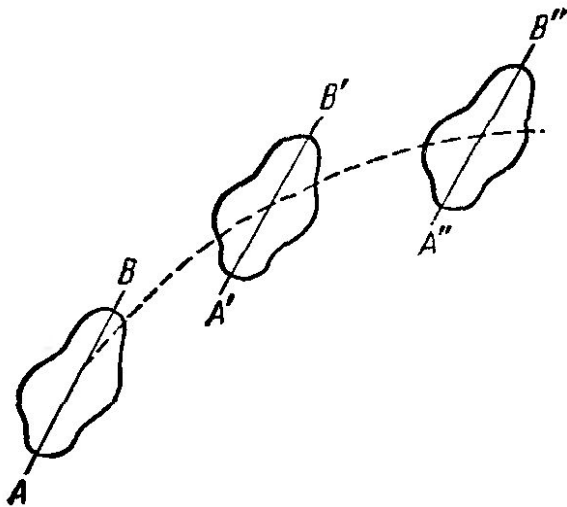


Кинематика вращательного движения

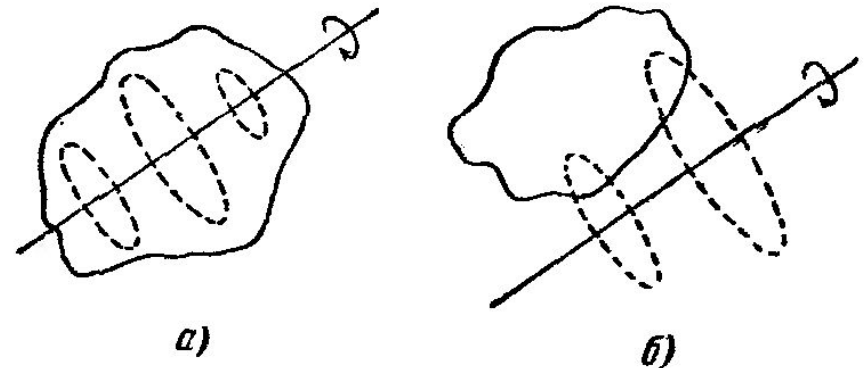
Всякое движение твердого тела может быть представлено как сумма *поступательного* и *вращательного* движений.

Поступательное движение – движение тела, при котором прямая, соединяющая две любые точки тела, остается параллельной самой себе при движении этого тела.



Следствие. Все точки тела движутся по одинаковым траекториям.

Вращательное движение твердого тела вокруг оси – движение тела, при котором все точки тела описывают окружности в плоскостях, перпендикулярных к оси вращения и с центрами, лежащими на этой оси.



Точки тела находятся на разном расстоянии от оси вращения, их скорость разная.

Характеристики кинематики вращательного движения абсолютно твердого тела

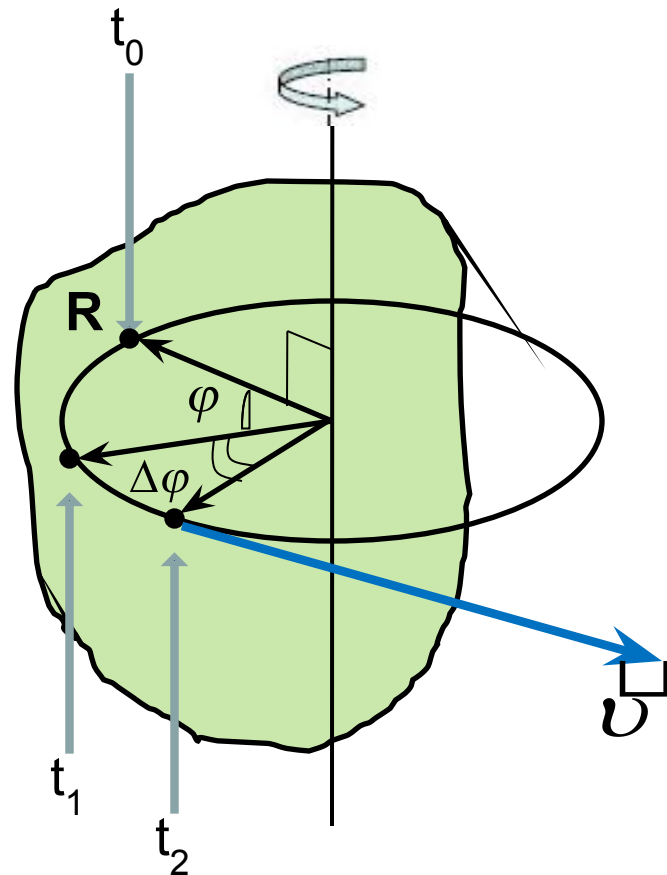
Абсолютно твердое тело – тело, деформациями которого можно пренебречь в условиях данной задачи.

