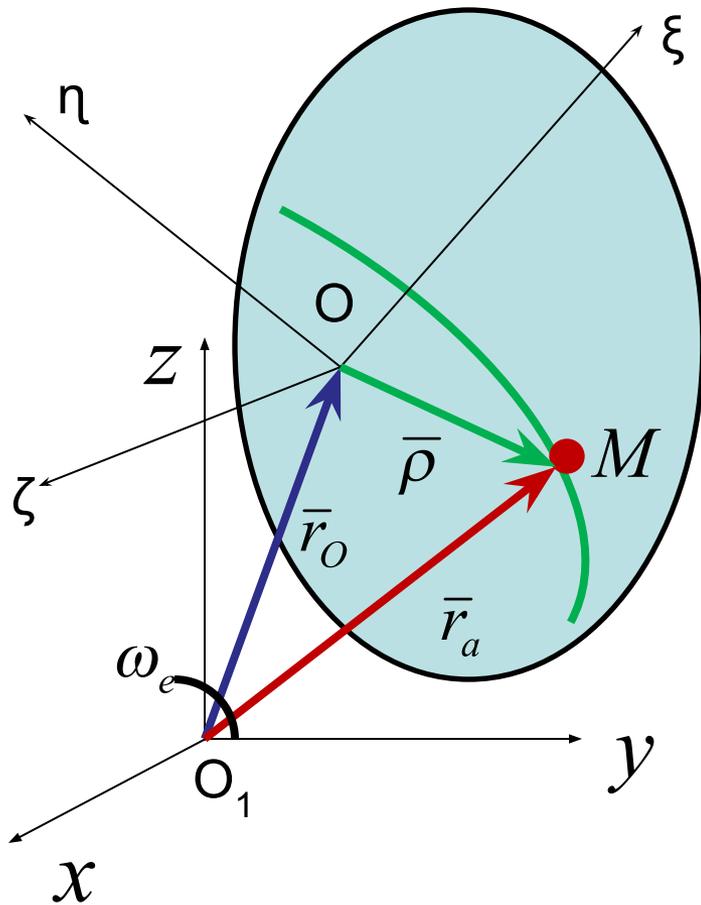


Сложное движение точки

(определение абсолютных скоростей и ускорений точки)



$\bar{r}_a; \bar{V}_a; \bar{a}_a$ – абсолютные (*absolutus*)

$\bar{\rho}; \bar{V}_r; \bar{a}_r$ – относительные (*relativus*)

$\bar{\rho}$ – векторная функция

$\bar{V}_e; \bar{a}_e; \bar{\omega}_e$ – переносные (*entainer*)

$$\bar{r}_a = \bar{r}_o + \bar{\rho}$$

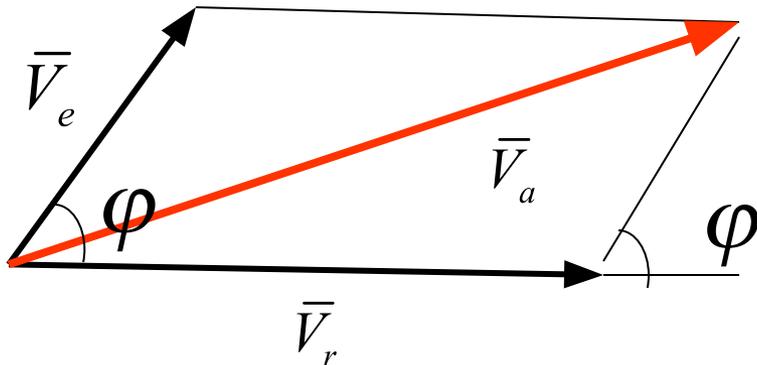
Теорема о сложении скоростей при сложном движении точки

Абсолютная скорость точки равна геометрической сумме относительной и переносной скоростей.

$$\bar{V}_a = \bar{V}_r + \bar{V}_e$$

Геометрическая интерпретация

$$V_a = \sqrt{V_r^2 + V_e^2 - 2V_r V_e \cos(180 - \varphi)}$$



$$V_a = \sqrt{V_r^2 + V_e^2 + 2V_r V_e \cos \varphi}$$

Теорема Кориолиса

(Теорема о сложении ускорений при сложном движении точки)

$$\bar{a}_a = \bar{a}_r + \bar{a}_e + \bar{a}_k$$

Теорема. Абсолютное ускорение точки при сложном движении равно геометрической сумме относительного, переносного ускорений и ускорения Кориолиса .

