

Перемещение при прямолинейном равноускоренном движении



Фронтальный опрос

1. Какие виды движения вы знаете?
2. Дать определение каждого из них.
3. Какие величины характеризуют эти виды движения?
4. Что называется ускорением равноускоренного движения?
5. Что такое равноускоренное движение?
6. Что показывает модуль ускорения?
7. Поезд отходит от станции.
Как направлено его ускорение?
8. Поезд начинает тормозить.
Как направлены его скорость и ускорение?



Название величины	Обозначение	Единица измерения	Формула
<i>Время</i>	t	с	$t = \frac{v_x - v_{0x}}{a_x}$
<i>Проекция начальной скорости</i>	v_{0x}	м/с	$v_{0x} = v_x - a_x t$
<i>Проекция мгновенной скорости</i>	v_x	м/с	$v_x = v_{0x} + a_x t$
<i>Проекция ускорения</i>	a_x	м/с ²	$a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t}$
<i>Проекция перемещения</i>	S_x	м	$S_x = v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$
<i>Координата</i>	x	м	$x = x_0 + v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$

1 мин = 60 с; 1 ч = 3600 с; 1 км = 1000 м; 1 м/с = 3,6 км/ч.

Мотоцикл, трогаясь с места, движется равноускоренно.

Его ускорение равно 2 м/с^2 .

Какой путь он пройдет за четвертую секунду?

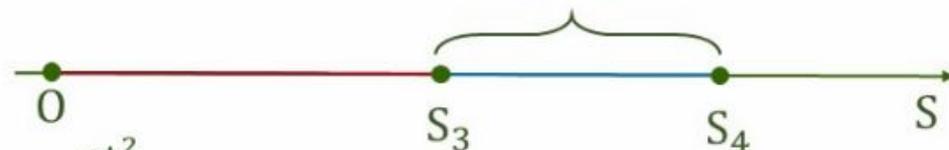
Дано:

$$a = 2 \text{ м/с}^2$$

Найти: $S = ?$

Решение:

$S - ?$



$$S = \frac{at^2}{2}$$

$$S_3 = \frac{at_3^2}{2}$$

$$S_3 = \frac{2 \text{ м/с}^2 \cdot (3 \text{ с})^2}{2} = 9 \text{ м}$$

$$S = S_4 - S_3$$

$$S = 16 \text{ м} - 9 \text{ м} = 7 \text{ м}$$

$$S_4 = \frac{at_4^2}{2}$$

$$S_4 = \frac{2 \text{ м/с}^2 \cdot (4 \text{ с})^2}{2} = 16 \text{ м}$$

Ответ: $S = 7 \text{ м}$.

Задача: автомобиль начинает двигаться от остановки, т.е. из состояния покоя, и за 4 с своего движения проходит 7 м. Определите ускорение тела и мгновенную скорость через 6 с после начала движения.

Дано:

$$S_4 = 7 \text{ м}$$

Найти:

a — ?

v_6 — ?

Решение:

$$S = \frac{a \cdot t^2}{2} \quad v = a \cdot t$$

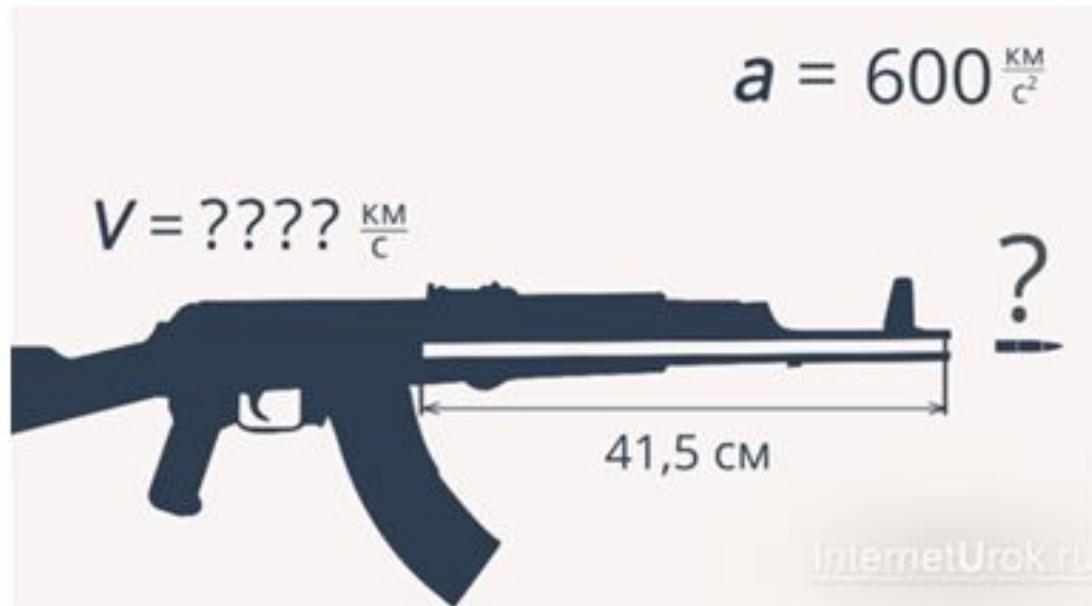
$$S_4 = \frac{a \cdot t_4^2}{2} - \frac{a \cdot t_3^2}{2}$$

$$a = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$v_6 = a \cdot t = 2 \cdot 6 = 12 \left[\frac{\text{м}}{\text{с}} \right]$$

3. Особую актуальность равноускоренное движение имеет для разработчиков оружия. Ведь вылет любого снаряда или пули – это движение без начальной скорости, а во время движения в стволе пуля (снаряд) движется равноускоренно. Рассмотрим пример.

Длина автомата Калашникова – **41,5 см**. Пуля в стволе автомата движется с ускорением $a = 600 \frac{\text{км}}{\text{с}^2}$. С какой скоростью пуля будет вылетать из ствола?



Для нахождения скорости вылета пули из ствола автомата воспользуемся выражением для перемещения при прямолинейном равноускоренном движении, если неизвестно время:

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

Движение осуществляется без начальной скорости, а значит, $v_0 = 0$, тогда $S = \frac{v^2}{2a}$.

Получим следующее выражение для нахождения скорости вылета пули из ствола:

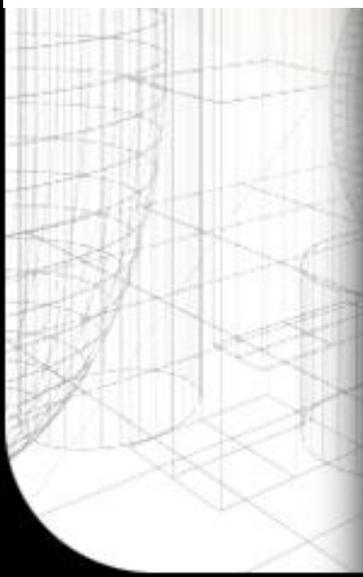
$$v = \sqrt{2a \cdot S}$$



Решение задачи записываем следующим образом с учетом единиц измерения в СИ:

Дано: $a = 600 \frac{\text{км}}{\text{с}^2}$ $S = 41,5 \text{ м}$	СИ: $6 \cdot 10^5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ $0,415 \text{ м}$	Решение: $v = \sqrt{2a \cdot S}$ $v = \sqrt{2 \cdot 6 \cdot 10^5 \cdot 0,415} \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right) \approx 700 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$
$v = ?$		Ответ: $v = 700 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Равноускоренное движение без начальной скорости часто встречается и в природе, и в технике. Более того, умение работать с таким движением позволяет решать обратные задачи, когда начальная скорость существует, а конечная равна нулю.



