

# Fysiikan työpajat

## 25.10.2023

### FY01 Fysiikka luonnontieteenä

#### Vuosaaren lukio

#### Kielen pituuden vaikutus äänen taajuuteen

Työssä tehdään mittaussarja, jossa tutkitaan, miten kielisoittimessa kielen värähtelevän osan pituus vaikuttaa syntyvän äänen taajuuteen (korkeuteen). Työstä laaditaan raportti, joka vaikuttaa myös opintojakson arviointiin. Muista ottaa itsellesi kaikki mittaustulokset ylös.

Työstä tehtävä raportti palautetaan Google Classroomiin viimeistään välitestiin mennessä. Muistathan, että suora kopiointi oppikirjasta tai internetistä tai ChatGPT:stä johtaa työn hylkäämiseen. Kirjoita siis raporttisi itse, omin sanoin.

Mittaukset tehdään pienissä ryhmissä ja saatte mittauksista yhteiset mittaustulokset. Saatte tehdä yhteistyötä, mutta muista kuitenkin, että **jokainen ryhmän jäsen kirjoittaa raportin itse**. Älä palauta samaa raporttia kuin kaverisi tai kopioi tekstiä kaveriltasi.

#### Välineet

- Kielisoitin, esimerkiksi: kitara / basso / ukulele / viulu
- Mittanauha
- Phyxox-sovellus (lataa sovelluskaupasta omalle puhelimelle)

#### Tutkimuksen suorittaminen

Tehtävänäsi on tutkia, miten kielen värähtelevän osan pituus vaikuttaa syntyvän äänen taajuuteen (äänen korkeuteen). Kielen värähtelevän osan pituutta voit vaihtaa painamalla kieltä sormella otelauden kohdalta.

Saat mitattua äänen taajuuden Phyxox-sovelluksella seuraavasti: valitse "Audio Autocorrelation". Soita soittimella haluamasi ääni ja mittaa aivan soittimen vierestä. Pysäytä mittaus, kun sovellus antaa sen taajuuden. Lue taajuus kohdasta "Frequency".

(Tarvittaessa siirry tekemään mittaukset johonkin hiljaisempaan tilaan.)



#### 4) Johtopäätökset

- Kuvaile sanallisesti, miten kielen värähtelevän osan pituus vaikutti syntyvän äänen taajuuteen.
- Pohdi, miksi kielen värähtelevän osan pituus vaikutti äänen taajuuteen juuri tällä tavoin.
- **Interpolointi**: Lue kuvaajalta jokin arvo mittauspisteiden välistä. (Esimerkiksi: mikä olisi ollut syntyvän äänen taajuus, jos kielen värähtelevän osan pituus olisi ollut 20 cm.) Selitä myös, miten teit interpoloinnin.
- **Ekstrapolointi**: Mikä olisi ollut syntyvän äänen taajuus, jos värähtelevän kielen pituus olisi ollut 1,00 m? Tee kuvaajan perusteella ennuste. Selitä, miten teit ekstrapoloinnin. Pohdi, mitä virheitä tässä ennusteessa voisi olla.
- Pohdi tulostesi mahdollisia **mittausvirheitä**. Mikä olisi voinut aiheuttaa satunnaisvirhettä / systemaattista virhettä? Tuliko mittauksissa karkeita virheitä?

#### 5) Lähteet

- Kerro kaikki käyttämäsi lähteet seuraavalla tavalla:

Kirjan tekijät, painovuosi. Kirjan nimi. Kustantaja.

(esimerkki: Kiuru, Kohtamäki, Korhonen, Laukkanen, Nurmi & Vähä-Heikkilä, 2020. Vipu 1. Otava.)

Internet-sivun nimi. Internet-sivun linkki. Päivämäärä, jolloin sivu on luettu.

(esimerkki: Wikipedia: Taajuus. <https://fi.wikipedia.org/wiki/taajuus>. Luettu: 20.12.2021.)

# FY01 työ 1. Suodattimien putoamisaika

Ryhmän jäsenten nimet:

---

---



## Työn tarkoitus

Työssä tehdään toistokoe, jossa mitataan suodattimien putoamisaika samalta korkeudelta.

## Työvälineet

Suodattimia ja puhelimen kello.

## Työn suorittaminen

Pudota suodattimet jokaisella kerralla samalta korkeudelta (mahdollisimman korkealta). Putoamisaika mitataan puhelimen kellolla ja taulukoidaan.

## Mittaustulokset

Kirjoita mittaustulokset taulukkoon.

Mittaussarja	Suodattimien lkm	Aika (s)
1	1	
2	2	
3	3	

Mittausarja	Suodattimien lkm	Aika (s)
4	5	
5	7	

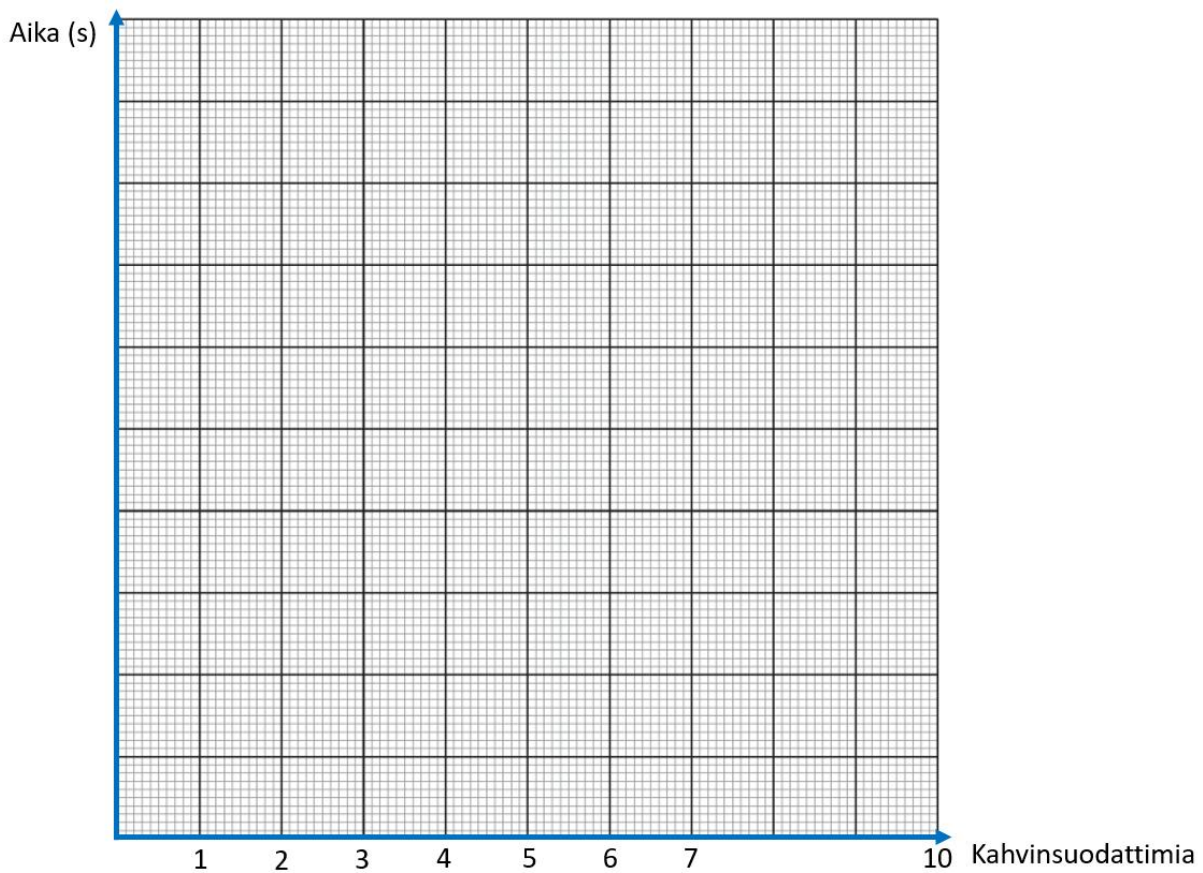
### Laskut

Laske mittausarjojen putoamisaikojen keskiarvo.