Относительное ускорение характеризует изменение относительной скорости в относительном движении точки.

Переносное ускорение характеризует изменение переносной скорости в переносном движении точки.

Ускорение Кориолиса

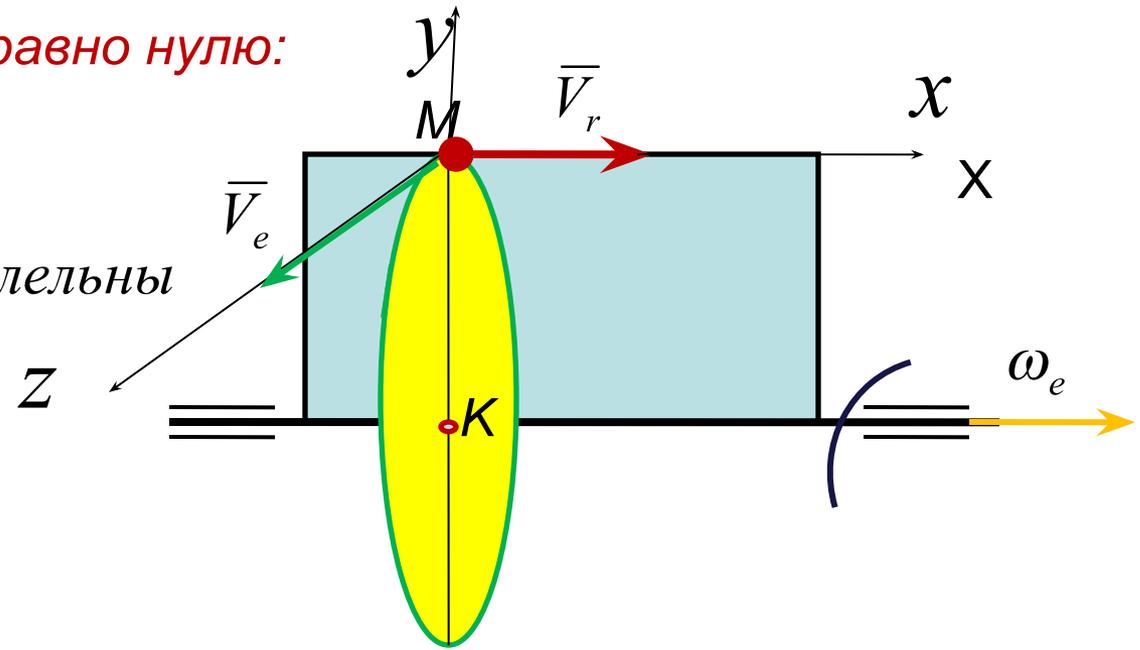
$$\bar{a}_k = 2\bar{\omega}_e \times \bar{V}_r$$

$$a_k = 2\omega_e \times V_r \sin(\bar{\omega}_e \wedge \bar{V}_r)$$

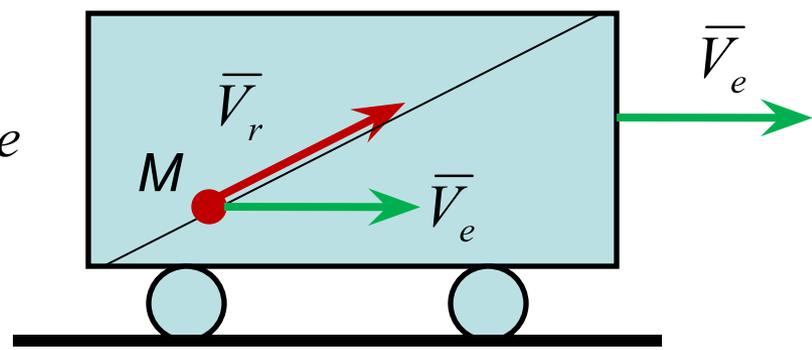
Кориолисово ускорение равно нулю:

Векторы $\bar{\omega}_e$ и \bar{V}_r параллельны

$$MK = R_e$$



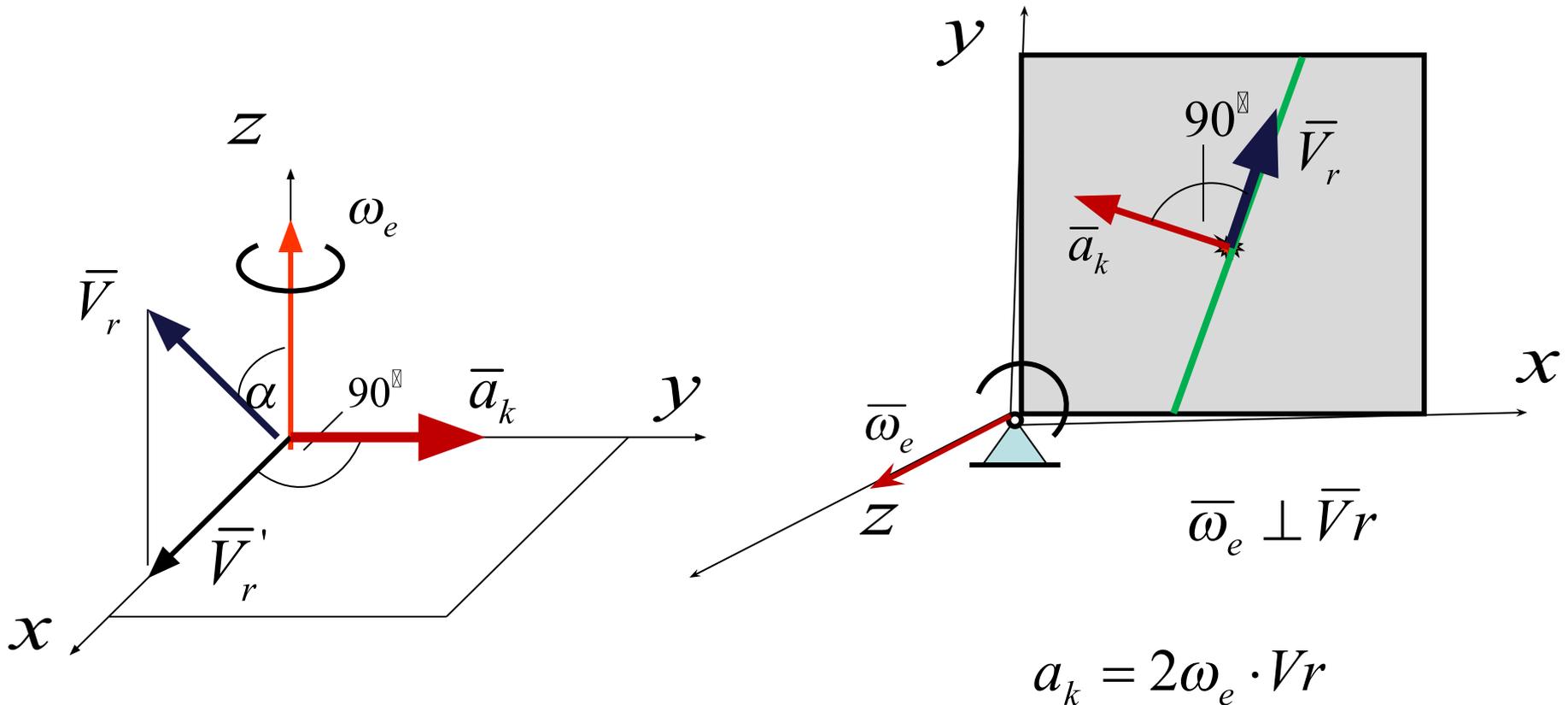
$\omega_e = 0$ – переносное движение поступательное



