



PR3 – FYZ1 23/24 FS

Kinematika 2

Ing. Štěpán Kunc, Ph.D.

stepan.kunc@tul.cz

Vodorovný vrh

Řešení tečného zrychlení při vodorovném vrhu

Doporučený příklad e-lerning PR2

Příklady pohybu hmotného bodu

Křivočarý pohyb hmotného bodu:

$$\vec{a}_t = \frac{dv}{dt} \cdot \vec{\tau} \quad \vec{a}_n \neq 0$$

Pohyb po kružnici:

$$r = konst.$$

Úhlové pootočení φ – úhel, který svírají dva
průvodiče pohybujícího se bodu:

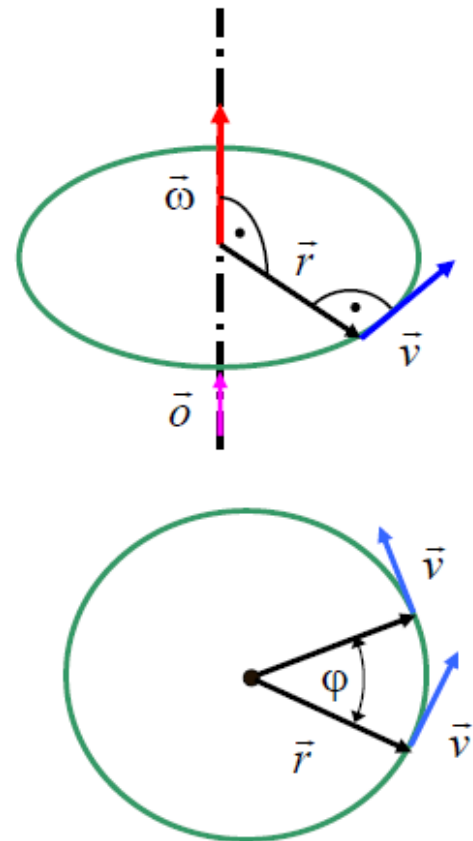
$$\vec{\varphi} = \varphi \cdot \vec{o}$$

Úhlové rychlost ω – změna úhlu φ v čase:

$$\vec{\omega} = \frac{d\vec{\varphi}}{dt} = \frac{d\varphi}{dt} \vec{o} \quad [\text{rad/s}]$$

Úhlové zrychlení ε – změna úhlové rychlosti
 ω v čase:

$$\vec{\varepsilon} = \frac{d\vec{\omega}}{dt} = \frac{d^2\vec{\varphi}}{dt^2} \quad [\text{rad/s}^2]$$



Příklady pohybu hmotného bodu – pohyb po kružnici

Dráha a rychlost pohybu:

$$d\vec{r} = d\vec{\varphi} \times \vec{r} \quad \Rightarrow \quad \vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{d\vec{\varphi}}{dt} \times \vec{r} = \vec{\omega} \times \vec{r}$$

$$s = r\varphi \quad \Rightarrow \quad v = \frac{ds}{dt} = r \frac{d\varphi}{dt} = r\omega$$

zrychlení pohybu:

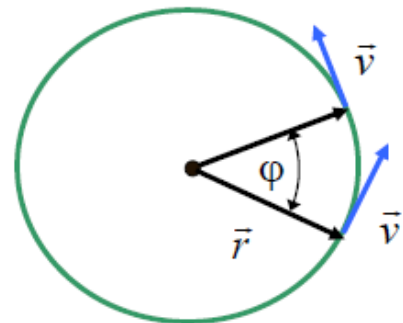
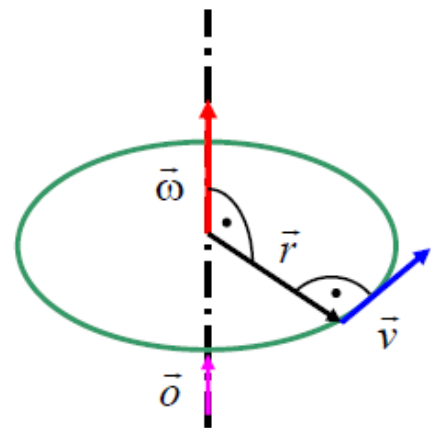
$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d}{dt}(\vec{\omega} \times \vec{r}) = \frac{d\vec{\omega}}{dt} \times \vec{r} + \vec{\omega} \times \frac{d\vec{r}}{dt} = \vec{\varepsilon} \times \vec{r} + \vec{\omega} \times \vec{v} = \vec{a}_t + \vec{a}_n$$

tečná složka

normálová složka

$$a_t = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt}(\omega r) = r \frac{d\omega}{dt} = r\varepsilon$$

$$a_n = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$$



Rovnoměrný pohyb po kružnici

$$v = konst. \quad \omega = konst. \quad R = konst.$$

zrychlení: $\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = 0 \quad \bar{a}_t = \vec{0} \quad \bar{a}_n = \bar{n} \frac{v^2}{R}$

