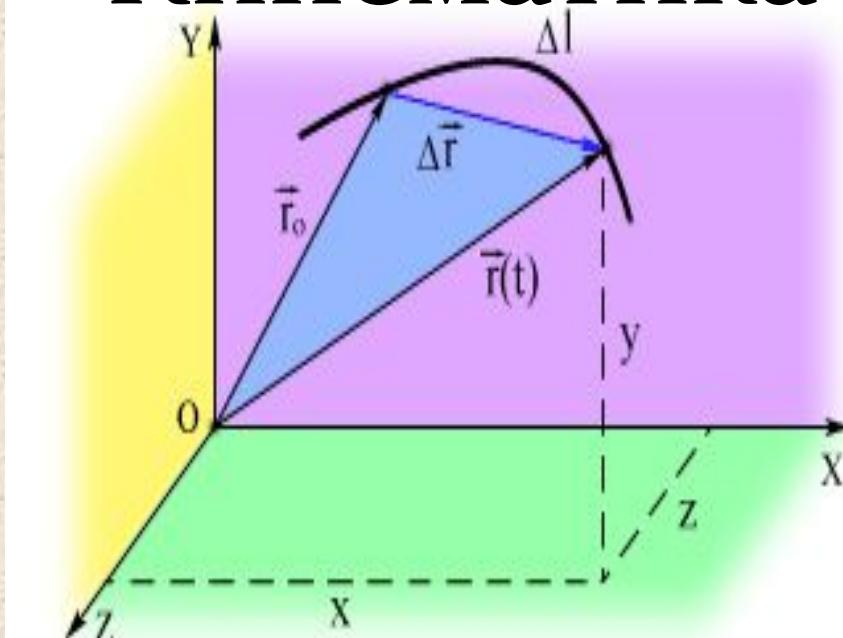


# Кинематика

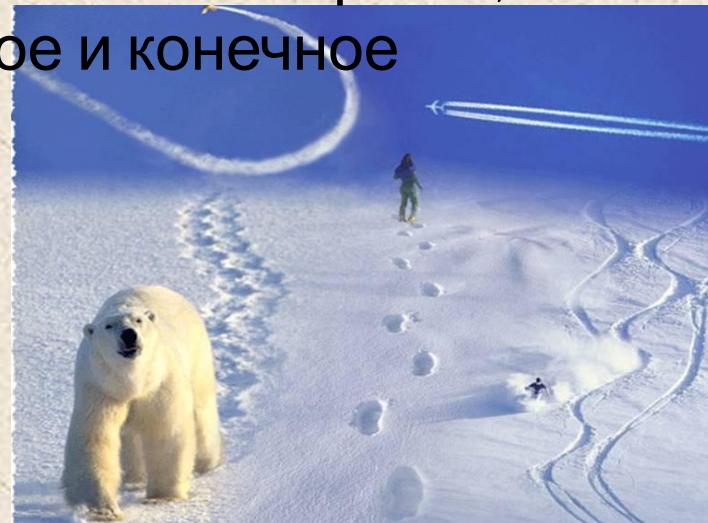
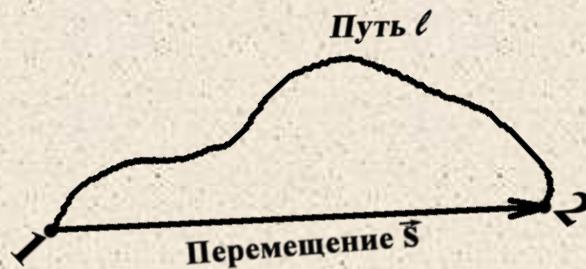