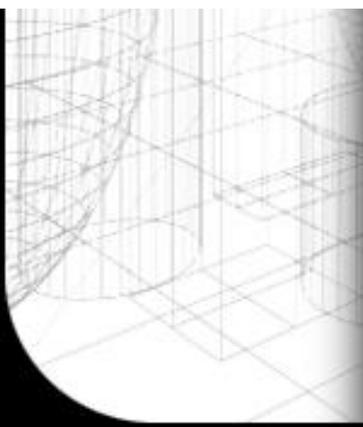
Рассмотрим ситуацию, когда $v_0 = 0$ – начальная скорость равна нулю. Это значит, что движение начинается из состояния покоя. Тело покоилось, затем начинает приобретать и увеличивать скорость. Движение из состояния покоя будет записываться без начальной скорости:

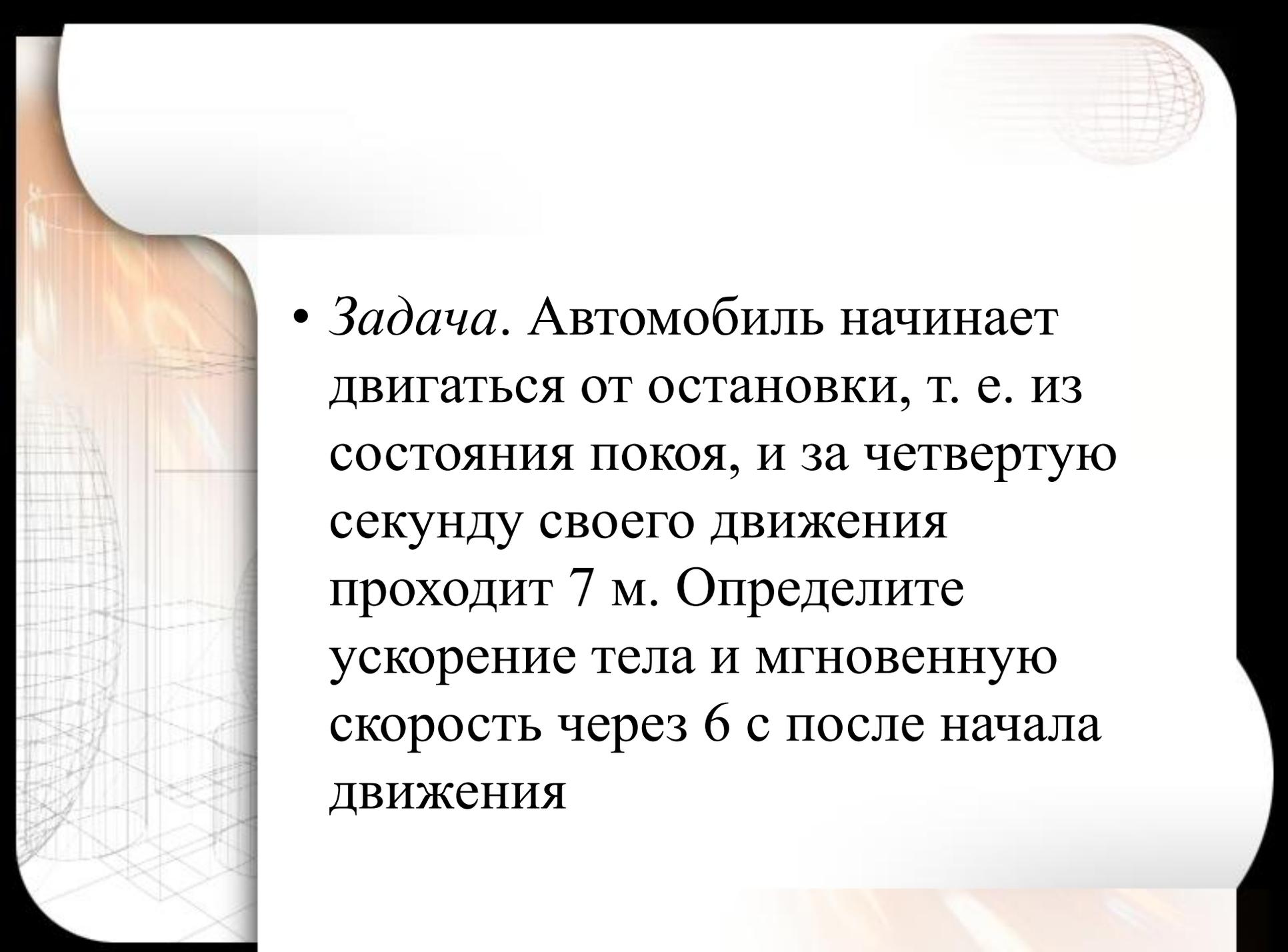
$$S = \frac{at^2}{2}$$

Если S (проекцию перемещения) обозначить как разность начальной и конечной координаты ($S = x - x_0$), то получится уравнение движения, которое дает возможность определить координату тела для любого момента времени:

$$x = x_0 + \frac{at^2}{2}$$

Проекция ускорения может быть, как отрицательной, так и положительной, поэтому можно говорить о координате тела, которая может как увеличиваться, так и уменьшаться.



- 
- *Задача.* Автомобиль начинает двигаться от остановки, т. е. из состояния покоя, и за четвертую секунду своего движения проходит 7 м. Определите ускорение тела и мгновенную скорость через 6 с после начала движения

<p>Дано:</p> <p>$S_4 = 7\text{ м}$</p> <p>$t_3 = 3\text{ с}$</p> <p>$t_4 = 4\text{ с}$</p> <p>$t_6 = 6\text{ с}$</p>	<p>Решение:</p> <p>$S = \frac{at^2}{2} \quad v_0 = 0 \quad V = at$</p> <p>$S_4 = \frac{at_4^2}{2} - \frac{at_3^2}{2} \Rightarrow a = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$</p> <p>$v_6 = at = 2 \cdot 6 = 12 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$</p> <p>Ответ: $a = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}; v_6 = 12 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.</p>
<p>$a - ?$</p> <p>$v_6 - ?$</p>	

Решение: автомобиль начинает движение из состояния покоя, следовательно, путь, который проходит автомобиль, рассчитывается по формуле: $S = \frac{at^2}{2}$. Мгновенная скорость определяется как

$$V = at.$$

$S_4 = 7\text{ м}$ – расстояние, которое автомобиль прошел за четвертую секунду своего движения. Его можно выразить как разность полного пути, пройденного телом за 4 с, и пути, пройденного телом за 3 с (рис. 9).

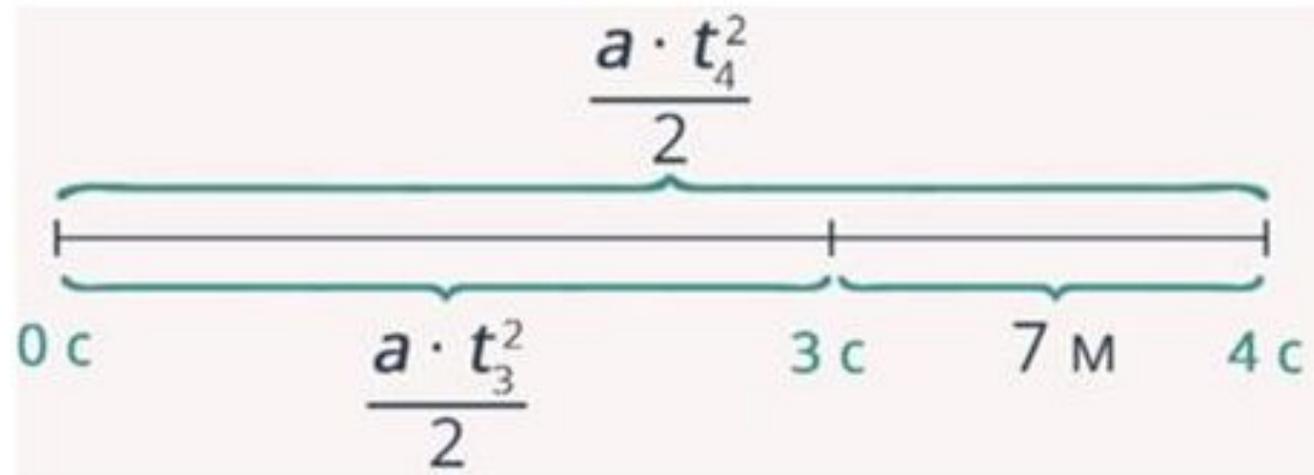
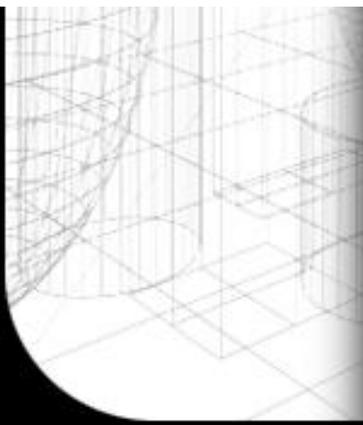


Рис. 9. Разность полного пути, пройденного телом за 4 с, и пути, пройденного телом за 3 с

Решив уравнение, получаем ускорение $a = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

Чтобы определить мгновенную скорость, т. е. скорость в конце шестой секунды, следует ускорение умножить на время, т. е. на 6 с, во время которых тело которое продолжало двигаться.



ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

Задача № 1. Автомобиль, двигаясь с ускорением $-0,5 \text{ м/с}^2$, уменьшил свою скорость от 54 до 18 км/ч . Сколько времени ему для этого понадобилось?

Дано:

$$a_x = -0,5 \text{ м/с}^2$$

$$v_{0x} = 54 \text{ км/ч}$$

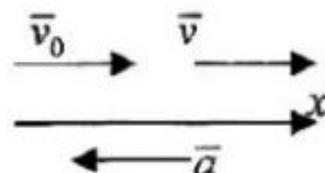
$$v_x = 18 \text{ км/ч}$$

$$t = ?$$

СИ

$$15 \text{ м/с}$$

$$5 \text{ м/с}$$



Решение:

$$v_{0x} = v_x - a_x t; \quad t = \frac{v_x - v_{0x}}{a_x}$$

$$t = \frac{5 - 15}{-0,5} = 20 \text{ (с)}$$

Ответ: 20 с

Задача № 2. При подходе к станции поезд начал торможение, имея начальную скорость 90 км/ч и ускорение $0,1 \text{ м/с}^2$. Определите тормозной путь поезда, если торможение длилось 1 мин.

