

Fysiikka 1

Luku 2

Työkortit

1. Ajan mittaus

Työn tarkoitus

Työssä tutustutaan mittaamiseen, mittaustarkkuuteen ja mittausvirheen laskemiseen.

Tarvittavat välineet

ajanottolaite

Työn suoritus

1. Käynnistä kello, kun opettaja lähtee liikkeelle.
2. Pysäytä kello, kun opettaja saapuu käytävän päähän.
3. Taulukoi mittaajien mittaussajat.
4. Laske mitattujen aikojen keskiarvo.
5. Laske jokaisen mitatun kävelyajan poikkeama keskiarvosta. Merkitse taulukkoon poikkeaman itseisarvo.
6. Laske poikkeamien itseisarvojen keskiarvo.

	Kävelyaika t_i (s)	Kävelyajan poikkeaman itseisarvo $ \Delta t_i $ (s)
keskiarvo		

7. Ilmoita kävelyaika virherajoiheen.

8. Laske ajan suhteellinen virhe.

Lisätöitä

Perusmittauksia

Työpiste 1 Pituuden mittaus

Tarvittavat välineet: viivain

1. Arvioi pöydällä olevan kappaleen leveys: _____.
2. Mittaa viivaimella pöydällä olevan kappaleen leveys: _____.
3. Mikä on viivaimen lukematarkkuus? _____.

Työpiste 2 Pituuden mittaus

Tarvittavat välineet: työntömitta

1. Arvioi pöydällä olevan kappaleen leveys: _____.
2. Mittaa työntömitalla pöydällä olevan kappaleen leveys: _____.
3. Mikä on työntömitan lukematarkkuus? _____.

Työpiste 3 Massan mittaus

Tarvittavat välineet: vaaka

1. Arvioi pöydällä olevan kappaleen massa: _____.
2. Mittaa vaa'alla pöydällä olevan kappaleen massa: _____.
3. Mikä on vaa'an lukematarkkuus? _____.

Työpiste 4 Tilavuus

Tarvittavat välineet: mittalasi

1. Arvioi pöydällä olevan aineen tilavuus: _____.
2. Kaada aine mittalasiin ja mittaa pöydällä olevan aineen tilavuus: _____.
3. Mikä on mittalasin lukematarkkuus? _____.

Työpiste 5 Tilavuus

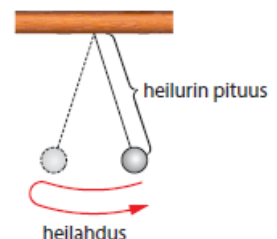
Tarvittavat välineet: ylijuoksuastia ja mittalasi

1. Arvioi pöydällä olevan kappaleen tilavuus: _____.
2. Täytä ylijuoksuastia vedellä.
Aseta mittalasi ylijuoksuastian juoksuputken alapuolelle.
Aseta kivi ylijuoksuastiaan.
Lue kiven tilavuus mittasin vesimäärästä: _____.
3. Mikä on mittalasin lukematarkkuus? _____.

Työpiste 6 Heilahdusajan mittaus

Tarvittavat välineet: ajanottolaite

1. Arvioi heilurin punnuksen heilahdusaika: _____.
2. Mittaa kymmeneen heilahdukseen kulunut aika: _____.
3. Millä tarkkuudella ilmoitat yhden heilahduksen heilahdusajan? _____
4. Jaa kymmeneen heilahdukseen kulunut aika kymmenellä. Heilurin heilahdusaika on _____.



Työpiste 7 Lämpötilan mittaus

Tarvittavat välineet: lämpömittari

1. Arvioi astiassa olevan kylmän veden lämpötila: _____.
Arvioi astiassa olevan kuuman veden lämpötila: _____.
2. Mittaa kylmän veden lämpötila: _____.
Mittaa kuuman veden lämpötila: _____.
3. Mikä on käyttämäsi lämpömittarin lukematarkkuus? _____.

Fysiikka 1

Luku 3

Työkortit

1. Yksikkömuunnoksia ja kymmenen potensseja

Tee tehtävät yhteistyönä työparisi kanssa.

