

# Кинематика периодического движения



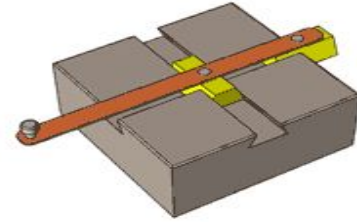
Периодическое движение –  
движение, повторяющееся через  
равные промежутки времени.

## 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.

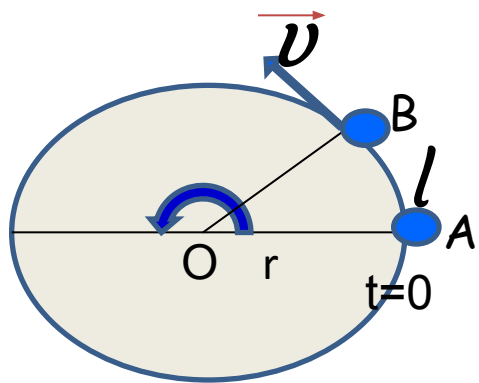
$T$  - период

$$[T] = [c]$$

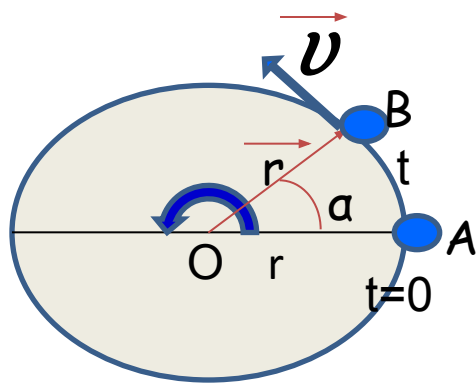
# 1) Криволинейное движение

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

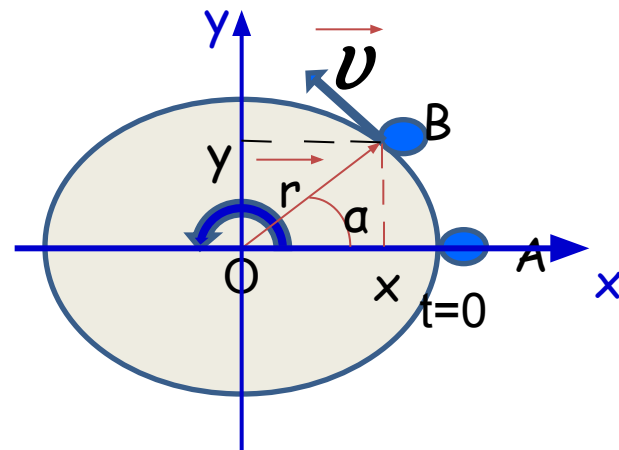




Определение  
положения частицы  
по пройденному ею  
пути  $l$  по  
окружности



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**

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

Период вращения  $T$  - время  
одного оборота по окружности



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

Частота вращения - число оборотов в единицу времени.

$$[\nu] = [\Gamma\text{ц}]$$

**Фаза вращения  $\varphi$  - угол поворота  
радиуса-вектора в произвольный  
момент времени относительно его  
начального положения**

$$v = \frac{s}{t} = \left[ \begin{array}{l} s = 2\pi R \\ t = T \end{array} \right]$$

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

$$v = 2\pi R \nu$$

# Угловая скорость

$\omega$  [рад/с]

$\varphi$  [рад] — *угловое  
перемещение*

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

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



это физическая величина (скалярная), показывающая угловое перемещение за единицу времени

# Линейная скорость

$V$  [м/с]

направлена по касательной  
к окружности

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

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

это физическая величина,  
показывающая путь,  
пройденный телом за  
единицу времени

