

# Повторим:

Материальная точка.

Её радиус-вектор:  $\vec{r}(t) = (x(t), y(t), z(t))$ ,

траектория,

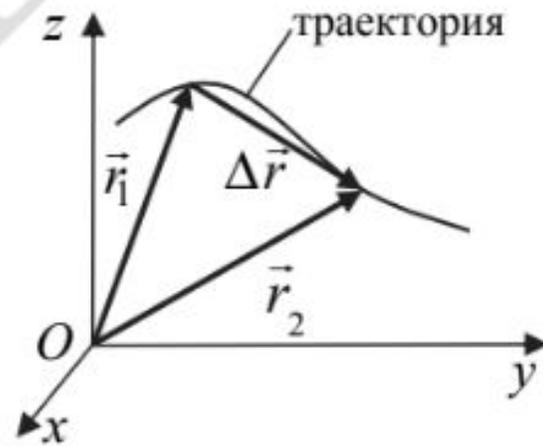
перемещение:

$$\begin{aligned}\Delta\vec{r} &= \vec{r}(t_2) - \vec{r}(t_1) = \vec{r}_2 - \vec{r}_1 = \\ &= (\Delta x, \Delta y, \Delta z),\end{aligned}$$

путь.

Сложение перемещений:

$$\Delta\vec{r}_1 = \Delta\vec{r}_2 + \Delta\vec{r}_0$$



$$|\vec{s}| \neq l$$



Скорость.  
Мгновенная  
скорость.

Величина, характеризующая быстроту изменения положения в пространстве называется скоростью

Средняя  
скорость

Мгновенная  
скорость

Относительная  
скорость

Скалярная величина,  
равная отношению  
пути к промежутку  
времени,  
затраченному на его  
прохождение

$$v_{\text{ср}} = \frac{l_{\text{общ}}}{t_{\text{общ}}}$$



$l = 120$  км

**Дано**

:

$$t_1 = 2 \text{ ч}$$

$$t_2 = 3 \text{ ч}$$

$$v_{\text{ср}} - ?$$

**Решени**

**е:**

$$v_{\text{ср}} = \frac{l_{\text{общ}}}{t_{\text{общ}}}$$

$$l_{\text{общ}} = 2l$$

$$t_{\text{общ}} = t_1 + t_2$$

$$v_{\text{ср}} = \frac{2l}{t_1 + t_2}$$

$$[v_{\text{ср}}] = \frac{\text{км}}{\text{ч} + \text{ч}} = \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$

$$v_{\text{ср}} = \frac{240}{2 + 3} = 48 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$



**Дано**

$l_{\text{общ}}$

$v_1$

$v_2$

---

$v_{\text{ср}} - ?$

**Решени**

**е:**  
$$v_{\text{ср}} = \frac{l_{\text{общ}}}{t_{\text{общ}}}$$

$$l_{\text{общ}} = 2l$$

$$t_{\text{общ}} = t_1 + t_2$$

$$t_1 = \frac{l}{v_1}$$

$$t_2 = \frac{l}{v_2}$$

$$v_{\text{ср}} = \frac{2l}{t_1 + t_2} = \frac{2l}{\frac{l}{v_1} + \frac{l}{v_2}}$$

$$v_{\text{ср}} = \frac{2v_1v_2}{v_1 + v_2}$$

Величина, характеризующая быстроту изменения положения в пространстве называется скоростью

Средняя  
путевая

**СКОРОСТЬ**

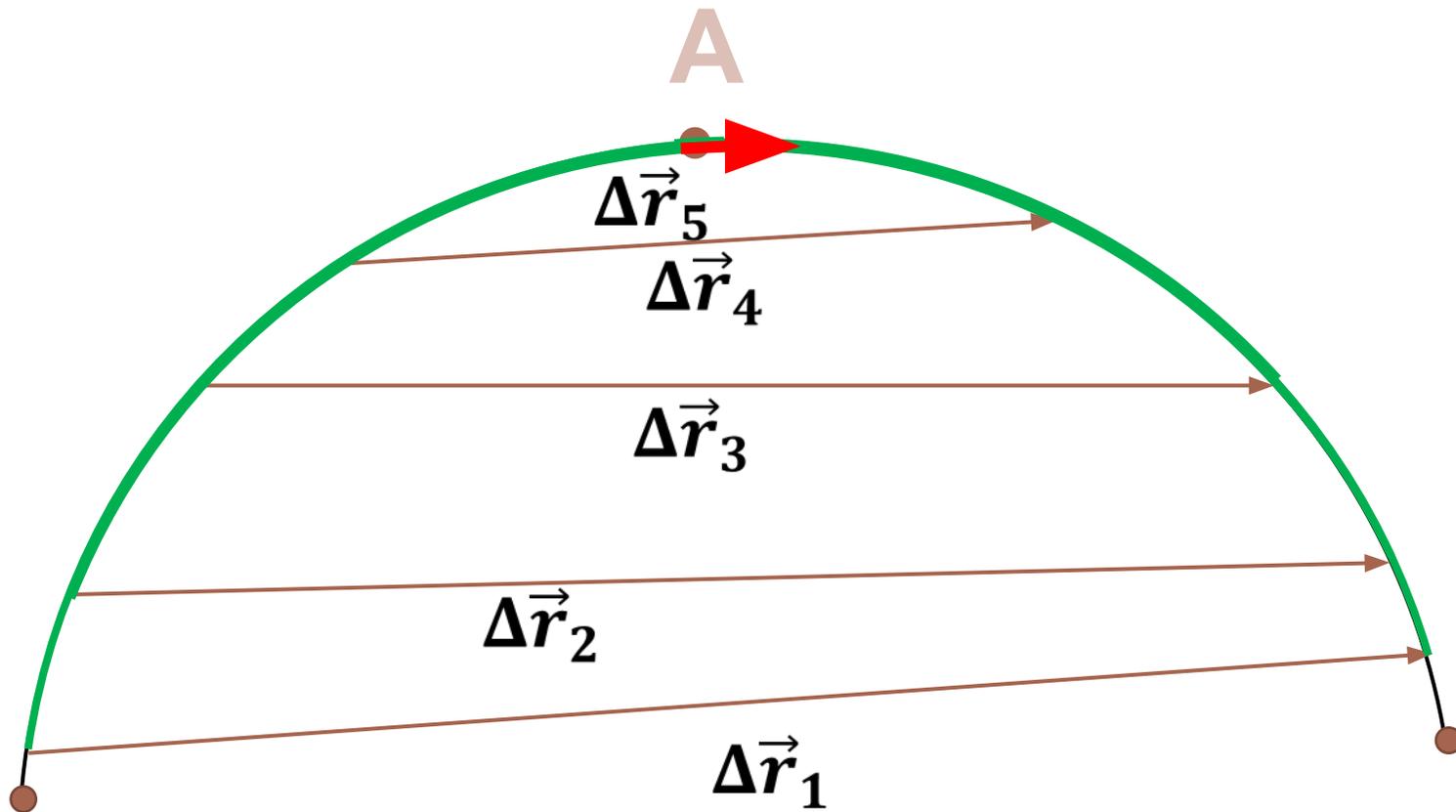
Скалярная величина, равная отношению пути к промежутку времени, затраченному на его прохождение

$$v_{\text{ср}} = \frac{l_{\text{общ}}}{t_{\text{общ}}}$$

Мгновенная  
скорость

Векторная величина, равная пределу отношения перемещения тела к промежутку времени, за которое это перемещение произошло