Рассмотрим вращательное движение *абсолютно твердого тела* относительно неподвижной оси вращения.

Положение такого тела при вращении вокруг неподвижной оси можно охарактеризовать угловой координатой φ (скаляр)

За время $\Delta t = t_2 - t_1$ угол поворота $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$

За время dt - $d\varphi$.



Характеристики кинематики вращательного движения абсолютно твердого тела

Характеристика быстроты вращения тела вокруг неподвижной оси \longrightarrow *угловая скорость*:

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt}$$

Размерность в системе СИ – радиан/сек или 1/сек.

Движение по окружности данного радиуса R , будет задано в том случае, если заданы

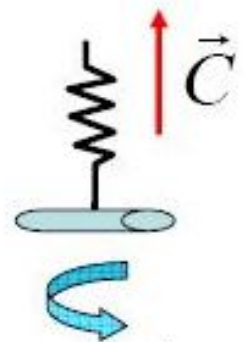
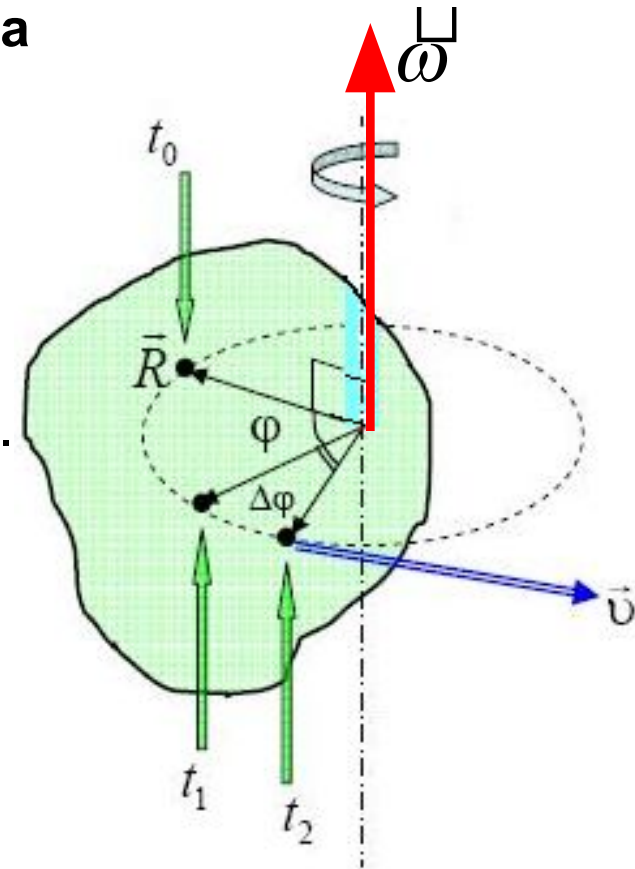
1. величина угловой скорости ω ,
2. плоскость в которой лежит окружность,
3. направление вращения

Все три характеристики могут быть даны с помощью одного вектора:

Вектор перпендикулярен плоскости вращения

Направление вектора даёт направление вращения по правилу правого винта.