# Основные понятия

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

# Основные понятия

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



# Основные понятия

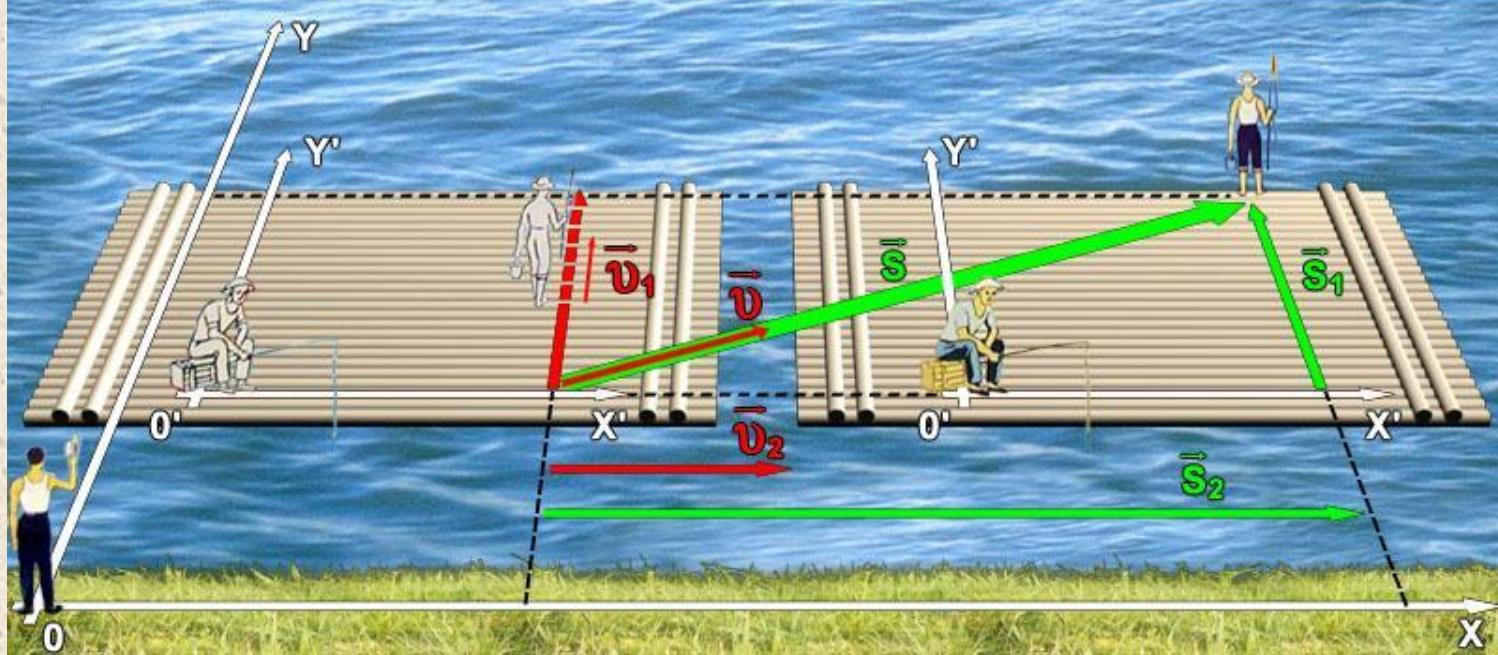
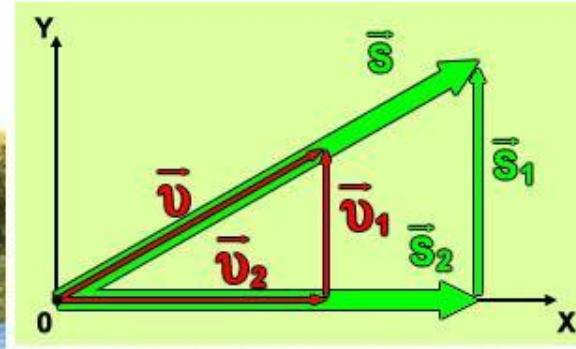
## О Относительность движения

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



# ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ ДВИЖЕНИЙ

(ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ПЕРПЕНДИКУЛЯРНЫ)



