

# Расчетно-графическая работа №2

Задача К22. Определение абсолютной  
скорости и абсолютного ускорения  
точки.

Рисунок 3, вариант 11



## Дано:

$$AB = 10 \text{ см}$$

$$OC = 12 \text{ см}$$

$$s_r = OM = f(t) = 12\sqrt{2}(7t - 2t^3), \text{ см}$$

$$t_1 = 1 \text{ с}$$

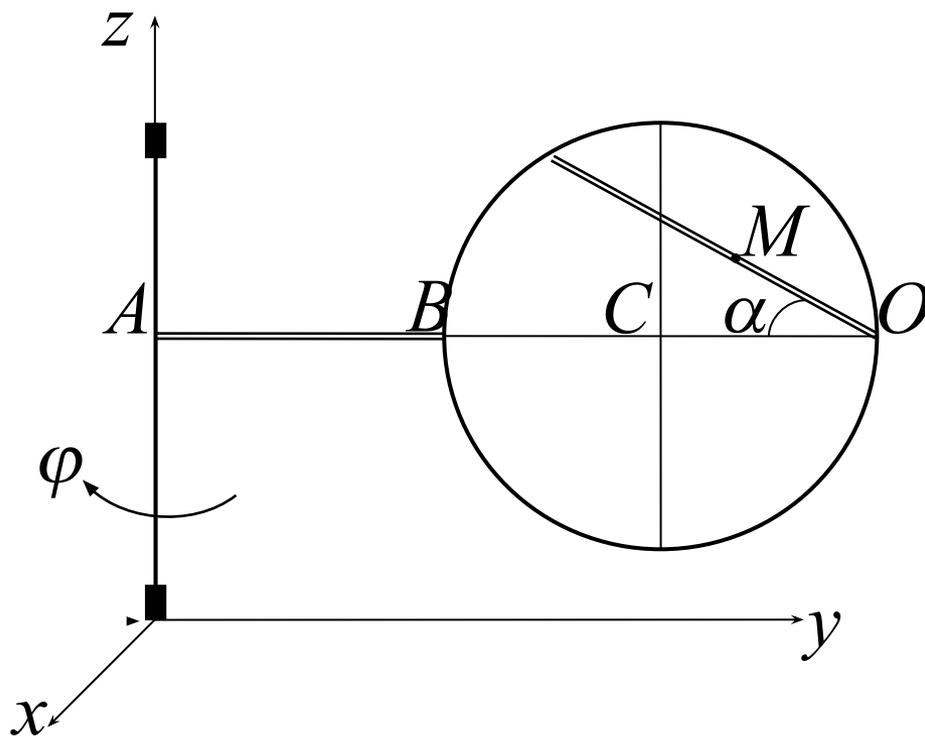
$$\varphi_e = \varphi(t) = 8t - t^2, \text{ рад}$$

$$\alpha = 45^\circ$$

Найти:

Вычислить абсолютную скорости и абсолютное ускорение точки М в момент времени  $t_1$ .

# Заданный рисунок



## Решение:

Точка М совершает сложное движение. Т.к. она движется по прямолинейному желобу и одновременно желоб вместе с круглой пластинкой вращается относительно оси z.

Тогда абсолютная скорость  $\vec{v} = \vec{v}_r + \vec{v}_e$   
и абсолютное ускорение  $\vec{w} = \vec{w}_r + \vec{w}_e + \vec{w}_K$ .