Относительная  
скорость



$$\vec{v}_{cp} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

Пропорциональность векторов  $\vec{v}$  и  $\Delta \vec{r}$  означает, что направление скорости совпадает с направлением перемещения.

$$v_{cp1} > v_{cp2} > v_{cp3} > v_{cp4} > v_{cp5}$$

$$\Delta t \rightarrow 0, \quad \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \rightarrow \vec{v}_{\text{МГНОВ}}$$

$$\vec{v} = \lim_{t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

4.7. Трактор двигался 1 мин со скоростью 2,25 км/ч, 1 мин со скоростью 3,60 км/ч и 1 мин со скоростью 5,18 км/ч. Определите среднюю скорость за все время движения.

4.16. По графику зависимости скорости от времени (рис. 8) определите среднюю скорость движения на первой половине пути.

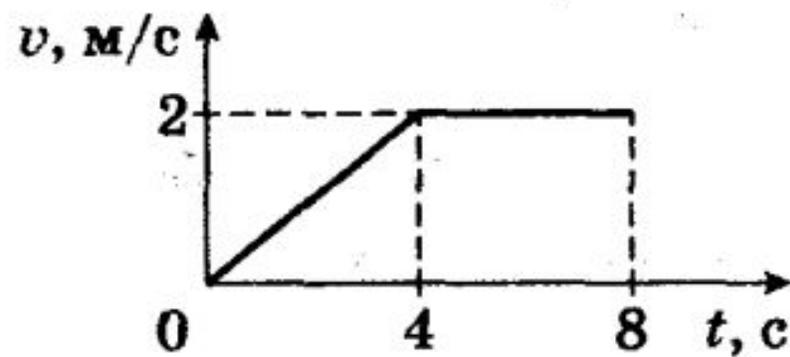


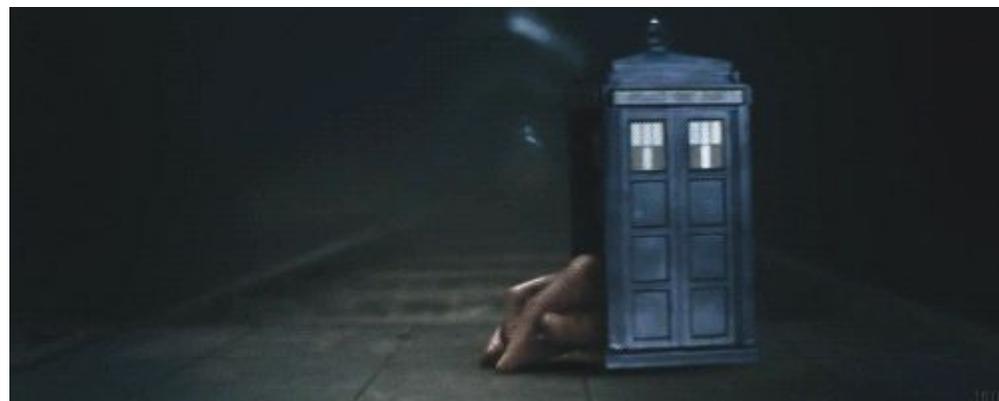
Рис. 8

**4.21.** Три четверти пути автомобиль проехал со скоростью 20 м/с, а оставшуюся часть – со скоростью 10 м/с. Какова средняя скорость на всем пути?

**4.29.** Из пункта *A* в пункт *B* вниз по течению реки отправился катер. Дойдя до пункта *B*, он мгновенно развернулся и направился в пункт *A*. Скорость течения реки 3 км/ч. Определите среднюю скорость катера за все время движения, если известно, что на путь из *A* в *B* катер затратил в 2 раза меньше времени, чем на обратный путь. Скорость катера относительно воды не изменяется.

# Домашнее задание:

Задачи



Величина, характеризующая быстроту изменения положения в пространстве называется скоростью

Средняя  
скорость

Скалярная величина, равная отношению пути к промежутку времени, затраченному на его прохождение

