

Luku 5: Kuinka nopeasti liikutaan?

Keskeiset sisällöt

- Erialaista liikettä
- Keskinopeus
- Nopeus vai vauhti?



Erialaista liikettä

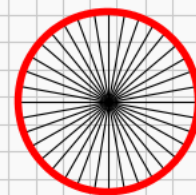
Erialaista liikettä

Liikettä havaitaan kaikkialla aina atomien ja molekyylien lämpöliikkeestä galaksien liikkeisiin. Liike voidaan luokitella esim. etenemisliikkeeseen, värähdysliikkeeseen ja pyörimisliikkeeseen. Polkupyörän runko värähtelee, vanne pyörii akselinsa ympäri ja pyörä etenee suhteessa tiehen. Kappaleen etenemisliikkeen ominaisuuksia kuvaavia suureita ovat mm. paikka x nopeus v ja kiihtyvyys a .

Liike on suhteellista, eli esim. kappaleen nopeus riippuu valitusta koordinaatistosta, jossa liikettä tarkastellaan. Juoksija voi liikkua tien suhteen sekunnissa 3 metriä, kun samalla maapallo liikkuu auringon ympäri kiertävällä radallaan 30 km/s ja aurinkokuntamme Linnunradan keskusta kiertävällä radallaan yli 200 km/s nopeudella.

Liikettä voidaan havainnollistaa graafisten kuvaajien avulla. Kuvaajien perusteella voidaan päätellä millaista kappaleen liike on ollut. Liike voi olla tasaista tai kiihtyvää. Liike on tasaista, jos kappaleen nopeus ei muutu ja kiihtyvää nopeuden muuttuessa.

Klikkaa start/stop



Istuessasi tuolilla, olet

- Paikallaan suhteessa lattiaan
- Pyörimisliikkeessä maapallon akselin ympäri
- Etenemisliikkeessä aurinkoa kiertävällä ympyräradalla

Keskinopeus

Kappaleen paikan muutosta kutsutaan siirtymäksi:

$$\Delta x = x_2 - x_1 \quad (\Delta \text{-symboli tarkoittaa muutosta})$$

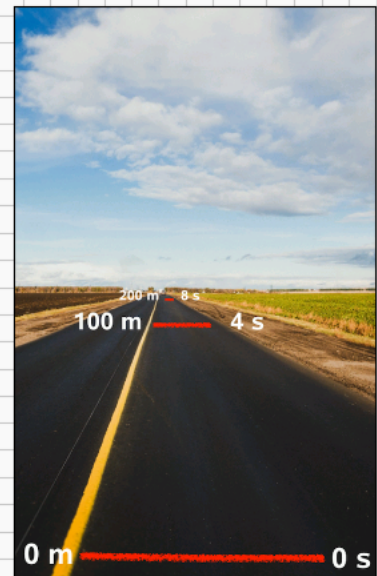
Siirtymään kulunut aika:

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

Keskinopeus on siirtymän suhde kuluneeseen aikaan:

$$v_k = \frac{\text{siirtymä}}{\text{kulunut aika}} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t},$$

missä x on paikka ja t aika.



Keskinopeus

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Nopeuden yksiköitä

Nopeuden yksikkö SI -järjestelmässä on m/s, mutta sille on käytössä myös monia yleisesti käytettyjä yksiköitä, kuten lisäyksikkö km/h.

$$1 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = \frac{1.000}{1000} \cdot \frac{1}{3.6} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$1 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \frac{3600 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = \frac{3.6 \text{ km}}{1 \text{ h}} = 3.6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

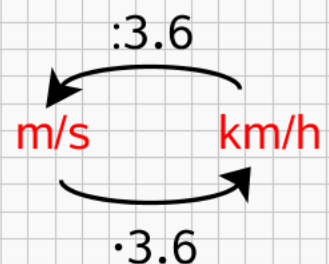
Esimerkkejä muista käytetyistä nopeuden yksiköistä:

mph tai mi/h, eli mailia tunnissa,

knot, eli solmua tunnissa,

c, eli suhteessa valonnopeuteen,

Mach, eli suhteessa äänen nopeuteen,



Esimerkki 1

Mikä on matkalaukun keskinopeus, kun laukku on hetkellä 2 s etäisyydellä 3.0 m hinnan alkupäästä ja hetkellä 6.5 s kohdassa 8.5 m.

Ratkaisu:

Laukunsiirtymä $\Delta x = x_2 - x_1 = 8.5 \text{ m} - 3.0 \text{ m} = 5.5 \text{ m}$.

Siirtymään kulunut aika $\Delta t = t_2 - t_1 = 6.5 \text{ s} - 2.0 \text{ s} = 4.5 \text{ s}$.

Tällöin laukun keskinopeus on $v_k = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{5.5 \text{ m}}{4.5 \text{ s}} \approx 1.2 \text{ m/s}$.



Helsinki-Vantaankuljetusjärjestelmä: [youtube.com/embed/gyH-ZmzdS4I](https://www.youtube.com/embed/gyH-ZmzdS4I)

Esimerkki 2.

Santun viritetty mopo kulkee $75 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Santtu mopoilee Vantaalta Joensuuhun. Matkaa kertyy 450 km.

Kuinka paljon aikaa kuluu?

Ratkaisu

$$v = \frac{s}{t} \quad | \cdot t$$

$$v \cdot t = s \quad | :v$$

$$t = \frac{s}{v} = \frac{450 \text{ km}}{75 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 6 \text{ h}$$

Vastaus:

Aikaa kuluu 6 h

Esimerkki 3.

