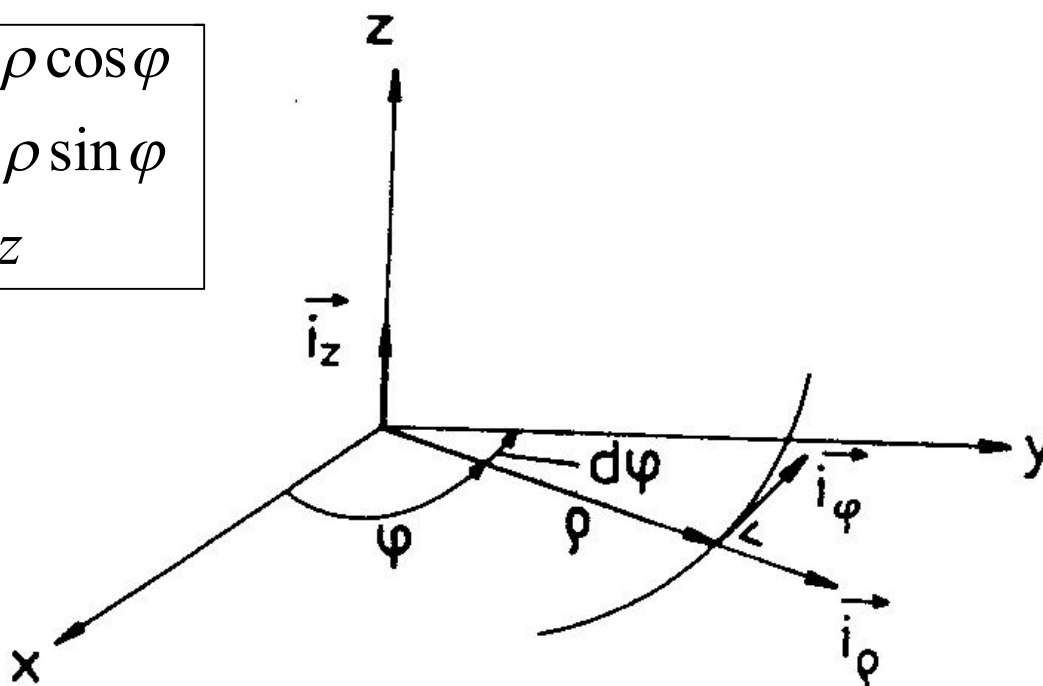


# RUCH PO OKRĘGU

Współrzędne cylindryczne  $(\rho, \varphi, z)$

$$\begin{aligned}x &= \rho \cos \varphi \\y &= \rho \sin \varphi \\z &= z\end{aligned}$$