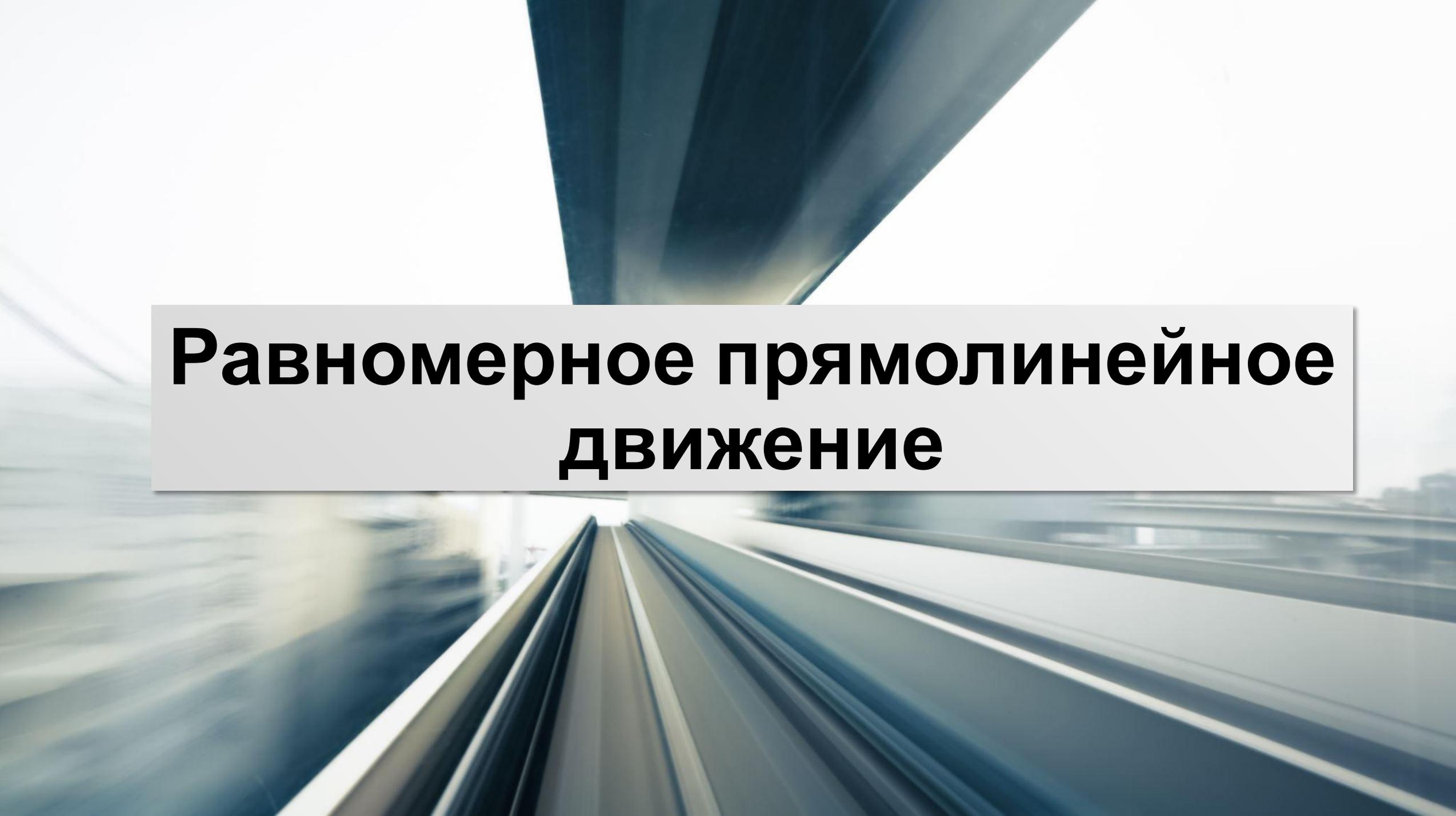
$$v_{\text{ср}} = \frac{l_{\text{общ}}}{t_{\text{общ}}}$$

Мгновенная  
скорость

Векторная величина, равная пределу отношения перемещения тела к промежутку времени, за которое это перемещение произошло

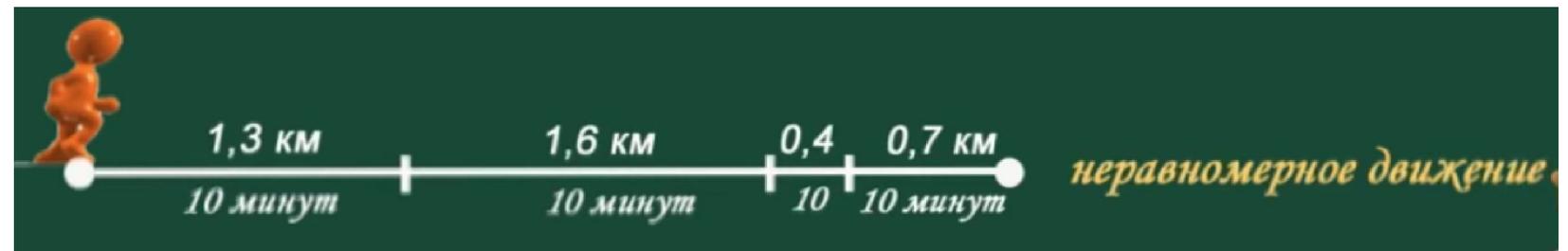
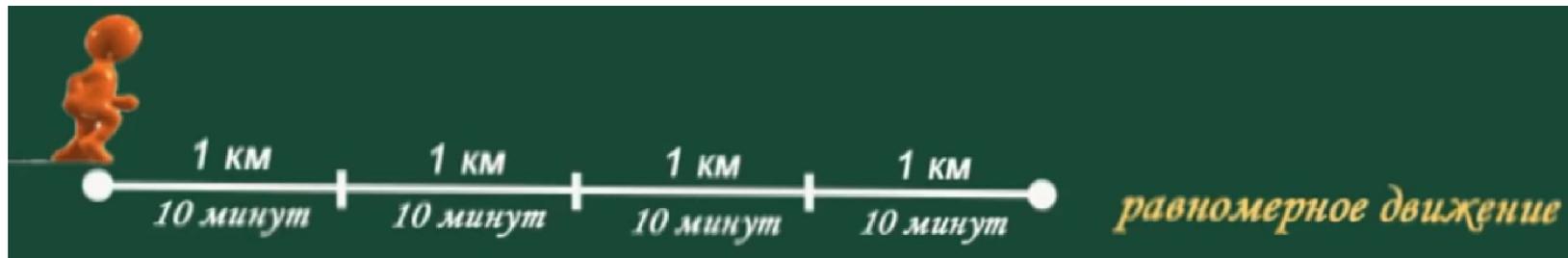
Относительная  
скорость

Скорость одной материальной точки в системе отсчета, связанной с другой

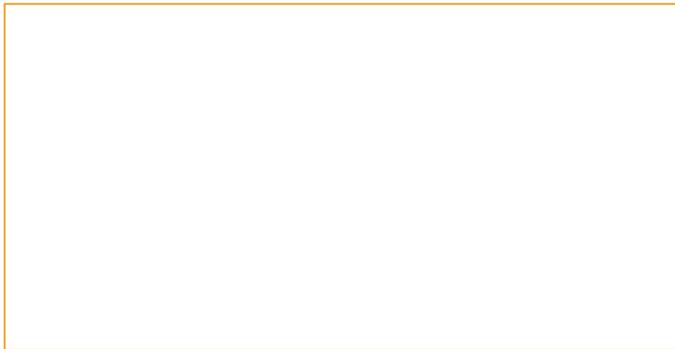
A blurred, high-speed photograph of a train track, showing the rails and overhead power lines receding into the distance. The image is centered around a white rectangular box containing text.

