

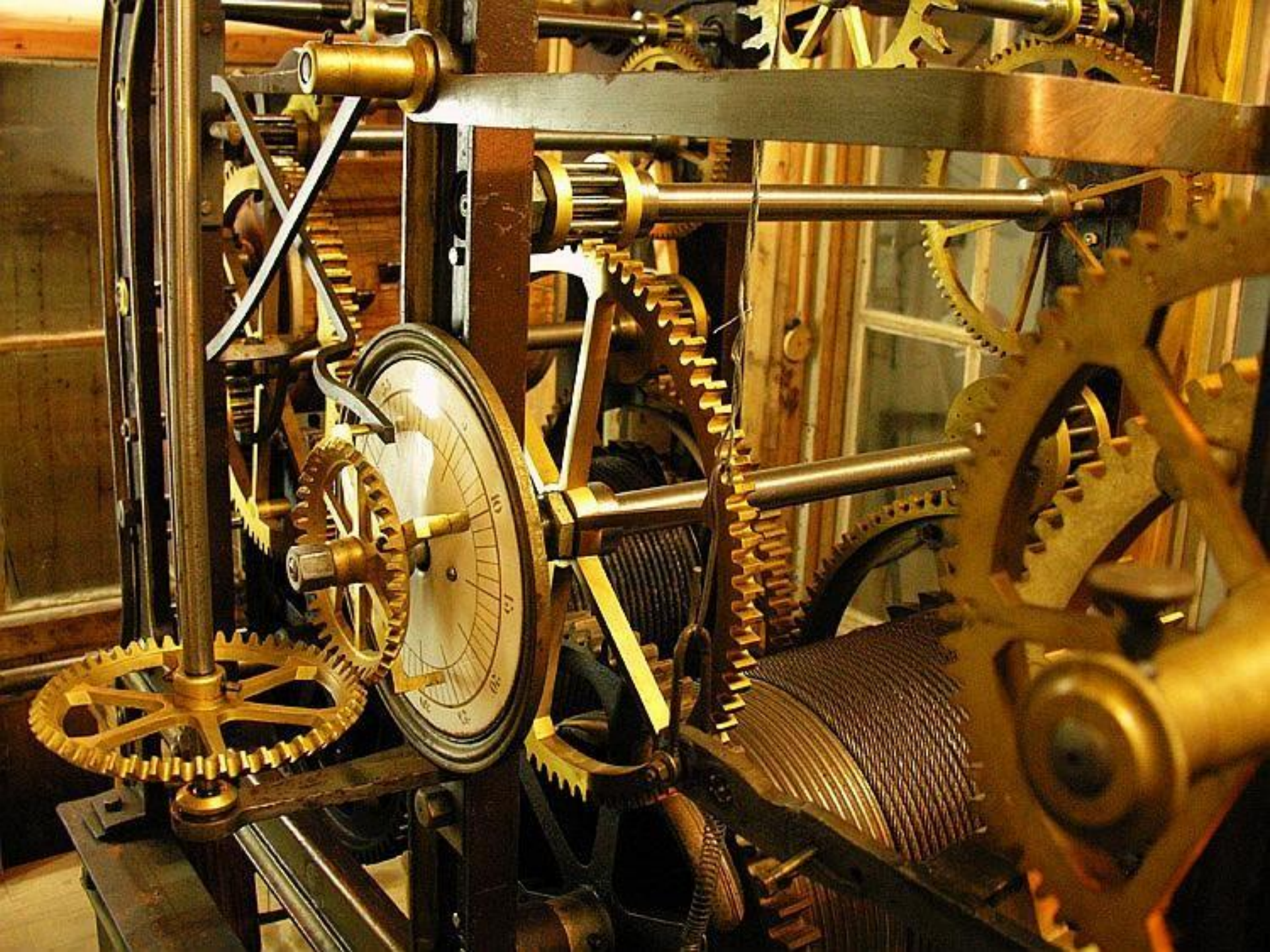
МЕХАНИКА

Механическое движение,
виды движения и его
характеристики.

The image features four interlocking gears of varying sizes, rendered in a metallic, greyish-blue color. They are arranged in a cluster, with some overlapping others. The background is a vibrant, gradient blue with a subtle, wavy texture that suggests motion or a liquid surface. The overall aesthetic is clean and technical.

Мы живём в мире движущихся объектов













МЕХАНИКА

Наука об общих законах
движения тел.



ЗАДАЧА МЕХАНИКИ

**Основной задачей механики
является определение
положения тела в любой
момент времени.**



КИНЕМАТИКА

Устанавливает связь между величинами, характеризующими движение, с помощью формул и графиков.



Механическое движение -
перемещение тела в
пространстве относительно
других тел с течением времени.



Материальная точка -

тело, размерами которого в
данных условиях можно
пренебречь.



ТРАЕКТОРИЯ

Линия, по которой
движется тело.



ПУТЬ

Длина траектории.

Обозначается – s ,
скалярная величина,
измеряется в метрах.



Перемещение

Направленный отрезок, соединяющий
начало и конец пути

Обозначается – \vec{s} ,
векторная величина,
измеряется в метрах.

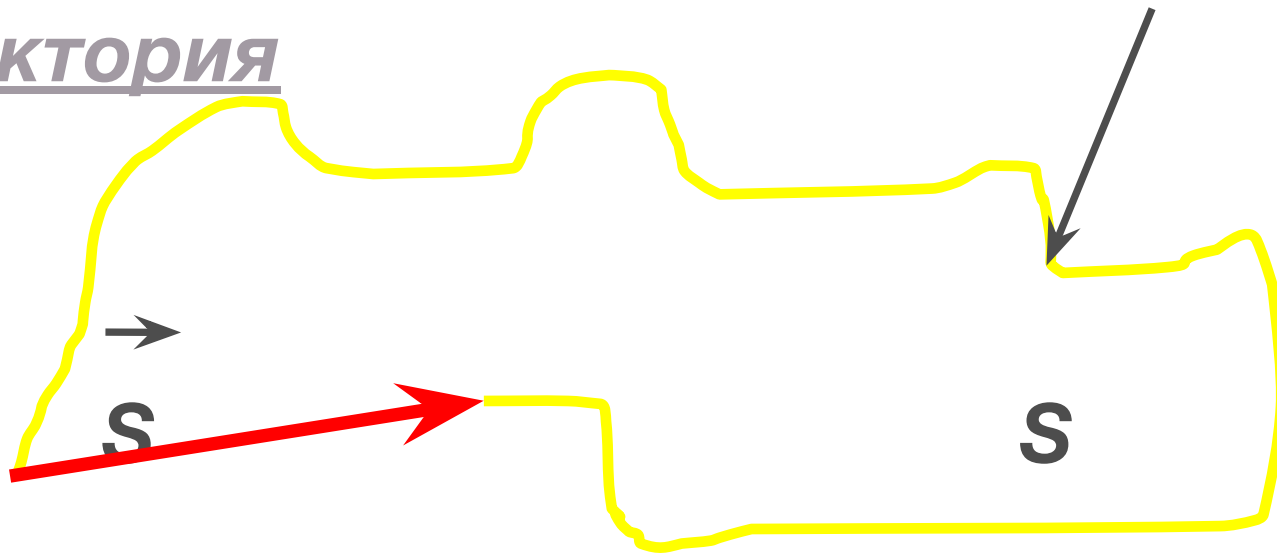
Путь и перемещение



S – путь

\vec{S} – перемещение

траектория





- **Путь** – скалярная величина и характеризуется только числовым значением.
- **Перемещение** – векторная величина и характеризуется как числовым значением (модулем), так и направлением.
- При движении тела **путь** может только увеличиваться, а модуль **перемещения** может как увеличиваться, так и уменьшаться.
- Если тело вернулось в начальную точку, его **перемещение** равно нулю, а **путь** нулю не равен.

Система отсчета





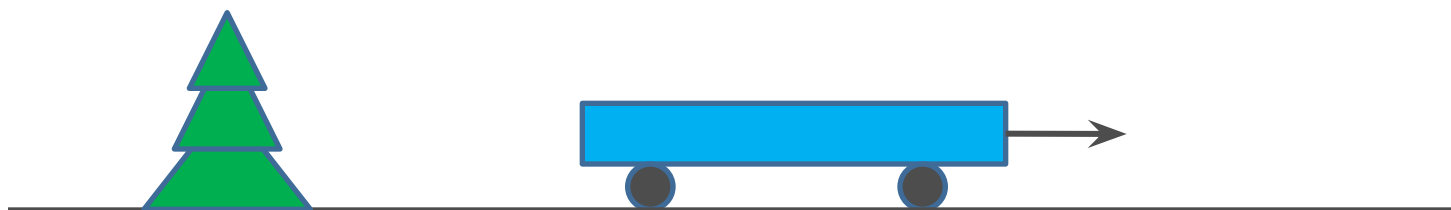
Тележка движется слева
направо.



Для рассмотрения её
движения введём:

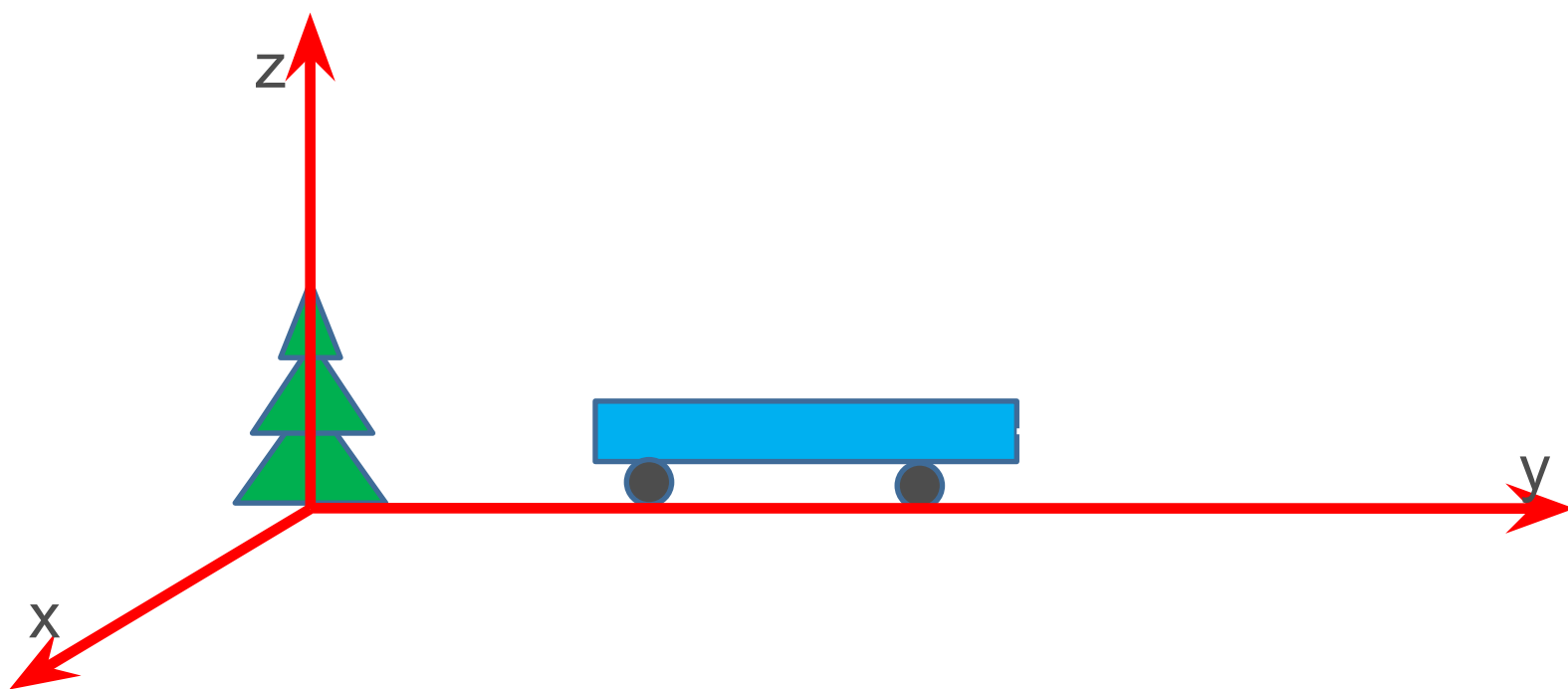


Тело отсчёта



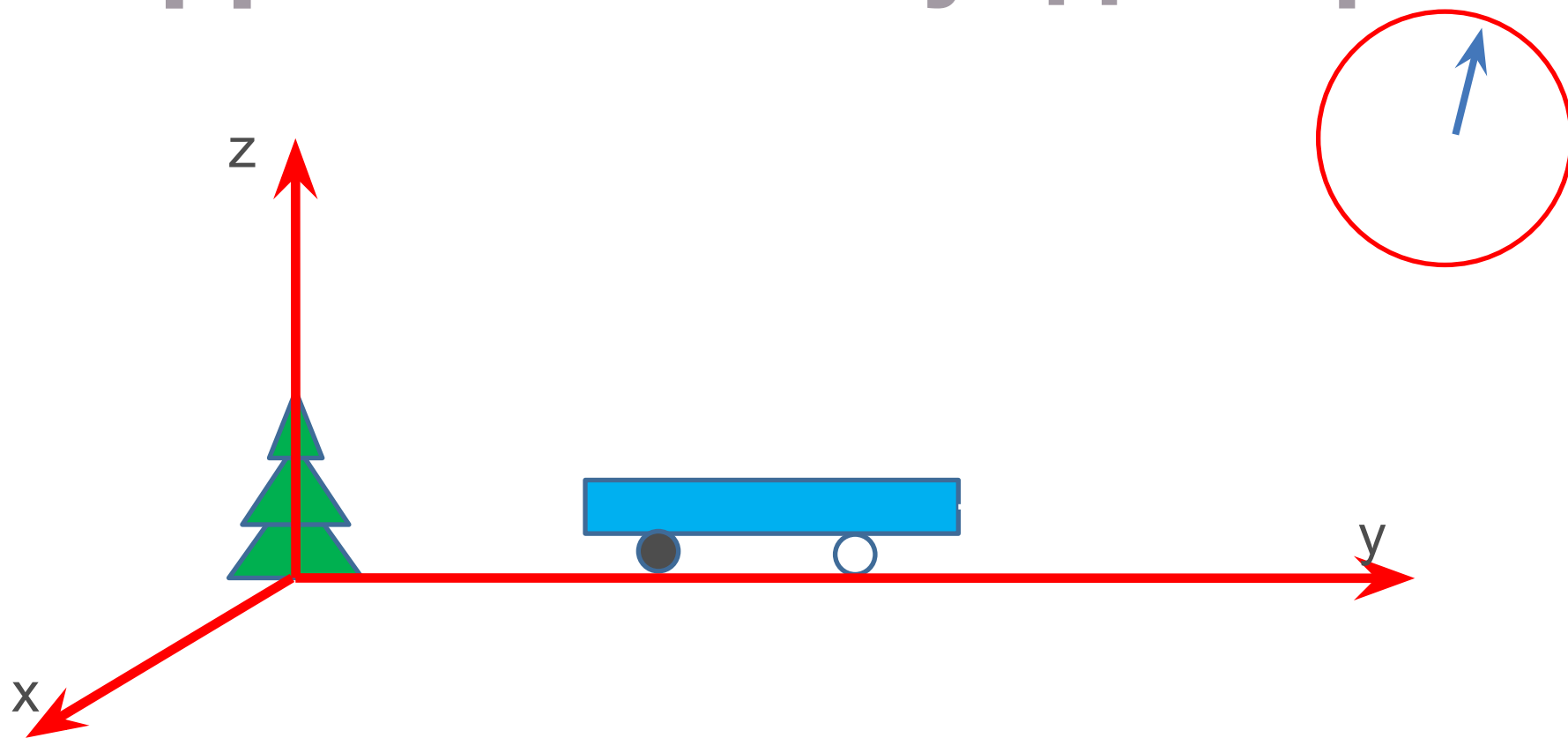


Добавим систему координат

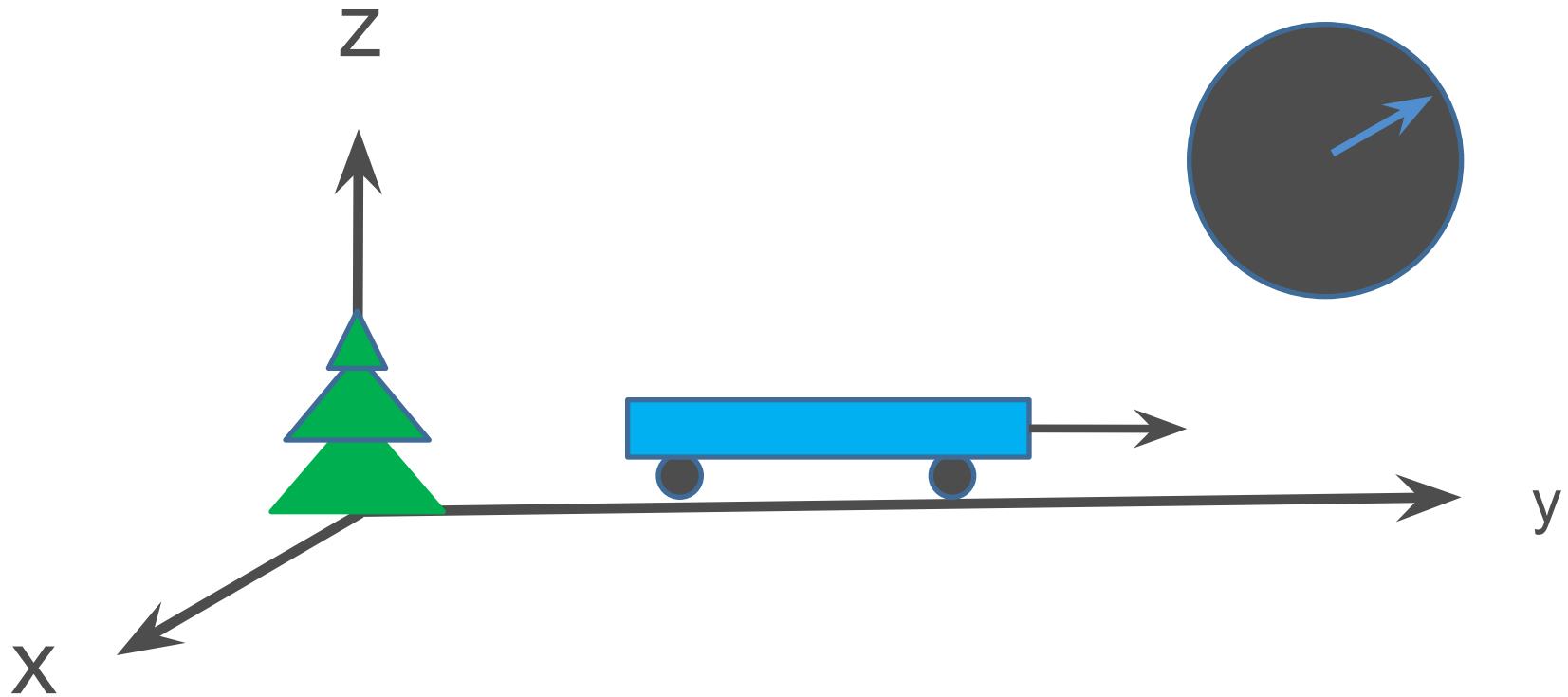




Добавим секундомер



Система отсчёта





Система отсчета

- Тело отсчета
- Система координат, связанная с ним
- Прибор для измерения времени

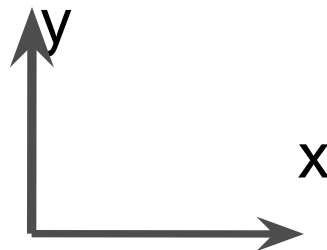


Системы координат:

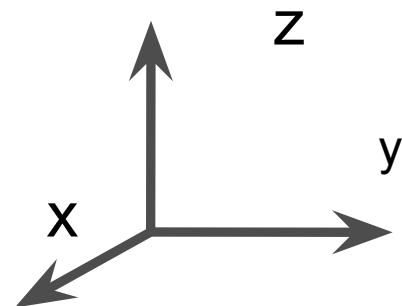
двумерная трёхмерная



Лифт, бег на короткую дистанцию ...



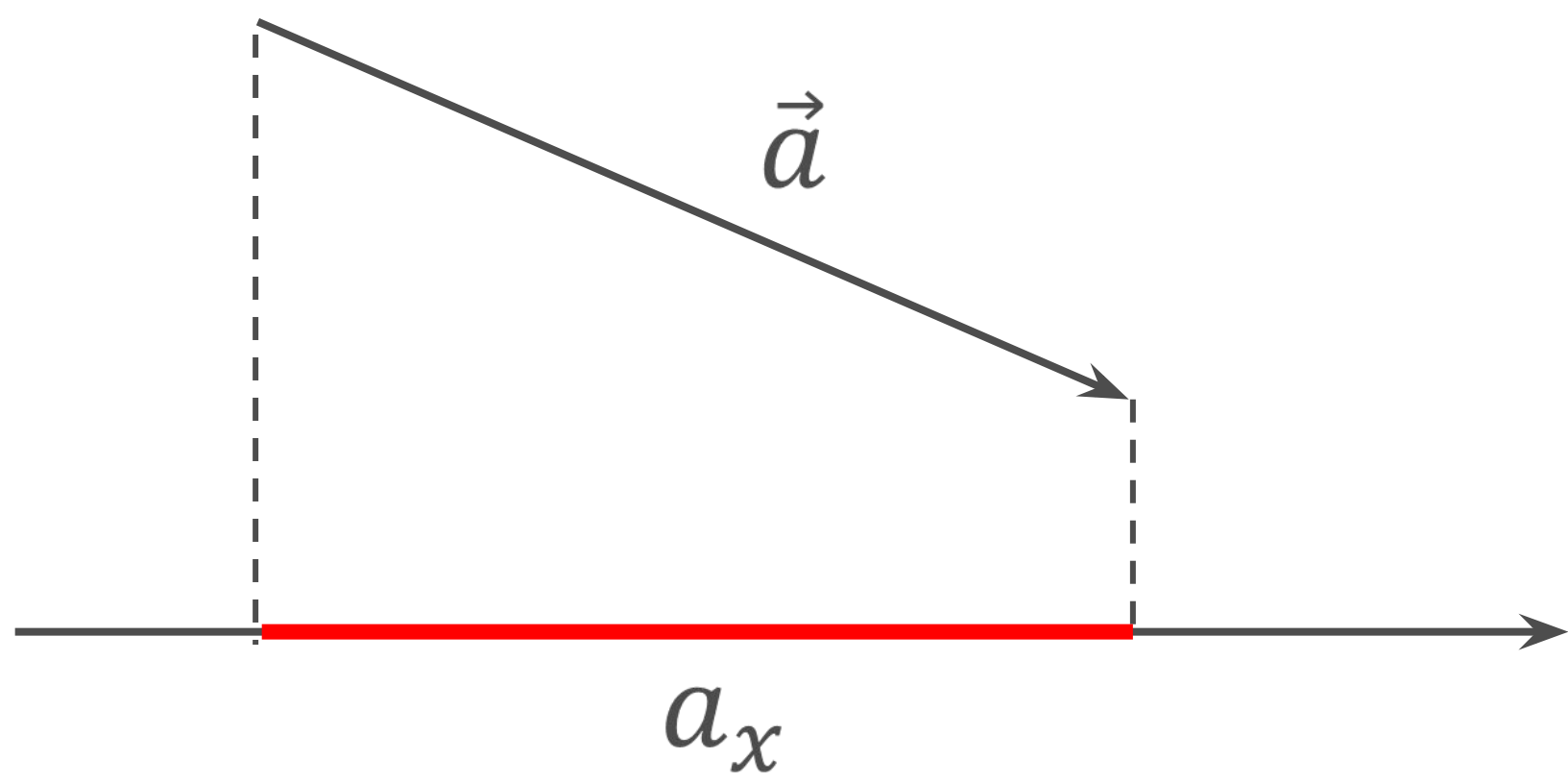
Шахматы, географическая карта, план участка...

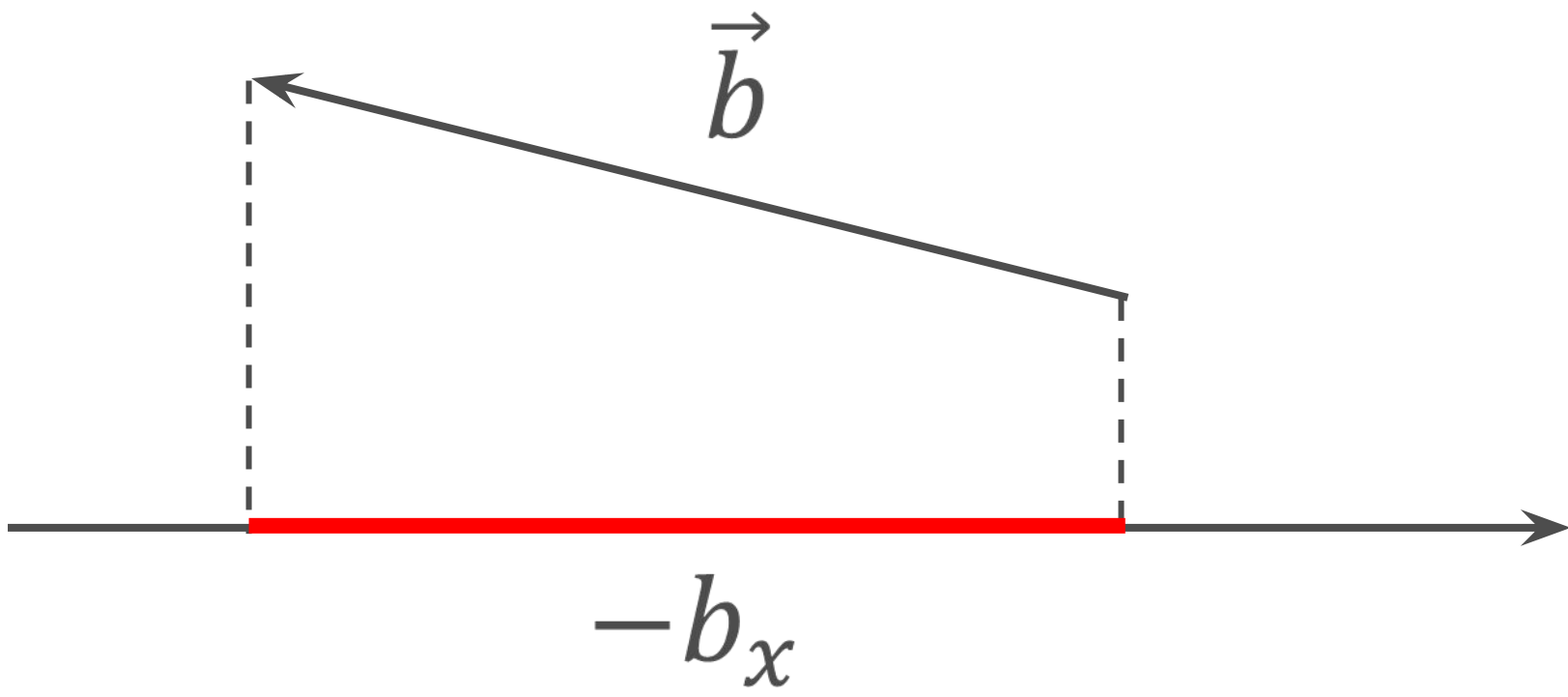


Подводная лодка, самолёт в полёте...