4) **Период  $T$  [с]** — время одного полного оборота

**Частота  $\nu$  [Гц =  $\frac{1}{с}$ ]** — число оборотов ( $N$ )  
за единицу времени

$$T = \frac{t}{N}$$

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

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

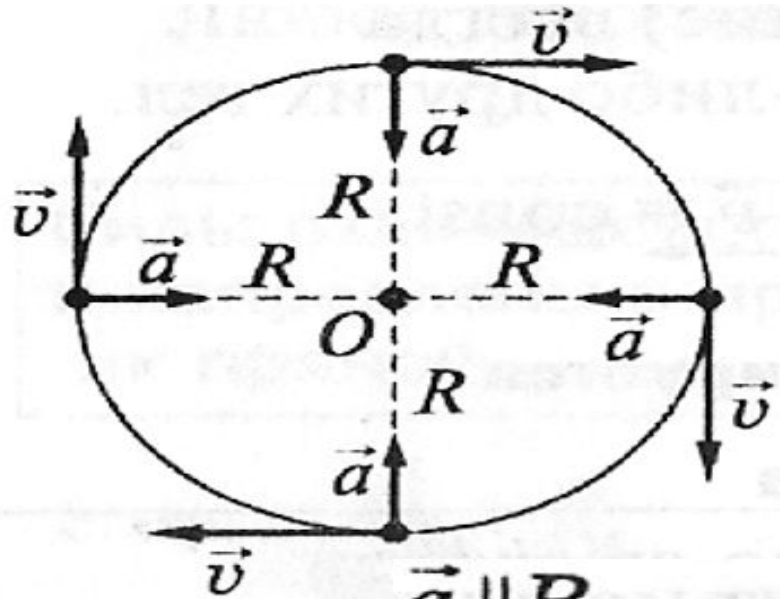
$$\nu = \frac{1}{T}$$

# Для равномерного движения по окружности

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

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

# Движение точки по окружности



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

$a$  — центростремительное ускорение

