

# Уравнение движения

$$\left. \begin{aligned} x &= t^2 - 2t + 1 \\ y &= 4 - t \\ z &= 6 \end{aligned} \right\} \text{у р-е движения}$$

$$\vec{v} = \text{const}$$

$$x = x_0 + v_x t$$

$$1) \quad x = \underline{-2t} + 4$$

$$x_0 = 4$$

$$v_x = -2$$

$$2) \quad x = t$$

$$x_0 = 0$$

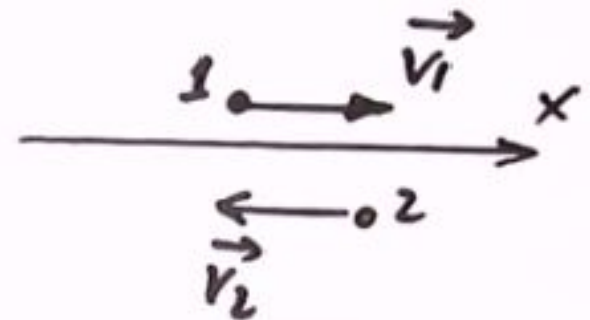
$$v_x = 1$$

$$3) \quad x = -3$$

$$x_0 = -3$$

$$v_x = 0$$

$$y = x^2 - \text{у р-е траектории}$$



$$v_1 = v_2 = 10 \text{ м/с}$$

$$v_{1x} = 10 \text{ м/с}$$

$$v_2 = -10 \text{ м/с}$$

## Пояснения к первому слайду:

Самое простое движение – это движение тела по прямой и с постоянной скоростью ( $V$ ). Скорость такого движения не изменяется с течением времени, она постоянная:  **$V = \text{constanta}$** . Движение тела можно изобразить геометрически. Для этого используется числовая ось, эта прямая линия, на которой расставлены координаты, числа.

**(Показываю на доске)**. Условие движения нужно указать, включаем таймер: движение началось ( $t > 0$  секундомер «пошел»), движение прекратилось ( $t = 0$ ). Теперь надо указать направление движения. Оно может быть направлено с право на лево, или обратно слева на право.

Любая числовая ось имеет направление. Любая координата расположенная справа больше координаты расположенной левее. Координаты возрастают слева на право – это и есть направление

## Продолжение второго слайда

Движение тела с постоянной скоростью ( $V = \text{constanta}$ ) и начало самого движения ( $t > 0$ ) и обозначение этого процесса мы умеем. Но прежде, чем начать движение оно должно где-то стоять. Место стоянки любого тела, её начальная координата так же обозначаются на числовой оси как  $X_0$ . Тело в момент времени  $t = 0$  стоит на координате  $X_0 = +5$ , а может оно стоять на координате  $X_0 = -5$ ,  $X_0 = 0$  (показываю эти координаты на доске!!!). Движение слева на право совпадает с направлением числовой оси – это движение в положительном направлении (+), а если тела движется с права на лево, то тело движется против направления числовой оси – это движение в отрицательном направлении (-).

Тело может двигаться с различной скоростью и различную величину скорости можем обозначить величиной отрезков, которые имеют различную длину – длина отрезков всегда число положительное, оно не может быть отрицательным. Эта модуль числа (краткое объяснение математического понятия МОДУЛЬ ЧИСЛА)

Все величины должны выражаться в системе СИ (пояснить кратко размерность СИ, СГСЕ и другие системы измерения)

Как обозначить движение тела, движущееся по прямой и с постоянной скоростью. Допустим тело движется слева на право с постоянной скоростью и прямолинейно. Величина скорости 5 км и начальная координата движения  $X_0 = 3$ . Тело находится в начале движение в точке  $X_0=3$ , От точки  $X_0=3$  откладываем на право отрезок равный 5, конец отрезка совпадает с числом 8, конец обозначают стрелой – указывает на направление движения. Тело двигалось 4 секунды, путь пройденный телом равен 20, значит тело оказалось в точке  $X = 23$ . Это можно выразить очень просто:  $X(4) = X_0 + V \cdot t = 3 + 20 = 23$  ( $X$  – конечная координата тела, конец движения).

Аналогия (подобие):  $X = X_0 + V \cdot t = 3 + 5 \cdot 4 = 23$ , а для любого момента времени  $t$  уравнение движения будет иметь вид:  $X(t) = X_0 + V \cdot t$  или  $X(t) = 3 + 5t$ , где  $X_0 = 3$ , а  $V \cdot t = 5t$ , где  $V=5$ , а  $X_0=3$ , движение совпадает с направлением числовой оси поэтому вектор скорости 5 положительный. Напишите это движение с начальной координатой  $X_0 = 3$  и скоростью  $V = -5$ . Оно будет выглядеть так:  $X(t) = 3 - 5t$ .

Рассмотрим уравнения 1, 2 и 3 определим в этих уравнениях параметры  $X_0$  и  $V$ ?

Координата тела  $x$  меняется с течением времени  $t$  согласно закону  $x = 4t - 6$ . Все величины выражены в СИ. Определите проекцию скорости  $v_x$  этого тела.

Ответ: 4 м/с.

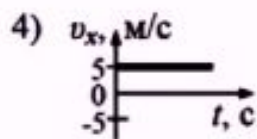
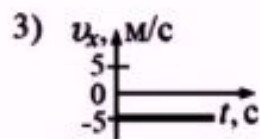
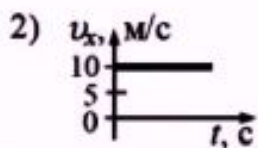
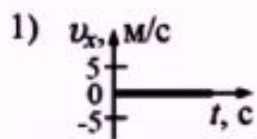
$$1) \quad x = \underline{4t} - 6$$

$$x = x_0 + \underline{v_x t}$$

$$v_x = 4 \text{ (м/с)}.$$

$$2) \quad v_x = x' = (4t - 6)' = 4 \text{ (м/с)}.$$

Координата тела, движущегося вдоль оси  $Ox$ , изменяется по закону  $x(t) = 10 - 5t$ , где все величины выражены в СИ. Какой из приведенных ниже графиков совпадает с графиком зависимости проекции скорости этого тела от времени?



Ответ:

3

$$x = x_0 + \underline{v_x} t$$

$$x = 10 - \underline{5t}$$

$$v_x = -5$$

## Рассмотрим три уравнения движения

Как построить графики этих уравнений:

1)  $X = -2 + 4t$

2)  $X = t$

3)  $X = -3$

Тело стоит, значит  $t = 0$ . В первом и во втором уравнении координата  $X$  зависит от  $t$ , а в третьем  $X = -3$

-времени  $t$ . Это значит, что тело не движется, а ее начальная координата  $X_0 = -3$ .

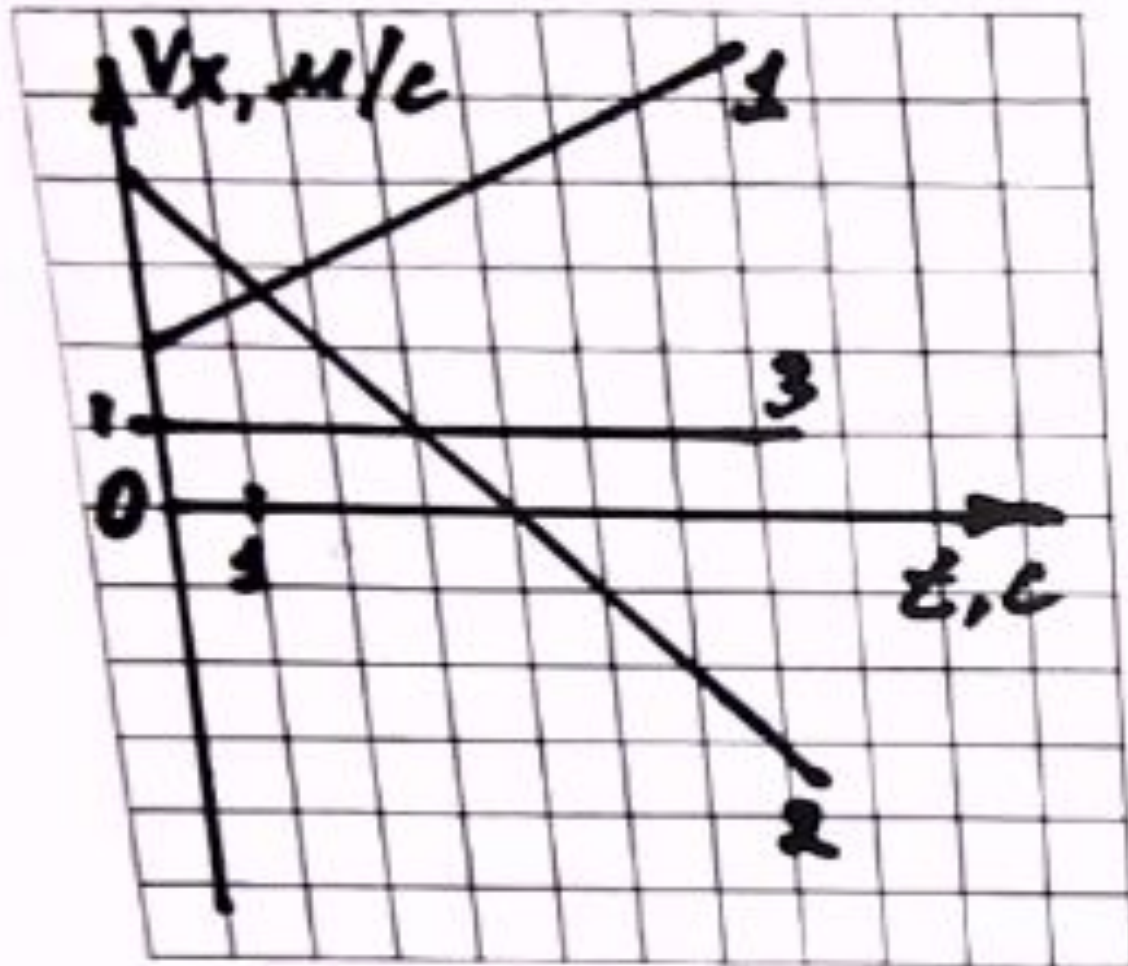
Как только тела начинают движение, переменная  $t$  становится больше 0.

