

Luku 3: Suure on mitattava ominaisuus

Tehtävien ratkaisut

Tehtävät 1–4 ovat automaattisesti tarkistettavia tehtäviä ja ne ovat digikirjassa.

3-1.

Täydennä.

Fysiikassa luontoa kuvataan mm. ***suureiden*** avulla. Suureella tarkoitetaan ilmiön, kappaleen tai aineen ***mitattavissa*** olevaa ominaisuutta. Joillakin suureilla, kuten nopeudella, on sekä suuruus että suunta. Tällaista suuretta kutsutaan ***vektorisuureeksi***. Suureita, joilla on vain suuruus, kutsutaan ***skalaarisuureiksi***. SI-järjestelmän suureet jaetaan ***perussuureisiin*** ja johdannaisuureisiin. Suureen arvo esitetään lukuarvon ja ***yksikön*** avulla, esimerkiksi keskivauhti $v = 5,5 \text{ m/s}$. ***Suureyhtälö*** kuvaa suureiden välistä riippuvuutta. Yhtälön $s = vt$ mukaan suure s on ***suoraan*** verrannollinen suureeseen t . Toinen verrannollisuuden muoto on ***kääntäen*** verrannollisuus. Usein suuria ja pieniä arvoja kirjoitetaan käyttäen ***kerrannaisyksiköitä***, jotka ilmaistaan ***etuliitteen*** avulla.

3-2.

Oikein/väärin- väittämät

1. Suure on ilmiön mitattavissa oleva ominaisuus. ***Kyllä//Ei***
2. 5 h 5 min on sama kuin 5,5 h. ***Kyllä//Ei***
 Palaute: $5 \text{ h } 5 \text{ min} = 5 \text{ h} + \frac{5}{60} \text{ h} \approx 5,083 \text{ h}$.
3. Jos suureella on suunta ja suuruus, suure on vektorisuure. ***Kyllä//Ei***
4. 5 ms on sama kuin 0,005 s. ***Kyllä//Ei***
5. Merkitsevät numerot ilmaisevat lukuarvon tarkkuuden. ***Kyllä//Ei***
6. Mittaustuloksessa 0,670 s on neljä merkitsevää numeroa. ***Kyllä//Ei***
 Palaute: Desimaaliluvun alussa oleva nolla ei ole merkitsevä.
7. Laskutoimituksen $2,0 \text{ m} \times 3,50 \text{ m} = 7,0 \text{ m}^2$ vastauksen tarkkuus on oikein. ***Kyllä//Ei***
 Palaute: Koska kertolaskun epätarkkimassa lähtöarvossa (2,0 m) on kaksi merkitsevää numeroa, vastaus annetaan kahden merkitsevän numeron tarkkuudella.
8. Kerrannaisyksikön avulla lausuttuna kaksi tuhatta metriä on kaksi kilometriä eli 2 km. ***Kyllä//Ei***
9. Yhtälössä $v = at$ suure v on suoraan verrannollinen suureeseen t , kun suure a ei muutu. ***Kyllä//Ei***
10. 200 MW on sama kuin 200 000 000 W. ***Kyllä//Ei***
 Palaute: M (mega) tarkoittaa miljoonaa, eli 200 MW on sama kuin 200 milj. W.
11. Kun yhtälössä $a = \frac{v}{t}$ suure t kasvaa kaksinkertaiseksi, myös suure a kasvaa kaksinkertaiseksi, kun suure v ei muutu. ***Kyllä//Ei***
 Palaute: Kun suure t kasvaa kaksinkertaiseksi, suure a pienenee puoleen.

3-3.

Monivalintatehtävä

Valitse oikeat vaihtoehdot. Vaihtoehdoista voi olla oikein yksi tai useampi.

1. Ajan tunnus on
 - a
 - A
 - t
 - T .

Palaute: T (iso tee) on lämpötilan tunnus.

Luku 3: Suure on mitattava ominaisuus

2. Voiman tunnus ja yksikkö on

- F ja n
- V ja N
- $\vec{F}$ ja N
- f ja n .

Palaute: Voima on vektorisuure, ja sen tunnus on $\vec{F}$ ja yksikkö newton (N).