Mittausarja	Suodattimien lkm.	Ajan keskiarvo (s)
1	1	
2	2	
3	3	
4	5	
5	7	

## Kuvaaja

Esitä mittaustulokset graafisesti.



Arvioi kuvaajasi avulla, mikä on kymmenen suodattimen putoamisaika.

Arvio:

Mittaa kymmenen suodattimen putoamisaika.

Mittaustulos:

# Fysiikan työpajat

## 17.1.2024

### Fysiikan kokeellisia töitä

#### Johdanto

Tähän asiakirjaan on koottu lukion fysiikan opintojaksojen kokeellisia töitä. Kokeellisten töiden ohjeiden lisäksi töistä on malliratkaisut ja arviointiohjeet.

### FY5. Äänen spektri

#### Kurssityö

Tässä työssä tutustut valitsemasi soittimen äänen spektriin sekä mallinnat spektriä teoreettisesti. Mittauksista ja teoreettisista päätelmistä kirjoitetaan raportti.

#### Välineet

Tiedonkeräin, mikrofoni tietokone ja vapaavalintainen vireessä oleva soitin.

#### Mittausasetukset

1. Avaa tiedonkeräin ja yhdistä se tietokoneeseen.
2. Liitä mikrofoni tiedonkeräimeen (analoginen portti).
3. Valitse mittausajaksi 1 s.

#### Mittaukset

1. Vie mikrofoni lähelle soitinta ja soita jokin sävel samalla kun aloitat mittaamisen. Tallenna mittaus: Tiedosto=>Tallenna. Toista koe kahdelle muulle sävelle ja tallenna tulokset.
2. Mittaa värähtelevän kielen ja värähtelevän ilmapatsaan korkeus. Kirjaa tulos ylös itsellesi.

#### Äänen taajuusjakauma

1. Mittauksen avaaminen: Tiedosto =>Avaa.
2. Ääniaaltojen spektrin eli taajuus jakauman saat, kun olet mittaustulokset, valitsemalla: Lisää=>Lisää kuvaajat=>FFT-kuvaaja.

### Arviointi: raportti

**Kirjoita tutkimuksesta raportti, jossa on seuraavat seikat:**

1. Ketkä tutkimuksen tekivät.
2. Miten koe tehtiin ja mitä kokeessa tutkittiin.

3. Synnytettyjen äänien perustaajuudet sekä niiden neljä seuraavaa ylätaajuutta.
4. Selitä spektrin syntyminen soittimessa. Vastauksesta tulee ilmetä: Selitys miten seisova aaltoliike kyseiseen soittimeen syntyy, Taajuus jakauman teoreettinen johto, päätelmät (laskut) noudattaako soittimen taajuusjakauma teoreettista mallia eli tulosten ja teoreettisen mallin vertailu (kummastakin päästä avoin/suljettu värähtelijä, toisesta päästä avoin ja toisesta päästä suljettu värähtelijä)?

HUOM! älä käytä teoriaosuudessa valmista kaavaa taajuuksille, vaan johda (piirrä seisovasta aallosta myös periaatekuva) ainakin kahdelle ylätaajuudelle lauseke, jossa taajuus ilmaistaan perustaajuuden avulla  $f_2=3f_1$  ja  $f_3=5f_1$

5. Laske interferoivien aaltojen nopeus soittimessa (tarvitset tähän kielen tai ilmapatsaan pituuden).

# FY5. Jousivakion määrittäminen

Jousen jäykkyyttä kuvaa jousivakio ( $k$ ): mitä jäykempi jousi on, sitä suurempi jousivakio on. Jousi kohdistaa punnukseen ns. harmonisen voiman, sillä se suuntautuu kohti tasapainoasemaa ja se on sitä suurempi, mitä kauempana ollaan tasapainoasemasta. Jousivoima voi olla jouta venyttävä tai puristava voima. Tasapainotilanteessa jousivoima ( $F$ ) on yhtä suuri kuin jouseen kohdistuva painovoima ( $G$ ).

Harmoninen voima on suoraan verrannollinen siihen, kuinka kaukana punnus on tasapainoasemasta:

$$F = -kx$$

, jossa  $k$ =jousivakio ja  $x$ =poikkeama tasapainoasemasta

Fysiikassa harmonisella värähtelijällä tarkoitetaan esimerkiksi jousiheiluria (edestakaisin värähtelevää jouta), sillä jouseen vaikuttaa ns. harmoninen voima. Harmonisen värähtelijän jaksonajalle ( $T$ ) voidaan johtaa lauseke

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{m/k}$$

, jossa  $m$  = jousessa värähtelevän punnuksen massa ja  $k$ =jousivakio.

## Välineet:

- Jousi ja 100 g punnuksia
- Mittanauha / viivoitin
- Sekuntikello (esim. kännykän)
- Statiivi ja koura

## I Jousivakion määrittäminen jousen venymän avulla

### Tutkimustehtävät:

- 1) Tehtävänäsi on määrittää jousivakion suuruus jousen venymän avulla.
  - a. Mittaa jousen venymä ainakin useammalla eri punnuksen massalla.

- b. Laske jousivoiman arvot tasapainoasemassa. (Esitä laskujen periaate raportissasi.)
- c. Piirrä LoggerPro:lla  $x, F$  -kuvaaja ja sovita siihen suora.
- d. Määritä kuvaajan avulla jousivakion arvo. (Esitä laskujen periaate raportissasi.)

## II Jousivakion määrittäminen jousen jaksonajan avulla

### Tutkimustehtävät:

- 2) Tutki, millä tavoin punnuksen poikkeutuksen suuruus (amplitudi) vaikuttaa värähtelijän värähdysaikaan. (Kuvaa tulokset sanallisesti raportissa.)
- 3) Tutki, millä tavoin punnuksen massa ( $m$ ) vaikuttaa värähtelijän värähdysaikaan.
  - a. Testaa värähtelyn jaksonaika mittaamalla esim. kymmeneen värähdykseen kuluva aika ja laske siitä keskiarvo.
  - b. Toista mittaus ainakin kuudella eri massalla.
  - c. Piirrä mittaustuloksesi LoggerPro:lla  $m, T^2$ -koordinaatistoon.
  - d. Sovita kuvaajaan suora ja määritä sen avulla jousivakion ( $k$ ) arvo.

### Raportti (työselostus)

- 1) Johdanto ja teoria (20 p)
  - Kerro lyhyesti, mitä fysiikan ilmiöitä tutkitte työssä. (Mikä oli työn tavoitteena?)
  - Selitä lyhyesti kaikki käsitteet (termit), jotka liittyivät tähän mittaukseen.
  - Kuvaa fysiikan lait, jotka liittyivät tähän mittaukseen. Esitä myös suureyhtälöt (kaavat).
  
- 2) Tutkimuksen suorittaminen (10 p)
  - Kerro mahdollisimman tarkasti, miten teitte mittaukset. (Siten, että joku muu pystyisi tämän kuvauksen perusteella tekemään työn samalla tavalla.)
  - Voit esittää myös valokuvia tai kaaviokuvia tutkimuksen suorittamisesta.
  