# **Равномерное прямолинейное движение**

**Равномерное прямолинейное движение** – движение, при котором тело за любые равные промежутки времени совершает одинаковые перемещения



# Характеристики движения

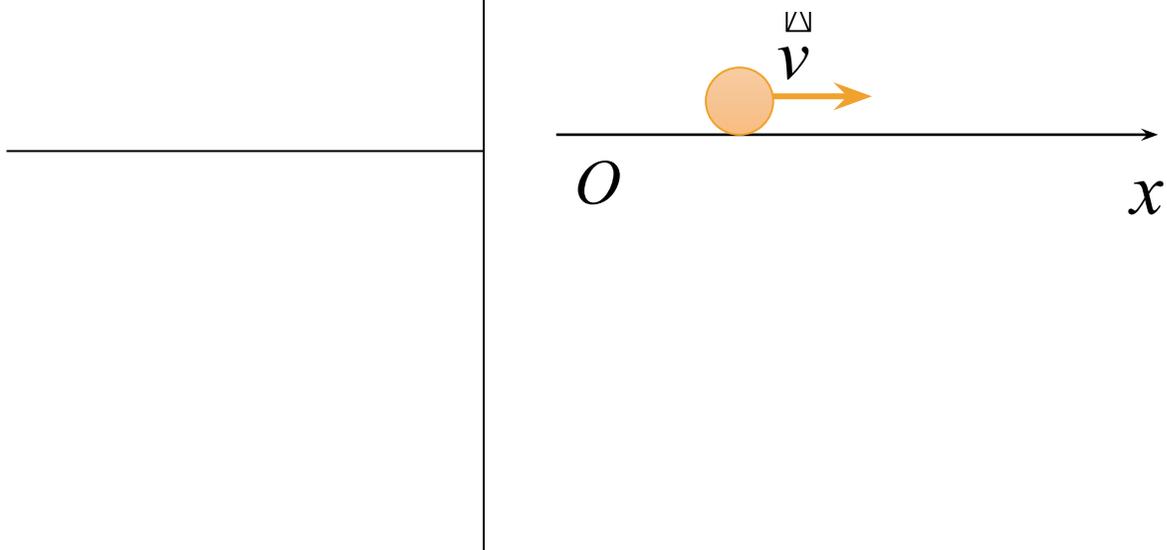


Уравнение движения  
в координатной  
форме



Уравнение движения  
в векторной форме

*Решение:*



$$x(15) = 6 + 3 \cdot 15 = 51(\text{м})$$

$$x(15) = 51\text{м}$$

$$x(15) = 51\text{м}$$

**2.3.** Что имеет бóльшую скорость: самолет, пролетающий за час 1200 км, или пуля винтовки, вылетающая со скоростью 760 м/с?

**2.16.** Координаты тела, движущегося равномерно и прямолинейно, с течением времени меняются по закону:  $x = 3 + 4t$  (м) и  $y = 5 + 3t$  (м). Определите скорость движения тела.

**2.21.** Радиолокатор ГАИ засек координаты машины:  $x_1 = 60$  м;  $y_1 = 100$  м. Через 2 с координаты машины изменились:  $x_2 = 100$  м;  $y_2 = 80$  м. Превысил ли водитель машины допустимую скорость в 60 км/ч?

**2.25.** Из двух населенных пунктов, расстояние между которыми 120 км, одновременно навстречу друг другу выехали два автомобиля с постоянными скоростями 90 км/ч и 110 км/ч. Через какое время автомобили встретятся и какой путь пройдет каждый из них?

**2.23.** Вагон поезда, движущегося со скоростью 36 км/ч, был пробит пулей, летевшей перпендикулярно движению вагона. Одно отверстие в стенках вагона смещено относительно другого на 3 см. Ширина вагона 2,7 м. Какова скорость движения пули?

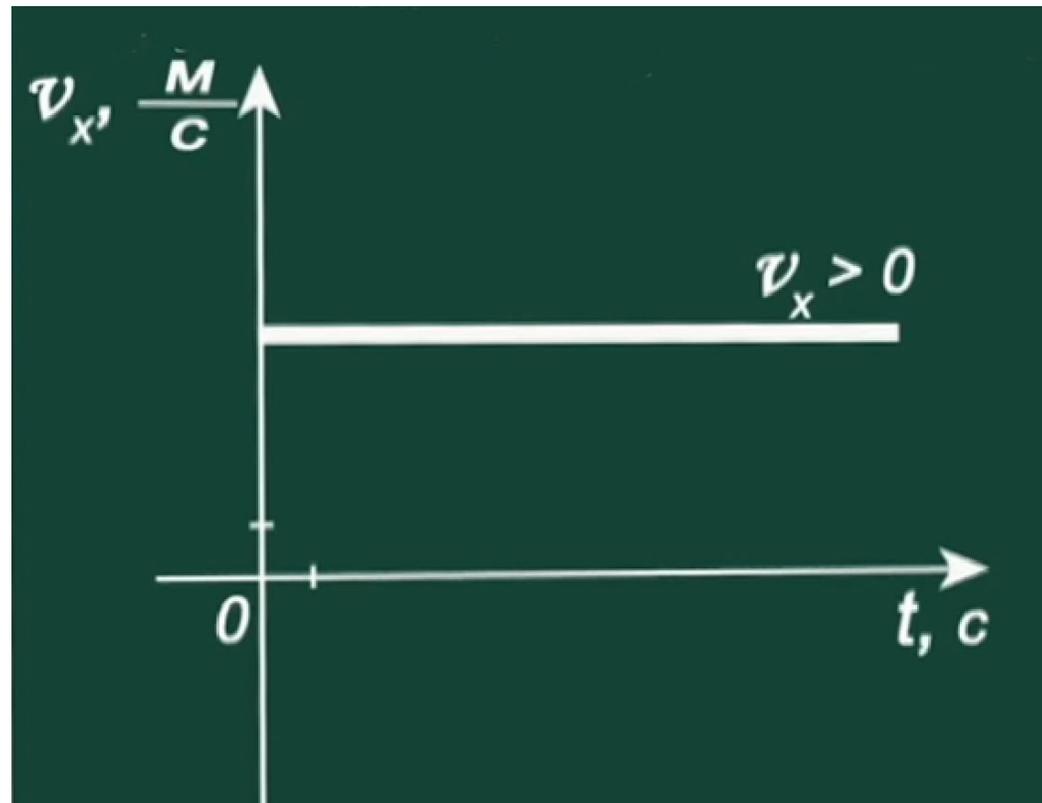
**2.33.** Расстояние между городом и дачным поселком 80 км. Из города в направлении поселка выехал автомобиль со скоростью 50 км/ч. Одновременно из поселка в том же направлении, что и автомобиль, выезжает мотоцикл со скоростью 30 км/ч. На каком расстоянии от города автомобиль догонит мотоцикл?

**2.37.** Мальчик ростом 1,5 м бежит со скоростью 3 м/с по прямой, проходящей под фонарем, который висит на высоте 3 м. Найдите скорость движения тени головы мальчика.

