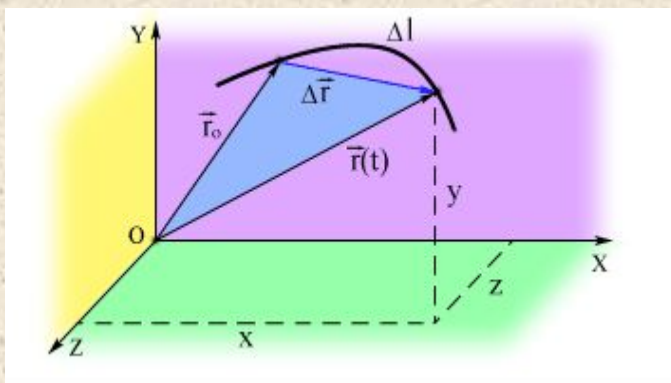


# Кинематика

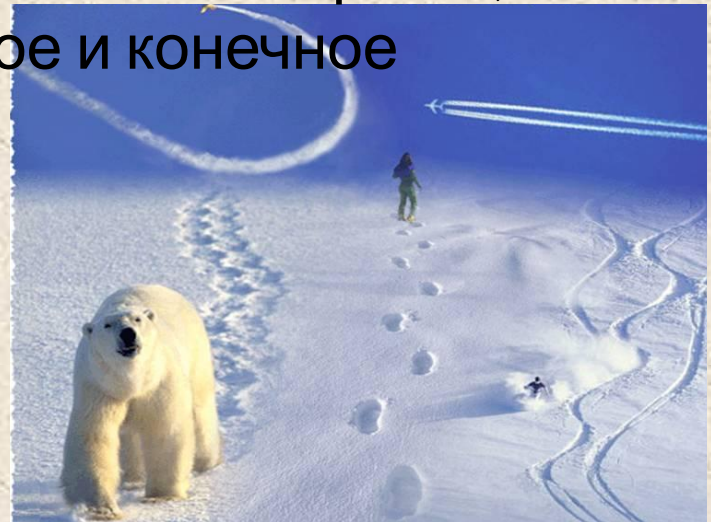


# Основные понятия

- 0 **Механическое движение** – изменение положения тела в пространстве с течением времени относительно других тел
- 0 **Система отсчета** включает тело отсчета, систему координат и часы
- 0 **Материальная точка** – тело, размерами которого можно пренебречь в условиях данной задачи. (тело намного меньше по сравнению с расстояниями, которое оно проходит).

# Основные понятия

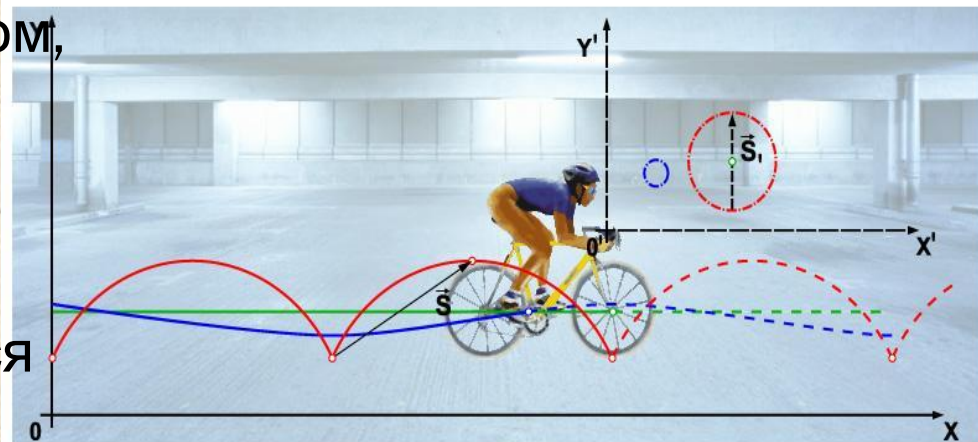
- 0 **Траектория** – линия, вдоль которой движется тело.
- 0 **Путь** – длина траектории.
- 0 **Перемещение** – направленный отрезок, соединяющий начальное и конечное положение тела..