Дано:

$$v_{0x} = 90 \text{ км/ч}$$

$$a_x = -0,1 \text{ м/с}^2$$

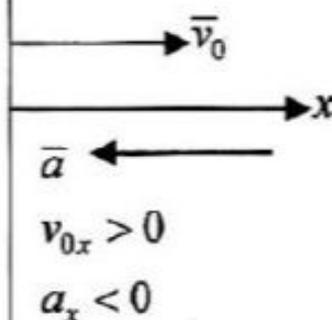
$$t = 1 \text{ мин}$$

$$s_x = ?$$

СИ

$$25 \text{ м/с}$$

$$60 \text{ с}$$



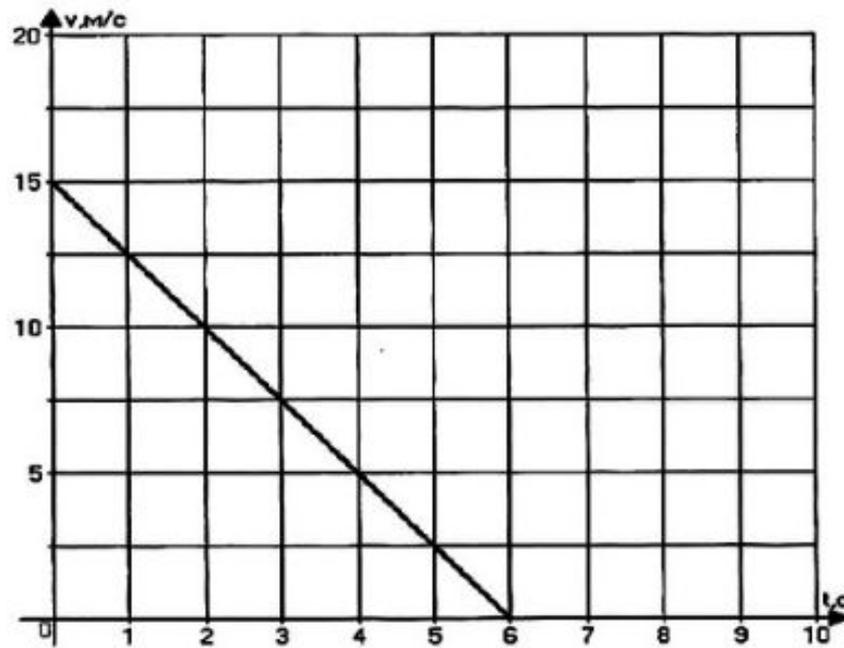
Решение:

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

$$s_x = 25 \cdot 60 - \frac{0,1 \cdot 60^2}{2} = 1320 \text{ (м)}$$

Ответ: 1320 м

Задача № 3. По графику проекции скорости определите: 1) начальную скорость тела; 2) время движения тела до остановки; 3) ускорение тела; 4) вид движения (разгоняется тело или тормозит); 5) запишите уравнение проекции скорости; 6) запишите уравнение координаты (начальную координату считайте равной нулю).



Решение:

1) $v_{0x} = 15 \text{ м/с};$

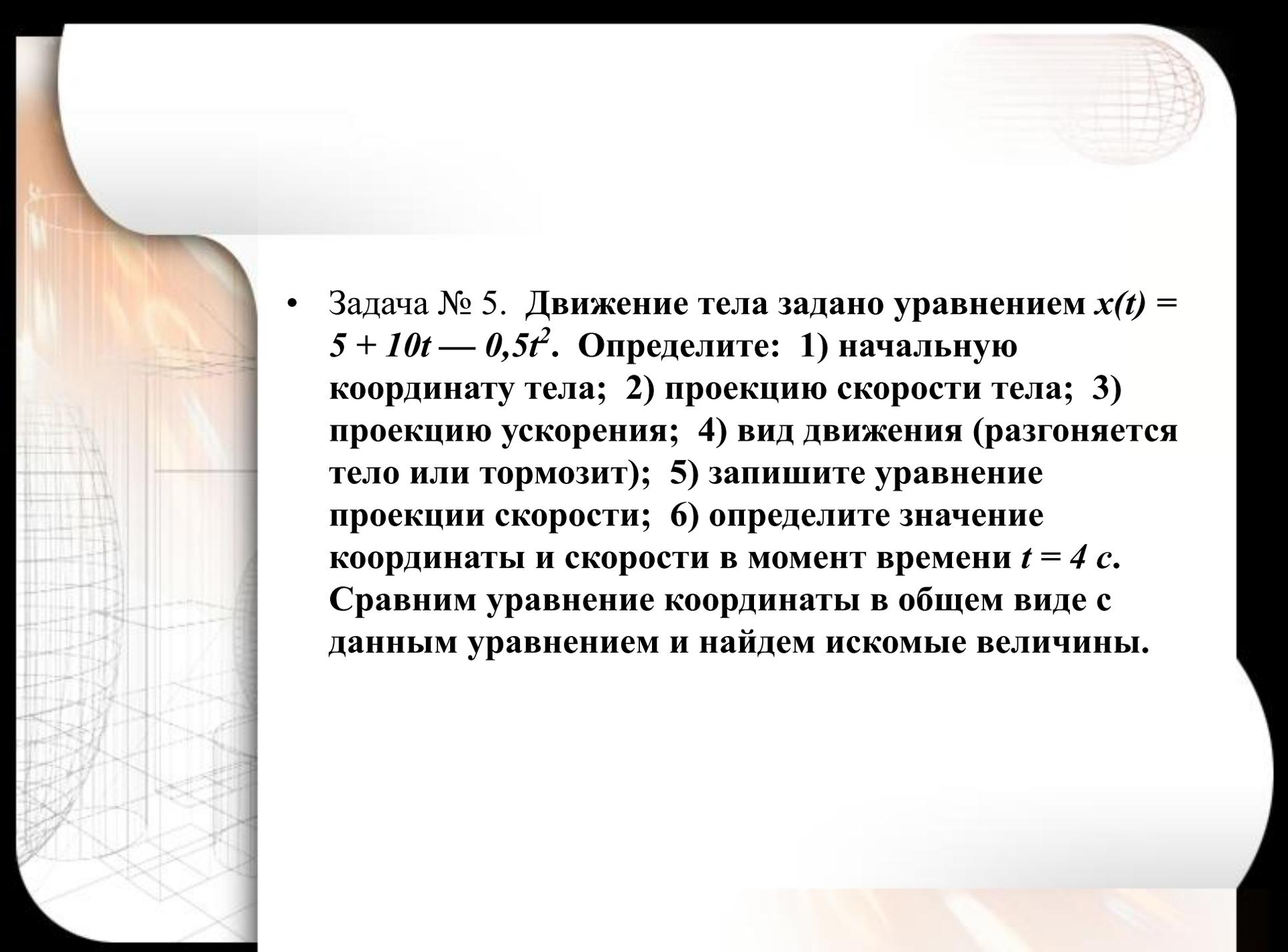
2) $t = 6 \text{ с};$

3) $a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t} = \frac{5 - 15}{4} = -2,5 \text{ м/с}^2;$

4) тело тормозит, так как скорость его уменьшается;

5) $v_x(t) = v_{0x} + a_x t = 15 - 2,5t;$

6) $x(t) = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2} = 15t - 1,25t^2.$

- 
- **Задача № 5. Движение тела задано уравнением $x(t) = 5 + 10t - 0,5t^2$. Определите: 1) начальную координату тела; 2) проекцию скорости тела; 3) проекцию ускорения; 4) вид движения (разгоняется тело или тормозит); 5) запишите уравнение проекции скорости; 6) определите значение координаты и скорости в момент времени $t = 4$ с. Сравним уравнение координаты в общем виде с данным уравнением и найдем искомые величины.**

• Решение:

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

$$x(t) = 5 + 10t - 0,5t^2$$

1) $x_0 = 5$ (м);

2) $v_{0x} = 10$ (м/с);

3) $\frac{a_x}{2} = -0,5$ м/с²; $a_x = -1$ (м/с²);

4) тело тормозит, так как проекции скорости и ускорения имеют разные знаки;

5) $v_x(t) = 10 - t$;

6) $x(4 \text{ с}) = 5 + 10 \cdot 4 - 0,5 \cdot 4^2 = 37$ (м);

$v_x(4 \text{ с}) = 10 - 4 = 6$ (м/с).

Задача № 6. Вагон движется равноускоренно с ускорением $-0,5 \text{ м/с}^2$. Начальная скорость вагона равна 54 км/ч . Через сколько времени вагон остановится? Постройте график зависимости скорости от времени.