- 3) Tulokset (30 p)
  - Esitä kaikki kvantitatiiviset mittaustulokset esimerkiksi taulukkomuodossa.
  - Esitä lyhyesti kvalitatiivisen tutkimuksen tulos (tutkimustehtävä 2).
  - Esitä **graafiset mallit** (kuvaajat). Muista nimetä akselit ja yksiköt ja kirjoita kuvaajalle lyhyt kuvateksti.
  - Sovita mittaustuloksiin **matemaattinen malli** (lineaarinen malli).
  - Ota raporttiin kuvankaappaukset kuvaajista, joissa näkyy myös akselien nimet ja otsikot.
  - Laske tulosten perusteella jousivakion arvot. Vertaa tuloksia toisiinsa.
  
- 4) Johtopäätökset (30 p)

- Kuvaile sanallisesti, millaisia johtopäätelmiä voit tehdä mittaustehtävien 1-3 perusteella.
- Pohdi, miksi kahdella eri tavalla mitatessa sait erilaisia tuloksia.
- **Ekstrapolointi**: kuinka paljon jousi olisi venynyt, jos punnuksen massa olisi ollut 1 kg? Entä mikä olisi ollut tällaisen värähtelijän jaksonaika? Tee kuvaajan perusteella ennuste. Selitä, miten teit ennusteet. Pohdi, mitä virheitä tällaisessa ekstrapoloinnissa voisi olla.
- Pohdi tulostesi mahdollisia **mittausvirheitä**. Mikä olisi voinut aiheuttaa satunnaisvirhettä / systemaattista virhettä? Tuliko mittauksissa karkeita virheitä?

5) Lähteet (10 p)

- Kerro kaikki käyttämäsi lähteet seuraavalla tavalla:

Kirjan tekijät, painovuosi. Kirjan nimi. Kustantaja.

(esimerkki: Kiuru, Kohtamäki, Korhonen, Laukkanen, Nurmi & Vähä-Heikkilä, 2021. Vipu 5. Otava.)

Internet-sivun nimi. Internet-sivun linkki. Päivämäärä, jolloin sivu on luettu.

(esimerkki: Wikipedia: Jousi. <https://fi.wikipedia.org/wiki/Jousi>. Luettu: 20.12.2021.)

## Arviointi: arviointimatriisi

	100 %	75 %	50 %	25 %
<b>Johdanto ja teoria (20 p)</b>	Työn tavoite (tutkimuskysymys) kerrottu selkeästi omin sanoin. Käsitteet ja fysiikan lait avattu kattavasti. (20 p)	Työn tavoite (tutkimuskysymys) kerrottu omin sanoin. Käsitteitä ja lakeja selitetty hyvin. (15 p)	Työn tavoite kerrottu jollain tavoin. Käsitteet ja/tai lait selitetty puutteellisesti. (10 p)	Työn tavoite (tutkimuskysymys) kuvattu puutteellisesti. Käsitteet ja/tai fysiikan lait puuttuvat. (5 p)
<b>Tutkimuksen suorittaminen (10 p)</b>	Työn suorittaminen kuvattu tarkasti. Tutkimuksen voisi toteuttaa uudelleen kuvauksen perusteella. Tukena voitu käyttää myös kaaviokuvia tai valokuvia. (10 p)	Työn suorittaminen kuvattu, mutta yksityiskohdissa pieniä puutteita. (8 p)	Työn suorittaminen kuvattu, mutta vaiheista puuttuu olennaisia kohtia. (5 p)	Työn suorittaminen kuvattu puutteellisesti. Ei olisi mahdollista toistaa työtä kuvauksen perusteella. (3 p)
<b>Tulokset (30 p)</b>	Kuvaaja esitetty oikein, akselit ja yksiköt nimetty oikein. Kuvaajassa on selkeä kuvateksti. Matemaattinen malli sovitettu aineistoon ja suoran kulmakerroin on kirjoitettu auki sanallisesti. Kuvaajan perusteella laskettu jousivakiot oikein. (30 p)	Kuvaaja esitetty oikein, akselit ja yksiköt nimetty oikein. Kuvaajassa on kuvateksti. Matemaattinen malli sovitettu aineistoon. Kulmakertoimen avaaminen puuttuu tai kuvaajassa tai laskussa pieniä virheitä. (23 p)	Akselien tai yksiköiden nimeämisessä puutteita. Kuvateksti puuttuu tai siinä on puutteita. Matemaattisen mallin sovitamisessa tai kulmakertoimen lukemisessa tai laskuissa virheitä. (15 p)	Kuvaaja piirretty virheellisesti ja kuvateksti puuttuu. Akseleita tai yksiköitä nimeämättä. Kulmakertoimen lukemisessa ja laskuissa virheitä. (8 p)
<b>Johtopäätökset (30 p)</b>	Tutkimuksen tulokset kuvattu sanallisesti ja omin sanoin. Pohdittu kahden työn eroja laajasti. Ekstrapolointi toteutettu oikein ja selitetty, miten se on tehty. Pohdittu ekstrapoloinnin rajoitteita. Pohdittu useita mahdollisia virhelähteitä työssä, sekä systemaattista että satunnaista virhettä. (30 p)	Tutkimuksen tulokset kuvattu sanallisesti ja omin sanoin. Pohdittu kahden työn eroja. Ekstrapolointi toteutettu oikein. Pohdittu ekstrapoloinnin rajoitteita. Pohdittu ainakin kahta virhelähdettä. (23 p)	Tutkimuksen tulokset kuvattu sanallisesti. Kahden työn eroja pohdittu puutteellisesti. Ekstrapolointi toteutettu, mutta voi olla virheellisiä tuloksia. Ekstrapoloinnin rajoitteita ei pohdittu. Pohdittu ainakin yhtä virhelähdettä. (15 p)	Tutkimuksen tulokset kuvattu puutteellisesti. Töiden eroavaisuuksia ei pohdittu. Ekstrapolointi toteutettu jollain tavalla. Ekstrapoloinnin rajoitteita tai virhelähteitä pohdittu puutteellisesti. (8 p)
<b>Lähteet (10 p)</b>	Käytetty useita lähteitä, jotka merkitty asianmukaisesti (10 p)	Käytetty ainakin kahta lähdettä, jotka merkitty asianmukaisesti. (8 p)	Käytetty vain yhtä lähdettä, joka merkitty asianmukaisesti tai käytetty useita lähteitä, joiden merkitsemisessä puutteita (5 p)	Käytetty vähän lähteitä, joiden merkitsemisessä puutteita. (3 p)

# FY6. Ohmin laki

## Työn tarkoitus:

Tutkitaan miten virtapiirin jännite ja virta riippuvat toisistaan.

Lisäksi tutkitaan, miten vastuslangan **pituus, paksuus ja materiaali** vaikuttavat resistanssin suuruuteen.

## Tarvittavat välineet:



- säädettävä jännitelähde

**Huom!** Valitse **DC** = Direct Current = tasavirta.

(AC = Alternating Current = vaihtovirta)

- kaksi yleismittaria virtamittariksi ( $A$  = ampeeri) ja jännitemittariksi ( $V$  = voltti)
- kaksi eristetolppaa, hauenleukoja ja johtimia

I(A)	U(V)

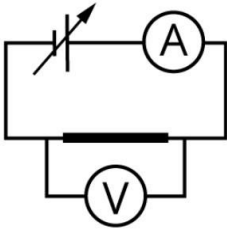
- mittanauha
- vastuslanka

### Työn suoritus:

1. Aseta valitsemasi vastuslanka hauenleukojen avulla eristetolppien väliin. Mittaa langan pituus (suuruusluokka 10 - 30cm) . Kirjaa arvot ylös:

materiaali:\_\_\_\_\_ pituus:\_\_\_\_\_ paksuus:\_\_\_\_\_  
materiaaliekossa lukeva arvo resistanssille ( $\Omega/m$ ):\_\_\_\_\_

2. Tee kytkentä, jolla voit **mitata vastuslangan päiden välistä jännitettä ja langassa kulkevaa virtaa**. Näytä kytkentä opettajalle ennen kuin alat mittaamaan.