3. Kun yksikkö m/s muunnetaan yksiköksi km/h, suureen lukuarvo

- jaetaan luvulla 3,6.
- **kerrotaan luvulla 3,6.**
- ei muutu.

4. Miljoonan etuliite on

- T
- m
- **M**
- mi.

5. 2,5 h on sama kuin

- 2 h 5 min
- 2 h 50 min
- **2 h 30 min**
- 2 h 6 min.

Palaute: $2,5 \text{ h} = 2 \text{ h} + \frac{5}{10} \text{ h} = 2 \text{ h} + \frac{1}{2} \text{ h} = 2 \text{ h } 30 \text{ min}$.

6. Mittaustuloksessa 160,0 mm on merkitseviä numeroita

- **neljä**
- kolme
- kaksi.

Palaute: Desimaaliluvun lopussa oleva nolla on merkitsevä numero.

7. Mittaustuloksessa 0,0370 g on merkitseviä numeroita

- neljä
- **kolme**
- viisi.

Palaute: Desimaaliluvun alussa olevat nollat eivät ole merkitseviä.

8. Tehtävän alkuarvot ovat 12,4 m ja 1,2 m. Ratkaisussa arvot jaetaan keskenään. Vastauksessa merkitseviä numeroita on oltava

- yksi
- **kaksi**
- kolme.

Palaute: Koska jakolaskun epätarkimmassa lähtöarvossa (1,2 m) on kaksi merkitsevää numeroa, vastaus ilmoitetaan kahden merkitsevän numeron tarkkuudella.

9. Tehtävän alkuarvot ovat 2,4 m ja 1,25 m. Ratkaisussa arvot lasketaan yhteen. Vastauksessa on oltava desimaaleja

- yksi
- kaksi
- kolme.

Palaute: Koska yhteenlaskun epätarkimmassa lähtöarvossa (2,4 m) on yksi desimaali, vastaus ilmoitetaan yhden desimaalin tarkkuudella.

Luku 3: Suure on mitattava ominaisuus

3-4.

Yhdistä .	
vektorisuure	nopeus
ajan tunnus	t
perussuure	aika
k	kilo
piko	p
0,001	m
M	1 000 000
tera	T
giga	1 000 000 000
0,000001	mikro

3-5.

- a) Vaikeasti mitattavia ominaisuuksia ovat esimerkiksi kauneus, maku, terveys, ja tyylikkyys.
 b)

lämpötila	celsiusaste, fahrenheitaste, kelvin
teho	hevosvoima, watti (kW)
ravinnon energiasisältö	kcal, MJ
nopeus, keskivauhti	km/h, m/s, solmu, mph

3-6.

- a)
 i. Ajan tunnus on t ja yksikkö sekunti (s).
 ii. Massan tunnus on m ja yksikkö kilogramma (kg).
 iii. Painon tunnus on $\vec{G}$ ja yksikkö newton (N).
 iv. Kiihtyvyyden tunnus on a ja yksikkö metri per sekunti toiseen eli (m/s²).
 b)
 i. Energian SI-järjestelmän mukainen yksikkö on joule (J). Muita käytössä olevia yksiköitä ovat kalori (cal), kilowattitunti (kWh), elektronivoltti (eV).
 ii. Paineen SI-järjestelmän mukainen yksikkö on pascal (Pa). Muita käytössä olevia yksiköitä ovat baari (bar), elohopeamillimetri (mmHg), ilmakehä (atm).

3-7.

- a) Nopeuden tunnus $\vec{v}$ tulee sanasta *velocity*.
 b) Voiman tunnus $\vec{F}$ tulee sanasta *force*.
 c) Tehon tunnus P tulee sanasta *power*.
 d) Ajan tunnus t tulee sanasta *time*.
 e) Lämpötilan tunnus T tulee sanasta *temperature*.

3-8.

- a) Koska 1 cal = 4,1868 J, on 2100 kcal = 2100 · 10³ · 4,1868 J ≈ 8,8 MJ.
 b) 24 m/s = 24 · 3,6 km/h ≈ 86 km/h
 c) 120 km/h = $\frac{120}{3,6}$ m/s ≈ 33 m/s
 d) Lämpötila 82 F vastaa lämpötilaa (82 – 32)°C/1,8 ≈ 28 °C. Muunnoksen voi tehdä myös puhelimen sovelluksella.