# Равномерное движение

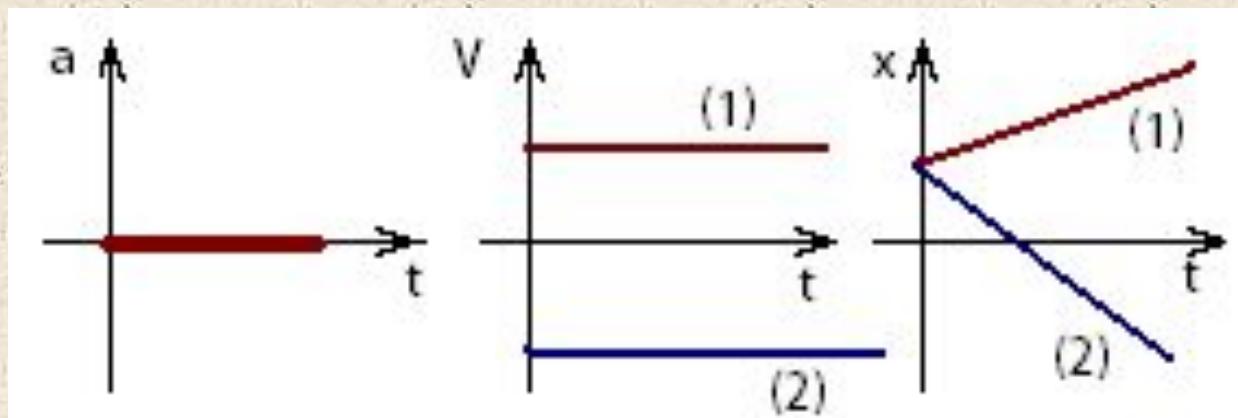
- Движение, когда за любые равные промежутки времени тело совершает одинаковые перемещения. Это движение с постоянной скоростью.
- **Скорость** – векторная физическая величина, равная отношению пути ко времени, за которое этот путь пройден.

$$\overset{\rightarrow}{V} = \frac{\overset{\rightarrow}{S}}{t}$$

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

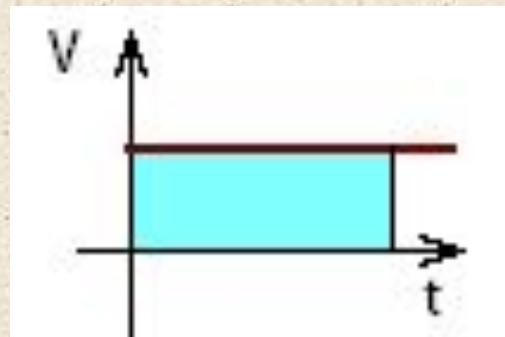
# Равномерное движение

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



# Равномерное движение

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



- Это правило применимо и для равноускоренного движения

# Неравномерное движение

- Средняя скорость

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

- Мгновенная скорость

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

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

$$\dot{S} = V,$$

Производная скорости – есть ускорение.