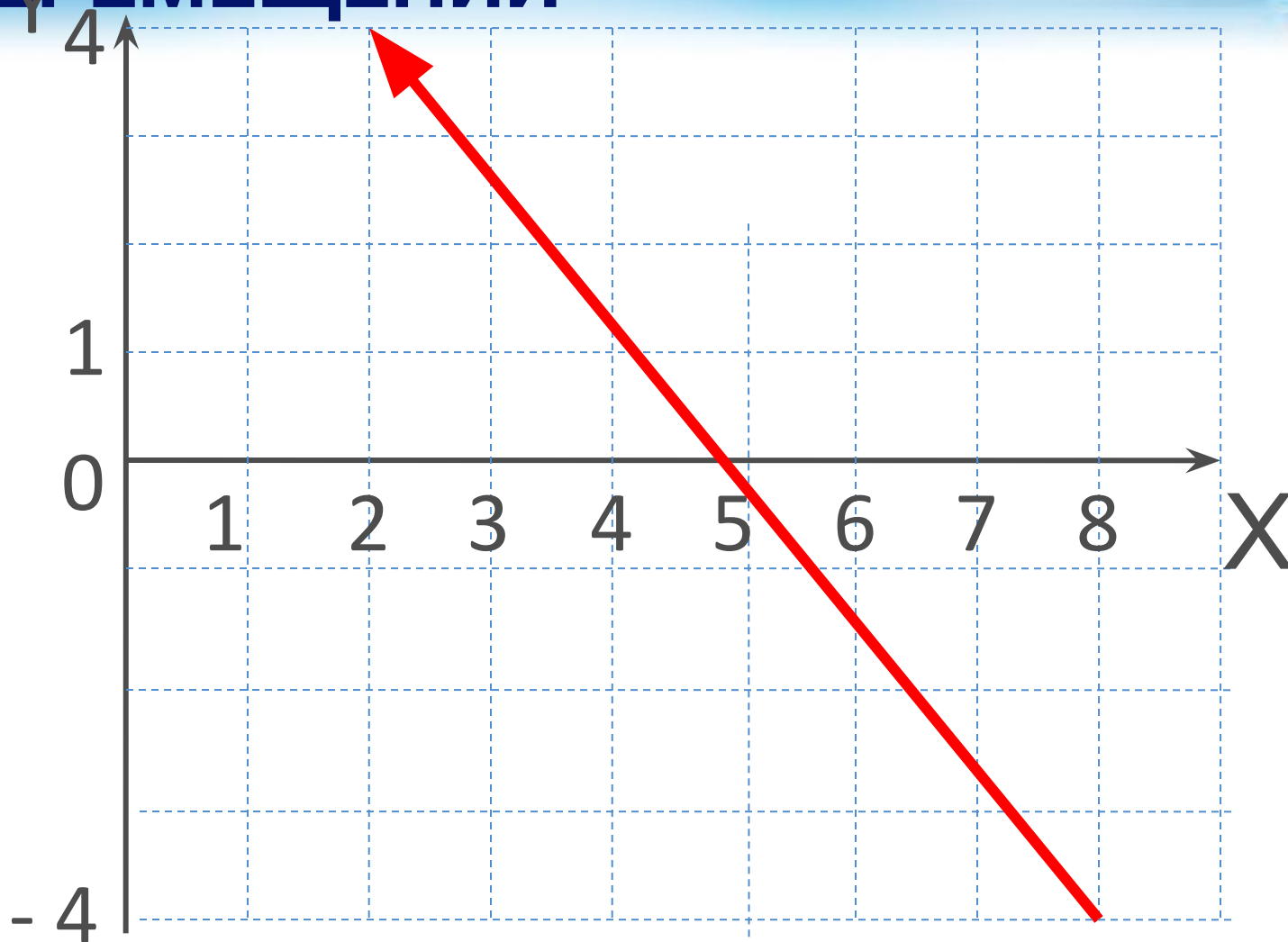
Проекция вектора







НАЙТИ ПРОЕКЦИИ ВЕКТОРА ПЕРЕМЕЩЕНИЙ



ЗАДАЧА



- Начальные координаты вектора S (8; - 4), конечные (2; 4). Найдите проекции вектора на оси координат и модуль вектора S .

Дано:

$$x_0 = 8$$

$$y_0 = -4$$

$$x = 2$$

$$y = 4$$

Решение

$$S_x = x - x_0$$

$$S_y = y - y_0$$

$$S_x = 2 - 8 = -6$$

$$S_y = 4 - (-4) = 8$$

$$|S| = \sqrt{S_x^2 + S_y^2}$$

$$|S| = \sqrt{(-6)^2 + 8^2} = \sqrt{100} = 10$$

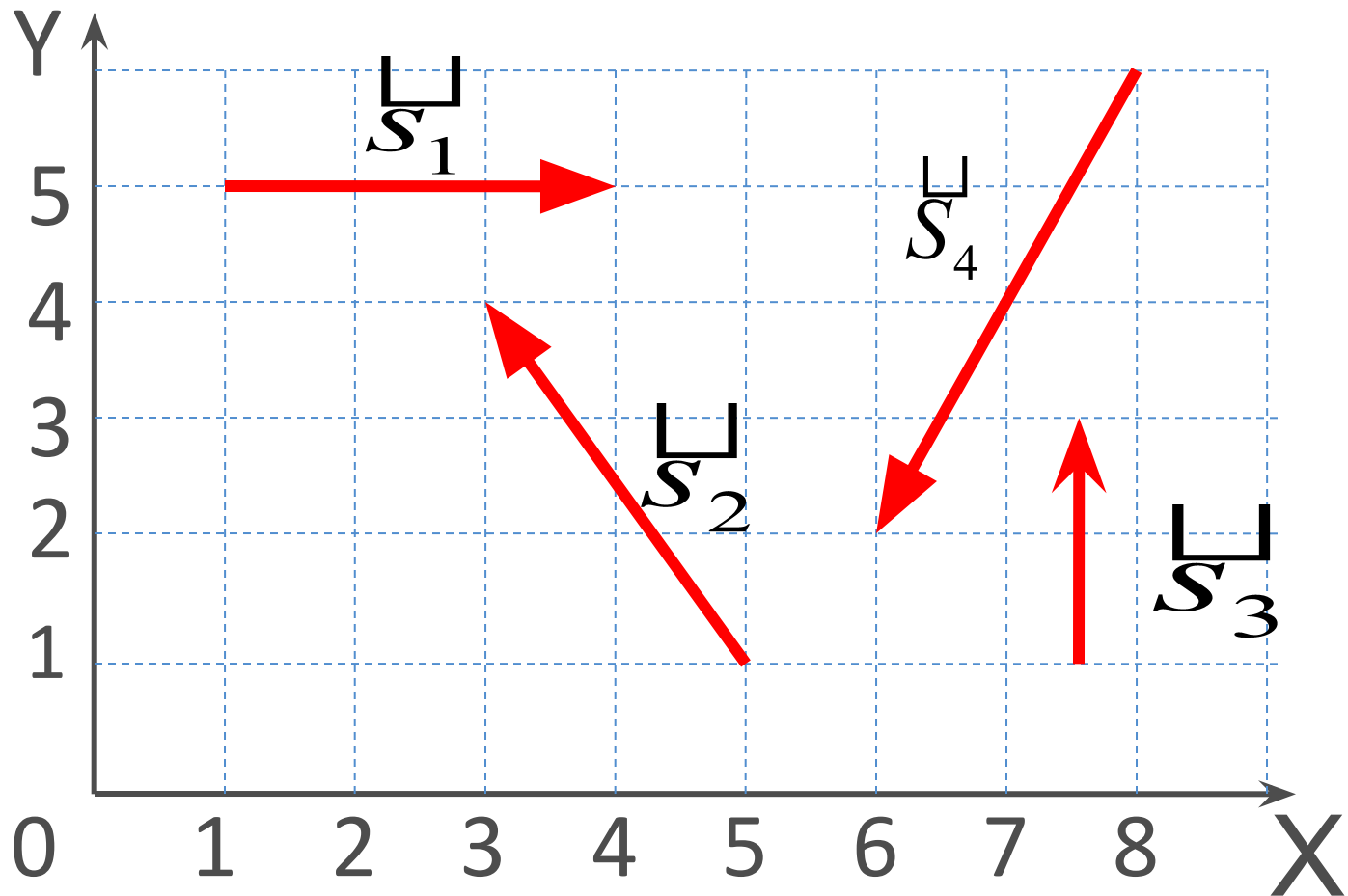
$$|S| - ?$$

$$S_x - ?$$

$$S_y - ?$$

Ответ: $S_x = -6$ $S_y = 8$ $|S| = 10$.

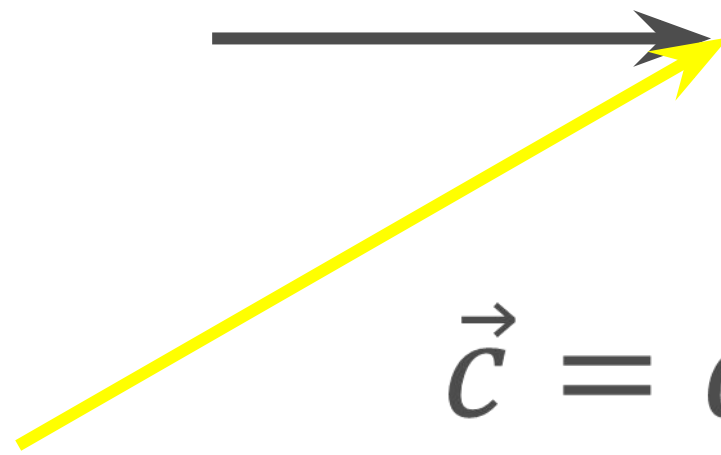
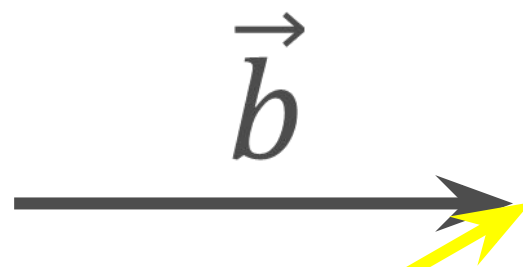
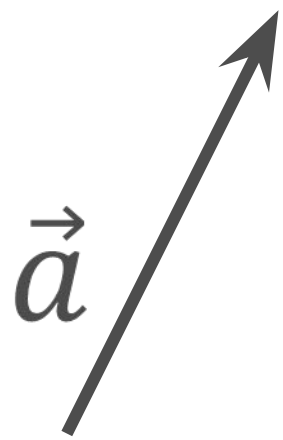
НАЙТИ ПРОЕКЦИИ ВЕКТОРА ПЕРЕМЕЩЕНИЙ



СЛОЖЕНИЕ ВЕКТОРОВ

Правило треугольника



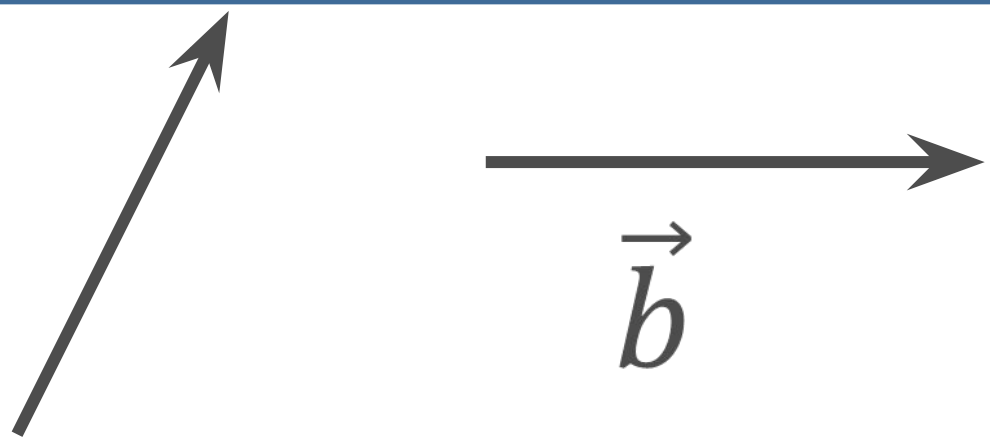


$$\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$$

СЛОЖЕНИЕ ВЕКТОРОВ

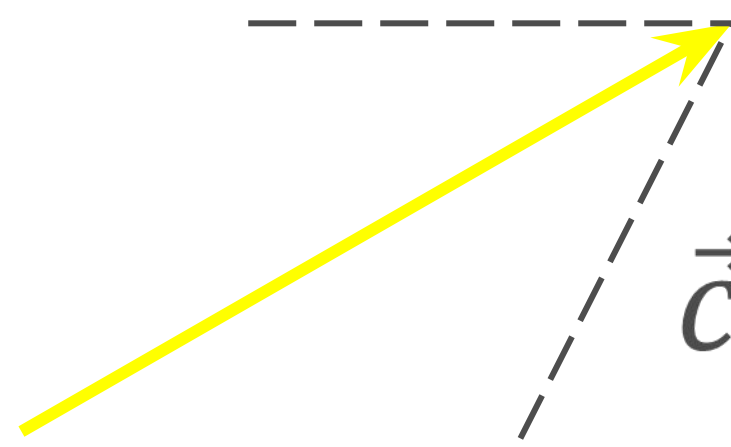
Правило параллелограмма





\vec{a}

\vec{b}



$$\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$$



Рассмотрим движение материальной точки A с координатами (x, y, z) в момент времени t .