Дано:

$$a = -0,5 \text{ м/с}^2$$

$$v_0 = 54 \text{ км/ч} = \\ = 15 \text{ м/с}$$

$$v = 0$$

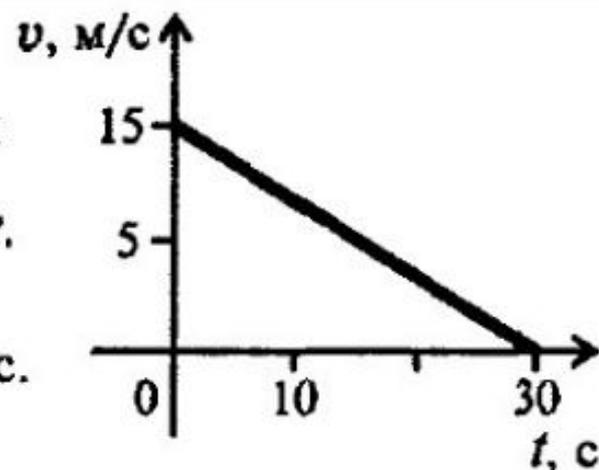
$$t = ?; v(t) = ?$$

Решение:

Из определения ускорения

$$a = \frac{v - v_0}{t} \text{ найдем время } t.$$

$$t = \frac{v - v_0}{a}; t = \frac{0 - 15 \text{ м/с}}{-0,5 \text{ м/с}^2} = 30 \text{ с.}$$



Задача № 7. Самолет, летевший прямолинейно с постоянной скоростью 360 км/ч, стал двигаться с постоянным ускорением 9 м/с^2 в течение 10 с в том же направлении. Какой скорости достиг самолет и какое расстояние он пролетел за это время? Чему равна средняя скорость за время 10 с при ускоренном движении?

Дано:

$$v_1 = v_0 = 360 \text{ км/ч} = 100 \text{ м/с}$$
$$a = 9 \text{ м/с}^2; t = 10 \text{ с}$$

$$v_2 = ?; s_2 = ?; v_{\text{ср}2} = ?$$

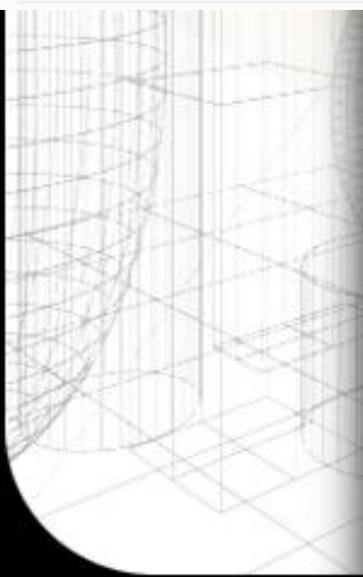
Решение:

Скорость можно определить по формуле

$$v = v_0 + at \Rightarrow v_2 = v_1 + at. \quad s_2 = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2a};$$

$$v_{\text{ср}} = \frac{s_2}{t}. \quad v_2 = 100 \text{ м/с} + 9 \text{ м/с}^2 \cdot 10 \text{ с} = 190 \text{ м/с};$$

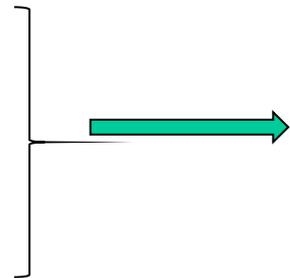
$$s_2 = \frac{(190 \text{ м/с})^2 - (100 \text{ м/с})^2}{2 \cdot 9 \text{ м/с}^2} = 1450 \text{ м}; \quad v_{\text{ср}} = \frac{1450 \text{ м}}{10 \text{ с}} = 145 \text{ м/с}.$$



Учимся решать задачи

Пусть $s_{(1)}$ — путь пройденный телом в одну секунду

$s_{(2)}$ — путь пройденный телом во вторую секунду, в третью и т. д.



$$s_{(1)} : s_{(2)} : s_{(3)} \dots = 1 : 3 : 5 \dots$$

Надо помнить: $s_1 = s_{(1)}$

Формула $2t - 1$ позволяет определить любое нечетное число, которое соответствует модулю вектора перемещения в n -секунду движения,

Так для $s_{(5)}$ соответствует нечетное число: $2 \cdot 5 - 1 = 9$



Задача № 1 (А.В. Перышкин) Автомобиль, двигаясь равноускоренно из состояния покоя, за пятую секунду разгона проходит 6,3 м. Какую скорость развил автомобиль к концу пятой секунды от начала движения?

Оформляем стандарт:



Дано:	СИ

Решение:

«Дано» и «СИ» запиши сам

Решение



1. Разбираемся с термином: « за пятую секунду», «к концу пятой секунды». Первое означает путь пройденный автомобилем за пятую секунду движения $s_{(5)}$, а второе-путь пройденный машиной за пять секунд движения s_5
2. Решаем относительно s_1 , так как этот путь пройденный телом за 1 секунду равен пути в первую секунду $s_{(1)}$
3. Определяем отношения: $s_1 :$
 $s_{(5)} = 1 : 9$ или $s_1 : 6,3 = 1 : 9$,
получаем, что $s_1 = 6,3 : 9 = 0,7$ м.
4. Применяем формулу **1.получаем:**

$$s_1 = \frac{a \cdot 1^2}{2}$$

5. Подставляем в формулу значения $s_1 = 0,7$ м, получаем, что $a = 1,4$ м/с²



Решение

6. из уравнения

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

При условии, что $v_{0x} = 0$, $a_x = a$
получаем формулу: **$v = at$** ,

7. Подставляем в формулу
числовые значения делаем
расчеты, пишем ответ



Задания для самостоятельной работы

- 1. Материальная точка перемещается по горизонтальной оси на 80 м. с ускорением 10 м/с. Каково его перемещение в последнюю секунду движения.

№ 1.

Охарактеризуйте движения материальных точек, графики зависимости $v_x(t)$ которых (1 и 2) представлены на рисунке.

Как определить по этим графикам проекцию перемещения точки на ось x , его модуль и пройденный путь?

Решите
устно

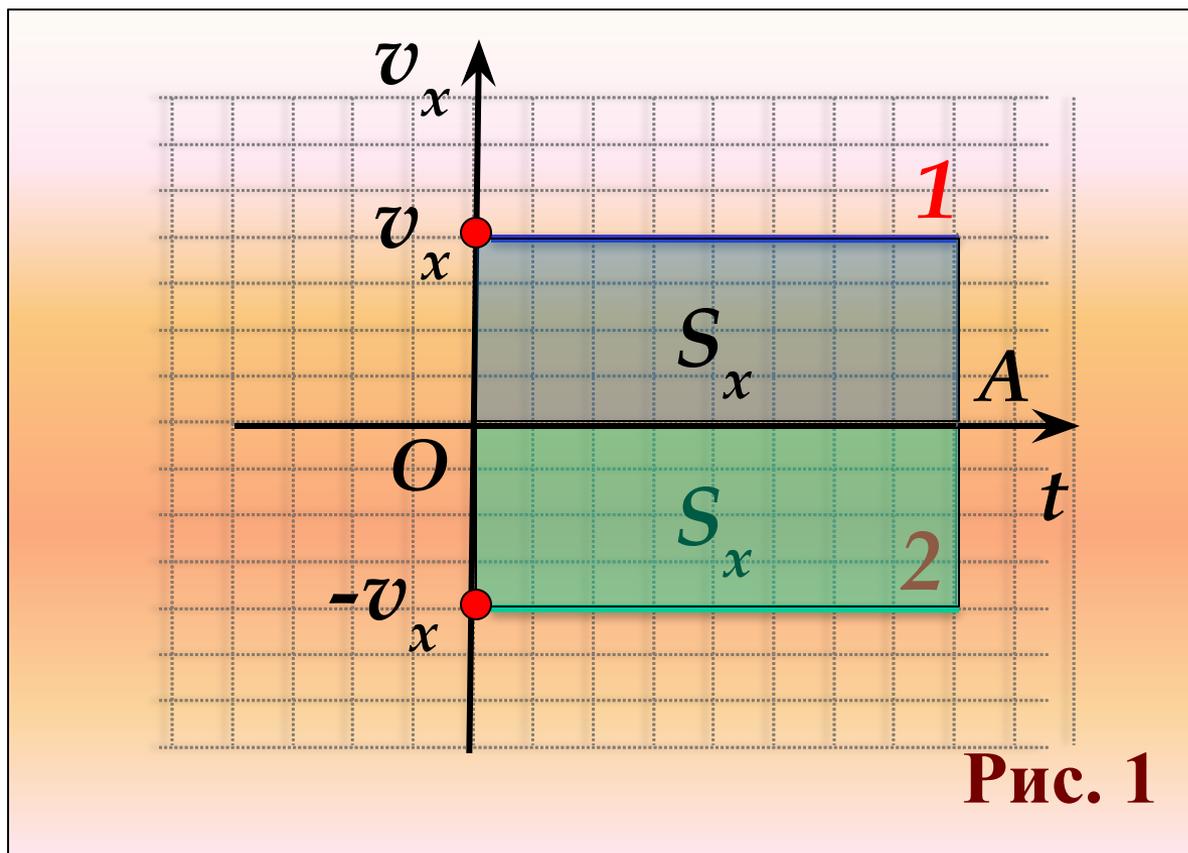


Рис. 1

№ 2. На рисунке 2 схематически показаны графики зависимости скорости тел от времени. Что общего у этих движений, чем они отличаются?