Обозначения:

Тела стоят, движения тел не происходит, тогда  $t = 0$ ;

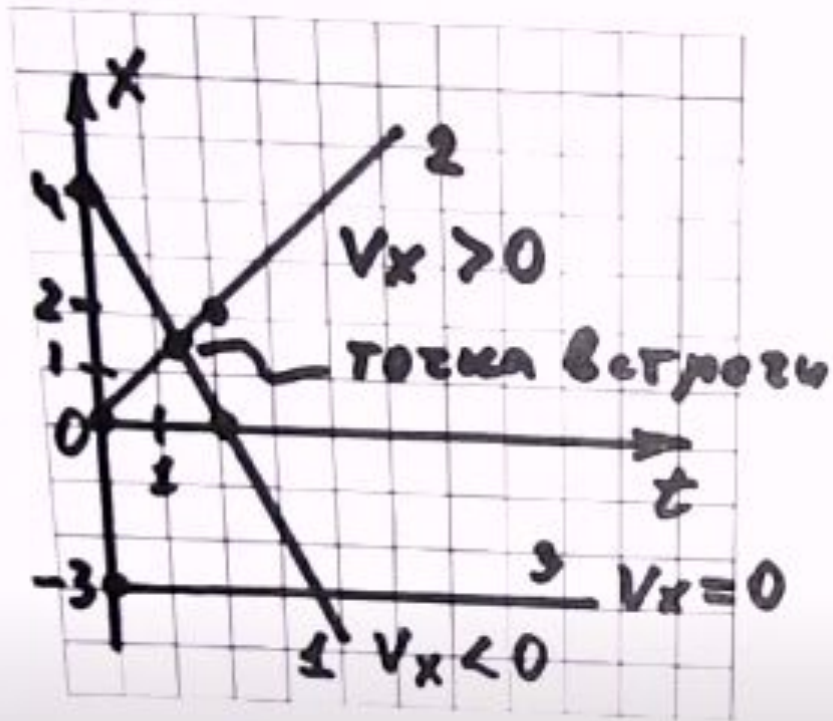
Тела начали двигаться, тогда  $t > 0$ .

Если тело стоит, то  $t = 0$ , тогда уравнение первое  $X = -2 + 4 \cdot 0 = -2$ , при  $t = 0$ ,  $X$  всегда обозначают как  $X_0 = -2$ . Второе уравнение при  $t = 0$   $X_0 = t \cdot 0 = 0$





# Даны три уравнения движения нужно изобразить эти УДВ графически



$$x = -3 \quad v_x = 0$$

$$1) \quad x = -2t + 4 \quad 2) \quad x = t$$

$$3) \quad x = -3$$

$$x = -2t + 4 \quad v_x = -2$$

$$t_1 = 0 \quad x_1 = 4$$

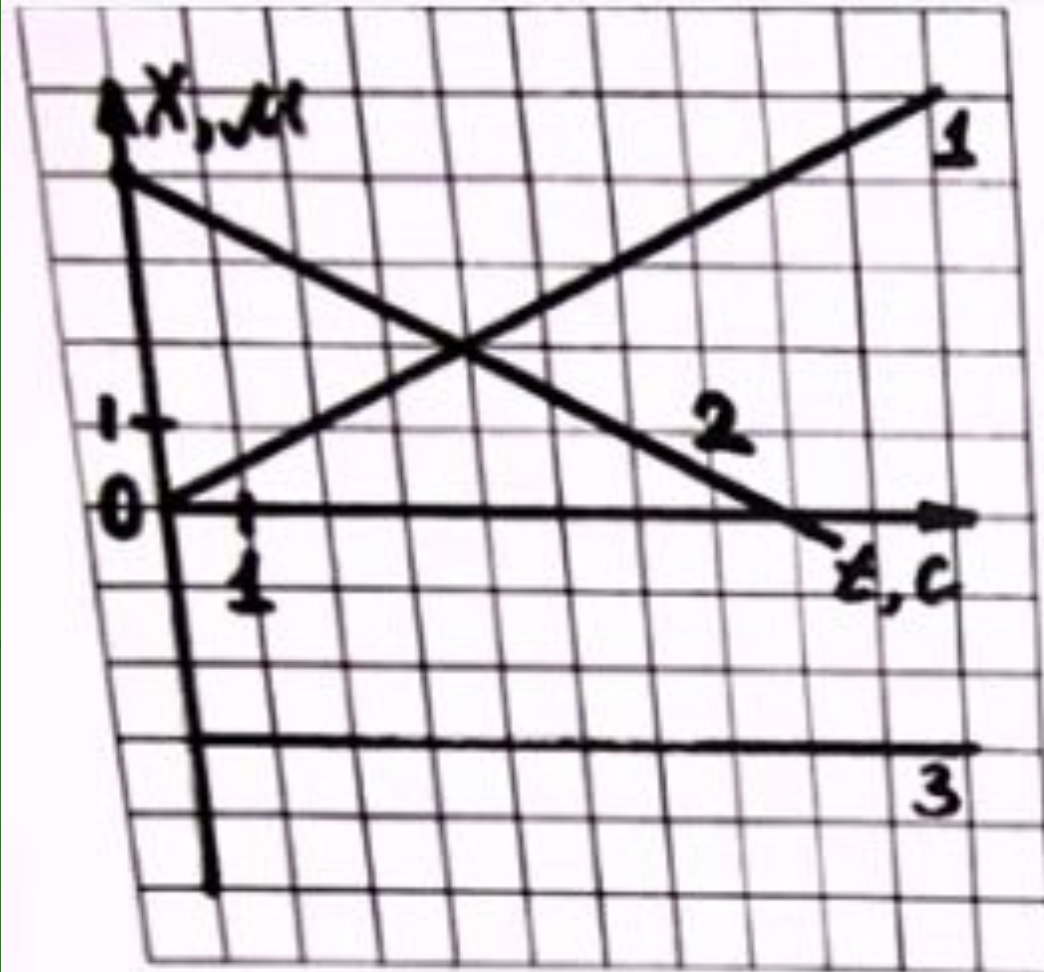
$$t_2 = 2 \quad x_2 = 0$$

$$x = t \quad v_x = 1$$

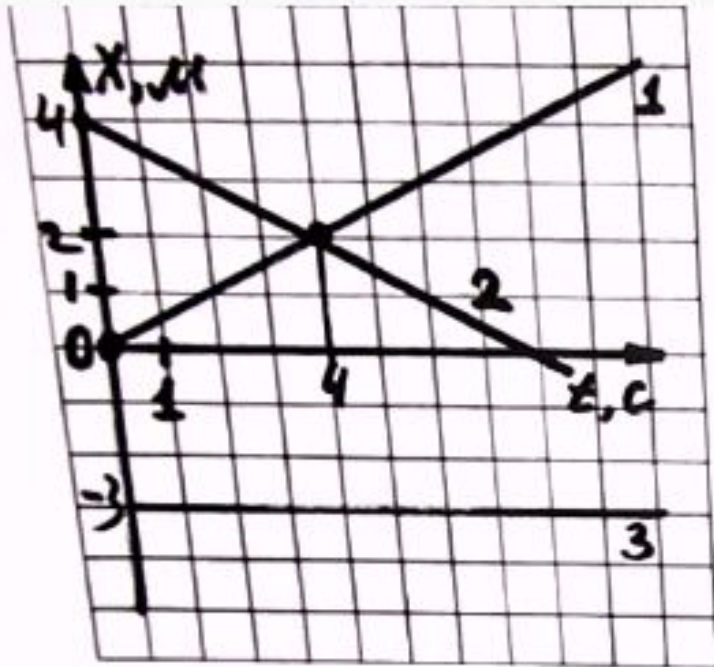
$$t_1 = 0 \quad x_1 = 0$$

$$t_2 = 2 \quad x_2 = 2$$

Даны три графика движения – 1, 2 и 3. Нужно для каждой прямой написать уравнение движения, определить начальное положение и скорость движения:



Даны три графика (1,2,3.) для каждого графика нужно определить  $X_0$  и  $V_x$  и написать УДВ



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

$$1) x_0 = 0 \quad t = 4 \quad x = 2$$

$$v_{x_1} = \frac{2 - 0}{4} = 0,5$$

$$x_1 = 0,5t$$

$$2) x_0 = 4, \quad t = 4, \quad x = 2$$

$$v_{x_2} = \frac{2 - 4}{4} = -0,5$$

$$x_2 = 4 - 0,5t$$

$$3) x_0 = -3, \quad v_x = 0$$

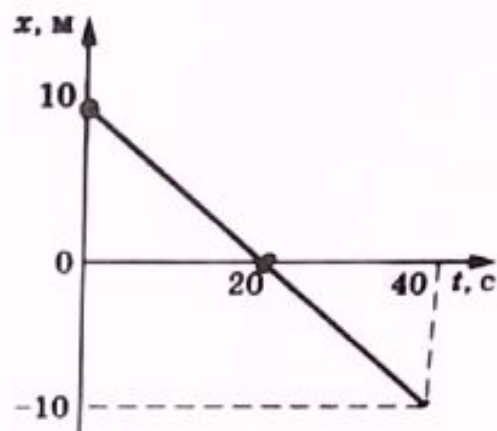
$$x = -3.$$

На рисунке приведён график зависимости координаты тела  $x$  от времени  $t$  при прямолинейном движении тела вдоль оси  $X$ .

Определите проекцию скорости  $v_x$  тела.

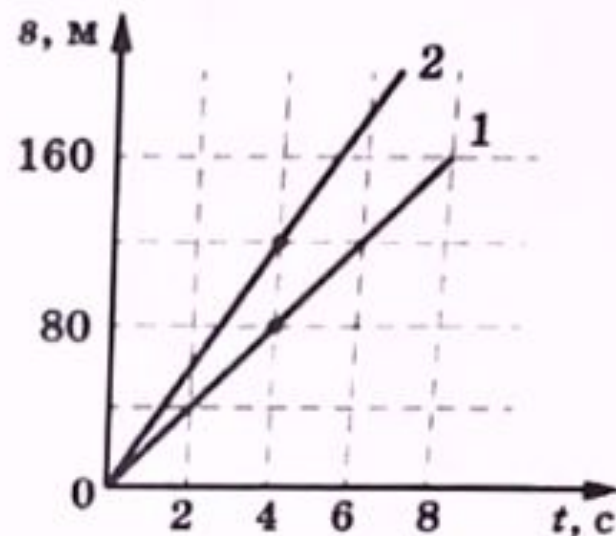
Ответ: -0,5 м/с.

$$v_x = \frac{x - x_0}{t} = \frac{0 - 10}{20} = -0,5 \text{ (м/с)}.$$



На рисунке представлены графики зависимости пройденного пути от времени для двух тел. Определите, во сколько раз скорость второго тела  $v_2$  больше скорости первого тела  $v_1$ .