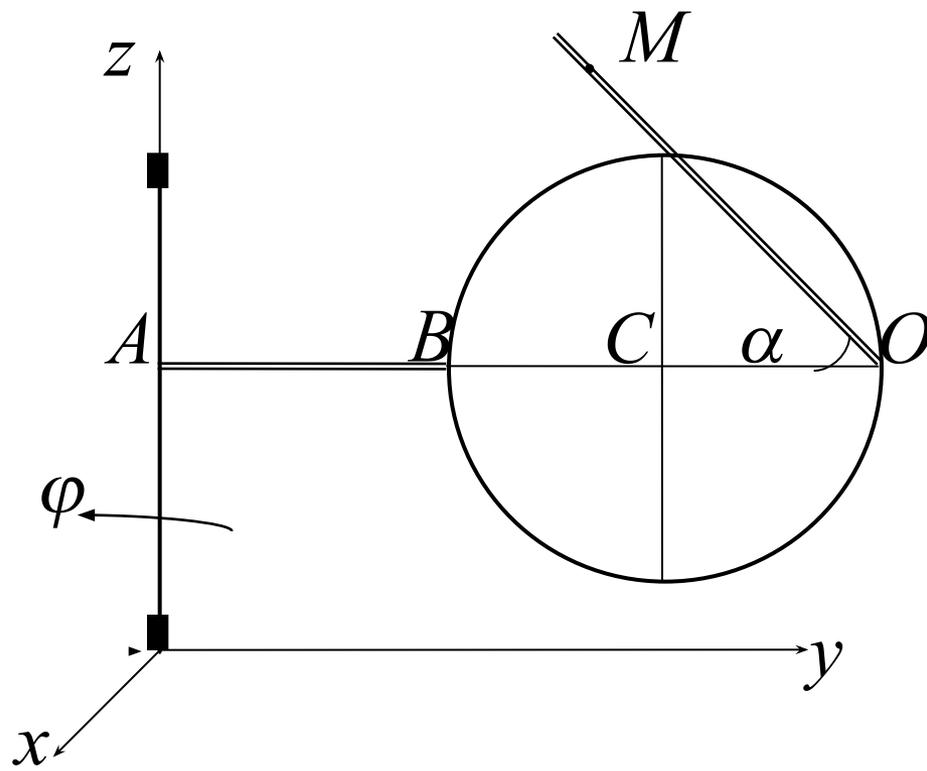
Определим положение точки М на рисунке.  
Для этого найдем, чему равно ее

перемещение в момент времени  $t_1$  :

$$s_r(t_1) = OM = 12\sqrt{2}(7 \cdot 1 - 2 \cdot 1^3) = 60\sqrt{2} \text{ см}$$

Сделаем рисунок с учетом всех условий и при данном положении точки.

# Рисунок с учетом данных



## 1. Относительное движение точки М.

По условию задачи – движение т. М по желобу – относительное.

Оно задано естественным способом.

Тогда скорость точки М:

$$v_r = \dot{s}_r = 12\sqrt{2}(7 - 6t^2)$$

Ускорение точки М:

$$w_r^{\tau} = \dot{v}_r = 12\sqrt{2}(-12t)$$

$$w_r^n = \frac{v_r^2}{\rho}$$

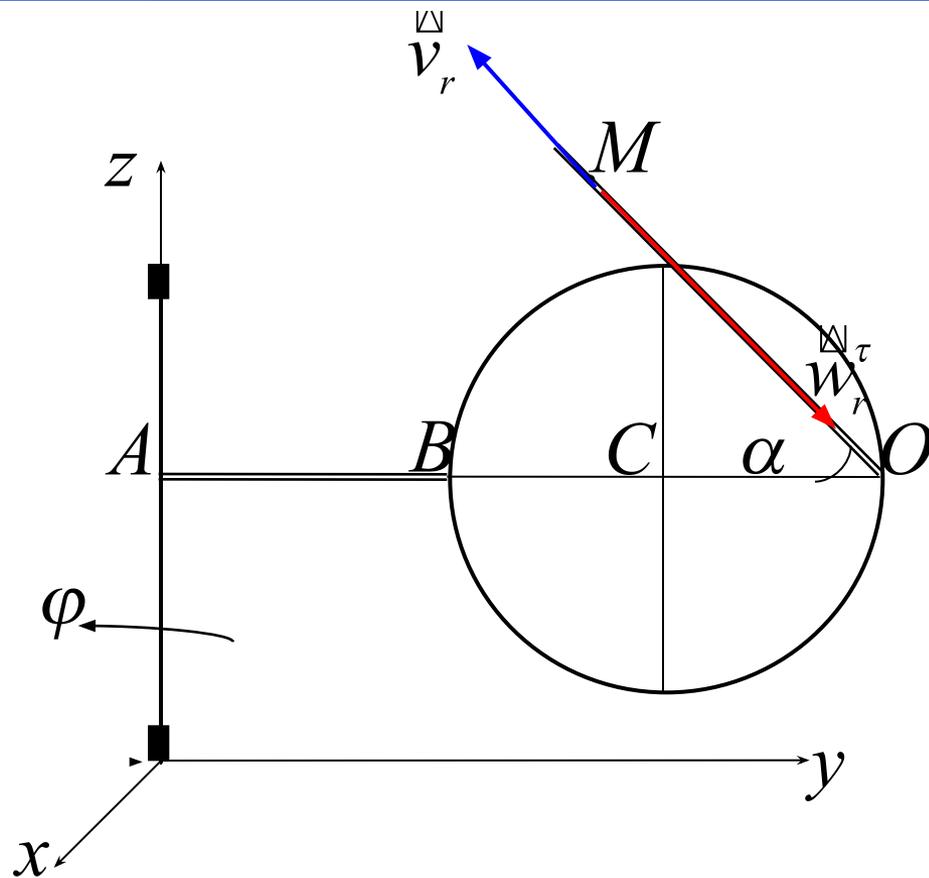
Определим, чему равна скорость и ускорение в момент времени  $t_1 = 1 \text{ c}$

