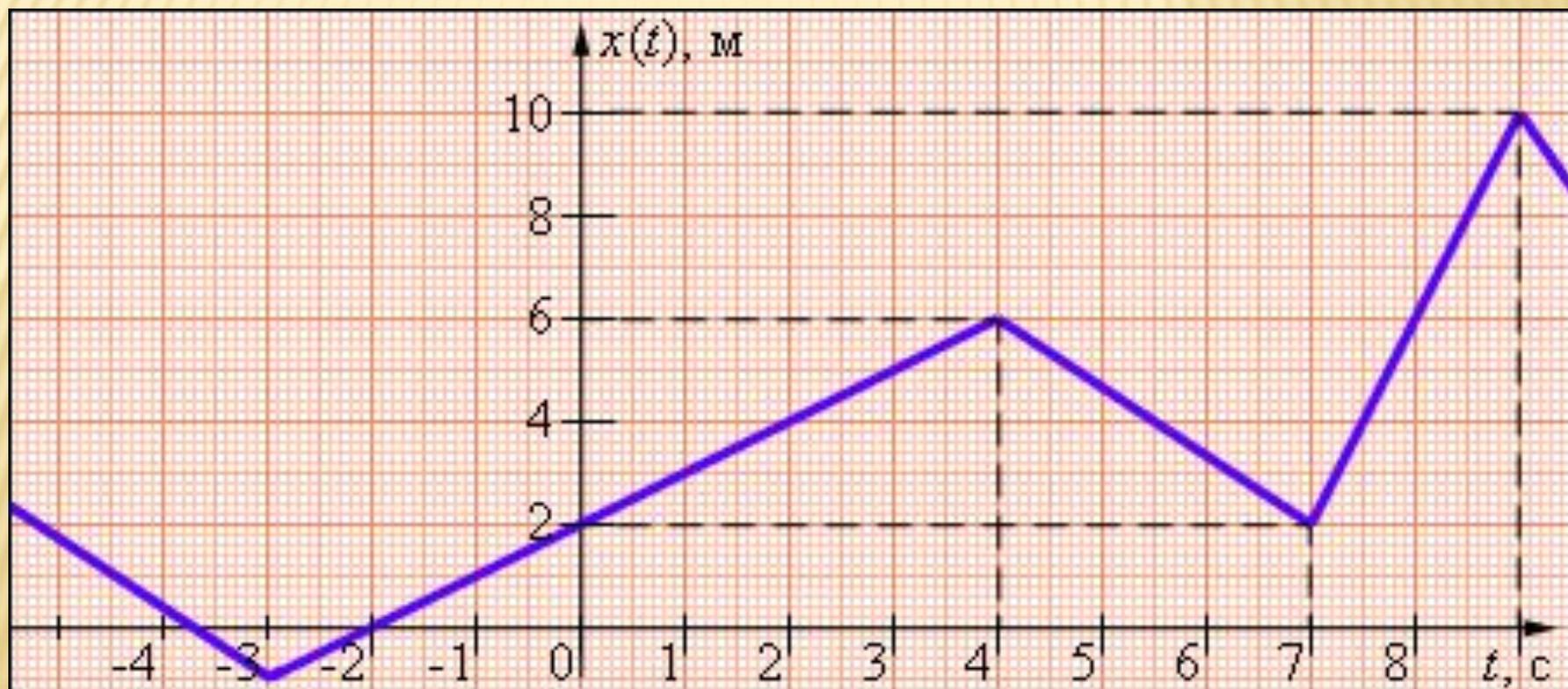
$$v_x = \text{const}$$

Путь численно равен
площади прямоугольника