# Графическое представление равномерного прямолинейного движения

## 1. График скорости:

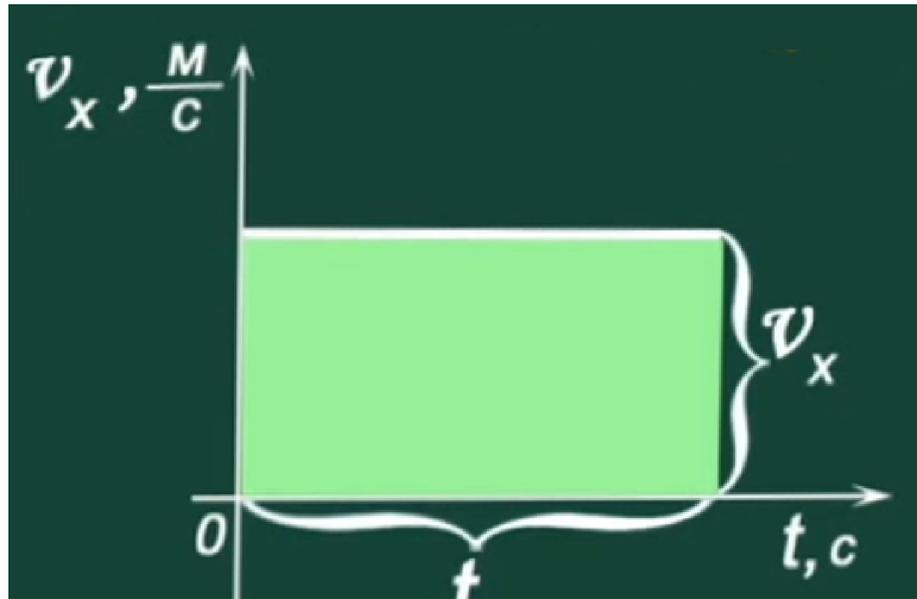
$$v_x = f(t) \quad v = \text{const}$$



# Графическое представление равномерного прямолинейного движения

$$v = \text{const}$$

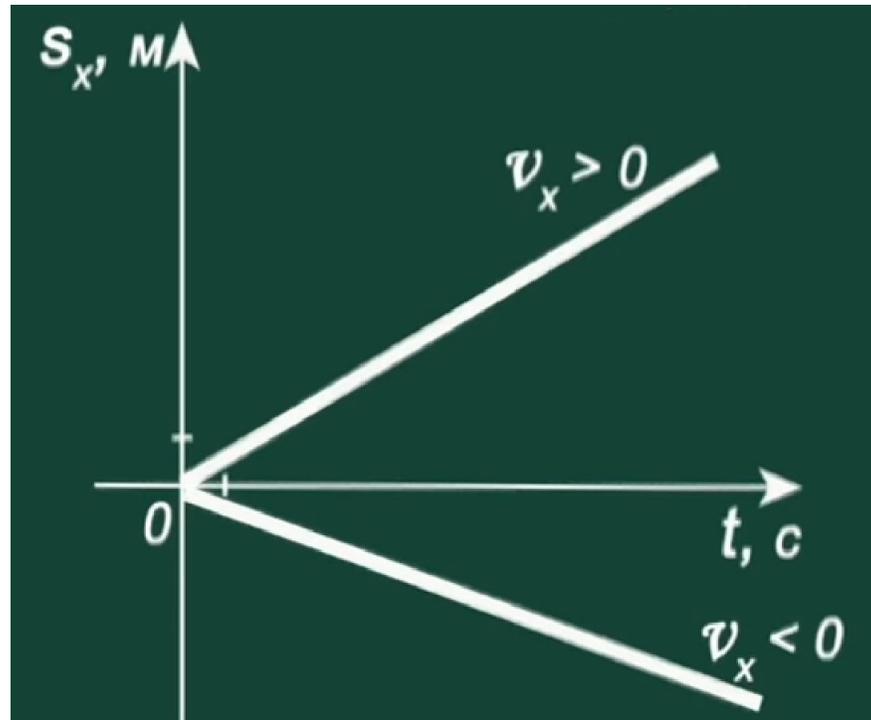
$$s_x = v_x t$$



# Графическое представление равномерного прямолинейного движения

2. График перемещения:

$$s_x = f(t) \quad s_x = v_x t \quad v = \text{const}$$

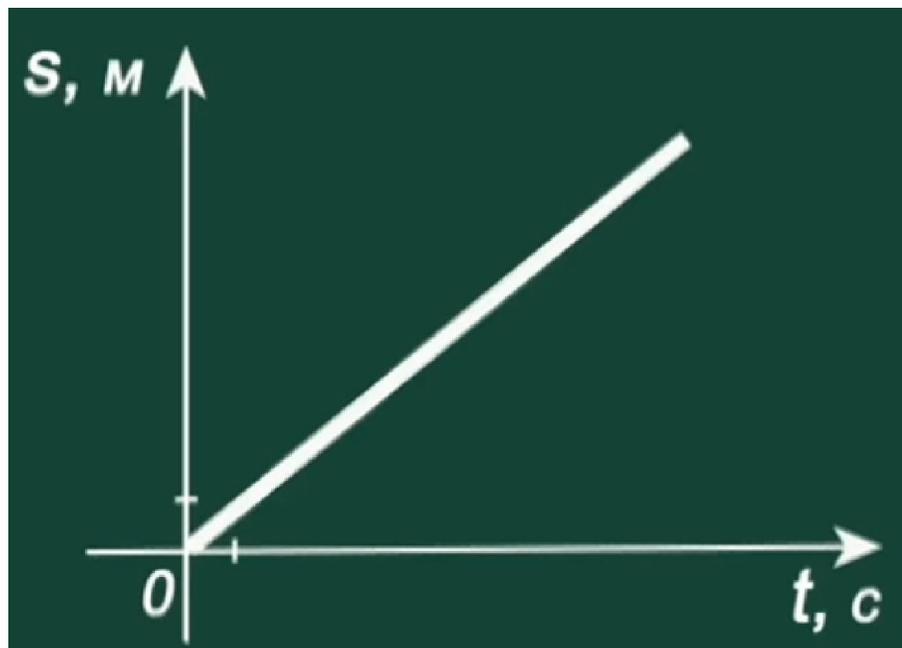


# Графическое представление равномерного прямолинейного движения

3. График пути:

$$s = f(t)$$

$$s = vt$$

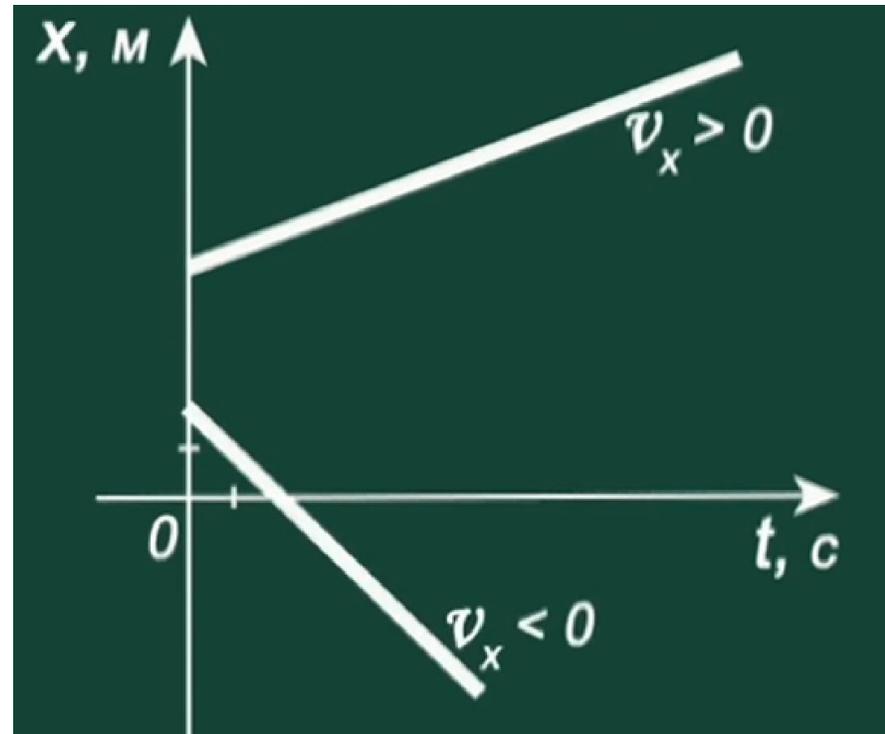


# Графическое представление равномерного прямолинейного движения

4. График координаты:

$$x = f(t)$$

$$x = x_0 + v_x t$$



**2.15.** На графике (рис. 3) представлена зависимость координаты положения тела от времени. Напишите уравнение зависимости  $x(t)$ .

**2.19.** Движения двух велосипедистов заданы уравнениями:  $x_1 = 5t$ ,  $x_2 = 150 - 10t$ . Найдите время и место встречи. Постройте графики зависимости  $x(t)$ .

**2.20.** В момент времени 1 с тело находилось в точке пространства с координатами  $x_0 = -2$  м,  $y_0 = 2$  м. К моменту времени 3 с тело переместилось в точку с координатами  $x = 3$  м,  $y = -3$  м. Определите скорость движения тела, если оно двигалось равномерно прямолинейно.

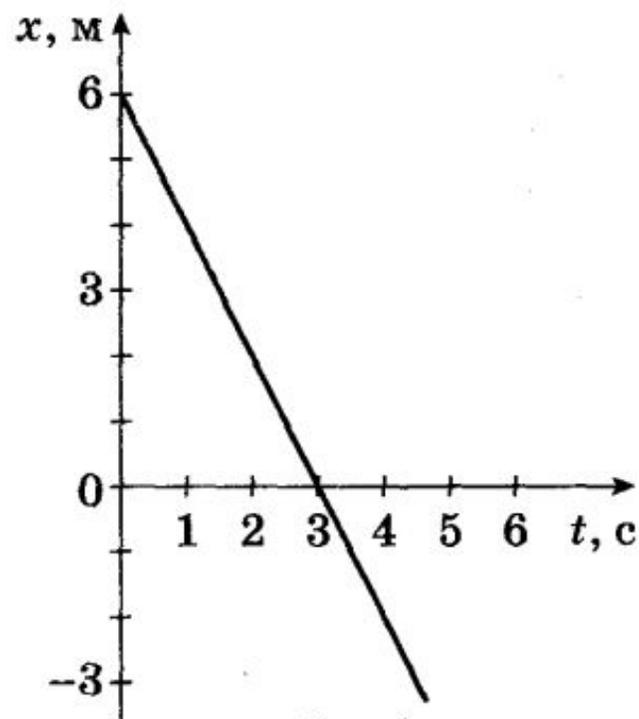


Рис. 3

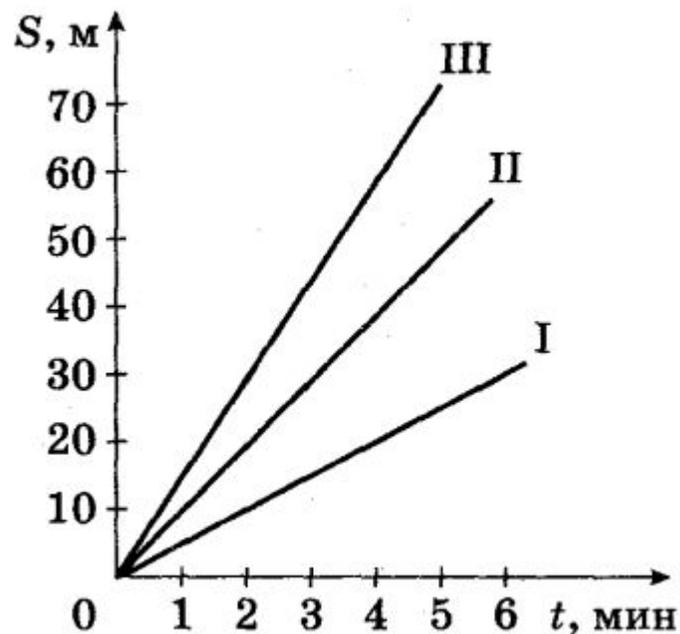


Рис. 4

2.17. На рис. 4 представлен график зависимости пройденного пути от времени для трех тел. Чему равна скорость третьего тела? Определите, во сколько раз скорость второго тела больше, чем первого.

2.29. Опишите движение двух автомобилей, представленное графиками зависимости координаты от времени (рис. 5). Найдите расстояние между автомобилями в момент начала движения; скорость каждого автомобиля; время, через которое они встретились; путь, пройденный каждым автомобилем до встречи.

