

10. kl

Ühtlase sirgjoonelise liikumise uurimine

Töö eesmärk on uurida Vernier'i aparadi ja liikumisanduri abil ühtlast sirgjoonelist liikumist, liikumisvõrrandit ja liikumisgraafikut.

Töö käik: Kasutades Vernier'i andmelugurit ja liikumisandurit proovi salvestada võimalikult ideaalsed ühtlase sirgjoonelise liikumise graafikud $x = f(t)$ ja kiiruse graafikud $v = f(t)$ **vähemalt 5 sekundi** jooksul.

- 1) Ühenda andmeluger ja liikumisandur (pane tähele, et andur on digitaalse ühendusega). Seadista andmete kogumine vajutades „Rate:“ või „Sensors“ → „Data Collection“ ja valides mõõtesageduseks nt 4 mõõtmist sekundis ja kestvuseks 5 sekundit.

I OSA:

- 2) Soorita mõõtmine **liikudes anduri poole**. (andur ei suuda mõõta lähemalt kui 20 cm)

Näiteks võid valida, kas

- õpiku ühtlane vertikaalne lähenemine liikumisandurist,
 - inimese horisontaalne lähenemine klassiruumi seinast,
 - liikumiseanduri maapinnale lähendamine.
- 3) Hakka enne mõõtmise alustamist juba liikuma, mõõtmise alustamiseks tuleb vajutada ► nuppu.
- 4) Vaata tekkinud graafikuid $x = f(t)$ ja $v = f(t)$. Kas esmasel vaatamisel vastavad need ühtlasele sirgjoonelisele liikumisele? **NB!** Pööra erilist tähelepanu $x = f(t)$ graafikule, sest $v = f(t)$ telgede väärtused võivad olla petlikud!
- 5) Graafikute paremaks hindamiseks vali ülevalt rippmenüüst „Analyze“ → „Statistics“ → „Velocity“. Ava statistika paremale tekkinud kastist. Ühtlasel sirgjoonelisel liikumisel peaks kiiruse min, max ja keskvärtus ehk mean $\bar{v}_x$ olema võimalikult sarnased ning tulemuste hajuvus, standardhälve Δv_x võimalikult väike. Kasutame suhtelist viga mõõtetulemuste hindamiseks:

$$\gamma = \frac{\Delta v_x}{\bar{v}_x} \cdot 100\%$$

- 6) **Kui suhteline viga on suurem kui 20%, siis soorita uus mõõtmine!** Korda katset nii kaua kuni saavutad tulemuse, mille suhteline viga on väiksem kui 20%!
- 7) Andmete paremaks lugemiseks vali ülevalt rippmenüüst „Analyze“ → „Statistics“ → „Position“. Määra statistikate ja graafikute abil liikumise algkoordinaat x_0 ja kiiruse keskmine väärtus v_x . Koosta keha liikumisvõrrand $x_1 = f(t)$:

$x_0 =$

$x_1 =$

$v_x =$

- 8) Arvuta liikumisvõrrandi abil keha asukoha koordinaat x ajahetkel $t = 4$ s. $x_4 =$
- 9) Leia keha liikumisgraafikult $x = f(t)$ keha asukoht ajahetkel $t = 4$ s. Leia suhteline erinevus eelmises punktis arvutatud asukohaga.

$$\varepsilon = \frac{x_4 - x'_4}{x_4} \cdot 100\%$$

- 10) Koordinaadi andmete analüüsimiseks vali ülevalt rippmenüüst „Analyze“ → „Curve fit“ → „Position“. Vali võrdlemiseks lineaarne võrrand üldkujuga $y = mx + b$. Kirjuta välja sirge tõusu m , vabaliikme b ja korrelatsioonikordaja (mida lähemal arvule 1, seda tugevam seos) väärtused. Milliste liikumisega seotud füüsikaliste suurustega peaksid nende väärtused võrduma? Võrdle neid omavahel.

$m =$, mis on võrdne füüsikalise suurusega ... ja peaks arvuliselt võrduma ...

$b =$, mis on võrdne füüsikalise suurusega ... ja peaks arvuliselt võrduma ...

