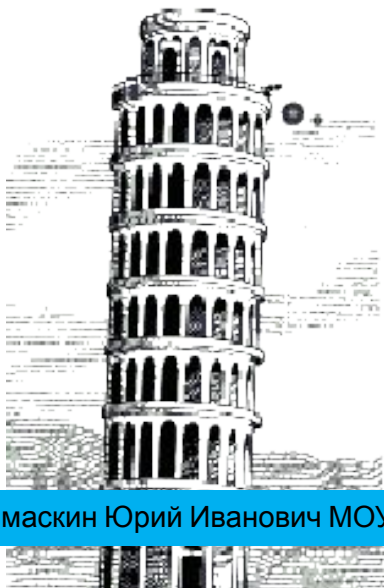


# Кинематика



## Автор презентации «Кинематика»



**Помаскин Юрий Иванович** -  
учитель физики МОУ СОШ№5  
г. Кимовска Тульской области.

Презентация сделана как учебно-наглядное пособие к учебнику «Физика 10» авторов Г.Я. Мякишева, Б.Б.Буховцева, Н.Н. Сотского. Предназначена для демонстрации на уроках изучения нового материала

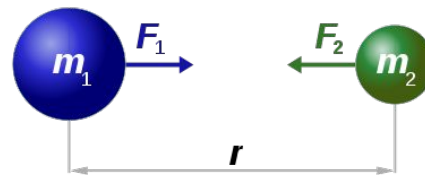
### Используемые источники:

- 1) Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский «Физика 10», Москва, Просвещение 2008
- 2) Н.А. Парфентьева «Сборник задач по физике 10-11», Москва, Просвещение 2007
- 3) А.П. Рымкевич «Физика 10-11» (задачник) Москва, Дрофа 2001
- 4) Фото автора
- 5) Картинки из Интернета (<http://images.yandex.ru/>)

# Механическое движение

- Механика – наука об общих законах движения тел.
- **Механическим движением** называется *перемещение тел или частей тел в пространстве относительно друг друга с течением времени*

# Границы применимости классической механики Ньютона

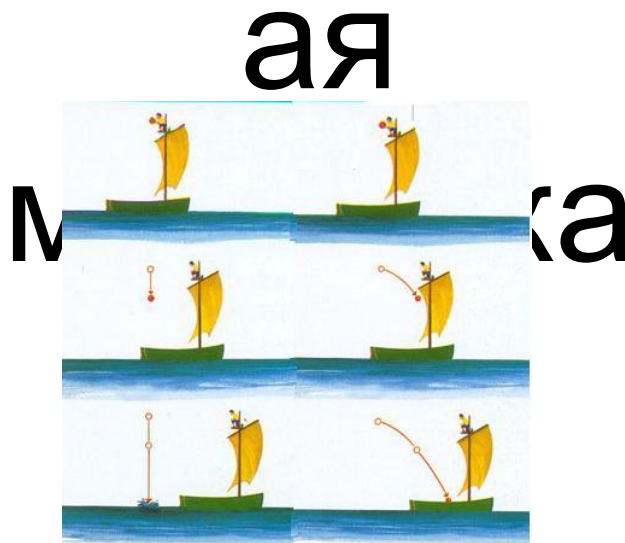
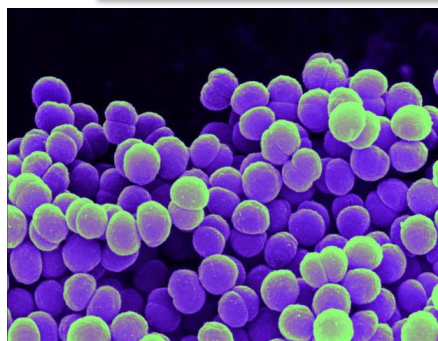


$$F_1 = F_2 = G \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$

$R \leq R$  атома

Классическая

$v \ll c$



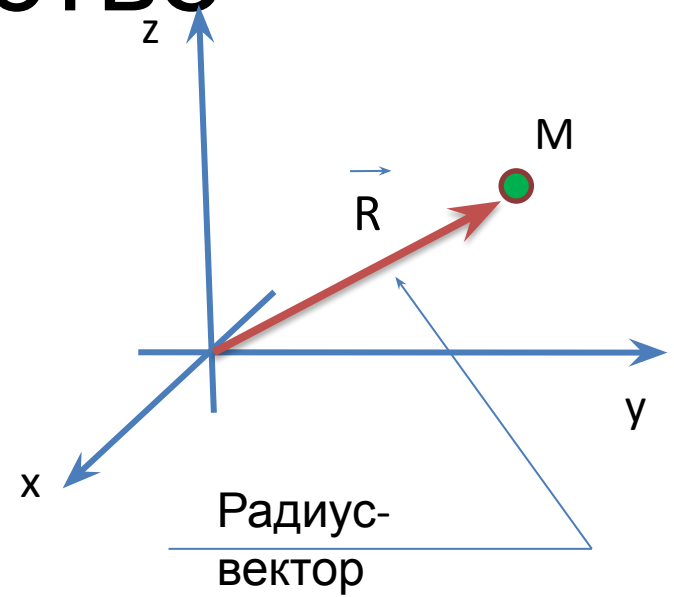
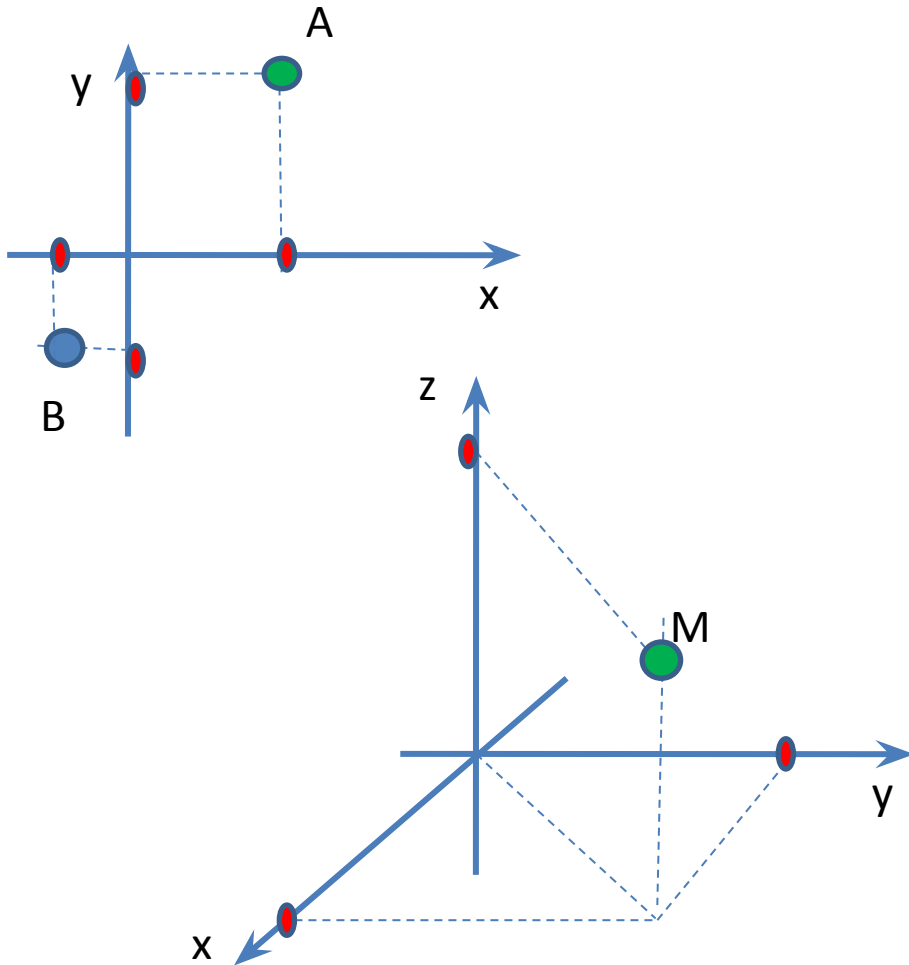
# Что такое кинематика

В **кинematике** изучают движение тел **не рассматривая причин**, определяющих эти движения

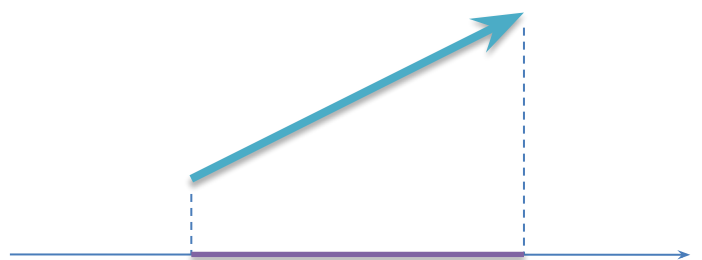
Описать движение тела – это значит указать способ определения его положения в пространстве в любой момент времени

Движение тел , которые мы можем считать точками – первая модель движения реального тела

# Положение точки в пространстве



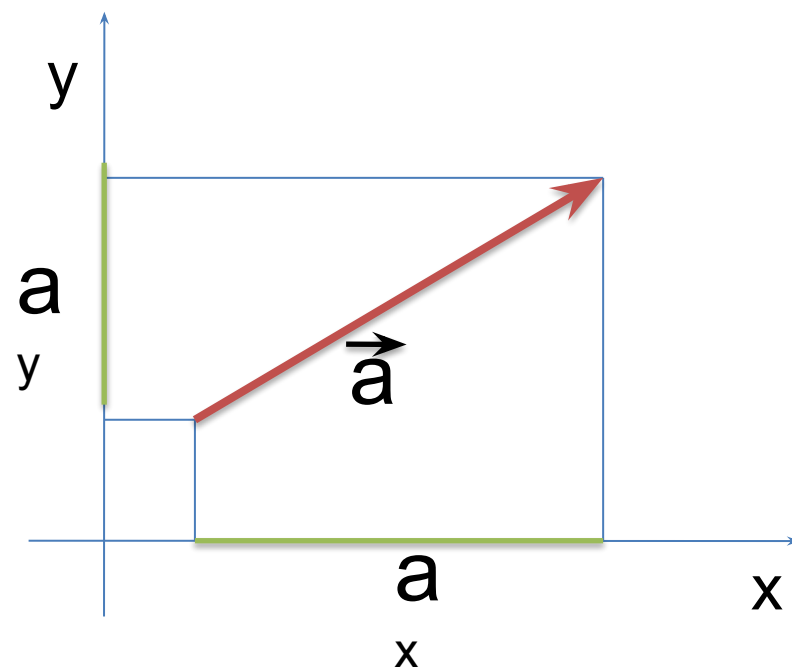
# Вектор и его проекции на ось



Проекция  
положительная

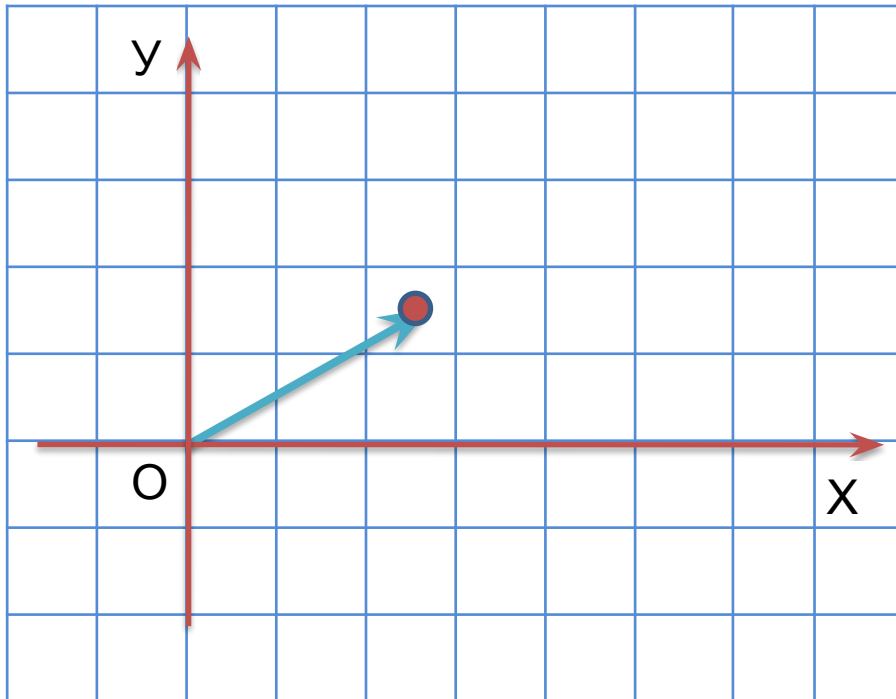


Проекция  
отрицательная



$$a^2 = a_x^2 + a_y^2$$

# Вектор и его проекции на ось координат

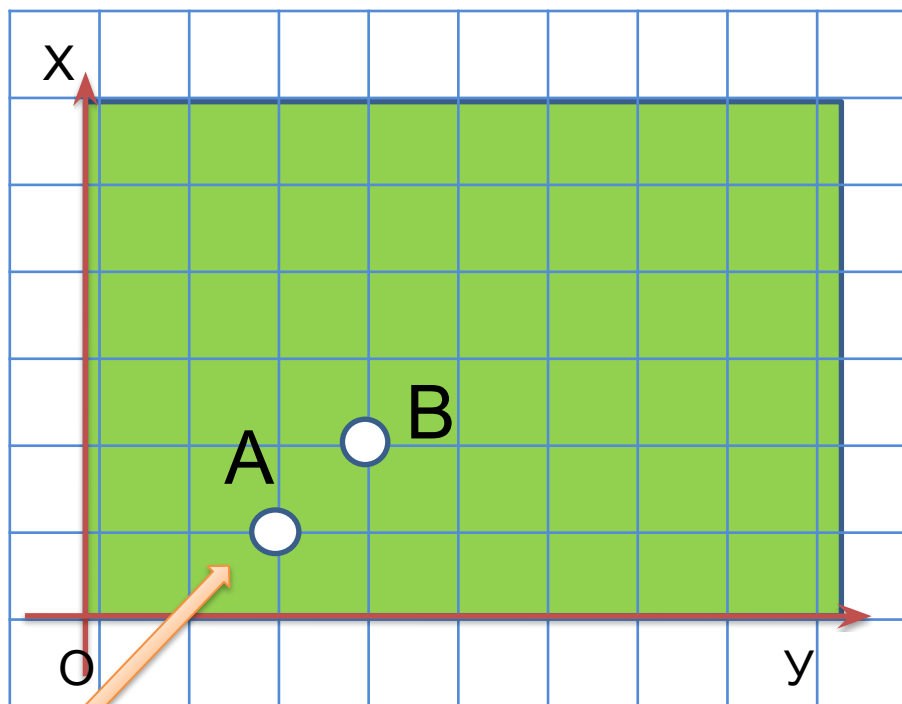


## Задача №1

Определите координаты материальной точки на плоскости  $XOY$ , если радиус-вектор, определяющий ее положение, составляет угол  $30$  градусов с осью  $OX$ , а его модуль равен  $3$  м.

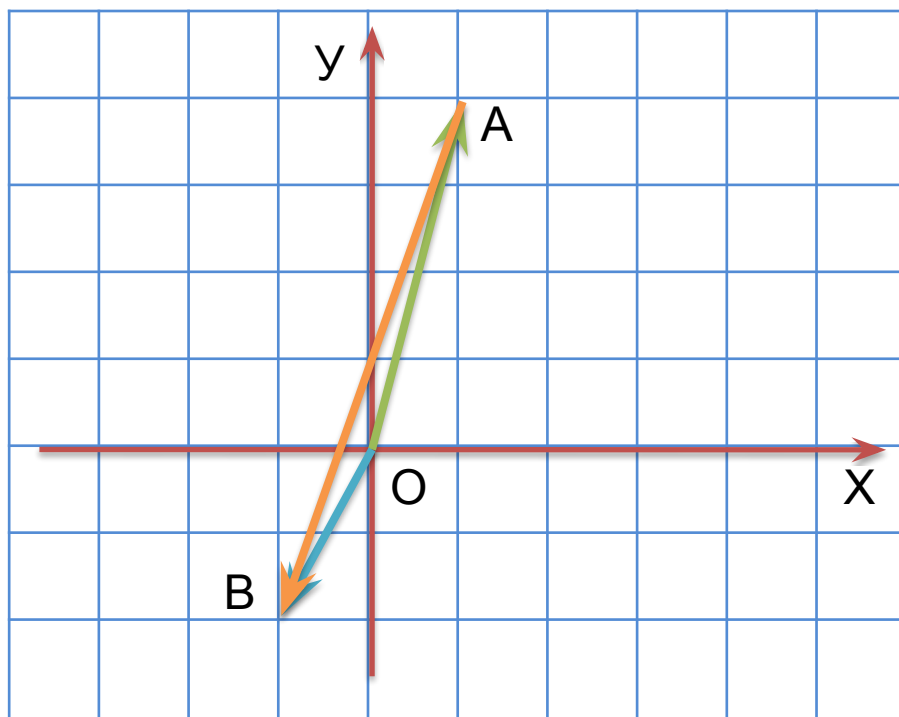


**Задача**  
**№2**



Координаты двух шаров на биллиардном столе  $A(1;2)$  и  $B(2;3)$ . Ось  $Ox$  направлена вдоль короткого края стола, а начало координат совмещено с углом стола. Определите : 1) расстояние между шарами; 2) под каким углом надо направить кий, чтобы при ударе ближний шар попал в дальний?

