

Кинематика периодического движения



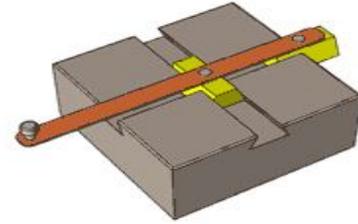
Периодическое движение –
движение, повторяющееся через
равные промежутки времени.

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.

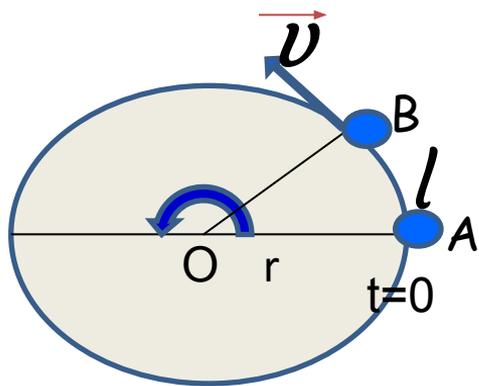
T - период

$$[T] = [c]$$

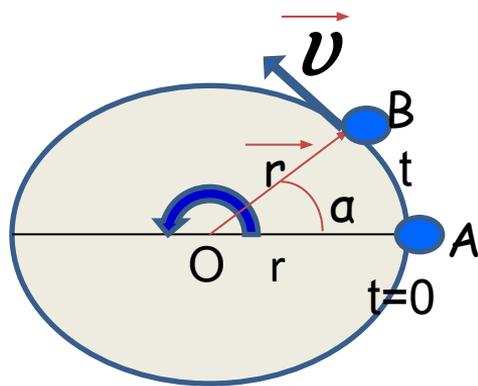
1) Криволинейное движение

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

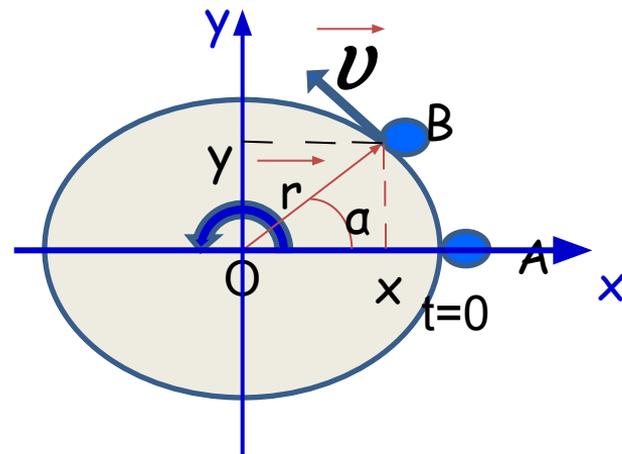




Определение
положения частицы
по пройденному ею
пути l по
окружности



Определение
положения частицы
по углу поворота α
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

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

Частота вращения - число оборотов в единицу времени.

$$[\nu] = [\Gamma\text{ц}]$$

**Фаза вращения φ - 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

ω [рад/с]