Cooperin testissä juostaan 12 minuuttia pyrkien etenemään mahdollisimman pitkä matka. Kuinka pitkän matkan juoksija ehtii juosta testissä, kun hänen keskivauhti on 17 km/h?

Ratkaisu

$$v = 17 \text{ km/h} = \frac{17 \text{ m}}{3.6 \text{ s}} = 4.7 \frac{\text{m}}{\text{s}}, t = 12 \text{ min} = 12 \cdot 60 \text{ s} = 720 \text{ s}$$

Ratkaistaan matka yhtälöstä $v = \frac{s}{t}$, jossa s on testissä juostu matka, v keskivauhti ja t aika.

$$v = \frac{s}{t} \quad | \cdot t$$

$$v \cdot t = s$$

$$s = v \cdot t = 4.7 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 720 \text{ s} = 3384 \text{ m}$$

Vastaus:

Testin tulos on 3384 m.

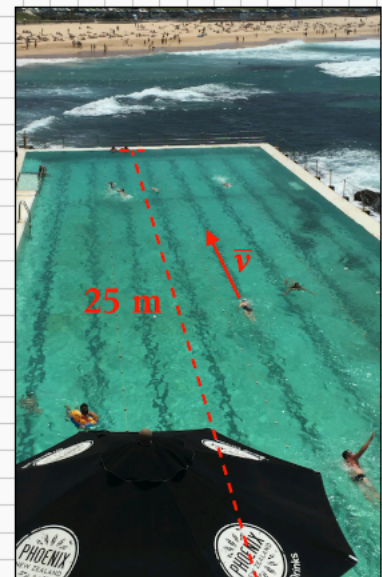
Nopeus vai vauhti?

Arkikielessä käsitteet nopeus ja vauhti tarkoittavat samaa asiaa. Fysiikassa suure nopeus on määritelty siirtymän ja vauhti kuljetun matkan mukaan. Nopeus on 0 m/s, jos uimari ui 30 sekunnissa edestakaisin 25 m altaavälin ja siten alku ja loppuhetken paikka on sama. Menomatkalla nopeus on positiivinen ja paluumatkalla negatiivinen. Uimarin vauhti on käytännöllisempi tässä tilanteessa. Vauhti lasketaan kuljetun matkan avulla, eli vauhti olisi tässä tilanteessa:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{50 \text{ m}}{30 \text{ s}} = 1.666... \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 1.67 \frac{\text{m}}{\text{s}},$$

missä s on kappaleen kulkema matka ja t matkaan käytetty aika

Nopeus on vektorisuure, eli sillä on suuruden lisäksi myös suunta, jota voidaan havainnollistaa nuolella. Vauhti on skalaarisuure, eli sillä on vain suuruus, ei suuntaa.



Nopeus: Vektorisuure

Vauhti: Skalaarisuure

Tehtäviä (1/2)

- Poika kävelee luokasta ruokaluun 85 metrin matkan 105 sekunnissa. Kuinka suuri on pojan keskinopeus kävellessä?
- a) Ratkaise nopeuden kaavasta matka.
b) Ratkaise nopeuden kaavasta aika.
- Ilmoita suluissa merkityssä yksikössä.
a) 20 km/h (m/s) b) 100 km/h (m/s) c) 15 m/s (km/h) d) 10 cm/s (m/s)
- Ääni kulkee ilmassa 343 m/s. Kuinka kauan äänellä kestää kulkea kilometrin matka?
- Viritetyksi väitetyllä mopolla yhdeksän kilometrin koulumatkaan kuluu kymmenen minuuttia.
a) Kuinka suuri on mopon keskinopeus yksikössä km/h?
b) Kuinka kauan kuluisi aikaa ajella kyseisellä mopolla Helsingistä Ouluun (600 km)?

Tehtäviä (2/2)

- Televisiolähetystä välittävä satelliitti on avaruudessa 37000 km etäisyydellä maanpinnasta. Kuinka kauan valonnopeudella kulkevalta signaalilta kestää kulkea tämä matka edestakaisin?
- Lentokoneen maanopeus on myötätuulella 1200 km/h ja vastatuulella 850 km/h. Kuinka paljon pidempää 800 km matka kestää vastatuuleen verrattuna myötätuuleen?
- Triathlonisti Kaisa Lehtosen ennätys täyden matkan triathlonkilpailussa on 8 h 48 min ja 40 s. Hän ui 3.8 km aikaan 53 min, pyöräili 180 km aikaan 4 h 46 min ja juoksi maratonin 42.2 km aikaan 3 h 5 min. Laske hänen keskivauhdit eri lajeissa.
- Rynnäkkökiväärillä ammutaan maalitauluun, joka on 300 metrin etäisyydellä. Kuinka kauan liipaisimen painamisesta kuluu siihen, että ampuja kuulee luodin kilahduksen taululaitteeseen? Ääni kulkee ilmassa 343 m/s ja luoti 715 m/s.

Vastaukset

1. 0.81 m/s
2. a) $x = v \cdot t$ b) $t = \frac{x}{v}$
3. a) 5.6 m/s b) 27.8 m/s c) 54 km/h d) 0.1 m/s
4. 2.92 s
5. a) 54 km/h b) noin 11 tuntia
6. 0.25 s
7. 16.5 min
8. Uinti 1.19 m/s, pyöräily 10.49 m/s, juoksu 3.80 m/s
9. 1.3 s