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(а).



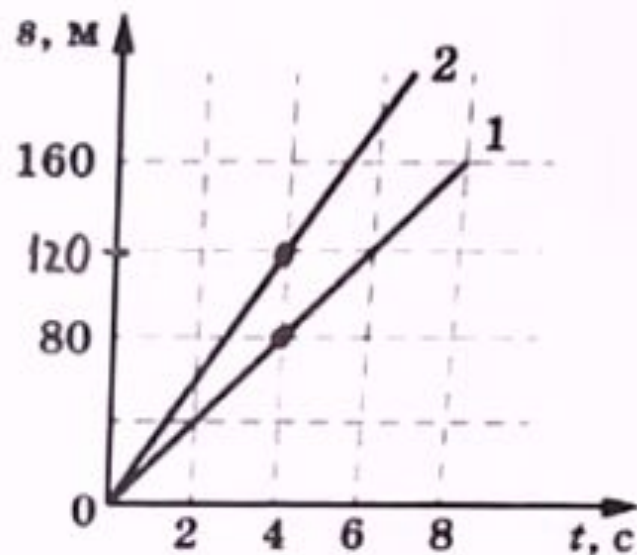
На рисунке представлены графики зависимости пройденного пути от времени для двух тел. Определите, во сколько раз скорость второго тела  $v_2$  больше скорости первого тела  $v_1$ .

Ответ: в 1,5 раз(а).

$$v_1 = \frac{s}{t} = \frac{80}{4} = 20 \text{ (м/с)}$$

$$v_2 = \frac{s}{t} = \frac{120}{4} = 30 \text{ (м/с)}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{30}{20} = 1,5.$$



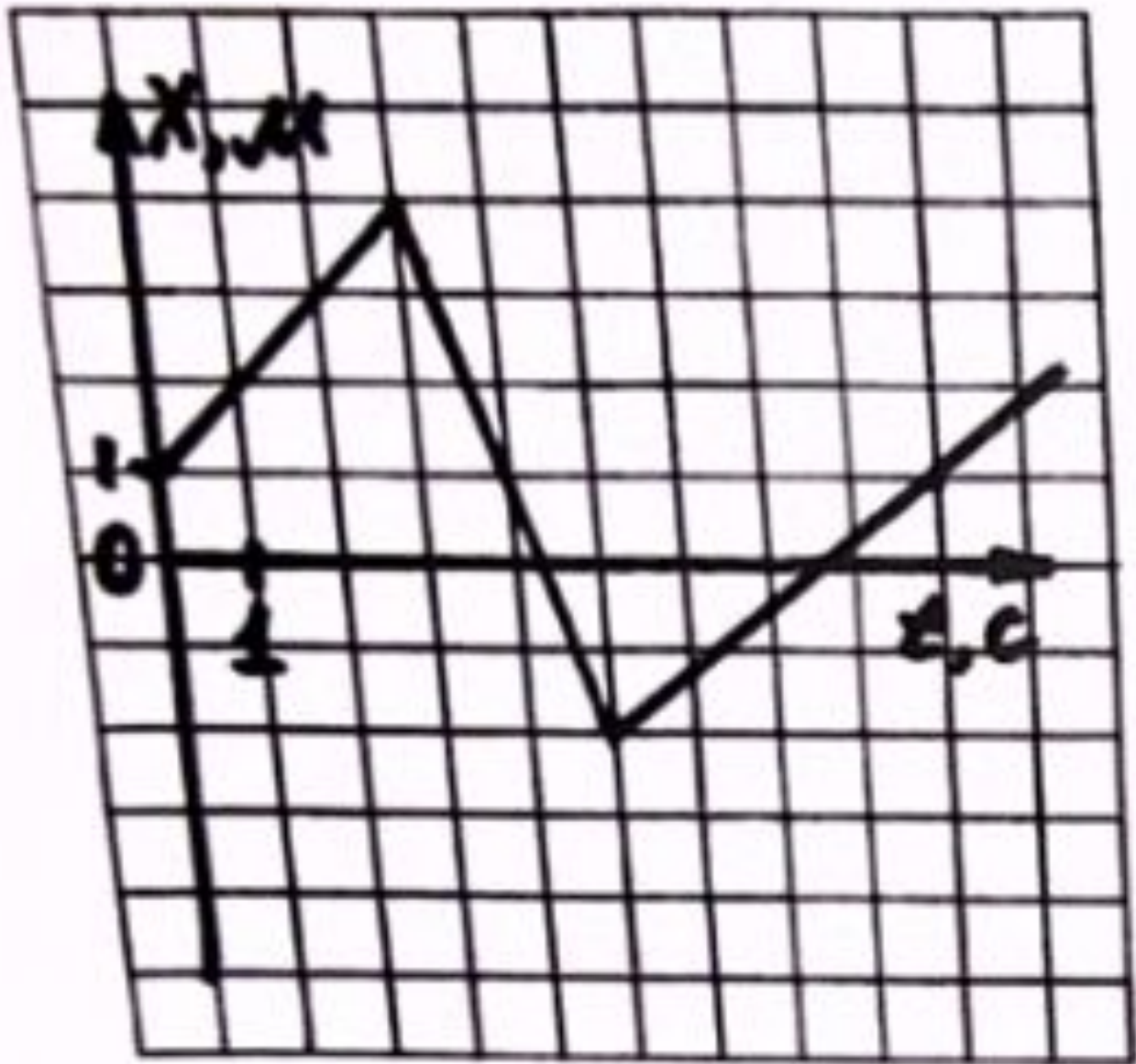
Два тела равномерно движутся вдоль горизонтальной оси  $Ox$  (см. рисунок). Относительно неподвижной системы отсчета, связанной с точкой  $O$ , модуль скорости первого тела равен  $5 \text{ м/с}$ , а модуль скорости второго тела  $3 \text{ м/с}$ . Чему равна проекция скорости второго тела на ось  $Ox$  в системе отсчета, связанной с первым телом?



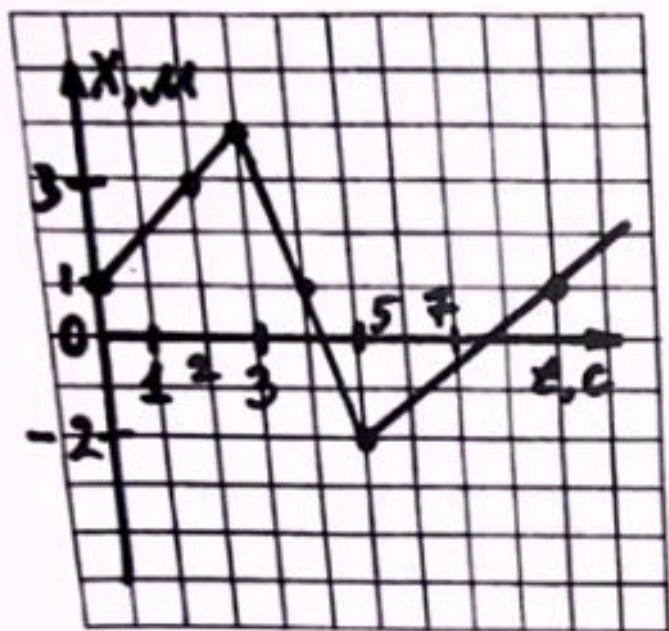
Ответ:     -2     м/с.

$$v_{1x} = 5 \text{ м/с} ; v_{2x} = 3 \text{ м/с}.$$

$$v_{20 \text{ и } 1x} = v_{2x} - v_{1x} = 3 - 5 = -2 \text{ (м/с)}.$$







$$V_x = 2; t = 2, 4, 7.$$

$$V_x = \frac{\Delta X}{\Delta t} = \frac{X_2 - X_1}{t_2 - t_1}$$

$$1) t = 2 \quad t_1 = 0, t_2 = 2$$

$$X_1 = 1, X_2 = 3$$

$$V_{x1} = \frac{3-1}{2-0} = 1 \text{ (m/c)}.$$

$$2) t_1 = 3, t_2 = 5$$

$$X_1 = 4, X_2 = -2$$

$$V_{x2} = \frac{-2-4}{5-3} = \frac{-6}{2} = -3 \text{ (m/c)}.$$

$$3) t_1 = 5, t_2 = 9$$

$$X_1 = -2, X_2 = 1$$

$$V_{x3} = \frac{1-(-2)}{9-5}$$

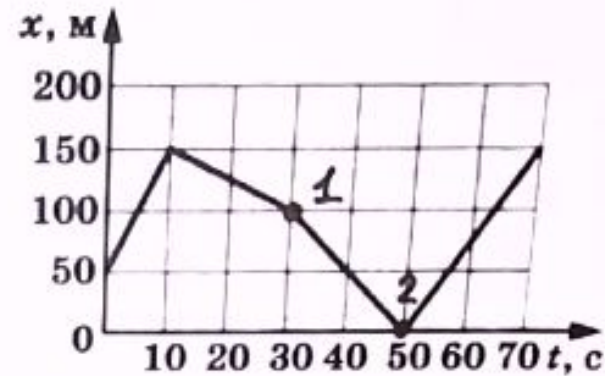
$$V_{x3} = \frac{3}{4} = 0,75 \text{ (m/c)}$$

На рисунке представлен график зависимости координаты  $x$  велосипедиста от времени  $t$ . Определите проекцию скорости  $v_x$  велосипедиста в интервале времени от 30 до 50 с.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

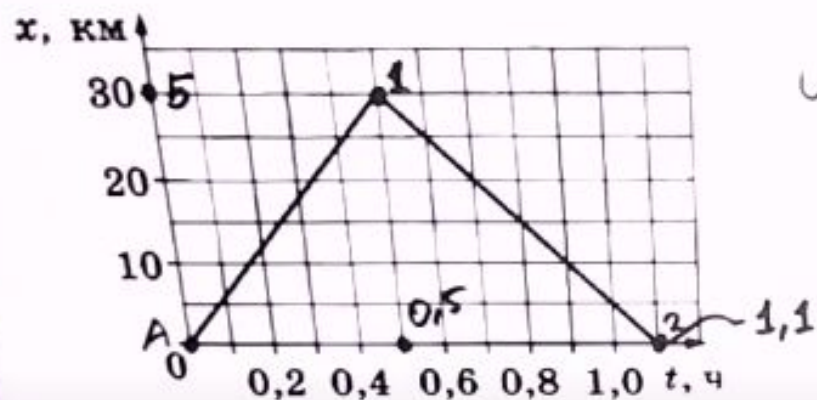
$$v_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

$$v_x = \frac{0 - 100}{50 - 30} = -5 \text{ (м/с)}.$$



На рисунке представлен график движения автобуса из пункта А в пункт В и обратно. Пункт А находится в точке  $x = 0$ , а пункт В — в точке  $x = 30$  км. Чему равна скорость автобуса на пути из В в А?