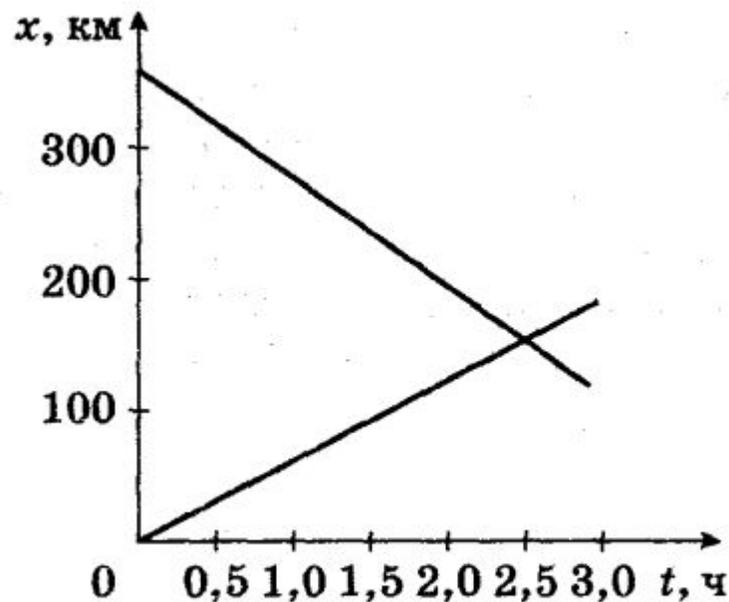


Рис. 5

# Домашнее задание

- Учить определения, задачи



# Свободное падение тел



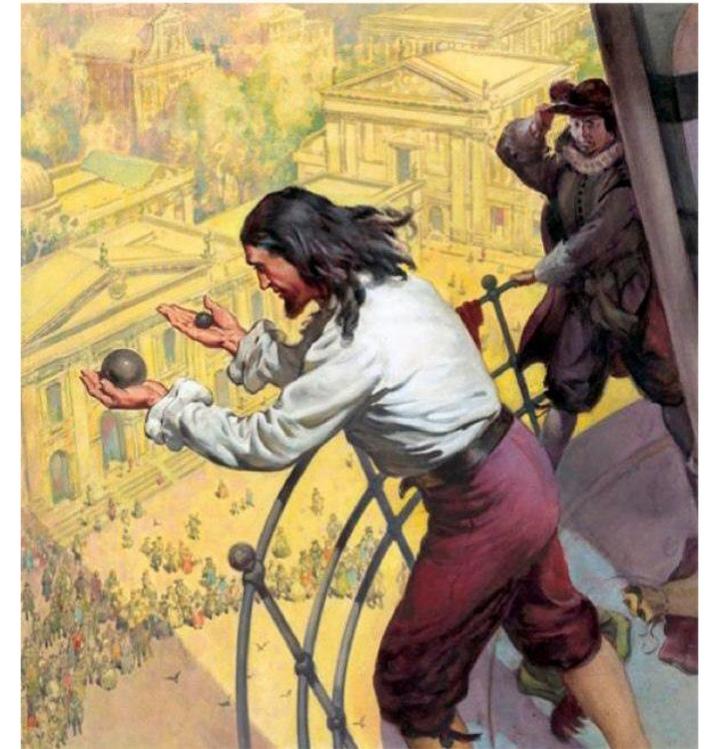
- Свободное падение - вид движения, при котором тело движется только под действием силы тяжести

При таком движении мы считаем, что **сопротивление воздуха отсутствует** или настолько мало, что им можно пренебречь

Все тела независимо от их массы в отсутствие сил сопротивления воздуха падают на Землю с одинаковым ускорением – ускорением свободного падения.

- Галилео Галилей – экспериментально доказал, что расстояние, которое проходит тело под действием ускорения свободного падения пропорционально квадрату времени движения
- Роберт Бойль – наблюдал синхронное падение предметов в сосуде, из которого откачан воздух
- Христиан Гюйгенс – измерил ускорение свободного падения на Земле
- Д. Скотт и Дж. Ирвин – наблюдали синхронное падение птичьего пера и молотка на поверхность Луны

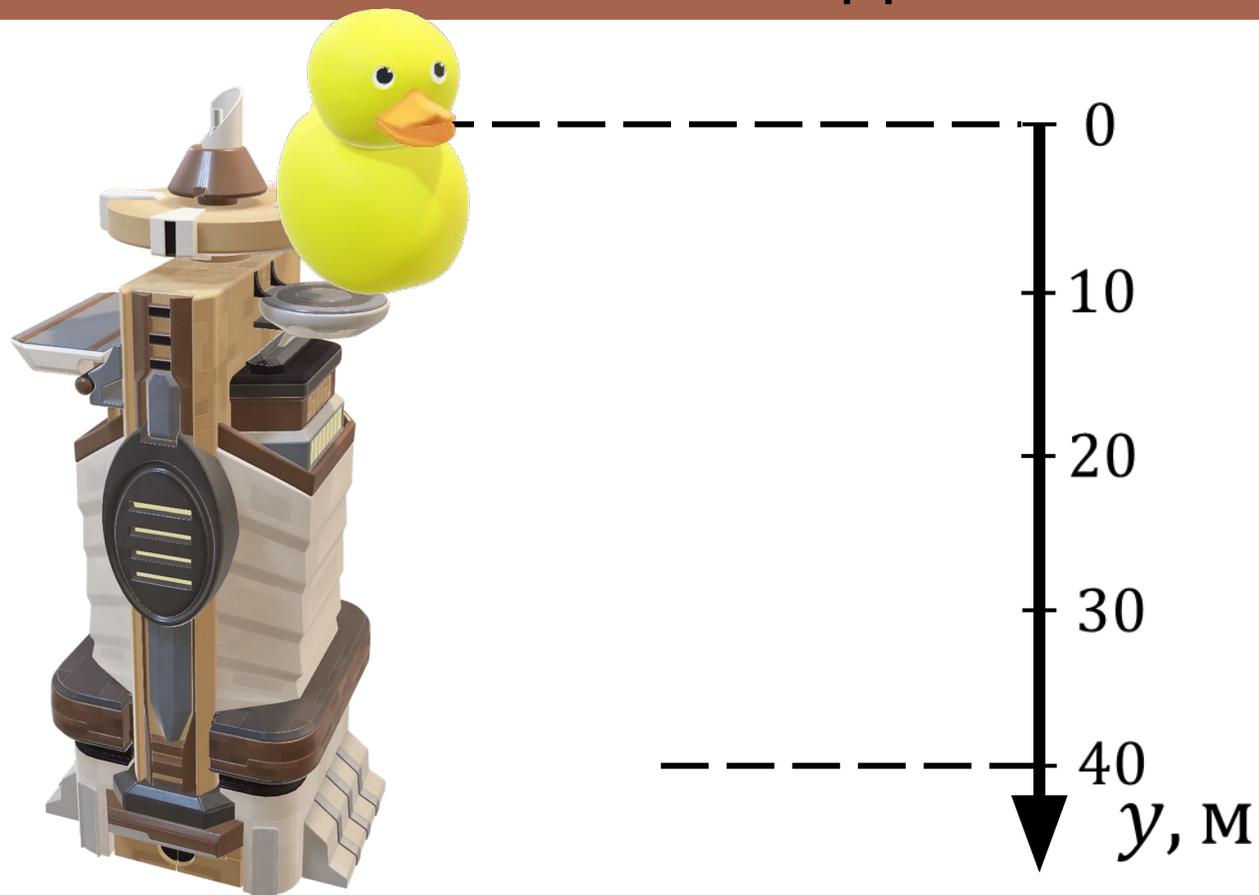
**-А Галилей выйдет?  
-Нет  
-А скиньте шарики  
разной массы**