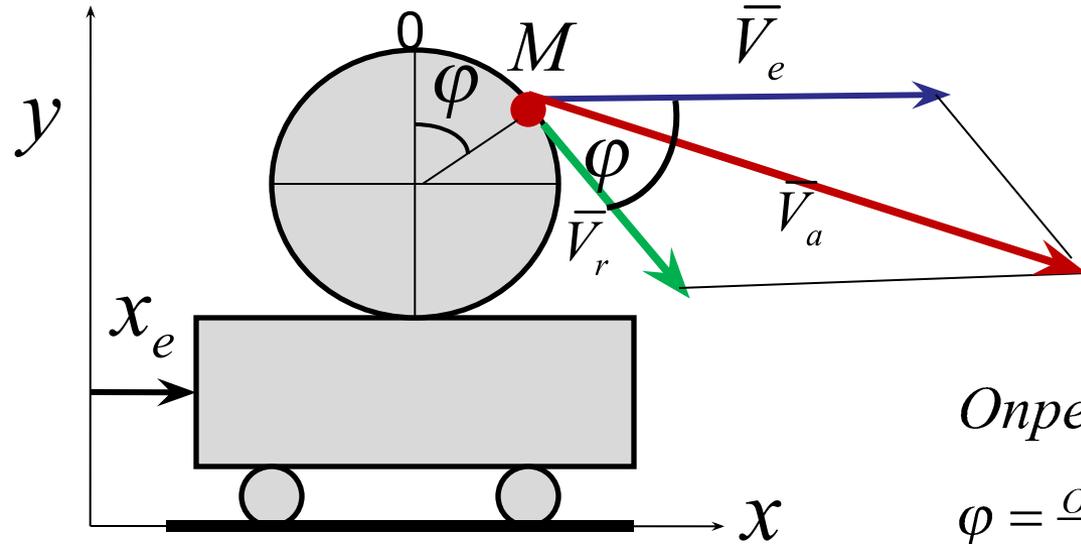
Правило Н. Е. Жуковского

для определения направления кориолисова ускорения

Чтобы найти направление a_k следует спроецировать вектор V_r на плоскость \perp ую к оси переносного вращения и повернуть эту проекцию на 90° в сторону переносного вращения.



*Пример определения абсолютной скорости
(переносное движение поступательное)*



Дано :

$$OM = s_r = 0,9\pi t^2 \text{ м}$$

$$x_e = \sin \pi t$$

$$R = 0,3 \text{ м}$$

Определить :

$$V_a \text{ при } t = \frac{1}{3} \text{ с}$$

Определим положение точки M

$$\varphi = \frac{OM}{R} = \frac{0,9\pi t^2}{0,3} = \frac{\pi}{3} = 60^\circ$$

$$V_r = \dot{s}_r = 1,8\pi t \approx 2 \text{ м/с}$$

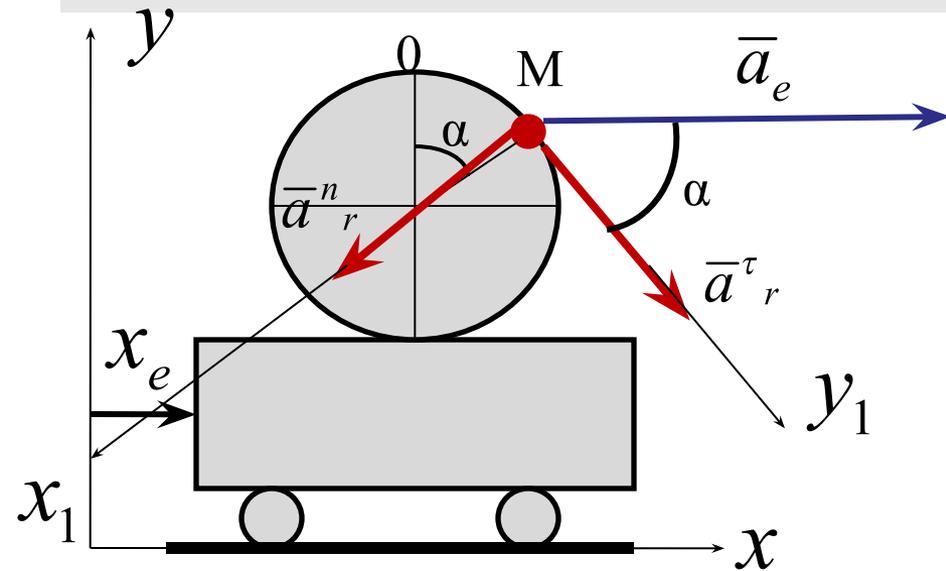
$$V_e = \dot{x}_e = \pi \cos \pi t \approx 1,6 \text{ м/с}$$

