

# Тема №2

Кинематика вращательного движения

● Угловая скорость

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt}, \quad \omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi n.$$

● Угловое ускорение

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt}, \quad \varphi = \omega_0 t \pm \frac{\varepsilon t^2}{2}$$

$$\omega = \omega_0 \pm \varepsilon t,$$

● Полное ускорение при криволинейном движении

$$\mathbf{a} = \mathbf{a}_\tau + \mathbf{a}_n, \quad a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$$

где  $a_\tau = \frac{dv}{dt}$  — тангенциальная составляющая ускорения;  $a_n = \frac{v^2}{r}$  —

● Связь между линейными и угловыми величинами:

$$s = R\varphi; \quad v = R\omega; \quad a_\tau = R\varepsilon; \quad a_n = \omega^2 R,$$

**1.37.** Точка движется по окружности радиусом  $R = 15$  см с постоянным тангенциальным ускорением  $a_t$ . К концу четвертого оборота после начала движения линейная скорость точки  $v = 15$  см/с. Определить нормальное ускорение  $a_n$  точки через  $t = 16$  с после начала движения.  $[1,5 \text{ см/с}^2]$

**Ч** **1.53.** На цилиндр, который может вращаться около горизонтальной оси, намотана нить. К концу нити привязали грузик и предоставили ему возможность опускаться. Двигаясь равноускоренно, грузик за время  $t = 3$  с опустился на  $h = 1,5$  м. Определить угловое ускорение  $\varepsilon$  цилиндра, если его радиус  $r = 4$  см.

**Ч** **1.54.** Диск радиусом  $r = 10$  см, находившийся в состоянии покоя, начал вращаться с постоянным угловым ускорением  $\varepsilon = 0,5$  рад/с<sup>2</sup>. Найти тангенциальное  $a_t$ , нормальное  $a_n$  и полное  $a$  ускорения точек на окружности диска в конце второй секунды после начала вращения.

**ч** 1.57. Велосипедное колесо вращается с частотой  $n=5 \text{ с}^{-1}$ . Под действием сил трения оно остановилось через интервал времени  $\Delta t=1 \text{ мин}$ . Определить угловое ускорение  $\varepsilon$  и число  $N$  оборотов, которое сделает колесо за это время.

**ч** 1.59. Диск вращается с угловым ускорением  $\dot{\varepsilon}=-2 \text{ рад/с}^2$ . Сколько оборотов  $N$  сделает диск при изменении частоты вращения от  $n_1=240 \text{ мин}^{-1}$  до  $n_2=90 \text{ мин}^{-1}$ ? Найти время  $\Delta t$ , в течение которого это произойдет.

И

1.37. Точка движется по окружности со скоростью  $v = \alpha t$ , где  $\alpha = 0,50$  м/с<sup>2</sup>. Найти ее полное ускорение в момент, когда она пройдет  $n = 0,10$  длины окружности после начала движения.

И



Рис. 1.5

1.44. Колесо вращается вокруг неподвижной оси так, что угол  $\varphi$  его поворота зависит от времени как  $\varphi = \beta t^2$ , где  $\beta = 0,20$  рад/с<sup>2</sup>. Найти полное ускорение  $a$  точки  $A$  на ободу колеса в момент  $t = 2,5$  с, если скорость точки  $A$  в этот момент  $v = 0,65$  м/с.

И

1.47. Твердое тело начинает вращаться вокруг неподвижной оси с угловым ускорением  $\beta = \alpha t$ , где  $\alpha = 2,0 \times 10^{-2}$  рад/с<sup>3</sup>. Через сколько времени после начала вращения вектор полного ускорения произвольной точки тела будет составлять угол  $\varphi = 60^\circ$  с ее вектором скорости?

И

1.52. Точка  $A$  находится на ободе колеса радиуса  $R = 0,50$  м, которое катится без скольжения по горизонтальной поверхности со скоростью  $v = 1,00$  м/с. Найти:

- а) модуль и направление ускорения точки  $A$ ;
- б) полный путь  $s$ , проходимый точкой  $A$  между двумя последовательными моментами ее касания поверхности.

## Проверочная по теме 1

- 1.8. При падении камня в колодец его удар о поверхность воды доносится через  $t = 5$  с. Принимая скорость звука  $v = 330$  м/с, определить глубину колодца.

### Домашнее задание

**Т** 1.14, 1.36, 1.39

**Ч** 1.51, 1.55, 1,56