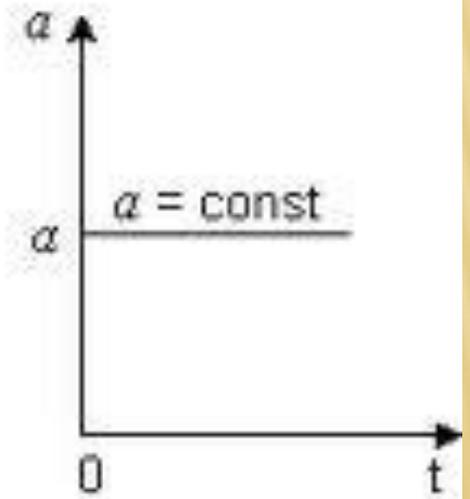
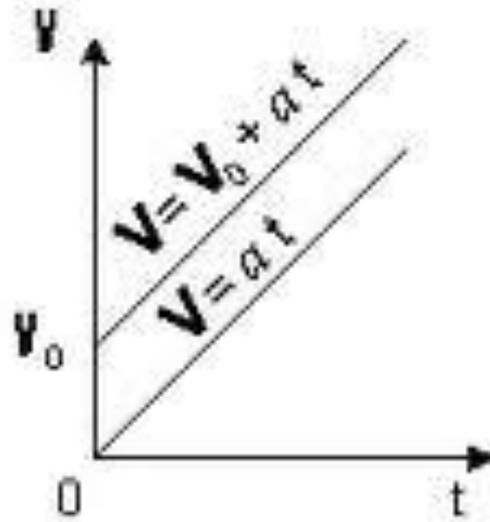
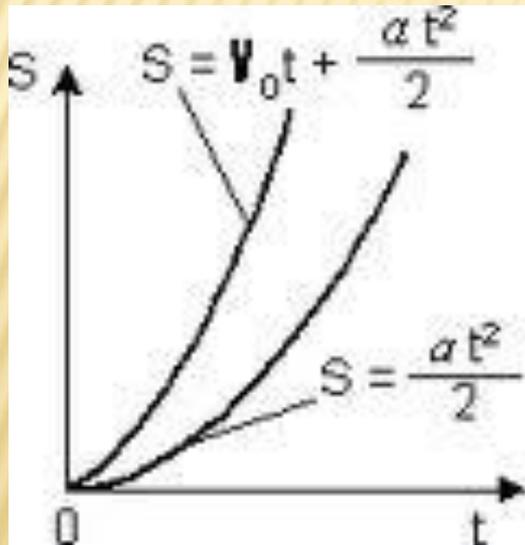
$$S = v_x \cdot t$$