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

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

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

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

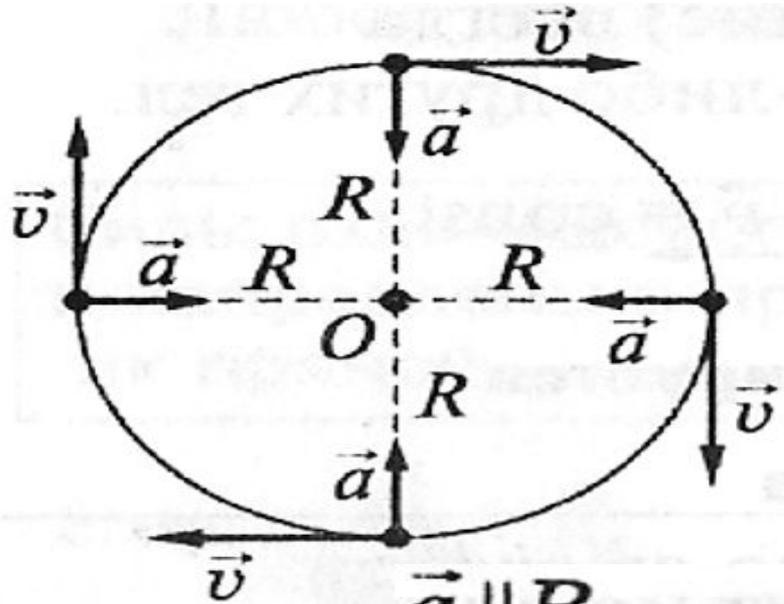
$$\nu = \frac{1}{T}$$

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

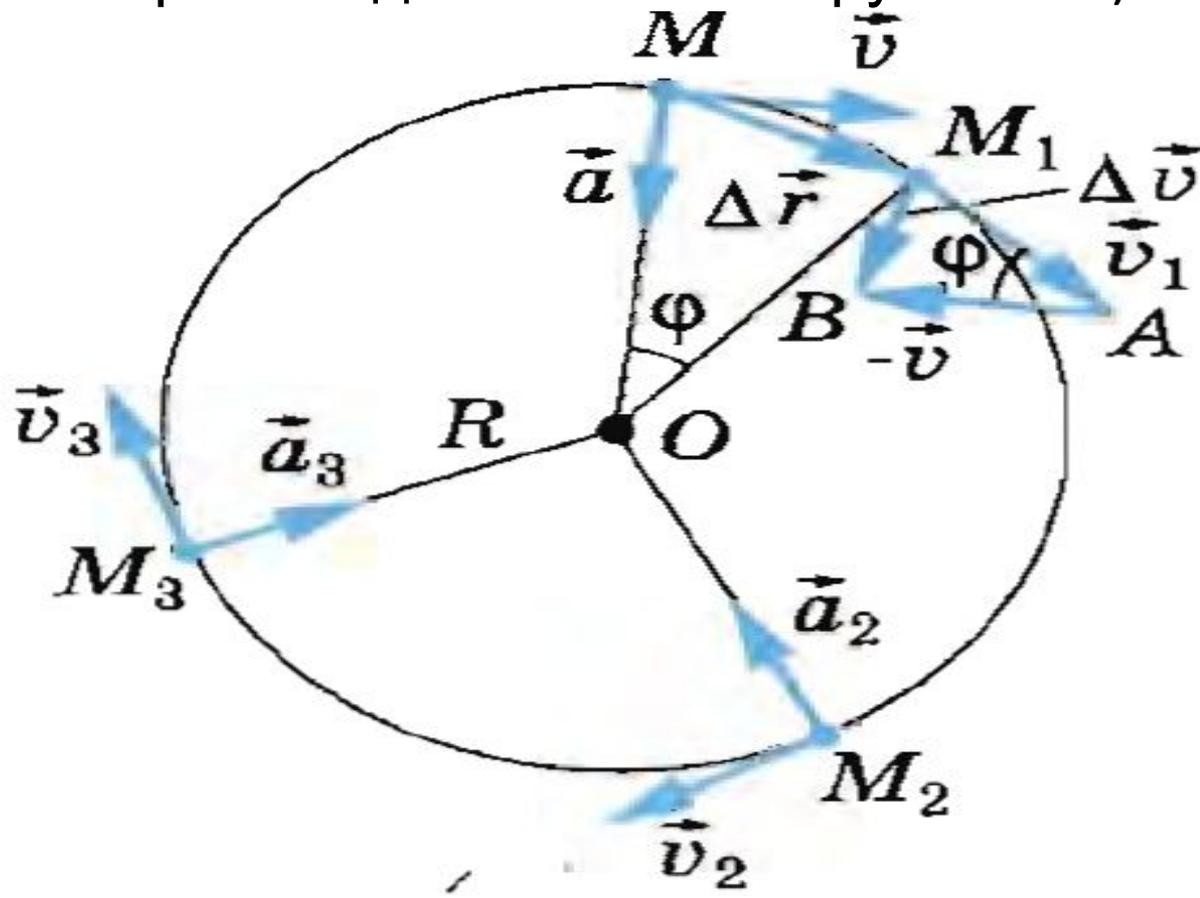
$$\vec{a} \parallel R$$

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

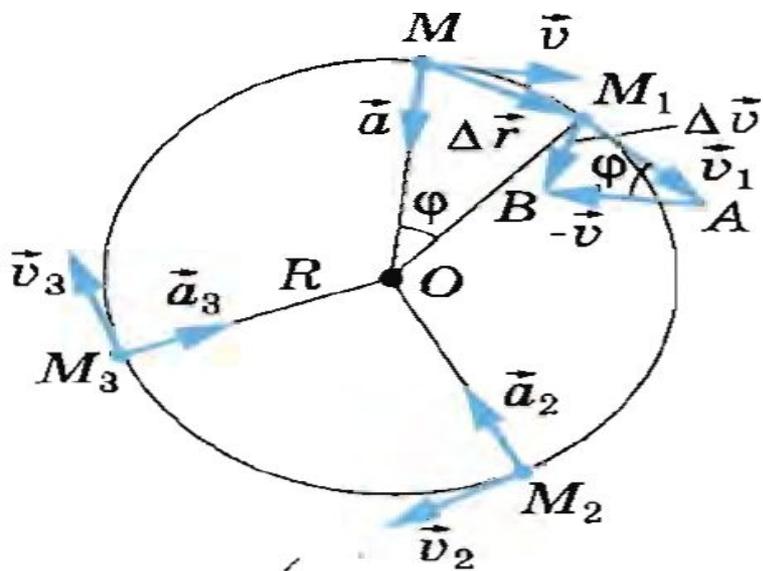
$\vec{v} \parallel$ касательной к траектории

Центростремительное ускорение