3. Mittaa vähintään viisi, mielellään enemmän, **samanaikaista virta- ja jännitelukemaa**. Taulukoi tulokset.
4. Piirrä ( $I, U$ )-kuvaaja. Tee sopiva sovitus pistejoukkoon ja selvitä langan resistanssi  $R = U/I$ . Kirjoita saatu tulos [yhteiseen taulukkoon](#) tulosten vertailua varten.
5. Laske langan resistanssi pituusyksikköä kohti ( $\Omega/m$ ) ja vertaa tulosta valmistajan pakkauksessa ilmoittamaan arvoon.
6. Tutki [simulaation](#) avulla miten langan
  - pituus
  - poikkipinta-ala
  - materiaali (resistiivisyys) vaikuttavat langan resistanssiin. Kirjaa havainnot.
7. Tutustu muiden ryhmien tuloksiin [yhteisestä taulukosta](#). Vertaa tuloksia simulaatiosta tehtyihin havaintoihin.
8. Laske simulaatiossa esitetyn resistanssin kaavan avulla edellä tutkitun langan resistanssi. Vertaa saatua arvoa kohdan 4 tulokseen.

(Aineen resistiivisyys  $\rho$  ( $\Omega m$ ):

Manganiinin arvon löydät MAOL'sta, [ISAOHM](#)'n arvo on  $1,32 \cdot 10^{-6} \Omega m$ )

9. Kirjoita työstä työselostus.

## Arviointi: Ohmin laki: pisteytys

- johdanto
- teoria
- mittalaitteisto ym. 1p
- tulokset

### työl

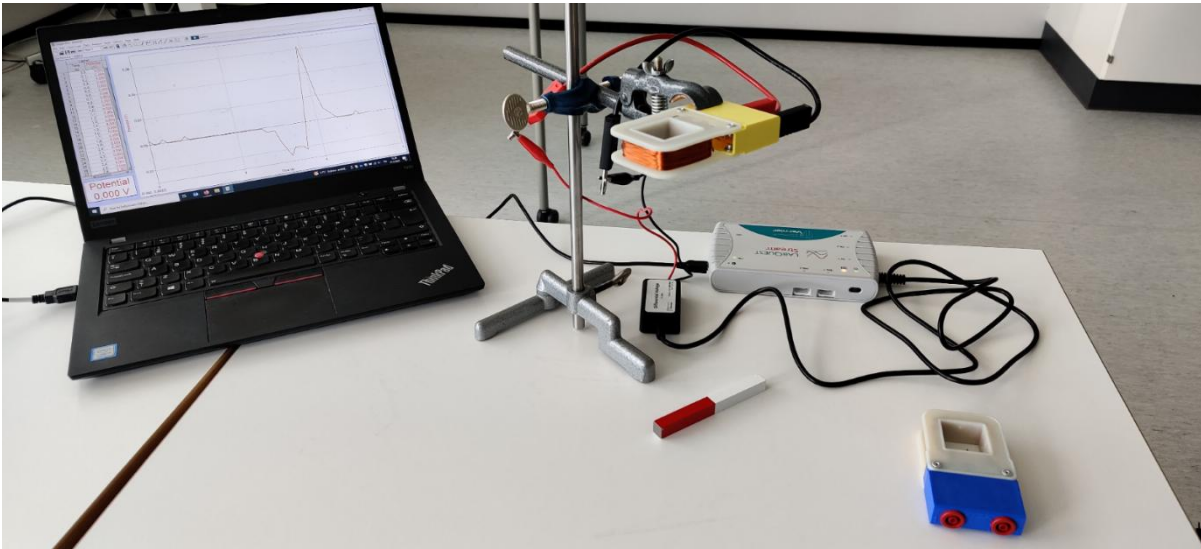
- taulukko
- kuvaaja 2p
- trendiviiva + kulmakerroin 1p
- resistanssin arvo 1p
- resistanssi pituusyksikköä kohden + vertailu 1p - simulaatio (2p)
- miten pituus vaikuttaa? 0,5p
- miten poikkipinta-ala vaikuttaa? 0,5p
- miten materiaali 0,5p
- vertailu muiden tuloksiin 0,5p
- resistanssi kaavalla 1p
- Johtopäätökset 1p yht. 10 p

### Opintojakson arviointi:

- **STUDEON TEHTÄVÄT** 20 % (vähintään 40 % annettujen tehtävien pisteistä saatava opintojakson aikana)
- **ULKOPUOLISET TEHTÄVÄT** 20 %
- TYÖ 1. Sähkövirta ja virtapiiri (5 p)
- TYÖ 2. Ohmin laki (10 p)
- TYÖ 3. Virtapiirilasku (10 p)
- TYÖ 4. Kondensaattori
- TYÖ 5. LED-tutkimuksia
- KOE 60 %
- JATKUVA NÄYTTÖ

# FY7. Induktio

Tässä työssä tutkitaan käämin päiden välistä jännitettä. Rakenna kuvan mukainen mittausrakennelma, nimeä työvälineet ja seuraa ohjeita.



## Työvälineet

Kirjaa tähän työssä käytetyt välineet.

## Koe 1

Kuljeta sauvamagneettia erittäin hitaasti kohti käämiä (ei sisälle) ja käämistä poispäin. Mitä havaitset?

Vinkki: kun teet ensimmäisen mittauksen, autoskaalaa koordinaatisto.

Havainnot: kirjaa tähän havaintosi lyhyesti.

## Koe 2

Toista edellinen liikuttamalla magneettia erittäin nopeasti. Mitä havaitset?

Toista edellinen koe kääntämällä magneetin toinen kohtio kohti käämiä. Minkä eron huomaat aiempaan?

Havainnot:

## Koe 3

Paina logger Prossa ctrl + L. Toista edellinen koe, mutta käännä magneetin toinen kohtio kohti käämiä. Vertaa kahta kuvaajaa. Minkä eron huomaat aiempaan?

Havainnot:

## Koe 4

Pidä magneettia paikallaan. Kokeile tätä eri etäisyyksillä käämistä ja käämin sisällä. Millaisen jännitteen paikallaan oleva magneetti tuottaa?

Havainnot:

### **Koe 5**

Kääntelevä magneettia eri suuntiin käämiin läheisyydessä. Mitä havaitset?

Havainnot:

### **Koe 6**

Irrota käämi statiivista ja kääntelevä käämiä magneetin läheisyydessä. Mitä havaitset?

Havainnot:

### **Koe 7**

Pudota magneetti käämiin läpi. Liitä kuvankaappaus tähän. Nappaa putoava magneetti kädellä, ettei se hajota pöydällä mitään!

Kuvaaja:

### **Koe 8**

Vaihda käämi toiseen, jonka kierrosluku on suurempi. Toista pudotuskoe. Vertaile mittatuloksia keskenään. Minkä eron huomaat näiden välillä?