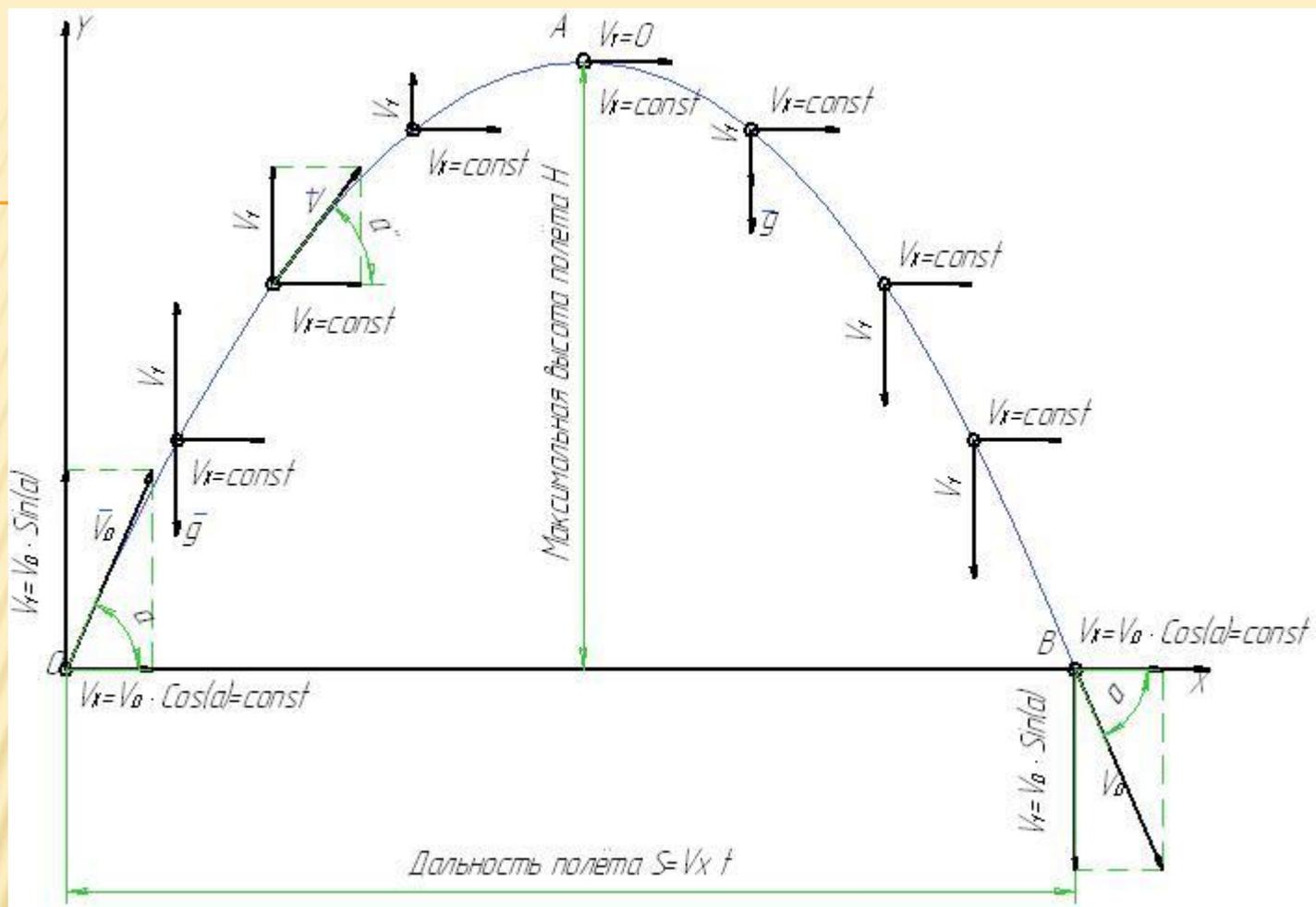
$$S = v_0 t$$



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

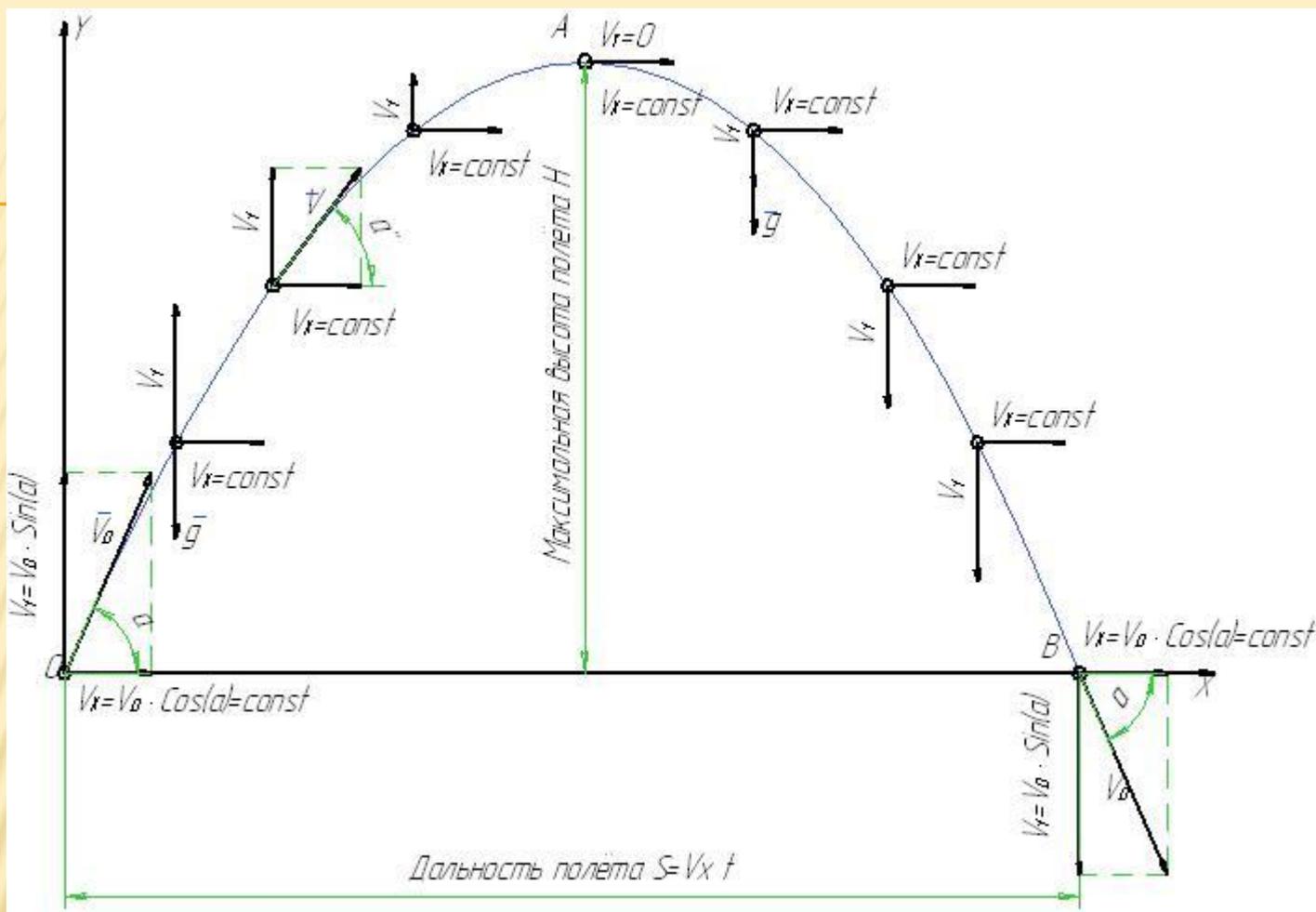
$$v = v_0 \pm at$$





$$v_x = v_0 \cdot \cos \alpha$$

$$v_y = v_0 \cdot \sin \alpha$$

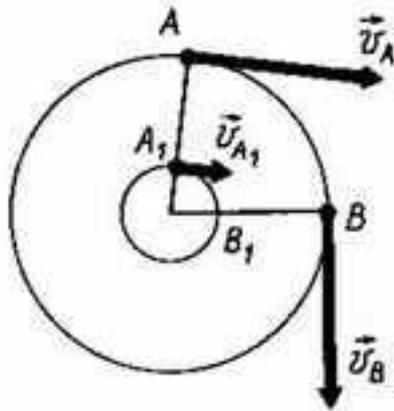


$$S_x = v_x \cdot t = (v_0 \cdot \cos \alpha) \cdot t$$

$$S_y = v_y \cdot t - \frac{gt^2}{2} = (v_0 \cdot \sin \alpha) \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