$R$  — радиус окружности

$$\vec{a} \parallel R$$

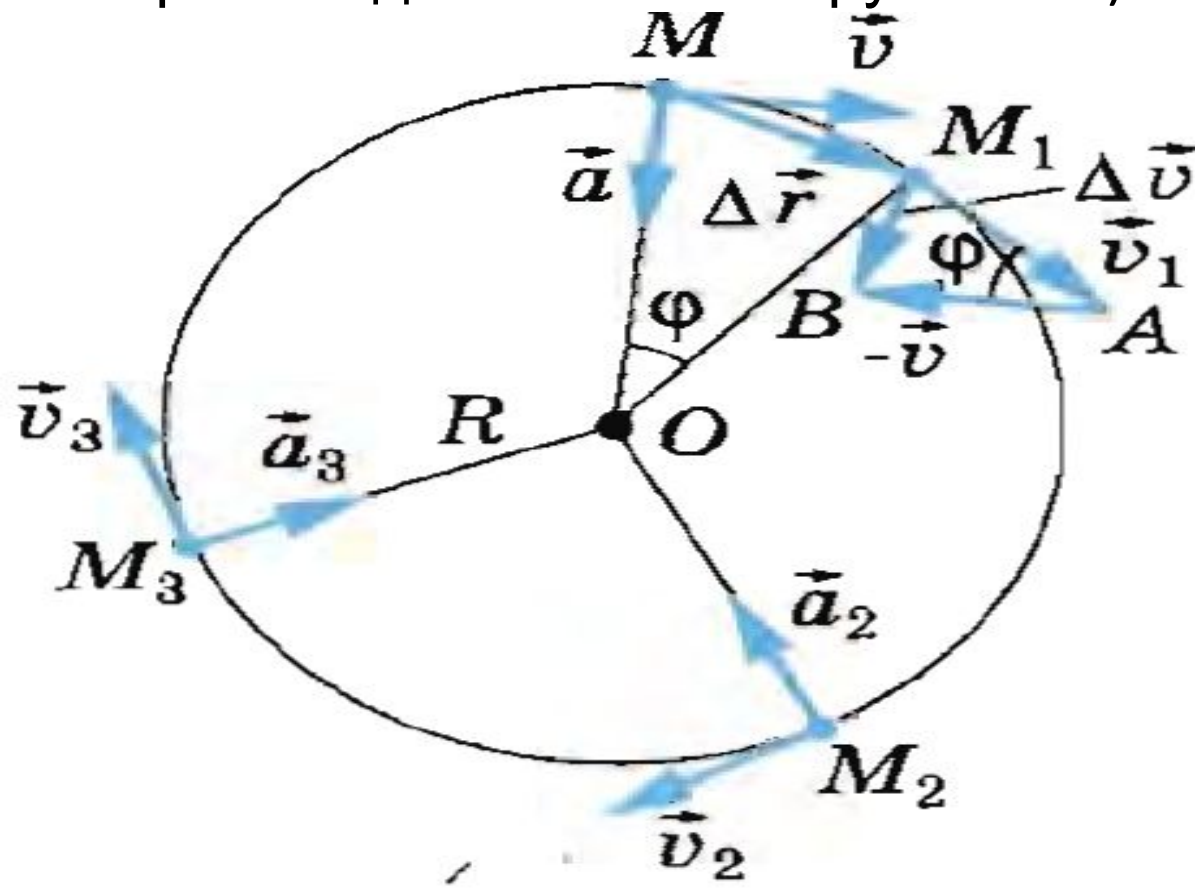
$$\vec{a} \perp \vec{v}$$

$\vec{v} \parallel$  касательной к траектории

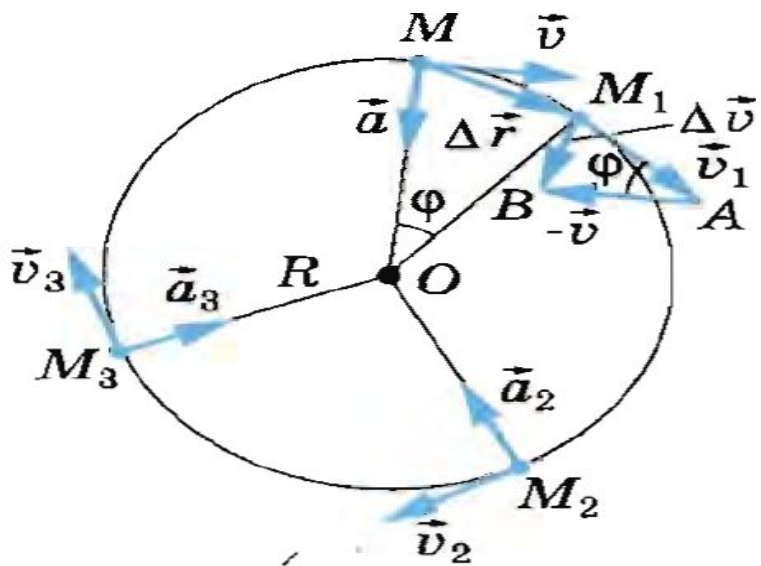


# Центростремительное ускорение

(при равномерности движения по окружности)



# Центростремительное ускорение



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

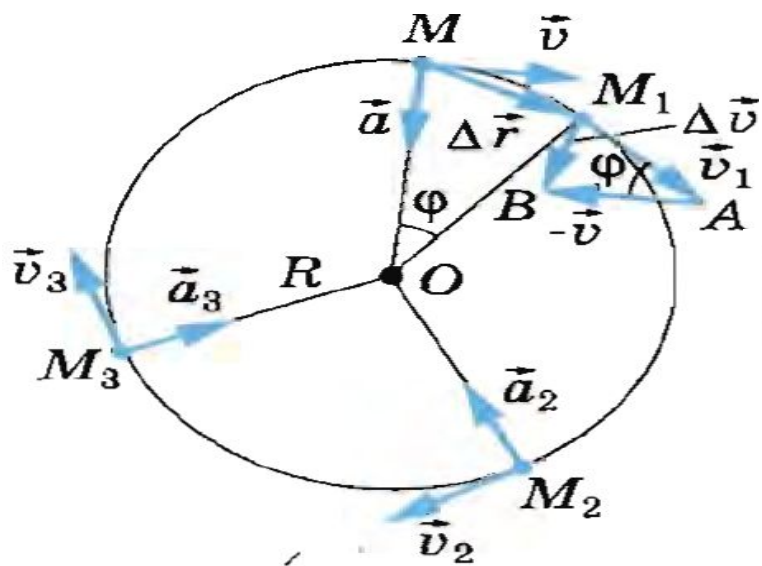
$$\Delta OMM_1 \sim \Delta M_1AB$$

$$\frac{|\Delta \vec{v}|}{v} = \frac{|\Delta \vec{r}|}{R}$$

$$\frac{1}{v} \cdot \frac{|\Delta \vec{v}|}{\Delta t} = \frac{|\Delta \vec{r}|}{\Delta t} \cdot \frac{1}{R}$$

