

Luku 5: Fysiikassa tietoa saadaan mittaamalla

Tehtävien ratkaisut

Tehtävät 1–3 ovat automaattisesti tarkistettavia tehtäviä ja ne ovat digikirjassa.

5-1.

Täydennä.

Suureella tarkoitetaan ilmiön, kappaleen tai aineen ***mitattavissa*** olevaa ominaisuutta. Kaikessa mittaamisessa voi syntyä ***virhettä***. Eri virhetyyppejä ovat karkea virhe, ***systemaattinen*** virhe ja satunnainen virhe. Koska jokaiseen mittaustulokseen liittyy ***epätarkkuutta***, mittaustulos on aina ***liikiarvo***. Mittaustarkkuus kertoo mittauksen ***luotettavuuden***. Mittaustarkkuutta voi parantaa ***toistamalla*** mittaus useampaan kertaan. Mitattu suure voidaan ilmoittaa muodossa $x = x_m \pm \Delta x$, jossa x_m on ***mittaustulos*** ja Δx absoluuttien ***virhe***.

5-2.

Oikein/väärin -väittämät

- Mittaustulos on yleensä aina likiarvo. ***Kyllä//Ei***
- Absoluuttinen virhe ilmoitetaan prosentteina. ***Kyllä//Ei***
 Palaute: Suhteellinen virhe ilmoitetaan prosentteina.
- Absoluuttinen virhe kertoo, kuinka paljon mittaustulos enintään poikkeaa suureen mitatusta arvosta. ***Kyllä//Ei***
- Kaikessa mittaamisessa voi syntyä virhettä. ***Kyllä//Ei***
- Koko mittaussarja on uusittava selvästi virheellisen mittaustuloksen takia. ***Kyllä//Ei***
 Palaute: Selvästi virheellinen mittaustulos voidaan jättää pois mittaustuloksista.
- Mittausvirhettä voi pienentää kehittämällä mittausmenetelmää. ***Kyllä//Ei***
 Palaute: Esimerkiksi ajan mittaaminen sähköisesti on tarkempaa kuin käsiajanotolla.

5-3.

Monivalintatehtävä

Vastausvaihtoehdoista voi olla oikein yksi tai useampi.

- Systemaattinen virhe
 - aiheutuu siitä, että mittaja hetkellisesti lukee väärin mittarin asteikkoa
 - aiheutuu siitä, että mittaja toistuvasti lukee samalla tavalla väärin mittarin asteikkoa**
 - voidaan paljastaa toistamalla mittaus toisenlaisella mittaustulostusjärjestelmällä.**
- Satunnainen virhe
 - aiheutuu siitä, että mittaja hetkellisesti lukee väärin mittarin asteikkoa**
 - voidaan todeta toistamalla sama mittaus useaan kertaan**
 - voidaan pienentää suorittamalla mittaus esimerkiksi tietokoneen avulla.**
- Mittaussarjassa
 - mittauksen tuloksena voidaan käyttää mittaustulosten keskiarvoa**
 - saatu mittaustulos on aina tarkka
 - mittausvirhettä voi arvioida laskemalla mittaustuloksen vaihteluvälin puolikas.**
- Virhearvio
 - pyöristetään tarvittaessa ylöspäin tai alaspäin
 - pyöristetään ylöspäin**
 - pyöristetään aina alaspäin.

Luku 5: Fysiikassa tietoa saadaan mittaamalla

5-4.

- a) viivain
- b) metrimitta
- c) kuumemittari
- d) lämpömittari, jonka mitta-alue kattaa riittävän laajan mitta-alueen
- e) rannekello, puhelimen ajanottolaite
- f) keittiövaaka

5-5.

Mitattavia suureita ovat mm. sähköskootterin nopeus, mieheen kohdistuva ilmanvastus, skootterin pyöriin kohdistuva vierimisvastus.

5-6.

Ajotietokone mittaan mm. ulkoilman lämpötilaa, aikaa, auton vauhtia, kuljettua matkaa, bensiinin kulutusta (tilavuutta).

5-7.

Kuvan mittari on sademittari. Sen säiliön reunaan on merkitty asteikko, joka ilmaisee sademäärän millimetreinä neliömetriä kohden. Yksi millimetri vastaa yhtä litraa sadevettä neliömetrille. Lukema on noin 41 mm/m².

5-8.

- a) ihmisen pituus
- b) auton vauhti tai nopeus
- c) huoneen lämpötila
- d) tuulen vauhti tai nopeus
- e) asunnon pinta-ala
- f) 100 m juoksun maailman ennätys vuodelta 2009

5-9.

