

Hybnost

hybnost: míra posuvného pohybu tělesa

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

hmotnost tělesa

rychlost tělesa

Newtonovy zákony

1. Zákon setrvačnosti: Těleso zůstává v klidu nebo v rovnoměrném přímočarém pohybu pokud není nuceno vnějšími silami tento svůj stav změnit.

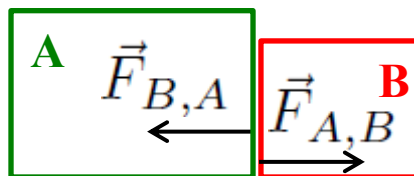
$$\vec{F} = 0 \Leftrightarrow \frac{d\vec{v}}{dt} = 0$$

2. Zákon síly: Síla je rovná časové změně hybnosti: $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d}{dt}(m\vec{v})$

hmotnost je konstantní $\Rightarrow \vec{F} = m\vec{a} = m\frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$

3. Zákon akce a reakce: Vzájemná působení dvou těles jsou vždy stejně velká a míří na opačné strany

$$\vec{F}_{A,B} = -\vec{F}_{B,A}$$



Pohybové rovnice

zákon síly

$$\vec{F} = m\vec{a} = m\frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$$

$$a_x = \frac{F_x}{m}$$

$$a_y = \frac{F_y}{m}$$

$$a_z = \frac{F_z}{m}$$

počáteční podmínky

$$x(t = 0) = x_0$$

$$y(t = 0) = y_0$$

$$z(t = 0) = z_0$$

$$v_x(t = 0) = v_{x_0}$$

$$v_y(t = 0) = v_{y_0}$$

$$v_z(t = 0) = v_{z_0}$$

časová závislost souřadnic / rychlosti

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{F_x}{m} \quad x(t)$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} = \frac{F_y}{m} \quad y(t)$$

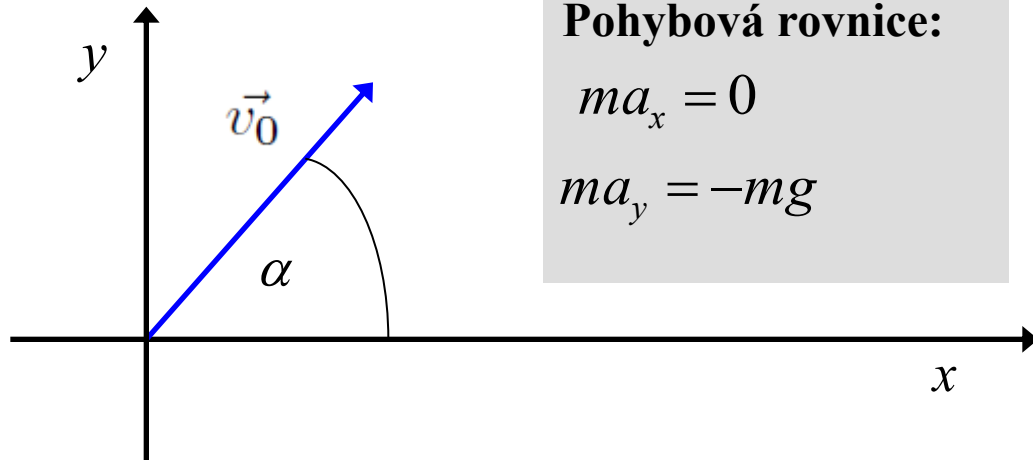
$$\frac{d^2z}{dt^2} = \frac{F_z}{m} \quad z(t)$$

$$\frac{dv_x}{dt} = \frac{F_x}{m} \quad v_x(t)$$

$$\frac{dv_y}{dt} = \frac{F_y}{m} \quad v_y(t)$$

$$\frac{dv_z}{dt} = \frac{F_z}{m} \quad v_z(t)$$

Šikmý vrh



Pohybová rovnice:

$$ma_x = 0$$

$$ma_y = -mg$$

trajektorie:

$$y = x \operatorname{tg} \alpha - \frac{1}{2} g \frac{x^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

zrychlení:

$$a_x = 0$$

$$a_y = -g$$

počáteční podmínky:

$$x(t=0) = 0$$

$$y(t=0) = 0$$

$$v_x(t=0) = v_0 \cos(\alpha)$$

$$v_y(t=0) = v_0 \sin(\alpha)$$

rychlost:

$$v_x = v_0 \cos(\alpha)$$

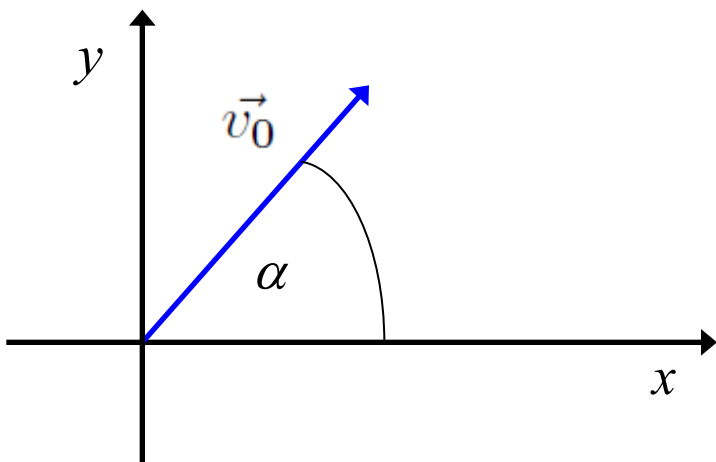
$$v_y = v_0 \sin(\alpha) - gt$$

poloha:

$$x = v_0 t \cos(\alpha)$$

$$y = v_0 t \sin(\alpha) - \frac{1}{2} gt^2$$

Šikmý vrh



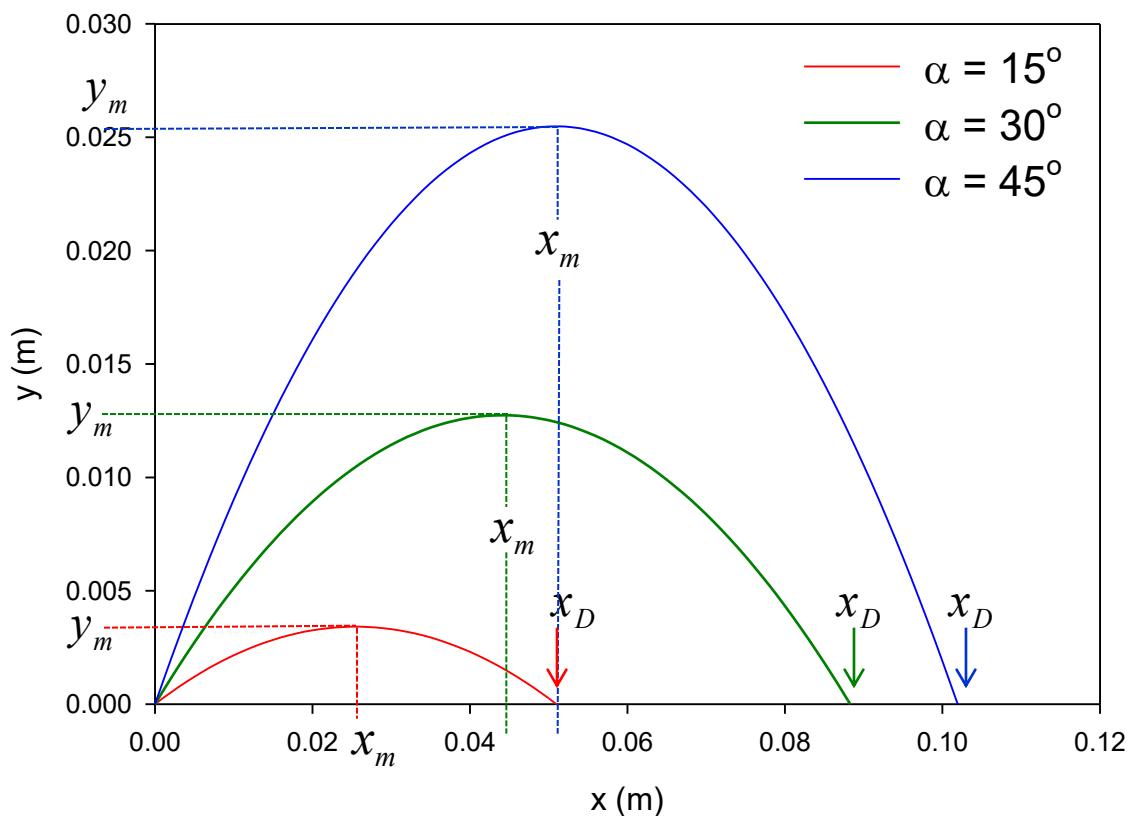
místo dopadu: $x_D = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$