$$\frac{|\Delta \vec{v}|}{\Delta t} = \frac{v}{R} \cdot \frac{|\Delta \vec{r}|}{\Delta t}$$

# Центростремительное ускорение



$$\frac{|\Delta \vec{v}|}{\Delta t} = \frac{v}{R} \cdot \frac{|\Delta \vec{r}|}{\Delta t}$$

$$\frac{|\Delta \vec{v}|}{\Delta t} = a_{\text{ср}} \quad \text{и} \quad \frac{|\Delta \vec{r}|}{\Delta t} = v_{\text{ср}}$$

При  $\Delta t \rightarrow 0$

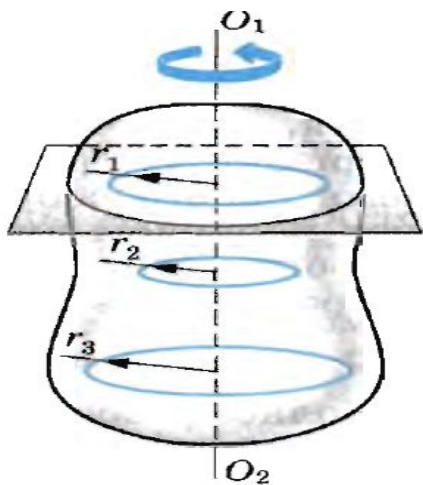
$$a = \frac{v^2}{R}$$

$\vec{a}_{\text{ц}}$  [м/с<sup>2</sup>] сонаправлено с  $\Delta \vec{V}$ ;  $\vec{a}_{\text{ц}} \perp \vec{V}$   
(направлено в центр окружности)

# Абсолютно твердое тело

- тело, взаимное расположение частей которого не изменяется

## Вращательное движение твёрдого тела вокруг неподвижной оси



- движение, при котором все точки тела описывают окружности, центры которых находятся на одной прямой, называемой осью вращения,

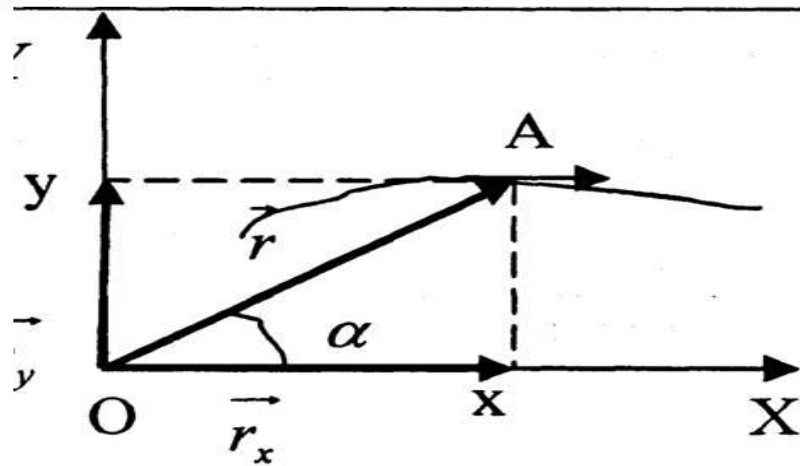
# Примеры

- **Вращение валов двигателей и генераторов**
- **Турбины и пропеллеры самолетов, вертолетов**
- **Детская карусель**

# Задача

Найдите скорость вращения Земли вокруг Солнца, считая её орбиту круговой с радиусом  $r = 1,5 \cdot 10^8$  км