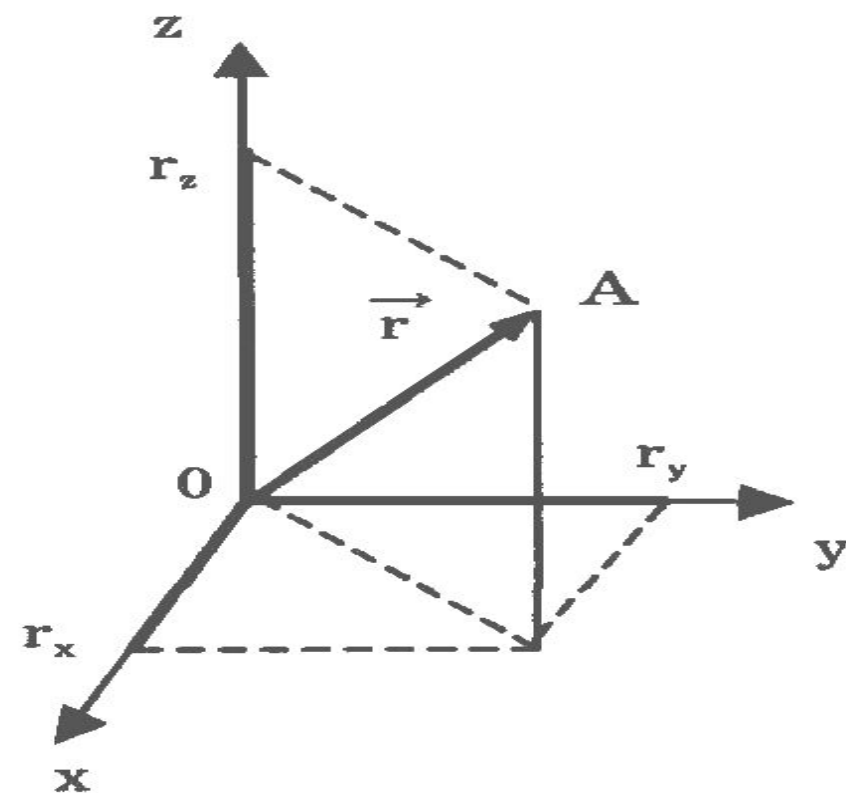


Рис. 1



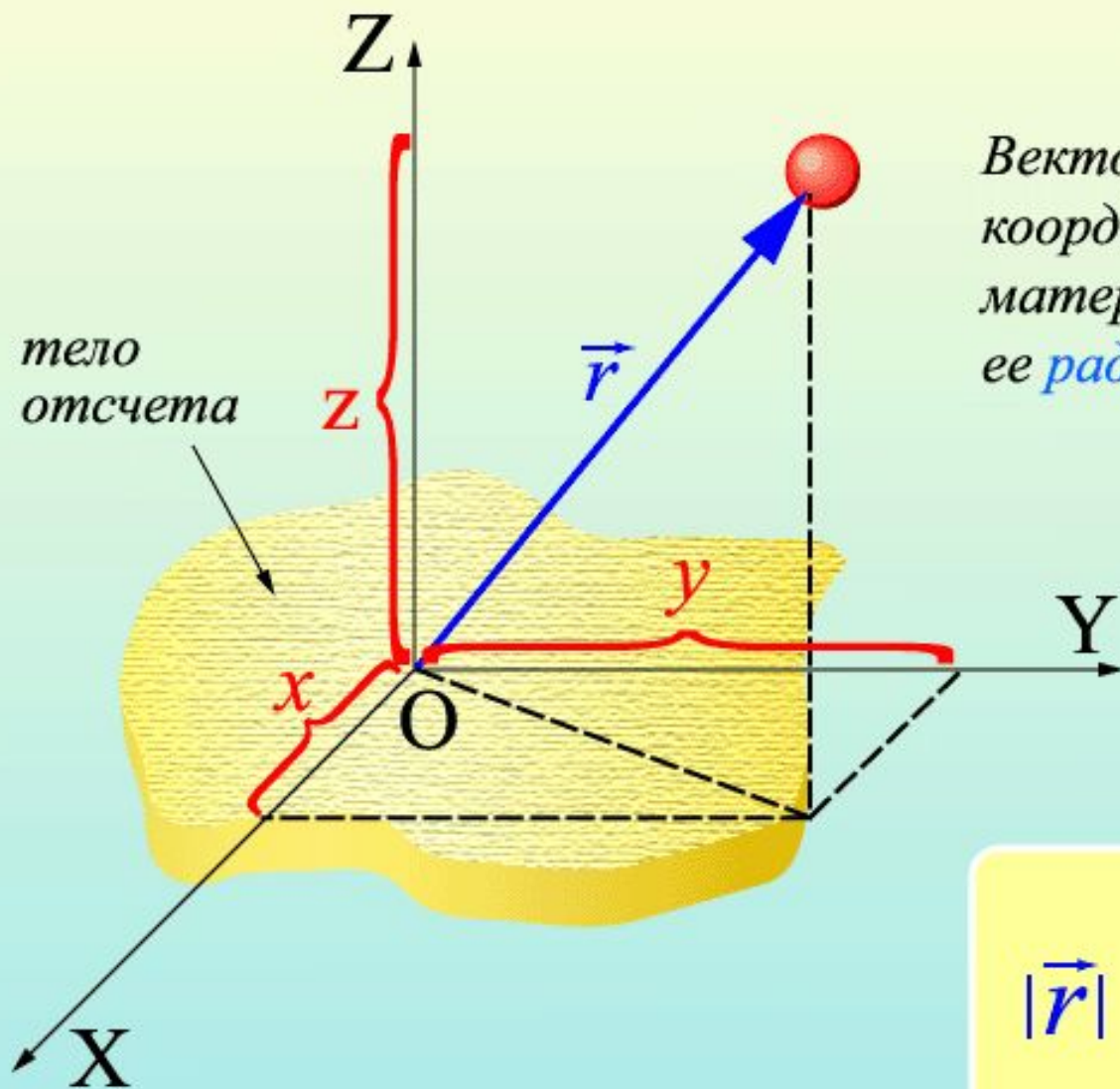
Совокупность координат $x(t)$, $y(t)$, $z(t)$ в момент времени t определяет закон движения материальной точки в координатной форме,

$$x = x(t), y = y(t), z = z(t),$$

тогда положение математической точки можно задать вектором r .

$$\vec{r} = \vec{r}(t)$$

Радиус-вектор материальной точки



Вектор \vec{r} , проведенный из начала координат в место расположения материальной точки, называется ее *радиус-вектором*

$$|\vec{r}| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$



Прямолинейное

равно-
мерное

неравно-
мерное

равно-
ускоренное

свободное
падение

Криволинейное

равно-
мерное

по
окружности

неравно-
мерное

баллисти-
ческое

ВИДЫ ДВИЖЕНИЯ

А) по траектории: **прямолинейное**
или

криволинейное

Б) по скорости: **равномерное или**
неравномерное

Наиболее простой вид движения:

прямолинейное равномерное

**(путь равен перемещению,
скорость постоянна)**

$$s = x - x_0$$

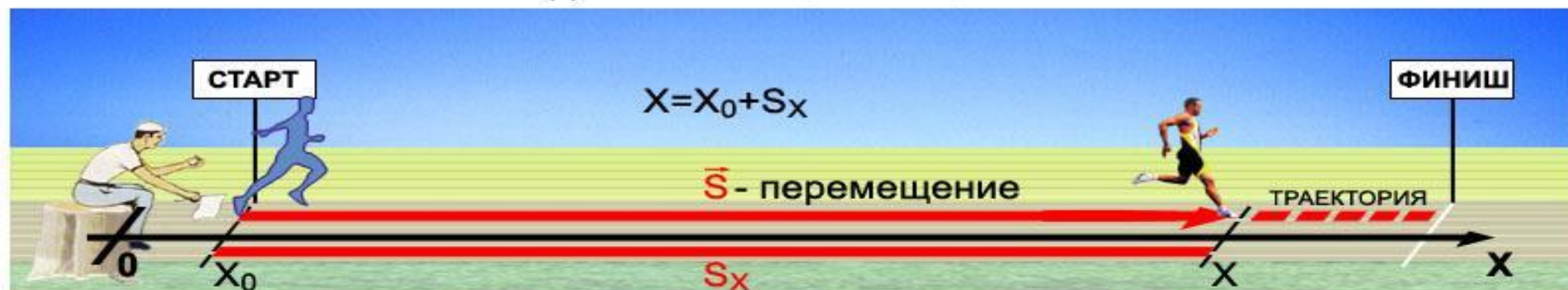
$$s = vt \quad (s > 0)$$



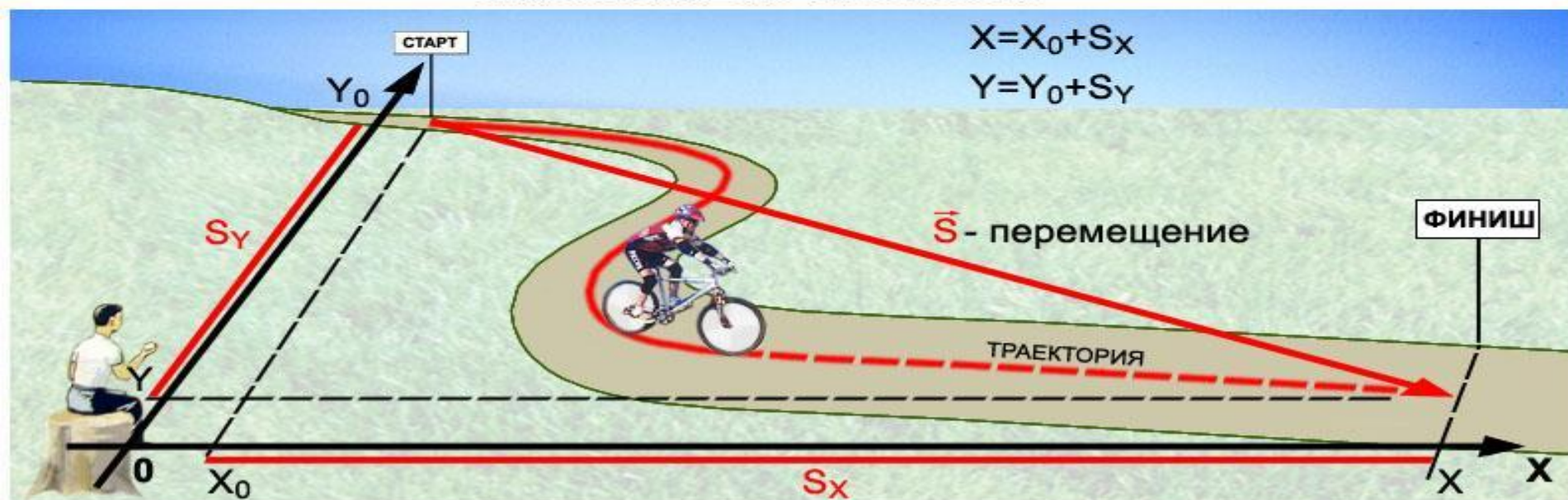


ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕЛА (ТОЧКИ)

1. ДВИЖЕНИЕ ПО ПРЯМОЙ



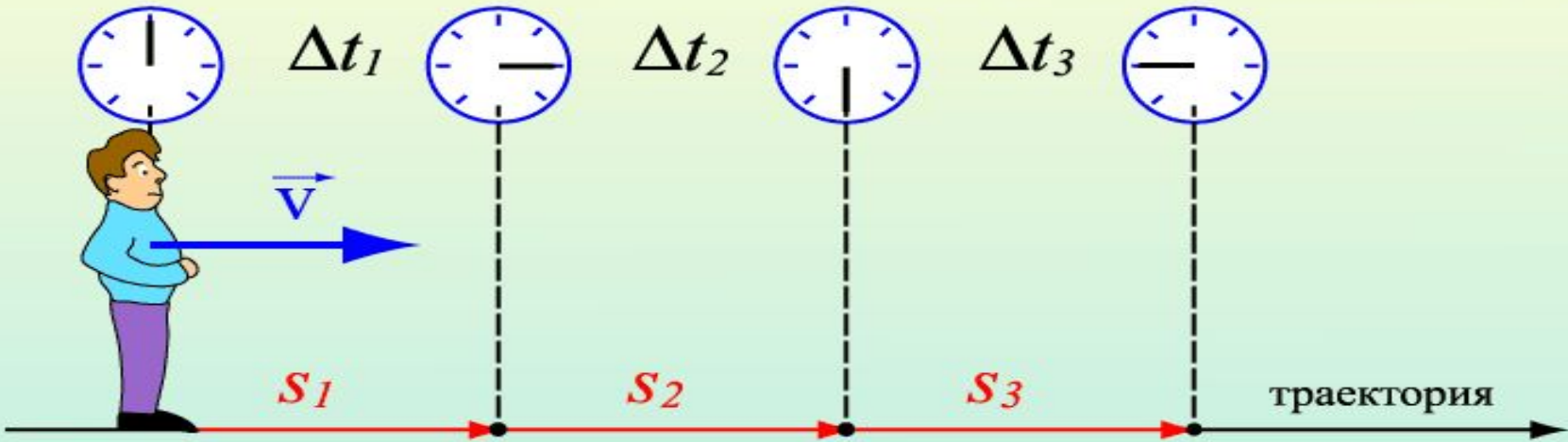
2. ДВИЖЕНИЕ ПО ПЛОСКОСТИ





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

$$v_1 = \frac{s_1}{\Delta t_1} \quad v_2 = \frac{s_2}{\Delta t_2} \quad v_3 = \frac{s_3}{\Delta t_3}$$

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

1. Что называется **механическим движением**? Примеры.
2. В чем заключается **основная задача механики**?
3. Что называется **телом отсчета**?
Системой отсчета?
4. Что называется **материальной точкой**?
Примеры.
5. Что называется **траекторией**? Примеры.
6. Что такое **путь**? Обозначение, единицы измерения.
7. Что называется **перемещением**? Примеры.
8. В каком случае модуль перемещения и путь **совпадают**?
9. От чего зависит знак проекции вектора перемещения?
10. Чем путь **отличается** от координаты?



