

2. peatükk. Sirgliikumine

A. Keskmise kiirus

1. Autojuhil oli vaja läbida kahe tunniga 150 kilomeetrit. Sõitnud pool tundi kiirusega 80 km/h, sattus ta kümne kilomeetri pikkusele teelõigule, kus kiirus oli piiratud 30 km/h. Millise kiirusega pidi ta sõitma ülejäänud teelõigu?
2. Härra A jalutas 300 meetrit kiirusega 1.2 m/s ning seejärel jooksis 300 meetrit kiirusega 3.2 m/s. Aga härra B jalutas sama kiirusega pool minutit ning jooksis seejärel veel pool minutit 2 m/s võrra suurema kiirusega.
Aga nüüd arvutage, kelle keskmine kiirus oli suurem ja kui palju.
3. Autode kiiruse rekordite fikseerimisel on reegel, et distants tuleb läbida kahel korral erinevates suundades. Tulemusena läheb kirja kahe sõidu keskmine kiirus. Selle leidmiseks on aga kaks võimalust: kas liita võistlussõitude ajad ning seejärel arvutada kiirus või arvutada mõlema sõidu kiirused ning leida nende keskmine.
Kumb variant on õiglasem? Rehkendage, kui palju erinevad kahe meetodiga arvatud kiirused juhul, kui sõitude ajal puhub tuul, mis muudab auto kiirust kahe protsendi võrra.
4. Ajavahemikul $t = 0$ kuni $t = 5$ min seisab mees paigal, ajavahemikul $t = 5$ min kuni $t = 10$ min aga liigub otsejoones kiirusega 2,2 m/s. Milline on mehe keskmine kiirus ajavahemikul $t = 2$ kuni $t = 8$ minutit?

B. Hetk-kiirus.

5. Keha liikumist kirjeldab võrrand $x = 4 - 6t^2$.
 - a) Millal on keha kiirus null?
 - b) Millises punktis jääb keha hetkeks paigale?
 - c) Millistel ajahetkedel on $x = 0$? (mõeldud on nii positiivset kui negatiivset t väärtust)
 - d) Joonistage graafikuna x sõltuvus t -st
 - e) Kui soovime graafikut nihutada paremale, kas peame lisama liikme $+20t$ või $-20t$?
 - f) Kas selle liikme lisamine muudab punkti, kus keha hetkeks peatub, asukohta?
6. Keha liikumisvõrrand on $x = 4 - 12t + 3t^2$.
 - a) Milline on keha kiirus hetkel $t = 1$?
 - b) Kas ta liigub sel hetkel paremale (x positiivses suunas) või vasakule?
 - c) Milline on sel hetkel tema keskmine kiirus (hetkest $t = 0$ arvates)?
 - d) Kas kiirus suureneb või väheneb sel hetkel?
 - e) Kas keha kiirus saab kunagi nulliks? Kui jah, siis millal?
 - f) Kas pärast hetke $t = 3$ tuleb veel aeg, kus keha liigub negatiivses suunas? Kui jah, siis millal?

C. Kiirendus.

7. Keha, mille liikumiskiirus oli 18 m/s, liigub 2,4 sekundit hiljem vastassuunas kiirusega 30 m/s. Milline oli (keskmise) kiirendus?

8. Keha liikumisvõrrand on $x = 12t^2 - 2t^3$. Määrake:
- Keha asukoht, kiirus ja kiirendus hetkel $t = 3,0$ s
 - Kauguse x maksimaalne väärtus ja aeg, mil see saavutatakse
 - Kiiruse maksimaalväärtus ja aeg, millal see saavutatakse
 - Millisel ajahetkel (lisaks $t = 0$) seisab keha paigal?
 - Leidke keskmine kiirus ajavahemikul $t = 0$ kuni $t = 3$ s.
9. Tramm alustab sõitu kiirendusega 2 m/s^2 , saavutab kiiruse 20 m/s ja pidurdab seejärel kiirendusega 1 m/s^2 kuni seismajäämiseni. Kui kaua kestab sõit, milline on läbitud vahemaa ja milline on keskmine kiirus?
10. Punane rong kiirusega 72 km/h ning roheline rong kiirusega 144 km/h sõidavad sirgel teelõigul teineteisele vastu. Kui rongid on teineteisest 950 meetri kaugusel, märkavad juhid ohtu ning lülitavad sisse pidurdussüsteemi, mis vähendab rongi kiirust 1 m/s iga sekundi kohta. Kas juhid suudavad kokkupõrget vältida?
- Kui jah, siis arvutage rongide vahekaugus pärast peatumist
 - Kui ei, arvutage nende suhteline kiirus kokkupõrkehetkel.