# Основные понятия

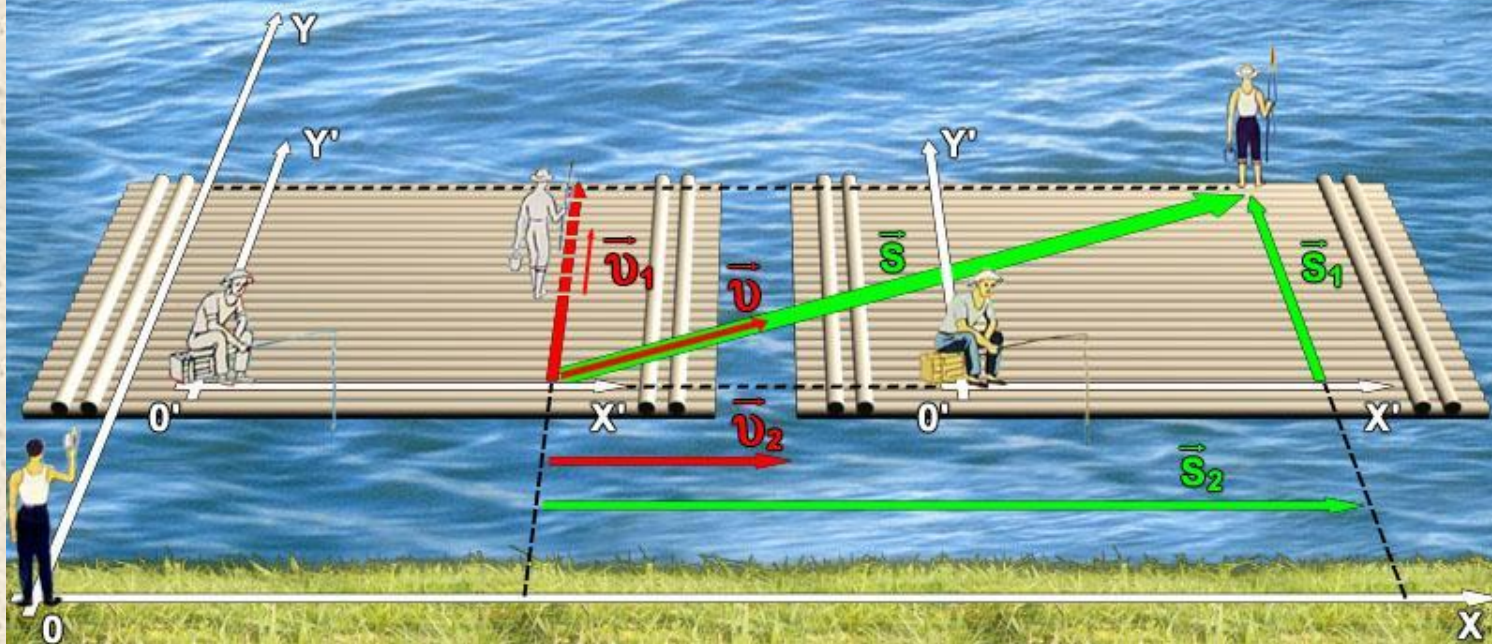
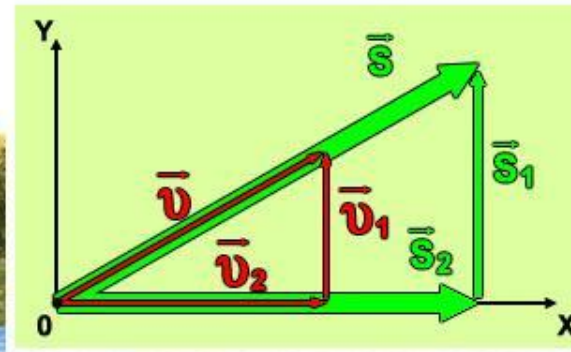
0 **Относительность движения** заключается в том, что необходимо указывать, относительно какого тела рассматриваются путь, перемещение, траектория, скорость.