poloha maxima: $x_m = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{2g}$

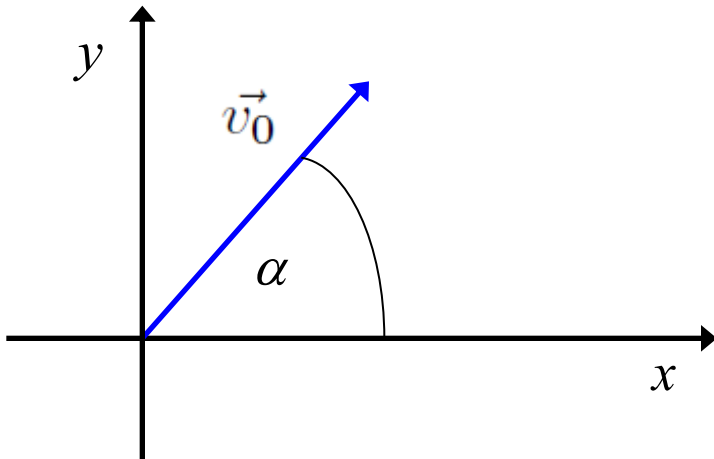
výška maxima: $y_m = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$

trajektorie:

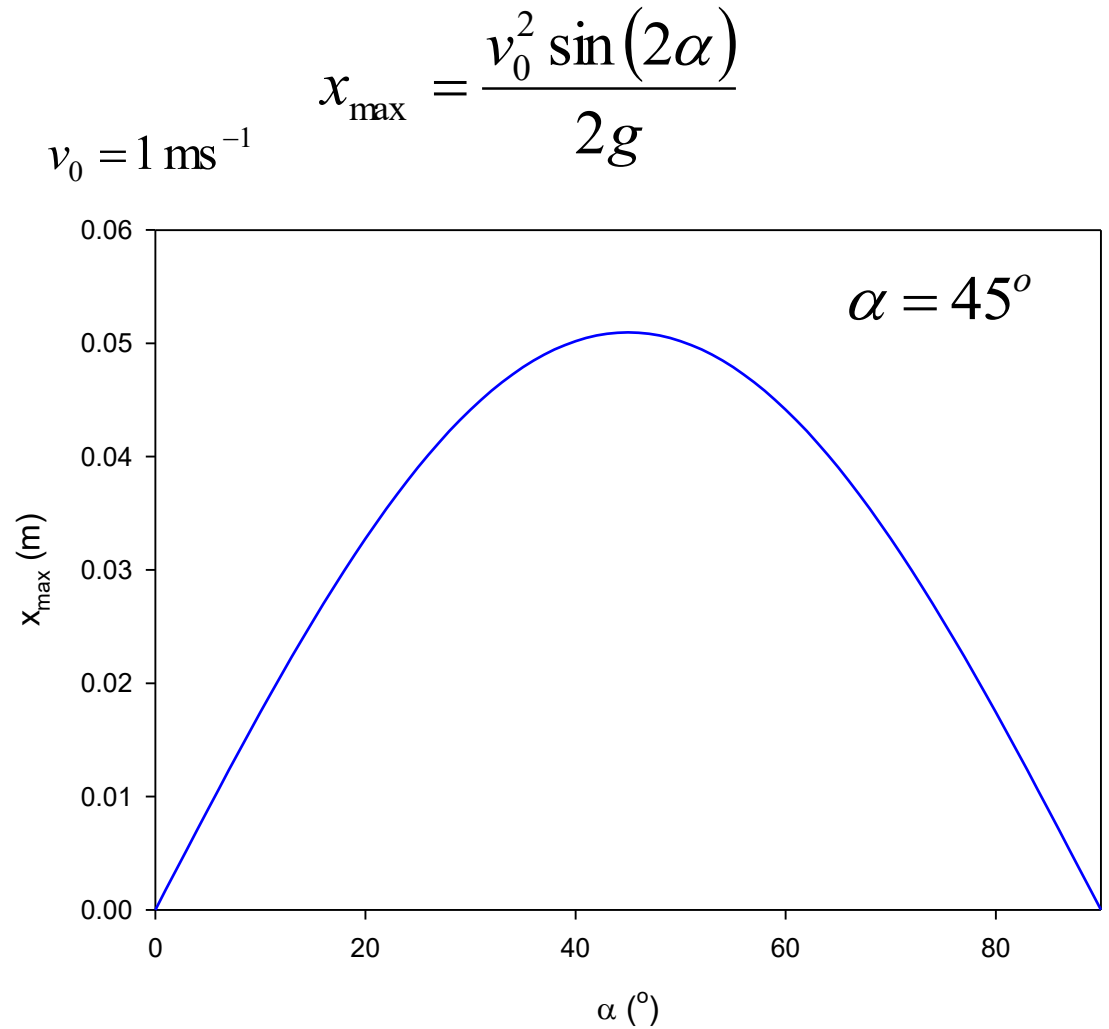
$$y = x \operatorname{tg} \alpha - \frac{1}{2} g \frac{x^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$$