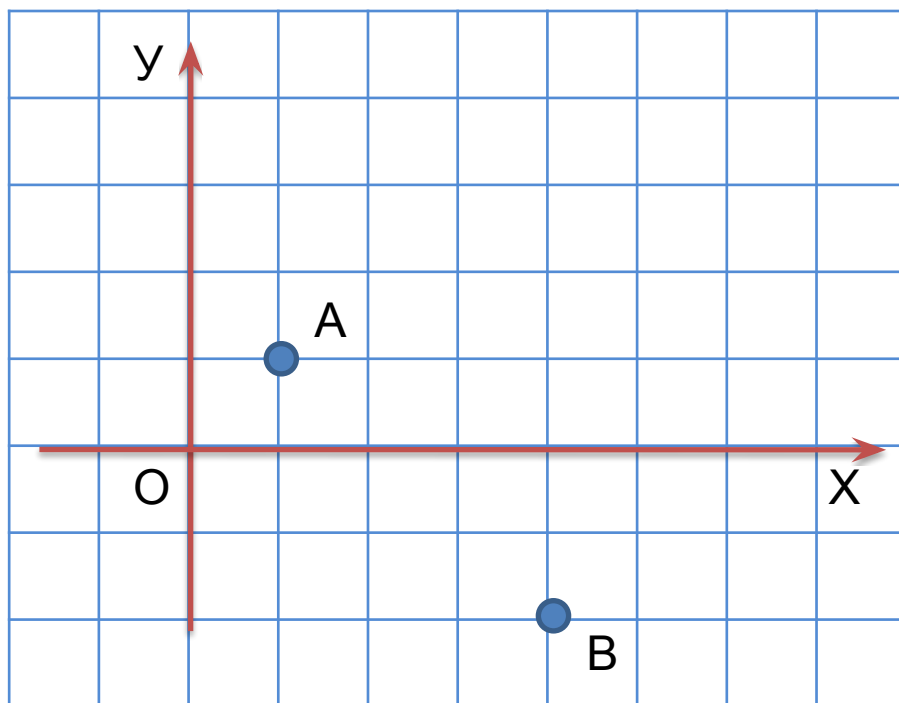
**Задача**  
**№3**



На плоскости  $XOY$  проведите радиус-вектор, определяющий положение точки  $A(1,4)$  и радиус – вектор, определяющий положение точки  $B(-1,-2)$ . Определите проекции на оси  $OX$  и  $OY$  радиус-вектора, проведенного из точки  $A$  в точку  $B$ .

## Задача

### №4

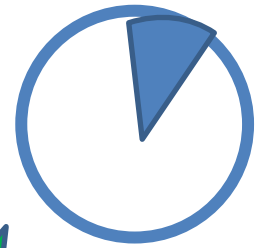


Точка А имеет координаты  $(1\text{м}; 1\text{м})$ , точка В  $(4\text{м}; - 2\text{м})$ .  
Определите модуль вектора, соединяющего точки А и В, его проекции на оси  $Ox$  и  $Oy$ , а также угол, который он составляет с осью  $Ox$ .

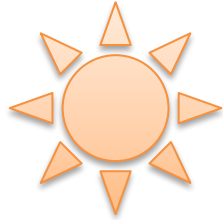
# Траектория движения



# Система отсчета

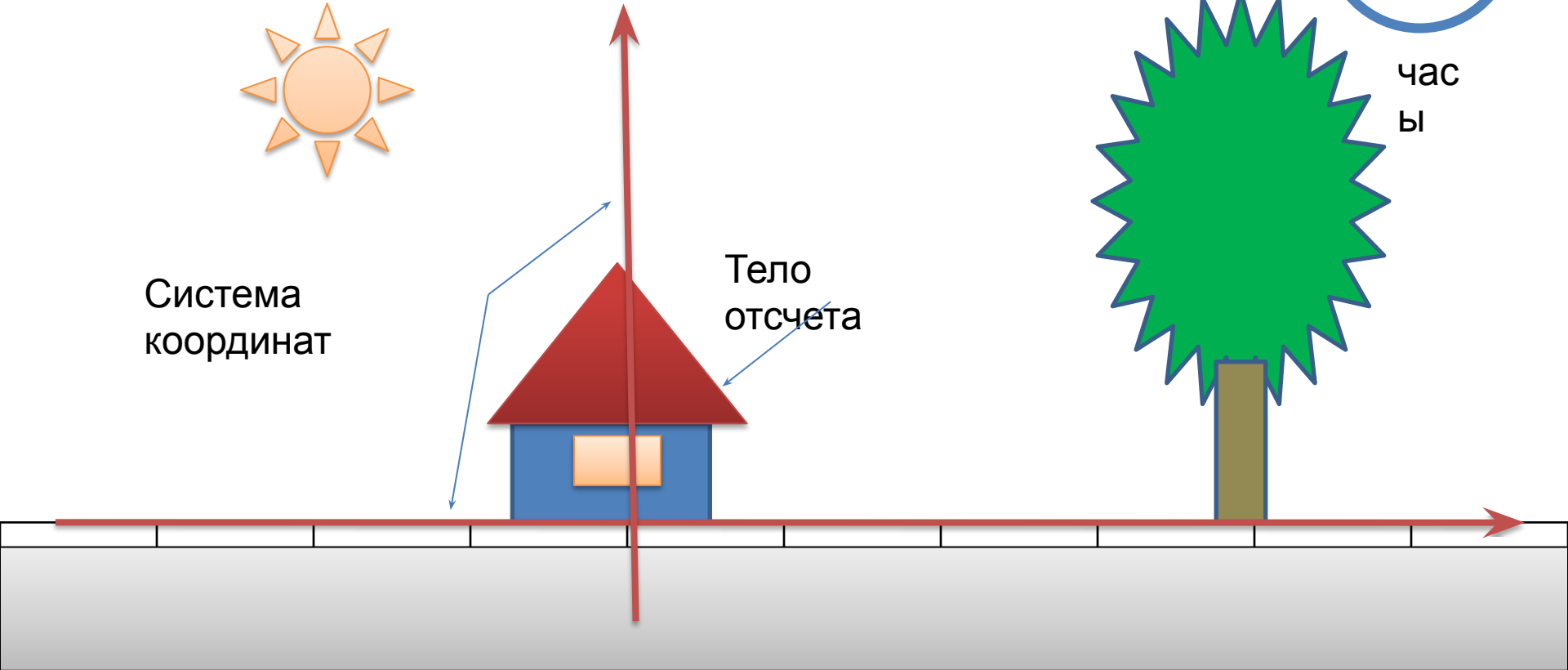


час  
ы

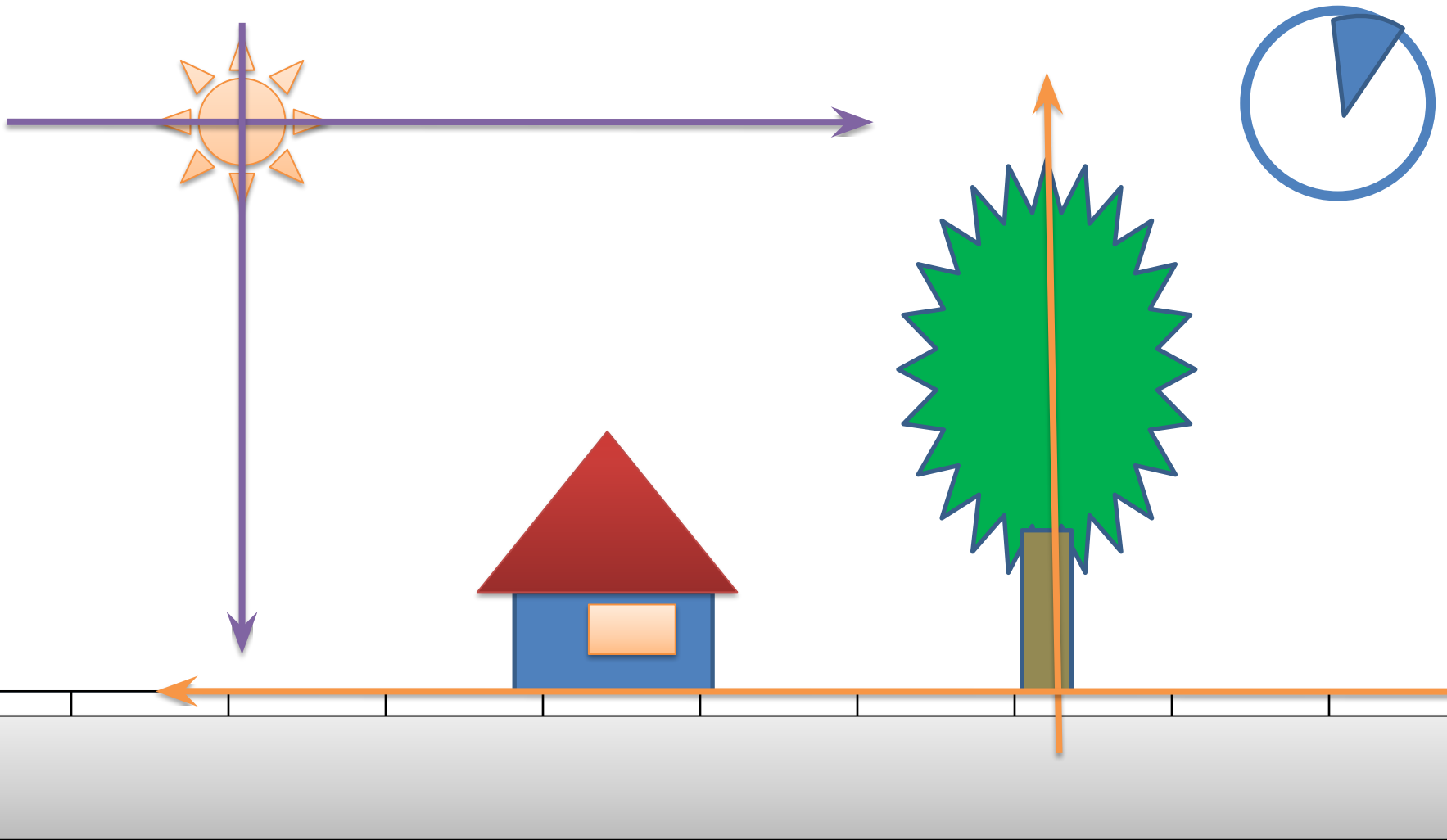


Система  
координат

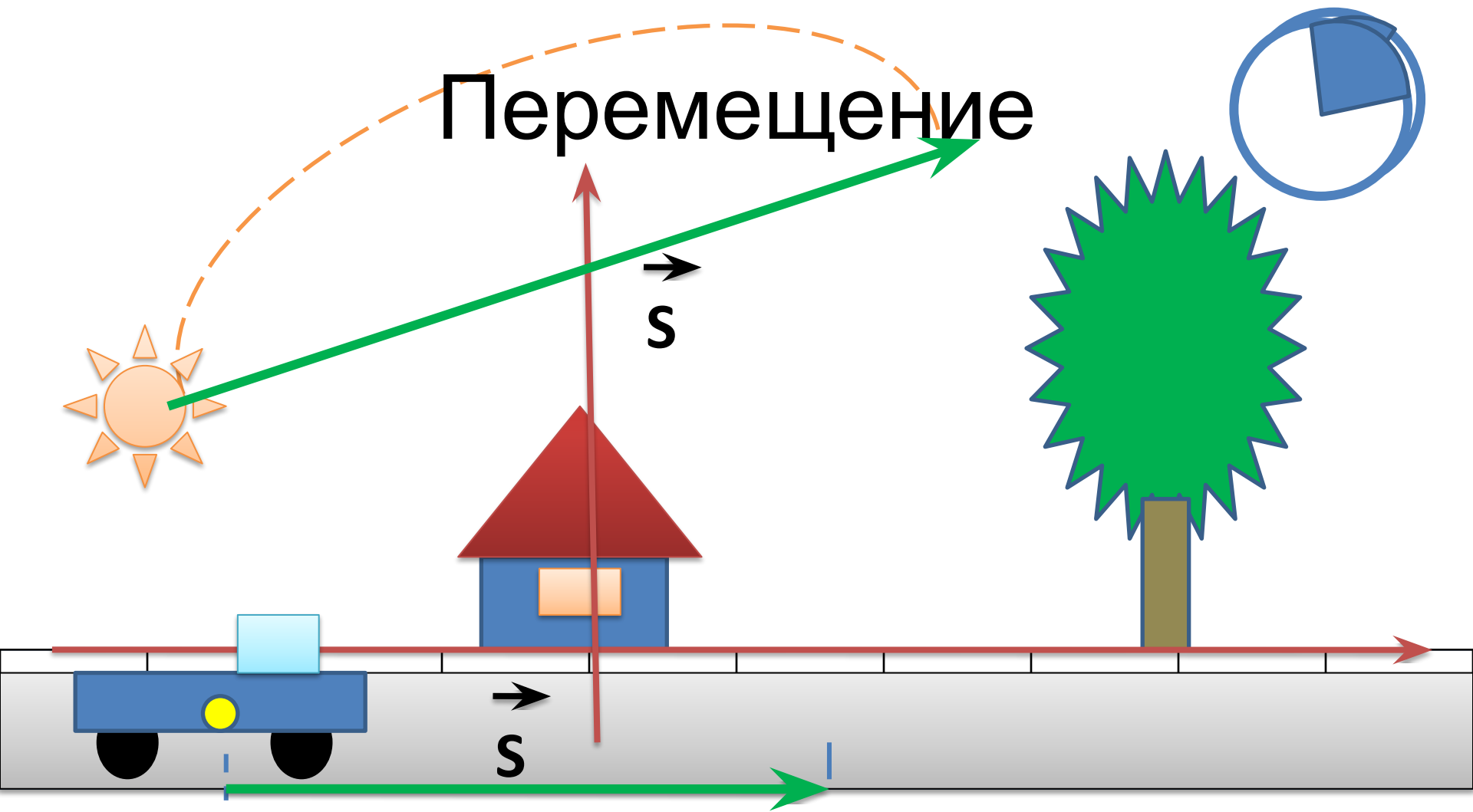
Тело  
отсчета



**Совокупность тела отсчета, связанной с ним системы координат и часов называют системой отсчета**

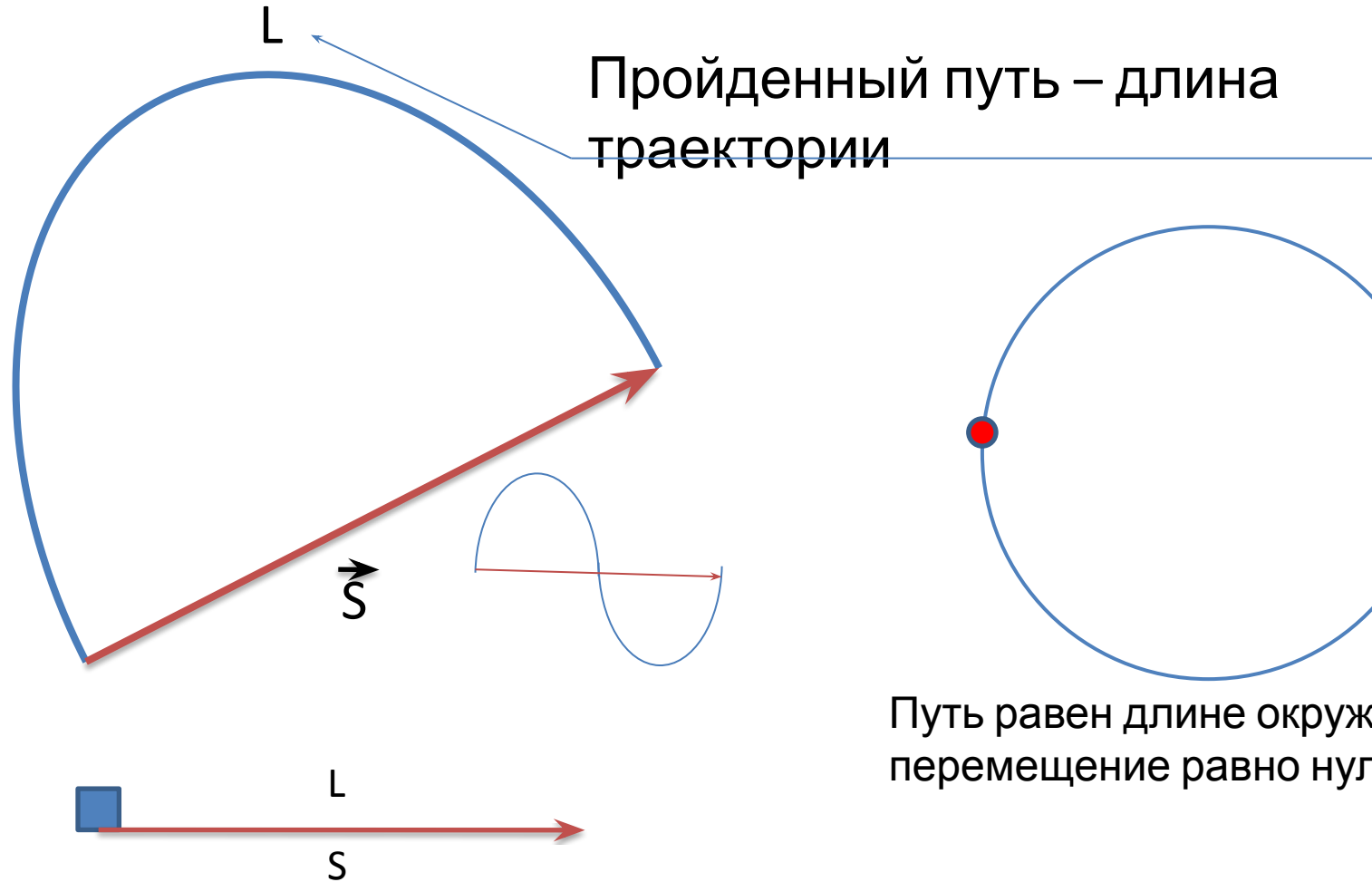


**Выбор системы отсчета зависит от решаемой задачи (выбирают наиболее удобную для каждого конкретного случая)**



**Направленный отрезок проведенный изначального положения тела в его конечное положение, называется вектором перемещения**

# Перемещение и пройденный путь



Только при одностороннем прямолинейном движении путь совпадает с

**Путь-величина скалярная (число),**

**Перемещение – величина**



# Перемещение при векторном способе описания движения



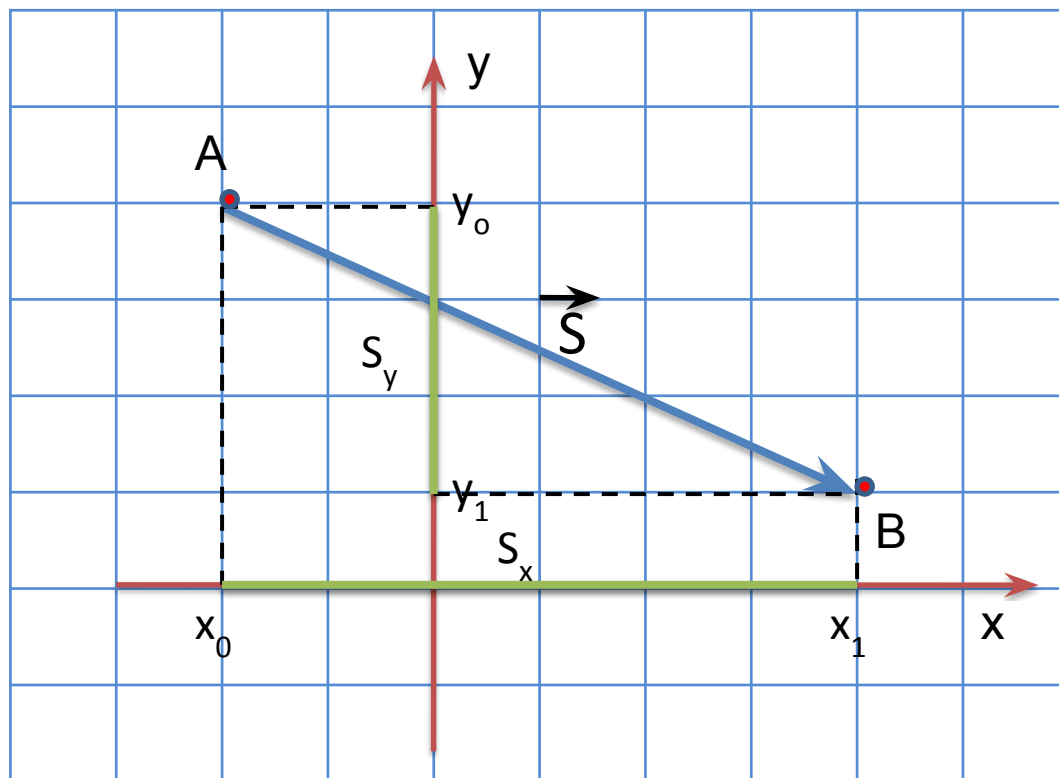
$$\vec{\Delta R} = \vec{R2} - \vec{R1}$$