1. Muunna haluttuun yksikköön.

- a) 4 500 m = _____ km
- b) 12,5 cm = _____ m
- c) 5,6 mm = _____ m
- d) 29,5 cm = _____ mm

2. Muunna haluttuun yksikköön.

- a) 1,0 l = _____ dm³
- b) 2,5 ml = _____ cm³
- c) 24,5 cm³ = _____ dm³
- c) 3,6 m³ = _____ l

3. Ilmoita tunteina ja minuutteina.

- a) 2,5 h
- b) 3,4 h
- c) 1,25 h

4. Ilmoita desimaalilukuna.

- a) 1 h 30 min
- b) 5 h 15 min
- c) 4 h 37 min

5. Kirjoita mittaustulokset kymmenpotenssimuodossa ja etuliitteen avulla.

- a) 200 000 W
- b) 250 000 m
- c) 40 300 000 kg
- d) 0,05 s
- e) 0,00 047 m
- f) 0,00 000 000 55 m

6. Kirjoita mittaustulokset etuliitteen avulla.

- a) $1,1 \cdot 10^3$ m
- b) $12,5 \cdot 10^6$ kg
- c) $7,7 \cdot 10^{-3}$ m
- d) $0,5 \cdot 10^{-5}$ kg

7. Laske laskimella. Ilmoita vastaus oikealla tarkkuudella.

a) $8,2 \cdot 10^3 \cdot 1,95 \cdot 10^6 =$ _____

b) $2,3 \cdot 10^{-5} \cdot 7,3 \cdot 10^6 =$ _____

c) $8,22 \cdot 10^{-12} \cdot 1,9 \cdot 10^{-6} =$ _____

d) $9,3 \cdot 10^4 \cdot \frac{3,74 \cdot 10^5}{6,65 \cdot 10^{-6}} =$ _____

Vastaa kysymyksiin saamaasi kuvaajaa käyttäen:

1. Miksi tutkittujen suureiden välinen riippuvuus ei ole lineaarinen?

2. Paljonko tölissä on vettä, kun tölkki on tyhjentynyt 25 s?

Työkortit

1. Matemaattinen malli (A)

Työn tarkoitus

Työn tarkoitus on laatia graafinen malli, josta ilmenee, miten aineen massa ja tilavuus riippuvat toisistaan.

Tarvittavat välineet

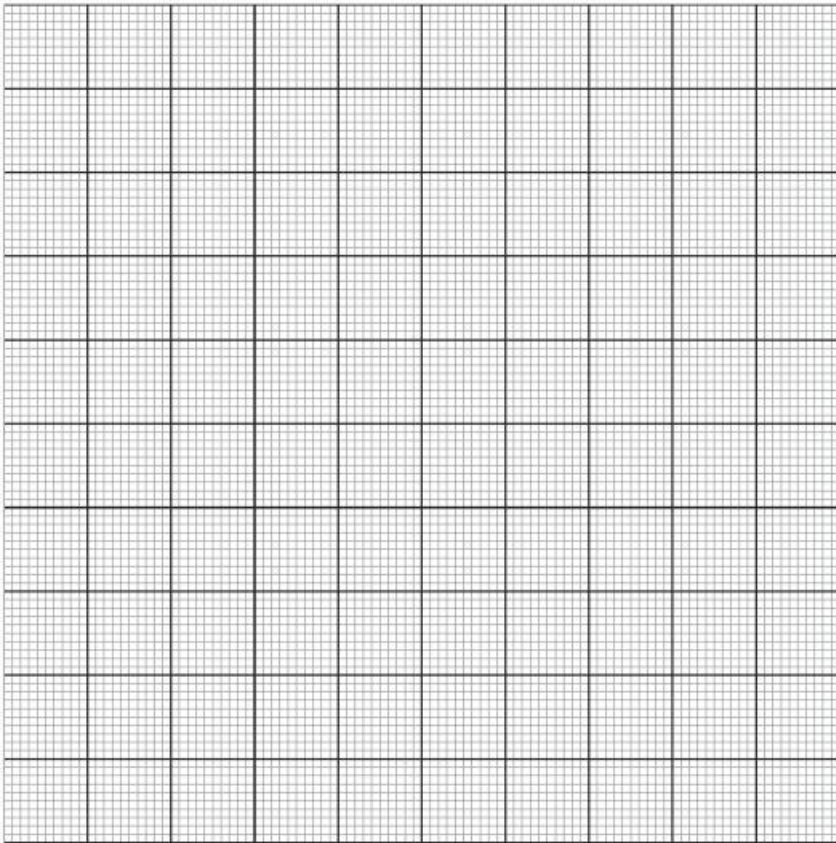
Hiekkaa, multaa (tai sokeria, suolaa) mittalasi ja vaaka