**Решите
устно**

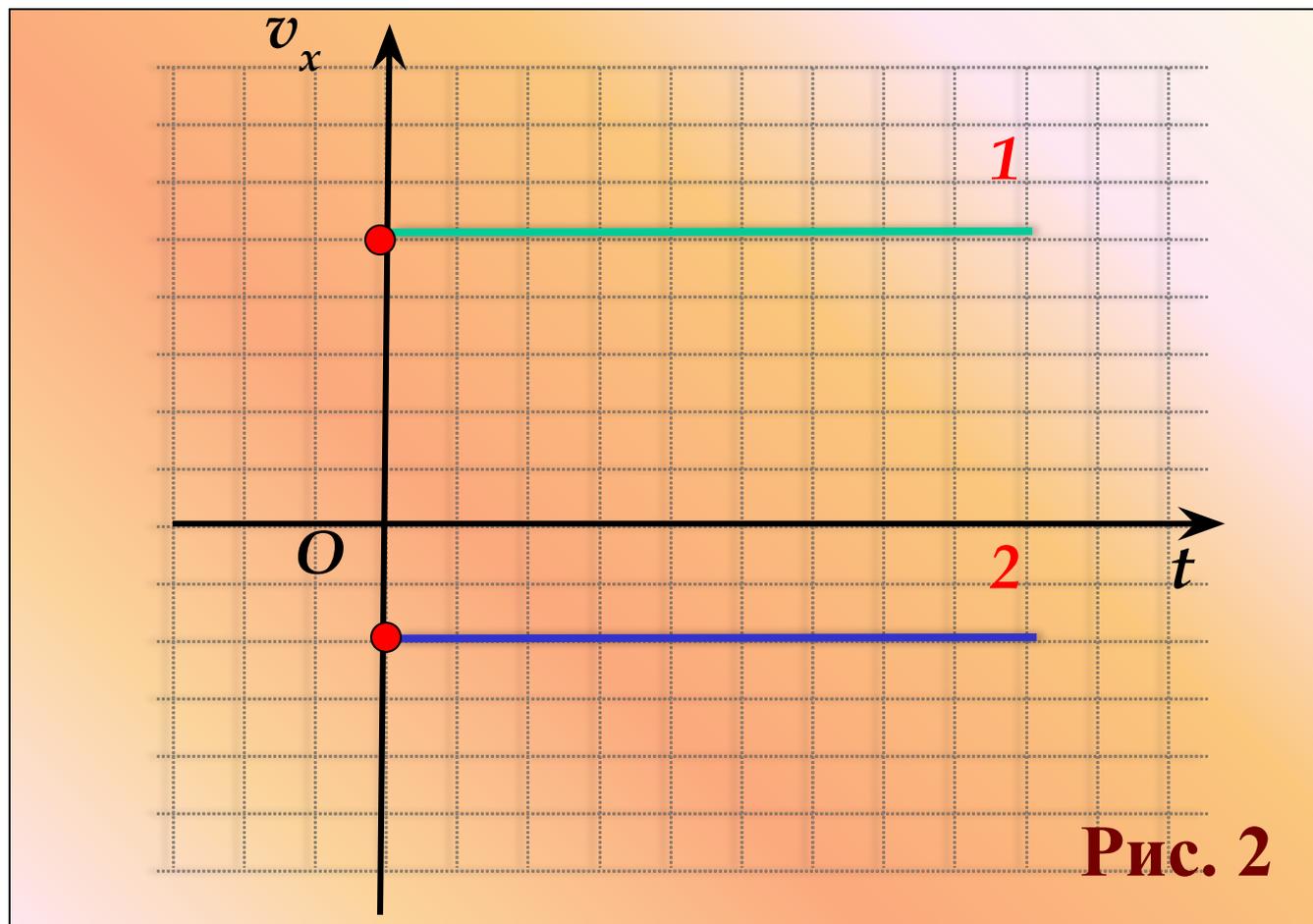


Рис. 2



№ 3.

Какой из участков графика зависимости скорости от времени (рис. 3) соответствует равномерному движению, равноускоренному с возрастающей скоростью, равноускоренному с уменьшающейся скоростью?

Решите
устно

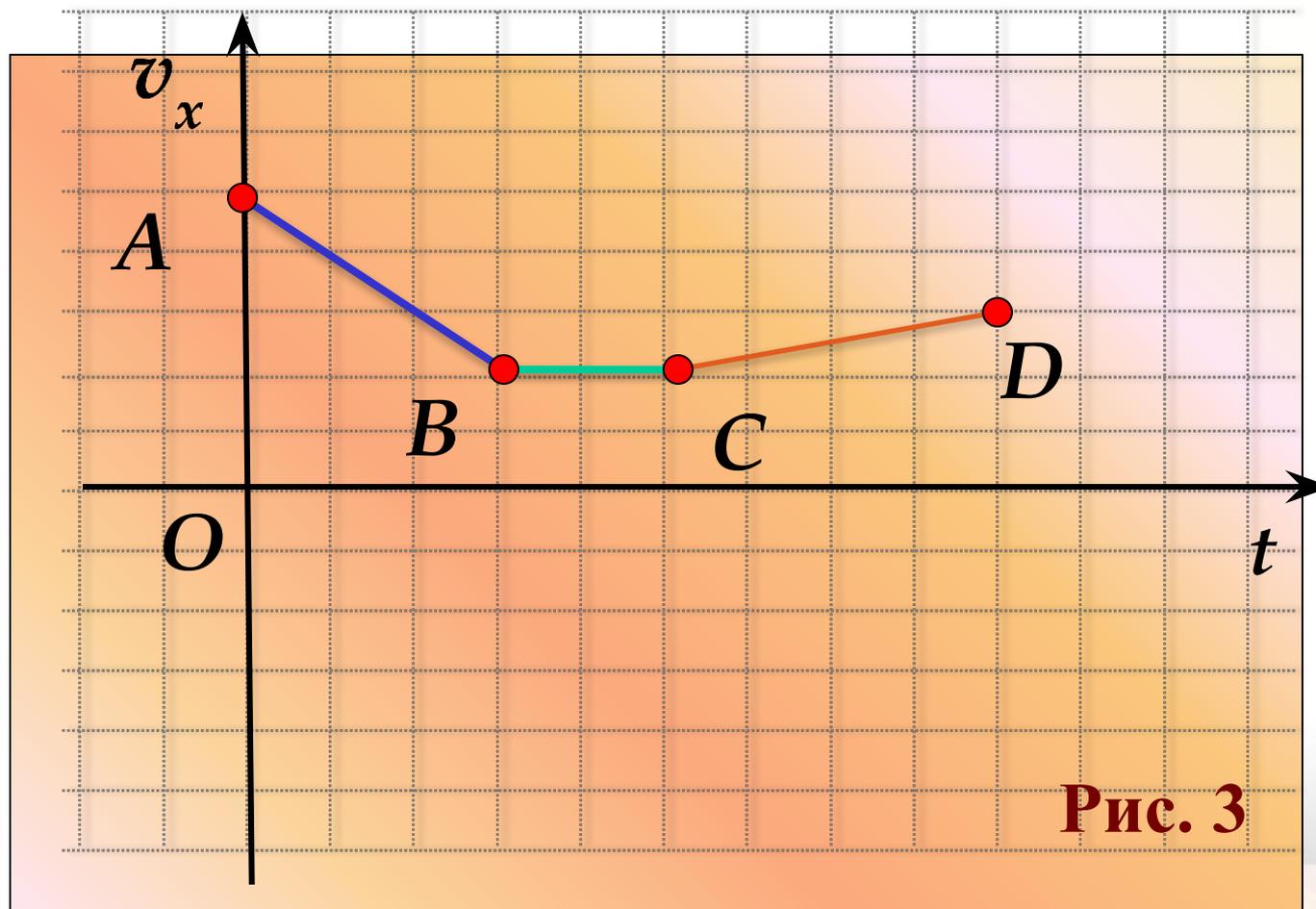


Рис. 3



№ 4. На рисунке 4 схематически показаны графики зависимости скорости тел от времени. Что общего у всех движений, чем они отличаются?

**Решите
устно**

?