Перемещение равно изменению радиуса-вектора движущегося тела



**S** - Другое обозначение вектора перемещения

# Связь проекции вектора перемещения с координатами

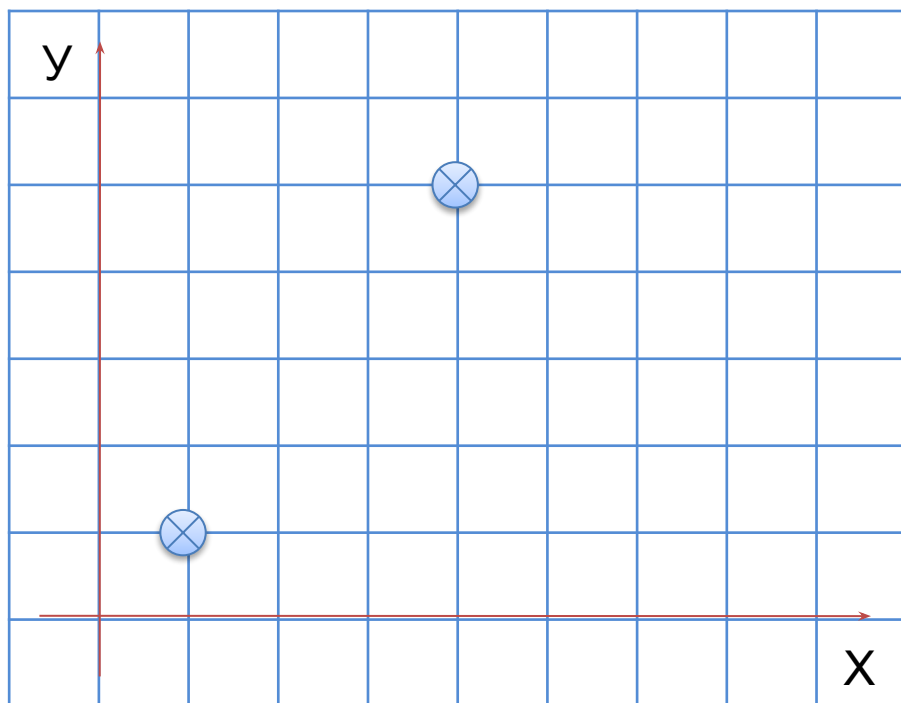


$$S_x = x_1 - x_0 > 0$$

$$S_y = y_1 - y_0 < 0$$

Проекция вектора перемещения на ось равна разности конечной и начальной координаты по этой оси

**Задача**  
**№5**



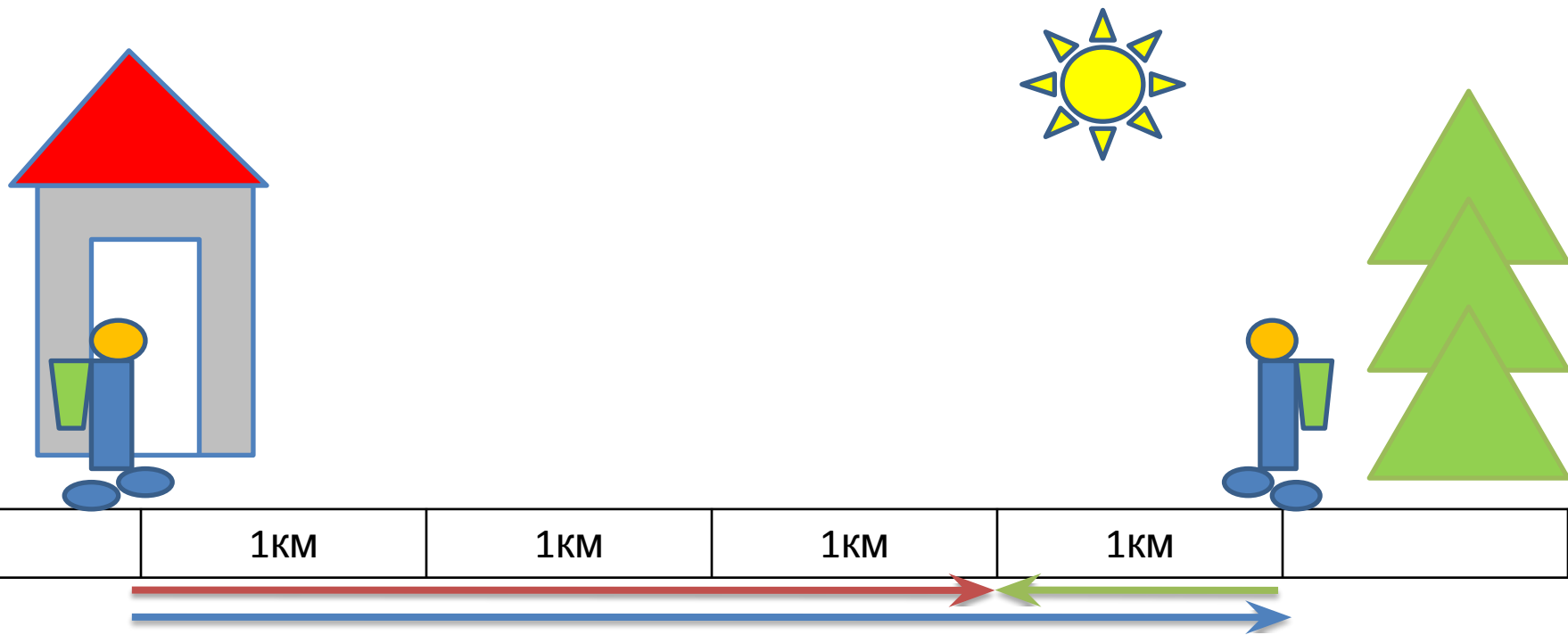
**Определить модуль  
перемещения мячика,  
движущегося по плоской  
поверхности из точки с  
координатами (1м; 1м) в точку  
с координатами (4м; 5м)**

## Задача

### №6

Турист прошел по прямому шоссе 4 км, а затем вернулся назад и прошел 1 км.

Определите длину пути и перемещение туриста.

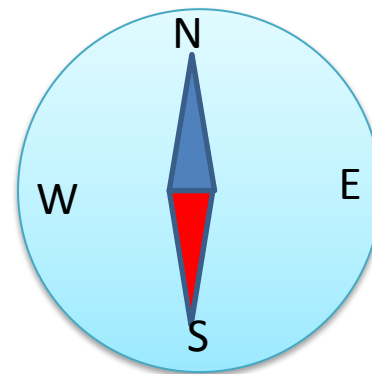
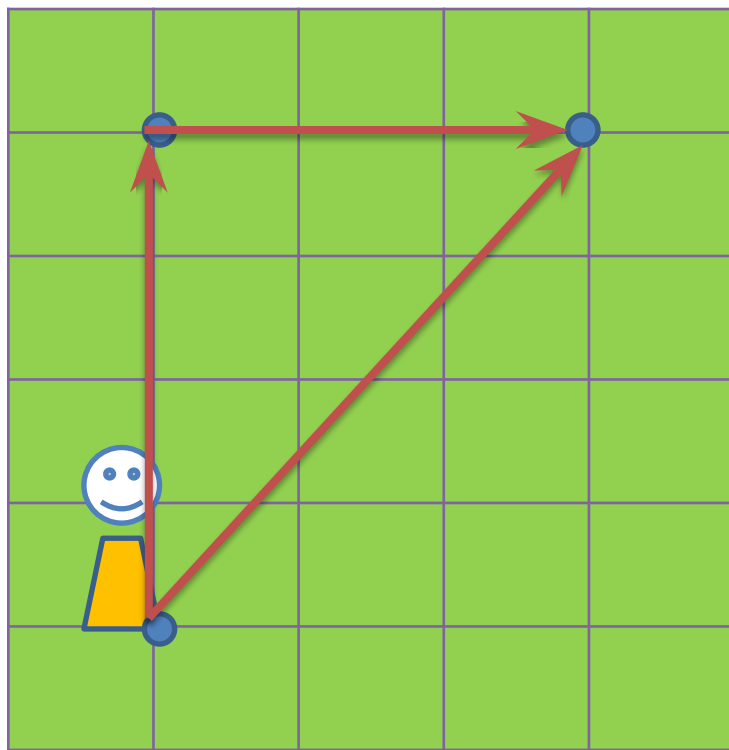


## Задача

### №7

Пешеход прошел 4 км строго на север, а затем 3 км на восток.

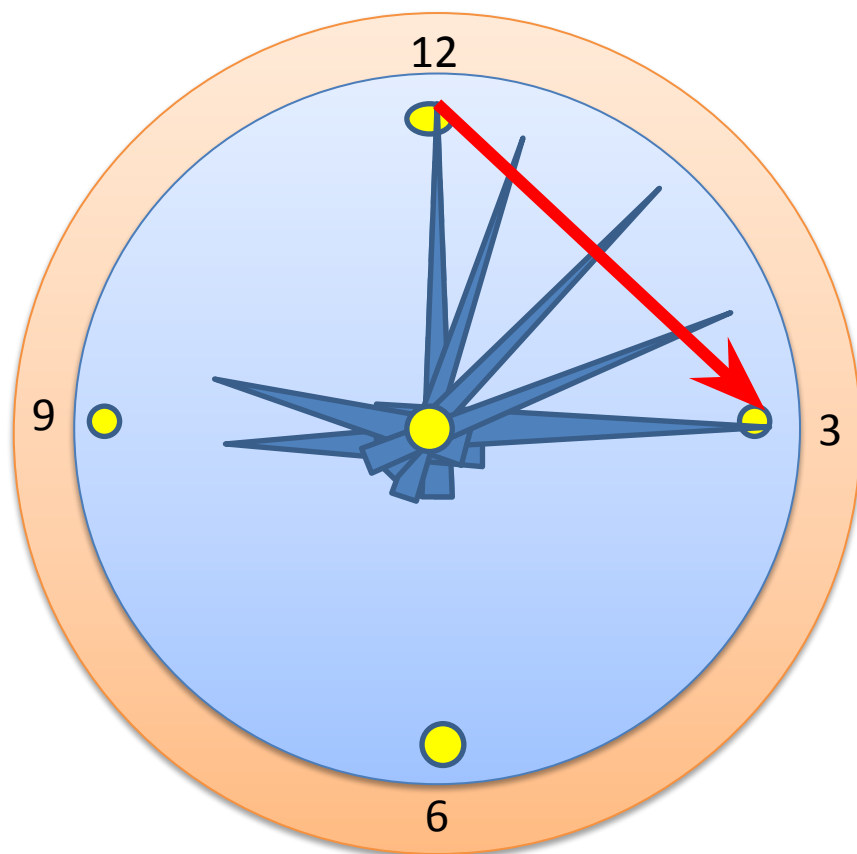
Определите длину пути и модуль перемещения пешехода.



## Задача

### №8

Определите модуль перемещения минутной стрелки часов за 15 минут. Длина стрелки 1 см

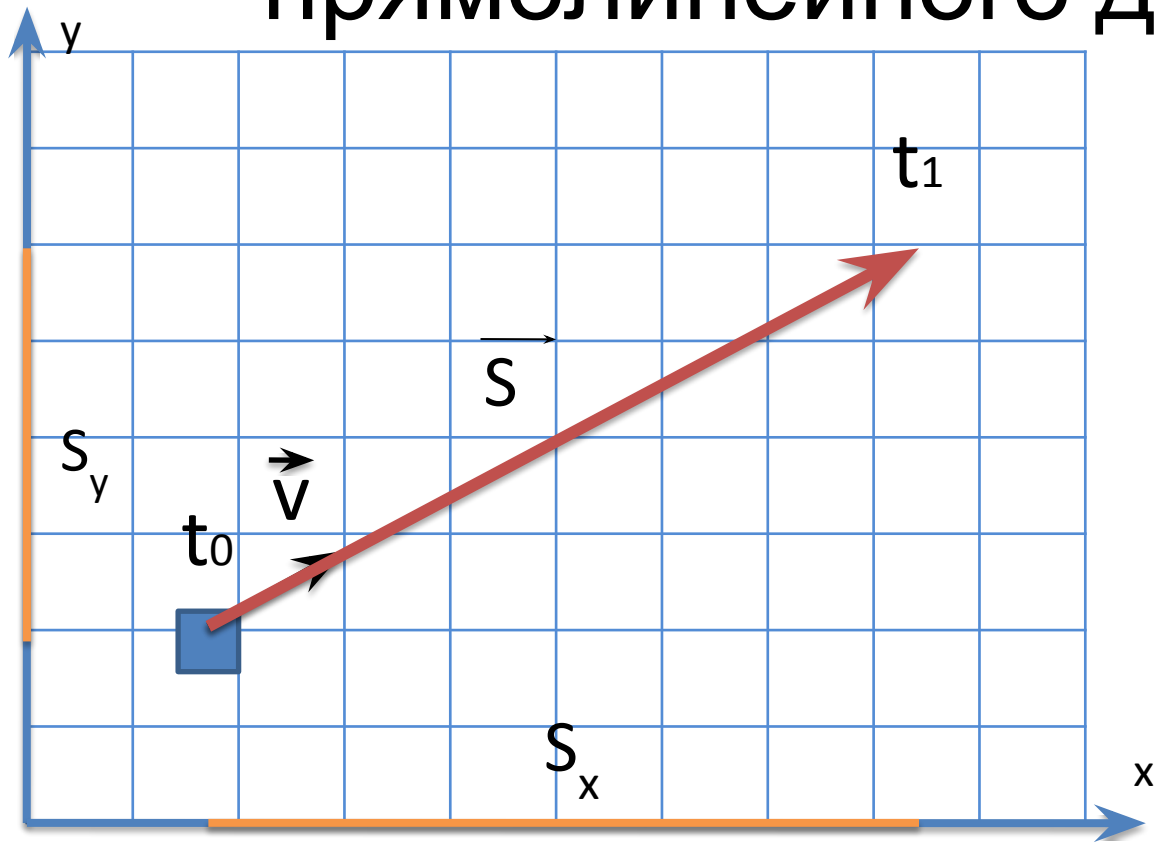


# Равномерное прямолинейное движение

Движение тела (точки) называется равномерным, если оно за любые



# Скорость равномерного прямолинейного движения



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

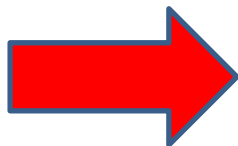
$$v_x = \frac{s_x}{\Delta t}$$

$$v_y = \frac{s_y}{\Delta t}$$

Скоростью равномерного прямолинейного движения тела называется величина равная отношению его перемещения к промежутку времени в течение которого это перемещение произошло



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



$$\vec{S} = \vec{v} t$$
$$S_x = v_x t$$
$$S_y = v_y t$$

Перемещение тела при равномерном прямолинейном движении равно произведению скорости тела на время его движения

# Основные свойства скорости

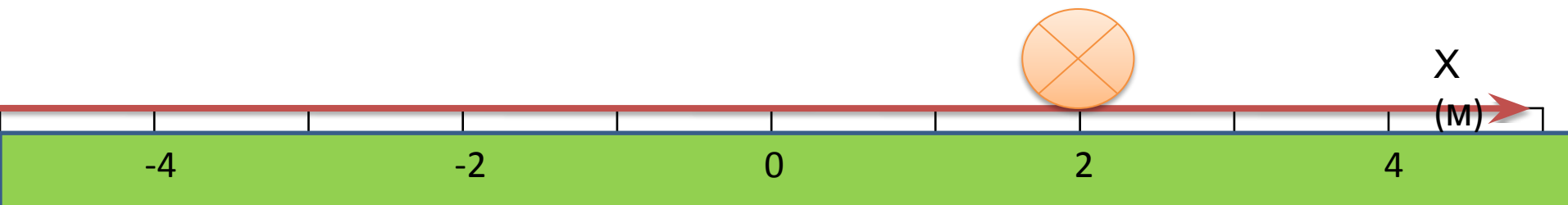
- Скорость величина векторная, то есть она имеет направление (вектор скорости совпадает по направлению с вектором перемещения).
- Скорость равномерного движения показывает какое перемещение совершает тело в единицу времени.
- В системе «СИ» скорость измеряется в (м/с)

## Задача

### №9

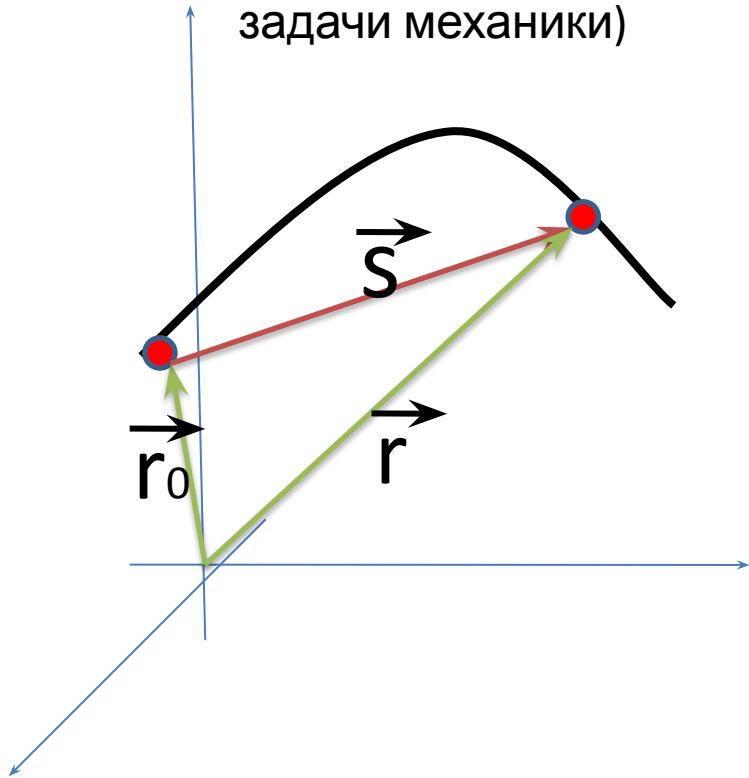
Координата мяча , равномерно катящегося по прямой совпадающей с осью  $Ox$ , изменилась от  $x_1 = 2\text{ м}$  до  $x_2 = -4\text{ м}$  за время , равное  $2\text{ с}$ . Определите скорость мяча (проекцию скорости на ось  $Ox$ )

