

Rychlost a zrychlení

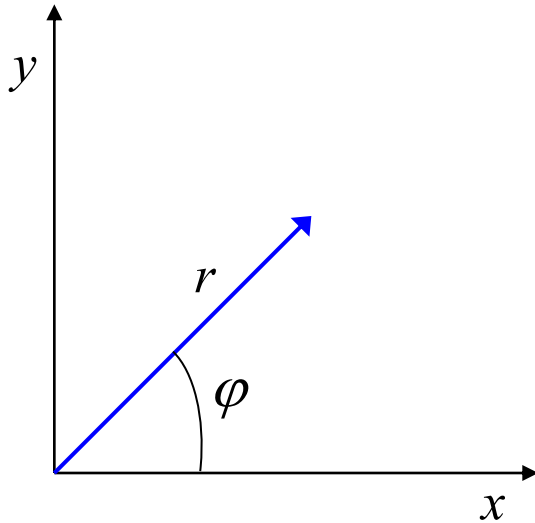
- okamžitá rychlost hmotného bodu:

$$\vec{v} \equiv \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \equiv \frac{d\vec{r}}{dt} \equiv \dot{\vec{r}}$$

- okamžité zrychlení hmotného bodu:

$$\vec{a} \equiv \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \equiv \frac{d\vec{v}}{dt} \equiv \dot{\vec{v}} \equiv \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} \equiv \ddot{\vec{r}}$$

Rovnoměrný pohyb po kružnici



polární souřadnice

$$r(t) = r$$

$$\varphi(t) = \omega t$$

ω - úhlová rychlost

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad \text{- perioda}$$

kartézské souřadnice

$$x(t) = r \cos \varphi = r \cos(\omega t)$$

$$y(t) = r \sin \varphi = r \sin(\omega t)$$

Numerický výpočet rychlosti

```
r=1 #polomer kruznice
T=1 #perioda
dt=T/10 #casovy krok
omega=2*np.pi/T #uhlova frekvence
t=np.arange(0,T+dt,dt) #pole casu
x=r*np.cos(omega*t) #x-ova souradnice
y=r*np.sin(omega*t) #y-ova souradnice
tv=np.empty(np.size(t)-1) #cpole casu pro rychlosti
vx=np.empty(np.size(t)-1) #x-ova souradnice rychlosti
vy=np.empty(np.size(t)-1) #y-ova souradnice rychlosti
```

```
#numericky vypocet rychlosti
for i in range(1,np.size(t)):
    tv[i-1]=t[i-1]+dt/2
    vx[i-1]=(x[i]-x[i-1])/dt
    vy[i-1]=(y[i]-y[i-1])/dt
```

- numerická derivace souřadnice x

$$v_x(t) = \frac{x(t + dt) - x(t)}{dt}$$

- přesnější

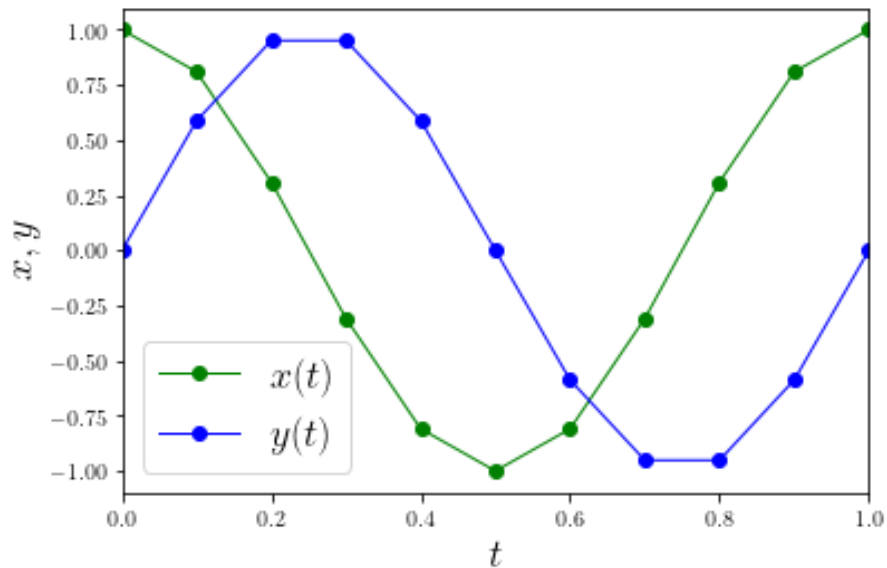
$$v_x \left(t + \frac{dt}{2} \right) = \frac{x(t + dt) - x(t)}{dt}$$