Työn suoritus

1. Aseta mittalasi vaa'an päälle ja taaraa vaaka.
2. Kaada pieni määrä hiekkaa mittalasiin. Punnitse ensimmäinen hiekkamäärä ja merkitse massa taulukkoon.
3. Lue mittalasin asteikolta hiekan tilavuus ja merkitse se taulukkoon.
4. Ota uusi erä hiekkaa, kaada lasiin, punnitse ja lue tilavuuden arvo.
5. Menettele näin esimerkiksi kuuden hiekkamäärän kanssa.
6. Laske taulukkoon hiekan massan ja tilavuuden suhde.
7. Toista kohdat 1 – 7 käyttäen multaa.
8. Esitä mittaustulokset samassa V,m -koordinaatistossa.
9. Määritä hiekan ja mullan tiheydet fysikaalista kulmakerrointa käyttäen.

Hiekka		
m (g)	V (cm ³)	$\frac{m}{V} \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right)$

Multa		
m (g)	V (cm ³)	$\frac{m}{V} \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right)$



1. Mitä huomaat saman aineen massan ja tilavuuden suhteesta?

2. Millä nimellä massan ja tilavuuden suhdetta kutsutaan?

3. Määritä käyttämiesi aineiden tiheydet fysikaalista kulmakerrointa käyttäen.

4. Onko aineen massan ja tilavuuden välillä lineaarinen riippuvuus?

1. Matemaattinen malli (B)

Työn tarkoitus

Työn tarkoitus on laatia graafinen malli, josta ilmenee, miten aineen massa ja tilavuus riippuvat toisistaan.

Tarvittavat välineet

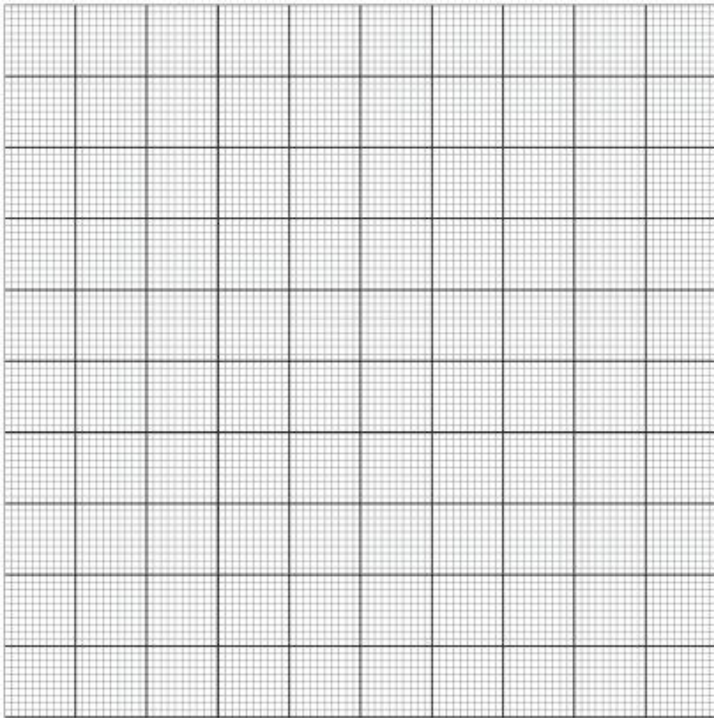
Kahta eri kiinteää ainetta, mittalasi ja vaaka

Työn suoritus

1. Aseta mittalasi vaa'an päälle ja taaraa vaaka.
2. Kaada pieni määrä ainetta 1 mittalasiin. Punnitse ensimmäinen ainemäärä ja merkitse massa taulukkoon.
3. Lue mittalasin asteikolta aineen tilavuus ja merkitse se taulukkoon.
4. Ota uusi erä ainetta, kaada lasiin, punnitse ja lue tilavuuden arvo.
5. Menettele näin esimerkiksi kuuden ainemäärän kanssa.
6. Laske taulukkoon aineen massan ja tilavuuden suhde.
7. Toista kohdat 1 – 7 käyttäen ainetta 2.
8. Esitä mittaustulokset samassa V, m -koordinaatistossa.
9. Määritä kummankin aineen tiheydet fysikaalista kulmakerrointa käyttäen.