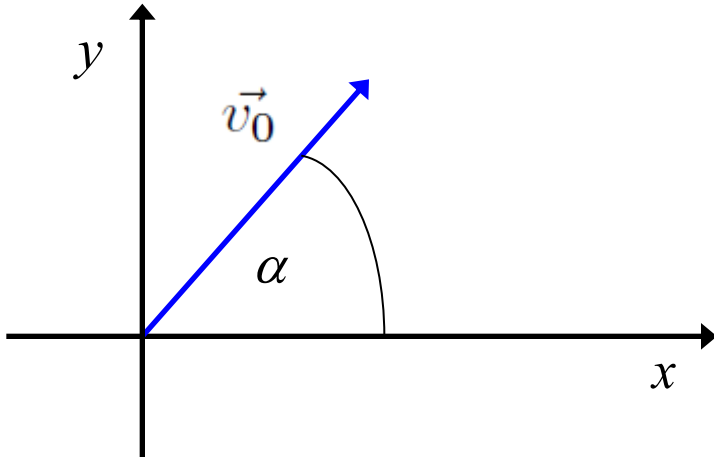
Šikmý vrh



Nejdále dohodíme pokud provedeme hod pod úhlem 45°

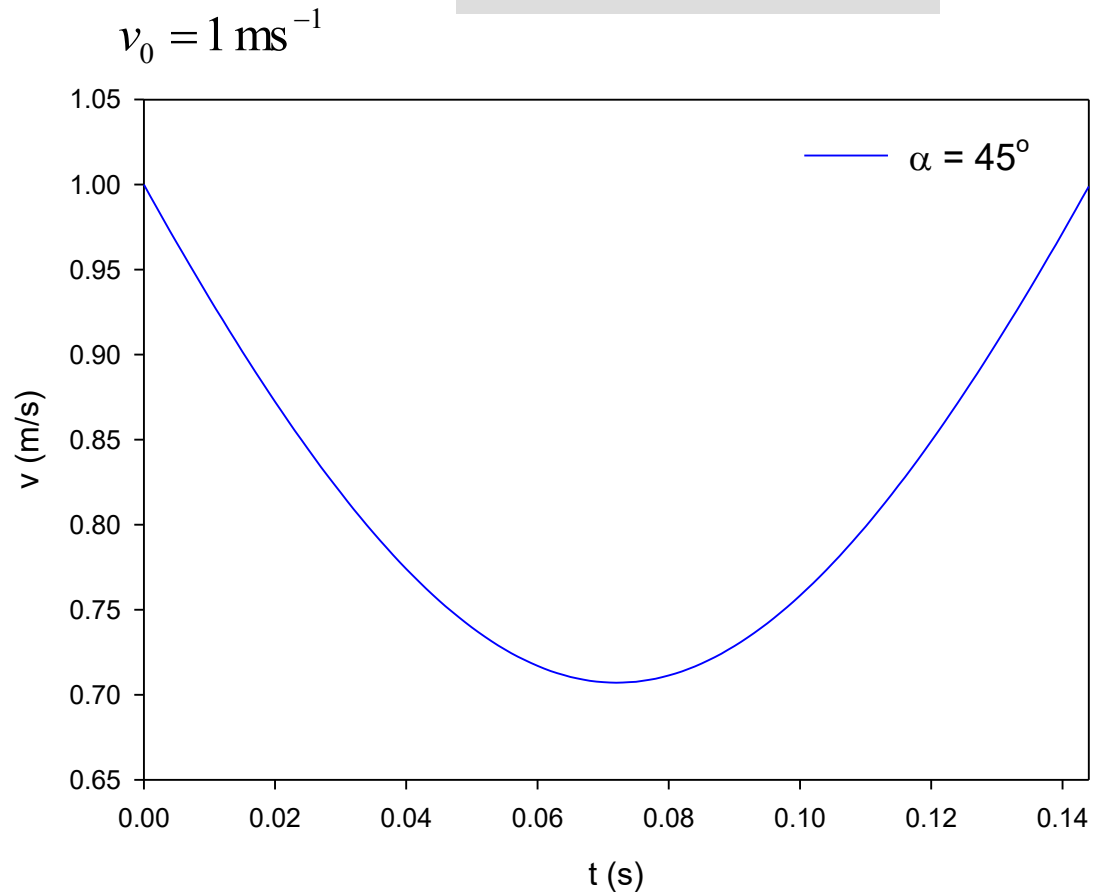


Šikmý vrh



Velikost rychlosti:

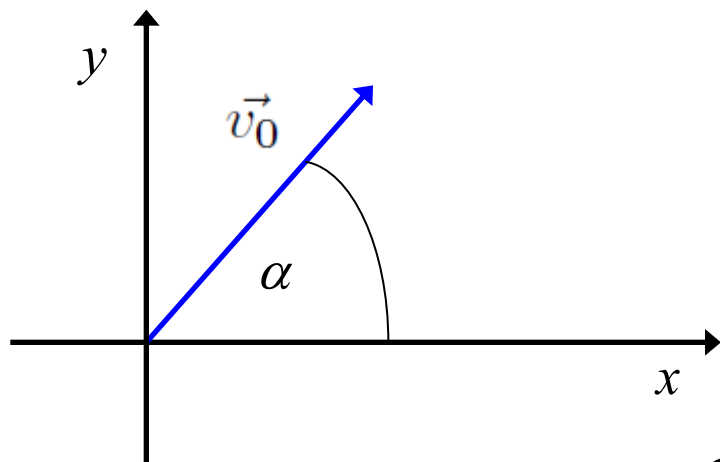
$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$