0.02



# Уравнение равномерного прямолинейного движения

Уравнение движения устанавливает зависимость положения тела от начальных условий и времени (оно дает решение главной задачи механики)



$$\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{s}$$

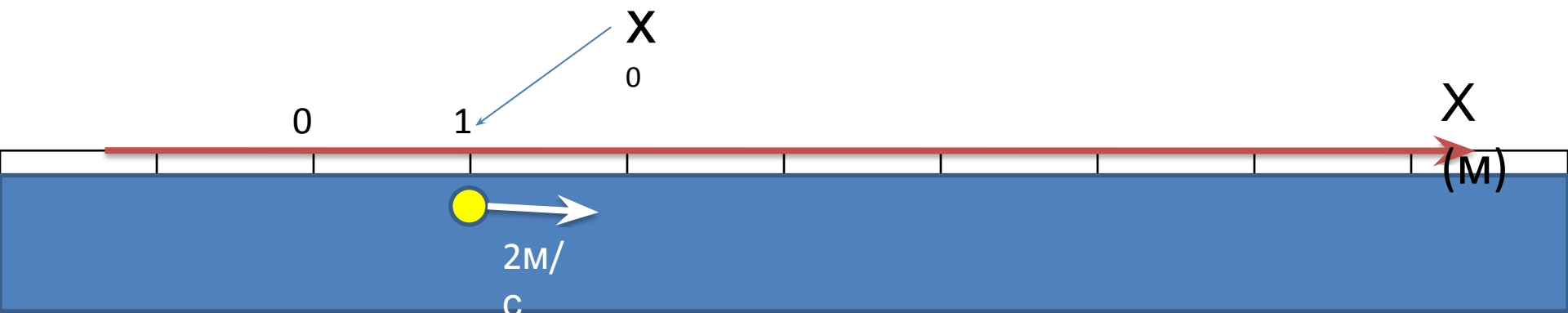
$$\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}t$$

$$x = x_0 + v_x t$$
$$y = y_0 + v_y t$$

## Задача

### №10

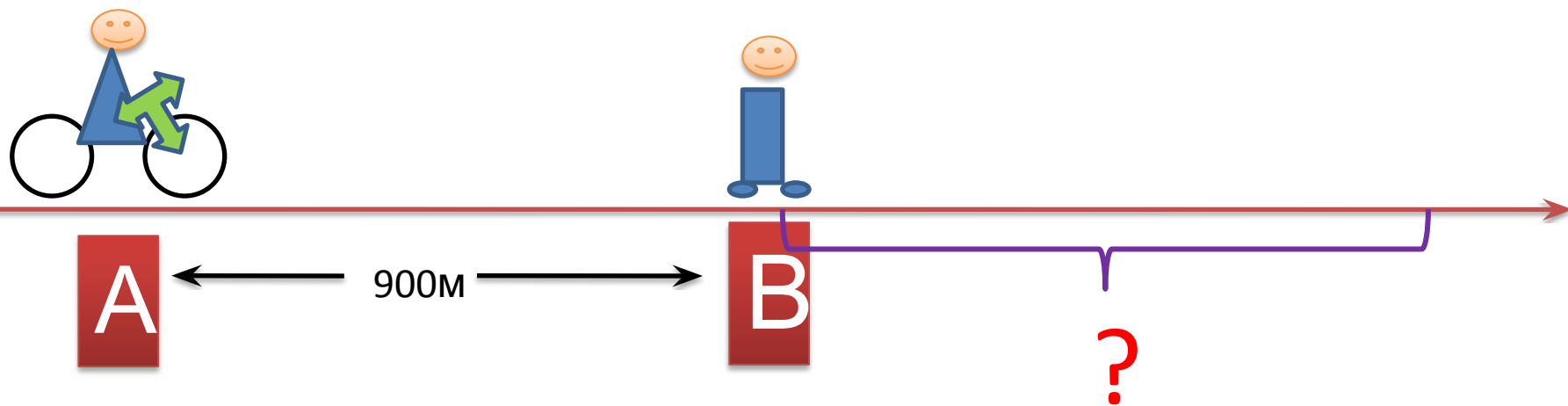
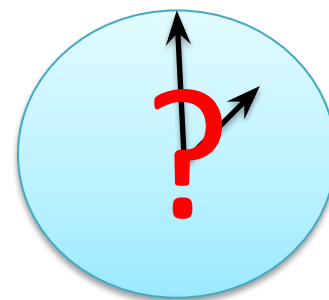
Запишите уравнение движения точки в векторной и скалярной формах, если она движется в положительном направлении оси  $Ox$  со скоростью  $2 \text{ м/с}$ . В начальный момент времени точка находилась на расстоянии  $1 \text{ м}$  от начала координат



## Задача

### №11

Из пункта А выезжает велосипедист со скоростью 18 км/ч. Одновременно с ним из пункта В, находящемся на расстоянии 900 м от пункта А, выходит пешеход со скоростью 9 км/ч. Через какое время велосипедист догонит пешехода? Какое расстояние пройдет за это время пешеход?

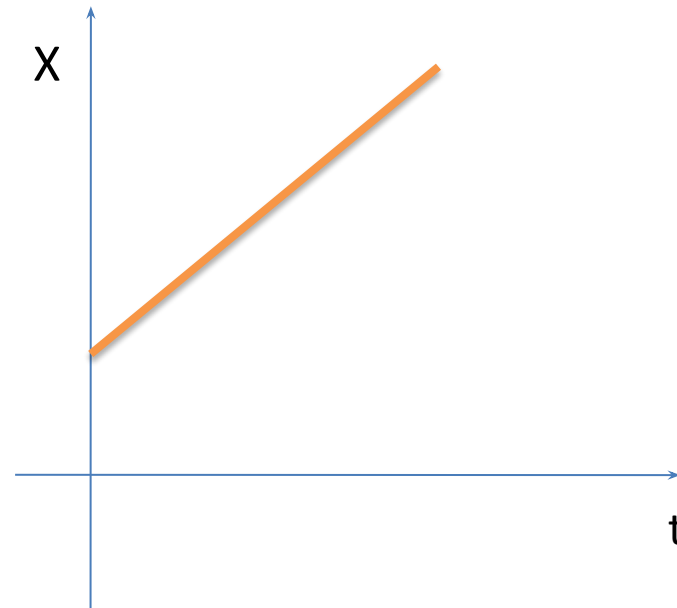
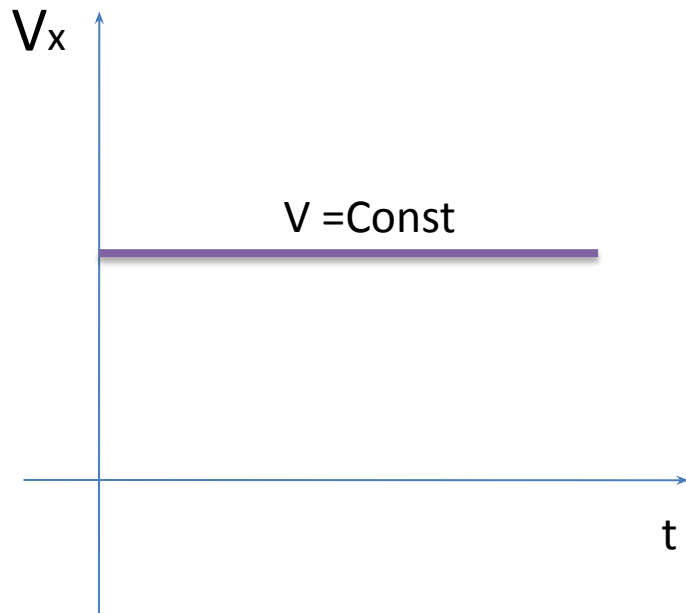


# Графическое представление ДВИЖЕНИЯ

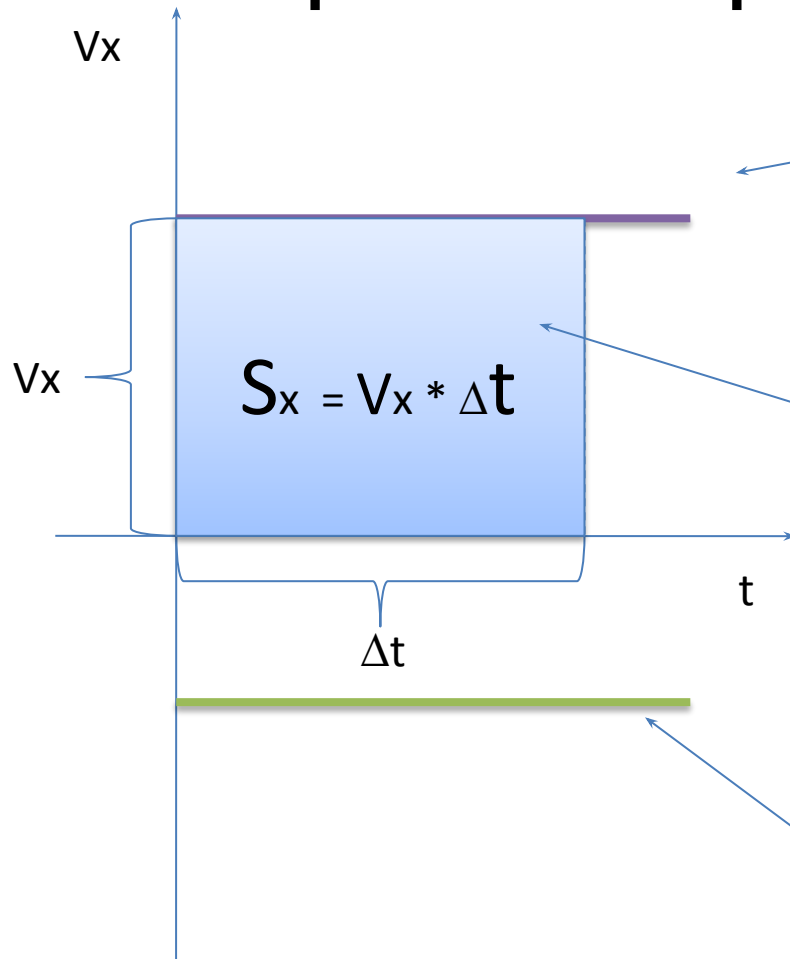
Движение может быть представлено графиками:

1) зависимости скорости от времени :  $V_x = V_x(t)$  и

2) графиком зависимости координаты тела от времени :  $X = X(t)$



# График проекции скорости равномерного движения



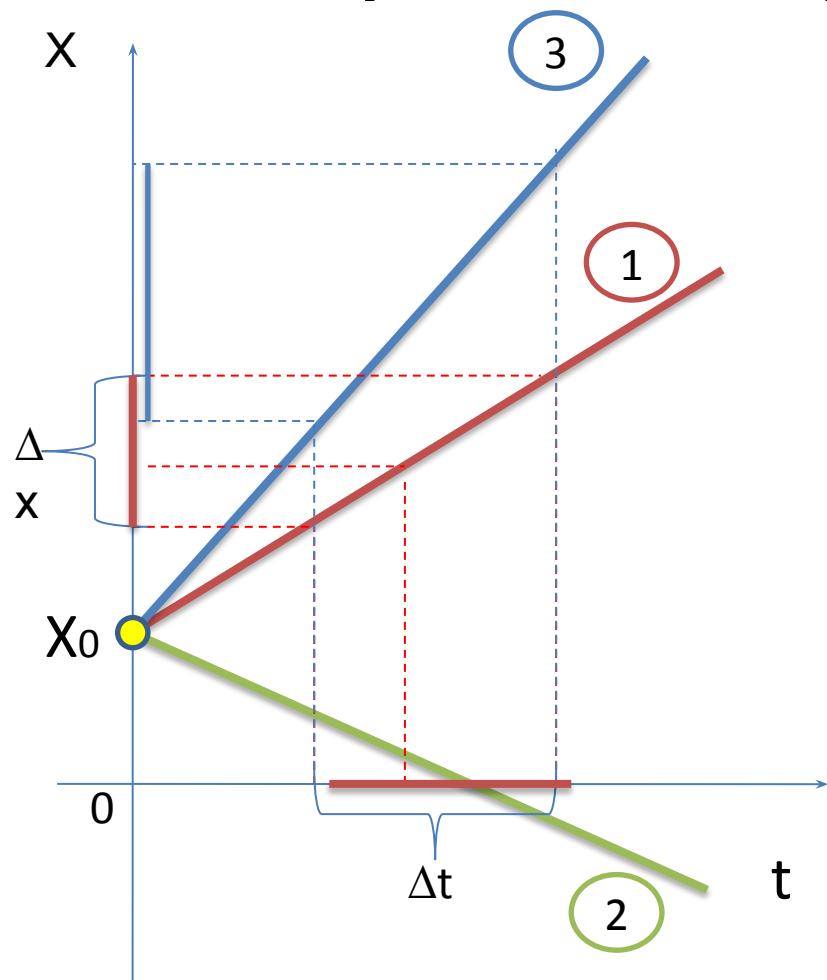
Проекция скорости положительная,  
значит тело движется вдоль оси  
координат

Проекция вектора перемещения  
численно равна площади  
закрашенной фигуры

Проекция скорости отрицательная,  
значит тело движется против  
направления оси координат



# График зависимости координаты от времени (график движения)



По графику движения можно узнать:

1) Начальную координату  
2) Координату на определенный момент времени

3) Скорость движения  $V = \Delta x / \Delta t$

4) Определить направление движения:

*первое – вдоль оси, второе – против оси координат*

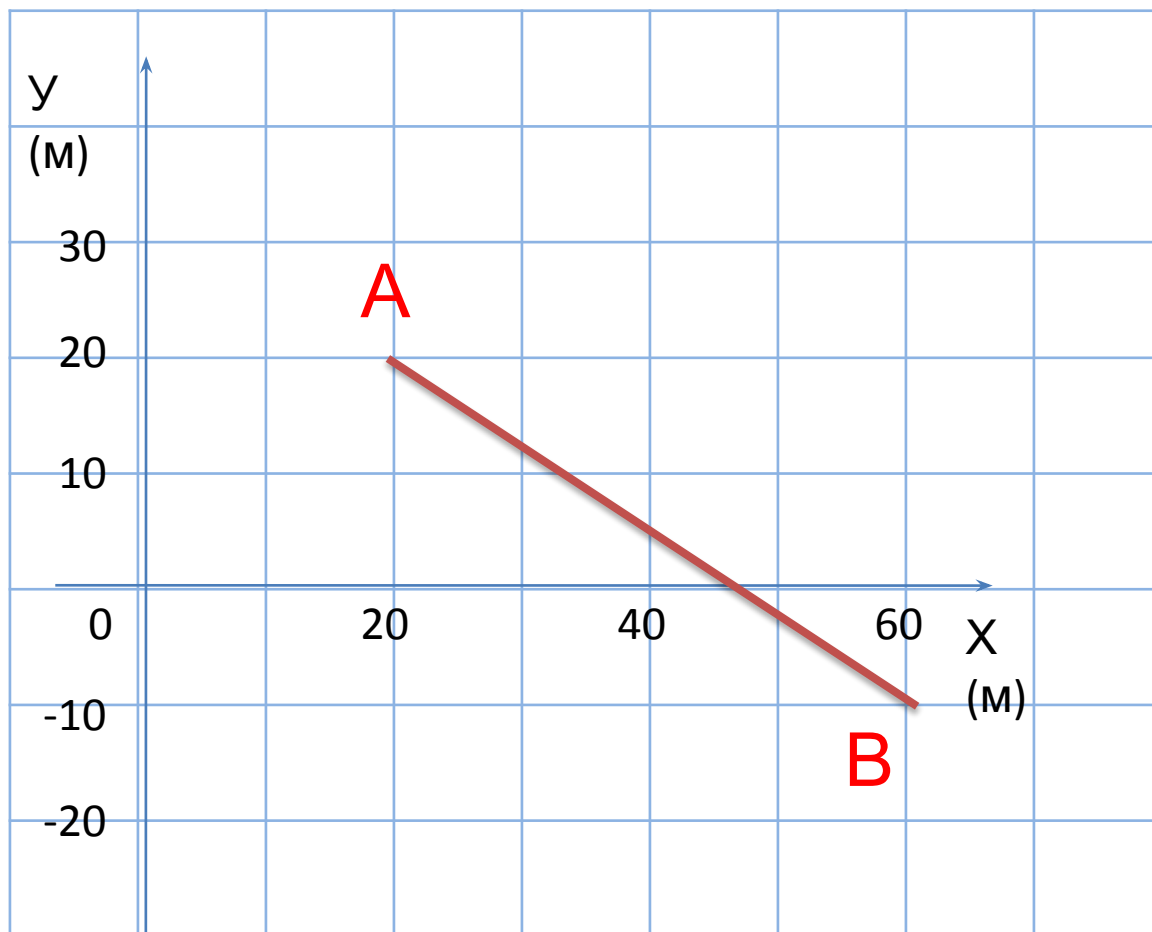
5) Сравнить скорости движения тел:

*скорость первого меньше скорости третьего*

## Задача

### №12

На рисунке показана траектория движения точки из **A** в **B**



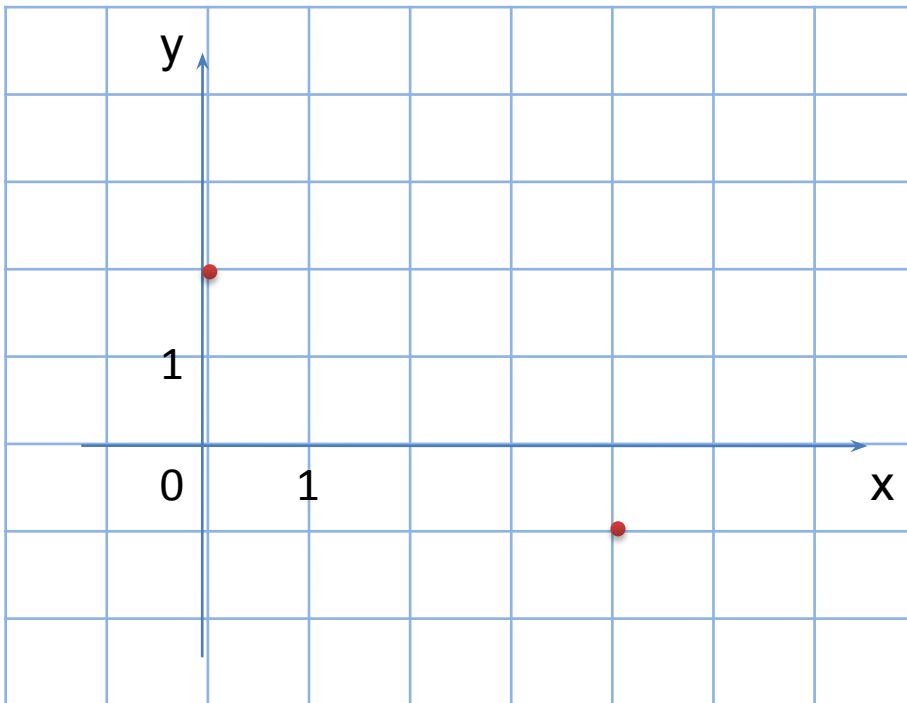
Найти:

- 1) Координаты точки в начале и конце движения
- 2) Проекции перемещения на оси координат
- 3) Модуль перемещения

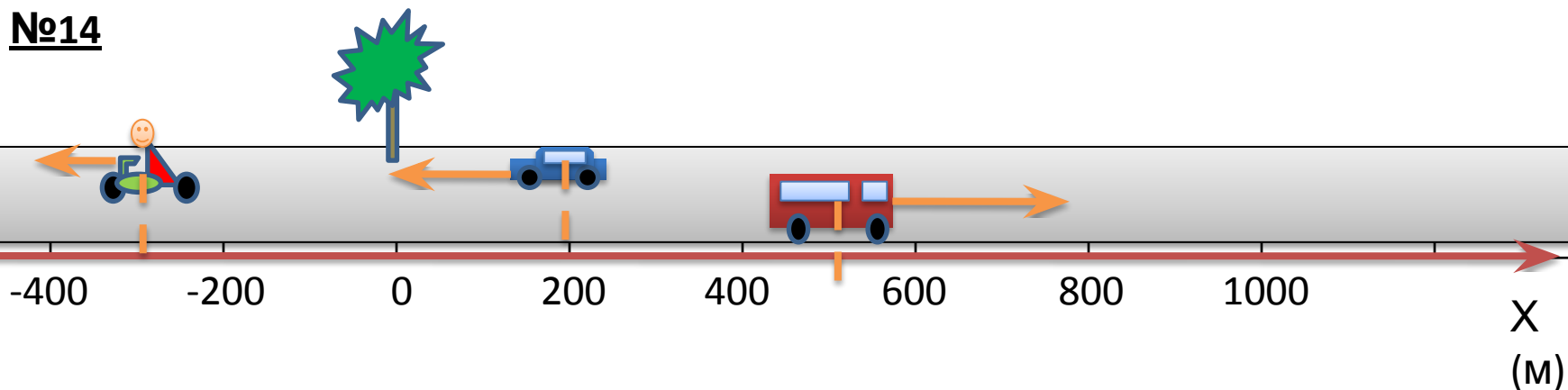
## Задача

### №13

Тело переместилось из точки с координатами  $X_1 = 0$ ,  $Y_1 = 2$  м в точку с координатами  $X_2 = 4$  м,  $Y_2 = -1$  м. Сделать чертеж, найти перемещение и его проекции на оси координат.



## Задача №14



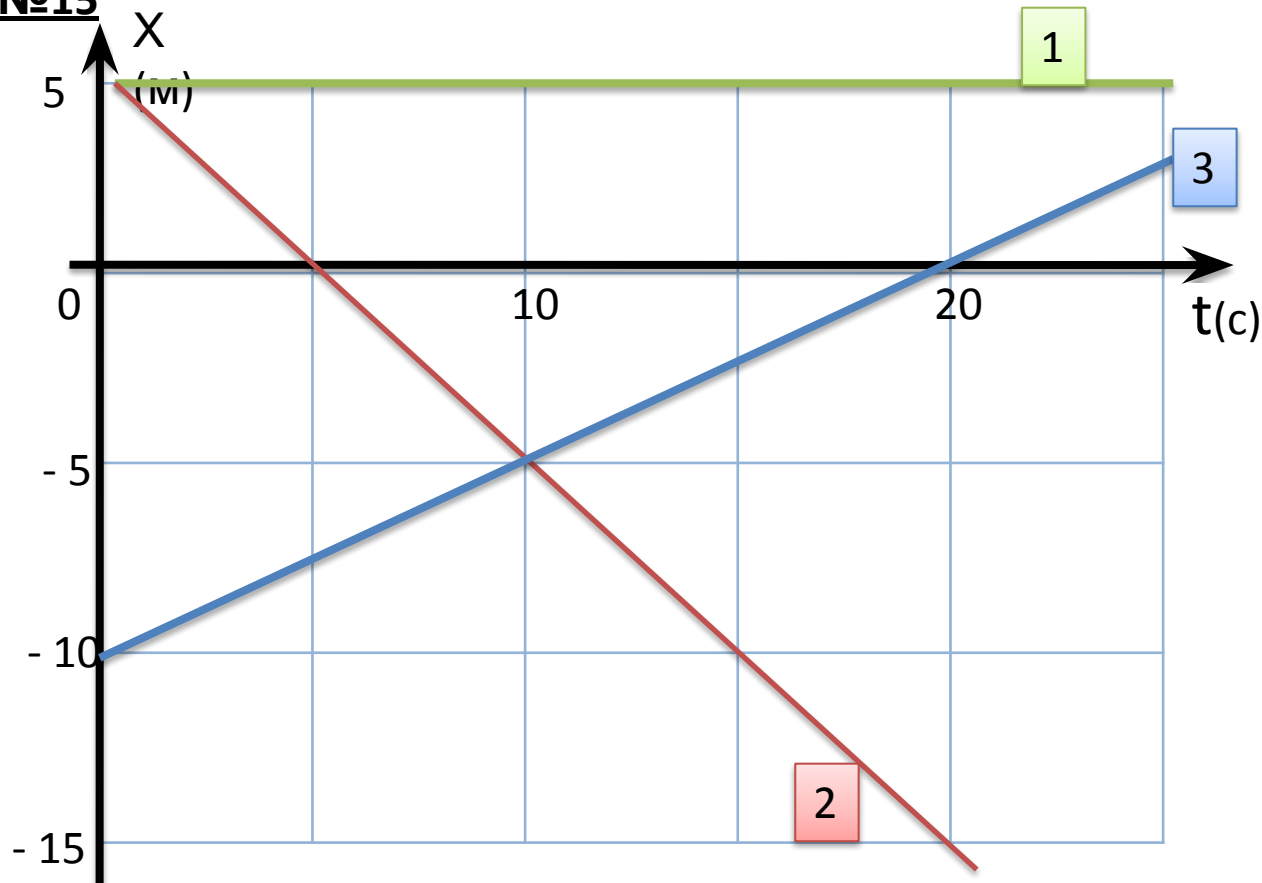
По прямолинейной автостраде движутся равномерно: автобус - вправо со скоростью 20 м/с, легкой автомобиль – влево со скоростью 15 м/с и мотоциклист - влево со скоростью 10 м/с. Координаты этих экипажей в момент начала наблюдения равны соответственно 500, 200 и -300м.

Написать уравнения их движения. Найти:

- а) координату автобуса через 5 с; б) координату легкового автомобиля и пройденный путь через 10 с; в) через какое время координата мотоциклиста будет равна – 600 м; г) в какой момент времени автобус проезжал мимо дерева; д) где был легкой автомобиль за 20 с до начала наблюдения.

## Задача

### №15



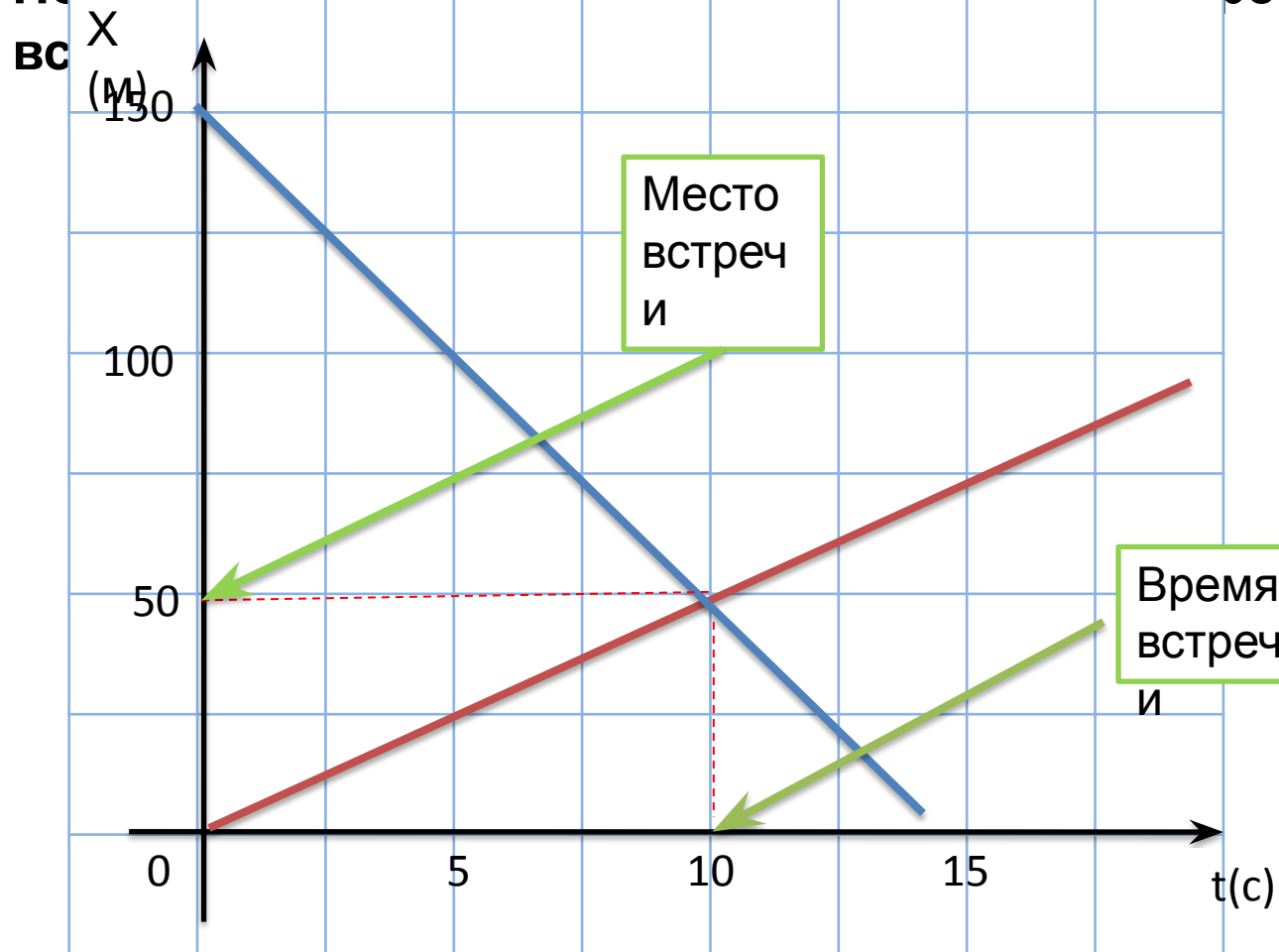
По заданным графикам найти начальные координаты тел и проекции скорости их движения. Написать уравнения движения тел  $X = X(t)$ . Из графиков и уравнений найти время и место встречи тел, движения которых описываются графиками 2 и 3

## Задача

### №16

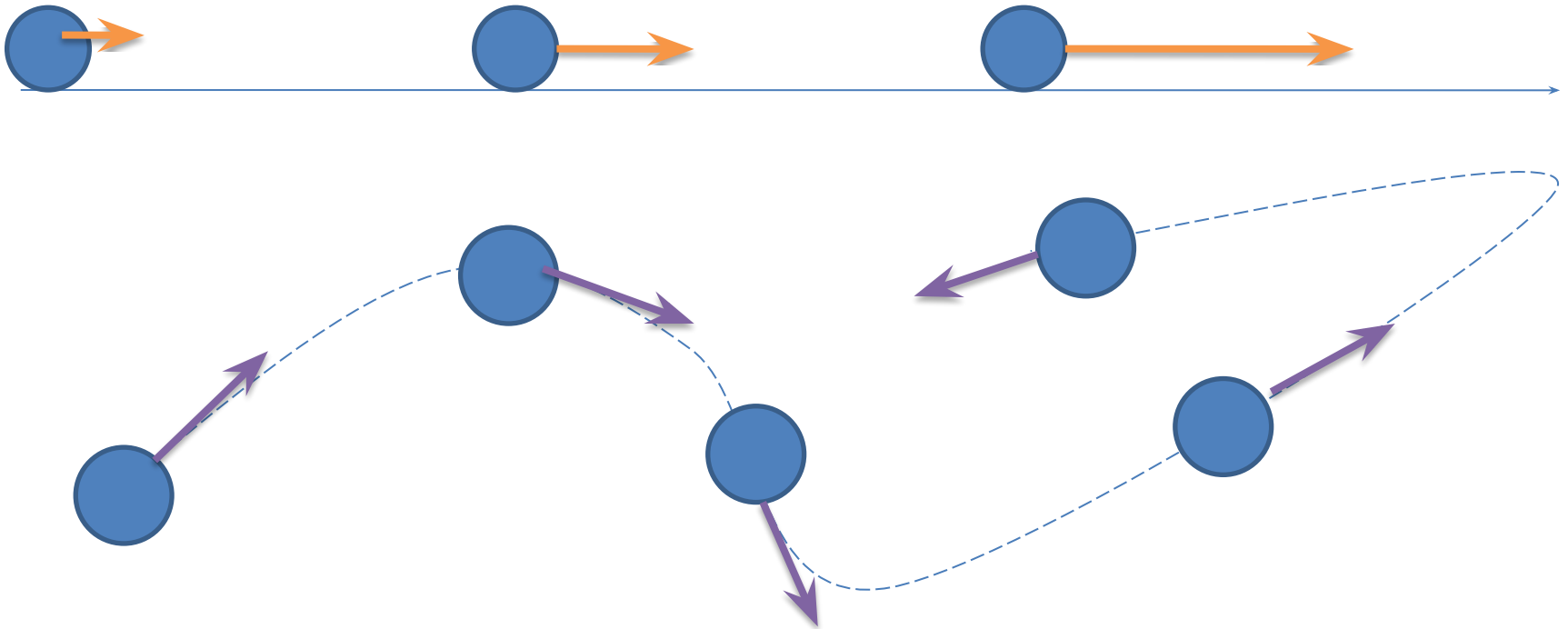
Движение двух велосипедистов заданы уравнениями:  $X_1 = 5t$ ,  $X_2 = 150 - 10t$ .

Построить графики зависимости  $x(t)$ . Найти время и место

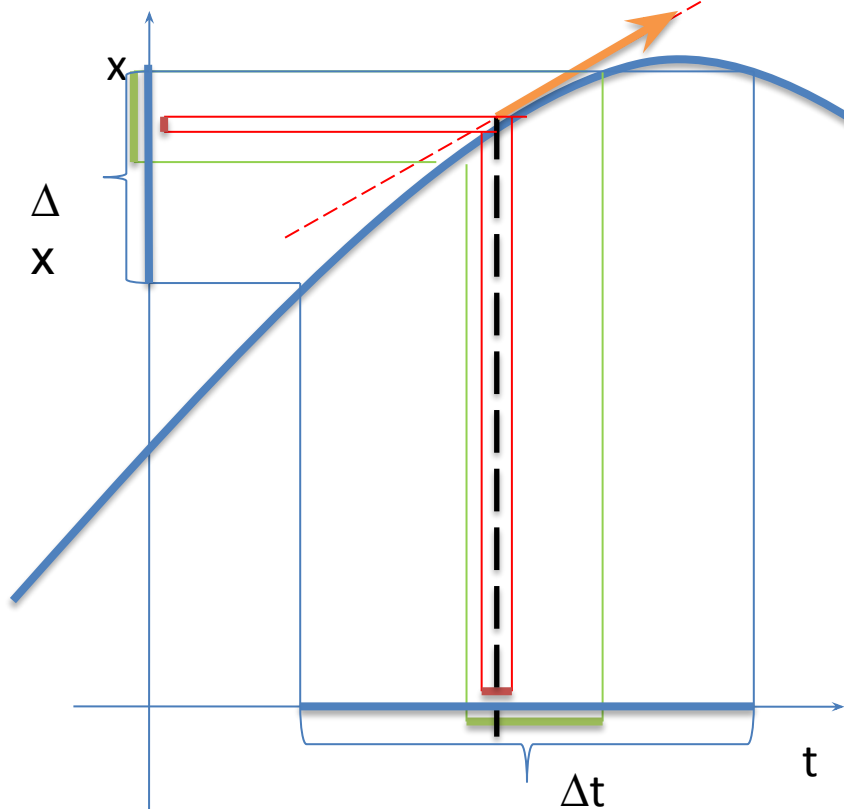


# Неравномерное движение

Движение называется неравномерным, если скорость тела изменяется с течением времени. (Скорость каждый момент времени имеет свое конкретное значение).