Будем считать, что $\vec{\omega}$ – это такой вектор



Характеристики кинематики вращательного движения абсолютно твердого тела

При вращении с *постоянной* угловой скоростью полный оборот совершается за время

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

T – период обращения.

Величина обратная периоду – число оборотов в единицу времени:

$$\longrightarrow \quad \omega = 2\pi\nu$$

T и ν можно рассматривать и как характеристики движения с *переменной* угловой скоростью. Тогда они будут характеризовать вращение в данный момент времени.

Пример: изменение скорости вращения ротора, двигателя и т.п. характеризуют изменением числа оборотов (а не изменением угловой скорости).

Характеристики кинематики вращательного движения абсолютно твердого тела

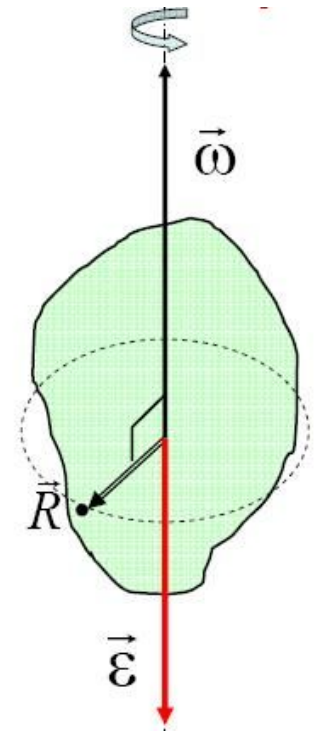
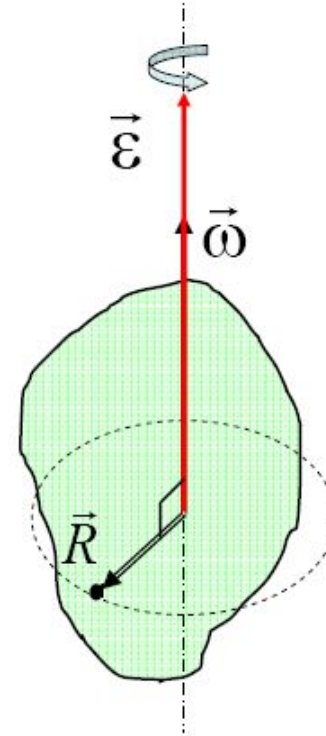
Угловое ускорение - характеристика быстроты изменения угловой скорости

$$\vec{\varepsilon} = \frac{d\vec{\omega}}{dt}$$

При неподвижной оси вращения $\vec{\omega}$ и $\vec{\varepsilon}$ совпадают по направлению в случае ускоренного вращательного движения.

В случае замедленного вращательного движения $\vec{\omega}$ и $\vec{\varepsilon}$ - противоположны.

Ускоренное
вращательное
движение



Связь угловых и линейных величин

Путь, пройденный точкой при движении по окружности:

$$S = R\varphi$$

Связь между **модулями** линейной скорости точки тела и угловой скоростью:

$$v = \frac{dS}{dt} = R \frac{d\varphi}{dt} = R\omega \quad \longrightarrow \quad v = R\omega$$

Связь между модулями тангенциального ускорения точки тела и углового ускорения:

$$a_\tau = \frac{dv}{dt} = \frac{d(\omega R)}{dt} = R \frac{d\omega}{dt} = R\varepsilon \quad \longrightarrow \quad a_\tau = R\varepsilon$$