$v_r = 12\sqrt{2} \text{ см/с} > 0$  - направление вектора скорости совпадает с положительным направлением движения.

$w_r^{\tau} = -144\sqrt{2} \text{ см/с}^2 < 0$  - направление вектора касательного ускорения противоположно положительному направлению движения.

$$w_r^n = \frac{(12\sqrt{2})^2}{\infty} \rightarrow 0$$

Покажем на рисунке полученные вектора



## 2. Переносное движение точки М.

По условию задачи – желоб вместе с державкой АВ вращается вокруг неподвижной оси.

Т.е. переносное движение – вращательное.

Определим угловую скорость и угловое ускорение

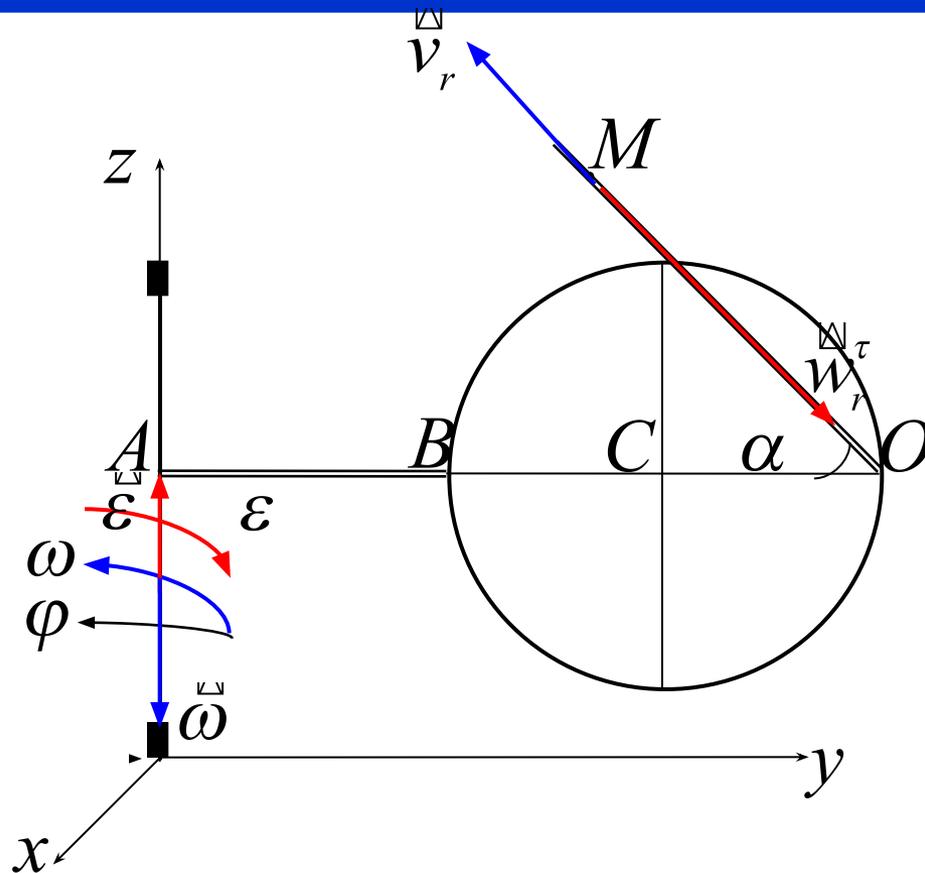
$$\omega = \dot{\varphi} = 8 - 2t \quad \varepsilon = \dot{\omega} = -2$$

Тогда при  $t_1 = 1 \text{ c}$

$\omega = 6 \text{ c}^{-1} > 0$  - направление угловой скорости совпадает с положительным направлением угла поворота.