Numerický výpočet rychlosti a dráhy

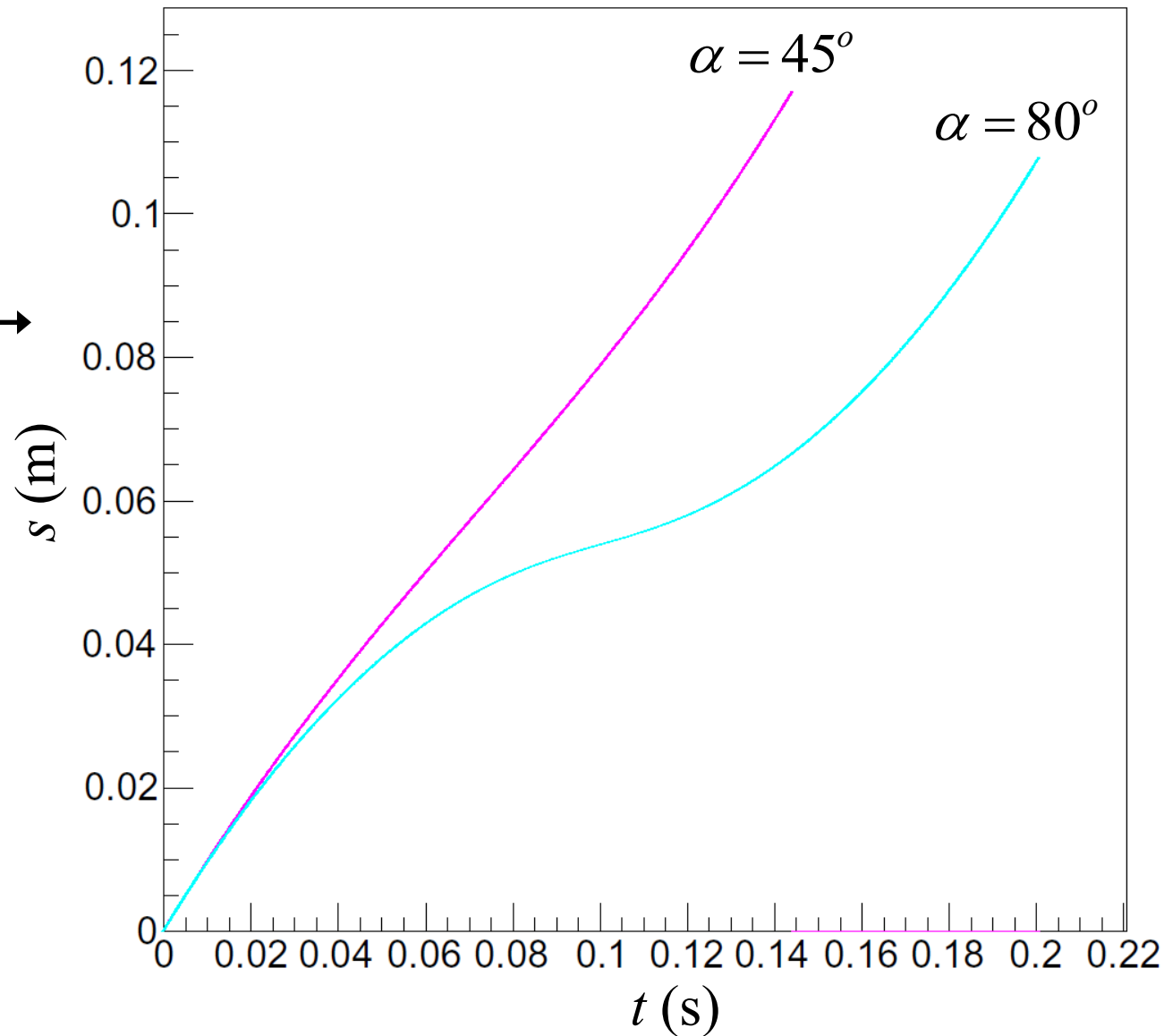
```
x[0]=0 #pocatecni poloha x-ova souradnice
y[0]=0 #pocatecni poloha y-ova souradnice
vx[0]=v0*np.cos(alpha)
vy[0]=v0*np.sin(alpha)-g*dt/2
v[0]=np.sqrt(vx[0]**2+vy[0]**2)
s[0]=0
i=0
imax=n
istop=0 #istop=1 znamena spadlo to na zem
while istop==0 and i<n-1:
#cyklus bezi dokud to nespadne na zem
#nebo neprojdu cele pole casu
    i+=1
    x[i]=x[i-1]+vx[i-1]*dt
    y[i]=y[i-1]+vy[i-1]*dt
    if y[i]<0: #spadlo to na zem
        istop=1
        imax=i
    vx[i]=vx[i-1]
    vy[i]=vy[i-1]-g*dt
    v[i]=np.sqrt(vx[i]**2+vy[i]**2)
    s[i]=s[i-1]+v[i]*dt
```