Ответ: 50 км/ч.



$$v = \frac{|\Delta x|}{\Delta t} = \frac{|0 - 30|}{1,1 - 0,5} = 50 \left( \frac{\text{км}}{\text{ч}} \right).$$

# Равноускоренное прямолинейное движение

1. Ускорение равно изменению скорости  $\Delta V$ , которое произошло за время  $\Delta t$ , то есть, тело в момент времени  $t_1$  имело скорость  $v_1$ , а в момент времени  $t_2$  – скорость  $v_2$ , тогда изменение времени  $\Delta t = t_2 - t_1$ , а изменение скорости за время  $\Delta t$  будет  $\Delta v = v_2 - v_1$ . Ускорение равно отношению, то есть  $a = \Delta V / \Delta t$ .
2. Ускорение это векторная величина, поэтому на слайде даны их обозначения даны в трех вариантах (см. слайд 19, т.е. следующий).

# Равноускоренное движение. Изменение скорости при постоянном ускорении

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}, \quad a = \frac{|\Delta \vec{v}|}{\Delta t} \left[ \frac{m}{c^2} \right] \quad a_x = \frac{\Delta v_x}{\Delta t}$$

$$\vec{a} = \text{const}$$

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

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

$$x = 2t - 4t^2 + 1$$

$$x_0 = 1; \quad v_{0x} = 2; \quad a_x = -8$$

$$v_x = 2 - 8t$$

$$v_x = x' = 2 - 8t$$

$$x_0 = 2$$

$$v_x = 3t - 1$$

$$v_{0x} = -1$$

$$a_x = 3$$

$$a_x = v_x' = 3$$

$$x = 2 - t + 1.5t^2$$

Координата тела  $x$  меняется с течением времени  $t$  согласно закону  $x = 4 + 3t - 5t^2$ , где все величины выражены в СИ. Определите проекцию ускорения  $a_x$  этого тела.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.

$$1) x = 4 + 3t - 5t^2$$

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

$$\frac{a_x}{2} = -5 \Rightarrow a_x = -10 \text{ (м/с}^2\text{)}$$

$$2) a_x = v_x'$$

$$v_x = x' = (4 + 3t - 5t^2)' = 3 - 10t$$

$$a_x = (3 - 10t)' = -10 \text{ (м/с}^2\text{)}$$

Точечное тело начинает движение из состояния покоя и движется равноускоренно вдоль оси  $Ox$  по гладкой горизонтальной поверхности. Используя таблицу, определите значение проекции на ось  $Ox$  ускорения этого тела.

Момент времени $t, c$	Координата тела $x, м$
0	2
3	6,5
4	10

Ответ: \_\_\_\_\_  $м/с^2$ .

$$x = 2 + \frac{a_x t^2}{2}; \quad 10 = 2 + \frac{a_x \cdot 4^2}{2} \Rightarrow 8a_x = 8;$$

$$a_x = 1 \text{ (м/с}^2\text{)}$$

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

$$v_{0x} = 0$$

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

$$x_0 = 2$$

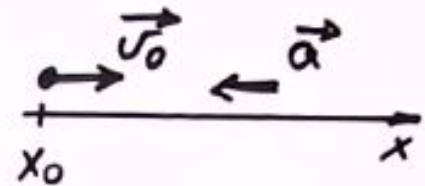
Точечное тело начало двигаться вдоль прямой с постоянным ускорением, равным по модулю  $4 \text{ м/с}^2$ , и через 6 секунд после начала движения вернулось в исходную точку. Чему был равен модуль начальной скорости тела?

Ответ: 12 м/с.

$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2} = x_0 + v_0 t - \frac{a t^2}{2}$$

$$t_0 = 6 \text{ с} \quad x(t_0) = x_0$$

$$x_0 + v_0 t_0 - \frac{a t_0^2}{2} = x_0 \Rightarrow v_0 = \frac{a t_0}{2} = \frac{4 \cdot 6}{2} = 12 \text{ (м/с)}.$$



$$v_{0x} = v_0 - ?$$

$$a_x = -a$$



Выражения А и Б определяют зависимость координат двух тел от времени. Установите соответствие между зависимостью координаты тела от времени и зависимостью проекции скорости от времени для этого же тела (все величины заданы в СИ).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

КОординАТА

А)  $x = 25 - 4t + 3t^2$

Б)  $x = 30 - 6t$

СКОРОСТЬ

1)  $v_x = 25 - 4t$

2)  $v_x = 6t - 4$

3)  $v_x = -6$

4)  $v_x = 6t$

Ответ: 

А	Б
2	3

$$\textcircled{\text{II}} \quad x = \underline{x_0} + \underline{v_{0x}} t + \frac{a_x t^2}{2}$$

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

А)  $x = \underline{25} - \underline{4}t + \underline{3}t^2$   
 $x_0 = 25, v_{0x} = -4, a_x = 6$   
 $v_x = -4 + 6t$

Б)  $x = \underline{30} - \underline{6}t$   
 $x_0 = 30, v_{0x} = -6, a_x = 0$   
 $v_x = -6$

$$\textcircled{\text{I}} \quad \text{А) } v_x = x' =$$

$$= (25 - 4t + 3t^2)' =$$

$$= -4 + 6t$$

$$\text{Б) } v_x = (30 - 6t)' =$$

$$= -6.$$

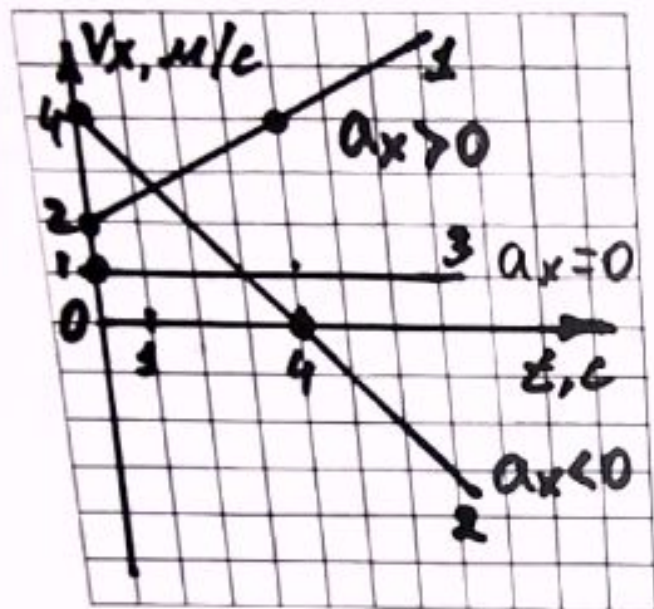
Даны три прямые надо написать для этих прямых уравнения движения определить для каждой прямой начальную скорость  $V_0$ , ускорение  $a$  и начальную координату  $X_0$ .

1. Изменение скорости в зависимости от времени  $t$ :

$$V_x = V_0 + a_x * t; \quad a_x = (V_x - V_0) / t$$

$$V_0 = 2, \quad t = 4, \quad V_x = 4, \quad a_x = 0,5$$

2. И так далее.....



3)  $V_{0x} = 1, a_x = 0$   
 $V_x = 1.$

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

1)  $V_{0x} = 2, V_x = 4, t = 4$

$$a_x = \frac{4 - 2}{4} = 0,5$$

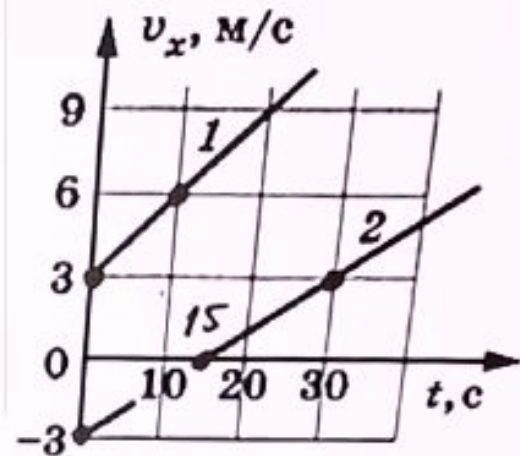
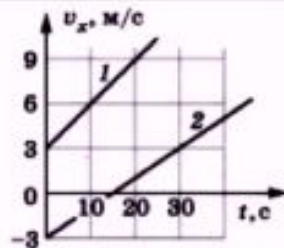
$$V_x = 2 + 0,5 \cdot t$$

2)  $V_{0x} = 4, V_x = 0, t = 4$

$$a_x = \frac{0 - 4}{4} = -1.$$

$$V_x = 4 - t.$$

Два тела движутся вдоль оси  $X$ . На рисунке для обоих тел приведены графики зависимости проекции скорости  $v_x$  от времени  $t$ . Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения и укажите их номера.



