

Luku 2: Fysiikan suureet ja mittayksiköt

Keskeiset sisällöt

- Suure
- Mittayksikkö
- SI-järjestelmä
- Perussuure
- Johdannaisuure



Suure ja mittayksikkö

Mittaaminen

Koska fysiikka on kokeellinen luonnontiede, on tutkittavista asioista ja ilmiöistä pyrkimyksenä tehdä mahdollisimman tarkkoja havaintoja. Joskus havainnot voivat olla pelkästään omiin aisteihin perustuvia havaintoja tapahtuneesta ilmiöstä. Yleensä tavoitteena on kuitenkin luoda havainnosta matemaattisempi malli, jonka avulla ilmiön voimakkuutta voidaan täsmällisemmin ennustaa. Tätä varten mittaaminen on oleellinen osa fysiikkaa.



Mittaamista voi tehdä joko perinteisillä mittareilla tai tietokoneavusteisilla mittausjärjestelmällä.

Suure ja mittayksikkö

Fysiikassa mitattavissa olevia asioita kutsutaan **suureiksi**. Mitattaessa luokan pituutta metrin pituisella tauluviivaimella, luokan pituutta verrataan **mittayksikön**, metrin pituuteen. Mittaaminen ilman mittayksikköä on mahdotonta, sillä mittaaminen on mitattavan asian vertaamista mittayksikköön.

Mitattavissa olevia ominaisuuksia, eli suureita ovat esimerkiksi aika, matka, nopeus ja voima. Suureilla on nimen lisäksi myös lyhenne, eli **tunnus**, jota käytetään erityisesti laskulausekkeissa. Esimerkiksi ajan tunnus on t ja perusyksikkö on sekunti (s).

Suureita on kahdenlaisia, skalaarisuureita ja vektorisuureita.

Skalaarisuureet ovat suureita, joilla on vain suuruus. Esimerkiksi lämpötilan kuvaamiseksi riittää tieto lämpömittarin lukemasta tunnetussa mittayksikössä. Sen sijaan nopeuden kuvaamiseen ei riitä pelkkä yksittäinen lukema, sillä myös nopeudensuunnalla on merkitystä. Nopeutta sanotaankin **vektorisuureeksi**, sillä nopeudella on suunta ja suuruus.



SI-järjestelmä

SI-järjestelmä

Yksi mittaamisen tarve on lähtenyt liikkeelle kaupankäynnin tarpeista. Kun tavaroita ostetaan tai myydään, on tärkeää, että molemmilla osapuolilla on sama käsitys myytävästä määrästä. Esimerkiksi myytävälle hedelmille tarvitaan yhtenäinen massan yksikkö. Yksikköjärjestelmä on kehittynyt fysiikan historiassa vähemmän tunnetuista yksiköistä kohti virallista yksikköjärjestelmää. Useiden erilaisten yksiköiden käyttö eripuolilla maailmaa johtaa helposti sekaannuksiin yksikönmuunnoksissa. Jopa erään lento-onnettomuudensyyksi epäillään eri maissa käytettyjen yksikköjen aiheuttamaa ristiriitaa polttoaineentankkauksessa.

Yksikköjen käyttöä selkiyttämään on sovittu kansainvälisen yksikköjärjestelmän käyttöönotosta erityisesti luonnontieteissä. Tätä yksikköjärjestelmää kutsutaan SI-järjestelmäksi (*Système international d'unités*).

Suure	Tunnus	Yksikön nimi	Yksikön tunnus
pituus	l, s	metri	m
massa	m	kilogramma	kg
aika	t	sekunti	s
sähkövirta	I	ampeeri	A
lämpötila	T	kelvin	K
ainemäärä	n	mooli	mol
valoenergia	I	kandela	cd

SI-järjestelmässä on seitsemän perusyksikköä

Perussuureet ja perusyksiköt

SI-järjestelmässä on seitsemän perussuuretta: pituus, massa, aika, lämpötila, sähkövirta, ainemäärä ja valovoima. Näiden perussuureiden yksiköt, eli perusyksiköt on pyritty määrittelemään mahdollisimman kiinteisiin luonnon ominaisuuksiin verraten. Tästä syystä yksiköiden määritelmät ovat kuitenkin varsin monimutkaisia.

Johdannaissuureet ja johdannaisyksiköt

Seitsemän perussuureen avulla on määriteltävissä suuri määrä johdannaissuureita. Esimerkiksi nopeus on johdannaissuure, sillä sen määrittelyssä käytetään perussuureita, aikaa ja matkaa. Tällöin johdannaissuureen yksikkö, johdannaisyksikkö muodostuu perusyksiköistä aika ja matka. Esimerkiksi nopeuden yksiköksi muodostuu m/s. Vaikka perusyksiköiden avulla saadaan kaikki tarvittavat johdannaisyksiköt, on monille johdannaisyksiköille myös omia erityisnimiä. Esimerkiksi voiman yksikkö on perusyksiköiden avulla ilmoitettuna kgm/s^2 , mutta tyypillisesti käytetään yksikköä N (newton).