Rovnoměrný pohyb po kružnici

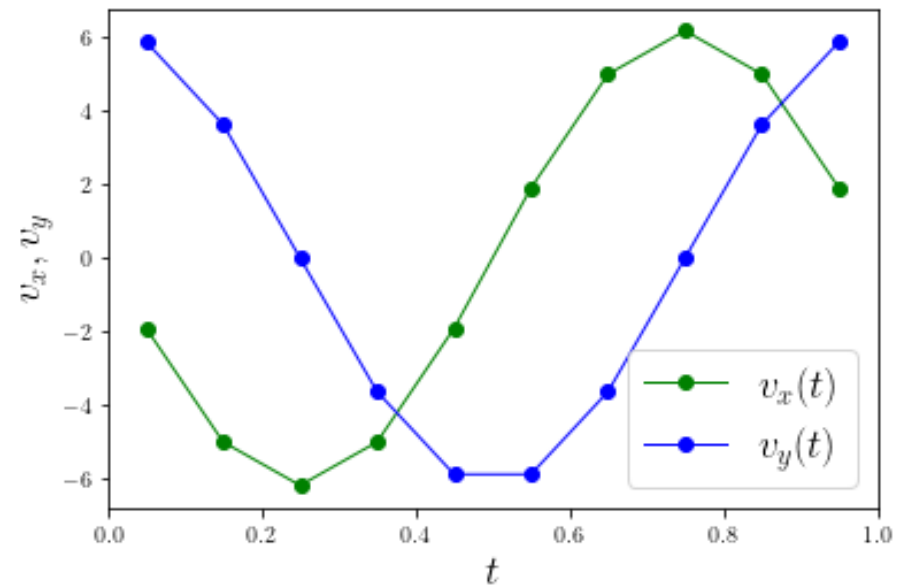
$$n = 11 \quad dt = T/10$$

$$\omega = 2\pi \quad T = 1$$

časová závislost souřadnic



časová závislost složek rychlosti

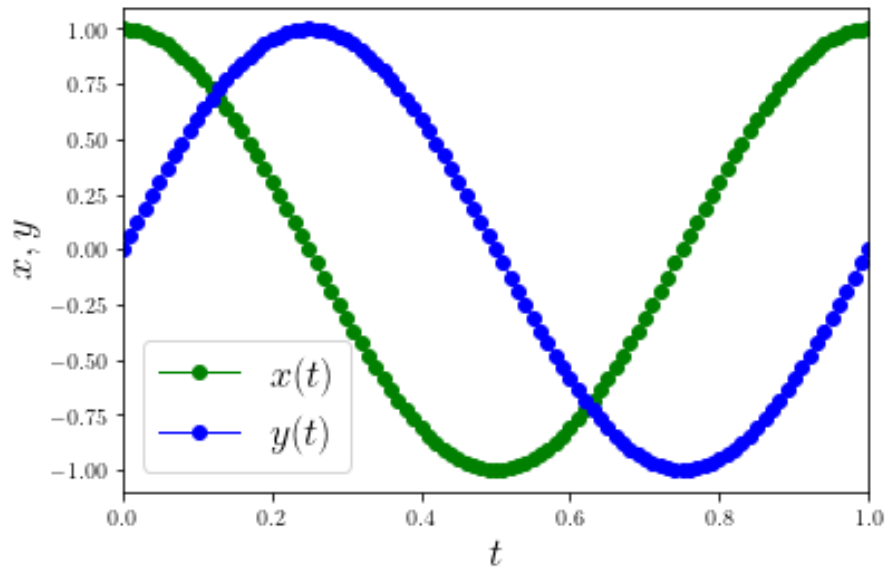


Rovnoměrný pohyb po kružnici

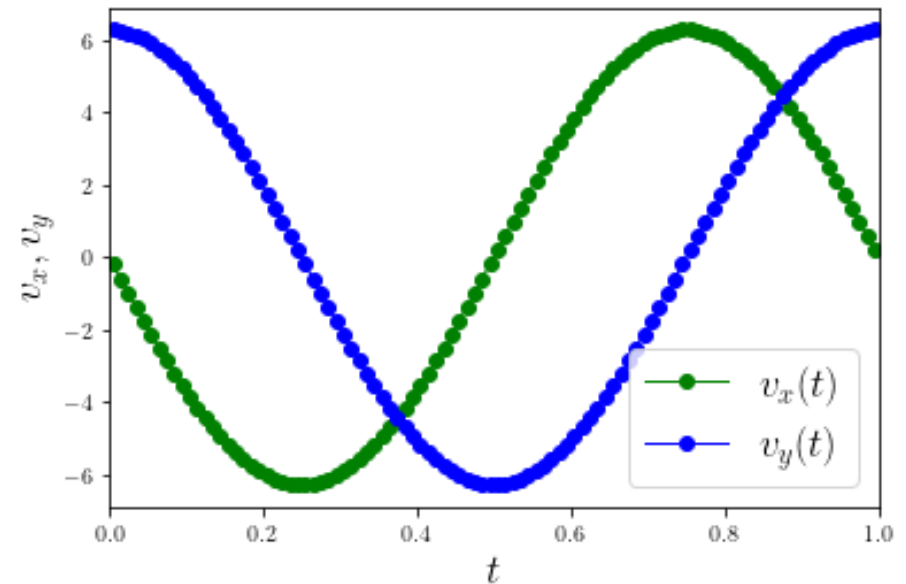
$$n = 101 \quad dt = T/100$$