$$\ddot{V} = a$$

# Равноускоренное движение

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

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

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

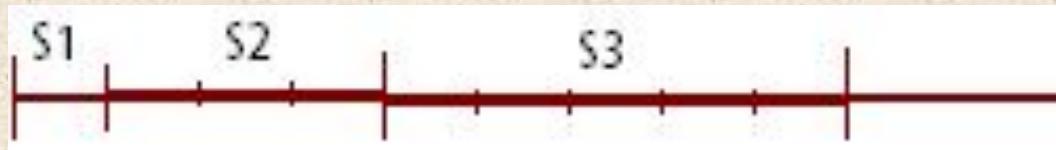
$$\vec{V} = \vec{V}_0 + \vec{at}$$

# Равноускоренное движение

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

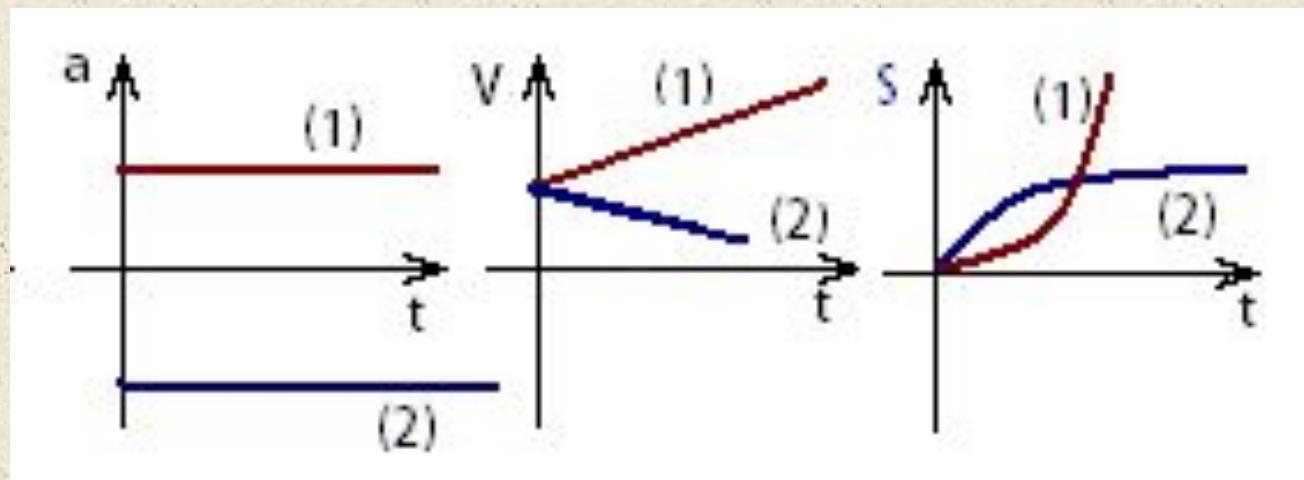
$$\vec{S} = \vec{V}_0 t + \frac{\vec{a}t^2}{2} \quad S = \frac{V^2 - V_0^2}{2a}$$

