

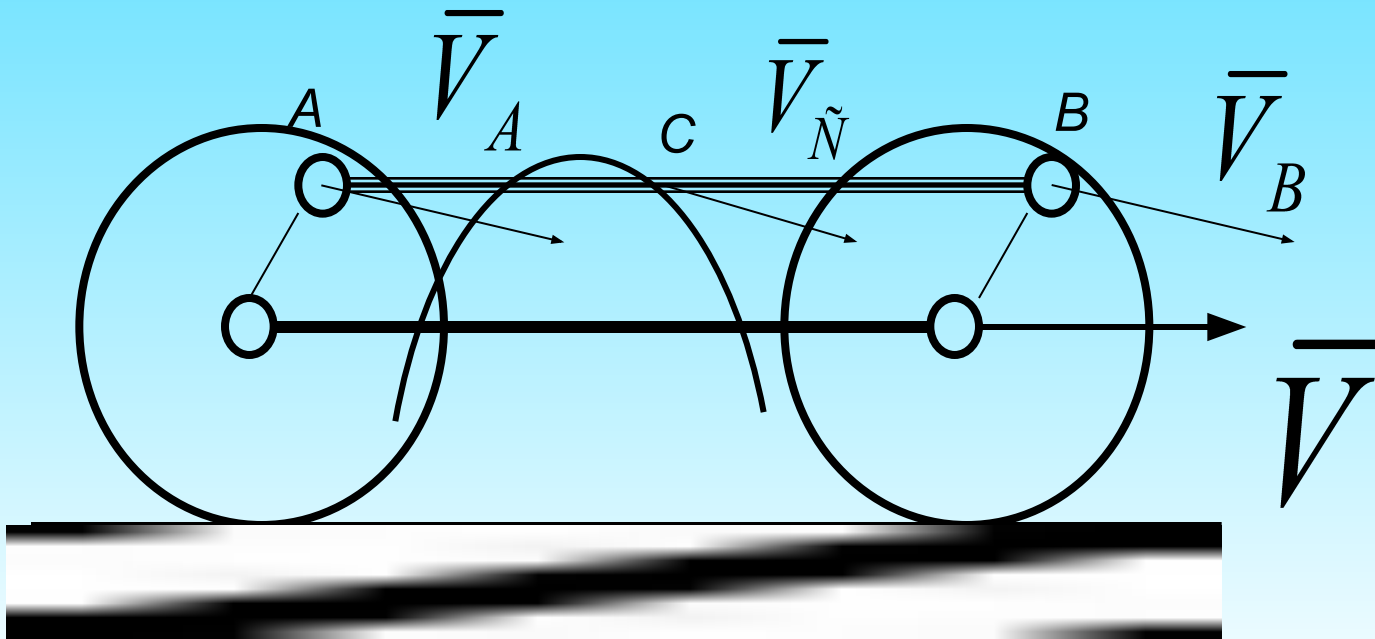
# Кинематика твердого тела

## Простейшие движения твердого тела

- Поступательное движение
- Вращение вокруг неподвижной оси  
(вращательное)

# Поступательное движение

Поступательное движение твердого тела – это такое движение, при котором любая прямая, проведенная в теле, перемещается параллельно самой себе.



# Поступательное движение

$$\bar{V}_A = \bar{V}_C = \bar{V}_B$$

$$\bar{a}_A = \bar{a}_C = \bar{a}_B$$

При поступательном движении все точки тела описывают одинаковые траектории и имеют в каждый момент времени одинаковые по модулю и направлению скорости и ускорения.

# Вращательное движение

## Вращательное движение твердого тела

- Вращательное движение твердого тела – это такое движение, при котором две точки тела остаются неподвижными.
- Проходящая через эти точки прямая называется осью вращения.