$$v = v_y - gt = v_0 \cdot \sin \alpha - gt$$

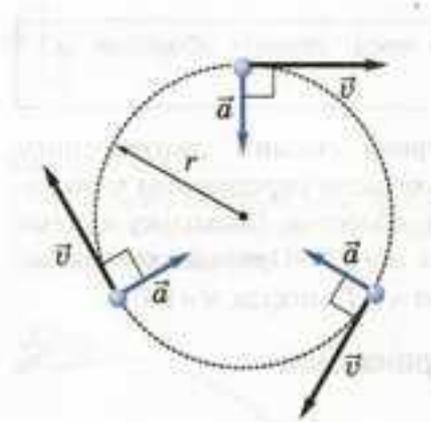
Движение тела по окружности



T – период – [с] $T = \frac{1}{\nu}$

ν – частота
обращения $[\nu] = \left[\frac{1}{c} \right] = c^{-1}$ $\nu = \frac{1}{T}$

v – линейная
скорость $v = \frac{2\pi r}{T}$ $v = 2\pi r \nu$



$a_{ц}$ – центростремительное
ускорение $[a_{ц}] = \left[\frac{m}{c^2} \right]$

$$a_{ц} = \frac{v^2}{r}$$

Ускорение -

величина, характеризующая изменение скорости при неравномерном движении тела.

