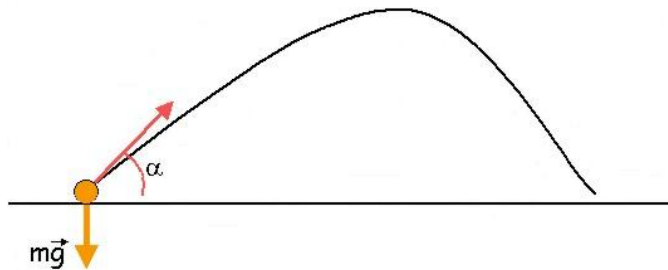


## Horisondi suhtes nurga all visatud keha liikumine.

Kui viskame mingi keha nurga  $\alpha$  all horisondi suhtes, siis reaalsetes tingimustes liigub ta mööda trajektoori, mis ei ole parabool (vt. joon. 1). Kui visata seesama keha ideaalsetes tingimustes s.t. takistusjõud puudub, siis on liikumise trajektooriiks parabool. Kui kehale ei mõju keskkonna takistusjõud, siis mõjub kehale vaid raskusjõud. Raskusjõu tõttu on kehal vertikaalsuunaline kiirendus  $g$ , olenemata keha liikumise trajektoori kujust.

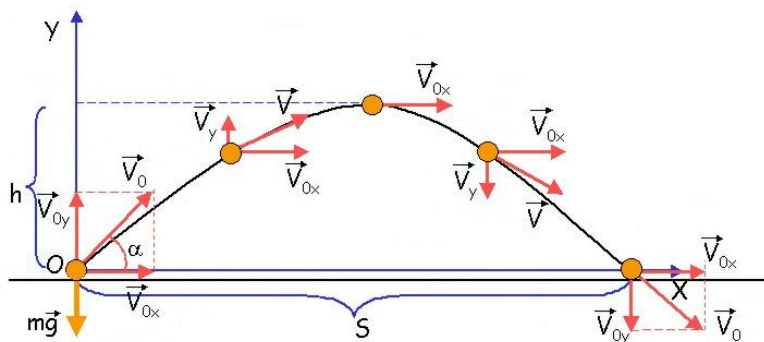


Joonis 1

Lähtudes liikumiste sõltumatuse printsiibist võime horisondi suhtes nurga all visatud keha liikumist vaadelda kui kahe liikumise summat (vt. joon. 2).

Üks liikumistest on horisontaalsuunaline (x-telje sihis) ning ühtlane sirgjooneline. Miks ühtlane sirgjooneline? Sellepärast, et raskusjõu projektsioon x-teljele on võrdne nulliga. Et keha liiguks mingis suunas kiirendusega, peab talle selles suunas mõjuma jõud või jõu komponent. Saame teha järelduse, et horisontaalsuunalise liikumise algkiirus  $v_{0x}$  jääb muutumatuks kogu liikumise jooksul.

Teine liikumine on vertikaalsuunaline (y-telje sihis), see liikumine toimub raskusjõu mõjul ning on ühtlaselt muutuv. Liikumine on ühtlaselt aeglustuv kuni keha ei ole saavutanud oma maksimaalset tõusukõrgust  $h$ . Vabalangemise kiirendus  $g$  on suunatud vertikaalselt alla. Liikumine on ühtlaselt kiirenev, kui keha olles saavutanud oma maksimaalse tõusukõrguse hakkab kukkuma.



Joonis 2

Kogu liikumise aja tähistame tähega  $t$ . Keha algkiiruse tähistame  $v_0$ . Lahutame selle kiiruse kaheks komponendiks, x-telje suunaliseks ja y-telje suunaliseks (vt. joon. 2). X-telje suunalist

kiirust tähistame  $v_{0x}$  ja tema arvvärtus on  $v_0 \cos \alpha$ . Y-telje suunalise komponendi tähistame  $v_{0y}$  ja tema arvvärtus on  $v_0 \sin \alpha$ . Teepikkuse, mille keha läbib horisontaalsuunas, tähistame  $s$ -ga ja teepikkuse arvutame avaldisest  $s = v_{0x} t$  või  $s = v_0 t \cdot \cos \alpha$ . Horisontaalsuunas läbitud teepikkust nimetame veel ka lennukauguseks.

Sama aeg, mis kulub kehal teepikkuse  $s$  läbimiseks, kulub kehal selleks, et saavutada maksimaalne tõusukõrgus ja alla kukkuda. Seega kulub kehal maksimaalse tõusukõrguse saavutamiseks aega  $\frac{t}{2}$  ja sama palju, et sellelt kõrguselt taas alla kukkuda. Vertikaalsuunaline liikumine toimub ühtlaselt muutuva liikumise seaduspärasuste järgi. Keha tõusu kõrguse arvutamiseks kasutame seost  $h = v_{0y} \frac{t}{2} - \frac{(\frac{t}{2})^2}{2}$ . Kui keha on saavutanud maksimaalse tõusu kõrguse ja hakkab kukkuma alla, siis sellel ajahetkel on kehal kiiruse horisontaalsuunaline komponent  $v_{0x}$ , vertikaalsuunaline komponent aga puudub  $v_{0y} = 0$ . Kui avaldada nüüd keha maksimaalse tõusu kõrgus (taustsüsteem on seotud trajektoori maksimaalse punktiga), siis avaldub see järgmiselt  $h = g \frac{(\frac{t}{2})^2}{2}$ . Nüüd asendame avaldises  $h = v_{0y} \frac{t}{2} - g \frac{(\frac{t}{2})^2}{2}$  liikme  $g \frac{(\frac{t}{2})^2}{2}$  tema väärtusega  $h$  ning saame  $h = v_{0y} \frac{t}{4}$ . Kuna  $v_{0y} = v_0 \sin \alpha$ , siis keha maksimaalse tõusu kõrguse saame avaldisest  $h = \frac{v_0 t \cdot \sin \alpha}{4}$ .

Horisontaalsuunalist liikumist saab iseloomustada ühtlase liikumise seaduspärasusega  $x = v_{0x} t$  ja vertikaalsuunalist ühtlaselt muutuva liikumise seaduspärasusega  $y = v_{0y} t - \frac{gt^2}{2}$ . Vaadates neid kahte võrrandit kui süsteemi ja asendades  $t$ , saame parabooli võrrandi

$y = x \frac{v_{0y}}{v_{0x}} - g \frac{(\frac{x}{v_{0x}})^2}{2}$ . Kasutades toodud seoseid on võimalik leida horisondi suhtes mistahes nurga all visatud keha lennukaugus, maksimaalne lennukõrgus, lennu aeg jne. Ühesõnaga on võimalik leida kõik ülendes seotud otsitavad suurused.

Horisontaalsuunaline kiirus  $v_{0x}$  on kogu liikumise jooksul jääv. See tähendab, et trajektoori mistahes punktis on selle kiiruse väärtus sama. Vertikaalsuunaline kiirus muutub liikumise jooksul pidevalt. Liikumise resultantkiirus muutub vaid vertikaalsuunalise kiiruse muutumise tõttu. Kui kiiruse vertikaalsuunaline komponent on liikumise esimese poole jooksul suunatud vertikaalselt üles, siis liikumise teise poole jooksul on ta suunatud alla. Tuleb ära märkida, et liikumise lõpp-punktis on kiiruse vertikaalsuunaline komponent arvuliselt võrdne vertikaalsuunalise komponendiga liikumise alguspunktis aga vastasmärgiline. Seda muidugi juhul, kui liikumise alguspunkt ja lõpp-punkt asuvad samal horisontaalsirgel.