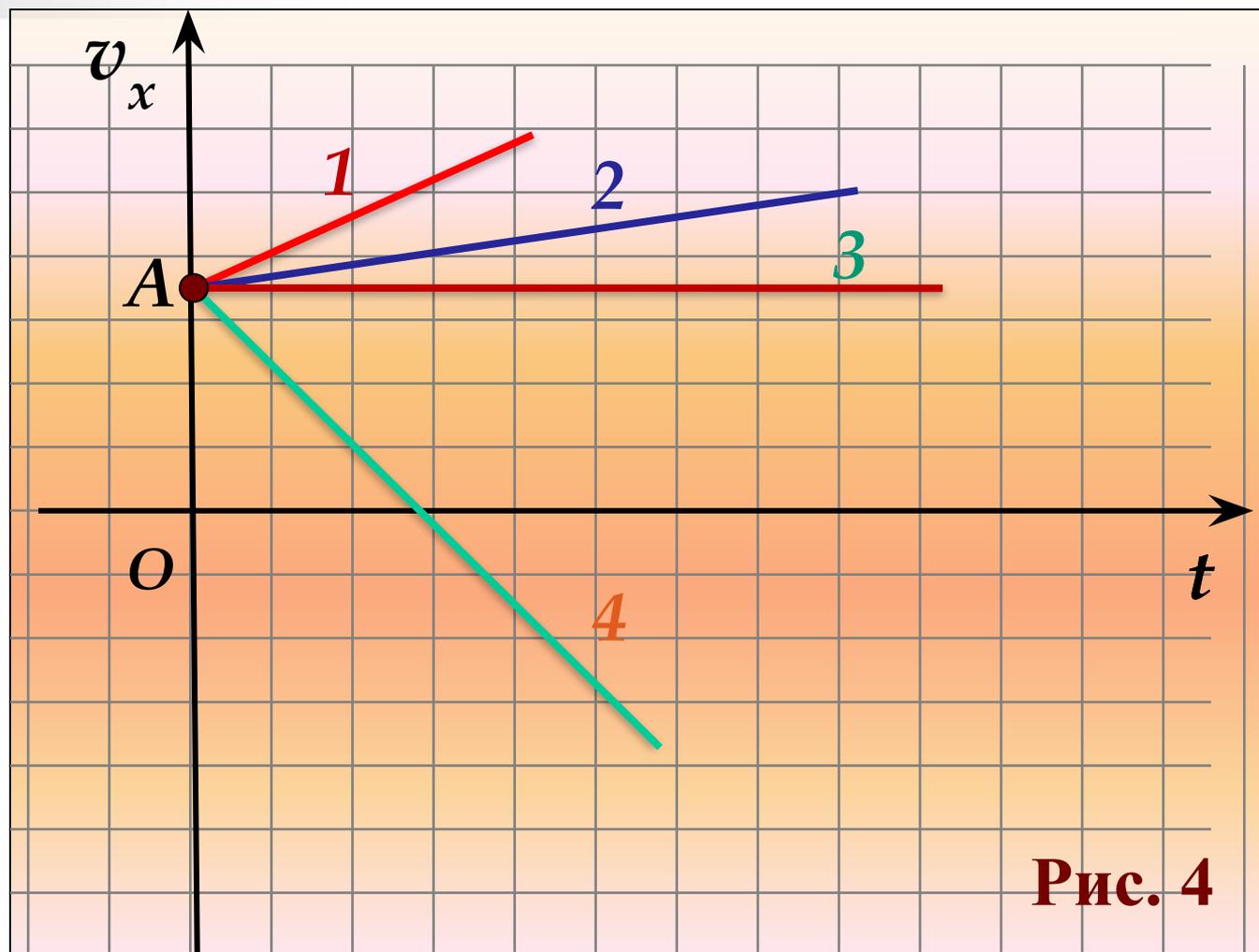


Рис. 4

График проекции вектора скорости тела, движущегося с постоянным ускорением

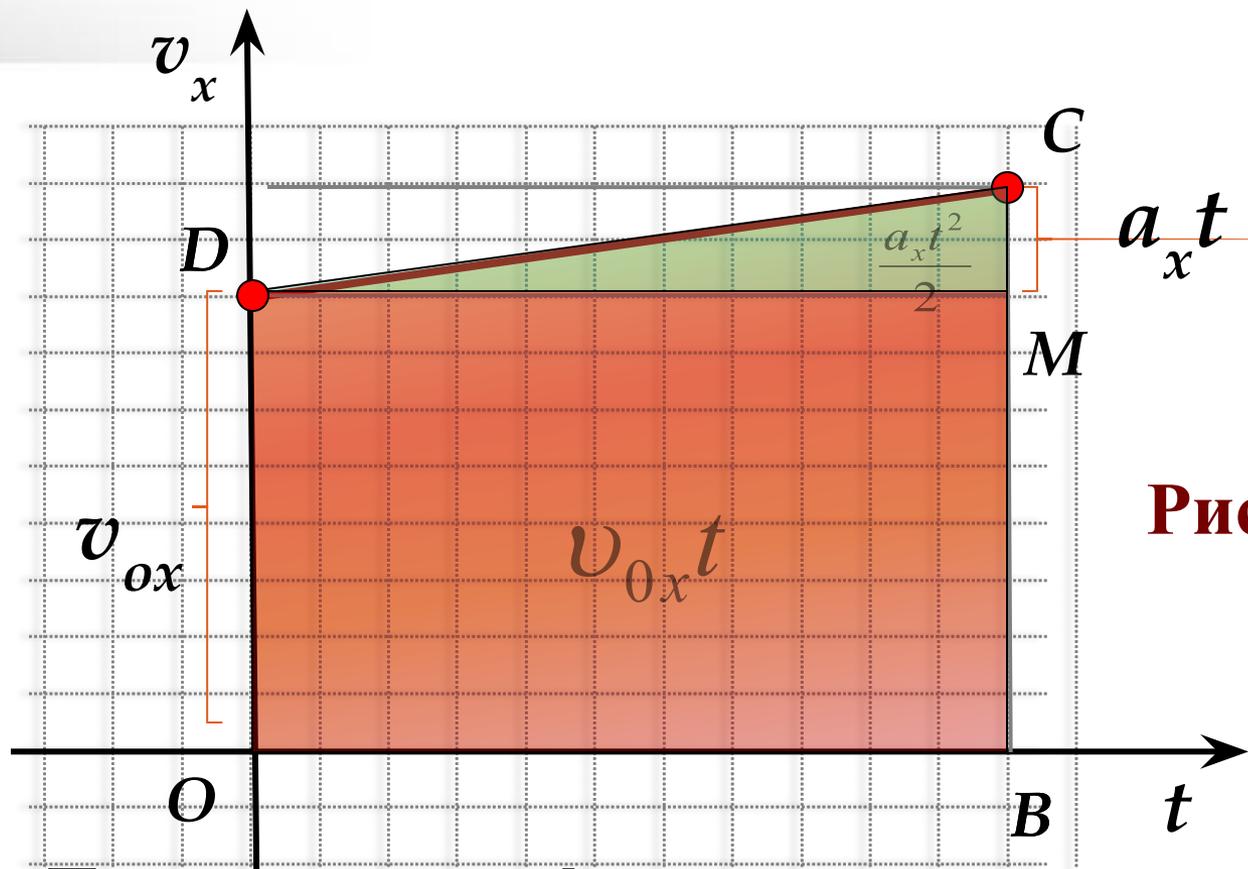


Рис. 5

Рис.14 (б),
стр. 29
(Перышкин А.
В. «Физика-9»)

Площадь под графиком скорости численно равна перемещению. Следовательно, площадь трапеции численно равна перемещению.



Уравнения для определения проекции вектора перемещения тела при его прямолинейном равноускоренном движении

Запомни!

$$S_x = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2} \quad (1)$$

$$S_x = \frac{v_{0x} + v_x}{2} \cdot t \quad (2)$$

$$S_x = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x} \quad (3)$$



Перемещение тела при прямолинейном равноускоренном движении без начальной скорости.