$$\bar{V}_a = \bar{V}_r + \bar{V}_e$$

$$V_a = \sqrt{V_r^2 + V_e^2 + 2V_r V_e \cos \varphi}$$

$$V_a \approx 3,4 \text{ м/с}$$

Пример определения абсолютного ускорения
(переносное движение поступательное)



$$V_r = \dot{s}_r = 1,8\pi t$$

$$V_e = \dot{x}_e = \pi \cos \pi t$$

$$\bar{a}_a = \bar{a}_r + \bar{a}_e + \bar{a}_k$$

$$a_k = 0$$

$$a_e = \dot{V}_e = -\pi^2 \sin \pi t = 8,5 \text{ м/с}^2$$

$$a_{ax_1} = a_r^n - a_e \sin \alpha = -7,2$$

$$a_{ay_1} = a_r^\tau - a_e \cos \alpha = 1,8$$

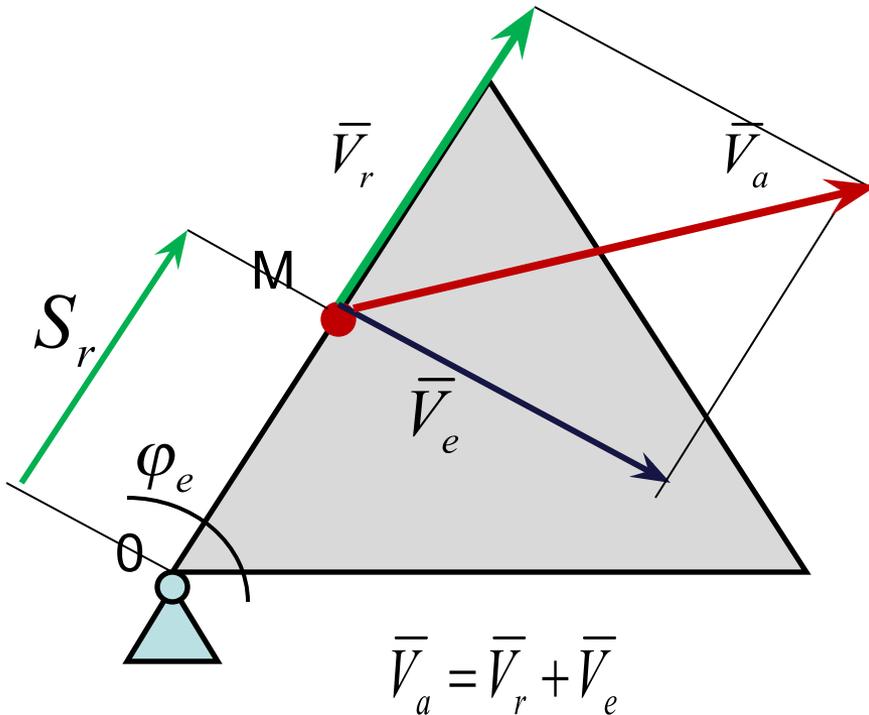
$$a_a = \sqrt{a_{ax_1}^2 + a_{ay_1}^2} = 7,4 \text{ м/с}^2$$

$$\bar{a}_r = \bar{a}_r^n + \bar{a}_r^\tau$$

$$a_r^n = \frac{V_r^2}{R} = \frac{(1,8\pi t)^2}{R} = 0,1 \text{ м/с}^2$$

$$a_r^\tau = \dot{V}_r = 1,8\pi = 6 \text{ м/с}^2$$

Пример определения абсолютной скорости (переносное движение вращательное)



$$V_a = \sqrt{V_r^2 + V_e^2} = 3,34 \text{ м/с}$$

Дано :