# Мгновенная скорость



Скорость в данный момент времени называется мгновенной скоростью

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

Мгновенная скорость равна пределу отношения  $(\Delta x / \Delta t)$  при  $\Delta t$  стремящемся к нулю

$$v_{\text{ср}} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Средняя скорость на отрезке пути

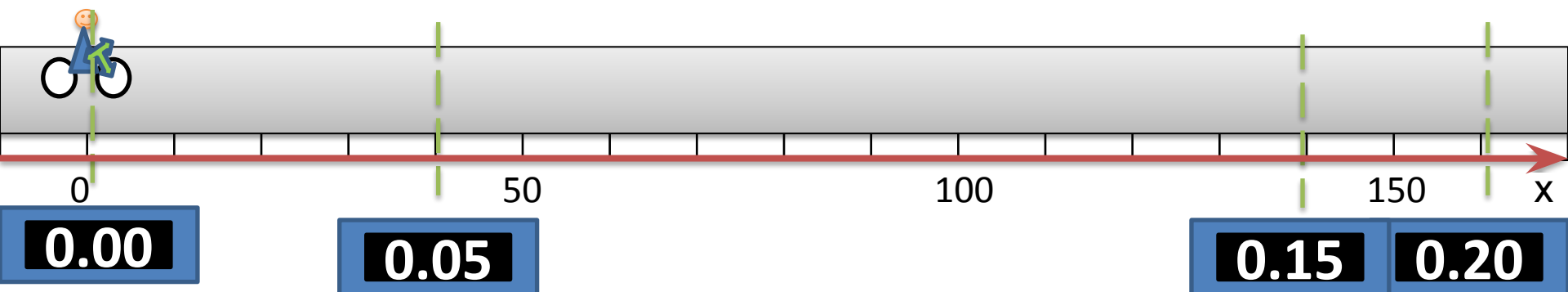
Вектор мгновенной скорости направлен по касательной к траектории



## Задача

### №17

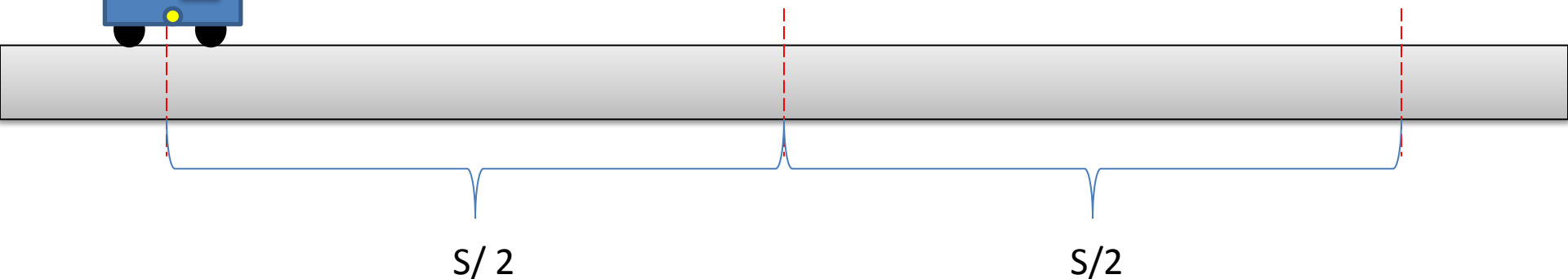
Велосипедист за первые 5 с проехал 40 м , за следующие 10 с – 100 м и за последние 5 с – 20 м. Найти средние скорости на каждом из участков и на всем пути



## Задача

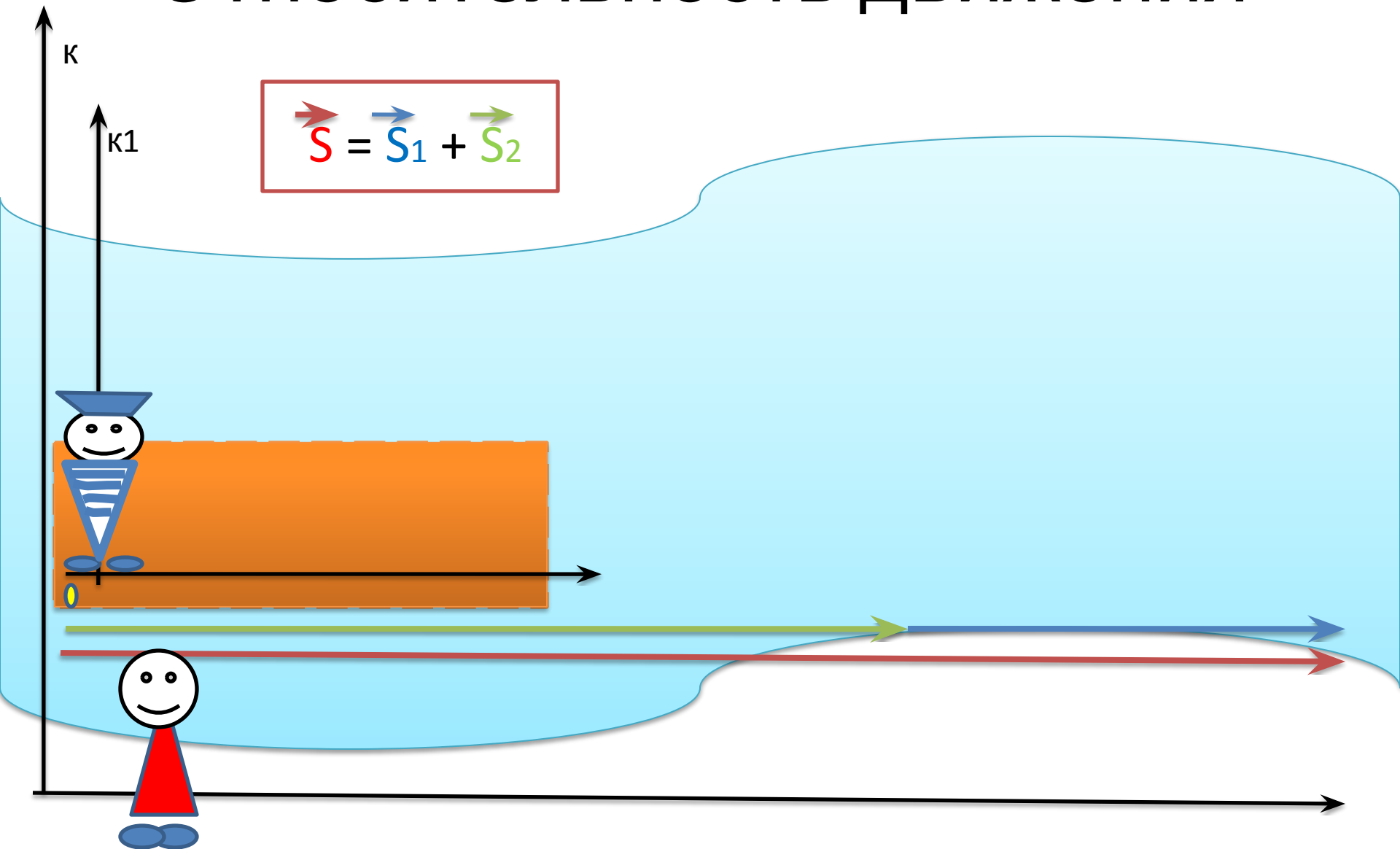
### №18

Автомобиль проехал первую половину пути со скоростью  $v_1 = 10$  м/с. А вторую половину пути со скоростью  $v_2 = 15$  м/с. Найти среднюю скорость на всем пути.



# Относительность движения

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



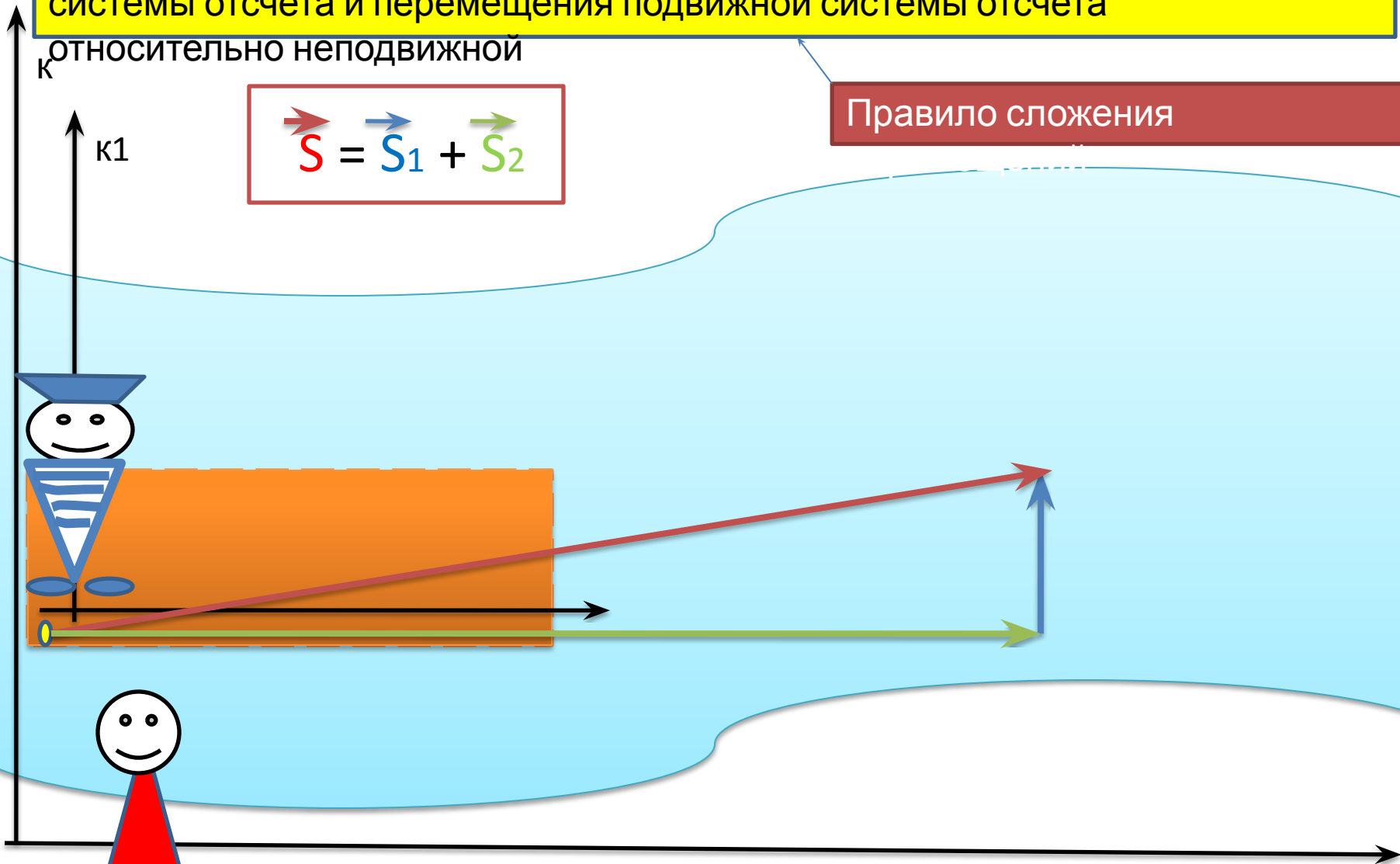
Перемещение тела относительно неподвижной системы отсчета равно геометрической сумме перемещения тела относительно подвижной системы отсчета и перемещения подвижной системы отсчета

относительно неподвижной

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

Правило сложения

$K$   
 $K_1$



# Сложение скоростей

$$\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t} = \frac{\vec{s}_1}{t} + \frac{\vec{s}_2}{t}$$

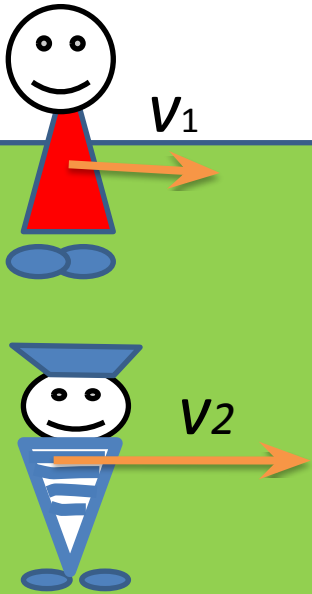
$$\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$$

Правило сложения  
скоростей

Скорость тела относительно неподвижной системы отсчета равна геометрической сумме скорости тела относительно подвижной системы отсчета и скорости подвижной системы отсчета относительно неподвижной



# Относительная скорость (следствие из закона сложения скоростей)



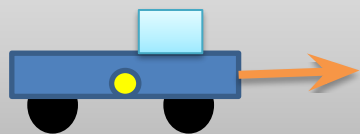
$$\vec{v}_{\text{от}} = \vec{v}_1 - \vec{v}_2$$

**Относительная скорость** двух движущихся тел равна **геометрической разности** скорости первого тела и скорости второго тела

## Задача

### №19

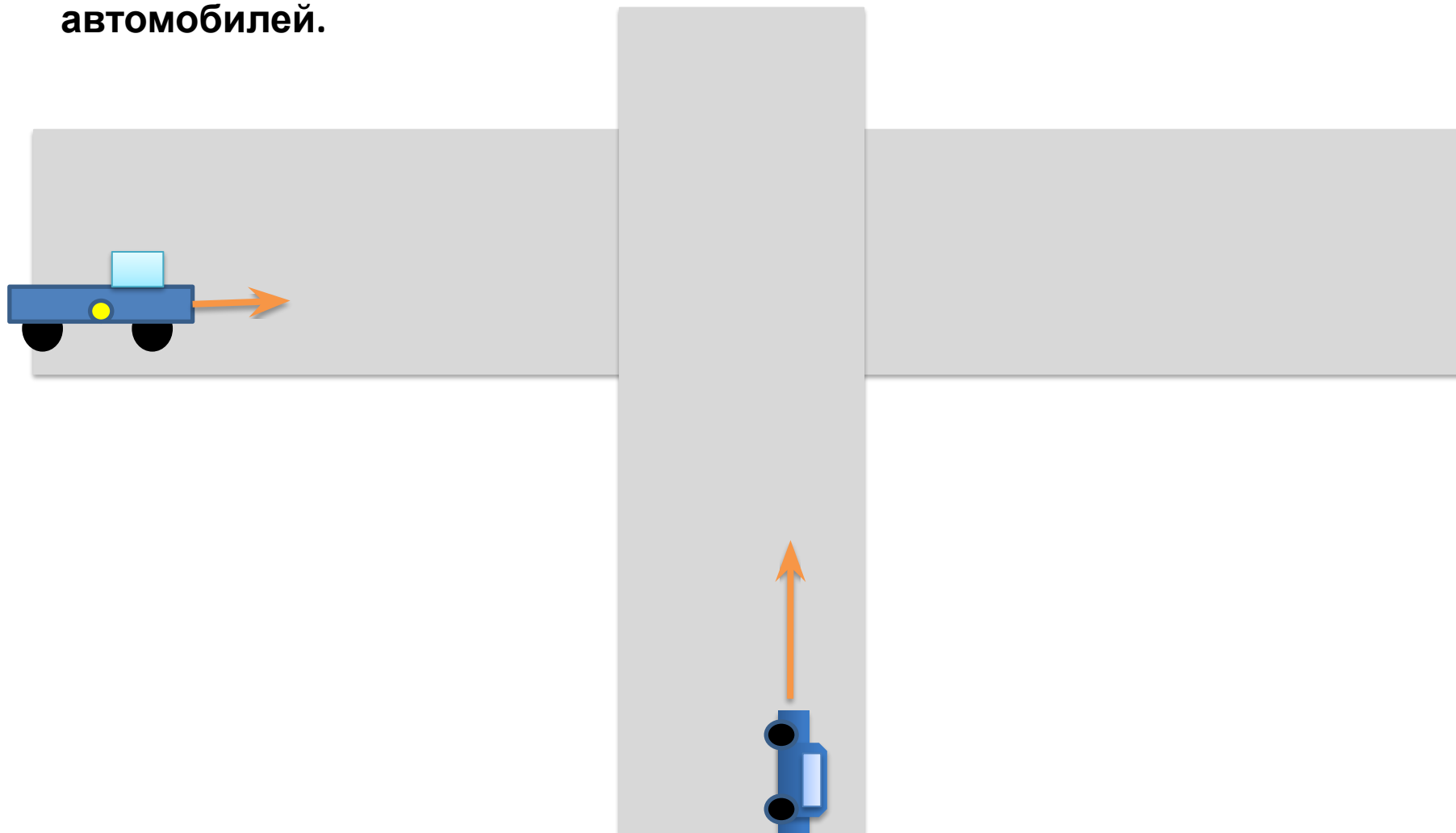
Два автомобиля движутся навстречу друг другу со скоростями  $V_1 = 15$  м/с и  $V_2 = 20$  м/с относительно дороги. Определите скорость первого автомобиля относительно второго и скорость второго относительно первого.



## Задача

### №20

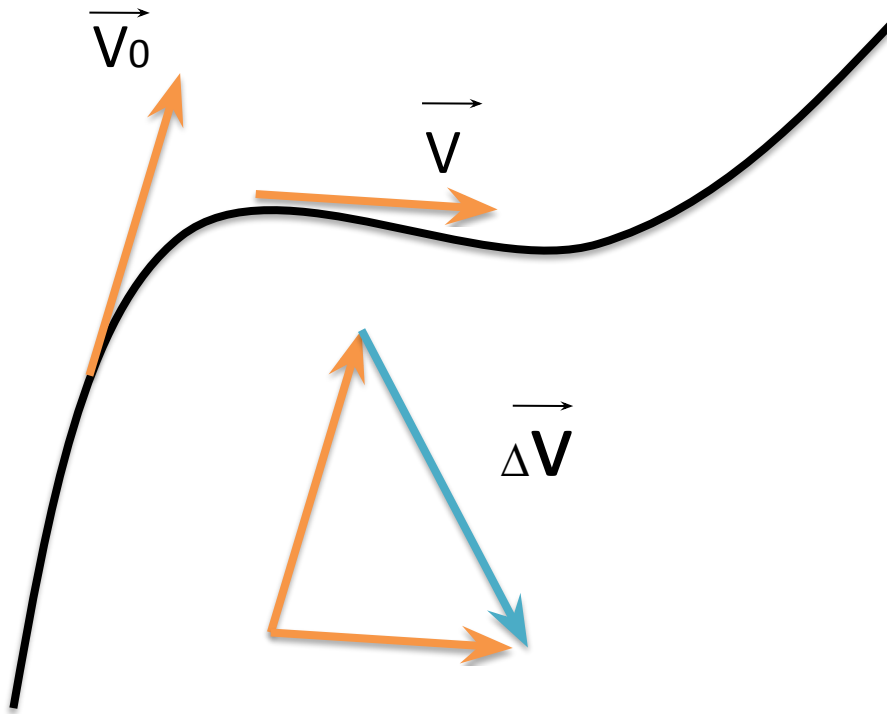
Два автомобиля движутся к перекрестку по взаимно перпендикулярным дорогам: один со скоростью 54 км/ч, а другой со скоростью 72 км/ч. Определите модуль относительной скорости автомобилей.