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



Чтобы определить мгновенную скорость нужно:

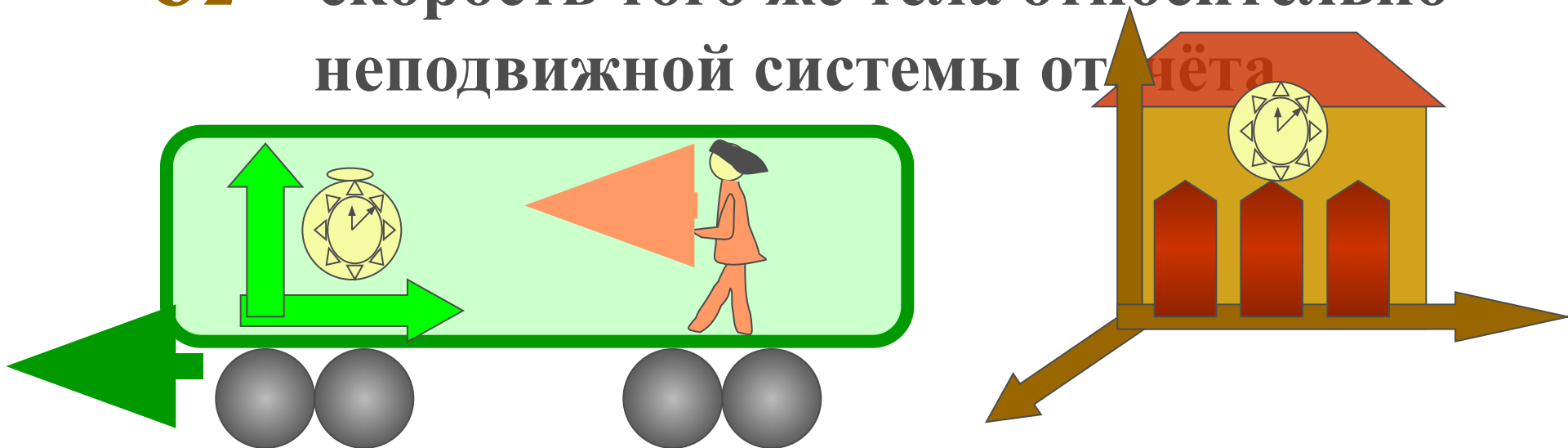
1. Измерить среднюю скорость за интервал времени от t до $t+\Delta t$
2. Принять, что средняя скорость за этот промежуток примерно равна скорости в момент времени t .

Чем меньше промежуток времени, тем точнее определена скорость. ($\Delta t \rightarrow 0$)

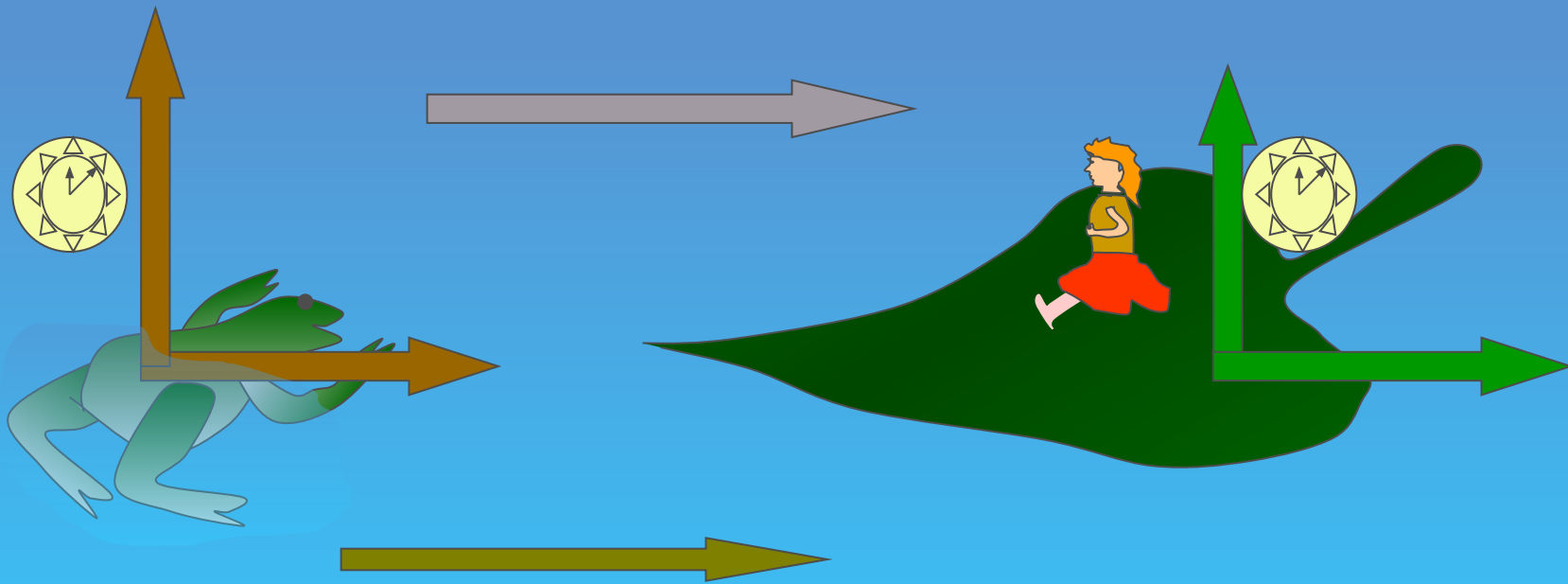
Закон сложения скоростей

$$\vec{v}_2 = \vec{v}_1 + \vec{v}$$

- v_1 - скорость подвижной системы отсчёта, относительно неподвижной
- v - скорость тела относительно этой подвижной системы отсчёта
- v_2 - скорость того же тела относительно неподвижной системы отсчёта



1. Почему этот текст неправильный: « Поток был очень сильный и Жаба как не старалась не могла догнать Дюймовочку»?





Скорость – *величина, равная пути
пройденному в единицу времени*

$$v = S / t$$

v – скорость (м/с)

s - путь (м)

t - время (с)

$$v \text{ (км/ч)} : 3,6 = v \text{ (м/с)}$$

Например: $90 \text{ км/ч} : 3,6 = 25 \text{ м/с}$

(за 1ч проходит путь 90км, а за 1с – 25м)



УРАВНЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ

– определяет положение (координату) тела в любой заданный момент времени

$$x = x_0 + v_x t$$

x – координата в момент времени t

x_0 – начальная координата

v_x – проекция скорости на ось X

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

Уравнение равномерного прямолинейного движения



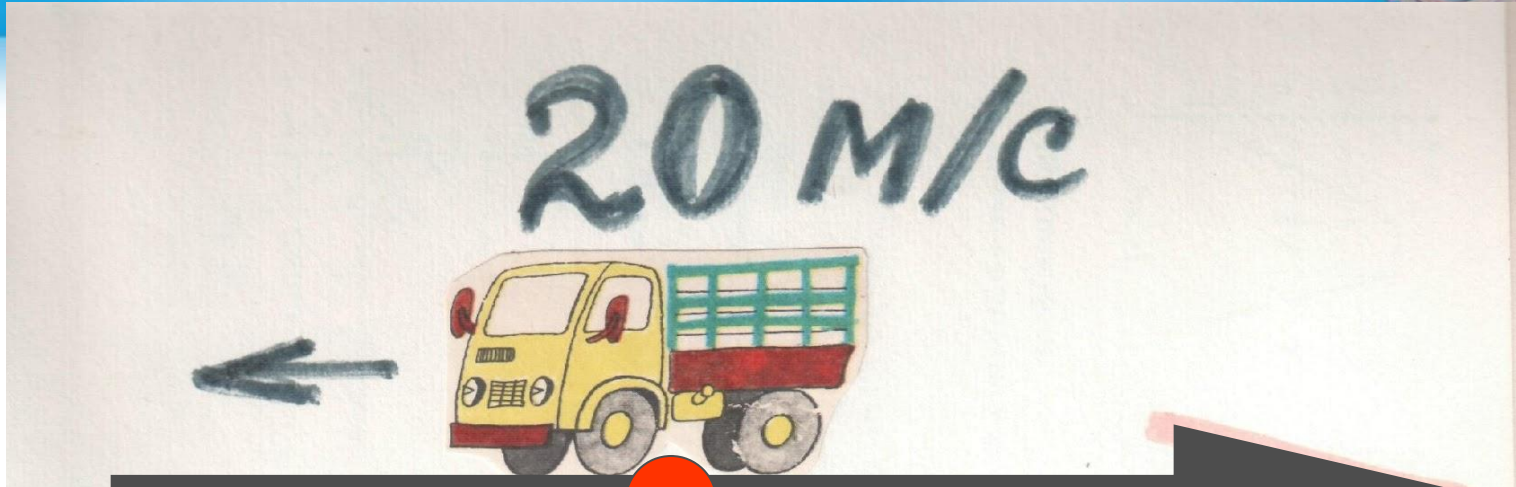
$$\vec{r} = \vec{r_0} + \vec{v} t$$

в проекциях на ось OX

$$x = x_0 + v_x t$$



Запишите уравнение движения



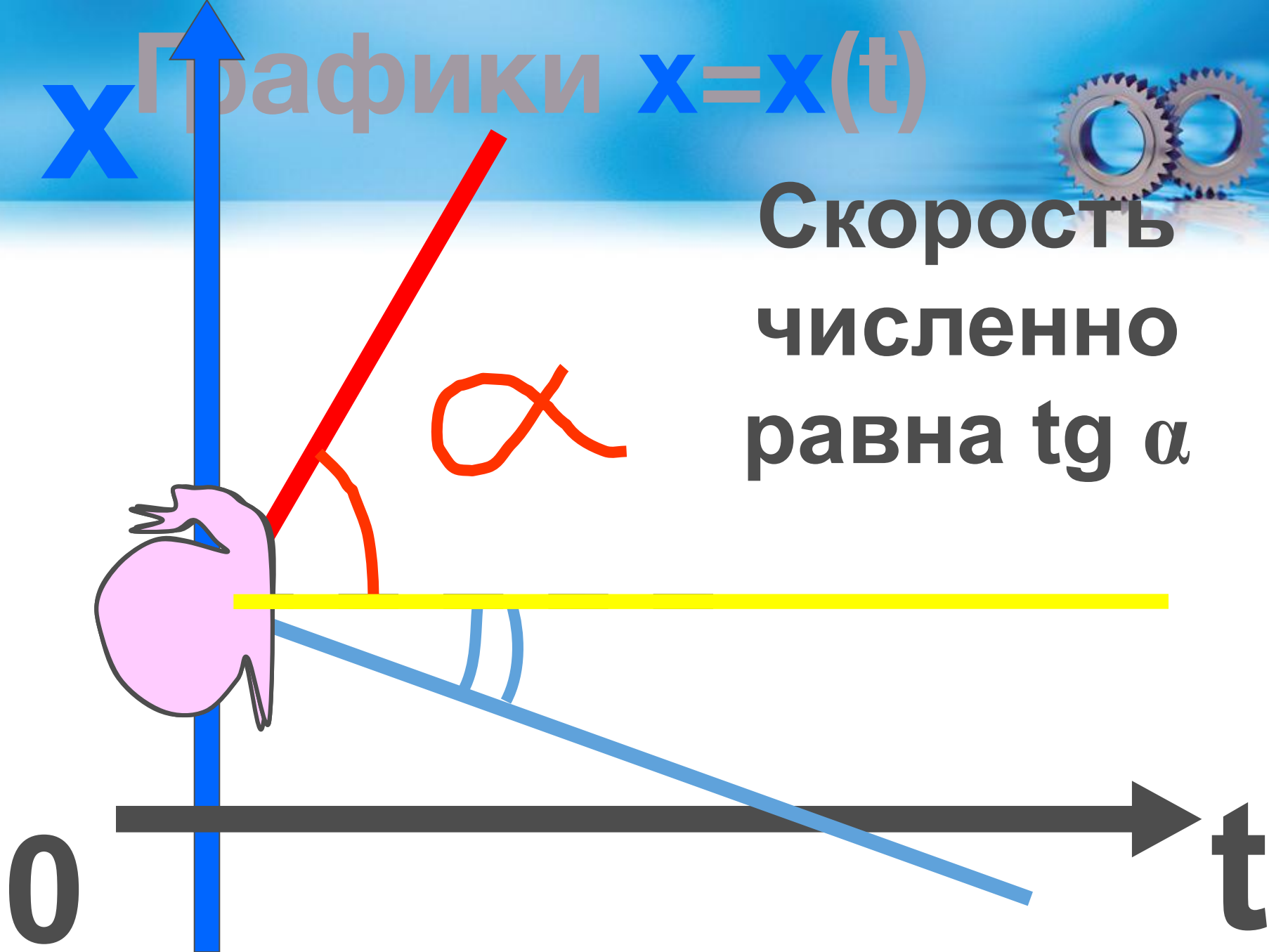
$$x = x_0 + v_x t$$

$$x = -400 - 20 t$$

Графики $x=x(t)$



Скорость
численно
равна $\operatorname{tg} \alpha$



Графики $v=v(t)$

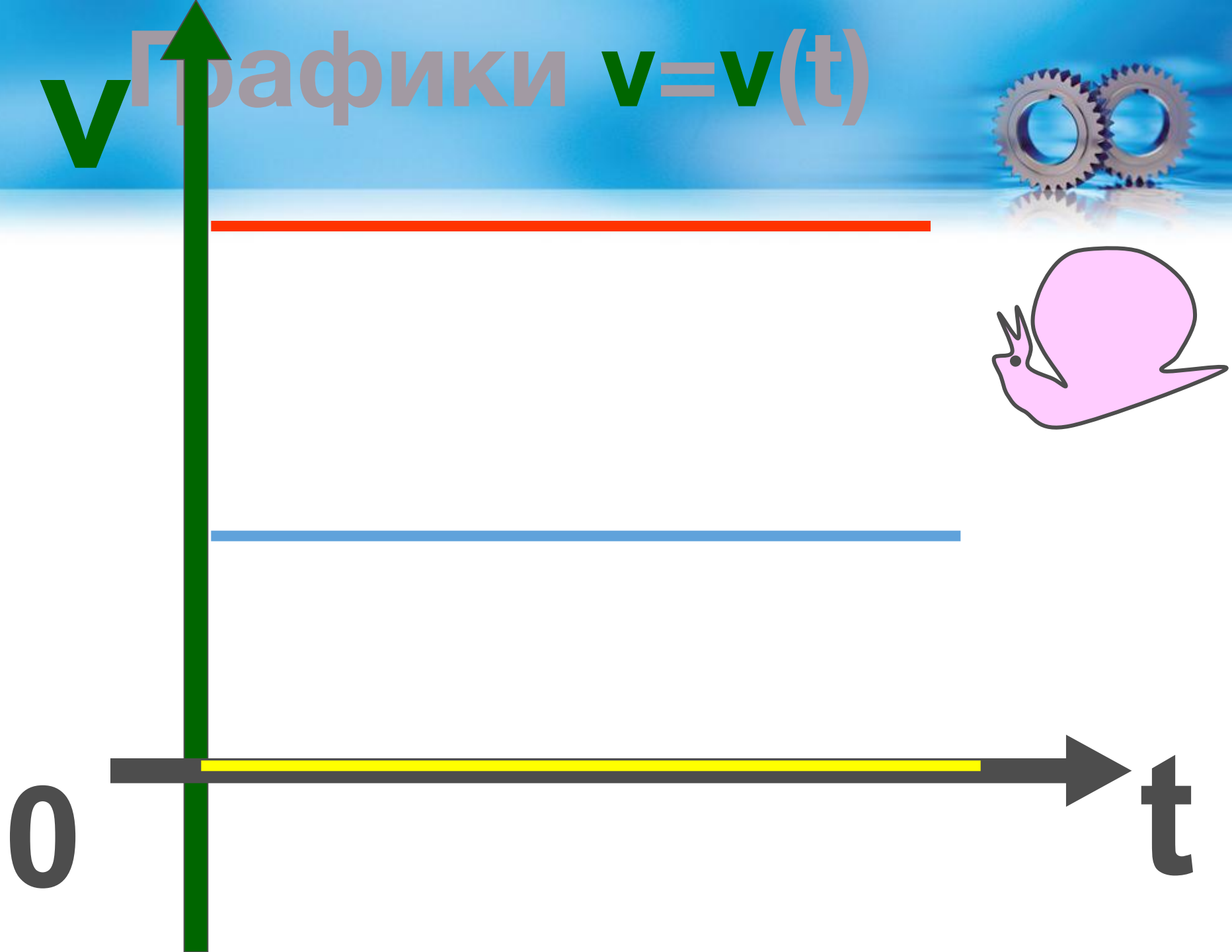
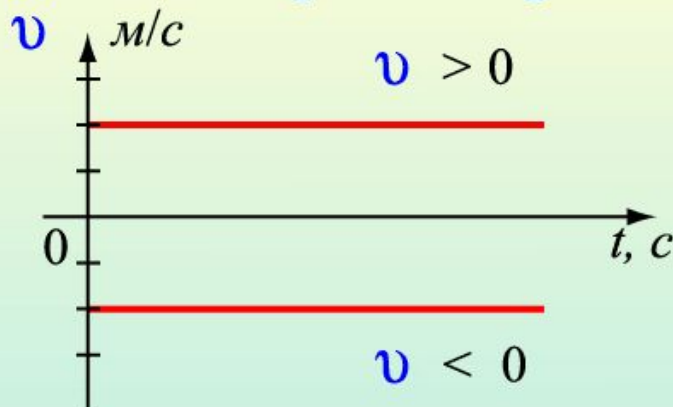


ГРАФИК СКОРОСТИ



Графическое представление равномерного движения



$$v = \text{const}$$

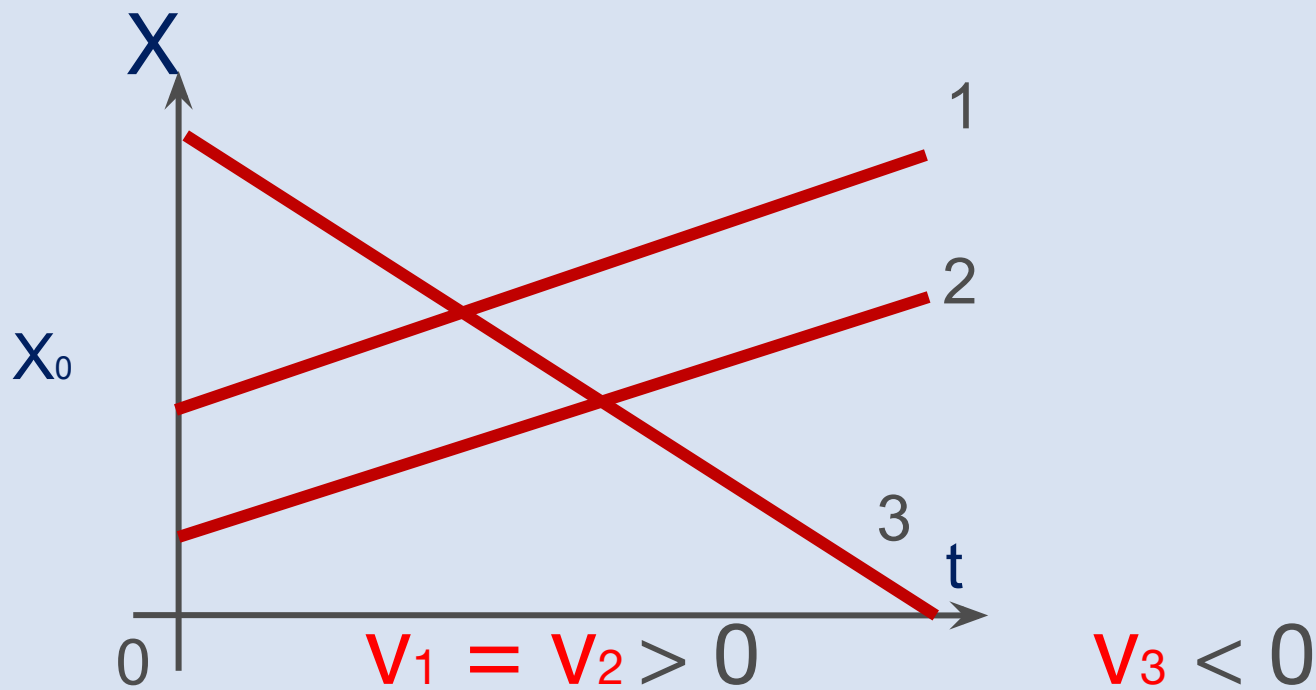
Путь численно равен
площади прямоугольника



$$S = v \cdot t$$

Величина	Формула	Единица измерения	График
Скорость	$v = \frac{s}{t}$	м/с	 <p>The graph shows velocity (v) on the vertical axis in m/s and time (t) on the horizontal axis in s. Two horizontal lines are plotted, representing constant velocity over time.</p>
Перемещение	$s = vt$	м	 <p>The graph shows displacement (S) on the vertical axis in m and time (t) on the horizontal axis in s. Two lines start from the origin (0,0) and extend upwards with different slopes, representing constant velocity.</p>
Время	$t = \frac{s}{v}$	с	

ГРАФИК КООРДИНАТЫ



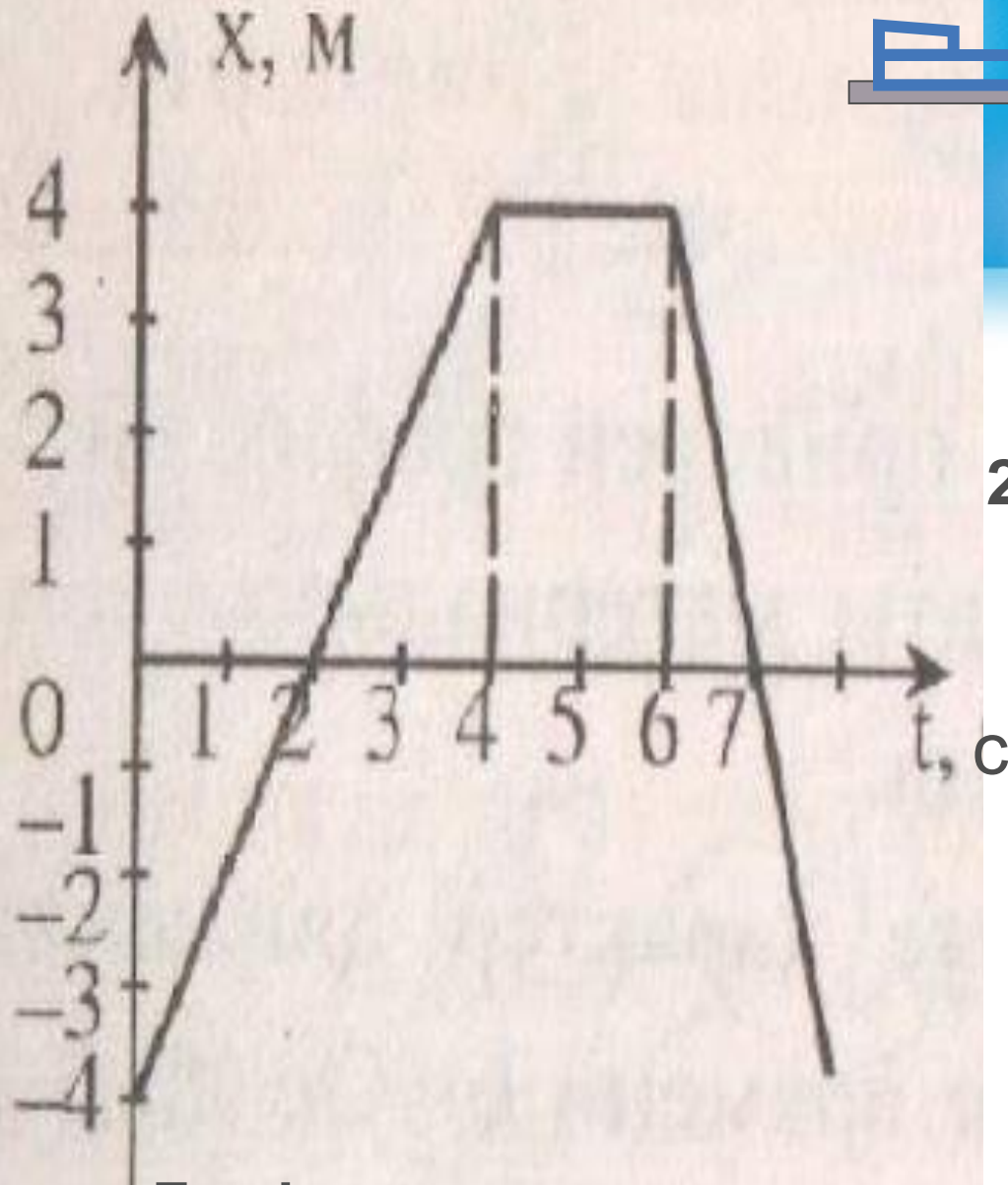


График зависимости координаты материальной точки (санок) от времени.



1. Почему санки можно считать в данной задаче **материальной точкой**?
2. Опишите характерные особенности движения: **в каких направлениях** двигалась точка относительно оси Ox в различные интервалы времени.
3. Постройте **графики** проекции скорости и пути от времени, то есть $v_x = v_x(t)$ и $s = s(t)$.