Šikmý vrh

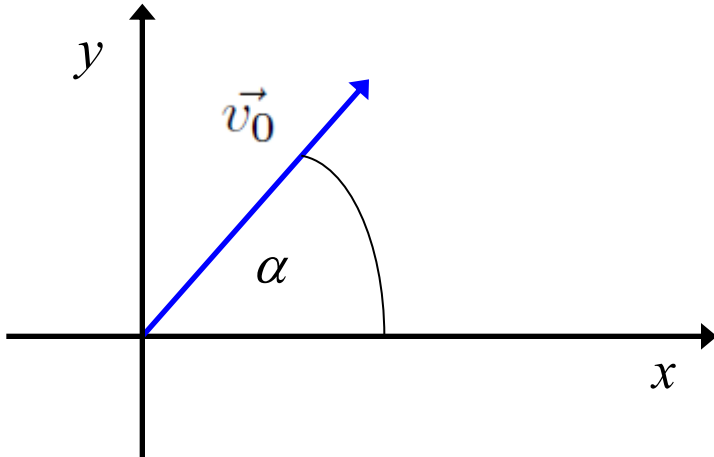


dráha, kterou hmotný bod urazí

$$s \equiv \int v(t) dt$$



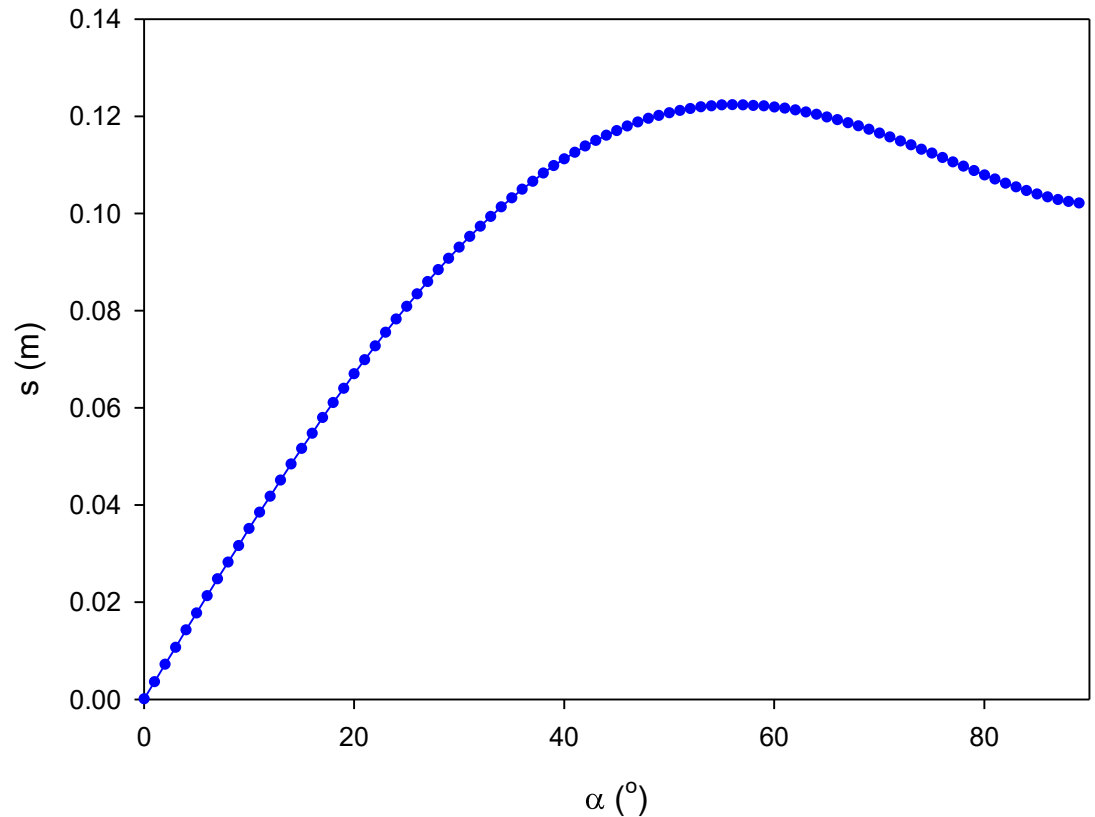
Šikmý vrh



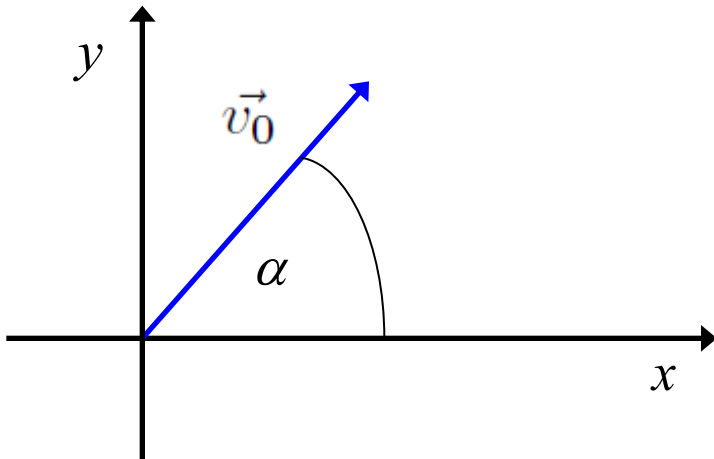
dráha, kterou hmotný bod urazí

$$s \equiv \int v(t) dt$$

$$s = \int_0^{\frac{2v_0 \sin \alpha}{g}} \sqrt{v_0^2 \cos^2 \alpha + (v_0 \sin \alpha - gt)^2} dt$$



Šikmý vrh



$$s = \frac{v_0^2}{g} \left(\sin \alpha + \cos^2 \alpha \ln \frac{1 + \sin \alpha}{\cos \alpha} \right)$$

dráha, kterou hmotný bod urazí

$$s \equiv \int v(t) dt$$