Aine 1		
m (g)	V (cm ³)	$\frac{m}{V} \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right)$

Aine 2		
m (g)	V (cm ³)	$\frac{m}{V} \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right)$



1. Mitä huomaat saman aineen massan ja tilavuuden suhteesta?

2. Millä nimellä massan ja tilavuuden suhdetta kutsutaan?

3. Määritä käyttämiesi aineiden tiheydet fysikaalista kulmakerrointa käyttäen.

4. Onko aineen massan ja tilavuuden välillä lineaarinen riippuvuus?

Lisätyöt

Lisätyö 1. Tiheyden määrittäminen

- a) Määritä säännöllisen kappaleen massa ja tilavuus. Laske kappaleen tiheys.
 b) Määritä epäsäännöllisen kappaleen, esimerkiksi kiven, massa. Aseta kivi vedellä täytettyyn ylivuotoastiaan. Kerää yli mennyt vesi mittalasiin, josta saat kiven tilavuuden. Laske kiven tiheys.

Tarvittavat välineet

Suorakulmaisen särmiön muotoinen kappale, viivain tai työntömitta, vaaka, epäsäännöllisen muotoinen kappale, ylivuotoastia ja mittalasi

- a) Suorakulmainen särmiö kappale

- Mittaa kappaleen massa. Merkitse mittaustulos taulukkoon.
- Mittaa kappaleen pituus, leveys ja korkeus. Merkitse mittaustulokset taulukkoon.
- Laske kappaleen tilavuus.
- Laske kappaleen tiheys jakamalla massa tilavuudella.

Mittaustulokset	
massa	
pituus	
leveys	
korkeus	
tilavuus	
tiheys = $\frac{\text{massa}}{\text{tilavuus}}$	

5. Tarkista aineen tiheyden arvo esimerkiksi kirjassa olevasta taulukosta tai internetistä. Vertaa saamaasi tiheyden arvoa taulukossa olevaan arvoon:

oma tulokseni _____ taulukkoarvo _____.

Mistä mahdollinen ero mittaustuloksesi ja taulukkoarvon välillä voi johtua?

b) Epäsäännöllinen kappale

1. Mittaa kappaleen (esimerkiksi kiven) massa. Merkitse mittaustulos taulukkoon.
 2. Täytä ylivuotoastia vedellä ja aseta tyhjä mittalasi ylivuotoastian juoksuputken alle.
 3. Upota kappale varoen ylivuotoastiassa olevaan veteen ja anna veden valua mittalasiin.
 4. Lue mittalasin asteikolta veden tilavuus. Veden tilavuus on sama kuin ylivuotoastiaan upotetun kappaleen tilavuus. Merkitse lukema taulukkoon.
- Huomaa, että $1 \text{ ml} = 1 \text{ cm}^3$.

Mittaustulokset	
massa	
tilavuus	
tiheys = $\frac{\text{massa}}{\text{tilavuus}}$	

5. Laske kappaleen tiheys.
6. Tarkista aineen tiheyden arvo esimerkiksi kirjassa olevasta taulukosta tai internetistä. Vertaa samaasi tiheyden arvoa taulukossa olevaan arvoon:
oma tulokseni _____ taulukkoarvo _____.

Mistä mahdollinen ero mittaustuloksesi ja taulukkoarvon välillä voi johtua?

Lisätyö 2. Nesteen tiheyden määrittäminen

Määritä nesteen tiheys.

Tarvittavat välineet

Mittalasi, vaaka ja tutkittavaa nestettä

Työn suoritus

1. Punnitse tyhjä mittalasi. Merkitse mittaustulos taulukkoon.
2. Kaada tutkittavaa nestettä mittalasiin. Merkitse nesteen tilavuus taulukkoon. Muista, että $1 \text{ ml} = 1 \text{ cm}^3$.
3. Punnitse mittalasi ja neste. Merkitse mittaustulos taulukkoon. Nesteen massa on punnitustulosten erotus.
4. Laske nesteen tiheys.
5. Toista mittaus käyttäen jotakin muuta nestettä.

	Neste 1	Neste 2
Nesteen nimi		
mittalasin ja nesteen massa		
mittalasin massa		
nesteen massa (= massojen erotus)		
nesteen tilavuus		
tiheys = $\frac{\text{massa}}{\text{tilavuus}}$		

Vertaa mittaamiesi nesteiden tiheyksiä taulukkoarvoihin.

Arvioi mittauksen onnistumisesta.

Työkortit

2. Ilmakupla lasiputkessa

Työn tarkoitus

Työssä tutustutaan tasaiseen liikkeeseen tutkimalla ilmakuplan liikettä vesitäytteisessä putkessa.