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



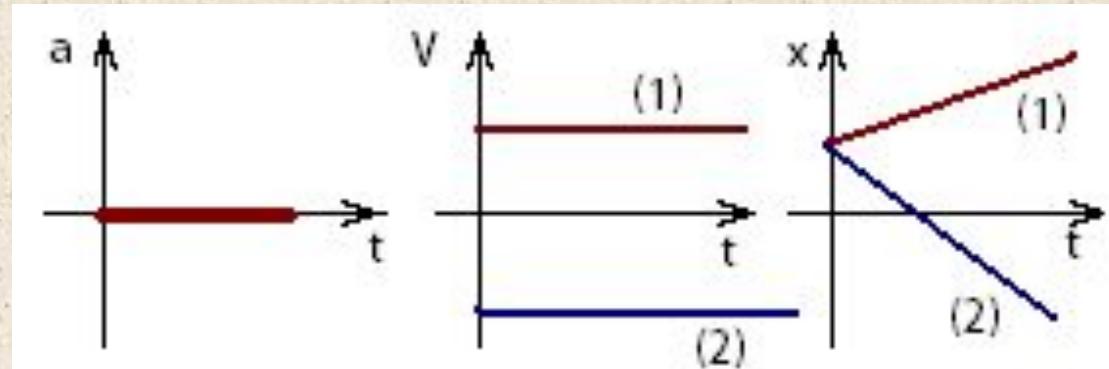
# Равноускоренное движение

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

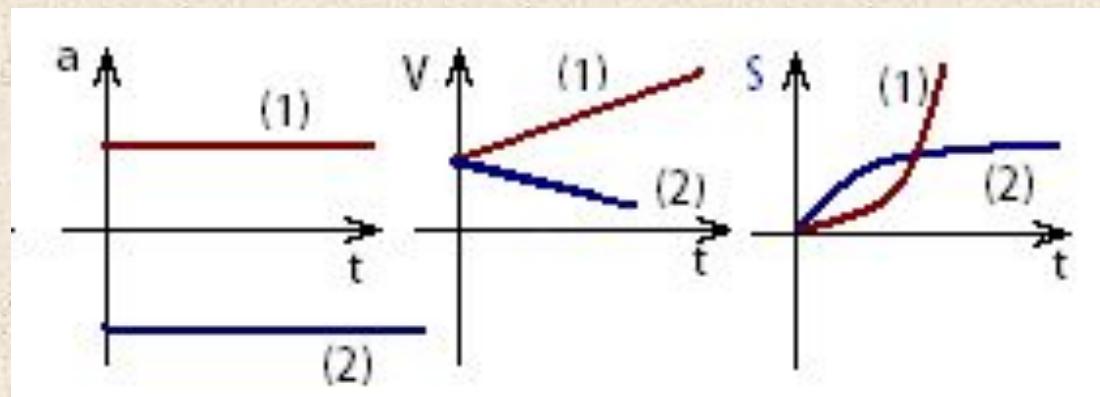


# Сравните:

○ Равномерное движение:

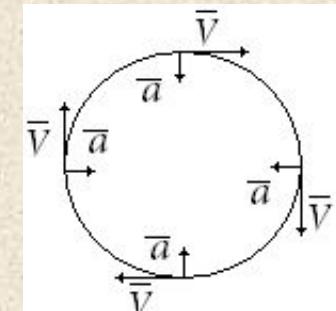


○ Равноускоренное движение:



# Движение по окружности с постоянной по модулю скоростью

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



- $V$  - частота (количество оборотов в единицу времени)

$$\nu = \frac{n}{t} \qquad \nu = \frac{1}{T}$$

# 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.

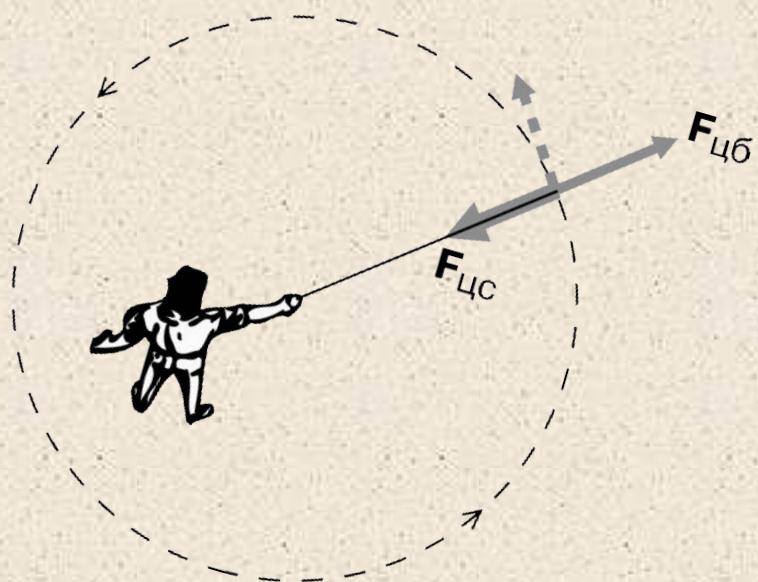
$$\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$$

# Движение по окружности с постоянной по модулю скоростью

## ○ 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 $a_t$ ( $\text{м}/\text{с}^2$ )	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 центробежное) ускорение $a_n$ ( $\text{м}/\text{с}^2$ )	Перпендикулярно скорости $\vec{a}_n \perp \vec{v}$	$a_n = \frac{v^2}{R}$	$a_n = g \sin \gamma$
Полное ускорение $a_{\text{полн}}$ ( $\text{м}/\text{с}^2$ )	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)		$l = v_0 t + \frac{a_t t^2}{2}$	