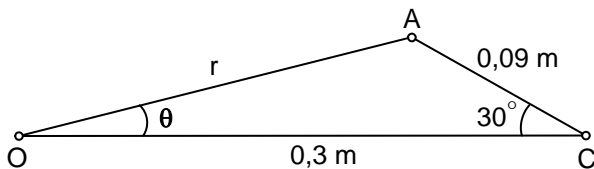


**2.14** Tappi A liikkuu 90 mm-säteistä ympyrärataa, kun kampi AC pyörii vakio kulmanopeudella  $\dot{\beta} = 60 \text{ rad/s}$ . Kohtaan A on kiinnitetty sauva, joka liikkuu varren OA sisällä edestakaisin ja samalla varsi kääntyy nivelen O ympäri. Määritä suureet  $\dot{r}$ ,  $\ddot{r}$ ,  $\dot{\theta}$  ja  $\ddot{\theta}$ , kun kulma  $\beta = 30^\circ$ .

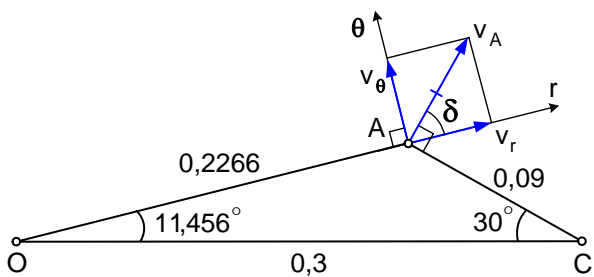
**Ratkaisu:**



Yksiköt m,s

Kosinilause  $r^2 = 0,09^2 + 0,3^2 - 2 \cdot 0,09 \cdot 0,3 \cos 30^\circ \Rightarrow r = 0,2266 \text{ m}$

Sinilause  $\frac{\sin \theta}{0,09} = \frac{\sin 30^\circ}{0,2266} \Rightarrow \theta = 11,456^\circ$



A on ympyräliikkeessä pisteen C ympäri ja  $\dot{\beta} = 60 \text{ rad/s}$  sekä  $\ddot{\beta} = 0$ .

$$v_A = AC \cdot \dot{\beta} = 0,09 \text{ m} \cdot 60 \frac{1}{\text{s}} = 5,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

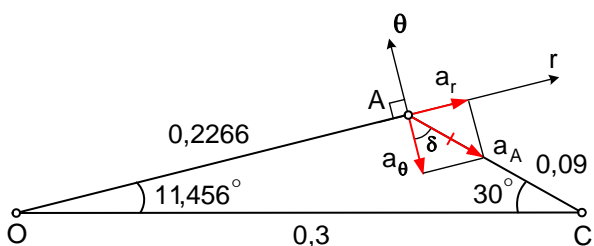
$$\delta = 90^\circ - (30^\circ + \theta) = 48,54^\circ$$

**Säteittäisnopeus:**

$$v_r = \dot{r} \Rightarrow v_A \cos \delta = 5,4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cos 48,54^\circ = \dot{r} \Rightarrow \boxed{\dot{r} = 3,575 \text{ m/s}}$$

**Kehän suuntainen nopeus:**

$$v_\theta = r \dot{\theta} \Rightarrow v_A \sin \delta = 5,4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \sin 48,54^\circ = 0,2266 \cdot \text{m} \cdot \dot{\theta} \Rightarrow \boxed{\dot{\theta} = 17,862 \text{ 1/s}}$$



Koska  $\ddot{\beta} = 0$ , on  $a_{At} = AC \cdot \ddot{\beta} = 0$  ja

$$\begin{aligned} a_A &= a_{An} = AC \cdot \dot{\beta}^2 \\ &= 0,09 \text{ m} \cdot 60^2 \frac{1}{\text{s}^2} = 324 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \end{aligned}$$

Säteittäiskiihtyvyys:

$$a_r = \ddot{r} - r\dot{\theta}^2 \Rightarrow \ddot{r} = a_r + r\dot{\theta}^2 \Rightarrow \ddot{r} = a_A \sin \delta + r\dot{\theta}^2$$

$$\ddot{r} = 324 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \sin 48,54^\circ + 0,2266 \text{m} \cdot 17,862^2 \frac{1}{\text{s}^2} \Rightarrow$$

$$\ddot{r} = 315,12 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Kehän suuntainen kiihtyvyys:

$$a_\theta = r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta} \Rightarrow \ddot{\theta} = \frac{1}{r}(a_\theta - 2\dot{r}\dot{\theta}) \Rightarrow \ddot{\theta} = \frac{1}{r}(-a_A \cos \delta - 2\dot{r}\dot{\theta})$$

$$\ddot{\theta} = \frac{1}{0,2266 \text{m}} \left( -324 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cos 48,54^\circ - 2 \cdot 3,575 \text{m} \cdot 17,862 \frac{1}{\text{s}^2} \right) \Rightarrow$$

$$\ddot{\theta} = -1510,43 \frac{1}{\text{s}^2}$$