Tarvittavat välineet

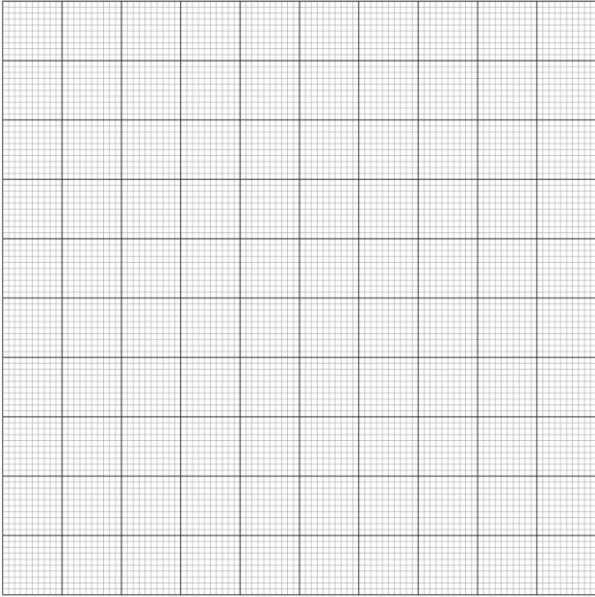
- lasiputki, jossa (värjättyä) vettä
- maalarinteippiä
- tussi
- mittanauha
- ajanottolaitteita

Työn suoritus

1. Merkitse putkeen maalarinteipillä (tai tussilla) merkit 10 cm:n välein siten, että ensimmäinen merkki tulee 20 cm:n päähän putken päästä. Tämä kohta vastaa koordinaatiston origoa.
2. Ryhmän jäsenet toimivat mittaajina. Mittaajat käynnistävät kellonsa ilmakuplan ollessa ensimmäisen merkin kohdalla. Kukin mittaaja pysäyttää kellonsa, kun ilmakupla on sovitun merkin kohdalla.
Taulukoi mittaustulokset.
3. Tee mittaukset putken kahdella eri kaltevuuskulmalla. Putken kaltevuuskulman on oltava pieni (alle 10 astetta).

Pienempi kaltevuuskulma		Suurempi kaltevuuskulma	
x (cm)	t (s)	x (cm)	t (s)

4. Esitä mittaustulokset t,x -koordinaatistossa.



5. Määritä nopeammin kulkevan ilmakuplan nopeus.

Työkortit

1. Kiihtyvä liike

Työn tarkoitus

Työssä tutustutaan paikan ja nopeuden muuttumiseen kiihtyvässä liikkeessä.

Tässä työssä huomioitavaa

Vaunuradan kaltevuuskulman on syytä olla pieni.

1. Tutki vaunun paikan kuvaajaa.

- a) Onko paikan kuvaaja suora? _____
- b) Kuinka kuvailisit paikan kuvaajaa?

c) Mitä voit todeta vaunun yhtä pitkinä aikaväleinä kulkemista matkoista?

2. Tutki vaunun nopeuden kuvaajaa.

- a) Onko nopeuden kuvaaja suora? _____
- b) Mitä voit todeta vaunun nopeuden kasvusta yhtä pitkinä aikaväleinä?

3. Nopeuden muutosta aikayksikössä kutsutaan kiihtyvyydeksi. Mitä voit todeta vaunun kiihtyvyydestä?

4. Kiihtyvyyden suuruus saadaan vaunun nopeuden kuvaajasta suoran fysikaalisena kulmakertoimena.

- a) Katso mittausohjelmasta vaunun kiihtyvyyden suuruus: _____.
- b) Määritä kiihtyvyyden suuruus laskemalla.

5. Vertaa laskemalla saamaasi kiihtyvyyttä mittausohjelmasta saatuun kiihtyvyyteen.

Työkortit

1. Liikkeen muutos

Tarvittavat välineet

Kestomagneetti, teräskuula ja paperiarkki

Työn suoritus

a)

1. Aseta kestopagneetti pulpetille siten, että magneetin pitkä, kapea sivu on vasten pulpettia.

2. Tee paperista pieni kouru, jonka avulla kuula saa alkunopeuden.

Laske teräskuula liikkeelle siten, että se kulkee hyvin läheltä magneetin päätä (mutta ei jää kiinni magneettiin).