$$v_{0x} = 0$$

$$S_x = \frac{a_x t^2}{2} \quad (1)$$

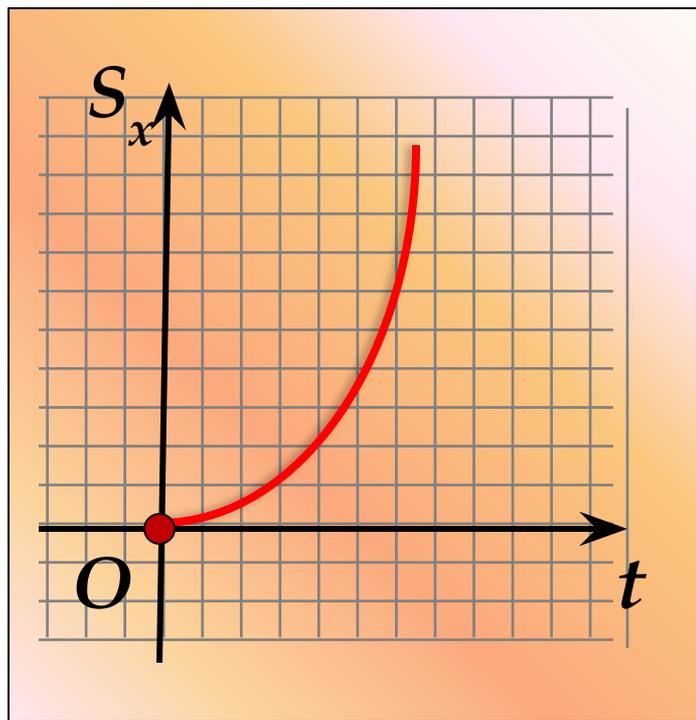
$$S_x = \frac{v_x}{2} \cdot t \quad (2)$$

$$S_x = \frac{v_x^2}{2a_x} \quad (3)$$

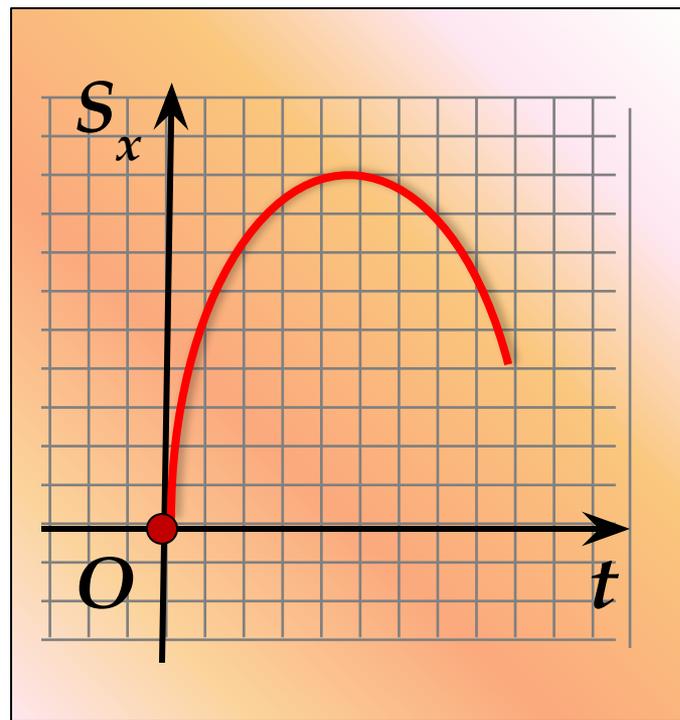


График зависимости проекции вектора перемещения тела от времени (рис. 6), если тело движется с постоянным ускорением.

Запомни!



$$\vec{\alpha} \uparrow \uparrow \vec{v}_0$$



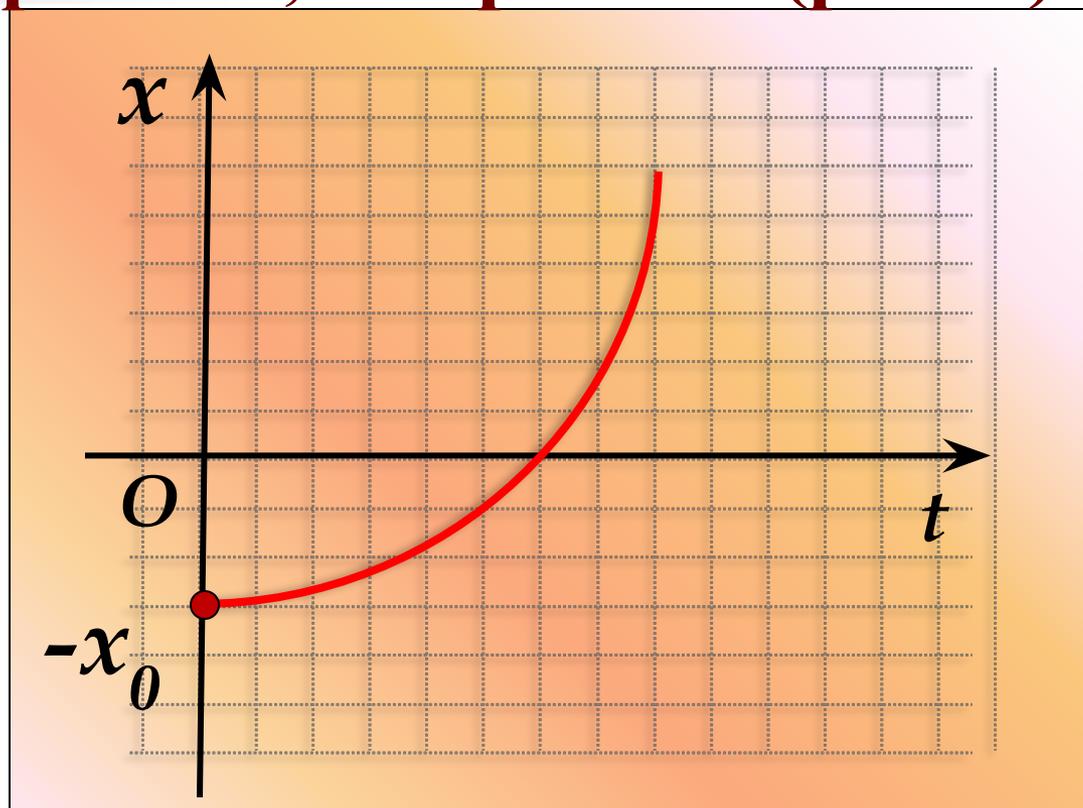
$$\vec{\alpha} \uparrow \downarrow \vec{v}_0$$

Рис. 6



График зависимости координаты тела, движущегося с постоянным ускорением, от времени (рис. 7).

Запомни!



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

Рис. 7

№ 5.

Чему равно перемещение тела, если график изменения его скорости от времени изображен схематично на рисунке 8?

Подумай
и
ответь!

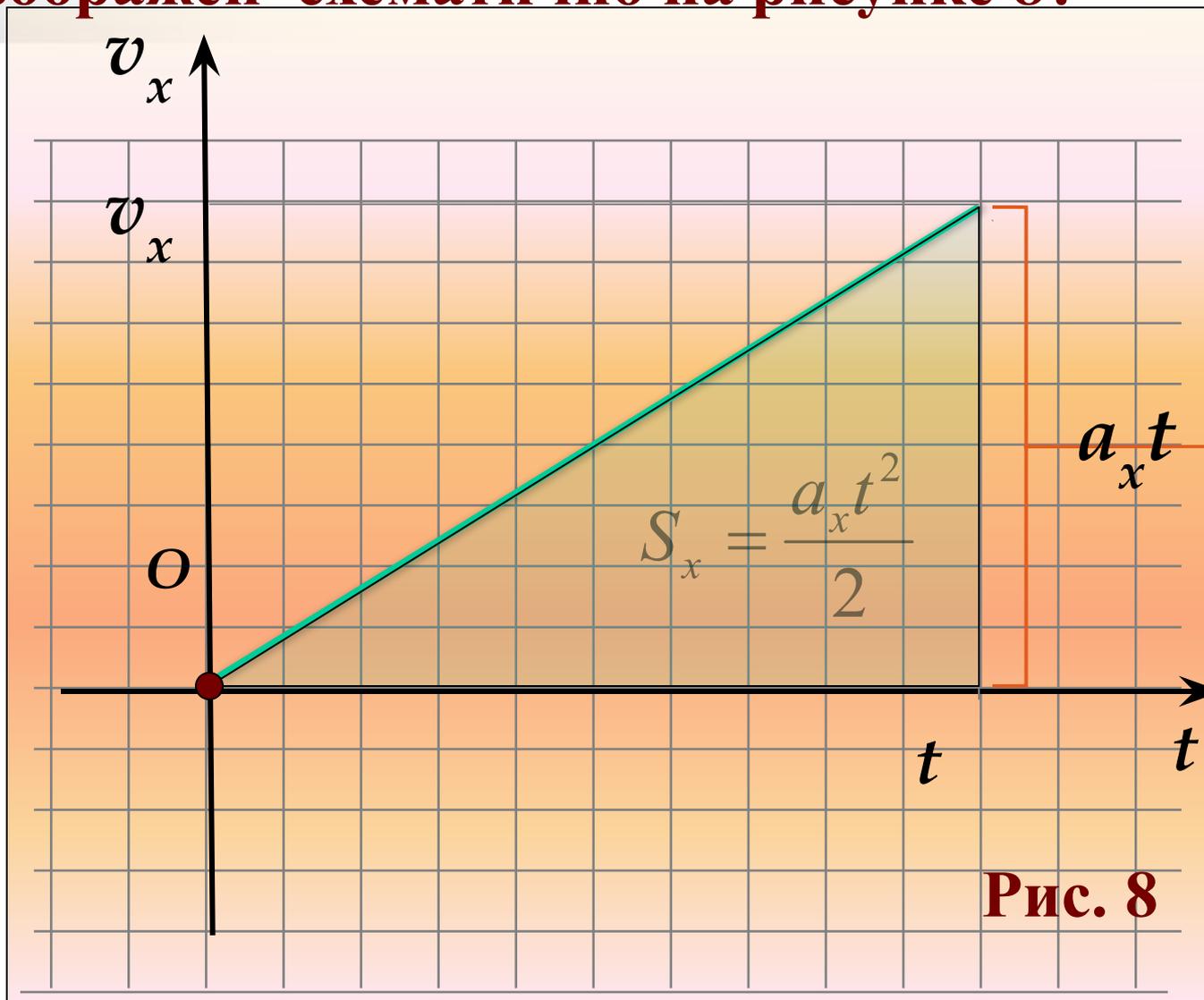
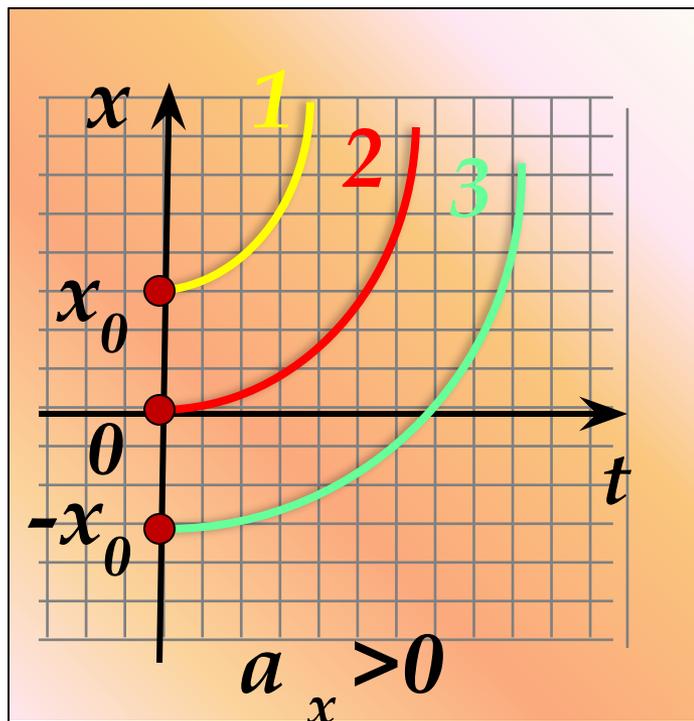