D. Vaba langemine

10. Pätt viskab kivi 30 meetri kõrguselt katusele allapoole kiirusega 20 m/s . Millal jõuab kivi maapinnale ja milline on siis tema kiirus?
11. Ülespoole visatud kivi jõuab $1,5$ sekundi pärast torni tipu kõrgusele ning saavutab maksimaalse kõrguse veel üks sekund hiljem. Kui kõrge on torn?

4. peatükk. Kahe- ja kolmemõõtmeline liikumine

A. Asukoht ja nihe

1. Arbuusiseemne koordinaadid on $x = -5,0$ m; $y = 8,0$ m; $z = 0$. Kirjutage (a) see vektor ortonormaalse reeperi suhtes ja (b) tema moodul ning (c) nurk x-telje positiivse suuna suhtes. (d) Joonistage arbuusiseemne kohavektor paremakäelises ristkoordinaadistikus. Kui seeme liigub punkti koordinaatidega $(3,00$ m; 0 m; 0 m), milline on siis nihkevektor (e) ortonormaalse reeperi suhtes, (f) selle moodul ja (g) nurk x-telje positiivse suuna suhtes?
2. Elektroni kohavektor on $\vec{r} = (5, 0\text{m})\vec{i} - (3, 0\text{m})\vec{j} + (2, 0\text{m})\vec{k}$. (a) Leidke \vec{r} moodul. (b) Visandage see vektor paremakäelises ristkoordinaadistikus.

B. Keskmine kiirus ja hetkkiirus

3. Iooni kohavektor oli liikumise alghetkel $\vec{r} = 5,0\vec{i} - 6,0\vec{j} + 2,0\vec{k}$, 10 sekundi pärast $\vec{r} = -2,0\vec{i} + 8,0\vec{j} - 2,0\vec{k}$, (kõik pikkused on meetrites). Pange kirja iooni keskmise kiiruse vektor \vec{v}_{keskm} ortonormaalse reeperi suhtes.
4. Elektroni asukoht on antud valemiga $\vec{r} = 3,00t\vec{i} - 4,00t^2\vec{j} + 2,00\vec{k}$, kus t on sekundites ja kaugused meetrites. (a) Leidke elektroni hetkkiiruse vektorit väljendav valem. Milline on hetkel $t = 2,00$ s (b) elektroni kiirusvektor ortonormaalse reeperi suhtes; (c) selle moodul ja (d) nurk x-telje positiivse suunaga?
5. Lennuk lendab linnast A 483 km võrra ida pool asuvase linna B ning seal edasi linnast B 966 km lõunas asuvasse linna C. Leidke kogu reisi jaoks (a) nihke suurus, (b) nihke suund, (c) keskmine kiirus, (d) keskmise kiiruse suund ja (d) keskmine kiiruse vektor ortonormaalse reeperi suhtes.

C. Kiirendus

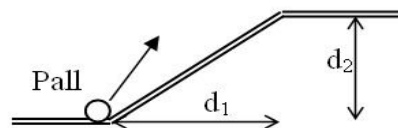
6. Punktmassi liikumisvõrrand XY-tasandil on $\vec{r} = (2,00t^3 - 5,00t)\vec{i} + (6,00 - 7,00t^4)\vec{j}$, kus r on meetrites ja t sekundites. Arvutage ajahetke $t = 2,0$ s jaoks (a) asukoht \vec{r} , (b) kiirus \vec{v} ja (c) kiirendus \vec{a} ortonormaalse reeperi suhtes. (d) Millise nurga moodustab punktmassi trajektoori puutuja x-telje positiivse suunaga ajahetkel $t = 2,0$ s ?
7. Punktmass alustab liikumist algkiirusega ($\vec{v} = 3,00\vec{i}$) m/s ja konstantse kiirendusega $\vec{a} = (-1,00\vec{i} - 0,500\vec{j})\text{m/s}^2$. Hetkel, kus tema kohavektori x-komponent on maksimaalne, leidke (a) tema kiirus ja (b) kohavektor.