(при равномерности движения по окружности)



Центростремительное ускорение



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

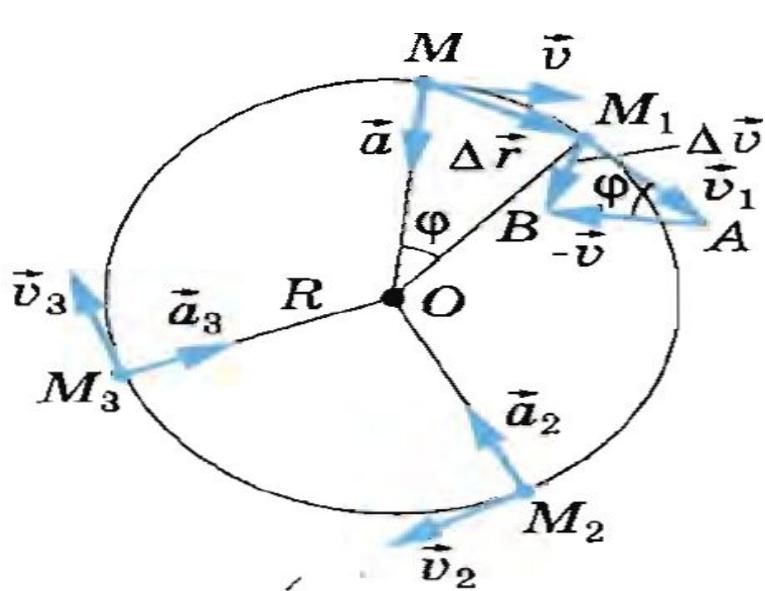
$$\Delta OMM_1 \sim \Delta M_1AB$$

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

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

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

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 $\Delta t \rightarrow 0$

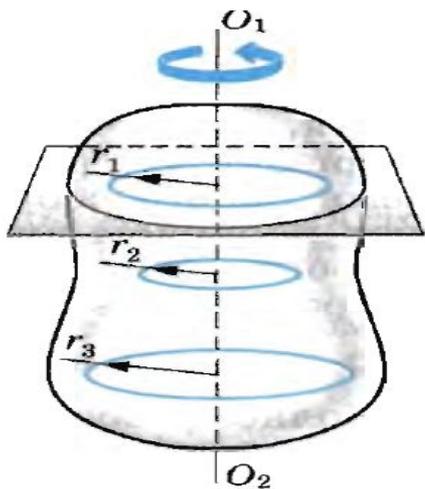
$$a = \frac{v^2}{R}$$

$\vec{a}_{\text{ц}} [\text{м/с}^2]$ 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,