3-9.

- a) $A = a \times b = 35 \text{ cm} \times 35 \text{ cm} = 1225 \text{ cm}^2 = 0,1225 \text{ m}^2 \approx 0,12 \text{ m}^2$. Huomaa, pinta-alan muunnoksissa peräkkäisten yksiköiden suhdeluku on sata.
 b) Koska 1 dm³ vastaa yhtä litraa, laatikkoon mahtuu 8,3 litraa vettä.
 c) Tilavuuden muunnoksissa peräkkäisten yksiköiden suhdeluku on tuhat.
 12,6 cm³ = 0,0126 dm³ = 0,000 0126 m³ = 1,26 · 10⁻⁵ m³.

Luku 3: Suure on mitattava ominaisuus

3-10.

- a) $5,25 \text{ h} = 5 \text{ h} + 0,25 \text{ h} = 5 \text{ h} + 15 \text{ min} = 5 \text{ h } 15 \text{ min}$
- b) $2 \text{ h } 45 \text{ min} = (2 + 45/60) \text{ h} = 2,75 \text{ h}$

3-11.

Henkilöön kohdistuvan painon suuruus on $G = mg = 62,5 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \approx 613 \text{ N}$.

3-12.

- a) Etuliite k (kilo) tarkoittaa tuhatta: $k = 10^3 = 1000$, joten $2,5 \text{ km} = 2500 \text{ m}$.
- b) Etuliite M (mega) tarkoittaa miljoonaa: $M = 10^6 = 1\,000\,000$, joten $1000 \text{ MW} = 1\,000\,000\,000 \text{ W}$.
- c) Kyseessä on yhdessä tabletissa olevan tietyn vitamiinin massa. Etuliite μ (mikro) tarkoittaa miljoonasosaa, joten $300 \mu\text{g} = 0,000\,300 \text{ g}$.
Etuliite m (milli) tarkoittaa tuhannesosaa eli $1,4 \text{ mg} = 0,0014 \text{ g}$.

3-13.

- a) i) $1500 \text{ m} = 1,5 \cdot 10^3 \text{ m} = 1,5 \text{ km}$
ii) $3\,400\,000\,000 \text{ Hz} = 3,4 \cdot 10^9 \text{ Hz} = 3,4 \text{ GHz}$
iii) $0,0035 \text{ m} = 3,5 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 3,5 \text{ mm}$
iv) $0,000\,0026 \text{ m} = 2,6 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 2,6 \mu\text{m}$
- b) i) $5 \text{ TB} = 5 \cdot 10^{12} \text{ B} = 5\,000\,000\,000\,000 \text{ B}$
ii) $1600 \text{ MW} = 1600 \cdot 10^6 \text{ W} = 1\,600\,000\,000 \text{ W}$
iii) $450 \text{ nm} = 450 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 0,000\,000\,450 \text{ m}$
- c) i) $6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg} = 6\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000 \text{ kg}$
ii) $2 \cdot 10^{-3} \text{ g} = 0,002 \text{ g}$

3-14.

- a) Mittauksessa mitattiin jännitettä.
- b) Mittaustuloksen yksikkö on voltti (V).
- c) Jännite ei ole SI-järjestelmän perussuure, se on johdannaisuure.

3-15.

- a) Paine p on suoraan verrannollinen voiman F suuruuteen. Jos voiman suuruus kolminkertaistuu, myös paine kolminkertaistuu, kun pinta-ala A ei muutu.
- b) Paine p on kääntäen verrannollinen pinta-alaan A . Jos pinta-ala kaksinkertaistuu, paine pienenee puoleen, kun voiman suuruus F ei muutu.

3-16.

- a) Sähkökentän voimakkuuden suuruus E on suoraan verrannollinen sähkövaraukseen Q . Jos sähkövaraus pienenee puoleen ja etäisyys r ei muutu, sähkökentän voimakkuus pienenee puoleen.
- b) Sähkökentän voimakkuuden suuruus E on kääntäen verrannollinen etäisyyden toiseen potenssiin. Jos varauksen etäisyys kaksinkertaistuu ja sähkövaraus Q ei muutu, sähkökentän voimakkuuden suuruus pienenee neljäsosaan.