- 1) проекция на ось  $X$  ускорения тела 1 меньше проекции ускорения тела 2
- 2) проекция на ось  $X$  ускорения тела 1 равна  $0,3 \text{ м/с}^2$
- 3) тело 2 в момент времени 15 с находилось в начале отсчёта
- 4) первые 15 с тела двигались в разные стороны
- 5) проекция на ось  $X$  ускорения тела 2 равна  $0,1 \text{ м/с}^2$

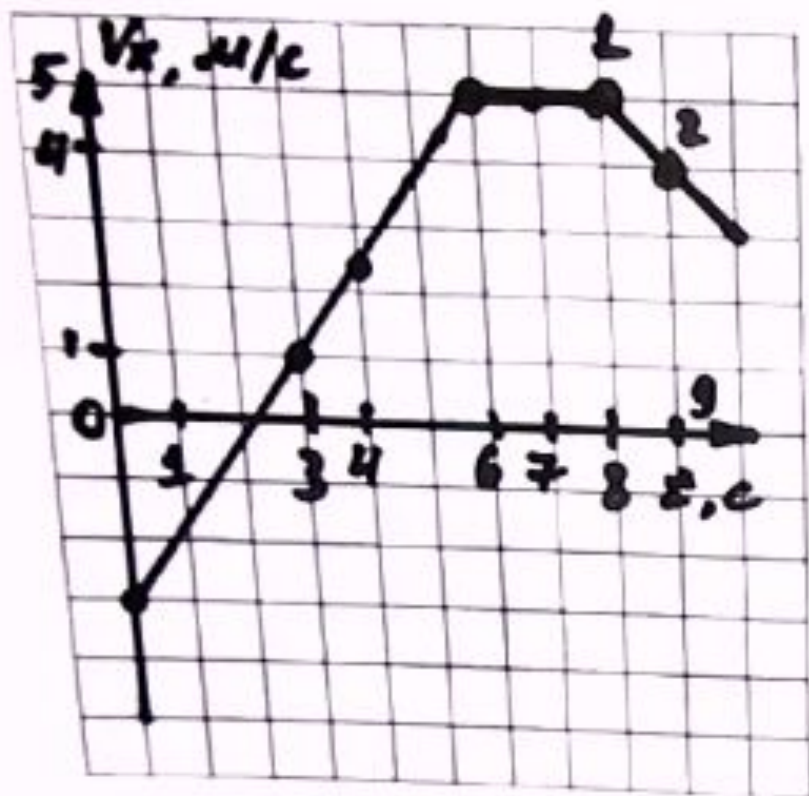
Ответ:

2  4

$$\textcircled{1} \quad a_{1x} = \frac{v_x - v_{0x}}{t} = \frac{6 - 3}{10} = 0,3 \text{ (м/с}^2\text{)}; \quad a_{2x} = \frac{3 - (-3)}{30} = 0,2 \text{ (м/с}^2\text{)}.$$

$$\textcircled{2} \quad \textcircled{3} \quad x_2 = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_2 t^2}{2} \quad x_0 - \text{не ясно.}$$

$$\textcircled{4} \quad \text{где } t < 15 \text{ с } v_{1x} > 0, \quad v_{2x} < 0 \quad \textcircled{5}$$



$$a_x - ? \quad t = \underline{4}; 7; 9$$

$$a_x = \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{v_{x2} - v_{x1}}{t_2 - t_1}$$

$$1) \quad t = 4$$

$$a_x = \frac{5 - 1}{6 - 3} = \frac{4}{3}$$

$$2) \quad t = 7$$

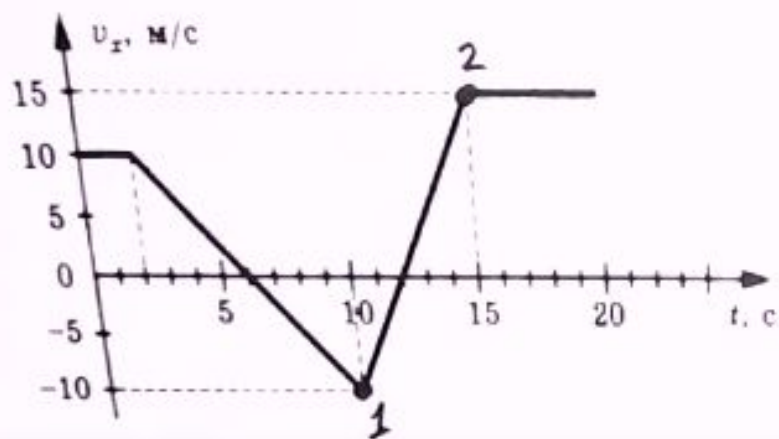
$$a_x = 0$$

$$3) \quad t = 9$$

$$a_x = \frac{4 - 5}{9 - 8} = -1$$

На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела от времени.  
Чему равна проекция ускорения в промежуток времени от 10 до 15 с?

Ответ: 5 м/с<sup>2</sup>.



$$a_x = \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{v_{x2} - v_{x1}}{t_2 - t_1}$$

$$a_x = \frac{15 - (-10)}{15 - 10} = 5 \text{ (м/с}^2\text{)}.$$

Материальная точка движется прямолинейно с постоянным ускорением вдоль оси  $Ox$ . График зависимости её координаты от времени  $x = x(t)$  изображён на рисунке. Определите проекцию  $a_x$  ускорения этого тела.

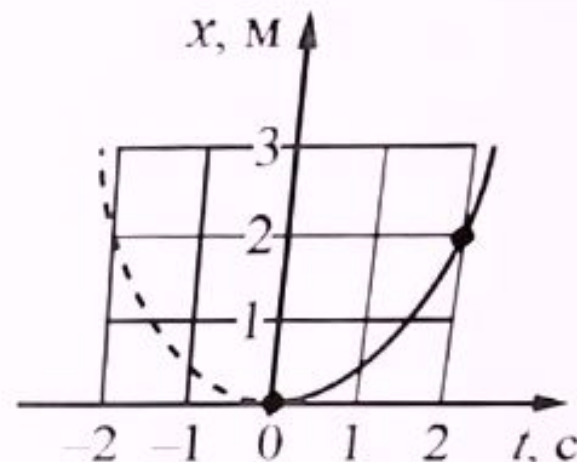
Ответ: 1  $\text{м/с}^2$ .

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

$$x_0 = x(0) = 0$$

$$v_{0x} = v_x(0) = x'(0) = 0 \text{ (вершина параболы)}$$

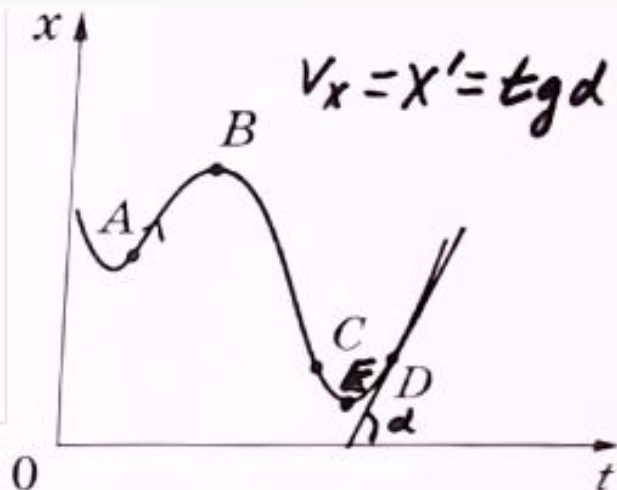
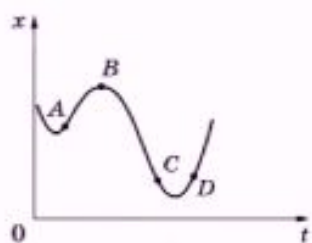
$$x = \frac{a_x t^2}{2} \Rightarrow a_x = \frac{2x}{t^2} = \frac{2 \cdot 2}{2^2} = 1 \text{ (м/с}^2\text{)}.$$



На рисунке показан график зависимости координаты  $x$  тела, движущегося вдоль оси  $Ox$ , от времени  $t$ .

Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения.

- 1) В точке  $D$  ускорение тела и его скорость направлены в противоположные стороны.
- 2) На участке  $CD$  модуль скорости тела монотонно увеличивается.
- 3) Проекция перемещения тела на ось  $Ox$  при переходе из точки  $A$  в точку  $C$  отрицательна.
- 4) В точке  $B$  проекция ускорения тела на ось  $Ox$  отрицательна.
- 5) В точке  $A$  проекция скорости тела на ось  $Ox$  отрицательна.



Ответ: **34**

~~1~~  $v_x > 0, v_x - yb. \Rightarrow \vec{a} \uparrow \uparrow \vec{v} \Rightarrow a_x > 0.$

~~2~~  $v_c \neq 0, v_E = 0$

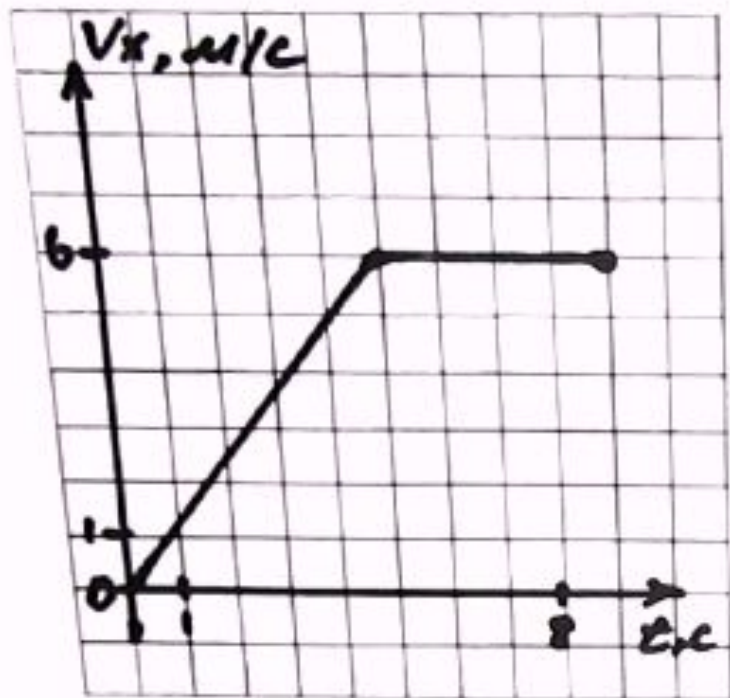
3)  $S_x = x_c - x_A < 0$

4)  $v_{Bx} = 0$ , затем  $v_x < 0 \Rightarrow |v_x|$  растёт, т.е. разгон,  
 $\vec{a} \uparrow \uparrow \vec{v}, a_x < 0.$

~~5~~  $v_x > 0$



# Зависимость скорости $V_x$ от времени $t$



$$0 \leq t \leq 8$$

$S$ -?