3. Mitä havaitsit?

4. Mistä kuulan liikkeen muutos johtuu?

3. Voiman mittaaminen

Tarvittavat välineet

Jousivaaka ja punnuksia

Työn suoritus

1. Aseta punnus riippuman jousivaakaan.

2. Katso jousivaa'an kyljestä, mikä on jousivaa'an lukeman yksikkö: yksikkö on _____.

3. Lue jousivaa'an lukema: _____.

4. Lisää toinen punnus jousivaakaan.

5. Lue jousivaa'an lukema: _____.

6. Miksi jousivaaka venyy?

7. Minkä kanssa jousivaakaan ripustetut punnukset ovat etävuorovaikutuksessa?

8. Mihin jousivaa'an toiminta perustuu?

Lisätyö 1. Kosketusvuorovaikutus

Tarvittavat välineet

puukappale

Työn suoritus

a)

1. Saata kappale liukumaan pöydällä.
2. Mitä kappaleelle tapahtuu hetken kuluttua?

3. Miksi kappale pysähtyi?

b)

4. Aseta kappale pulpetille.
5. Kallista pulpettia hieman. Mitä kappaleelle tapahtuu?

6. Kallista pulpettia lisää. Mitä kappaleelle tapahtuu?

Työkortit

1. Voima ja kiihtyvä liike

Työn tarkoitus

Työn tarkoitus on tutkia miten kiihtyvyys riippuu kappaleeseen vaikuttavasta voimasta ja kappaleen massasta.

Työssä huomioitavaa

Käytä melko raskaita kuormia vaunussa, jolloin voima on helpompi pitää vakiona kuin kevyellä vaunulla.

Tarvittavat välineet

Herkkäliikkeinen vaunu, voima-anturi tai jousivaaka (videokamera) ja punnuksia

Työn suoritus

1. Kiinnitä vaakasuoralla alustalla olevaan herkkäliikkeeseen vaunuun voimamittariksi jousivaaka tai voima-anturi.
2. Vedä voimamittarin avulla vaunu kiihtyvään liikkeeseen.
3. Tarkkaile voiman suuruutta ja pidä se vakiona.

a) Muuta vetävää voimaa kolme kertaa ja pidä vaunun massa kullakin kerralla yhtä suurena.

Vaunun massa: _____

	$F \text{ (N)}$
mittaus 1	
mittaus 2	
mittaus 3	

Pohdi havaintojasi.

b) Muuta vaunun massaa kolme kertaa, ja pidä kullakin kerralla vetävä voima yhtä suurena.

Vetävä voima: _____

	$m \text{ (kg)}$
mittaus 1	
mittaus 2	
mittaus 3	

Pohdi havaintojasi.

Lisätyö

Kappaleeseen kohdistuva kokonaisvoima pystysuorassa kiihtyvässä liikkeessä

Työn tarkoitus

Työn tarkoitus on todentaa Newtonin II laki.

Tarvittavat välineet

Voima-anturi, punnus tai muu kappale

Tässä työssä huomioitavaa

Työ voidaan tehdä myös jousivaa'an avulla. Vaa'an lukema voidaan videoida, jolloin johtopäätökset on helpompi tehdä.

Työn suoritus ja johtopäätökset

1. Ripusta kappale voima-anturiin ja merkitse anturin lukema muistiin.

Anturin lukema: _____

Kuinka suuri on kappaleeseen kohdistuva kokonaisvoima, kun kappale on levossa?

Kokonaisvoima: _____

2. Nosta anturiin ripustettua kappaletta suoraan ylös niin, että kappale on kiihtyvässä liikkeessä. Tarkkaile voiman arvoa.

Vertaa voiman arvoa anturin lukemaan kohdassa 1: _____

Onko liike tasaisesti kiihtyvää? _____

3. Laske voima-anturiin ripustettua kappaletta suoraan alas niin, että kappale on kiihtyvässä liikkeessä. Tarkkaile voiman arvoa.

Vertaa voiman arvoa anturin lukemaan kohdassa 1: _____

Onko liike tasaisesti kiihtyvää? _____

Fysiikka 1

Luku 10

Työkortit

1. Massan hitaus

Työn tarkoitus

Työn tarkoitus on tutkia massan hitautta.

Tarvittavat välineet

- Paksu tasapäinen tussi ja seteliraha
- Vaunurata, vaunu ja vaunun päälle asetettava irtonainen kappale
- Vaunurata, kaksi vaunua ja erimassaisia vaunuihin kiinnitettäviä painoja

Työn suoritus

- Aseta paksu tasapäinen kynä pystyyn sileän paperiliuskan päälle.
 - Tempaise paperi hyvin nopeasti pois kynän alta.

Mitä havaitset?

Kysymyksiä työstä

Miksi kynä jää pöydälle pystyyn, jos tempaisu on tarpeeksi nopea?

Miksi kynä kaatuu, jos tempaisu on hidas?

- Aseta vaunuradalla irtonainen kappale vaunun päälle.
 - Lähetä vaunu liikkeeseen niin, että se törmää esteeseen.