# Ускорение

Ускорение – физическая величина показывающая как быстро изменяется скорость

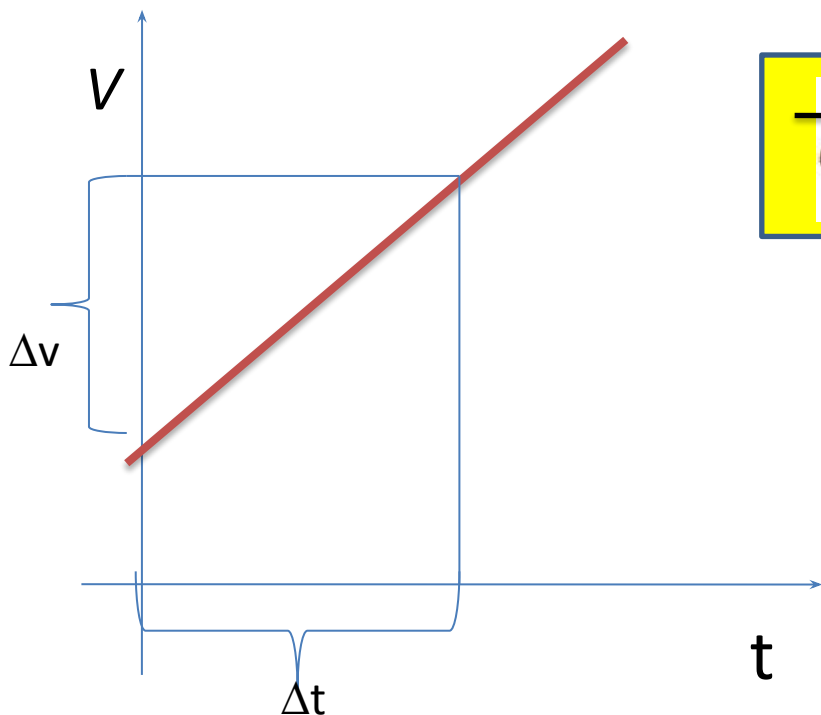


$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

Единица  
ускорения  
 $[a] = 1 \text{ м} / \text{с}^2$

$$\Delta \vec{V} = \vec{V} - \vec{V}_0$$

# Скорость при движении с постоянным ускорением



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



$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$$



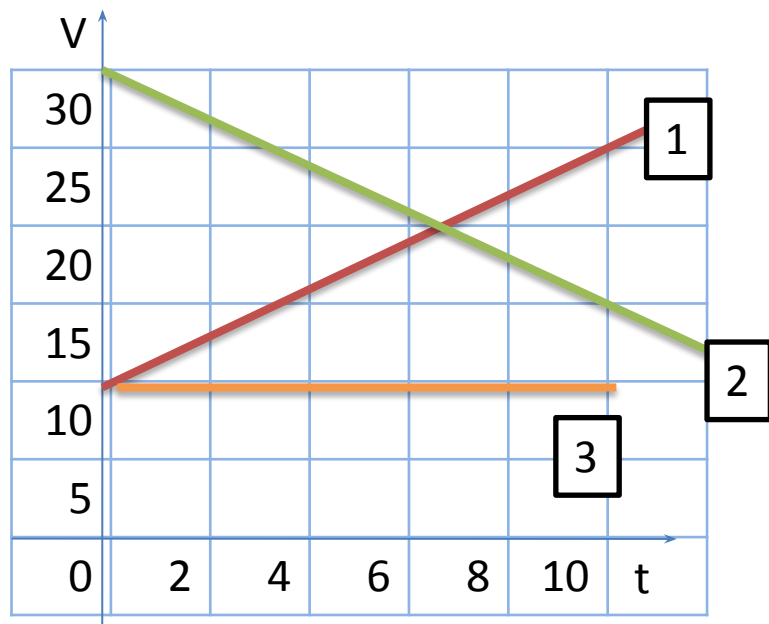
$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$$

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

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

## Задача

### №21



На рисунке представлены графики скорости трех тел.

- 1) Определите ускорение каждого тела
- 2) Напишите уравнение скорости для каждого тела
- 3) Определите скорость каждого тела на момент времени  $t = 10$  с
- 4) Сравните ускорения 1 и 2 тел (в чем их сходство и различие?)
- 5) Что означает точка пересечения графиков скорости 1 и 2 тела?
- 6) Как движется тело 3 ?

## Задача

### №22

Скорости двух тел меняются по законам:  $v_1 = 5 - 0,2t$ ;  $v_2 = -5 + 0,2t$

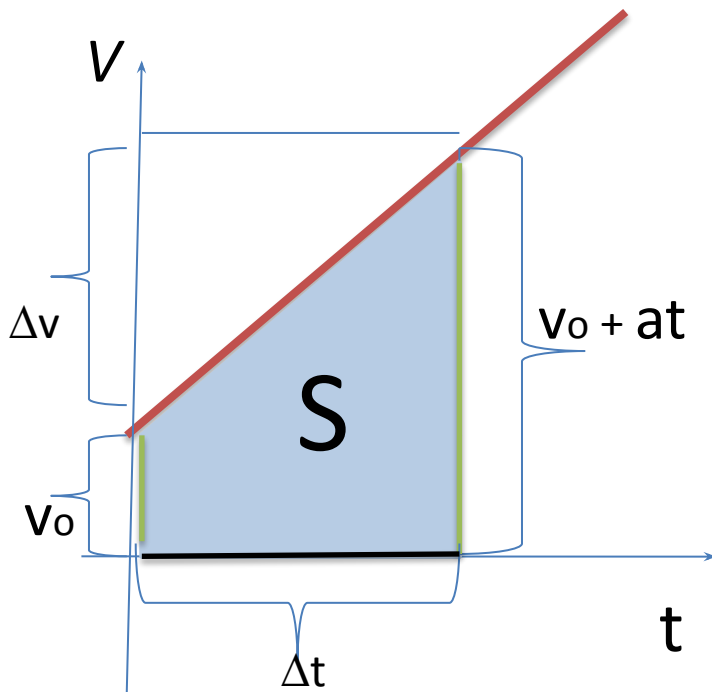
Определите:

- 1) Начальные скорости тел
- 2) Ускорения тел

Постройте графики скорости этих тел

Сравните характер движения этих тел (что у них общего и в чем разница)

# Движение с постоянным ускорением (уравнение движения)



$$\vec{S} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$$

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

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

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

Уравнение равноускоренного

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

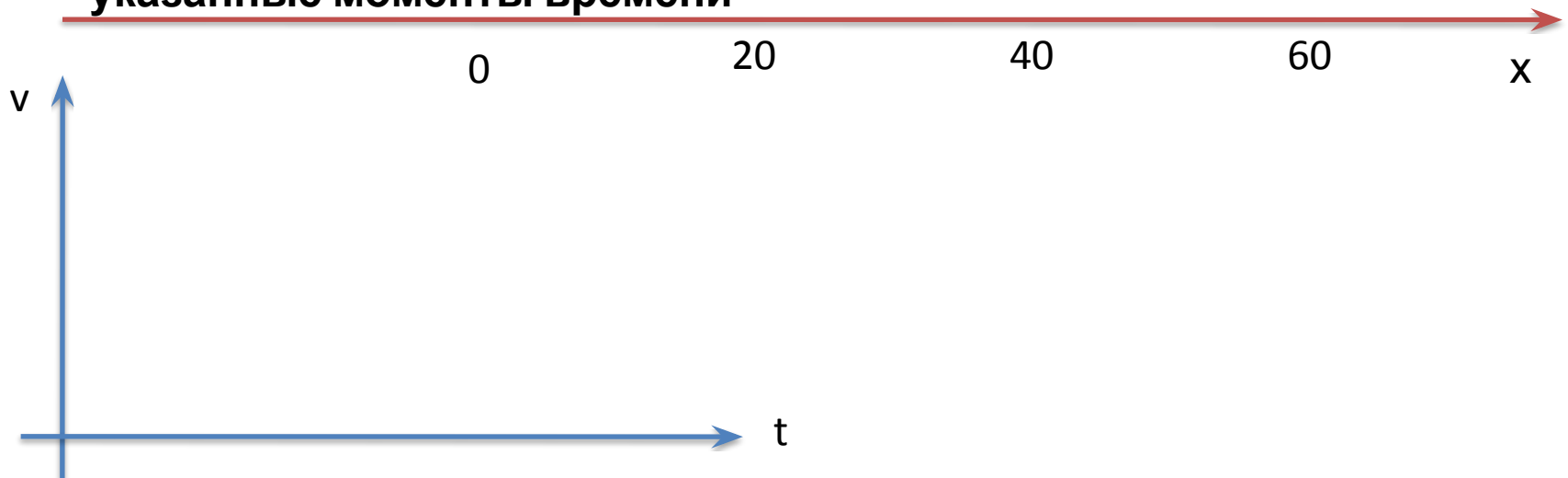
## Задача

### №23

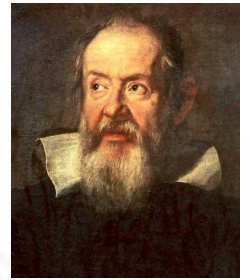
Движение тела описывается уравнением  $x = 10 + 30t - 5t^2$

Опишите характер движения тела:

- 1) Определите координату тела на момент времени равный 0
- 2) Чему равна начальная скорость и в какую сторону движется тело
- 3) Как меняется скорость тела и чему равно его ускорение
- 4) Постройте график скорости этого тела
- 5) Где будет тело через 1с, 4 с.
- 6) Какой будет скорость и направление движения этого тела на указанные моменты времени



# Свободное падение



***Свободное падение –  
движение тела под  
действием силы  
притяжения к Земле***



Свободное падение – частный случай равноускоренного движения

Все тела, брошенные вблизи поверхности Земли, движутся с ускорением свободного падения одинаковым для всех тел.

$$\vec{g} = 9,81 \text{ м/с}^2$$

Ускорение свободного падения всегда направлено вертикально вниз

Равноускоренное движение	Движение с ускорением свободного падения



# Движение с ускорением свободного падения

Во всех случаях движение происходит вблизи поверхности Земли.  
Сопротивлением воздуха пренебрегаем

**Движение по вертикали:** 1) Падение вниз  
2) Тело брошено вертикально  
вверх

**Тело брошено горизонтально**

**Тело брошено под углом к горизонту**

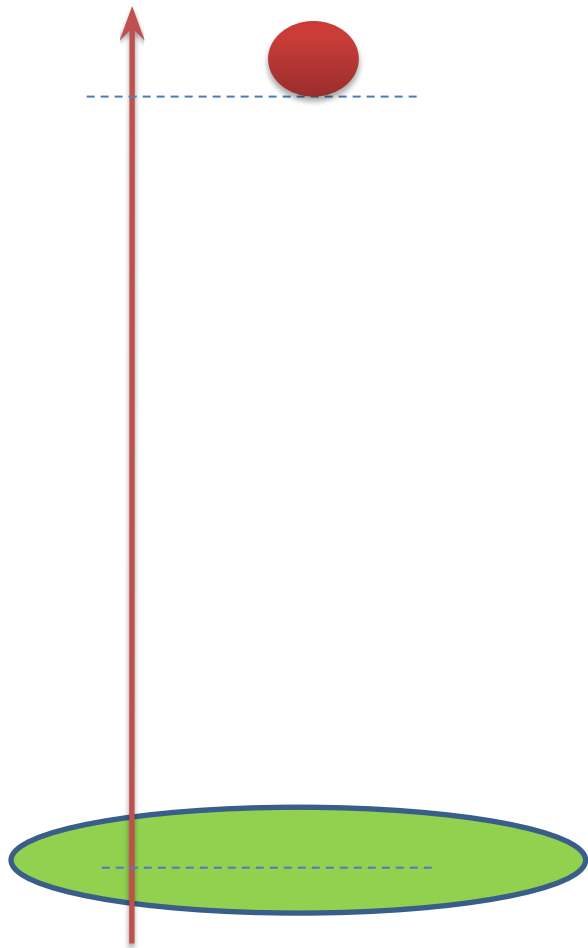
Движение тела брошенного вблизи поверхности Земли состоит из двух независимых движений:

- 1) равномерное движение по горизонтали;
- 2) движение с ускорением свободного падения по вертикали

## Задача

№24

Камень падает с высоты 20 м . Определите время падения камня и скорость с которой он ударится о землю

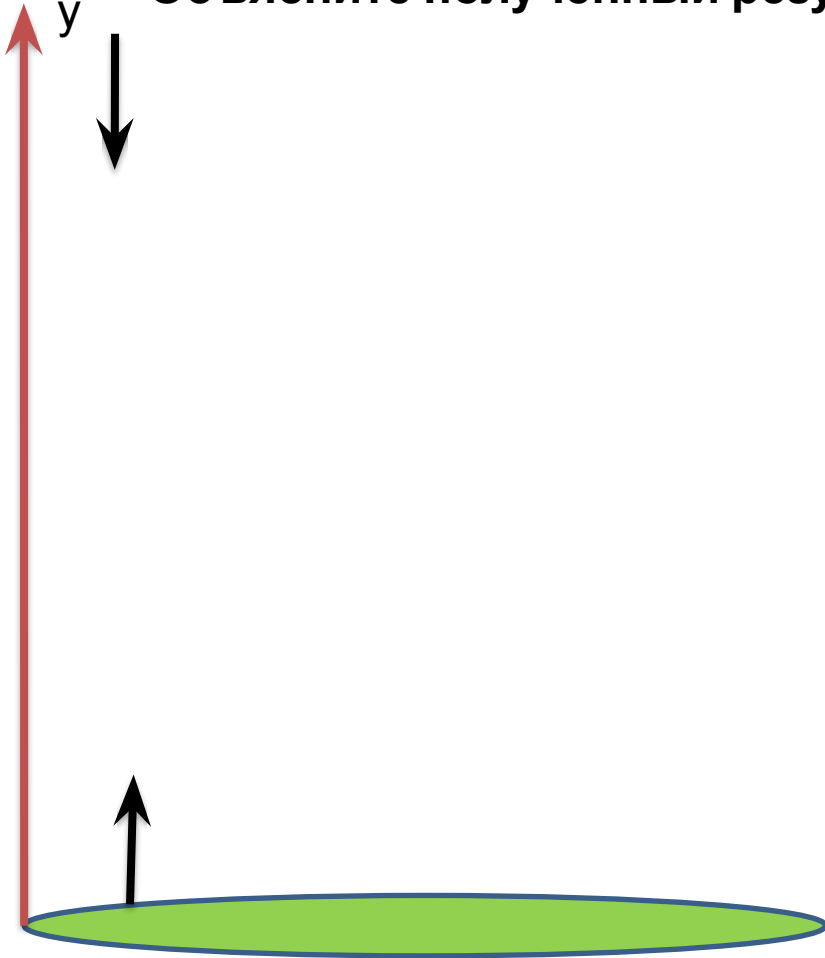


## Задача

### №25

Стрела выпущена из лука вертикально вверх со скоростью 30 м/с. Определите ее скорость и высоту над землей через 2 и 4 секунды.

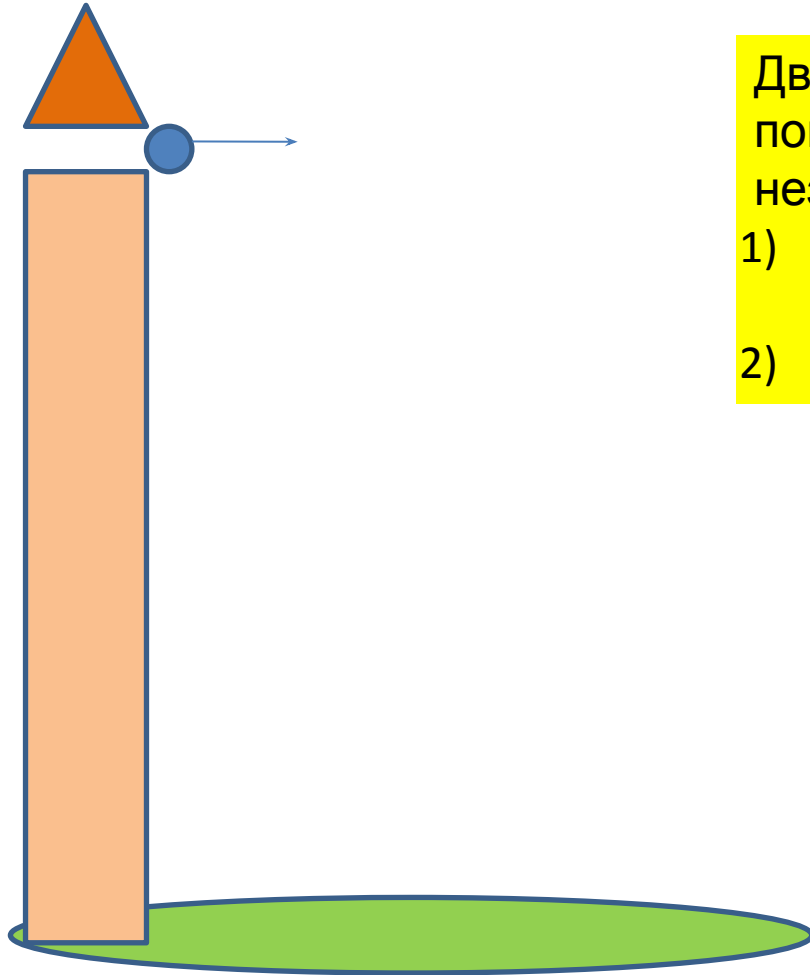
Объясните полученный результат.



## Задача

### №26

С башни высотой 50 м бросили горизонтально камень со скоростью 10 м/с. Определите дальность полета камня и его перемещение. По какой траектории двигался камень?



Движение тела брошенного вблизи поверхности Земли состоит из двух независимых движений:

- 1) равномерное движение по горизонтали;
- 2) движение с ускорением свободного падения по вертикали

## Задача

### №26

Мячик брошен со скоростью 20 м/с под углом 60 градусов к горизонту.

Определить дальность полета мячика. Максимальную высоту подъема мяча.