$$\omega = 2\pi \quad T = 1$$

časová závislost souřadnic



časová závislost složek rychlosti

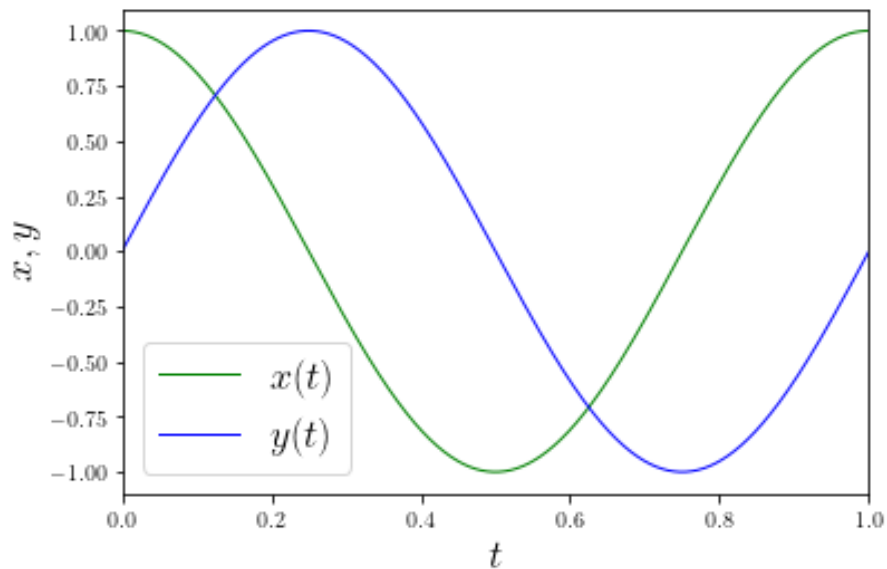


Rovnoměrný pohyb po kružnici

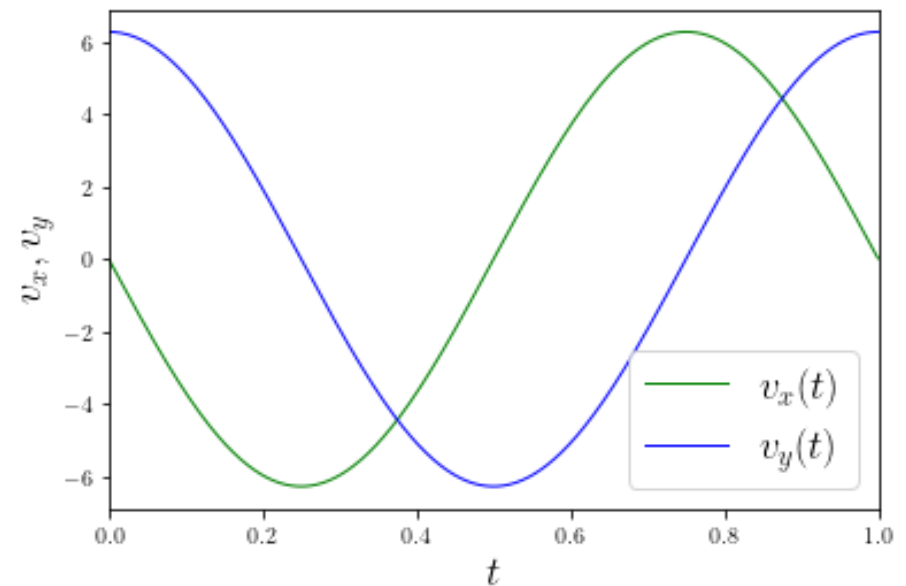
$$n = 1001 \quad dt = T/1000$$

$$\omega = 2\pi \quad T = 1$$

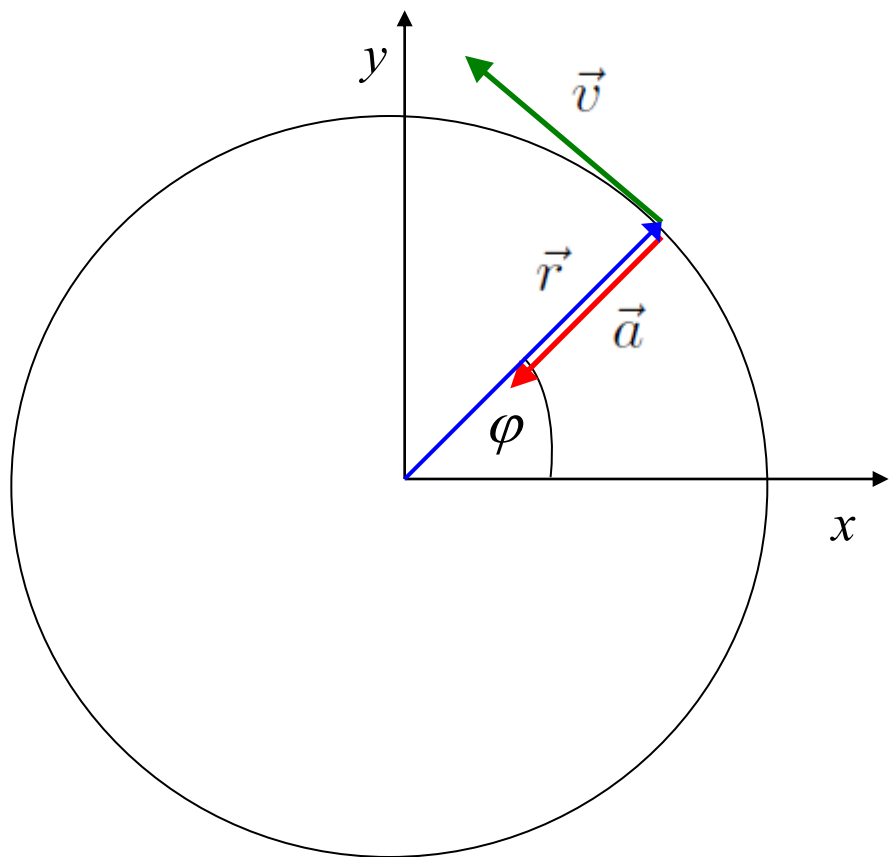
časová závislost souřadnic