Vinkki: pyri tekemään koe molemmilla kerroilla niin samalla tavalla kuin pystyt. Havainnot:

Tehtäviä:

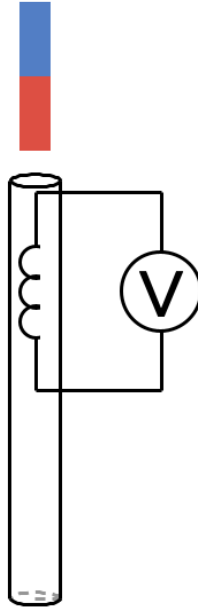
1. Milloin käämiin indusoituu jännite?
2. Miksi kuvaajassa on positiivisia ja negatiivisia jännitteitä?
3. Miten kuvaaja muuttuu, jos jänniteanturi kytketään käämiin toisinpäin?
4. Mikä merkitys sauvamagneetin asennolla käämiin verrattuna?

# FY7. Sähkömagneettinen induktio

Työn tarkoitus

Työssä tutkitaan käämiin indusoituvaa jännitettä.

Työvälineet



Käämi, sauvamagneetti, jänniteanturi.

Kytkentä

Kytke jänniteanturi käämiin ja mittausohjelmistoon.

Työn suorittaminen

Avaa Logger Pro ja mittauspohja **Induktio\_pohja.cmb1**. Käynnistä mittausohjelmasta mittaus. Muista nollata anturi ennen jokaista mittausta ja tallentaa jokainen mittaus erikseen.

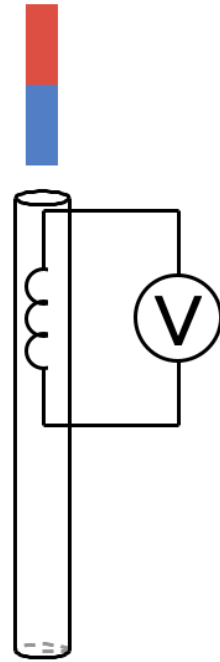
1) Pudota magneetti käämin läpi. Esitä graafisesti käämiin indusoitunut jännite ajan funktiona.

Liitä kuvaajasi tähän.

Selitä jännitekuvaajan muoto.

2) Vertaa kuvaajassa piikkien korkeuksia toisiinsa. Mitä voit todeta? Mitä ero johtuu?

3) Käännä magneetti ylösalaisin ja pudota magneetti käämin läpi toinen pää edellä kuin

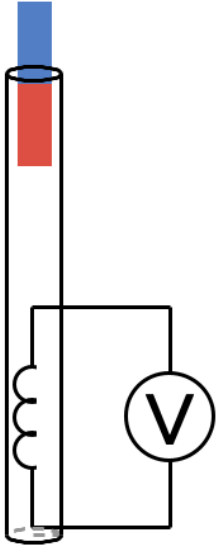


edellä. Esitä graafisesti käämiin indusoitunut jännite ajan funktiona.

Liitä kuvaajasi tähän.

Vertaa 1) ja 3) kohdan kuvaajia. Miten kuvaajan muoto muuttui, jos magneetti pudotettiin toinen kohtio edellä?

6) Käännä putki ylösalaisin ja pudota magneetti käämin läpi. Esitä graafisesti käämiin indusoitunut jännite ajan funktiona.

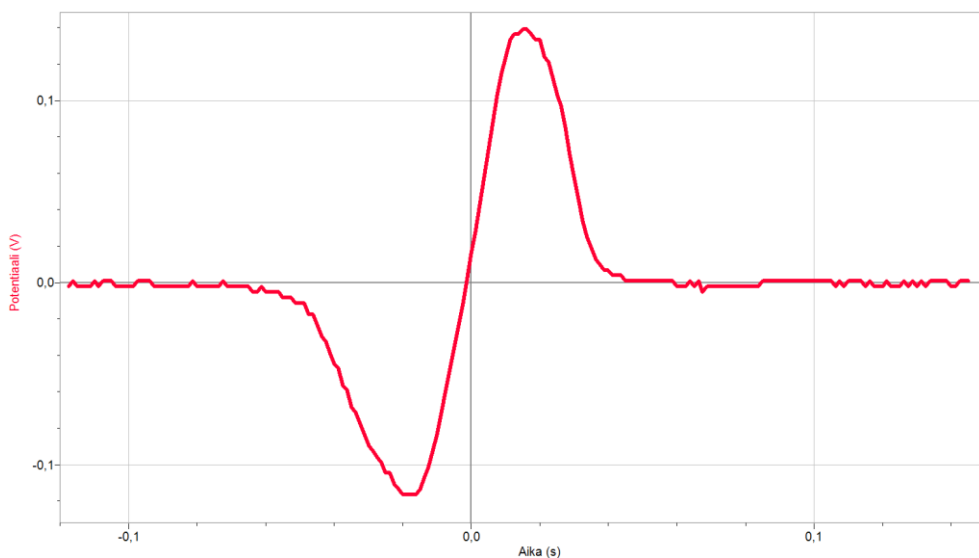


Liitä kuvaajasi tähän.

Vertaa kuvaajaasi aiemmin saamiisi kuvaajiin (kuvaaja 1 tai kuvaaja 3). Minkä eron huomaat, kun magneetti pudotetaan eri korkeudelta kuin edellisissä mittauksissa?

## Arviointi: pisteytys ja malliratkaisut

1) Pudota magneetti käämin läpi. Esitä graafisesti käämiin indusoitunut jännite ajan funktiona.



Kuvaaja 2 p.

Selitä jännitekuvaajan muoto.

Magneetin magneettikenttä muuttuu käämin magneettivuota, jolloin havaitaan kuvaajan 1.piikki. Kuvaajan 2.piikki syntyy, kun käämin magneettivuoto muuttuu uudestaan magneetin toisen kohtion ohittaessa käämin. Toisessa tapauksessa magneettivuoto muutos on positiivinen, toisessa magneettivuoto muutos on negatiivinen.

1 p.

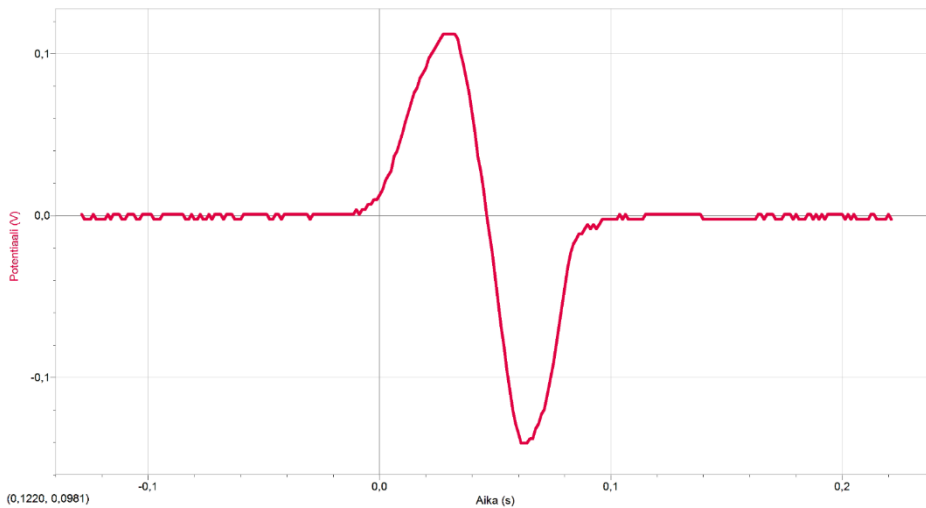
2) Vertaa kuvaajassa piikkien korkeuksia toisiinsa. Mitä voit todeta? Mistä ero johtuu?