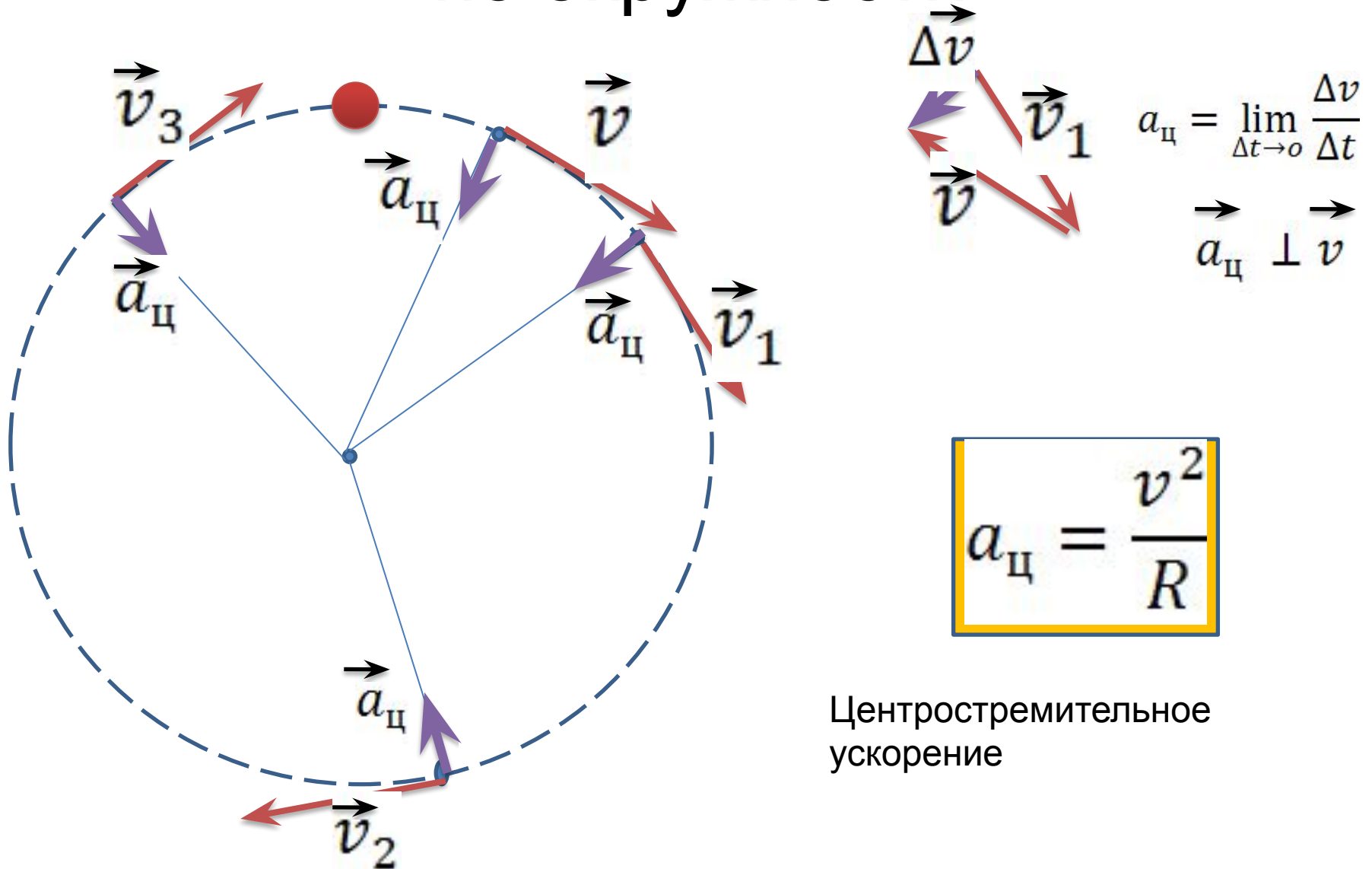
По какой траектории летел мя

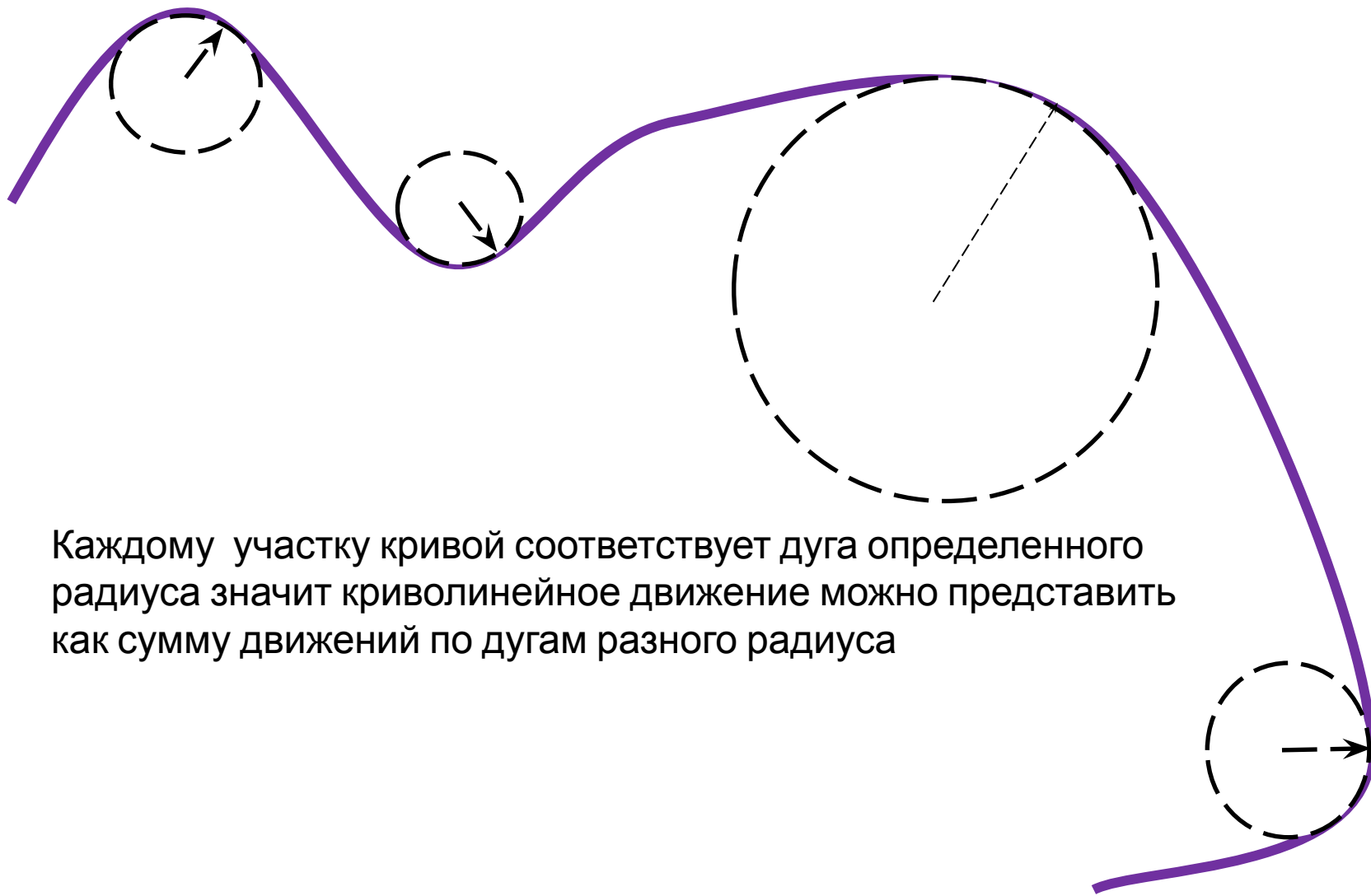
Движение тела брошенного вблизи поверхности Земли состоит из двух независимых движений:

- 1) равномерное движение по горизонтали;
- 2) движение с ускорением свободного падения по вертикали



# Равномерное движение точки по окружности

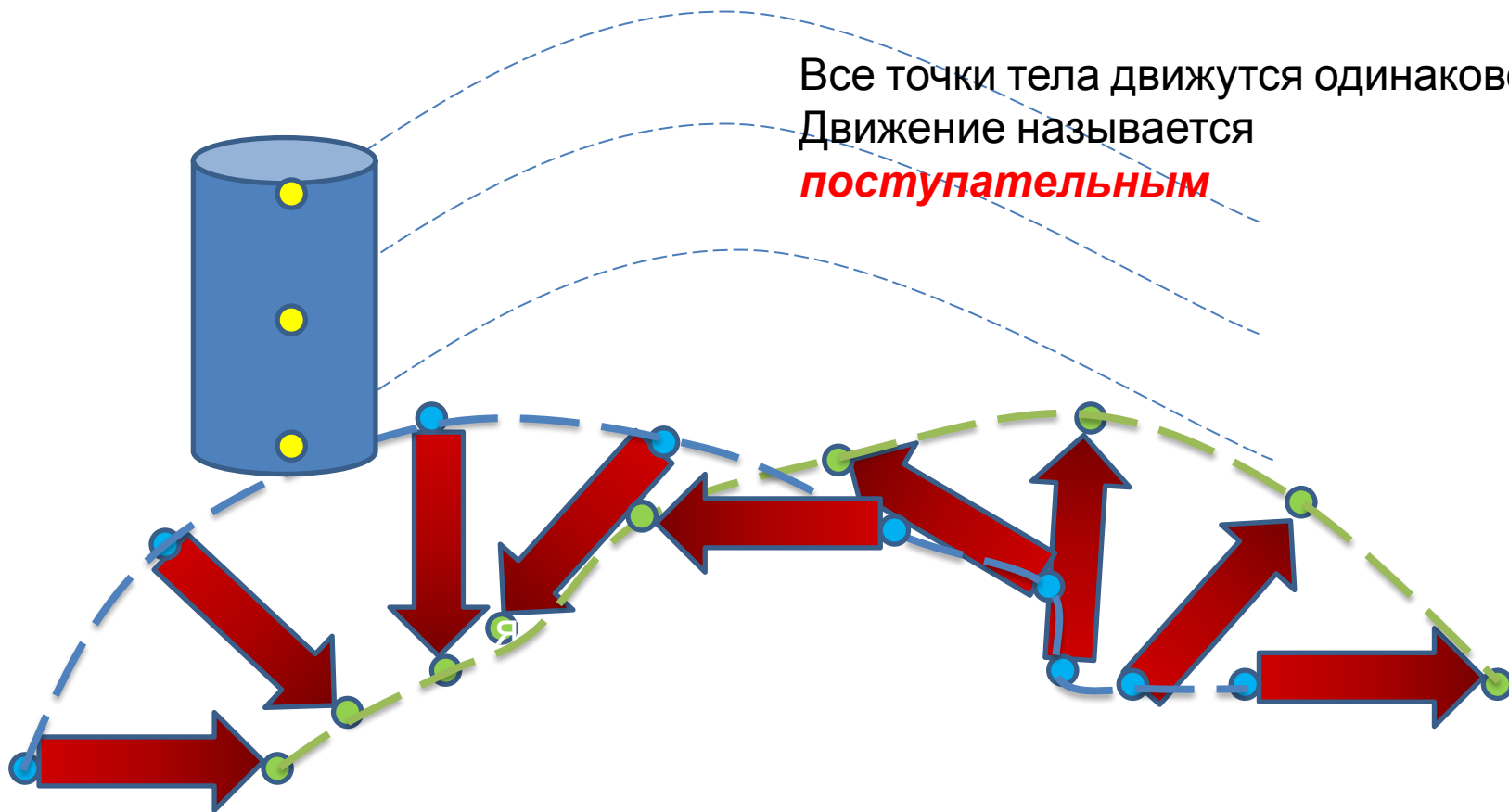




Каждому участку кривой соответствует дуга определенного радиуса значит криволинейное движение можно представить как сумму движений по дугам разного радиуса

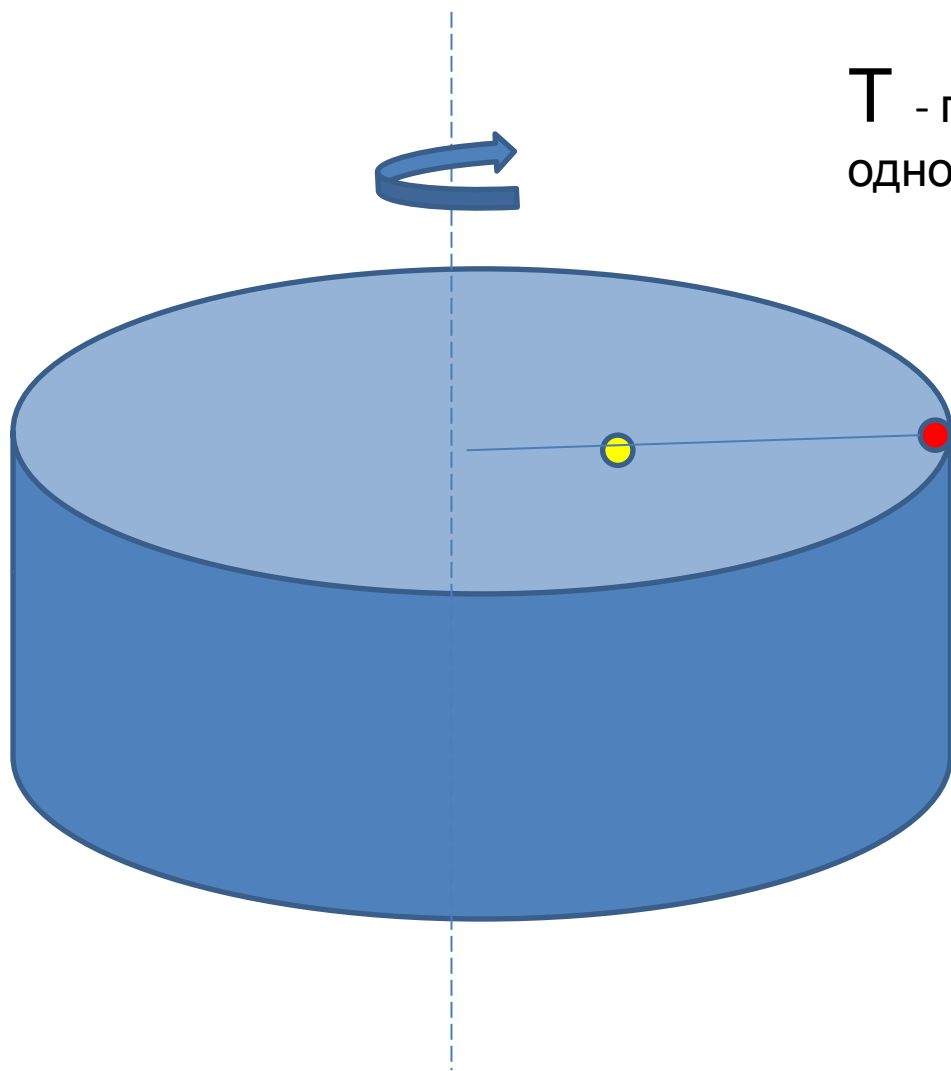
# Кинематика твердого тела

Все точки тела движутся одинаково.  
Движение называется  
**поступательным**



Все точки тела движутся по-разному.  
Такое движение называется  
**вращательным**

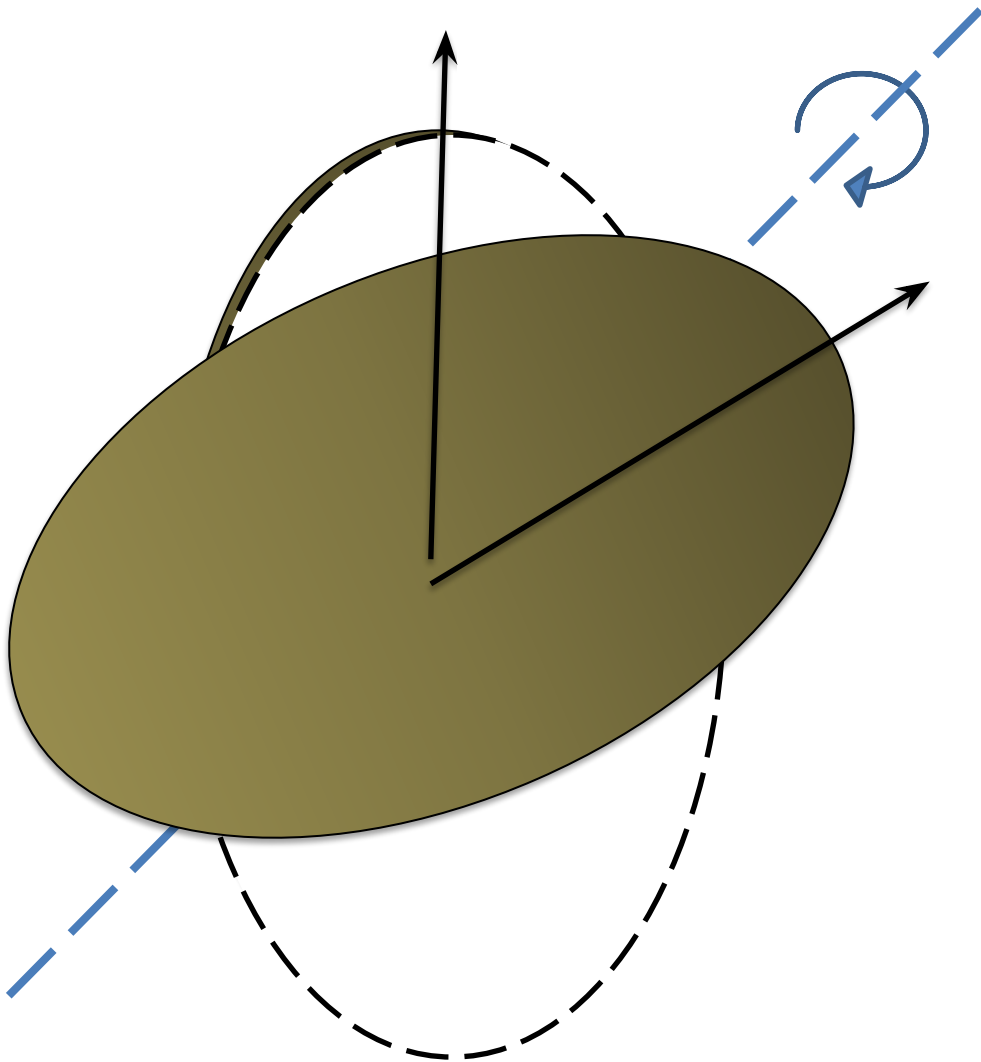




$T$  - период обращения ( время  
одного оборота )

$\nu$ - частота вращения  
( число оборотов за одну  
секунду )

$$T = \frac{1}{\nu}$$



$$\omega = \frac{\varphi}{t}$$

Угловая  
скорость

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$$

$$\nu = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi R\nu$$

$$\nu = \omega R$$

Связь линейной и угловой  
скорости

$$a = \frac{\nu^2}{R} = \omega^2 R = \nu\omega$$

Ускорение точек тела при  
вращении

$$\varphi = \varphi_0 + \omega t$$

Уравнение  
равномерного  
вращательного