ТРАЕКТОРИЯ ДВИЖЕНИЯ



- ТРАЕКТОРИЯ ДВИЖЕНИЯ НИППЕЛЯ КОЛЕСА В СИСТЕМЕ КООРДИНАТ  $xOy$
- - - ТРАЕКТОРИЯ ДВИЖЕНИЯ НИППЕЛЯ КОЛЕСА В СИСТЕМЕ КООРДИНАТ  $x'O'y'$
- ТРАЕКТОРИЯ ДВИЖЕНИЯ ПЕДАЛИ В СИСТЕМЕ КООРДИНАТ  $xOy$
- - - ТРАЕКТОРИЯ ДВИЖЕНИЯ ПЕДАЛИ В СИСТЕМЕ КООРДИНАТ  $x'O'y'$
- ТРАЕКТОРИЯ ДВИЖЕНИЯ ОСИ КОЛЕСА В СИСТЕМЕ КООРДИНАТ  $xOy$
- ТРАЕКТОРИЯ ДВИЖЕНИЯ ОСИ КОЛЕСА В СИСТЕМЕ КООРДИНАТ  $x'O'y'$
- $\vec{s}$  ПЕРЕМЕЩЕНИЕ НИППЕЛЯ КОЛЕСА ЗА 0,5 ОБОРОТА

# ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ ДВИЖЕНИЙ (ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ПЕРПЕНДИКУЛЯРНЫ)



# Равномерное движение

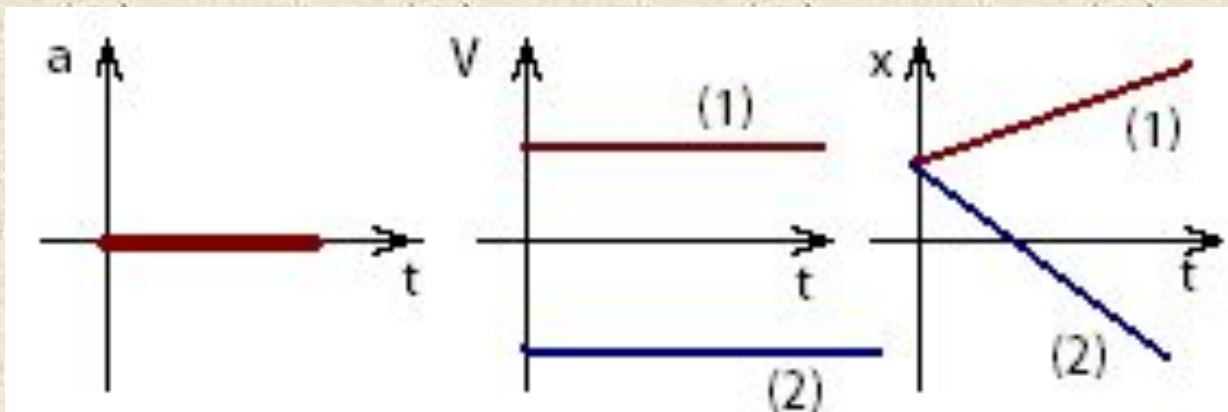
- 0 Движение, когда за любые равные промежутки времени тело совершает одинаковые перемещения. Это движение с постоянной скоростью.
- 0 **Скорость** – векторная физическая величина, равная отношению пути ко времени, за которое этот путь пройден.

$$\vec{V} = \frac{\vec{S}}{t} \quad \vec{S} = \vec{V}t$$

- 0  $x = x_0 + V_x t$  - уравнение координаты тела при равномерном движении.

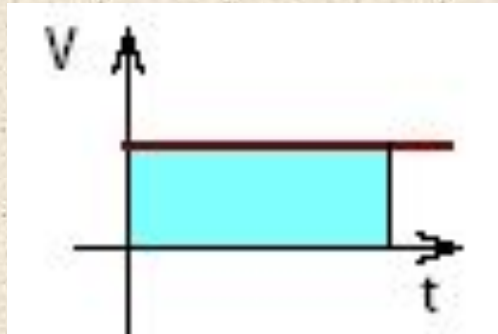
# Равномерное движение

- (1) – тело движется в сторону выбранной оси
- (2) – тело движется в противоположную сторону



# Равномерное движение

- 0 Площадь фигуры, заштрихованная под графиком скорости численно равна перемещению за время  $t$



- 0 *Это правило применимо и для равноускоренного движения*



# Неравномерное движение

- o Средняя скорость

$$V_{\text{cp}} = \frac{S(\text{весь})}{t(\text{всё})} \quad V_{\text{cp}} = \frac{S_1 + S_2 + \dots + S_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

- o Мгновенная скорость

$$V_{\text{МГН}} = \frac{\Delta S}{\Delta t}; \Delta t \rightarrow 0$$

- o *Физический смысл производной*: Производная перемещения (координаты) – есть скорость.

$$S' = V,$$

Производная скорости – есть ускорение.

$$V' = a$$

# Равноускоренное движение

- 0 Движение, когда за любые равные промежутки времени скорость тела изменяется одинаково. Это движение с постоянным ускорением.
- 0 Ускорение – векторная физическая величина, равная отношению изменения скорости к промежутку времени, за которое это изменение произошло.