Kysymyksiä ja johtopäätöksiä työstä

Mitä tapahtuu vaunun päällä olevalle irtonaiselle kappaleelle törmäyshetkellä?

Mihin tilanteeseen liikennevälineissä voit liittää työssä tutkittavan ilmiön?

- Tutki vaunuradalla samanmassaisten ja erimassaisten vaunujen törmäyksiä.

Kysymyksiä ja johtopäätöksiä työstä

Miten kevyen vaunun liike muuttuu törmäyshetkellä verrattuna raskaan vaunun liikkeen muutokseen?

Miten kevyen vaunun ja raskaan vaunun massojen ero vaikuttaa vaunujen liikkeen muutokseen?

2. Kokonaisvoima, kun kappale on levossa

Työn tarkoitus

Työn tarkoitus on tutkia kahden kappaleeseen kohdistuvan vastakkaissuuntaisen voiman suuruutta, kun kappale on levossa.

Tarvittavat välineet

Kaksi voimamittaria ja herkkäliikkeinen vaunu

Työn suoritus

1. Taaraa voimamittarit vaakasuorassa asennossa.
2. Kiinnitä voimamittarit vaunun kumpaankin päähän.
3. Vedä voimamittareita siten, että vaunu pysyy paikallaan.
4. Tarkkaile kummankin voimamittarin lukemaa.
5. Merkitse taulukkoon toisiaan vastaavat lukemat pareittain.
6. Toista mittaus erilaisilla voiman arvoilla.

Vaunuun kohdistuvan voiman 1 suuruus F_1 (N)	Vaunuun kohdistuvan voiman 2 suuruus F_2 (N)	Kokonaisvoiman suuruus $(F_1 - F_2)$ (N)

Vastaa seuraaviin kysymyksiin:

1. Mitä voit päätellä kokonaisvoiman suuruudesta kaikissa mittauksissa?

2. Miksi voimat \vec{F}_1 ja \vec{F}_2 eivät ole voima ja vastavoima, joita tarkasteltiin vuorovaikutusten yhteydessä?

3. Kokonaisvoima tasaisessa liikkeessä

Työn tarkoitus

Työn tarkoitus on tutkia vetävän voiman suuruutta, kun kappaleen liike on tasaista.

Tarvittavat välineet

Vaakasuora tasainen pinta, vedettävä kitkakappale, voimamittari eli voima-anturi tai jousivaaka (ja videokamera)

Työn suoritus

1. Taaraa voimamittari vaakasuorassa asennossa.
2. Aseta kappale vaakasuoralle pinnalle ja vedä kappaletta niin, että sen nopeus pysy vakiona.
3. Tarkkaile voimamittarin lukemaa. Jousivaa'an lukema voidaan tallentaa videolle mittauksen kuluessa.
4. Esitä anturin ilmaisema t, F -kuvaaja tai määritä vetävän voiman suuruus jousivaa'an lukeman avulla.
5. Toista mittaus toisella pinnalla.
6. Vaihda vedettävä kappale ja toista mittaus.

Kysymyksiä työstä

1. Mitä yhteistä on kappaleisiin kohdistuvilla vetävillä voimilla kaikissa mittauksissa?

-
2. Kuinka suuri on kappaleeseen kohdistuva kokonaisvoima kaikissa mittauksissa?

-
3. Piirrä kappale ja siihen kohdistuvat voimat. Merkitse kuvaan voimia kuvaavat suuresymbolit. Piirrä kappaleen yläpuolelle kappaleen liikettä kuvaava nopeusvektori.

4. Nimeä tai selitä voimat.
-

Lisätyöt

Lisätyö 1. Kappaleeseen kohdistuva kokonaisvoima pystysuorassa liikkeessä

Työn tarkoitus

Työn tarkoitus on todeta, että kappale voi olla paikallaan tai tasaisessa liikkeessä ylös tai alas ja kaikissa tapauksissa kappaleeseen kohdistuvan kokonaisvoiman suuruus on nolla.

1. Mittaa kappaleen paino. Kirjaa lukema taulukkoon.
2. Nosta voimamittariin ripustettua kappaletta suoraan ylös niin, että kappaleen nopeus on vakio. Kirjaa mittarin lukema taulukkoon.
3. Laske voimamittariin ripustettua kappaletta suoraan alas niin, että kappaleen nopeus on vakio. Kirjaa mittarin lukema taulukkoon.