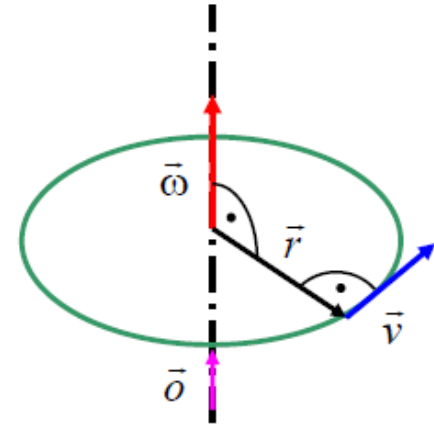
rychlost: $v = \omega R \quad \omega = konst.$

úhlové otočení: $\varphi = \int \omega dt = \varphi_0 + \omega t$

Počáteční podmínky

$$\varphi(t_0) = \varphi_0$$

$$\omega(t_0) = \omega$$



Perioda pohybu T - doba oběhu jedné kružnice

Frekvence pohybu f – počet oběhů za jednu sekundu

$$f = \frac{1}{T}$$

Kruhová frekvence – počet oběhů za jednu sekundu

$$\varphi(t_0) = 0$$

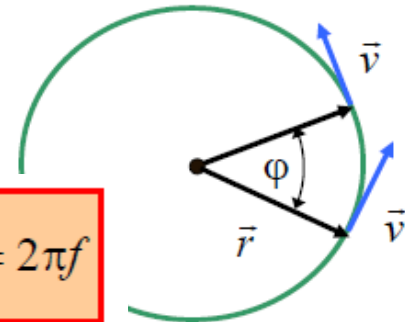
$$\varphi(t_0 + T) = 2\pi$$



$$\varphi(t_0 + T) = \varphi_0(T) + \omega T$$



$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$



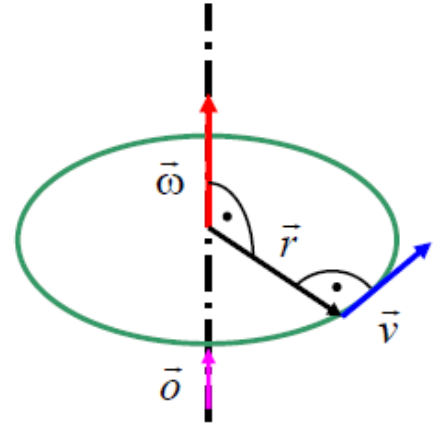
Rovnoměrně zrychlený pohyb po kružnici

$$\varepsilon = \textit{konst.} \quad R = \textit{konst.}$$

zrychlení: $\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \textit{konst.}$ $\vec{a}_t \neq \vec{0} \quad \vec{a}_n = \vec{n} \frac{v^2}{R}$

rychlost: $\omega = \int \varepsilon dt = \omega_0 + \varepsilon t$ $v = \omega R$

úhlové otočení: $\varphi = \int \omega dt = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2} \varepsilon t^2$ $s = \varphi R$

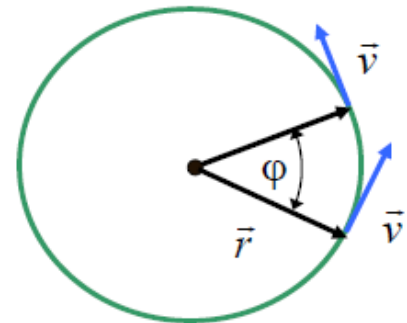


Počáteční podmínky

$$\varphi(t_0) = \varphi_0$$

$$\omega(t_0) = \omega_0$$

$$\varepsilon(t_0) = \varepsilon$$



Normálové zrychlení

Odvození normálového zrychlení při pohybu po kružnici

Šikmý vrh