- a) On mitattava luokan pituus, leveys ja korkeus.
- b) Mitataan joesta esimerkiksi 10 metrin matka, ja mitataan aika, jonka joltakin veden mukana kulkevalta kappaleelta (esim. kaarnalaivalta) kuluu ko. matkaan. Joessa virtaavan veden nopeudeksi voidaan olettaa kappaleen saama nopeus, joka saadaan laskettua jakamalla kappaleen kulkema matka ko. matkaan kuluneella ajalla.
- c) Käsien tapahtuvassa mittauksessa on ongelmana ajanottolaitteen käynnistys ja mittauksen lopetus oikeaan aikaan. Ihmisen oman reaktioajan vuoksi käsiajanotolla mitattua aikaa ei voi ilmoittaa sekunnin sadasosan tarkkuudella, vaikka matkapuhelin ajan tällä tarkkuudella ilmoittaakin. Järkevä tarkkuus on 0,1 s.

5-10.

Suureen absoluuttien virhe kertoo, kuinka paljon mittaustulos enintään poikkeaa suureen mitatusta arvosta. Absoluuttinen virhe ilmoitetaan samassa yksikössä kuin mittaustulos. Suhteellinen virhe sen sijaan ilmaisee, kuinka suuri (absoluuttinen) virhe on suhteessa mittaustulokseen. Suhteellinen virhe ilmoitetaan prosentteina.

5-11.

- a) Koska aikojen keskiarvo oli $t_m = 4,467$ s ja vaihteluvälin puolikas

$$\Delta t = \frac{t_{\max} - t_{\min}}{2} = \frac{4,77 \text{ s} - 4,25 \text{ s}}{2} = 0,26 \text{ s},$$
vierimisaika on $t = t_m + \Delta t = 4,5 \text{ s} \pm 0,3 \text{ s}.$
- b) Suhteellinen virhe on $\frac{\Delta t}{t_m} = \frac{0,26 \text{ s}}{4,467 \text{ s}} = 0,0582046 \approx 5,8 \text{ \%}.$
- c) Mittaustuloksen saisi tarkemmaksi käyttämällä sähköistä mittausjärjestelmää.

Luku 5: Fysiikassa tietoa saadaan mittaamalla

5-16.

Näytön mitattu pinta-ala on $A_m = a \cdot b = 59 \text{ mm} \cdot 104 \text{ mm} = 6136 \text{ mm}^2$.

Koska mittaustarkkuudeksi arvioitiin $\pm 1 \text{ mm}$, näytön suurin pinta-ala on $A_{\max} = 60 \text{ mm} \cdot 105 \text{ mm} = 6300 \text{ mm}^2$ ja pienin

$A_{\min} = 58 \text{ mm} \cdot 103 \text{ mm} = 5974 \text{ mm}^2$.

Näytön pinta-ala on välillä $5974 \dots 6300 \text{ mm}^2$.

Pinta-alan vaihteluvälin puolikas on $\Delta A = \frac{A_{\max} - A_{\min}}{2} = \frac{6300 \text{ mm}^2 - 5974 \text{ mm}^2}{2} = 163 \text{ mm}^2$.

Virhearvio pyöristetään ylöspäin.

Näin ollen pinta-ala virherajoineen on $A = A_m \pm \Delta A = 6100 \text{ mm}^2 \pm 200 \text{ mm}^2$.

Suhteellinen virhe on $\frac{\Delta A}{A_m} = \frac{163 \text{ mm}^2}{6136 \text{ mm}^2} = 0,0265645 \approx 3 \%$.

5-17.

Videolta tehtyjen mittausten perusteella voi päätellä, että mitä suurempi värähtelijän massa on sitä pitempi on värähdysaika.

5-18.

Esimerkki mittauksesta.

Mittaus	Aika (s)
1	13,01
2	12,77
3	12,78
4	13,19
5	13,31

13,01	
12,77	
12,78	
13,19	
13,31	
(Ctrl) ▼	
KESKIARVO: 13,012	

Aikojan keskiarvo on $13,012 \text{ s}$.

Mitattujen aikojen vaihteluvälin puolikas on $\Delta t = \frac{t_{\max} - t_{\min}}{2} = \frac{13,31 \text{ s} - 12,77 \text{ s}}{2} = 0,27 \text{ s}$.

Aika on $t = 13,0 \text{ s} \pm 0,3 \text{ s}$.

Luku 5: Fysiikassa tietoa saadaan mittaamalla

5-19.

Esimerkki mittausraportista.

Mittausraportti

Tutkimuksen tarkoitus: Tehtävänä oli tutkia, miten heilurin pituus vaikuttaa heilurin heilahdusaikaan.

Mittaussuunnitelma: Tein heilurin langasta, jonka pituus oli 2,1 m ja painavasta mutterista. Mittasin kymmeneen heilahdukseen kuluneen ajan T_{10} , ja laskin sen avulla yhteen heilahdukseen kuluneen ajan T . Toistin mittauksen neljällä eripituusella heilurilla. Taulukoin mittaustulokset.

Mittaustulokset:

Heilurin pituus (m)	T_{10} (s)	T (s)
1,9	28,32	2,8
1,7	25,91	2,6
1,3	21,44	2,1
1,0	19,03	1,9

Tutkimuksen tulos

Mittausten mukaan heilurin pituuden lyhentyessä heilahdusaika lyhenee.