$$\vec{i}_\varphi = \vec{i}_z \times \vec{i}_\rho$$

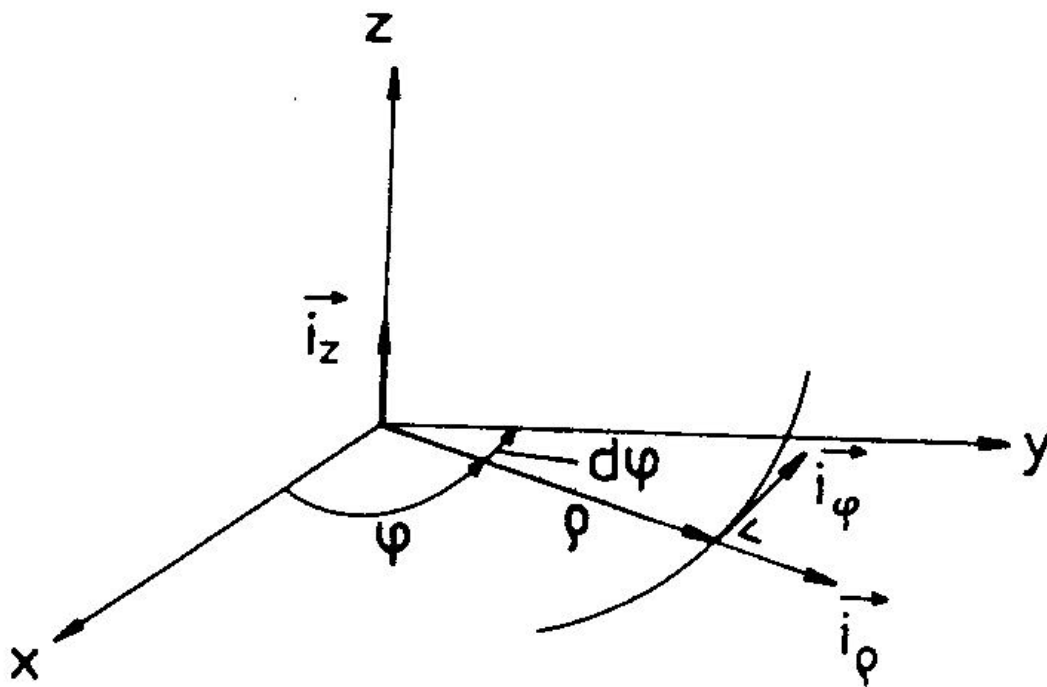
- przemieszczenie kątowe

$$d\vec{\varphi} = d\varphi \cdot \vec{i}_z$$

- prędkość kątowa

$$\vec{\omega} = \frac{d\vec{\varphi}}{dt} = \vec{i}_z \frac{d\varphi}{dt}$$

# PRZEMIESZCZENIE LINIOWE



$$\vec{\rho} = \rho \cdot \vec{i}_\rho$$

$$d\vec{\rho} = d\rho \cdot \vec{i}_\rho$$

$$d\rho = \rho \cdot d\varphi$$

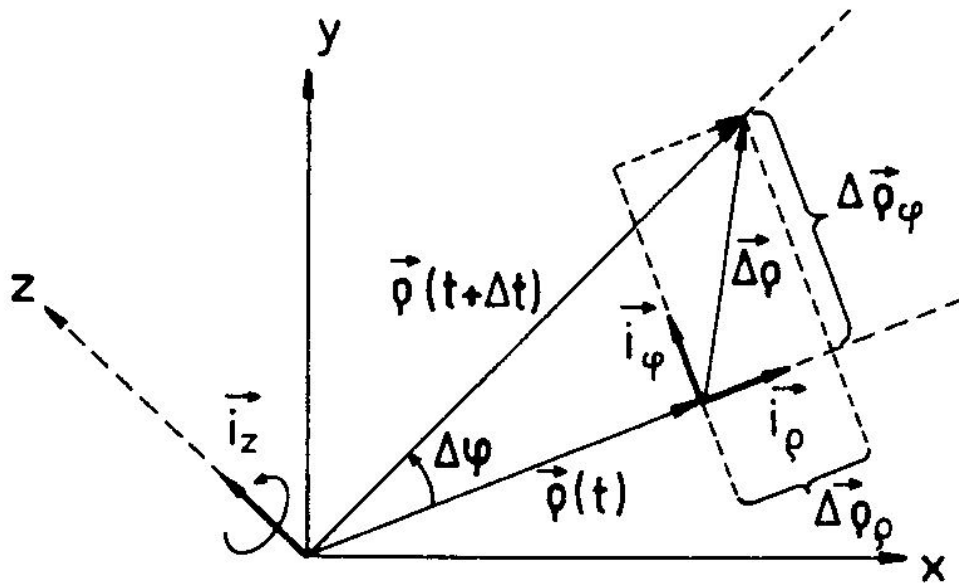
$$\vec{i}_\varphi = \vec{i}_z \times \vec{i}_\rho$$

$$d\vec{\rho} = \rho \cdot d\varphi \cdot (\vec{i}_z \times \vec{i}_\rho) = (d\varphi \cdot \vec{i}_z) \times (\rho \cdot \vec{i}_\rho)$$

- przemieszczenie liniowe

$$d\vec{\rho} = d\vec{\varphi} \times \vec{\rho}$$

# PRĘDKOŚĆ LINIOWA



**W RUCHU PO OKRĘGU**  $\Delta\rho_\rho = 0$

- przemieszczenie liniowe

$$d\vec{\rho} = d\vec{\varphi} \times \vec{\rho}$$

- prędkość liniowa

$$\vec{v} = \frac{d\vec{\rho}}{dt} = \frac{d\vec{\varphi} \times \vec{\rho}}{dt} = \frac{d\vec{\varphi}}{dt} \times \vec{\rho}$$

$$\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{\rho}$$

# PRZYSPIESZENIE

- przyspieszenie kątowe

$$\vec{\varepsilon} = \frac{d\vec{\omega}}{dt} = \frac{d^2\vec{\varphi}}{dt^2}$$

- przyspieszenie liniowe

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d}{dt}(\vec{\omega} \times \vec{\rho}) = \frac{d\vec{\omega}}{dt} \times \vec{\rho} + \vec{\omega} \times \frac{d\vec{\rho}}{dt}$$

$$\vec{a} = \vec{\varepsilon} \times \vec{\rho} + \vec{\omega} \times \vec{v}$$

przyspieszenie styczne

$$\vec{a}_s = \vec{\varepsilon} \times \vec{\rho}$$

przyspieszenie normalne (dośrodkowe)

$$\vec{a}_n = \vec{\omega} \times \vec{v} = \vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{\rho})$$

$$\vec{a}_n = -\omega^2 \vec{\rho}$$