Треугольник вращается по закону

$$\varphi_e = 0,9\pi t^2.$$

Точка M движется по закону

$$S_r = 1,2 \sin \pi t \text{ м}$$

Определить в момент времени $t = \frac{1}{6} \text{ с}$

V_a ; a_a

Определим положение точки M

$$t = \frac{1}{6} \text{ с}; OM = S_r = 1,2 \sin \frac{\pi}{6} = 0,6 \text{ м}$$

$$V_r = \dot{S} = 1,2\pi \cos \pi t = 3,3 \text{ м/с}$$

$$V_e = \omega_e \cdot OM$$

$$\omega_e = \dot{\varphi} = 1,8\pi t = 0,9 \text{ с}^{-1}$$

$$V_e = 0,54 \text{ м/с}$$

Пример определения абсолютного ускорения
(переносное движение вращательное)

$$t = \frac{1}{6}c; OM = S_r = 1,2 \sin \frac{\pi}{6} = 0,6m \quad V_r = \dot{S} = 1,2\pi \cos \pi t$$

$$\omega_e = \dot{\varphi}_e = 1,8\pi t = 0,9c^{-1}$$

$$\varepsilon_e = \dot{\omega}_e = 1,8\pi = 5,6c^{-2}$$

$$\bar{a}_a = \bar{a}_r + \bar{a}_e + \bar{a}_k$$

$$a_r = \dot{V}_r = -1,2\pi^2 \sin \pi t = 5,9m/c^2$$

$$\bar{a}_e = \bar{a}^{\tau}_e + \bar{a}^n_e$$

$$a^n_e = \omega_e^2 \cdot OM = 0,5m/c^2$$

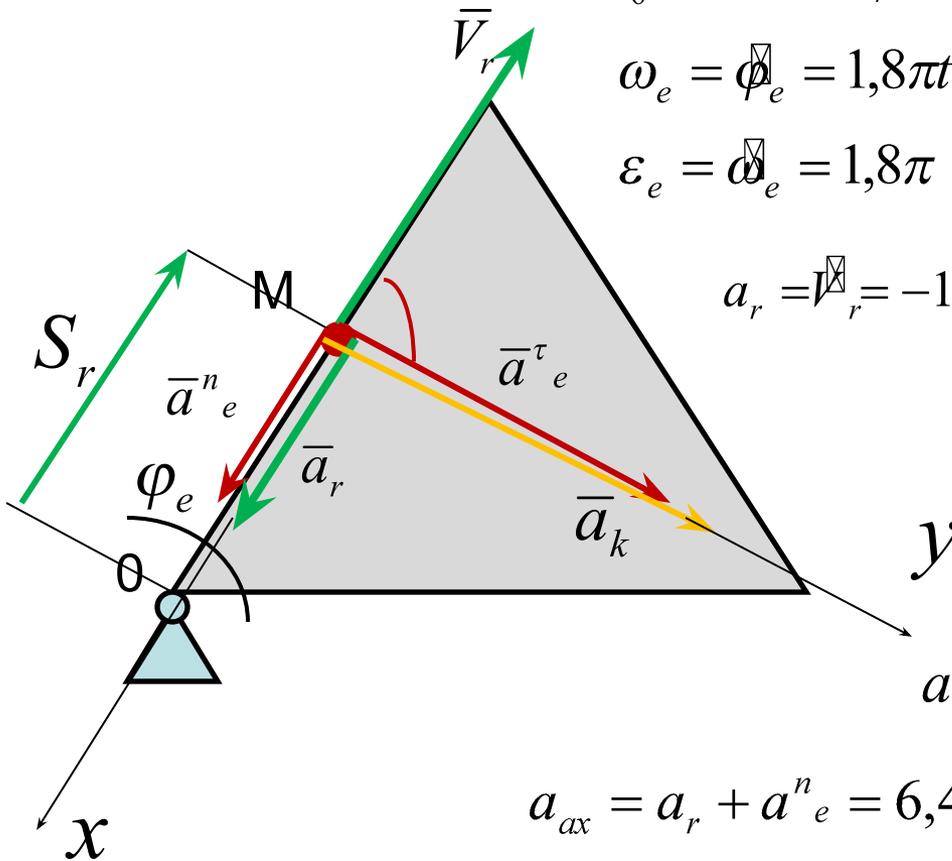
$$a^{\tau}_e = \varepsilon_e \cdot OM = 0,3m/c^2$$