3-17.

- a) Mittaustuloksessa 13 s on kaksi merkitsevää numeroa.
- b) Koska desimaaliluvun loppunolla on merkitsevä, mittaustuloksessa 15,0 kg on kolme merkitsevää numeroa.
- c) Koska desimaaliluvun alussa oleva nolla ei ole merkitsevä, mittaustuloksessa 0,2 m on yksi merkitsevä numero.
- d) Mittaustuloksessa 0,047 g on kaksi merkitsevää numeroa.
- e) Mittaustuloksessa 400 m on tilanteesta riippuen yksi, kaksi tai kolme merkitsevää numeroa.

Luku 3: Suure on mitattava ominaisuus

3-18.

- Jalka (ft) $1' = 0,3048 \text{ m}$
 jaardi (yd) $1 \text{ yd} = 0,9144 \text{ m}$
 maili (mi) $1 \text{ mi} = 1,609\,344 \text{ km}$
- i) Jalkapallomaalin leveys on 8 jaardia eli 7,32 metriä.
 ii) Jalka on kansainvälisesti ilmailussa käytetty lentokorkeuden yksikkö.
- $75 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{75}{1,609344} \text{ mph} \approx 47 \text{ mph}$
- Pelikentän pinta-ala on
 $120 \text{ yd} \cdot 53,3 \text{ yd} = 120 \cdot 0,9144 \text{ m} \cdot 53,3 \cdot 0,9144 \text{ m} = 5347,87 \text{ m}^2 \approx 5350 \text{ m}^2$.
 Maalihaarukan pystypuiden väli on
 18 jalkaa 6 tuumaa
 $= 18 \cdot 0,9144 \text{ m} + 6 \cdot 25,40 \text{ mm}$
 $= 18 \cdot 0,9144 \text{ m} + 6 \cdot 0,02540 \text{ m}$
 $= 16,6116 \text{ m} \approx 16,6 \text{ m}$.

3-19.

Tutkitaan erikseen yhtälön vasemman ja oikean puolen yksiköitä.

Vasen puoli:

$$[v]^2 = \left(1 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 1 \text{ m}^2/\text{s}^2.$$

Oikea puoli:

$$[2as] = [a] \cdot [s] = 1 \text{ m/s}^2 \cdot 1 \text{ m} = 1 \text{ m}^2/\text{s}^2.$$

Koska yksiköt ovat samat, yhtälö voi pitää paikkansa.

3-20.

- Uudistetusta SI-järjestelmästä ja yksiköiden määritelmistä tulee paljon nykyistä yksinkertaisempia ja perustavanlaatuisempia. Nyt päästään eroon viimeisestä fyysiseen kappaleeseen – kilogramman prototyyppiin – perustuvasta määritelmästä sekä joidenkin yksiköiden epäkäytännöllisistä määritelmistä.
- Uudessa SI-järjestelmässä yksiköt määritellään viiden luonnonvakion ja kahden atomien ominaisuuksiin perustuvan vakion avulla, joiden tarkat lukuarvot kiinnitetään.
- Yksiköiden sitominen luonnonvakioihin ja atomitason ilmiöihin mahdollistaa yksiköiden toteuttamisen aina tarkimmalla mahdollisella tavalla.
- Kilogramman määritelmä ei ole enää sidottu prototyypin massa, mikä takaa sen, että massa-asteikko pysyy jatkossa vakiona. Lisäksi kilogramma voidaan toteuttaa kaikkialla maailmassa riippumattomasti.
- Vakio c on valon nopeus, $c = 299\,792\,458 \text{ m/s}$.

Luku 3: Suure on mitattava ominaisuus

3-21.

Alla on ruutukaappaus puhelimen näytöstä.



Ruutukaappaus: Heikki Lehto

Sen mukaan

- lämpötila on 0,6 °C
- tuulen nopeus 8 m/s
- ilmanpaine 990,0 hPa
- ilman kosteus 61 %
- säätila poutaa.