R (korrelatsioonikordaja) = (mida lähemal arvule 1, seda tugevam seos)

11) Kiiruse andmete analüüsimiseks vali ülevalt rippmenüüst „Analyze“ → “Curve fit“ → “Velocity“. Vali võrdlemiseks lineaarne võrrand üldkujuga $y = mx + b$. Kirjuta välja sirge tõusu m , vabaliikme b ja korrelatsioonikordaja (mida lähemal arvule 1, seda tugevam seos) väärtused. Millistele väärtustele või füüsikalistele suurustele peaksid need väärtused sarnanema? Võrdle neid omavahel.

$m =$ _____, mis on võrdne füüsikalise suurusega ja peaks arvuliselt võrduma ...

$b =$ _____, mis on võrdne füüsikalise suurusega ja peaks arvuliselt võrduma ...

R (korrelatsioonikordaja) = _____ (mida lähemal arvule 1, seda tugevam seos)

II OSA:

12) Soorita mõõtmine **liikudes andurist eemale**. (andur ei suuda mõõta lähemalt kui 20 cm)

13) Mõõtmise alustamiseks tuleb vajutada ► nuppu.

14) Vaata tekkinud graafikuid $x = f(t)$ ja $v = f(t)$. Kas esmasel vaatamisel vastavad need ühtlasele sirgjoonelisele liikumisele? **NB!** Pööra erilist tähelepanu $x = f(t)$ graafikule, sest $v = f(t)$ telgede väärtused võivad olla petlikud!

15) Graafikute paremaks hindamiseks vali ülevalt rippmenüüst „Analyze“ → „Statistics“ → „Velocity“. Ava statistika alt paremalt kastist. Ühtlasel sirgjoonelisel liikumisel peaks kiiruse min, max ja keskvärtus ehk mean $\overline{v_x}$ olema võimalikult sarnased ning tulemuste hajuvus, standardhälve Δv_x võimalikult väike. Kasutame suhtelist viga mõõtetulemuste hindamiseks:

$$\gamma = \frac{\Delta v_x}{\overline{v_x}} \cdot 100\%$$

16) **Kui suhteline viga on suurem kui 20%, siis soorita uus mõõtmine!** Korda katset nii kaua kuni saavutad tulemuse, mille suhteline viga on väiksem kui 20%!

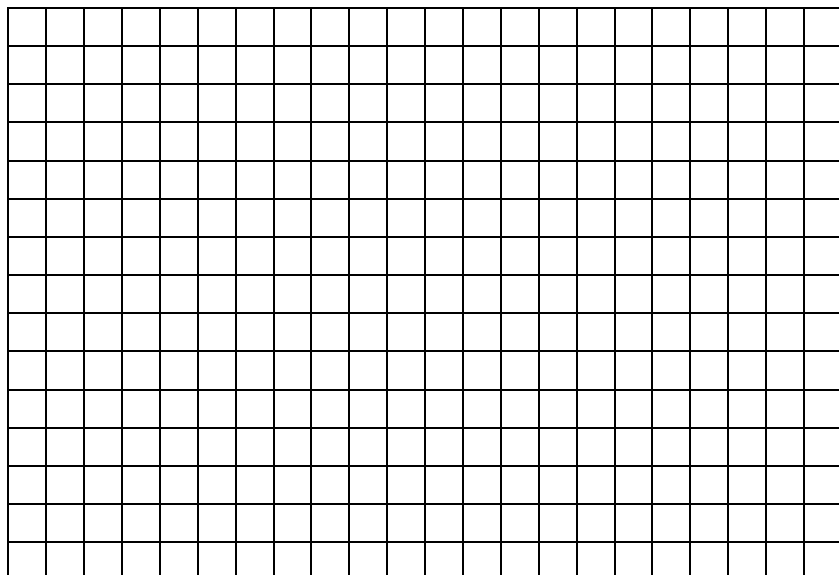
17) Andmete paremaks lugemiseks vali ülevalt rippmenüüst „Analyze“ → „Statistics“ → „Position“. Määra statisticate ja graafikute abil liikumise algkoordinaat x_0 ja kiiruse keskmine väärtus v_x . Koosta keha liikumisvõrrand $x_2 = f(t)$:

$x_0 =$ _____

$x_2 =$ _____

$v_x =$ _____

18) Joonesta alljärgnevalt ühes teljestikus liikumisegraafikud $x_1 = f(t)$ ja $x_2 = f(t)$ kasutades töökäigu punktides 7) ja 17) koostatud koordinaativõrrandeid. Võrdle graafikuid!



Mida järeldad ühtlase sirgjoonelise liikumise kohta oma katsetulemuste põhjal?