<p>Tilastot: Viimeisin   Potentiaali  min: -0,1165 at -0,0200 maks: 0,1390 at 0,01500  keskiarvo: -0,001242 mediaani: -0,01431  kesk.haj.: 0,08615 pistettä: 72  <math>\Delta y</math>: 0,256</p>
---

Jälkimmäinen piikki on korkeampi ja kapeampi.

1 p.

3) Käännä magneetti ylösalaisin ja pudota magneetti käämin läpi toinen pää edellä kuin edellä. Esitä graafisesti käämiin indusoitunut jännite ajan funktiona.



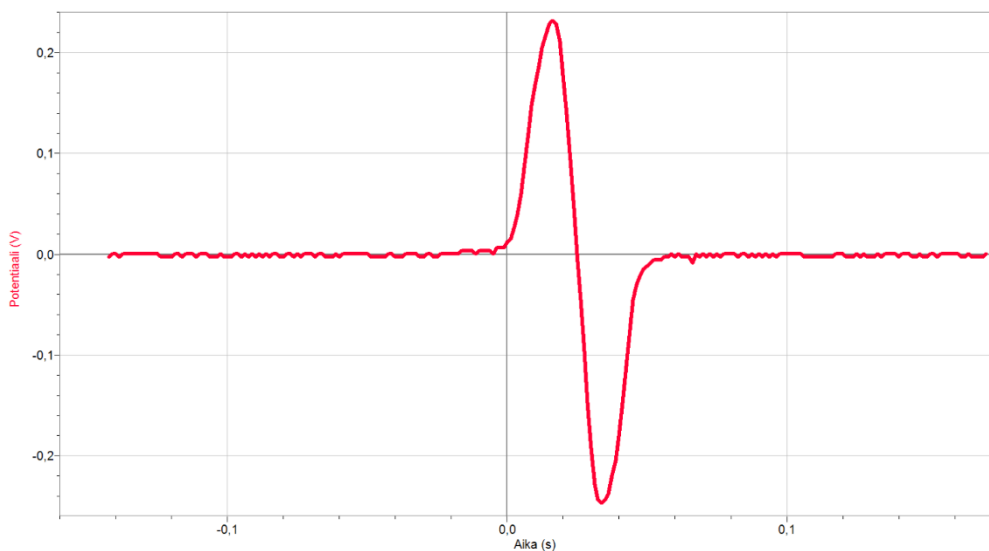
Kuvaaja 2 p.

Vertaa 1) ja 3) kohdan kuvaajia. Miten kuvaajan muoto muuttui, jos magneetti pudotettiin toinen kohtio edellä?

Piikit ovat toisin päin.

1 p.

5) Käännä putki ylösalaisin ja pudota magneetti käämin läpi. Esitä graafisesti käämiin indusoitunut jännite ajan funktiona.



Kuvaaja 2 p.

Vertaa kuvaajaasi aiemmin saamiisi kuvaajiin (kuvaaja 1 tai kuvaaja 3). Minkä eron huomaat, kun magneetti pudotetaan eri korkeudelta kuin edellisissä mittauksissa?

Tilastot: Viimeisin | Potentiaali  
min: -0,2464 at 0,03375 maks: 0,2317 at 0,01625  
keskiarvo: -0,001385 mediaani: 0,0001907  
kesk.haj.: 0,1245 pistettä: 65  
 $\Delta y$ : 0,478

Käämiin indusoituu suurempi jännite, koska magneetin nopeus käämin kohdalla on suurempi.

1 p.

yht. / 10 p.

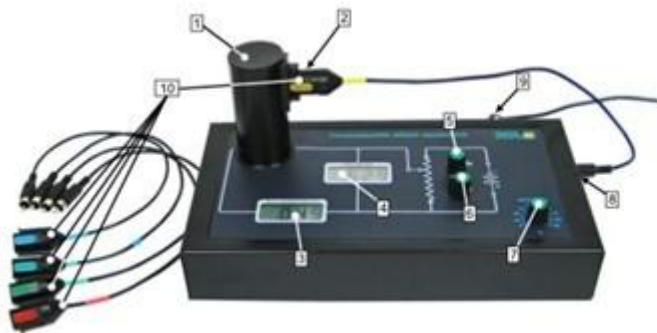
# FY8. Valosähköinen ilmiö - mallit

## Valosähköinen ilmiö – mittauslaitteisto

Valosähköisen ilmiön tutkimuksessa monokromaattista valoa (LED-lamppu) ohjataan metallilevyyn eli katodiin, josta irtoaa elektroneja. Käytössä on viisi eri aallonpituuden omaavaa lediä. Katodiin tulevan valon intensiteettiä voidaan tarvittaessa muuttaa.

Katodin valaisun seurauksena siitä irtoaa elektroneja, joita kutsutaan fotoelektroneiksi. Elektronit synnyttävät sähkövirran katodin ja anodin välille. Sähkövirran suuruus nähdään koelaitteistossa.

Sähkövirta saadaan loppumaan kytkemällä katodin ja anodin välille elektronien liikettä hidastava sähkökenttä (vastajännite = pysäytysjännite). Sähkökentän jännitettä voidaan muuttaa koelaitteistosta.



- 1) valokennon suojakupu
- 2) valo suuntaava putki
- 3) nanoampeerimittari fotovirralle
- 4) jännitemittari pysäytysjännitteelle
- 5) vastajännitteen karkea säätö
- 6) vastajännitteen hienosäätö
- 7) valolähteen kirkkauden säätö
- 8) valolähteen pistoke
- 9) virtalähteen pistoke
- 10) valolähteinä toimivat LEDit

## Mittaustulokset

Valon aallonpituus (nm)	Pysäytysjännite (V)
611	0,083
588	0,151
525	0,422
505	0,494
472	0,678

Palautettava tehtävä

# Arviointi: pisteytys ja malliratkaisut

## 1.1

Tehtävänä on määrittää

- Planckin vakio (1 p)
- Rajataajuus (1 p)
- Irrotustyö (1 p)

Esitä mittaustulokset taulukoituina, laske tarvittavat suureet ja piirrä sopiva kuvaaja, josta voit määrittää pyydettyt suureet. Perustele tehtävässä käytetty yhtälö (1 p) ja kuvaajan valinta (1 p).

Osuessaan metallilevyyn säteilykvantti luovuttaa kaiken energiansa metallin elektronille. Osa energiasta menee elektronin irrotustyöhön ja loput elektronin liike-energiaksi.

$$E_{kvantti} = W_0 + E_k$$

$$hf = W_0 + E_k$$

Elektronin liike-energia on täten

$$E_k = hf - W_0$$

missä  $h$  on Planckin vakio,  $f$  on säteilykvantin taajuus ja  $W_0$  on irrotustyö.

Lasketaan aaltoliikkeen perusyhtälöllä valon taajuudet.

$$c = f\lambda \Rightarrow f = \frac{c}{\lambda}$$

missä  $c$  on valonnopeus ( $2,998 \cdot 10^8$  m/s) ja  $\lambda$  valon aallonpituus.