časová závislost složek rychlosti



Rovnoměrný pohyb po kružnici



ω - úhlová rychlost $\omega = \frac{d\varphi}{dt}$

$T = \frac{2\pi}{\omega}$ - perioda

kartézské souřadnice

$$x(t) = r \cos \omega t$$

$$y(t) = r \sin \omega t$$

rychlost

$$v_x(t) = \dot{x}(t) = -r\omega \sin \omega t \quad \vec{r} \cdot \vec{v} = 0$$

$$v_y(t) = \dot{y}(t) = r\omega \cos \omega t \quad v = \omega r$$

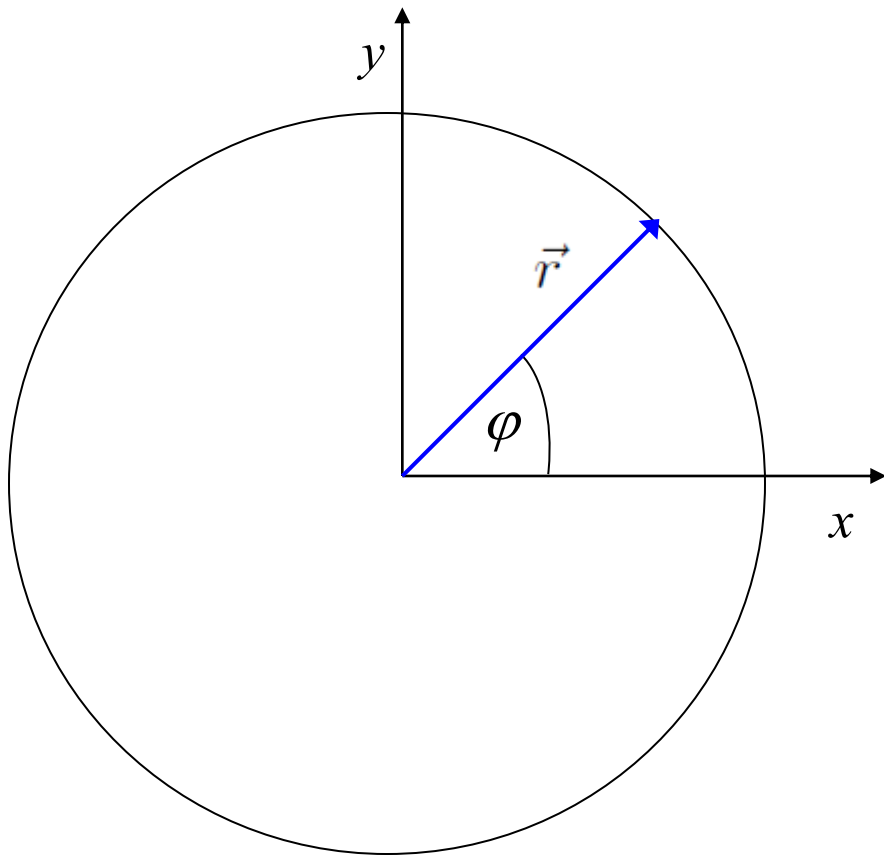
zrychlení

$$a_x(t) = \ddot{x}(t) = -r\omega^2 \cos \omega t = -\omega^2 x$$

$$a_y(t) = \ddot{y}(t) = -r\omega^2 \sin \omega t = -\omega^2 y$$

$$\vec{r} \cdot \vec{a} = -r^2 \omega^2 = -ar \rightarrow a = \omega^2 r = \frac{v^2}{r}$$