$\varepsilon = -2 \text{ c}^{-2} < 0$  - направление углового ускорения противоположно положительному направлению угла поворота

Покажем на рисунке полученные вектора



Для определения скорости и ускорения необходимо найти радиус вращения тела в точке М – кратчайшее расстояние от точки М до оси вращения:

$$\begin{aligned}MM_1 = R_e &= AB + 2OC - OM \cos \alpha = \\ &= 10 + 2 \cdot 12 - 60\sqrt{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = -26 \text{ см}\end{aligned}$$



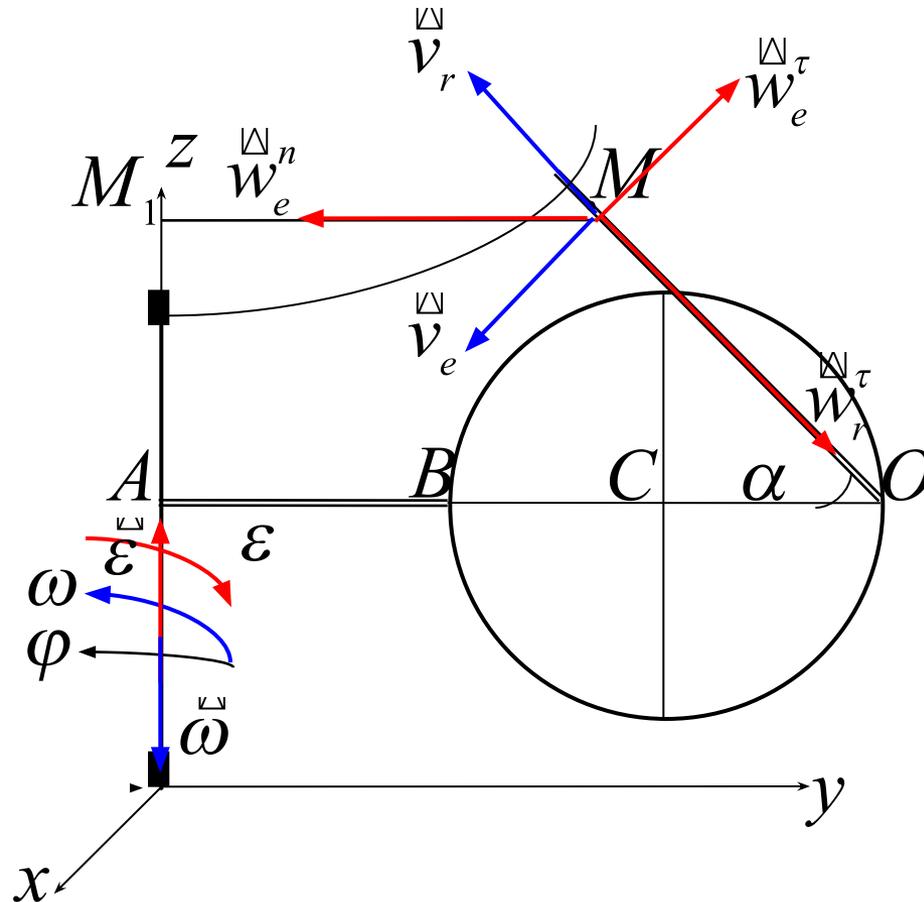
Определим скорость и ускорение точки М:

$v_e = |\omega|MM_1 = 6 \cdot (-26) = -156 \text{ см/с}$  - по направлению угловой скорости

$w_e^\tau = |\varepsilon|MM_1 = 2 \cdot (-26) = -52 \text{ см/с}^2$  - по направлению углового ускорения

$w_e^n = \omega^2 MM_1 = 6^2 \cdot (-26) = -936 \text{ см/с}^2$  - по радиусу вращения к оси.