D. Heitkeha liikumine

8. Kergejõustiku MM-võistlusel Tokios hüppas Mike Powell kaugust 8,95 m, lüües sellega Bob Beamoni 23 aasta vanuse rekordi. Oletame, et Powelli kiirus äratõukemomendil oli 9,5 m/s (umbes sellise kiirusega jooksevad sprinterid) ja et Tokios on raskuskiirendus 9,80 m/s². Arvutage, (a) hüppaja äratõukenurk maapinna suhtes, mis annaks antud kiiruse korral sellise tulemuse ning (b) hüppe suurim võimalik pikkus antud algkiiruse jaoks.
9. Kindluse piiramisel kasutatakse müüride purustamiseks kiviheitemasinat, mis annab kivile algkiiruse $v_0 = 28,0$ m/s, suunaga $\Theta_0 = 40,0^\circ$ ülespoole. Müüri purustamiseks peab kivi kiirus olema võimalikult suur, aga masinat ei saa paigutada müürile liig lähedale, kuna siis oleksid

seda kasutavad sõdurid vibuküttide laskeulatuses. Arvutage kiirus, millega kivi tabab müüri juhul, kui (a) ta on tabamishetkel lennu kõrgeimas punktis ja (b) kui ta on pärast selle läbimist laskunud poole madalamale. (c) Leidke kiiruste erinevus protsentides.

10. Kõrvaloleval joonisel lüüakse palli kiirusega 10 m/s, suunaga 50° ülespoole. Löögipunkt asub pikkusega $d_1 = 6,00$ m (piki horisontaali) ja kõrgusega $d_2 = 3,60$ m kaldpinna jalamil. Kaldpinnale järgneb sama kõrgusega tasane pind.



(a) Kas pall maandub kaldpinnal või platool? Leidke maandunud palli nihkevektori (b) moodul ja (c) nurk lähteasendi horisontaaltasandiga.

D. Ühtlane ringliikumine

11. Maa tehiskaaslane tiirleb ringorbiidil 640 km kõrgusel maapinnast ja tema tiirlemisperiood on 98 minutit. Arvutage tehiskaaslase (a) kiirus ja (b) kesktõmbekiirendus. Maa raadius on 6340 km.

12. Kass sõidab karusselliga. Hetkel $t_1 = 2,0$ s on tema kiirus horisontaalselt paiknevas XY-tasandis $\vec{v}_1 = (3,00 \text{ m/s})\vec{i} + (4,00 \text{ m/s})\vec{j}$, hetkel $t_2 = 5,0$ s aga $\vec{v}_2 = (-3,00 \text{ m/s})\vec{i} + (-4,00 \text{ m/s})\vec{j}$. Leidke kassile mõjuv kesktõmbekiirendus. Milline on tema keskmine kiirendus eeldusel, et vaadeldav ajavahemik on väiksem kui tiirlemisperiood.

E. Suhteline liikumine

13. Lennuk lendab suunaga itta kiirusega 20 km/h puhuvast lõunatuules. Lennuki kiirusemõõtja näitab ümbritseva õhu suhtes kiirust 70 km/h. Milline on lennuki kiirus maapinna suhtes?

14. Rong sõidab lõunasuunas kiirusega 30 m/s (kiirus maapinna suhtes) läbi vihmajärgi. Puhub lõunatuul, mis kallutab vihmapiisku püstjoonest 70 kraadi võrra kõrvale (kui vaadata maapinnalt). Aga rongis olevale vaatlejale tundub, nagu langeksid vihmapiisad otse alla. Leidke vihmapiiskade kiirus.

15. Laev A asub laevast B 4,0 km põhja pool ning 2,5 km ida pool. Laev A sõidab kiirusega 22 km/h lõuna poole. Laev B sõidab kiirusega 40 km/h ja tema kurs on 37 põhjasuunast ida poole. (a) Leidke laeva A kiirus laeva B suhtes, väljendatuna vektorina ortonormaalsetes reeperis, kus vektor \vec{i} on suunatud itta. (b) Väljendage laeva B asukoht laeva A suhtes vektorkujul aja t funktsioonina kusjuures $t = 0$ vastab ülalkirjeldatud lähteasendile. (c) Millisel ajahetkel oli laevade vaheline kaugus kõige väiksem ja (d) kui suur see oli?