Rovnoměrný pohyb po kružnici



ω - úhlová rychlost $\omega = \frac{d\varphi}{dt}$

$T = \frac{2\pi}{\omega}$ - perioda

polární souřadnice

$$r(t) = r$$

$$\varphi(t) = \omega t$$

rychlost

$$v_r(t) = \dot{r}(t) = 0 \quad \text{- radiální rychlost}$$

$$v_\varphi(t) = r\dot{\varphi}(t) = r\omega \quad \text{- tečná (tangenciální rychlost)}$$

zrychlení

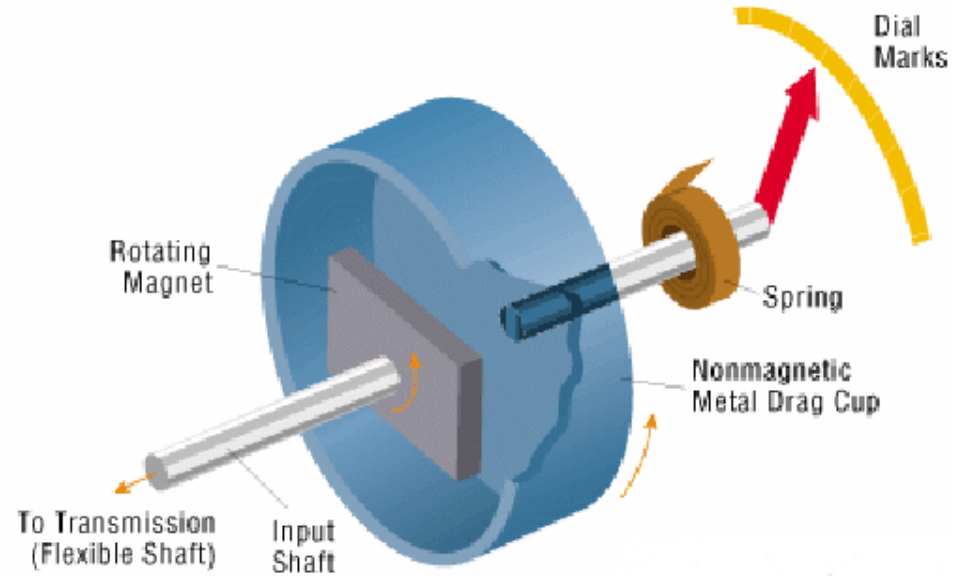
$$a_n(t) = -\frac{v^2}{r} \quad \text{- normálové zrychlení}$$

$$a_t(t) = 0 \quad \text{- tečné zrychlení}$$

Tachometr

- analogový

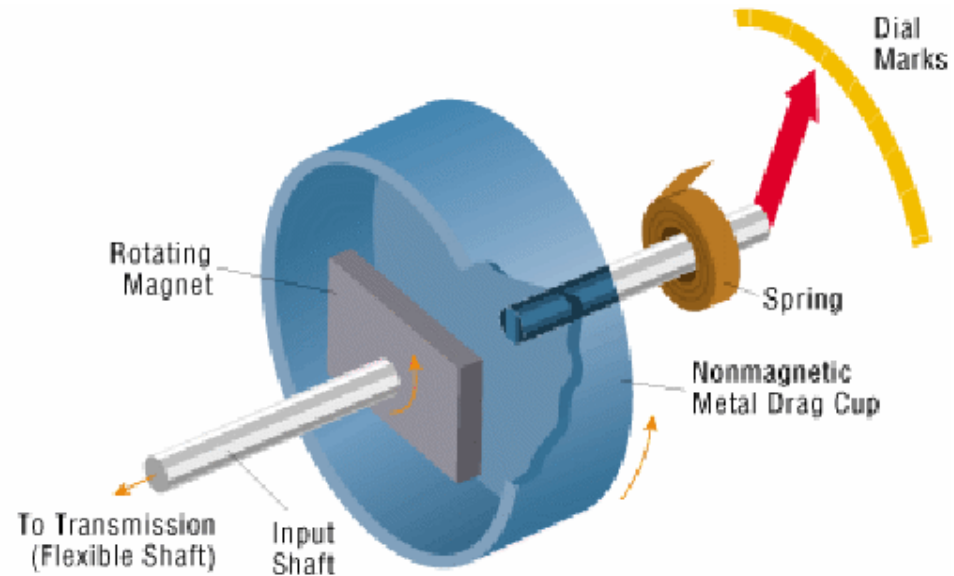
- Otto Schulze 1902



Tachometr

- **analogový**

- Otto Schulze 1902



- **digitální**