# Вращательное движение

Положение тела при вращательном движении однозначно определяется углом поворота  $\varphi$

Закон вращательного движения:

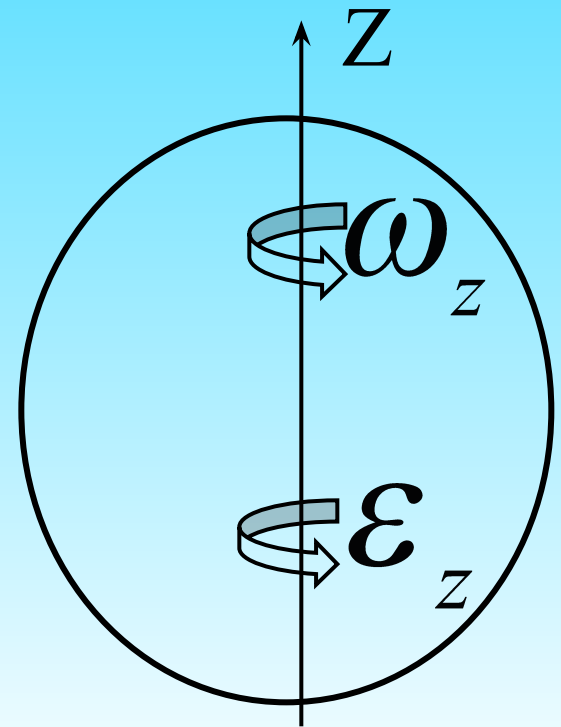
$$\varphi = \varphi(t)$$

# Вращательное движение

- Основные кинематические характеристики вращательного движения:

Угловая скорость  $\omega$  [рад/с]

Угловое ускорение  $\varepsilon$  [рад/с<sup>2</sup>]



# Вращательное движение

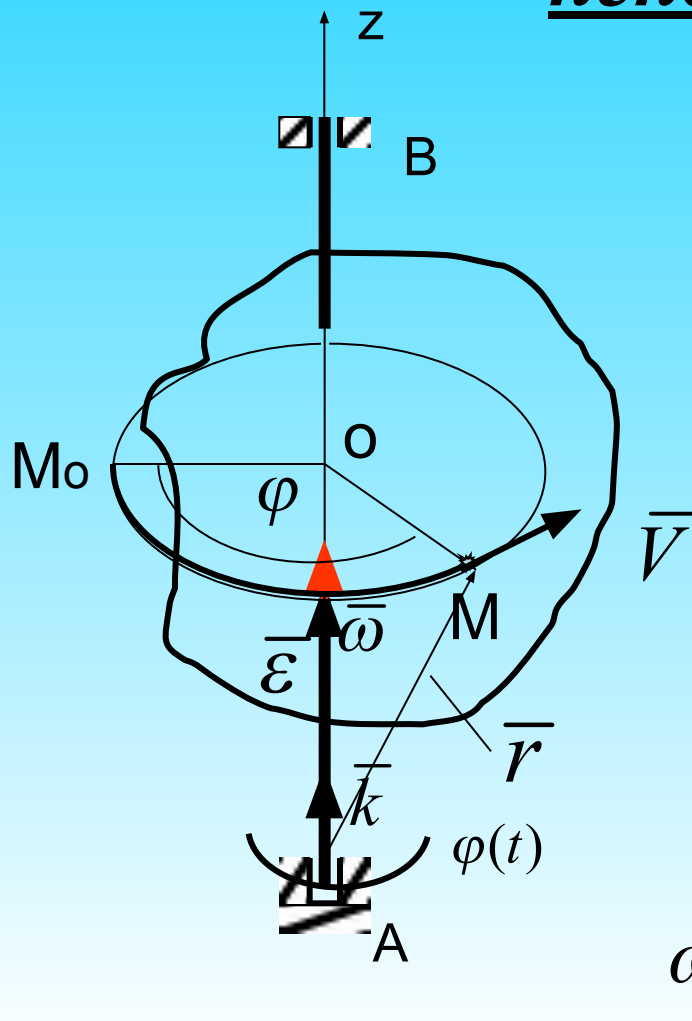
$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} = \dot{\varphi}$$

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \dot{\omega} = \ddot{\varphi}$$

Вектор угловой скорости лежит на оси вращения и направлен в сторону, откуда видно, что тело вращается против хода часовой стрелки.

