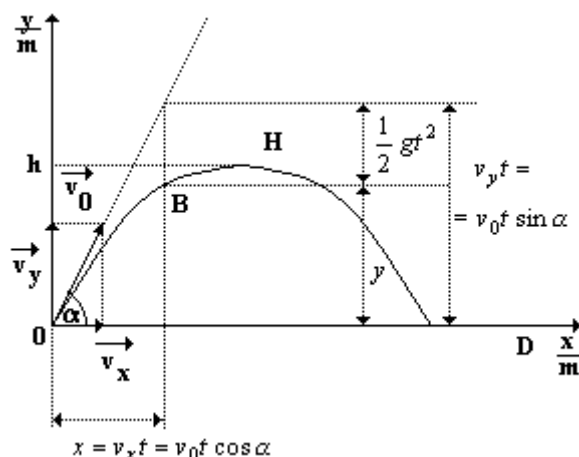


## Vrh šikmý

Tímto typem [pohybu](#) se pohybuje těleso, jemuž udělíme počáteční [rychlost](#)  $\vec{v}_0$ , jejíž směr svírá s vodorovnou rovinou elevační úhel  $\alpha$ . I u tohoto [vrhu](#) dochází ke skládání rovnoměrného [přímocharého pohybu](#) ve směru počáteční rychlosti  $\vec{v}_0$  a [volného pádu](#). [Trajektorii](#) tohoto pohybu je parabola, jejíž vrchol leží v nejvyšším bodě trajektorie (v bodě H).

Pro lepší popis tohoto pohybu zakreslíme jeho trajektorii do souřadného systému Oxy tak, že místo vrhu bude v jeho počátku. Počáteční rychlost  $\vec{v}_0$ , kterou tělesu udělíme, lze rozložit do směrů obou os souřadného systému. Jednotlivé složky pak mají (v čase  $t$  po začátku pohybu) velikost:  $x$ -ová složka  $v_x = v_0 \cos \alpha$  a  $y$ -ová složka  $v_y = v_0 \sin \alpha - gt$ .



Obr. 74

Ve směru osy  $y$  se jedná vlastně o svislý vrh vzhůru - tak by viděl např. výkop míče fotbalista. Míč totiž poletí nejdříve rovnoměrně zpomaleným pohybem nahoru, zastaví se a pak se bude volným pádem pohybovat směrem dolů. Soupeř - trpaslík běžící přesně pod míčem by viděl rovnoměrný přímočarý pohyb míče.

[Souřadnice](#) bodu B, v němž se těleso nachází v době  $t$  po začátku pohybu, jsou:  $x = v_x t = v_0 t \cos \alpha$  a  $y = v_0 t \sin \alpha - \frac{1}{2} g t^2$ . Největší vzdálenost měřená ve vodorovné rovině od místa vrhu do místa dopadu

$D$  se nazývá **délka vrhu**  $d$ . Bod dopadu má souřadnice  $D = [d; 0]$  a lze tedy psát  $0 = v_0 t_d \sin \alpha - \frac{1}{2} g t_d^2$ .

Odtud pro [čas dopadu](#)  $t_d$  dostáváme:  $t_d = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$  nebo  $t_d = 0$  s. Nulový čas nemá smysl, protože popisuje stav tělesa na začátku pohybu.

Dosazením do vztahu  $x = v_0 t_d \cos \alpha$  získáme délku vrhu  $d = \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$ .

Při úpravě byl použit vztah, který se odvozuje v matematice při výkladu goniometrických funkcí:  $\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha$ .

U vrhu šikmého lze určit ještě [výšku vrhu](#)  $h$ , do níž těleso během svého pohybu vystoupí. Nachází-li se těleso v bodě H, má  $y$ -ová složka rychlosti nulovou velikost, tedy  $0 = v_0 \sin \alpha - g t_h$ . Odtud

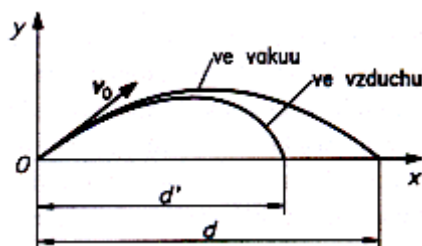
dostáváme pro čas  $t_h$ , za který těleso dosáhne maximální výšky,  $t_h = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{t_d}{2}$ . Dosazením do

vztahu  $y = v_0 t_h \sin \alpha - \frac{1}{2} g t_h^2$  dostaneme maximální výšku vrhu  $h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$ .

Při právě odvozených vzorcích je použita matematická konvence zápisu operací

s goniometrickými funkcemi. Zápis  $\sin 2\alpha$  je totéž jako  $\sin(2\alpha)$ , zápis  $\sin^2 \alpha$  znamená to samé jako zápis  $(\sin \alpha)^2$ .

Šikmý vrh má praktické uplatnění ve sportu a vojenské technice. Délka vrhu se ve vojenské terminologii nazývá **dostřel**. Šikmo vržené těleso se pohybuje po části paraboly pouze za předpokladu, že na něj nepůsobí žádné vnější **síly** kromě síly tíhové (nepůsobí odpor vzduchu, ...). V praxi ale ne vždy lze odpor vzduchu zanedbat (hlavně při velkých rychlostech tělesa). V důsledku existence **odporové síly** se těleso pohybuje nikoliv po části paraboly, ale po tzv. **balistické křivce**, která (na rozdíl od paraboly) není souměrná (viz obr. 75). To má za následek zkrácení délky vrhu oproti délce vrhu ve **vakuu**.



Obr. 75

---

© Encyklopedie Fyziky (<http://fyzika.jreichl.com>); Jaroslav Reichl, Martin Všeticka

Licence <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/> zakazuje úpravy a komerční distribuci.