$\Delta Z$ -?

$V_{\text{ср}}$ -?

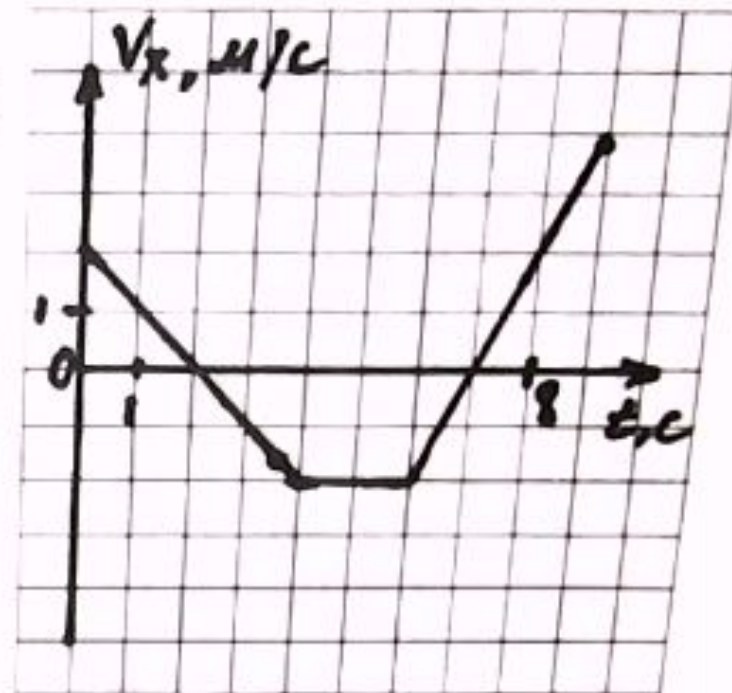
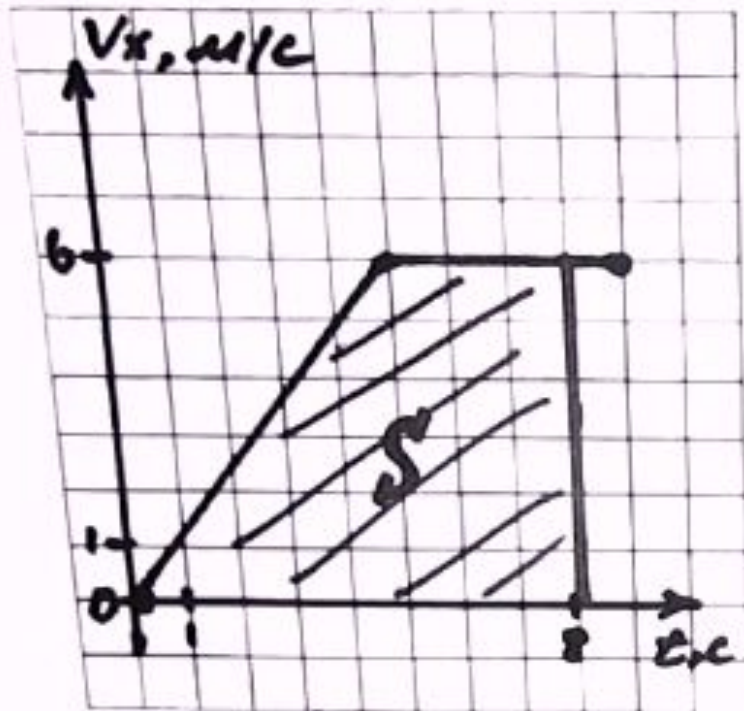


Рис.1

Рис.2

## Продолжение слайда 23 (рис.1; рис.2)



$$0 \leq t \leq 8$$

$S = ?$

$\Delta Z = ?$

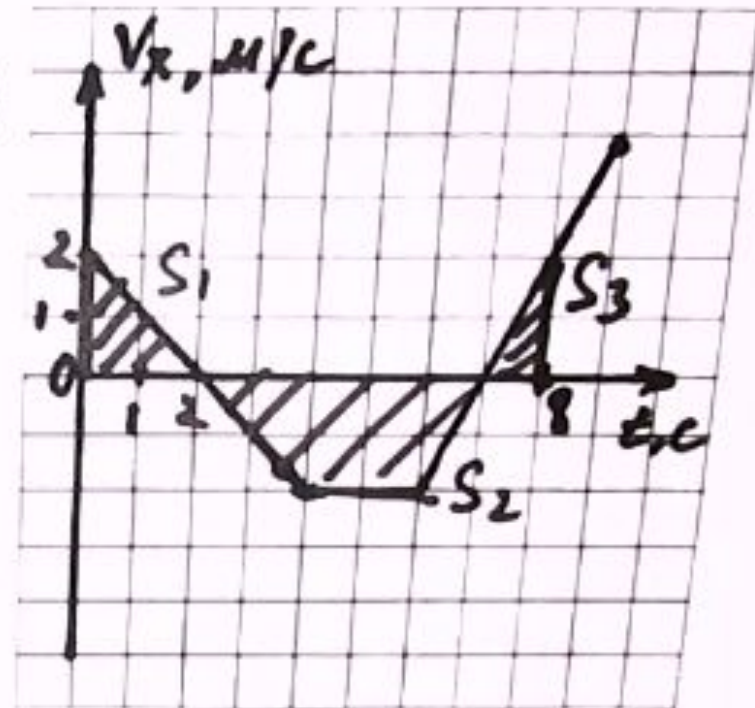
$V_{cp} = ?$

$$V_{cp} = \frac{S}{\Delta t}$$

$$S = \frac{(3+8) \cdot 6}{2} = 33 \text{ (м)}$$

$$\Delta Z = S = 33 \text{ (м)}$$

$$V_{cp} = \frac{S}{\Delta t} = \frac{33}{8} = 4,125 \text{ (м/с)}$$



$$S_1 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 2 = 2$$

$$S_2 = \frac{(2+5) \cdot 2}{2} = 7$$

$$S_3 = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 2 = 1$$

$$S = S_1 + S_2 + S_3 = 10 \text{ (м)}$$

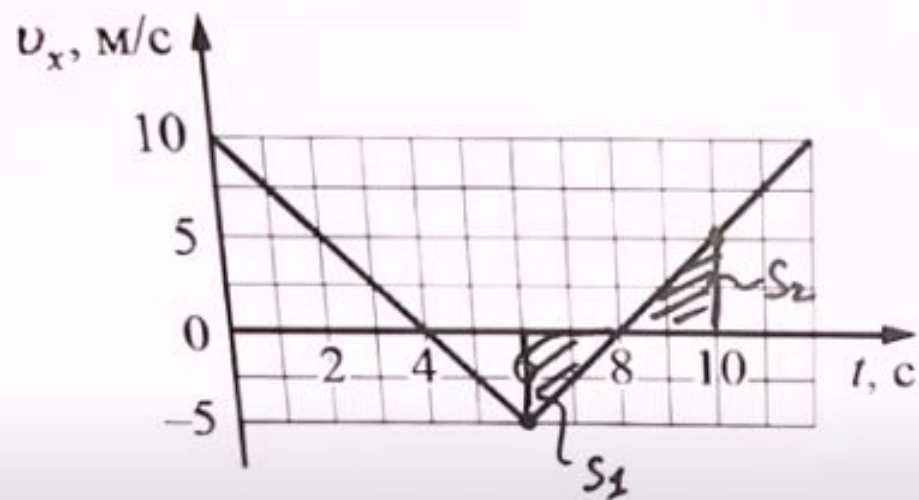
$$\Delta Z = |S_1 - S_2 + S_3| = 4 \text{ (м)}$$

$$V_{cp} = \frac{10}{8} = 1,25 \text{ (м/с)}$$



Тело движется вдоль оси  $Ox$ . По графику зависимости проекции скорости тела  $u_x$  от времени  $t$  установите модуль перемещения тела за время от  $t_1 = 6$  с до  $t_2 = 10$  с.

Ответ: \_\_\_\_\_ м

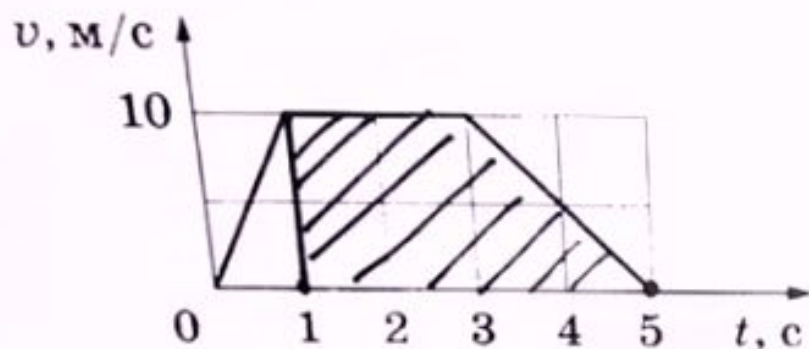


$$\Delta r = |\Delta x| = |-S_1 + S_2| = 0.$$

$$S_1 = S_2$$

На рисунке представлен график зависимости скорости  $v$  тела от времени  $t$ . Определите среднюю скорость тела в интервале времени от 1 до 5 с после начала движения.

Ответ: 7,5 м/с.