Средним ускорением неравномерного движения в интервале от t до $t + \Delta t$ называется векторная величина, равная отношению изменения скорости Δv к интервалу времени Δt :

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

При свободном падении вблизи поверхности Земли , где

$$\vec{a} = \vec{g}$$

$$g = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$



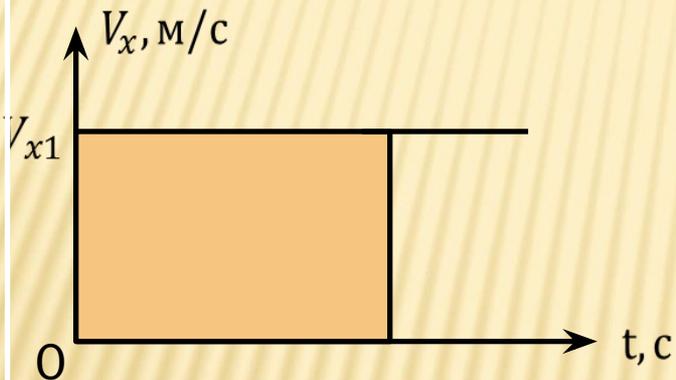
РАВНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ

РАВНОУСКОРЕННОЕ ДВИЖЕНИЕ



• Перемещение

$$S_x = V_x t$$



Перемещение тела можно найти как площадь заштрихованной фигуры данного графика (если $V_x > 0$)

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

$$S_x = \frac{V_x^2 - V_{0x}^2}{2a_x}$$

Графиком перемещения будет являться парабола



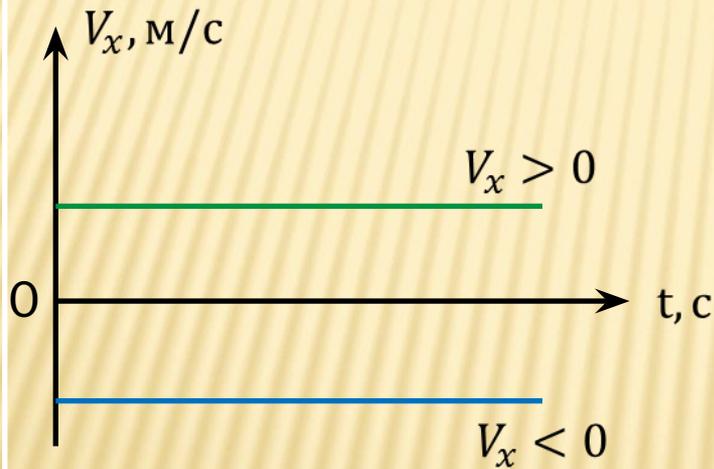
РАВНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ

РАВНОУСКОРЕННОЕ ДВИЖЕНИЕ



• Скорость

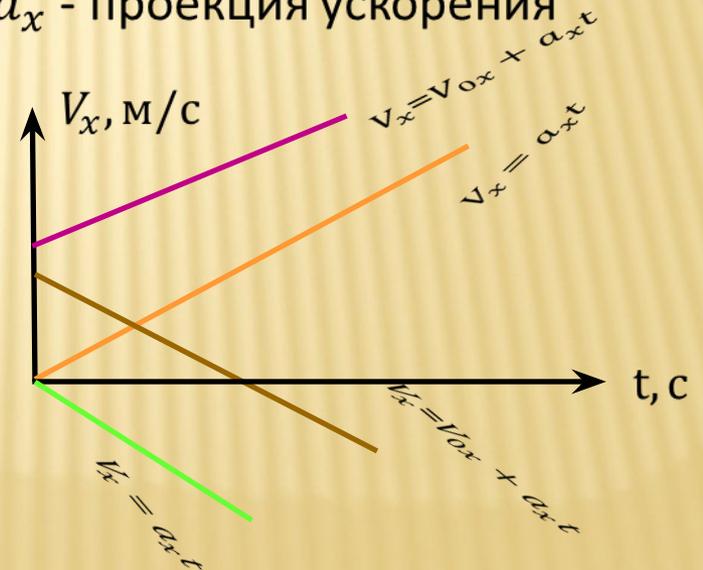
$$V_x = \frac{S_x}{t}$$



$$V_x = V_{0x} + a_x t, \text{ где}$$

V_{0x} - проекция начальной скорости

a_x - проекция ускорения



РАВНОМЕРНОЕ
ДВИЖЕНИЕ

РАВНОУСКОРЕННОЕ
ДВИЖЕНИЕ

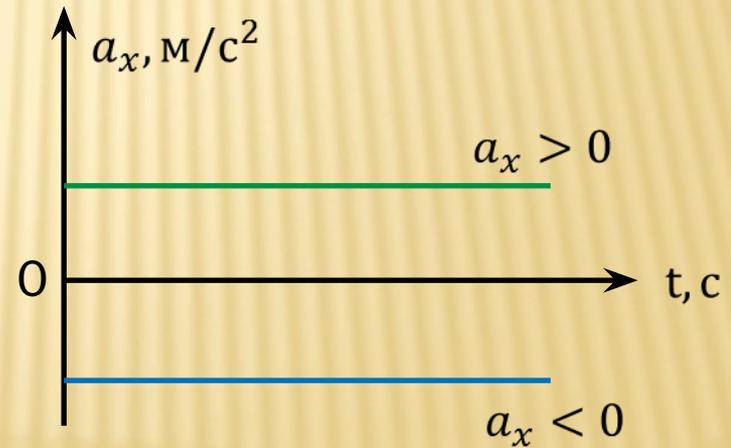


Ускорение

Нет

$$a_x = \frac{V_x - V_{0x}}{t}$$

$$a_x = \frac{V_x^2 - V_{0x}^2}{2S_x}$$



ЗАКРЕПЛЕНИЕ МАТЕРИАЛА

1. Точка движется по прямой с постоянным ускорением, направленным противоположно скорости. Определить, как движется точка.
А. Равномерно. Б. Равномерно-ускоренно. В. Равномерно-замедленно.
2. Какая составляющая ускорения точки характеризует изменение величины скорости?
А. Нормальное ускорение. Б. Касательное ускорение.

Можно ли принять Землю за материальную точку при расчете: а) расстояния от Земли до Солнца; б) пути, пройденного Землей по орбите вокруг Солнца за месяц; в) длины экватора Земли; г) скорости движения точки экватора при суточном вращении Земли вокруг оси; д) скорости движения Земли по орбите вокруг Солнца?

Можно ли принять за материальную точку снаряд при расчете: а) дальности полета снаряда; б) формы снаряда, обеспечивающей уменьшение сопротивления воздуха?

4. Определить модуль и направление полной скорости точки, если заданы проекции скорости на оси координат: $v_x = 3 \text{ м/с}$, $v_y = 4 \text{ м/с}$.



Какие из приведенных зависимостей от времени пути S и модуля скорости V :

1) $V=4+2t$;

2) $S=3+5t$;

3) $S=5t^2$;

4) $S=3t+2t^2$;

5) $V=2+3t+4t^2$

описывают прямолинейные равноускоренные движения точки?