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

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

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

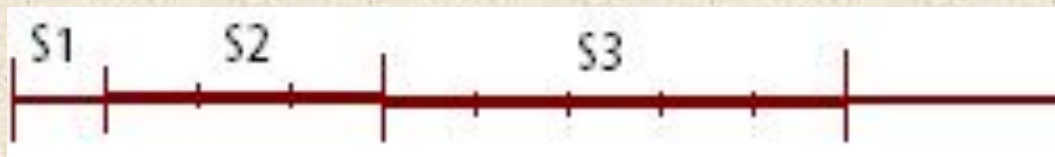
# Равноускоренное движение

- 0  $x = x_0 + V_x t + \frac{at^2}{2}$  - уравнение координаты тела при равноускоренном движении.
- 0 Перемещение при равноускоренном движении:

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

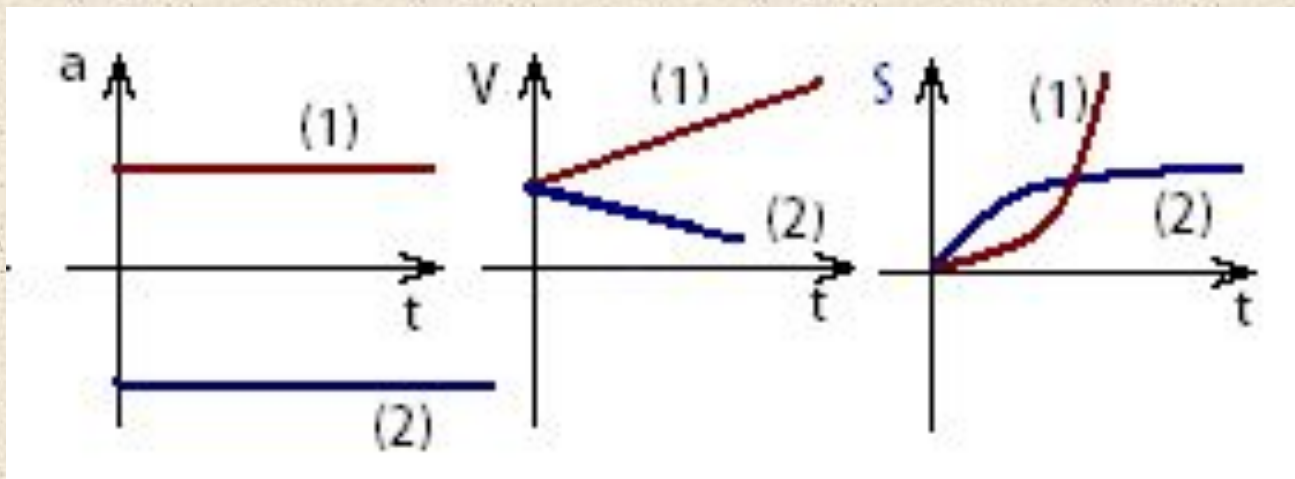
$$S = \frac{V^2 - V_0^2}{2a}$$

- 0 Если  $V_0 = 0$  и за первую секунду тело проходит путь  $S_1$ , то  $S_1 : S_2 : S_3 = 1 : 3 : 5 \dots$