- Движение тел вдоль вертикальной оси принято описывать используя ось ОУ

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

МЫ САМИ ВЫБИРАЕМ УДОБНОЕ НАМ НАПРАВЛЕНИЕ ОСИ



# На самом деле

- Из-за наличия воздуха предметы достигают поверхности земли не строго по закону:

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

В таком случае необходимо учитывать потери энергии, возникающие при трении о воздух

Такое движение является сложным, поэтому общего уравнения для него нет, однако скорости для некоторых предметов (учитывающие сопротивление воздуха) были экспериментально получены  
(стр.48 таблица 6)

При падении в атмосфере Земли скорость тела возрастает в течение нескольких первых секунд, а затем остаётся постоянной

*Таблица 6*

Скорость падения различных тел с большой высоты на Землю

Падающее тело	Скорость падения на Землю, м/с
Перо птицы	0,4
Лист бумаги	0,5
Снежинка	1
Параютист (раскрытый парашют)	7
Монета	9
Параютист (нераскрытый парашют)	60
Большой камень	100
Пуля (крупного калибра)	200

*(Информация несёт ознакомительный характер)*

# Кинематика периодического движения



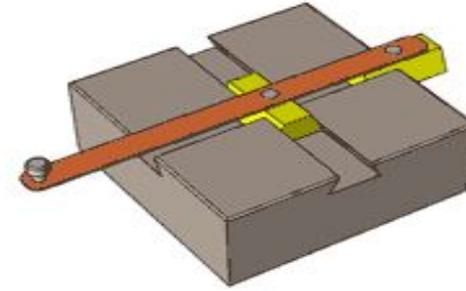
Периодическое движение – движение, повторяющееся через равные промежутки времени.

## Виды периодического

**ДВИЖЕНИЯ**  
Вращательное

Колебательное

**Вращательное движение материальной точки - движение в одном направлении по плоской (или пространственной) замкнутой траектории.**



**Колебательное движение материальной точки - движение вдоль одного и того же ограниченного интервала с изменением направления движения.**



**Важнейшей характеристикой такого движения является период.**

**Период - минимальный интервал времени, через который движение повторяется.**

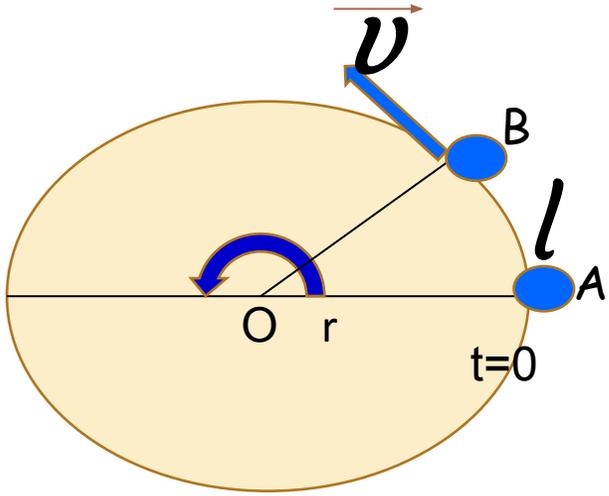
**T - период**

$$[T] = [c]$$

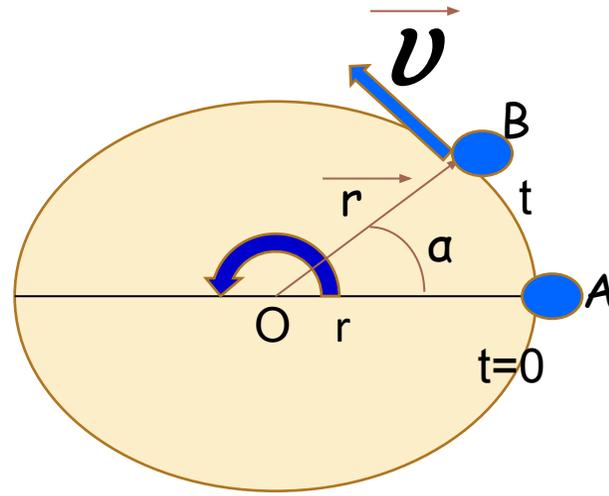
# 1) Криволинейное движение

- любое криволинейное движение можно представить как движение по отрезкам прямых и дугам окружностей

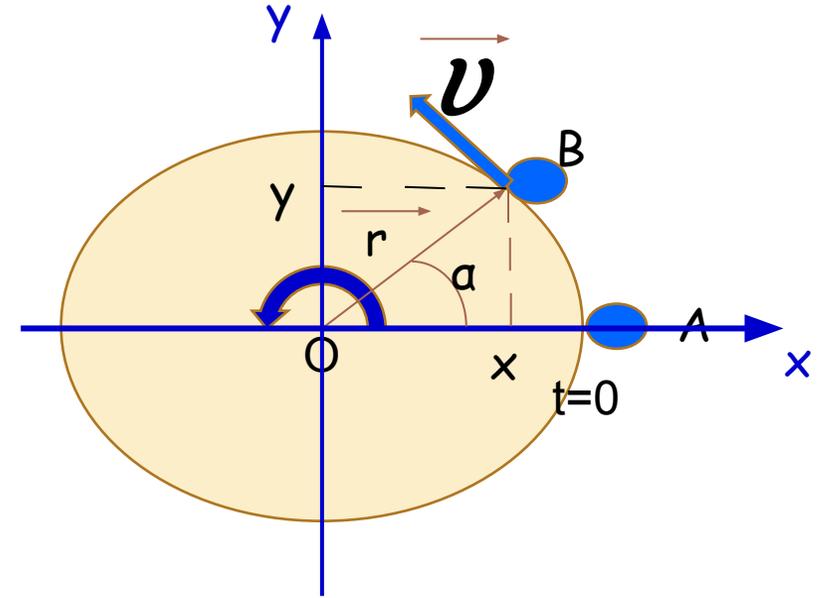




Определение положения  
частицы по пройденному  
ею пути  $l$  по  
окружности



Определение положения  
частицы по углу поворота  
 $\alpha$  радиуса-вектора  $r$   
относительно его  
начального положения



Определение положения  
частицы на окружности с  
помощью закона движения  
в координатной форме  
 $x(t)$ ,  $y(t)$

# **Кинематические характеристики движения**

$$T = \frac{l}{v} \quad T = \frac{2\pi R}{v}$$

**Период вращения  $T$  - время  
одного оборота по окружности**