# Вращательное движение

## Скорость точки тела, вращающегося вокруг неподвижной оси



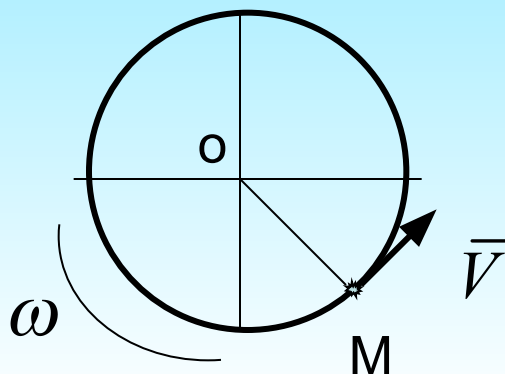
$$OM=h$$

$$M_oM = s = \varphi \cdot h$$

$$V = \dot{s} = \dot{\varphi}h = \omega h$$

$$\bar{V} = \bar{\omega} \times \bar{r}$$

Ф. Эйлера



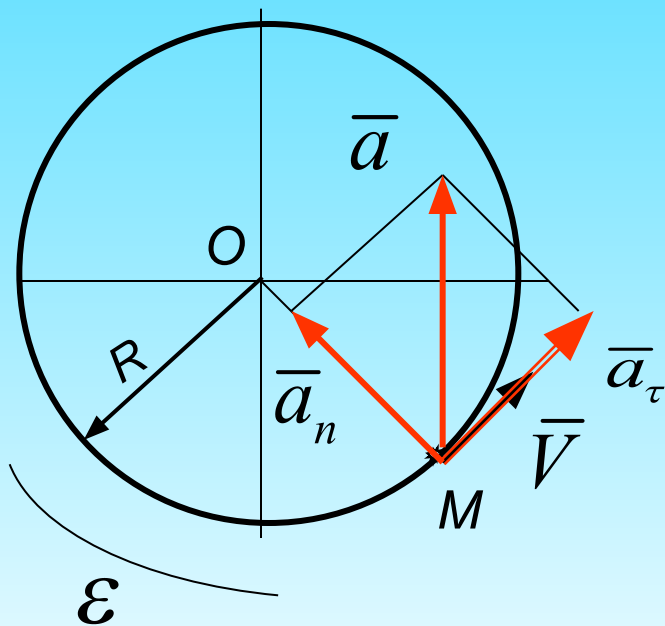
$$V = OM \cdot \omega = h \cdot \omega$$