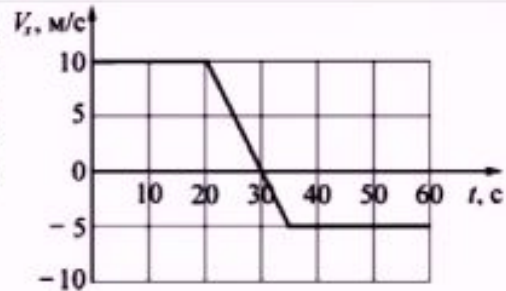


$$v_{cp} = \frac{S}{\Delta t} ; \Delta t = 5 - 1 = 4 (c).$$

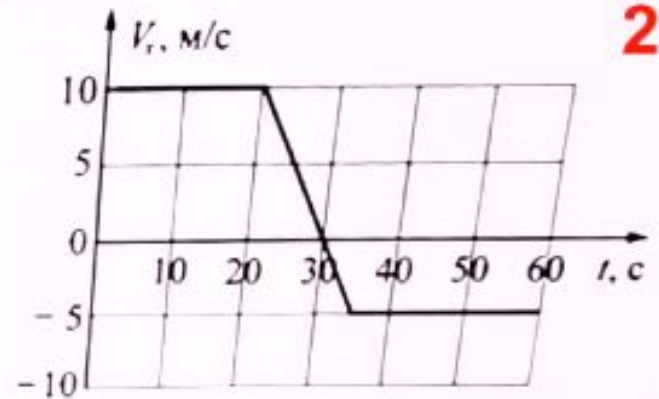
$$S = \frac{(2+4)}{2} \cdot 10 = 30 (m).$$

$$v_{cp} = \frac{30}{4} = 7,5 (m/c).$$

Небольшое тело движется вдоль оси  $Ox$ . На рисунке показан график зависимости проекции скорости  $V_x$  этого тела на указанную ось от времени  $t$ . Выберите два верных утверждения на основании анализа графика.

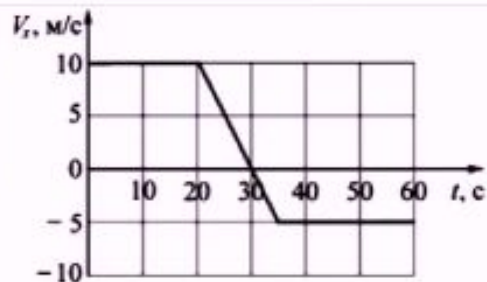


- 1) За первые 30 секунд движения тело проходит такой же путь, как и за последние 30 секунд движения
- 2) В интервале времени от  $t = 20$  с до  $t = 35$  с тело движется равномерно
- 3) В момент времени  $t = 30$  с тело останавливается
- 4) Тело оказывается на максимальном расстоянии от своего начального положения через 60 секунд после начала движения
- 5) В моменты времени  $t = 23$  с и  $t = 33$  с тело имеет одинаковое ускорение



20

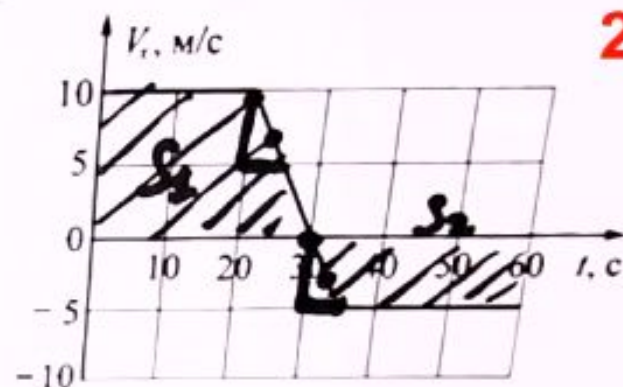
Небольшое тело движется вдоль оси  $Ox$ . На рисунке показан график зависимости проекции скорости  $V_x$  этого тела на указанную ось от времени  $t$ . Выберите два верных утверждения на основании анализа графика.



- 1) За первые 30 секунд движения тело проходит такой же путь, как и за последние 30 секунд движения
- 2) В интервале времени от  $t = 20$  с до  $t = 35$  с тело движется равномерно
- 3) В момент времени  $t = 30$  с тело останавливается
- 4) Тело оказывается на максимальном расстоянии от своего начального положения через 60 секунд после начала движения
- 5) В моменты времени  $t = 23$  с и  $t = 33$  с тело имеет одинаковое ускорение

Ответ:

**35**



**20**

~~1)~~  $S_1 > S_2$

~~2)~~  $V_x \neq \text{const}$

3)  $V_x = 0$

# Сложение и вычитание векторов

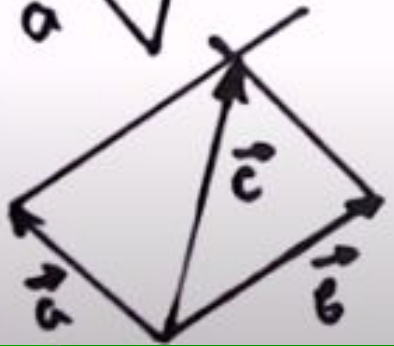
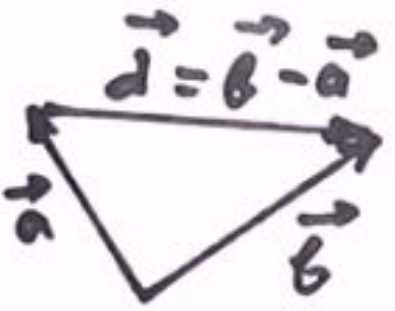
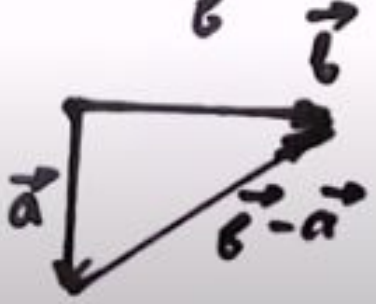
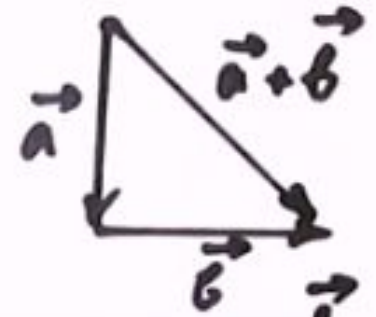


$$\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$$
$$\vec{a} = \vec{b} - \vec{c}$$



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

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





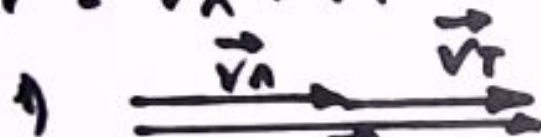
Лодка может двигаться в стоячей воде со скоростью 4 км/ч. Чему будет равна скорость лодки относительно берега реки со скоростью течения 3 км/ч, если скорость лодки относительно воды направлена 1) по течению; 2) против течения; 3) перпендикулярно течению.

$$V_A = 4 \text{ км/ч}$$

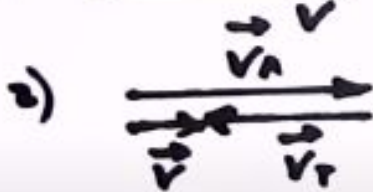
$$V_T = 3 \text{ км/ч}$$

$$V = ?$$

$$\vec{V} = \vec{V}_A + \vec{V}_T$$



$$V = V_A + V_T = 4 + 3 = 7 \text{ (км/ч)}$$



$$V = V_A - V_T = 4 - 3 = 1 \text{ (км/ч)}$$



$$V = \sqrt{V_A^2 + V_T^2} = \sqrt{16 + 9} = 5 \text{ (км/ч)}$$

Самолет летит точно на восток со скоростью 250 м/с относительно Земли, при этом дует южный ветер. Скорость самолета относительно воздуха равна 253 м/с. Чему равна скорость ветра относительно Земли? Ответ округлить до целых.

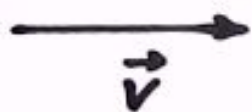
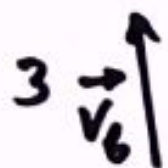
Ответ: \_\_\_\_\_ м/с

$$V = 250 \text{ м/с}$$

$$V_c = 253 \text{ м/с}$$

$$V_B = ?$$

$$\vec{V} = \vec{V}_c + \vec{V}_B$$



В



то

$$V_B = \sqrt{V_c^2 - V^2} = \sqrt{253^2 - 250^2} \approx 39 \text{ (м/с)}$$

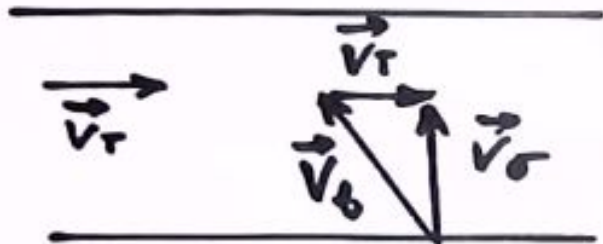
Катер плывёт по прямой реке, двигаясь относительно берега перпендикулярно береговой линии. Модуль скорости катера относительно берега равен 6 км/ч. Река течёт со скоростью 4,5 км/ч. Чему равен модуль скорости катера относительно воды?

Ответ: \_\_\_\_\_ км/ч.

$$V_{\text{с}} = 6 \text{ км/ч}$$

$$V_{\text{р}} = 4,5 \text{ км/ч}$$

$$V_{\text{в}} = ?$$



$$\vec{V}_{\text{с}} = \vec{V}_{\text{в}} + \vec{V}_{\text{р}}$$

$$\vec{V}_{\text{в}} = \vec{V}_{\text{с}} - \vec{V}_{\text{р}}$$

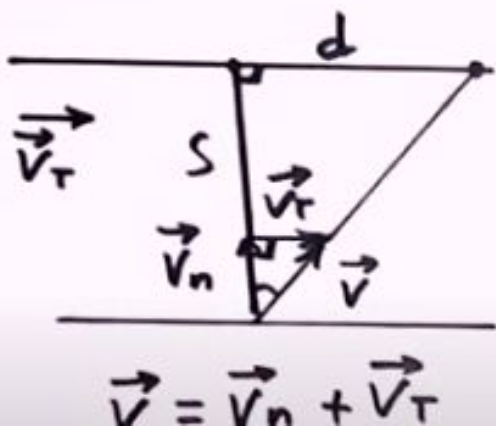


$$V_{\text{в}} = \sqrt{V_{\text{с}}^2 + V_{\text{р}}^2} = \sqrt{6^2 + 4,5^2} = 7,5 \left( \frac{\text{км}}{\text{ч}} \right)$$

Пловец пересекает реку шириной 200 м. Скорость течения реки 1,2 м/с. Скорость пловца относительно воды 1,5 м/с и направлена перпендикулярно к вектору скорости течения. На какое расстояние вдоль берега пловец будет снесен течением к моменту, когда он достигнет противоположного берега?