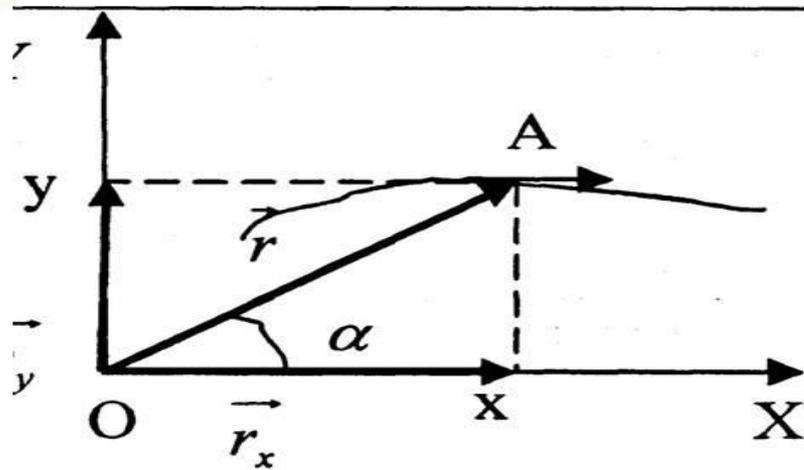
Примеры

- **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

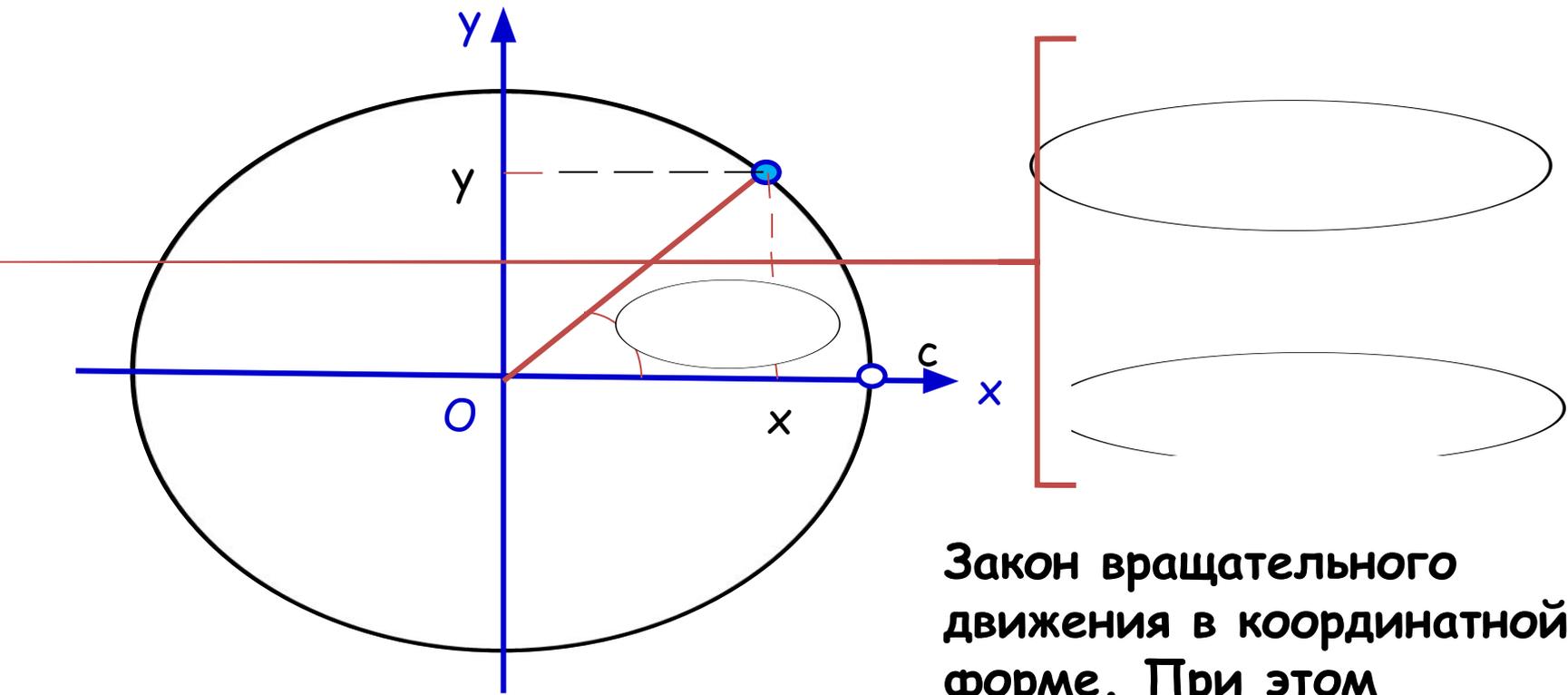


Определение положения точки с помощью координат $x = x(t)$, $y = y(t)$ и радиус-вектора $\vec{r}(t)$ – радиус-вектор положения точки в начальный момент времени

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

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

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



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).