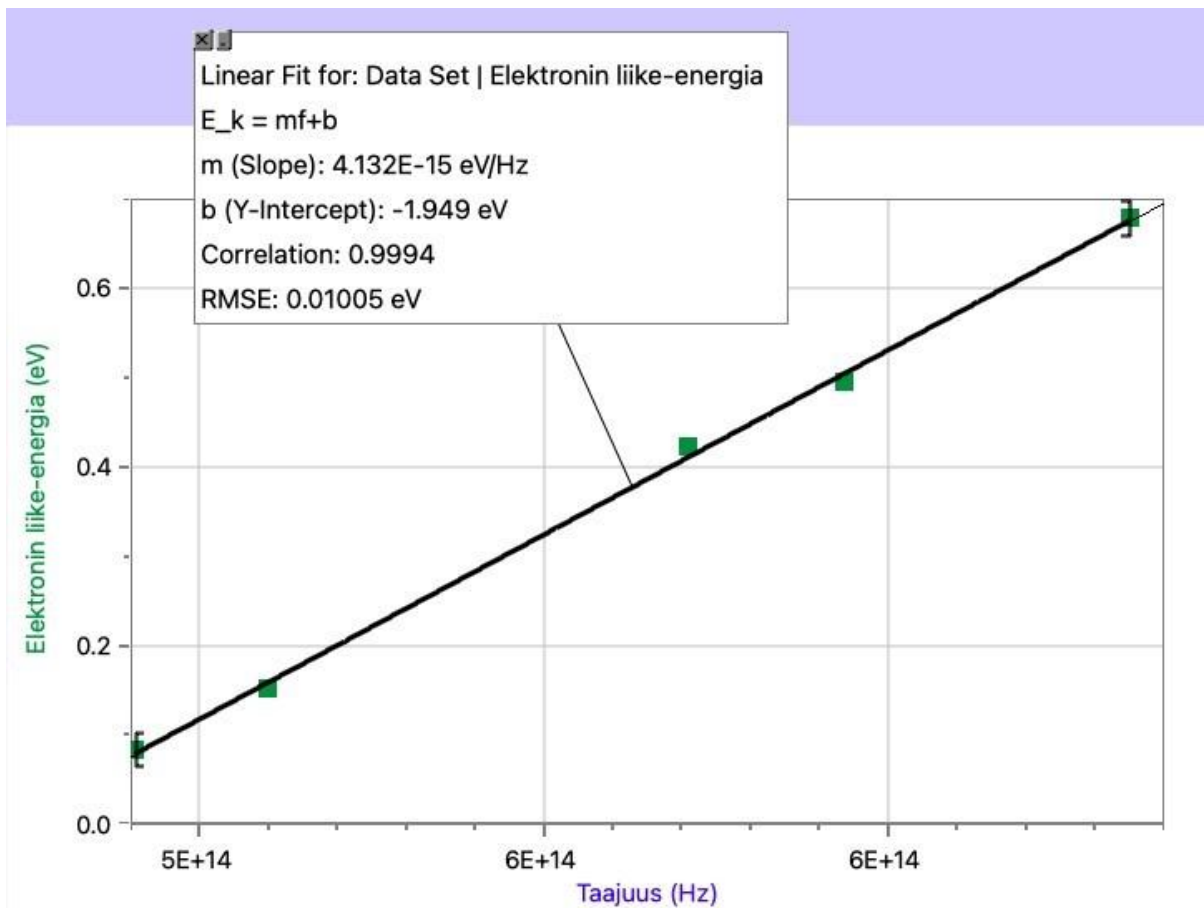
Elektronien liike-energia on yhtä suuri kuin pysäytysjännitteen aiheuttaman sähkökentän tekemä työ

$$E_k = W = eU$$

missä  $e$  on alkeisvaraus (tässä tapauksessa 1 e) ja  $U$  levyjen välinen jännite.

$\lambda$ (nm)	$U$ (V)	Taajuus (Hz)	$E_k$ (eV)
611	0.083	4.9071	0.083
588	0.151	5.0991	0.151
525	0.422	5.7101	0.422
505	0.494	5.9371	0.494
472	0.678	6.3521	0.678

Piirretään nyt ( $f, E_k$ )-kuvaaja.



Elektronin liike-energia on muotoa

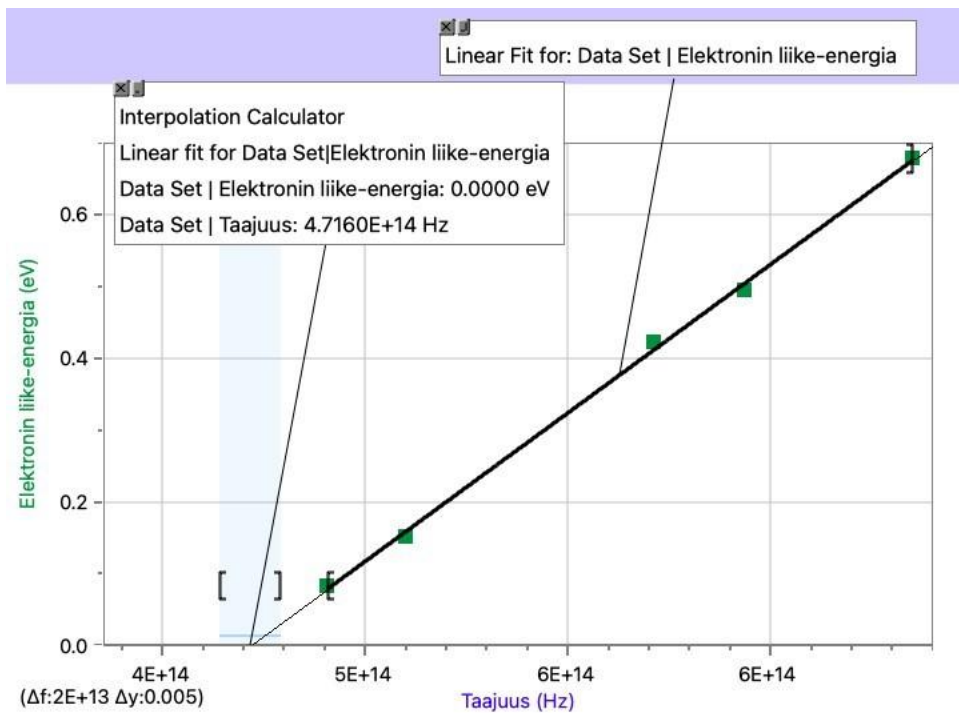
$$E_k = hf - W_0$$

Tämä on suoran yhtälö.

Planckin vakio saadaan mittauspisteisiin sovitetun suoran kulmakertoimesta:

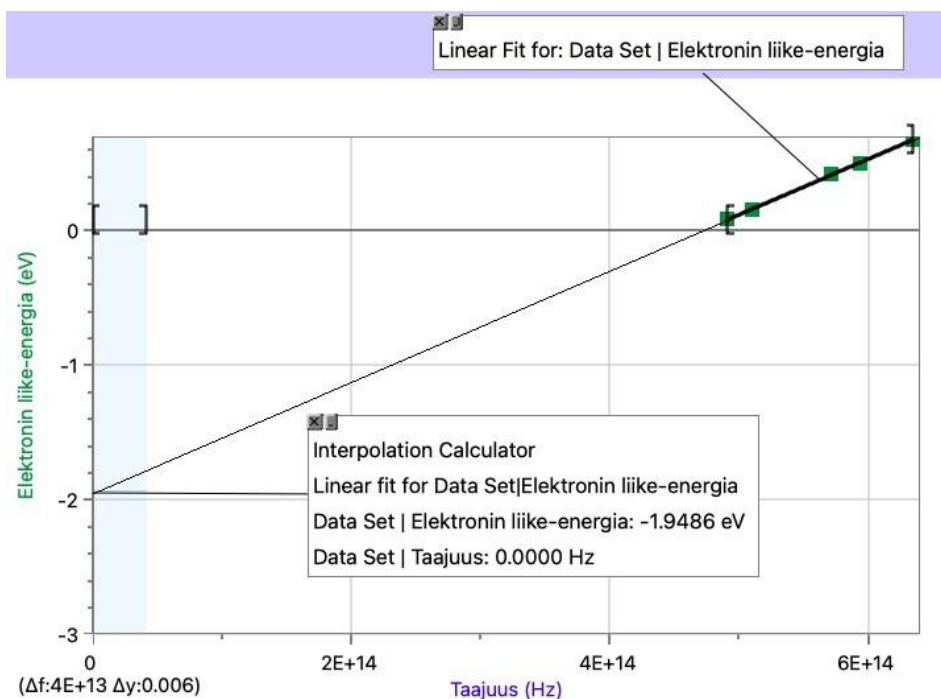
$$h = 4,132 \cdot 10^{-15} \text{ eVs} \approx 4,13 \cdot 10^{-15} \text{ eVs}$$

Planckin vakion taulukkoarvo on  $4,136 \cdot 10^{-15} \text{ eVs}$ .