Рис. 8

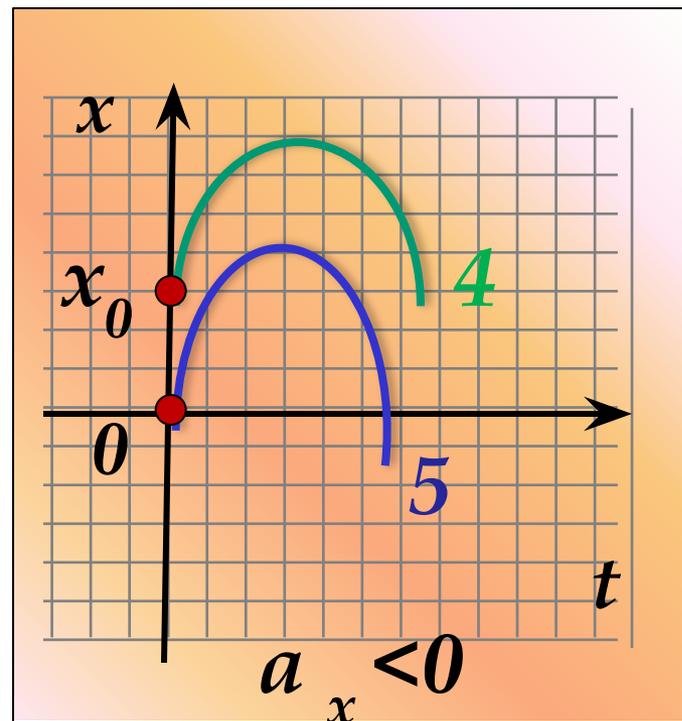
№ 6.

На рисунке 9 схематически показаны графики зависимости тел от времени. Что общего у всех движений, чем они отличаются?

Запомни!



$$\vec{a} \uparrow \uparrow \vec{v}_0$$



$$\vec{a} \uparrow \downarrow \vec{v}_0$$

Рис. 9



№ 8.

Кинематический закон движения поезда вдоль оси Ox имеет вид: $x = 0,2t^2$.

Разгоняется или тормозит поезд?

Определите проекцию начальной скорости и ускорение. Запишите уравнение проекции скорости на ось Ox . Постройте графики проекций ускорения и скорости.

Задачи
(у доски)

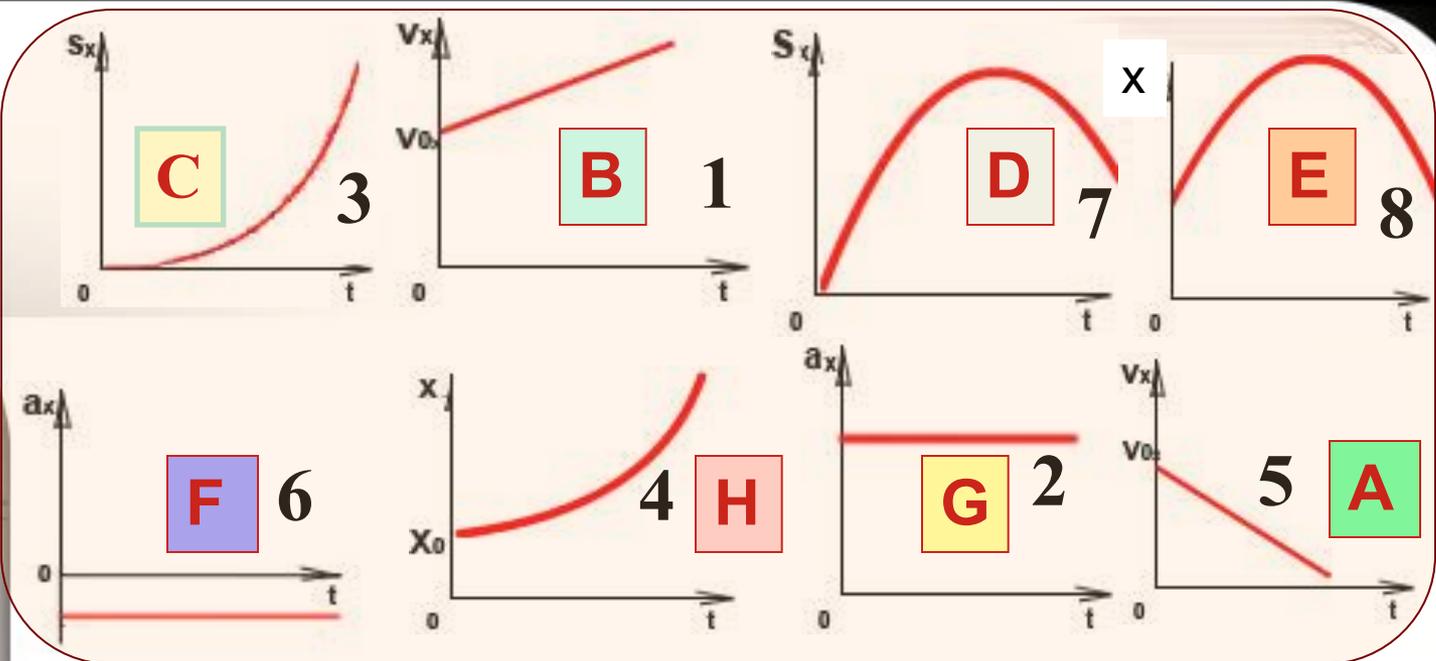
№ 9.

Положение катящегося вдоль оси Ox по полю футбольного мяча задается уравнением $x = 10 + 5t - 0,2t^2$.

Определите проекцию начальной скорости и ускорение. Чему равна координата мяча и проекция его скорости в конце 5-й секунды?



№ 7.



Подумай и
найди
соответствие

Рис. 10



Равноускоренное движение

Физическая величина	График	
	$\vec{\alpha} \uparrow \uparrow \vec{v}_0$	$\vec{\alpha} \uparrow \downarrow \vec{v}_0$
Скорость	1 -	5 -
Ускорение	2 -	6 -
Перемещение	3 -	7 -
Координата	4 -	8 -

Рефлексия

(заполнение концептуальной таблицы)

Фамилия, имя	Что знал?	Что узнал?	С чем не согласен?	Что непонятно?



Обмен мнениями, цитаты из таблиц с рефлексией.



Домашнее задание

§ 7-8, стр. 28-33. Упр.7 (1), упр. 8 (2)

(Перышкин А.В., Гутник Е.М. Физика. 9 класс. – М.: Дрофа, 2007).



Спасибо за работу!