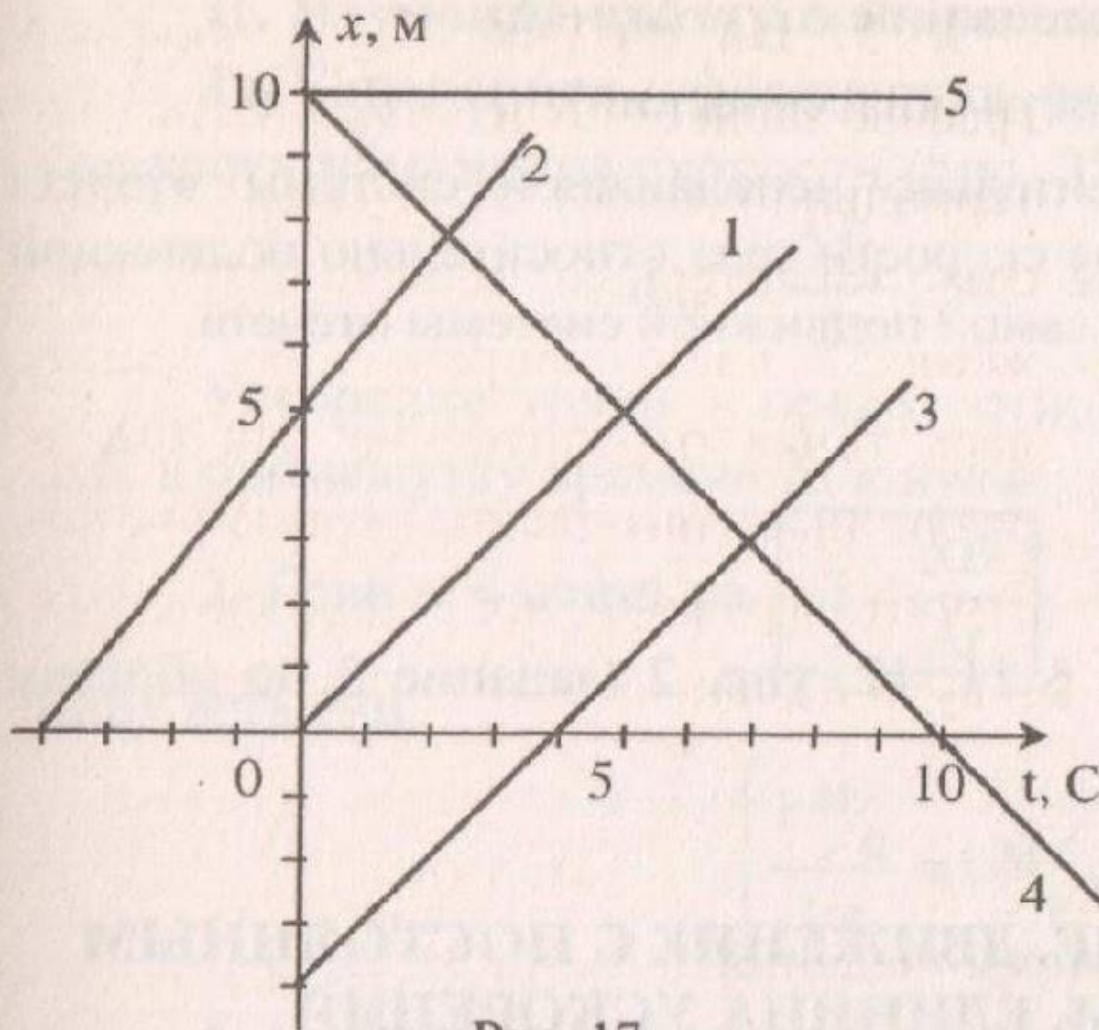


Рис. 17

На рисунке 17 показаны графики зависимости координаты от времени для пяти тел.

Прочтите эти графики, т. е. определите начальную координату каждого тела и скорость движения; запишите уравнение координаты для каждого тела; сравните время начала движения (за начало отсчета времени принят старт 1-го тела); определите время и место встречи тел;

определите координату каждого тела через 5 с после начала; определите, когда координата каждого тела равна 5 м.



ЗАДАЧА

Уравнение движения тела имеет вид

$$**x = 2t - 1**$$

Найти: а) начальную координату

б) координату через 1с движения

в) путь, пройденный за 1с

*Построить графики зависимости координаты,
пути и скорости*

от времени



ЗАДАЧА

• Дано:

$$x = 2t - 1$$

$$x_0 - ?$$

$$x(1) - ?$$

$$s(1) - ?$$

Графики

$$x(t)$$

$$v(t), s(t)$$

Решение

Уравнение движения

$$x = x_0 + vt$$

а) $x_0 = -1\text{ м}$ (нач. координата, $t=0$)

б) $x(1) = 2 \cdot 1 - 1 = 1\text{ м}$ (коорд. при $t=1\text{ с}$)

в) $s = x - x_0$ $s = vt$

$$s = x(1) - x_0 = 1 - (-1) = 2\text{ м}$$

$$v = 2\text{ м/с} \quad s = 2 \cdot 1 = 2\text{ м (II способ)}$$



График скорости

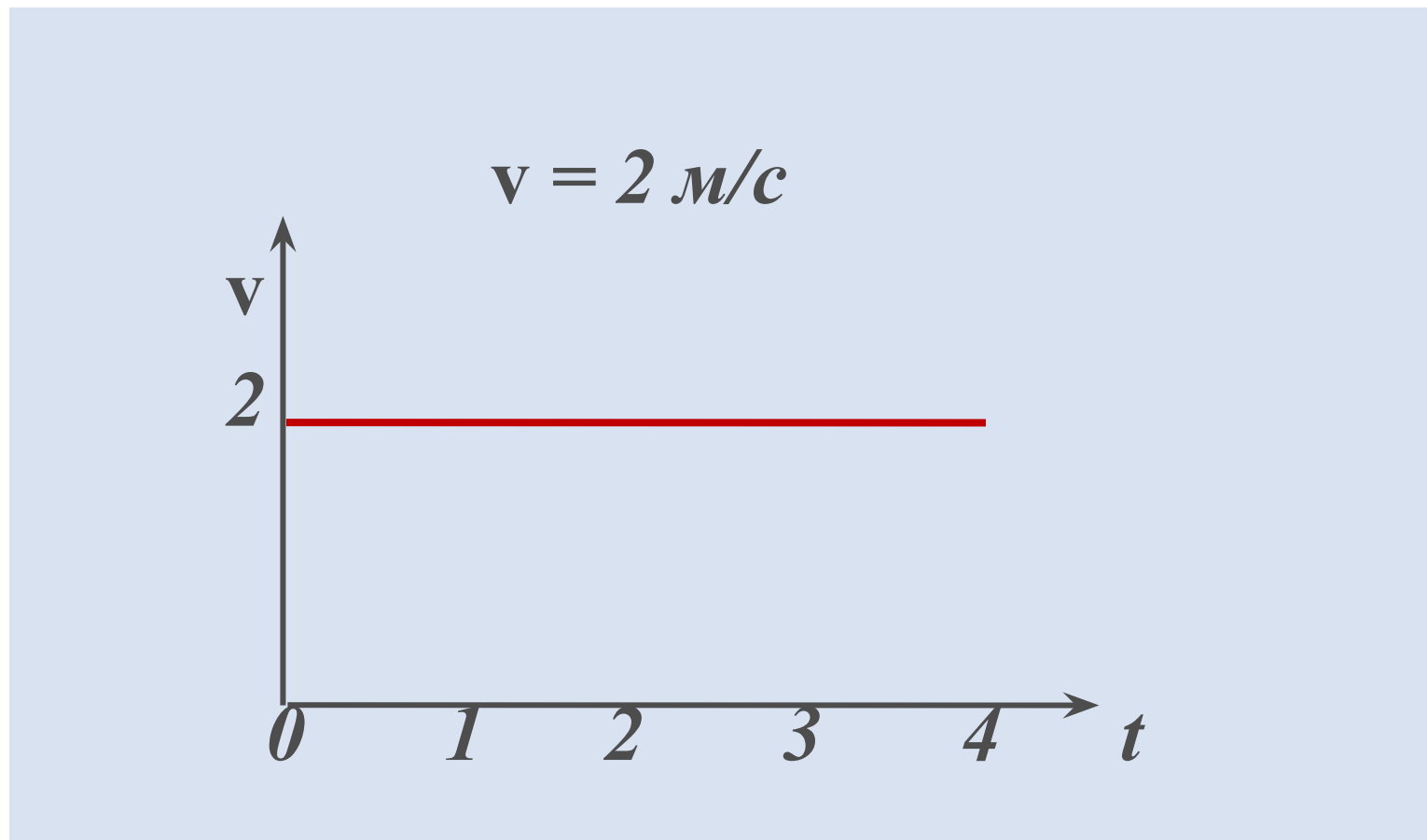
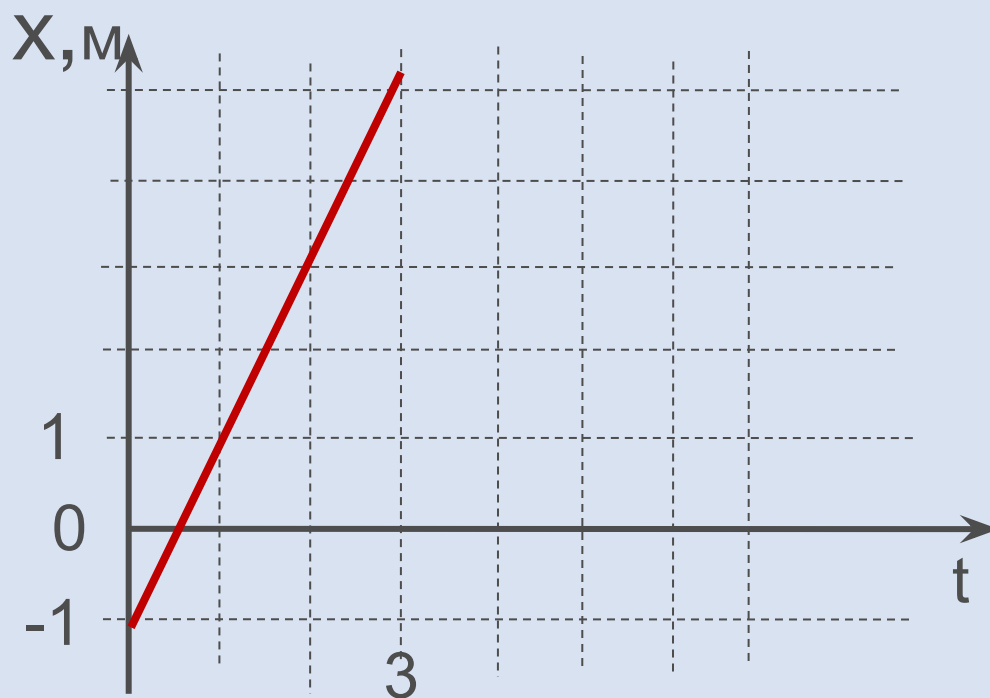




График координаты

$$x = 2t - 1$$

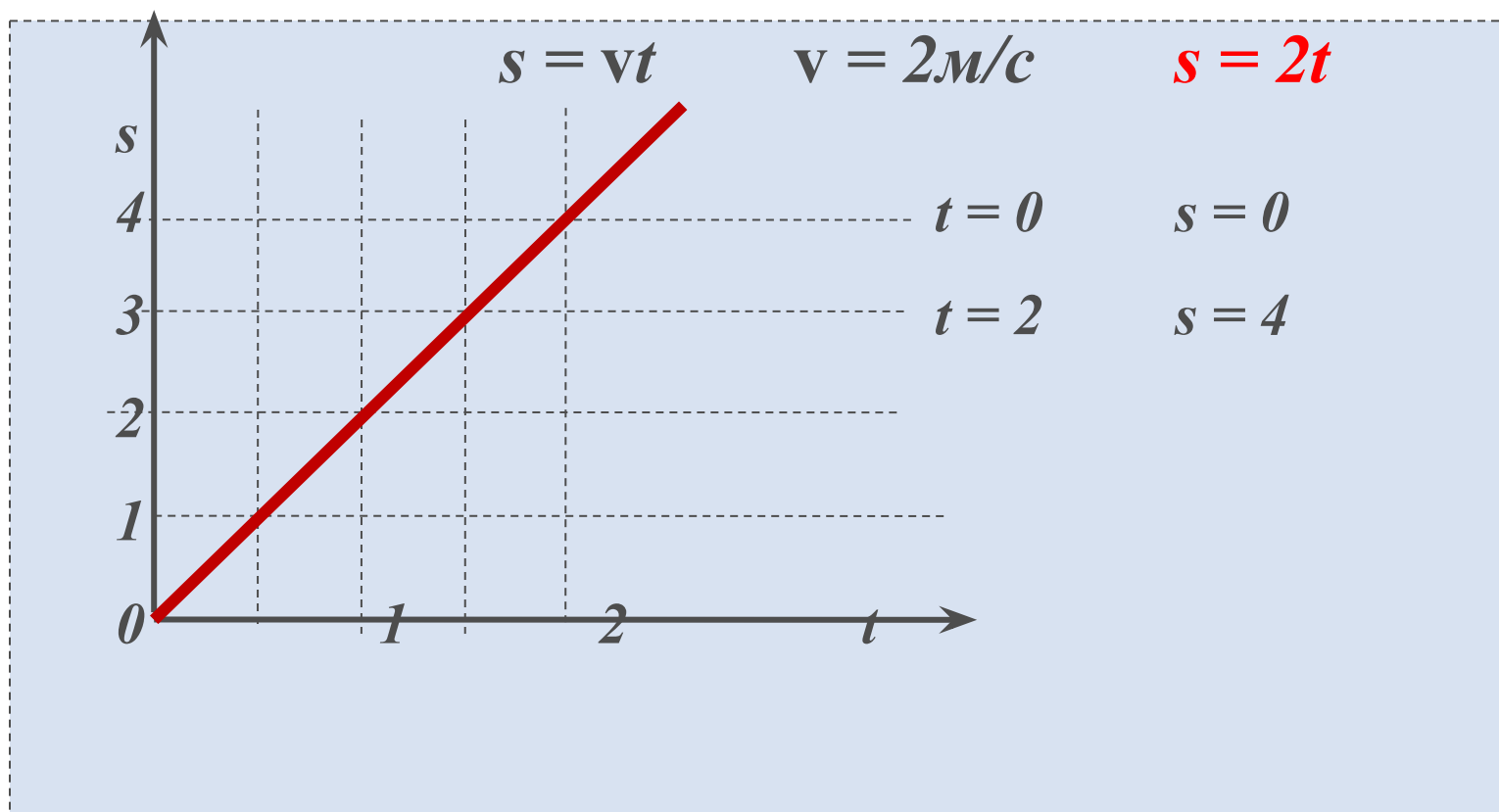


$$t = 0 \quad x = -1$$

$$t = 3 \quad x = 5$$



График пути





САМОСТОЯТЕЛЬНО

Уравнение движения тела имеет вид

(I) $x = 3t + 2$

(II) $x = 4 - 2t$

(III) $x = 1,5t + 4$

(IV) $x = 3 - t$

Найти: а) начальную координату

б) координату через 2с движения

в) путь, пройденный за 2с

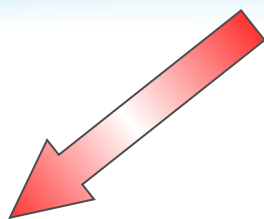

Построить графики зависимости координаты, пути и скорости от времени



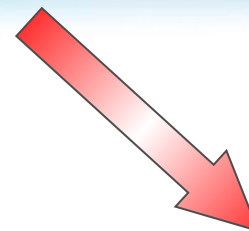
В О П Р О С Ы

- 1. Какое движение называется **прямолинейным**?
- 2. Какое движение называется **равномерным**?
- 3. Что называется **скоростью**?
- 4. В каком случае скорость **положительна**?
- 5. В каком случае скорость **отрицательна**?
- 6. В каких **единицах** измеряется **скорость**?
- 7. Как перевести **км/ч** в **м/с**?
- 8. Назовите **уравнение** равномерного движения.
- 9. Какие величины **не меняются** в процессе движения?
- 10. Какие величины **изменяются** в процессе движения?
- 11. Что является **графиком** равномерного движения?
- 12. По какой **формуле** вычисляется путь?

