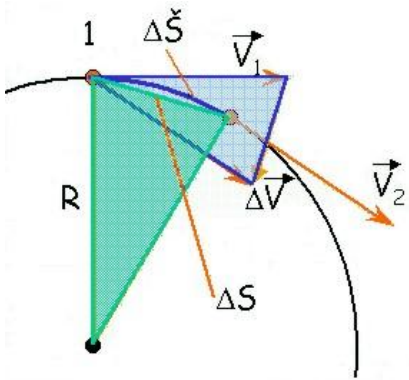


## Ühtlane ringliikumine. Keskõmbekiirendus.

Liikugu keha ühtlase kiirusega mööda ringjoont raadiusega  $R$  ja olgu selle liikumise alguspunktiks punkt 1. Kiiruse vektor on selles punktis ringjoone puutuja suunaline ja järelikult risti raadiusega. Kui liikumine on ühtlane, siis tähendab see, et  $v_1=v_2= \dots = \text{const}$ . Jutt käib vektori moodulist. Samal ajal ei ole vektor  $\vec{v}_1$  võrdne vektoriga  $\vec{v}_2$ . Vaatamata sellele, et vektori moodulid on samad, on vektori suund trajektoori erinevates punktides erinev ja kiirenduse avaldise väärtus ei ole null. Seda sellepärast, et vektorite vahe  $\vec{v}_2 - \vec{v}_1$  ei ole võrdne nulliga  $a = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t} \neq 0$ .

Rääkides kulgliikumisest mööda sirgjoont, asendasime kiiruse ja kiirenduse vektorväärtused skalaarsete väärtustega. Nüüd ei saa me seda aga teha, tuleb kasutada kiirenduse vektoravaldist. Vaatame, millega võrdub kiirendus ühtlasel ringjoonelisel liikumisel ja kuhu on ta suunatud. Kiirendus on võrdne piirväärtusega kiiruse muudu ja ajavahemiku suhtest, kui ajavahemiku väärtus läheneb nullile  $a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t}$ . Ajavahemik, see on aeg, mille jooksul liigub keha mööda ringjoont punktist 1 punkti 2. Et leida vektorite  $\vec{v}_1$  ja  $\vec{v}_2$  vahe, tuleb vektor  $\vec{v}_2$  paralleellüket kasutades lükata punkti 1 ja ühendada vektorite  $\vec{v}_1$  ja  $\vec{v}_2$  lõpp-punktid. See suunaga lõik ongi vektorite vahe ehk  $\Delta \vec{v}$ . Vektor  $\Delta \vec{v}$  on skalaar  $\Delta v$  korrutatud ühikvektoriga  $\vec{n}'$  ehk  $\Delta \vec{v} = \Delta v \cdot \vec{n}'$ . Ühikvektor  $\vec{n}'$  on vektor, mille väärtus on üks ja mille suund ühtib vektori  $\Delta \vec{v}$  suunaga. Kui ajavahemik läheneb nullile, siis läheneb punkt 2 punktile 1 ja vektori  $\vec{n}'$  suund läheneb vektori  $\vec{n}$  suunale. Vektor  $\vec{n}$  on suunatud mööda ringjoone raadiust ringjoone keskpunkti poole.



Joonis 1

Arvutame nüüd kiirenduse väärtuse. Kui ajavahemik läheneb nullile, läheneb kaar  $\Delta s$  kõõlule  $\Delta S$ , see tähendab, et teatud hetkest ei suuda me enam eristada on see kaar või kõõl. Et määrata  $\Delta v$  väärtus vaatleme kahte kolmnurka. Need kolmnurgad on sarnased, see aga annab võimaluse välja kirjutada sarnaste külgede suhted,  $\frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta S}{R}$ . Kui avaldada  $\Delta v$ , siis saame  $\Delta v = \frac{v \Delta S}{R}$ . Eelnevast teame kiirenduse avaldist  $a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t}$ , asendame selles avaldises  $\Delta v$  saame  $a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S v}{\Delta t R}$ . Kuna kiiruse arv väärtus ja raadius on jäävad suurused,

võib nad tuua piirväärtuse märgi ette  $a = \frac{v}{R} \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t}$ . Piirväärtuse märgi alla jääv avaldis ei ole aga midagi muud kui hetkkiiruse avaldis  $v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t}$ . Lõpptulemusena saame, et  $a = \frac{v^2}{R}$ . Kuna kiirenduse vektor on suunatud ringjoone keskpunkti poole, siis nimetatakse kiirendust kesktõmbekiirenduseks.

Ühtlasel ringjoonelisel liikumisel on liikumise mis tahes punktis kesktõmbekiirenduse arväärtus sama ja vektor suunatud alati ringjoone keskpunkti poole. Kui on tegemist ühtlase kõverjoonelise liikumisega, siis on kiirenduse vektor igas trajektoori punktis suunatud trajektoori kõveruse keskpunkti poole.