Kappaleen paino	
Voimamittarin lukema kappaletta ylös nostettaessa	
Voimamittarin lukema kappaletta alas laskettaessa	

Vastaa seuraavaan kysymykseen:

Kuinka suuri on kappaleeseen kohdistuva kokonaisvoima kussakin tapauksessa?

Lisätyö 2. Kahteen voimamittariin ripustettu kappale

Työn tarkoitus

Työn tarkoitus on tutkia levossa olevaan kappaleeseen kohdistuvan kokonaisvoiman suuruutta, kun kappaleeseen kohdistuvia voimia on kolme eli paino ja kahden jousivaa'an tukivoimat.

Tarvittavat välineet

Statiivi ja kaksi voimamittaria sekä punnussarja

Työn suoritus

1. Mittaa kappaleen paino ja merkitse taulukkoon.
2. Ripusta tämän jälkeen kappale riippumaan kahteen vierekkäiseen ja yhdensuuntaiseen voimamittariin. Merkitse mittareiden lukemat F_1 ja F_2 oheiseen taulukkoon.
3. Ota erimassaisia punnuksia tai liitä punnuksia yhteen muutaman kerran ja toista kohdat 1 ja 2.
4. Laske taulukkoon kokonaisvoiman arvot kussakin tapauksessa.

Voimamittareiden lukemat		Painon suuruus	Kokonaisvoiman suuruus
F_1 (N)	F_2 (N)	G (N)	$(F_1 + F_2 - G)$ (N)

Vastaa seuraavaan kysymyksiin.

Kuinka lasketaan kokonaisvoima, jos kappaleeseen kohdistuvista voimista osa on keskenään vastakkaissuuntaisia?

Työkortit

1. Kitkan tutkiminen

Työn tarkoitus

Työn tarkoitus on tutkia lepokitkaa ja liukukitkaa ja vertailla niitä keskenään.

Tarvittavat välineet

Vaakasuora pöydän pinta, erilaisia kitkapintoja ja kappaleita, voima-anturi tai jousivaaka ja videokamera

Työn suoritus

1. Taaraa voima-anturi vaakasuorassa asennossa.
2. Aseta kappale vaakasuoralle pinnalle ja vedä kappaletta alustan suuntaisesti kunnes kappale lähtee liikkeelle. Pidä liike tasaisena.
3. Merkitse taulukkoon anturin (tai jousivaa'an) mittaama lepokitkan suurin arvo ja liukukitkan arvo. Jousivaa'an lukema voidaan tallentaa videolle mittauksen kuluessa.
4. Toista mittaus erilaisilla pinnoilla.
5. Vaihda vedettävä kappale ja toista mittaus.

Lepokitkan ja liukukitkan vertailu

	$F_{\mu 0, \max}$ (N)	F_{μ} (N)
alusta 1		
alusta 2		
alusta 3		

Kysymyksiä työstä

1. Miksi vetävän voiman mittaamisen avulla saa selville kitkan suuruuden silloin kun kenkä liikkuu vakionopeudella?

2. Selitä, miten kitka vaikuttaa kappaleen liikkeeseen.

3. Mitä voit päätellä lähtökitkan ja liukukitkan keskinäisestä suuruudesta?

4. Piirrä voimakuvio, joka vastaa sitä tilannetta kun lepokitkalla on sen suurin arvo. Merkitse kuvaan voimia kuvaavat suuresymbolit.

5. Nimeä voimat.

Työkortit

1. Sähkömagneettinen vuorovaikutus

Työssä tutustutaan sähköiseen ja magneettiseen etävuorovaikutukseen.

a) Hankaa kahta samanlaista eboniittisauvaa silkkikankaalla. Aseta toinen sauva herkästi pyörivään telineeseen ja vie toinen sauva sen lähelle. Mitä havaitset?

b) Aseta kestmagneetti herkästi pyörivään telineeseen. Vie toinen kestmagneetti eri asennoissa sen lähelle. Mitä havaitset?

Lisätyö 1. Sähköinen vuorovaikutus

Työssä tutustutaan sähköiseen etävuorovaikutukseen.

Leikkaa pakastepussista noin 2 cm leveä kaistalelenkki. Hankaa sitä villakankaalla. Hankaa samalla kankaalla ilmapalloa. Aseta kaistalelenkki ilmapallon yläpuolelle.

1. Vie kaistalelenkki ja ilmapallo toisiaan kohti. Mitä havaitset?

2. Mitä päättelet kaistalelengin ja ilmapallon sähkövarauksista?

3. Mistä päättelet, että sähköinen vuorovaikutus heikkenee etäisyyden kasvaessa?