$$a_k = 2\omega_e \cdot V_r \cdot \sin 90^0 = 4m/c^2$$

$$a_{ax} = a_r + a^n_e = 6,4$$

$$a_{ay} = a_k + a^{\tau}_e = 4,3$$

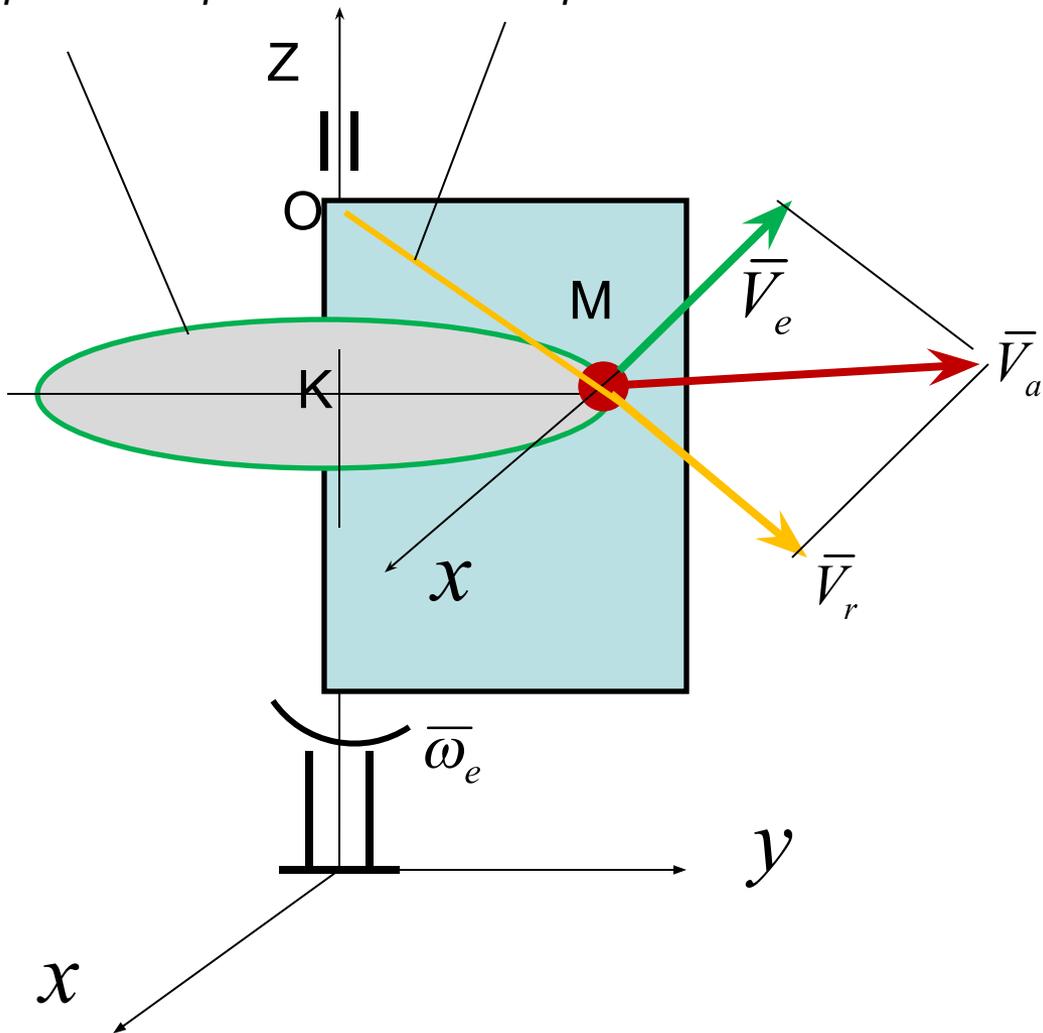
$$a_a = \sqrt{a_{ax}^2 + a_{ay}^2} = 7,7m/c^2$$



Пример распределения скоростей (переносное движение вращательное)

Траект. перенос. дв-я

Траект. относ. дв-я.



$$MK = R_e$$

$$V_e = \omega_e \cdot R_e$$

*Пример распределения ускорений
(переносное движение вращательное)*

