

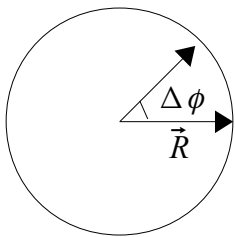
Билет 4. Кинематика движения тела по окружности. Период, частота, угловая скорость.

Вращательное движение — движение, при котором все точки тела описывают окружности, центры которых находятся на одной прямой (оси вращения), перпендикулярной плоскостям этих окружностей.

Абсолютно твердое тело — тело, деформациями которого под действием внешних сил можно пренебречь.

Деформация — изменение формы или размера тела.

Примеры вращательного движения: диск, сверло дрели,



За время Δt точка поворачивается на угол $\Delta \phi$.

Угол поворота $\Delta \vec{\phi}$ — вектор, модуль которого равен углу, на который повернулось тело, направление совпадает с направлением вращения. Направление определяется с помощью правила буравчика: если правый винт вращать по направлению вращения тела, то его поступательное движение укажет направление $\Delta \vec{\phi}$.

$$(\Delta \vec{\phi} = [\text{рад}] = [\frac{180^0}{\pi}])$$

Средняя угловая скорость — векторная физическая величина, равная отношению угла поворота к промежутку времени совершения поворота.

$$\vec{\omega}_{cp} = \frac{\Delta \vec{\phi}}{\Delta t} \quad [\vec{\omega}_{cp}] = \frac{\text{рад}}{c}$$

Мгновенная угловая скорость — векторная физическая величина, равная отношению угла поворота тела за достаточно малый промежуток времени Δt , начинающийся сразу после момента времени t , к длительности промежутка.

$$\vec{\omega} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{\phi}}{\Delta t} = \frac{d \vec{\phi}}{d t}$$

Среднее угловое ускорение — векторная физическая величина, равная отношению изменения угловой скорости к промежутку времени, за который произошло это изменение.

$$\vec{\beta}_{cp} = \frac{\Delta \vec{\omega}}{\Delta t}$$

Мгновенное угловое ускорение — векторная физическая величина, равная пределу отношения изменения угловой скорости к промежутку времени Δt , за которое совершается поворот, при условии, что Δt стремиться к 0.

$$\vec{\beta} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{\omega}}{\Delta t} = \frac{d \vec{\omega}}{d t}$$

Модуль углового ускорения

$$\beta = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \omega}{\Delta t} = \frac{d \omega}{d t}$$

$\beta > 0$, если угловая скорость увеличивается ($\vec{\beta} \uparrow \vec{\omega}$) - равноускоренное вращение.

$\beta < 0$, если угловая скорость уменьшается ($\vec{\beta} \downarrow \vec{\omega}$) - равнозамедленное вращение.

Равномерное вращение

Вращение с постоянной по модулю угловой скоростью называется равномерным.

Период вращения T — время полного оборота тела на угол 2π радиан.

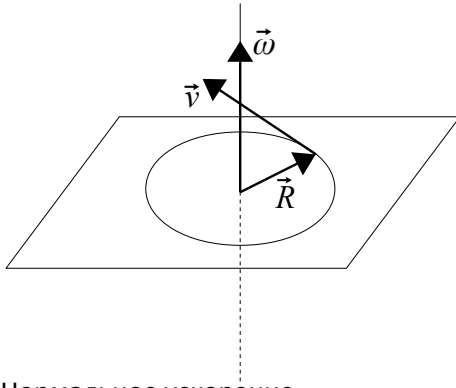
$$T = \frac{t}{N} \quad [T] = c \quad \omega = \frac{2\pi}{T}$$

Частота вращения ν или n — число оборотов в единицу времени.

$$\nu = \frac{1}{T} \quad [\nu] = c^{-1} = \Gamma\text{ц}$$

Связь угловых и линейных величин

Пусть Δs — путь, пройденный телом за время Δt . За это время происходит поворот тела на угол $\Delta \phi$. Тогда $\Delta s = \Delta \phi \cdot R$.



Поделим обе части уравнения на Δt : $\frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \cdot R$.

Линейная скорость точки тела — отношение пути, пройденного данной точкой, к промежутку времени, за который он пройден.

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \omega R$$

Линейная скорость точки тела — векторное произведение угловой скорости на радиус-вектор точки относительно оси вращения.

$$\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{R} = \omega R \cdot \sin \alpha \stackrel{\alpha = \frac{\pi}{2}}{=} \omega R$$

Нормальное ускорение

$$a_n = \frac{v^2}{R} = \frac{\omega^2 R^2}{r} = \omega^2 R = \frac{4\pi^2}{T^2} R = 4\pi^2 n^2 R$$

Тангенциальное ускорение

$$|\vec{a}_\tau| = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta |\vec{v}|}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta (\omega R)}{\Delta t} = R \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \omega}{\Delta t} = \beta R$$

Основные уравнения кинематики равноускоренного (равнозамедленного) вращения

$$\vec{\omega}(t) = \vec{\omega}_0 + \vec{\beta} \cdot t$$

$$\Delta \vec{\phi}(t) = \vec{\phi}_0 + \vec{\omega}_0 t + \frac{\vec{\beta} t^2}{2}$$