Kerrannaisyksiköt

Kerrannaisyksikkö

Mittaustulokset voivat olla todella pieniä tai todella suuria. Pituuden mittaaminen perusyksiköllä metri tuottaa valtavan mittaustuloksen mitattaessa vaikkapa Maan ja Kuun välistä etäisyyttä. Vastaavasti tulos on todella pieni, mikäli ollaan arvioimassa elektronin halkaisijaa. Avuksi tarvitaan kymmenpotenssiesitystä ja kymmenpotenssien lyhenteitä, kerrannaisyksiköitä. Esimerkiksi vesivoimalan tehon 185000000W ilmoittaminen ilman kerrannaisyksiköitä on varsin vaikeaa. Selkeämpi esitystapa on kirjoittaa teho muodossa

$$185000000\text{ W} = 1.85 \cdot 10^8\text{ W tai}$$

$$185000000\text{ W} = 185\text{ MW (megawatti).}$$



tera	T	10^{12}
giga	G	10^9
mega	M	10^6
kilo	k	10^3
hehto	h	10^2
deka	da	10^1
desi	d	10^{-1}
sentti	c	10^{-2}
milli	m	10^{-3}
mikro	μ	10^{-6}
nano	n	10^{-9}
piko	p	10^{-12}

Tutki 1

Tartu pisteeseen ja tutki erisuuruisten lukujen esitystä kymmenpotenssien ja SI-järjestelmän kerrannaisyksiköiden avulla.

2.368

$$= 2.368 \cdot 10^0$$

Tutki 2

Tutki pistettä siirtämällä, missä muodossa seuraavat luvut kannattaisi esittää?

a) Suomen väkiluku 5471000

5471000.

b) Paperin paksuus 0.000000105 m

0.000000105 m

c) Ihmisen hiuksen kasvunopeus 0.000000015 km/h

0.000000015 km/h

Esimerkki 1.

Ilmoita seuraavat kymmenpotenssimuodossa.

- a) 1762000000
- b) 12987000000
- c) 0.00000568

Ratkaisu

$$\text{a) } 1762000000 = 1.762000000 \cdot 1000000000 = 1.762 \cdot 10^9$$

$$\text{b) } 12987000000 = 1.2987 \cdot 10000000000 = 1.2987 \cdot 10^{10}$$

$$\text{c) } 0.00000568 = 5.68 \cdot 0.000001 = 5.68 \cdot 10^{-6}$$

Esimerkki 2.

Ilmoita suluissa merkityissä yksiköissä.

- 16000 m (km)
- 0.02300 m (cm)
- 10 min 13 s (s)
- 1 h 25 min 51 s (h)

Ratkaisu

$$16000 \text{ m} = 16 \cdot 1000 \text{ m} = 16 \text{ km}$$

$$0.023 \text{ m} = 23 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 2.3 \text{ cm}$$

$$10 \text{ min } 13 \text{ s} = 10 \cdot 60 \text{ s} + 13 \text{ s} = 613 \text{ s}$$

$$1 \text{ h } 25 \text{ min } 51 \text{ s} = 1 \text{ h} + \frac{25}{60} \text{ h} + \frac{51}{60 \cdot 60} \text{ h} = 1.43 \text{ h}$$

Tehtäviä

1. Selvitä taulukkokirjan tai internetin avulla seuraavien suureiden tunnukset ja perusyksiköt: *massa, pituus, nopeus, aika, kiihtyvyys, teho, lämpötila, energia*
2. Mitkä seuraavista ovat mielestäsi mahdollisia suureita, eli mitattavissa olevia ominaisuuksia?
älykkyys, vihaiisuus, valoisuus, paksuus, veden virtausnopeus
3. Ensimmäisellä sivulla on kuva auton mittaristosta ja ajotietokoneesta. Mitä fysiikan suureita auton mittarit mittaavat?
4. Ilmoita tunteina ja minuutteina.
a) 75 min b) 133 min b) 40500 s
5. Ilmoita pelkästään tunteina.
a) 2 h 30 min b) 55 min c) 555 min
6. Esitä seuraavat luvut kymmenpotenssimuodossa.
a) 299792458 m/s (valon nopeus tyhjiössä)

7. Esitä seuraavat luvut kymmenpotenssimuodossa ilman etuliitteitä.
a) 150 km b) 750 nm c) 500 GB
8. Esitä seuraavat luvut sopivien etuliitteiden avulla.
a) 3500000000 W b) 0.00000035 m c) 0.000078 s

Vastaukset

4. a) 1 h 15 min b) 2 h 13 min c) 11 h 15 min
5. a) 2.5 h b) 0.92 h c) 9.25 h
6. a) $2.99792 \cdot 10^8$ m/s b) 1.3 GHz
7. a) $1.5 \cdot 10^5$ m b) $7.5 \cdot 10^{-7}$ nm c) $5 \cdot 10^{11}$ B
8. a) 350 MW b) 350 nm c) 78 μ s

Tekijänoikeudet

Luvun kuvitus:

<http://www.shutterstock.com/>

wavebreakmedia (lääkäri)

Min Chiu (tiimalasi)

Dmitry Kalinovsky (vaaka kaupassa)

Peter Gudella (auton mittaristo)

Tewan Banditrukkanka (EKG)

Eugene Sergeev (lämpömittari)

Phovoir (mittaajamies)

YanLev (Purjehdus)

Colin Stitt (vesivoimala)