Покажем на рисунке полученные вектора



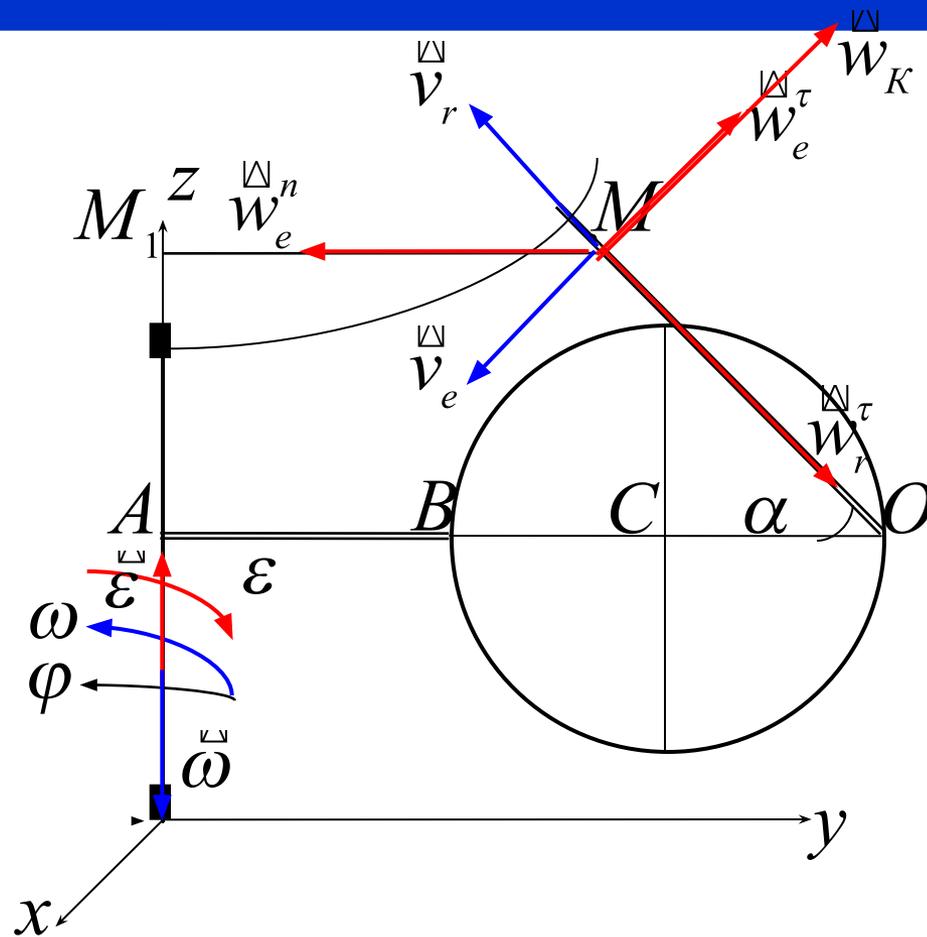
### 3. Ускорение Кориолиса

Вычислим ускорение Кориолиса по формуле:

$$w_K = 2|\omega||v_r|\sin(\overset{\Delta}{\omega}, \overset{\Delta}{v_r}) = 2 \cdot 6 \cdot 12\sqrt{2} \cdot \sin 135^\circ = 144 \text{ см/с}^2$$

Направление вектора определим по правилу правой руки или правилу Жуковского.

# Покажем на рисунке вектор ускорения Кориолиса



## 4. Абсолютная скорость

Т.к.  $\vec{v}_e \parallel x$

И  $\vec{v}_r \in (y, z)$ ,

то  $\vec{v}_r \perp \vec{v}_e$

Тогда абсолютная скорость равна:

$$v = \sqrt{v_r^2 + v_e^2} = \sqrt{(12\sqrt{2})^2 + (-156)^2} = 156,92 \text{ см/с}$$

## 5. Абсолютное ускорение.

Абсолютное ускорение можно представить в виде:  $\vec{w} = \vec{w}_r^\tau + \vec{w}_r^n + \vec{w}_e^\tau + \vec{w}_e^n + \vec{w}_k$

Спроецируем этот вектор на оси координат:

$$w_x = -w_e^\tau - w_K = 52 - 144 = -92$$

$$w_y = -w_e^n + |w_r^\tau| \cos 45^\circ = 936 + 144 = 1080$$

$$w_z = -|w_r^\tau| \sin 45 = -144$$

Тогда:

$$w = \sqrt{w_x^2 + w_y^2 + w_z^2} = 1093,435 \text{ см/с}^2$$

Ответ:

$$v = 156,92 \text{ см/с}$$

$$w = 1093,435 \text{ см/с}^2$$