1) 1, 3, 4

2) 2, 3, 4

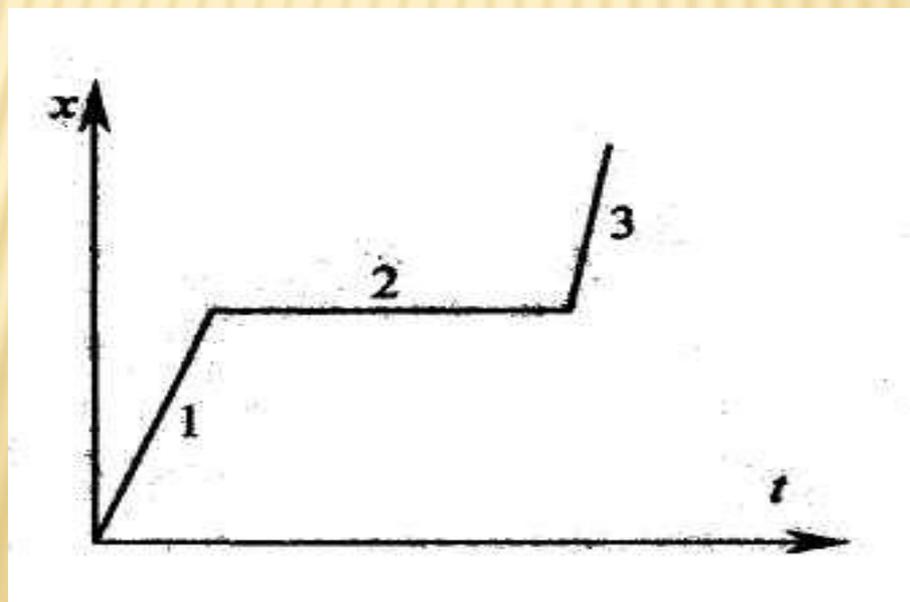
3) 3, 4, 5

4) 4, 5, 1

5) 5, 1, 2

На рис. изображена зависимость координаты тела x от времени t . Какое из следующих утверждений верно?

- 1) На участке 1 и 3 тело двигалось равноускоренно.
- 2) На участке 1 тело двигалось быстрее, чем на участке 3.
- 3) На участке 2 тело находилось в покое.
- 4) За время движения по участку 1 тело прошло меньше расстояние, чем за время движения по участку 3.



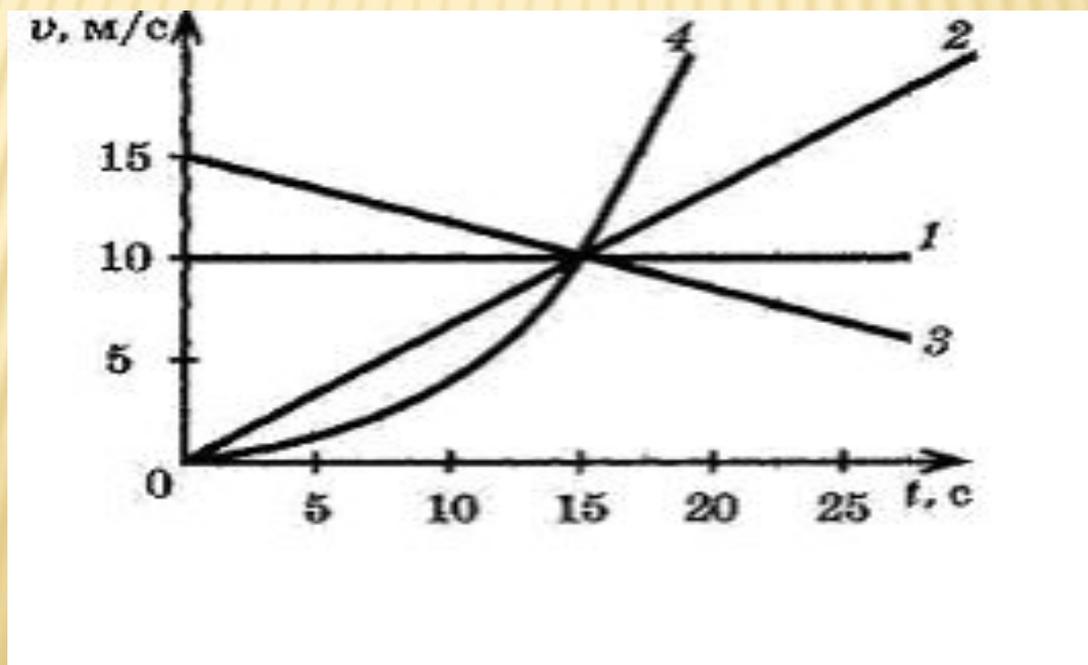
На рисунке изображены графики зависимости скорости движения четырех автомобилей от времени. Какой из автомобилей — 1, 2, 3 или 4 — прошел наибольший путь за первые 15 с движения?

1) 1

2) 2

3) 3

4) 4



Уравнение движения материальной точки $x = 5 + 6t - 3t^2$ (м). Координатой, в которой скорость точки станет равна нулю, будет

- 1) 5 м
- 2) 6 м
- 3) 8 м
- 4) 11 м

Счастье есть!!!