# Вращательное движение

Ускорение точки тела, вращающегося вокруг неподвижной оси

$$\bar{a} = \bar{a}_\tau + \bar{a}_n$$

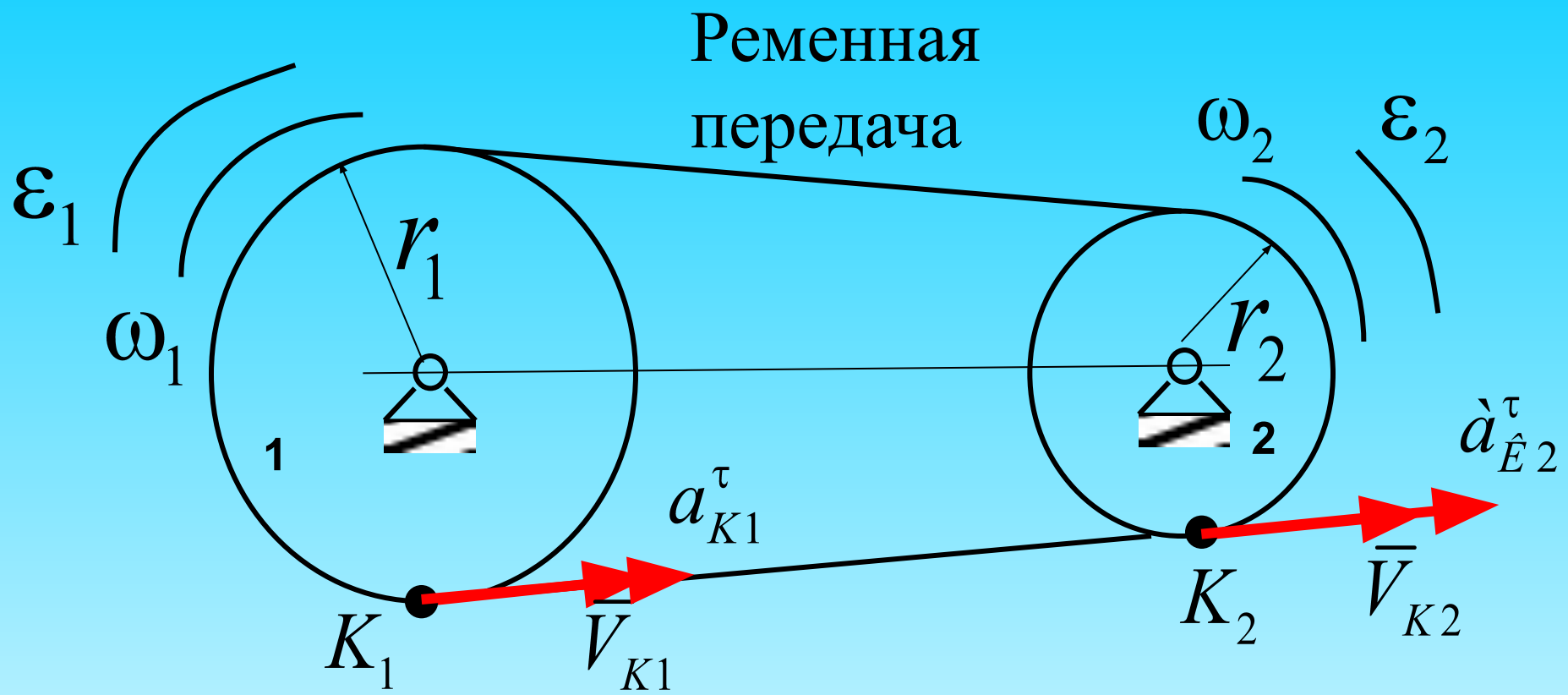


$$a_\tau = \dot{V}_\tau = \varepsilon R$$

$$a_n = \frac{V^2}{R} = \frac{(\omega R)^2}{R} = \omega^2 \cdot R$$

$$a = \sqrt{a_n^2 + a_\tau^2} = R\sqrt{\omega^4 + \varepsilon^2}$$

# Преобразование вращательного движения



$$V_{K1} = V_{K2}$$

$$\boxed{\omega_1 r_1 = \omega_2 r_2}$$

$$\omega_2 = \omega_1 \frac{r_1}{r_2}$$

$$a_{K1}^\tau = a_{K2}^\tau$$

$$\boxed{\varepsilon_1 r_1 = \varepsilon_2 r_2}$$

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_1 \frac{r_1}{r_2}$$

# Пример решения задачи

## Задача №1.

С каким ускорением движется гоночный автомобиль, если его скорость за 6 с увеличивается со 144 до 216 км/ч?

Дано

$$V_0 = 144 \text{ км/ч}$$

$$V = 216 \text{ км/ч}$$

$$t = 6 \text{ с}$$

а - ?

“СИ”

$$40 \text{ м/с}$$

$$60 \text{ м/с}$$

Решение:

$$a = \frac{V - V_0}{t}$$

$$a = \frac{(60 - 40) \text{ м/с}}{6 \text{ с}} = 3,33 \text{ м/с}^2.$$

Ответ:  $a = 3,33 \text{ м/с}^2.$

$$144 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = \frac{144 \cdot 1000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$216 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = \frac{216 \cdot 1000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = 60 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

**Желаю удачи !**