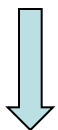
Связь между модулем нормального ускорения точки тела и модулем угловой скорости:

$$a_n = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$$

Связь угловых и линейных величин

Связь между линейной скоростью точки тела и угловой скоростью в векторном виде:

$$\vec{v} = [\vec{\omega} \vec{R}] \quad \leftarrow \text{векторное произведение}$$



$$v = R\omega \sin \frac{\pi}{2},$$

$$\vec{C} = [\vec{A} \times \vec{B}]$$

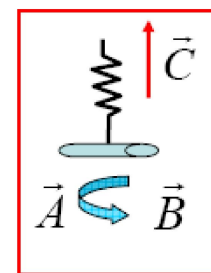
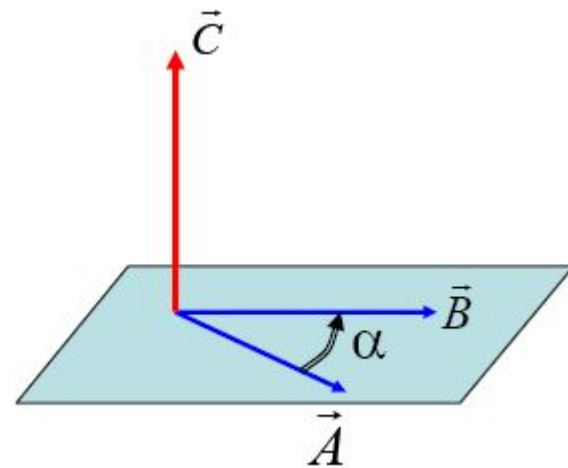
$$\vec{C} \perp \vec{A}$$

$$\vec{C} \perp \vec{B}$$

$$|\vec{C}| = |\vec{A}| |\vec{B}| \sin \alpha$$

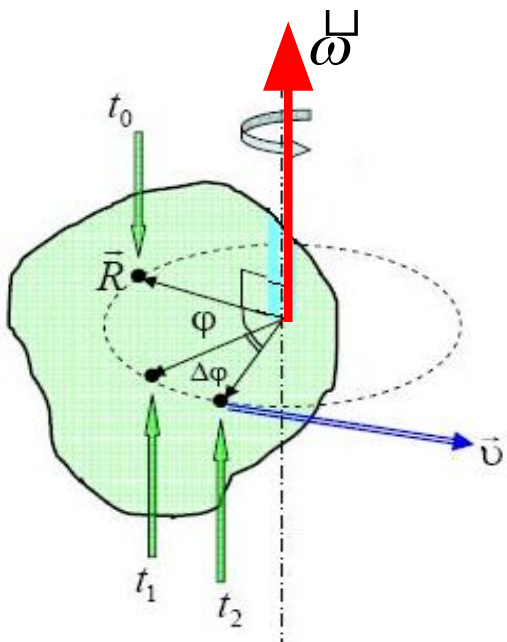
$$C = AB \sin \alpha$$

$$\vec{C} = -[\vec{B} \times \vec{A}]$$

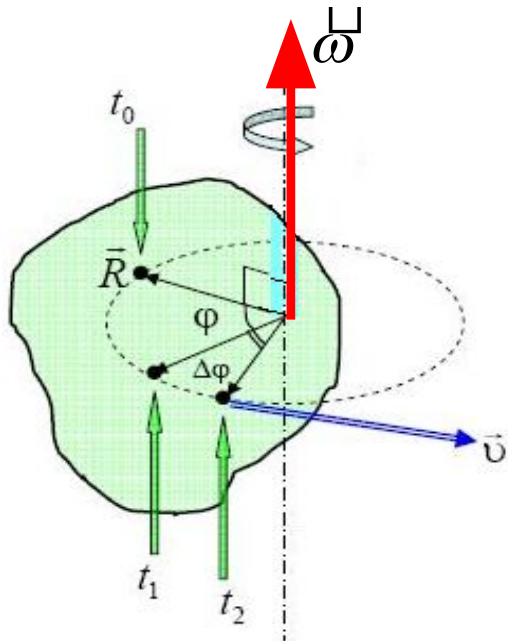


Правило
Правого
винта

правило
правой руки



Связь угловых и линейных величин



$$S = R\varphi$$

$$v = R\omega$$

$$\vec{v} = [\vec{\omega} \times \vec{R}]$$

$$a_{\tau} = R\varepsilon$$

$$a_n = \omega^2 R$$