Пловец пересекает реку шириной 200 м. Скорость течения реки 1,2 м/с. Скорость пловца относительно воды 1,5 м/с и направлена перпендикулярно к вектору скорости течения. На какое расстояние вдоль берега пловец будет снесен течением к моменту, когда он достигнет противоположного берега?

Ответ: **160** м



$$\frac{d}{S} = \frac{V_T}{V_n}$$

$$d = \frac{S V_T}{V_n} = \frac{200 \cdot 1,2}{1,5} = 160 \text{ (м)}$$

$$S = 200 \text{ м}$$

$$V_T = 1,2 \text{ м/с}$$

$$V_n = 1,5 \text{ м/с}$$

$$d = ?$$

Наблюдатель с берега видит, что пловец пересекает реку шириной 189 м перпендикулярно берегу. При этом скорость течения реки 1,2 м/с, а скорость пловца относительно воды 1,5 м/с. За какое время пловец пересечет реку?

Ответ: \_\_\_\_\_ с.



$$\vec{V} = \vec{V}_n + \vec{V}_T$$

$$v = \sqrt{v_n^2 - v_T^2} =$$

$$= \sqrt{1,5^2 - 1,2^2} = 0,9 \text{ (м/с)}.$$

$$t = \frac{S}{v} = \frac{189}{0,9} = 210 \text{ (с)}.$$

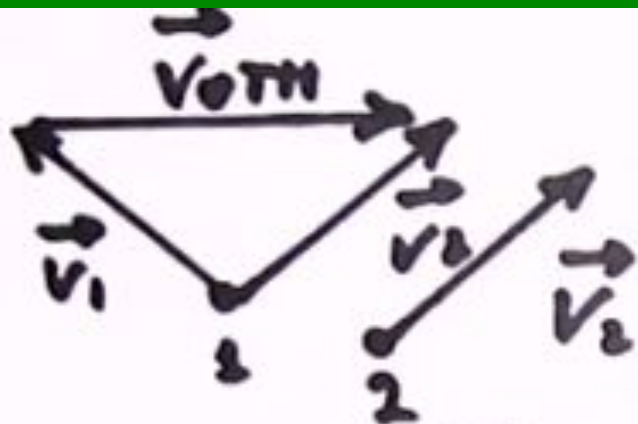
$$S = 189 \text{ м}$$

$$V_T = 1,2 \text{ м/с}$$

$$V_n = 1,5 \text{ м/с}$$

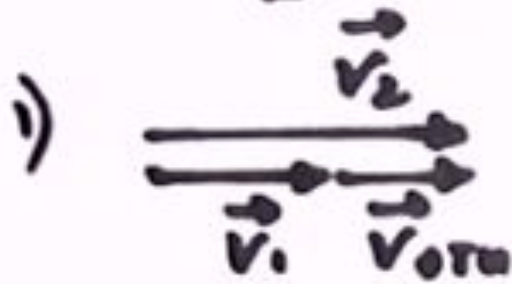
$$t = ?$$

# Относительная скорость

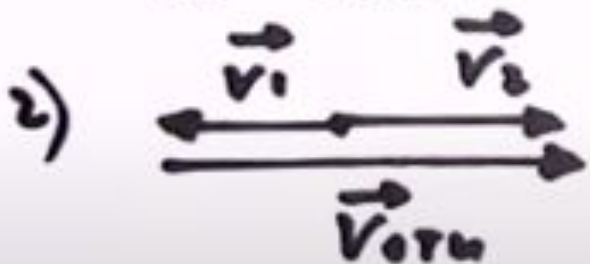


$$\vec{V}_{20Tn2} = \vec{V}_2 - \vec{V}_1$$

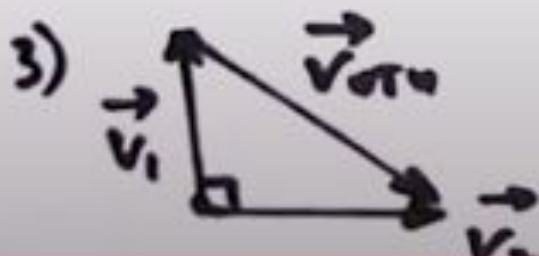
$$\vec{V}_{10Tn2} = \vec{V}_1 - \vec{V}_2$$



$$V_{0Tn} = |V_2 - V_1|$$



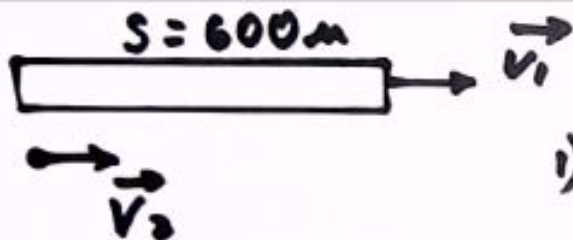
$$V_{0Tn} = V_1 + V_2$$



$$V_{0Tn} = \sqrt{V_1^2 + V_2^2}$$

По железной дороге движется поезд длиной 600 м со скоростью 54 км/ч. По шоссе параллельно железной дороге едет мотоцикл со скоростью 72 км/ч. В течение какого времени мотоцикл будет проезжать мимо поезда, если он движется 1) в ту же сторону, что и поезд; 2) навстречу поезду. Ответы дать в секундах и округлить до целых.

По железной дороге движется поезд длиной 600 м со скоростью 54 км/ч. По шоссе параллельно железной дороге едет мотоцикл со скоростью 72 км/ч. В течение какого времени мотоцикл будет проезжать мимо поезда, если он движется 1) в ту же сторону, что и поезд; 2) навстречу поезду. Ответы дать в секундах и округлить до целых.



$$S = 600\text{ м}$$

$$v_1 = 15\text{ м/с}$$

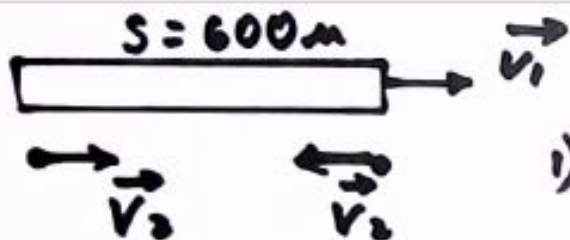
$$v_2 = 20\text{ м/с}$$

$$t = ?$$

$$1) v_{\text{отн}} = v_2 - v_1 = 20 - 15 = 5\text{ (м/с)}$$

$$t = \frac{S}{v_{\text{отн}}} = \frac{600}{5} = 120\text{ (с)}$$

По железной дороге движется поезд длиной 600 м со скоростью 54 км/ч. По шоссе параллельно железной дороге едет мотоцикл со скоростью 72 км/ч. В течение какого времени мотоцикл будет проезжать мимо поезда, если он движется 1) в ту же сторону, что и поезд; 2) навстречу поезду. Ответы дать в секундах и округлить до целых.



$$S = 600\text{ м}$$

$$v_1 = 15\text{ м/с}$$

$$v_2 = 20\text{ м/с}$$

$$t = ?$$

$$1) v_{\text{отн}} = v_2 - v_1 = 20 - 15 = 5\text{ (м/с)}$$

$$t = \frac{S}{v_{\text{отн}}} = \frac{600}{5} = 120\text{ (с)}$$

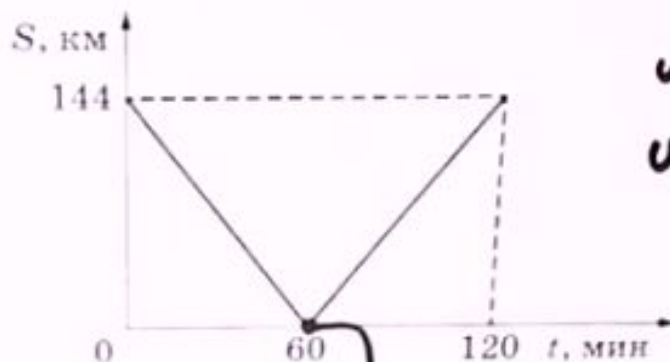
$$2) v_{\text{отн}} = v_1 + v_2 = 35\text{ (м/с)}$$

$$t = \frac{600}{35} \approx 17\text{ (с)}$$



Из двух городов навстречу друг другу с постоянной скоростью движутся два автомобиля. На графике показана зависимость расстояния между автомобилями от времени. Скорость первого автомобиля 25 м/с. С какой скоростью движется второй автомобиль?

Ответ: 15 м/с.



$$v_1 = 25 \text{ м/с}$$

$$v_2 = ?$$

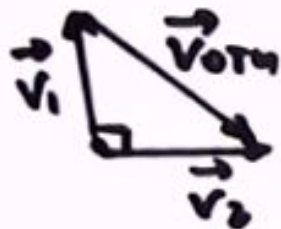
$$v_{\text{общ}} = \frac{| \Delta S |}{t} = \frac{144000}{3600} = 40 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right) \quad \left. \begin{array}{l} | \Delta S | = 144 \text{ км} = 144000 \text{ м} \\ t = 60 \text{ мин} = 3600 \text{ с} \end{array} \right\}$$

$$v_{\text{общ}} = v_1 + v_2$$

$$\begin{aligned} v_2 &= v_{\text{общ}} - v_1 = \\ &= 40 - 25 = 15 \text{ (м/с)}. \end{aligned}$$

Два автомобиля одновременно начинают двигаться с перекрестка во взаимно перпендикулярных направлениях со скоростями 54 км/ч и 36 км/ч. Через какое время расстояние между автомобилями будет равно 150 м? Ответ округлить до десятых.

Ответ: 8,3 с.



$$\vec{v}_{отч} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$$

$$v_{отч} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = \sqrt{15^2 + 10^2} \approx 18 \text{ (м/с)}$$

$$t = \frac{s}{v_{отч}} = \frac{150}{18} \approx 8,3 \text{ (с)}$$

$$v_1 = 15 \text{ м/с}$$

$$v_2 = 10 \text{ м/с}$$

$$s = 150 \text{ м}$$

$$t = ?$$