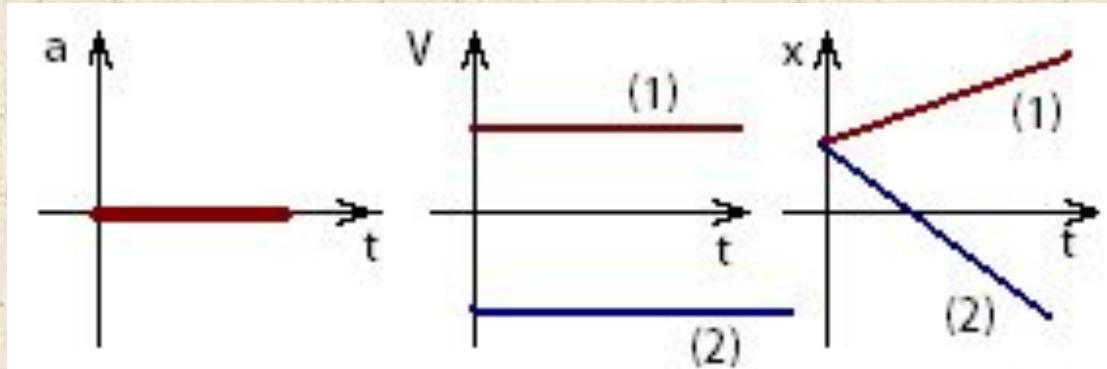
# Равноускоренное движение

- (1) – тело набирает скорость,
- (2) – тело тормозит.

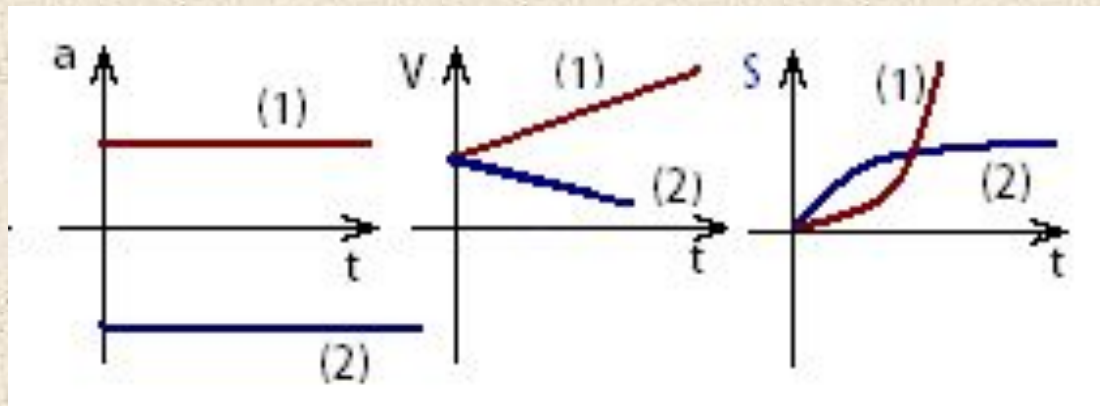


# Сравните:

0 Равномерное движение:

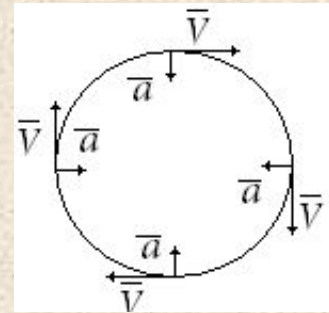


0 Равноускоренное движение:



# Движение по окружности с постоянной по модулю скоростью

- скорость направлена по касательной, ускорение – к центру окружности
- $T$ - период (время одного полного оборота)  $T = \frac{t}{n}$



- $\nu$  - частота (количество оборотов в единицу времени)

$$\nu = \frac{n}{t}$$

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

# Движение по окружности с постоянной по модулю скоростью

- Длина окружности  $l = 2\pi R$
- Скорость при движении по окружности

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

- $\omega$ - угловая скорость, показывает, на какой угол поворачивается тело за 1с.

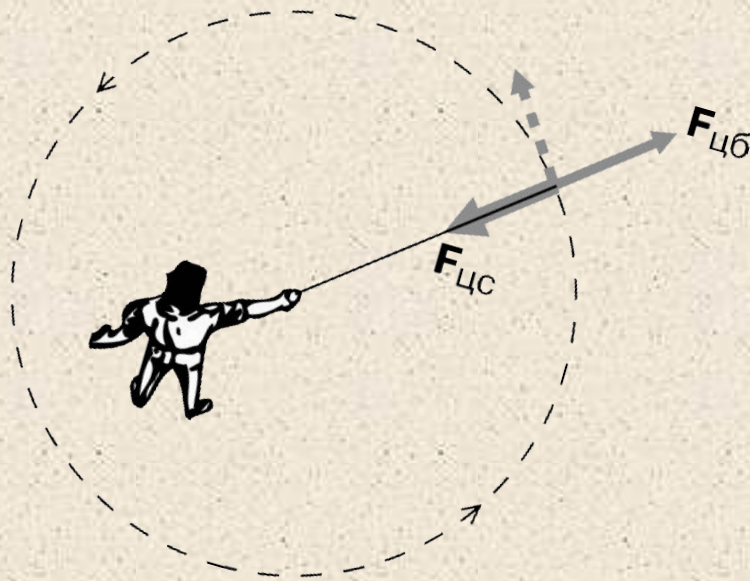
$$\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$$