Равнопеременное движение-движение с постоянным ускорением.



Равноускоренное-
модуль скорости
увеличивается с
течением времени.



Равнозамедленное-
модуль скорости
уменьшается с
течением времени.

Движение с постоянным ускорением
совершается в одной плоскости



Ускорение



**- это величина,
характеризующая быстроту
изменения скорости.**



$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{\Delta t}$$

$$[a] = \left[\frac{\mathcal{M}}{c^2} \right]$$

Скорость при равнопеременном движении



$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{\Delta t} \quad \longrightarrow \quad \vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$$

Вектор мгновенной скорости

Векторное уравнение при движении на плоскости эквивалентно двум уравнениям для проекций вектора на координатные оси

$$v_X = v_{0X} + a_X t$$

$$v_Y = v_{0Y} + a_Y t$$



Основные формулы:

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

2. $V_x = V_{0x} + a_x t$ - скорость

3. $S_x = \frac{V_x + V_{0x}}{2} t$

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

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

перемещение

6. $X = X_0 + V_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$ - уравнение прямолинейного равноускоренного движения

4. Какое из приведенных ниже уравнений описывает движение, при котором скорость тела увеличивается?
А. $v = 3 + 20t$ **Б.** $v = 3 - 2t$ **В.** $v = -3 + t$
5. По графику зависимости скорости от времени (рис 4) определите модуль перемещения тела за первые 4с его движения.
А. 24 м **Б.** 48 м **В.** 96 м
6. На рисунке 5 приведен график зависимости скорости движения тела от времени. Какое уравнение соответствует этому графику?
А. $v = 3 + t$ **Б.** $v = 3 - t$ **В.** $v = 3 - 3t$
7. Какой из графиков (рис 6) соответствует уравнению скорости $v = 2 - t$?
А. 1 **Б.** 2 **В.** 3

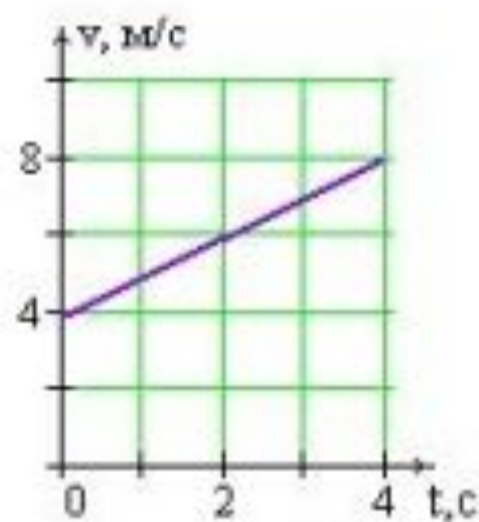


рис. 4

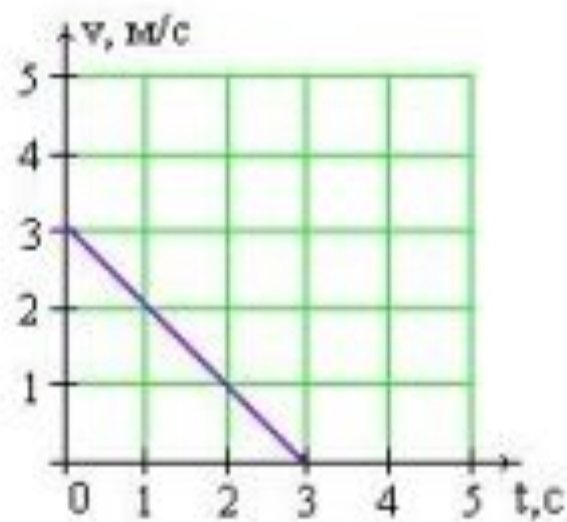


рис. 5

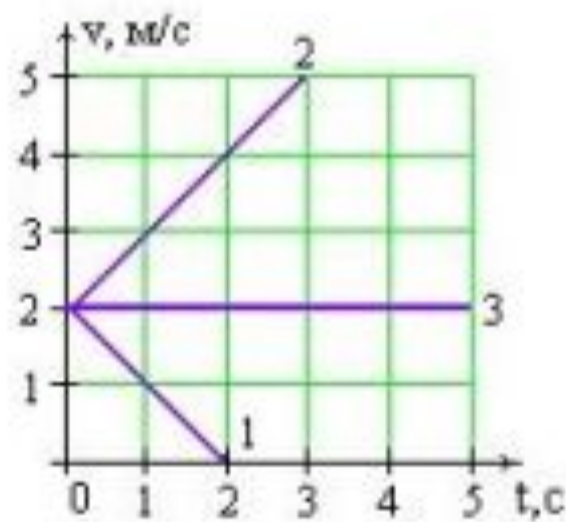


рис. 6



Движение с постоянным ускорением



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

$$v = v_0 + at$$

**Равноускоренное
движение**

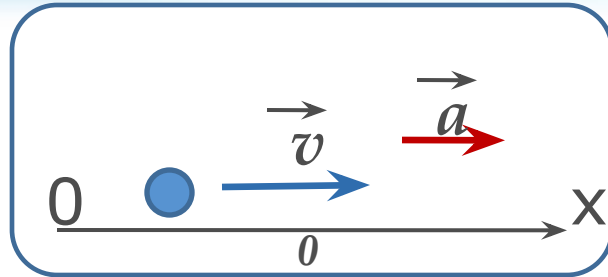


$$S = v_0 t - \frac{at^2}{2}$$

$$v = v_0 - at$$

**Равнозамедленное
движение**

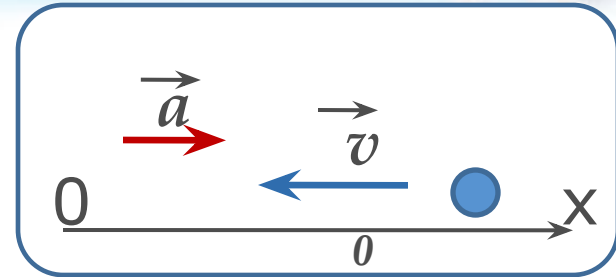
Определите характер движения, пользуясь рисунком
и запишите формулы для расчета v и s



равноускоренное

$$v = v_0 + at$$

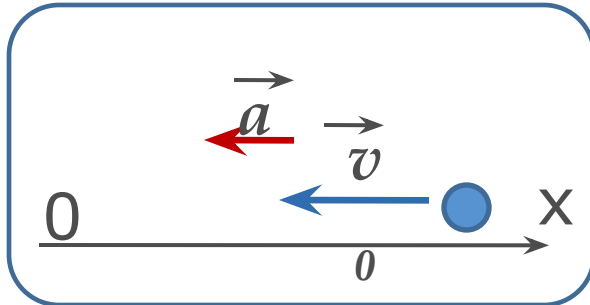
$$s = v_0 t + at^2/2$$



равнозамедленное

$$-v = -v_0 + at$$

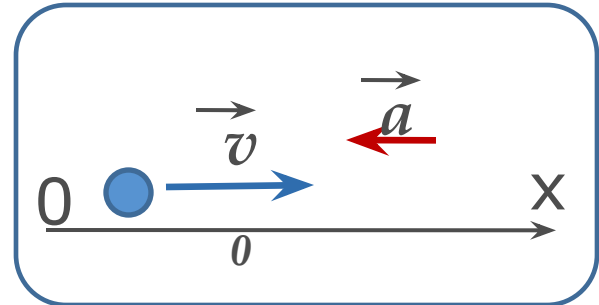
$$-s = -v_0 t + at^2/2$$



равноускоренное

$$-v = -v_0 - at$$

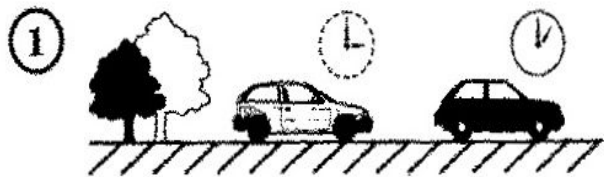
$$-s = -v_0 t - at^2/2$$



равнозамедленное

$$v = v_0 - at$$

$$s = v_0 t - at^2/2$$

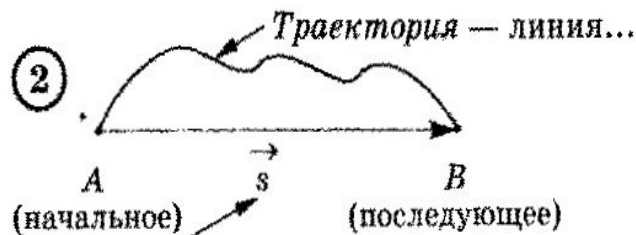


Система отсчета: а) тело отсчета — 0

б) y в) отсчет времени



Материальная точка — тело...



Перемещение — вектор...

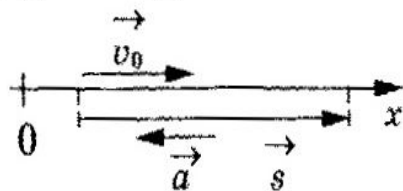
Путь — длина...

③ Кинематические величины

\vec{s} ; $[s_x; s_y]$ (x, y) — координаты точки

\vec{v} ; $[v_x; v_y]$

\vec{a} ; $[a_x; a_y]$



④



$$\forall \Delta t_1 = \Delta t_2$$

\rightarrow

$$\Delta t_1 = s_1$$

\rightarrow

$$\Delta t_2 = s_2$$

$\rightarrow \rightarrow$

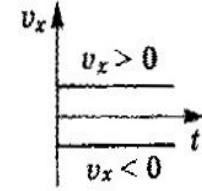
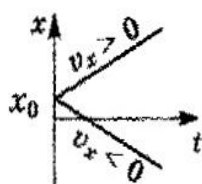
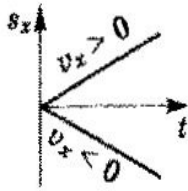
$$s_1 = s_2$$

$$\vec{v} = \frac{\vec{s}_1}{\Delta t_1} = \frac{\vec{s}_2}{\Delta t_2} = \frac{\vec{s}}{t}$$

$$v_x = \frac{s_x}{t}$$

$$s_x = v_x t$$

$$x = x_0 + v_x t$$



$$\forall \Delta t_1 = \Delta t_2$$

\rightarrow

$$\Delta t_1 = s_1$$

\rightarrow

$$\Delta t_2 = s_2$$

$\rightarrow \rightarrow$

$$s_1 \neq s_2$$

$$\forall \Delta t_1 = \Delta t_2$$

$\rightarrow \rightarrow$

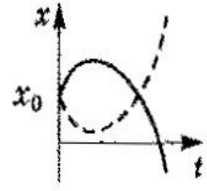
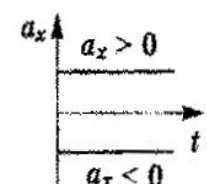
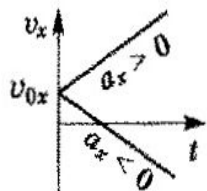
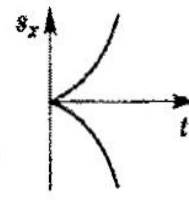
$$\Delta v_1 = \Delta v_2$$

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t}; \quad a_x = \frac{v_{2x} - v_{1x}}{t}$$

$$\vec{v}_2 = \vec{v}_1 + \vec{a} t$$

$$v_{2x} = v_{1x} + a_x t$$

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



ВСПОМНИМ ИЗУЧЕННОЕ

Какое движение называется
равноускоренным ?

Определение ускорения.
Физический смысл ускорения.

Формула проекции скорости при
равноускоренном движении

Формула проекции перемещения
при равноускоренном движении

Формула координаты
при равноускоренном движении



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

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

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

$$s_y = v_{0y} t + a_y t^2 / 2$$

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

$$y = y_0 + v_{0y} t + a_y t^2 / 2$$



ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

- § Выучить определения
- Выучить формулы и обозначения величин
- Понимать графики