## Связь закона движения в координатной и векторной формах

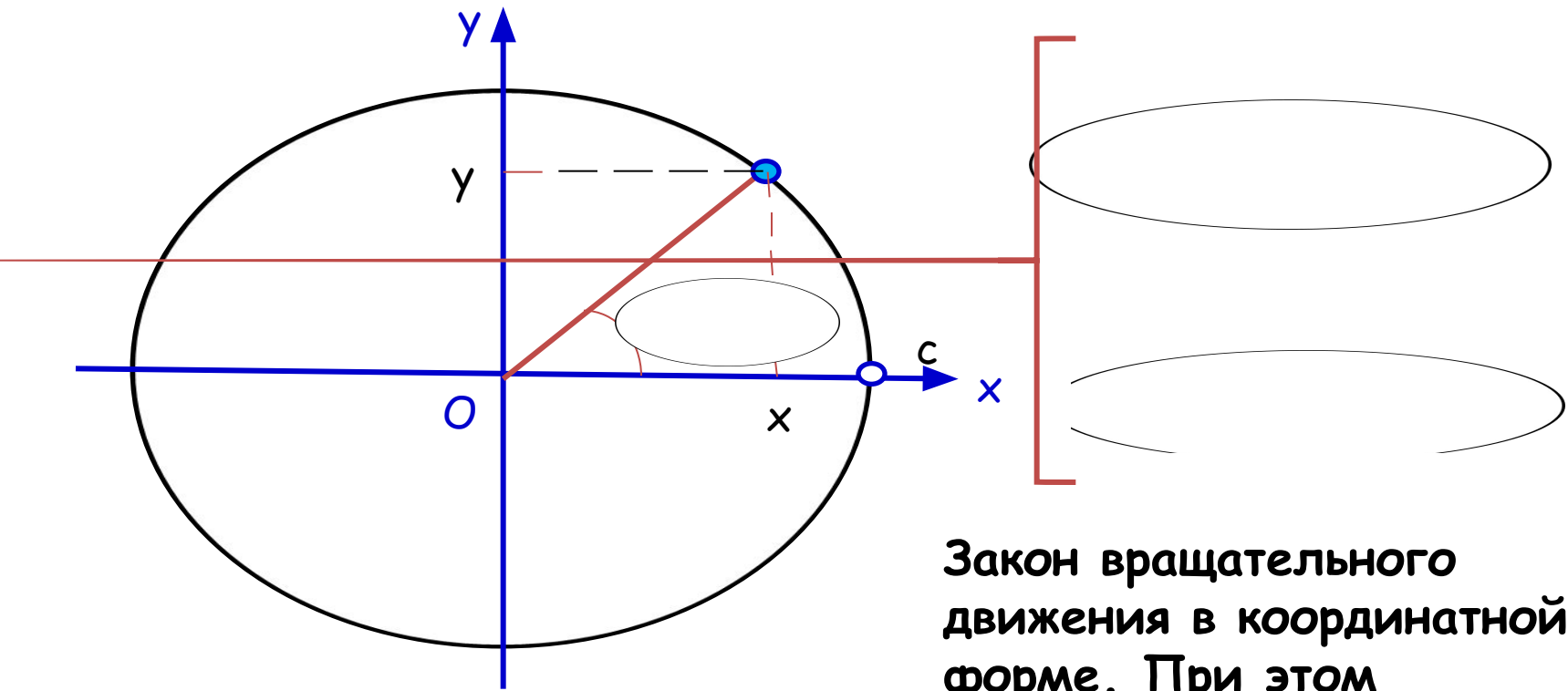


Определение положения точки с помощью координат  $x = x(t)$ ,  $y = y(t)$  и радиус-вектора  $\vec{r}(t)$  – радиус-вектор положения точки в начальный момент времени

$$\begin{cases} x = r \cdot \cos \alpha \\ y = r \cdot \sin \alpha \end{cases}$$

$$\vec{r} = \vec{r}_x + \vec{r}_y$$

$$\begin{cases} r_x = x \\ r_y = y \end{cases}$$



**Закон вращательного движения в координатной форме. При этом координаты изменяются со временем по закону косинуса и синуса.**



**Гармонические колебания-колебания, при которых колеблющаяся величина изменяется со временем синусоидально (или косинусоидально).**