# Движение по окружности с постоянной по модулю скоростью

o Ускорение

$$a = \frac{v^2}{R}$$

$$a = \omega^2 R$$





## Величины, характеризующие криволинейное движение

Название, обозначение, единица измерения	Направление 	Формула	Для свободного падения 
Касательное (или тангенциальное) ускорение $a_t$ (м/с <sup>2</sup> )	Параллельно скорости $\vec{a}_t \parallel \vec{v}$	Изменяет модуль скорости $a_t = \frac{v - v_0}{t}$	Движение вверх $a_t = -g \cos \gamma$ Движение вниз $a_t = g \cos \gamma$
Нормальное (или центростремительное) ускорение $a_n$ (м/с <sup>2</sup> )	Перпендикулярно скорости $\vec{a}_n \perp \vec{v}$	$a_n = \frac{v^2}{R}$	$a_n = g \sin \gamma$
Полное ускорение $a_{\text{полн}}$ (м/с <sup>2</sup> )	Находится геометрически	$a_{\text{полн}} = \sqrt{a_t^2 + a_n^2}$	$a_{\text{полн}} = g$
Радиус кривизны $R$ (м)	$R \perp v$	$R = \frac{v^2}{a_n}$ $v$ — скорость в данный момент времени	В верхней точке $a_n = g$ $R = \frac{(v_0 \cos \alpha)^2}{g}$
Путь $l$ (м)		$l = v_0 t + \frac{a_t t^2}{2}$	

# Решите задачу

1. Определите модуль и направление скорости точки, если при равномерном движении вдоль оси  $OX$  ее координата за время  $t_1 = 4$  с изменилась от  $x_1 = 5$  м до  $x_2 = -3$  м.

Решение. Модуль и направление вектора можно найти по его проекциям на оси координат. Так как точка движется равномерно, то проекцию ее скорости на ось  $OX$  найдем по формуле

$$v_x = \frac{x_2 - x_1}{t_1}; \quad v_x = \frac{-3 - 5}{4} \text{ м/с} = -2 \text{ м/с.}$$

Отрицательный знак проекции скорости означает, что скорость точки направлена противоположно положительному направлению оси  $OX$ . Модуль скорости равен  $v = |v_x| = |-2 \text{ м/с}| = 2 \text{ м/с}$ .

6. Два велосипедиста стартуют одновременно на дистанции 2,2 км. Скорость первого велосипедиста равна 10 м/с, второго — 11 м/с. На сколько секунд второй велосипедист опередит первого?

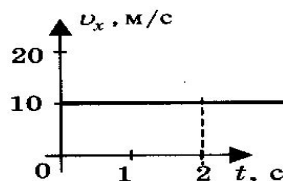
- 1) 10 с
- 2) 20 с
- 3) 30 с
- 4) 40 с

7. Тело, двигаясь прямолинейно и равномерно в плоскости, переместилось из точки А с координатами (0; 2) в точку В с координатами (4; - 1) за время, равное 5 с. Определите модуль скорости тела.

- 1) 0,5 м/с
- 2) 1 м/с
- 3) 1,5 м/с
- 4) 2 м/с

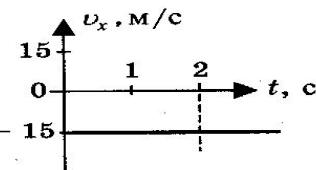
8. Тело движется вдоль оси ОХ. Проекция его скорости  $v_x(t)$  меняется по закону, приведенному на графике. Путь, пройденный телом за 2 с, равен

- 1) 10 м
- 2) 20 м
- 3) 40 м
- 4) 80 м



9. Тело движется вдоль оси ОХ. Проекция его скорости  $v_x(t)$  меняется по закону, приведенному на графике. Проекция перемещения тела за 2 с равна

- 1) - 15 м
- 2) - 30 м
- 3) 15 м
- 4) 30 м



Выберите  
правильный  
вариант