Rajataajuus saadaan kuvaajasta x-akselin leikkauskohdasta (eli kun elektronin liike-energia on nolla ja kvantin energia menee kokonaan irrotustyöhön):

$$f_0 = 4,7160 \cdot 10^{14} \text{ Hz} \approx 4,72 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$



Irrotustyön vastaluku saadaan kuvaajasta y-akselin leikkauskohdasta (eli kun taajuus on nolla):

$$W_0 = 1,9486 \text{ eV} \approx 1,95 \text{ eV}$$

Irrotustyö on positiivinen, koska liike-energian lausekkeessa on vakiotermin  $-W_0$ . Metallina oli cesiumia, ja MAOL-taulukoiden mukaan cesiumin irrotustyön suuruus on 1,94 eV.

## 1.2

**Perustele, mitä rajataajuus (1 p) ja irrotustyö (1 p) tarkoittavat.**

Rajataajuus on se taajuus, joka sähkömagneettisella säteilyllä pitää olla, jotta sen energia on riittävän suuri irrottaakseen metallista elektroneja. Rajataajuus, jolla elektroneja alkaa irrota, on eri metalleille erisuuruinen.

Irrotustyö on se energian määrä, joka kuluu elektronien irrottamiseen metallista (elektronin sidoksia rikkoontuu). Säteilykvantin energiasta osa kuluu irrotustyöhön ja loppu menee elektronien liike-energiaksi. Rajataajuudella kvanttien energia on yhtä suuri kuin irrotustyö  $W_0$ .

## 1.3

**Selitä lyhyesti.**

☒ Mikä aiheuttaa laitteistossa sähkövirran syntymisen? (1 p)

- 1 Sähkömagneettinen säteily (valo) irrottaa elektronit katodilta, ja ne saavat liike-energiaa, jonka avulla ne liikkuvat anodille. Sähkövirta havaitaan, kun elektronit liikkuvat levyltä toiselle.

☒ Mitkä seikat vaikuttavat syntyneen sähkövirran suuruuteen? (1 p)

- 1 Valon taajuus / aallonpituus ( $\rightarrow$  energia)

o Elektronien määrä, johon taas vaikuttaa valon intensiteetti (kunhan taajuus on riittävän suuri)

☒ Miksi sähkövirta saadaan pysäytettyä jännitteen avulla? (1 p)

- 1 Levyjen välille säädetty sopivan suuntainen jännite luo sähkökentän, joka tekee työtä elektronien liikkeen pysäyttämiseksi. Kun pysäytysjännite on tarpeeksi suuri, kentän tekemä työ estää elektronien saapumisen anodille, jolloin sähkövirtaa ei havaita.

# FY8. Valosähköilmiö

## Tutustu valosähköilmiöön simulaatiolla.

Simulaatio löytyy täältä: [applets.kcvs.ca/photoelectricEffect/PhotoElectric.html#](http://applets.kcvs.ca/photoelectricEffect/PhotoElectric.html#)

Valosähköilmiössä elektronien suurin liike-energia voidaan määrittää pysäytysjännitteen avulla. Mittauksessa käytetään purkausputkea, jonka metallipintaan kohdistetaan valoa. Purkausputki on virtapiirin osana. Piirissä oleva virtamittari osoittaa sähkövirran kulun, Tietyillä pysäytysjännitteen arvoilla sähkövirran kulku lakkaa.

Kerää simulaation avulla dataa eri aallonpituuksia vastaavista pysäytysjännitteistä.

Valitse cesium metalliksi, johon säteily kohdistuu. Kerää kuusi mittauspistettä mahdollisimman laajalta mittausalueelta, jolla ilmiö tapahtuu. Mittauspisteeksi valitaan taajuuden arvo sekä se jännitteen arvo, jolla virta juuri ja juuri lakkaa kulkemasta (=pysäytysjännite).

Pysäytysjännitteen lukuarvo on sama kuin irronneiden elektroneiden suurimmat liike-energiat, kun liike-energian yksikkönä käytetään elektronivolttia (eV).

Piirrä ( $f$ ,  $E_{kin}$ )-kuvaaja ja määritä graafisesti

A) elektronien irroitustyö ( $W_0$ )

B) valosähköisen ilmiön kynnystaajuus ( $f_0$ )

C) Planckin vakio

Sanamuoto "Määritä graafisesti" tarkoittaa, että vastauksessa pitää olla kuvaaja, sitä pitää hyödyntää ja vielä kertoa miten hyödynsi. Esim. kuvaajasuora yhtälön käyttö algebrallisesti, kuvaajan ja akselien leikkauskohtien lukemista, fysikaalisen pinta-alan määrittäystä tai fysikaalisen kulmakertoimen määrittäystä.

## HUOM! Kirjan kappaletta 2 saa käyttää apuna.

Noudata seuraavia ohjeita soveltuvin osin:

- Työ tehdään pienryhmissä. Palautuksesta tulee löytyä jokaisen ryhmän jäsenen nimi, mutta VAIN YKSI TEKEE PALAUTUKSEN moodleen.
- Raportista tulee löytyä:
  - Ryhmän jäsenen nimet, päiväys ja työn nimi.
  - Lyhyt sanallinen ilmiön esittely.
  - Ilmiöön liittyvien kaavojen esittely.
  - Alkuperäinen ( $f, U$ ) ja muokattu data ( $f, E_{kin,max}$ ) taulukkomuodossa.
  - Kuvaaja.
  - Kuvakaappauksia sopivista kohdista korostettuna.
  - Mahdolliset laskut, esimerkiksi tuloksen poikkeama taulukkoarvosta.
  - Laskuissa käytetyt lukuarvot yksiköineen joko luettelona tai sijoitettuna yhtälöihin.

- Vastaus erillisenä.
- Tarkistathan, ettet tarjoa virheellisiä lukuarvoja tai yksiköitä (MAOL)
- Tiedostonimeksi sukunimi1\_sukunimi2\_sukunimi3.
- Palauta oikean fysiikan ryhmän kansioon ajoissa, myöhässä tulleita ei voida huomioida.
- Palauta vain yksi versio. Et pysty poistamaan edellisiä versioita palautuskansiosta.

Myöhemmin tehtävässä itsearvioinnissa teet samaan itselläsi olevaan versioon (säilytä itselläsi) korjaukset, lisäykset ja tarkennukset **punaisella**. Samoin mahdollisimman yksityiskohtaiset oikeisiin kohtiin sijoitetut pisteet annat itsellesi **punaisella**.

## Arviointi: itsearviointi

### Valosähköilmiön itsearviointiohje

Täydentäkää **punaisella** raportissanne mahdollisesti olleet puutteet ja virheet. Tehkää siis raportistanne täydellinen.

Antakaa itsellenne pisteet alkuperäisen työn perusteella. Pisteet lisätään täsmälleen siihen kohtaan, jossa ne on ansaittu **punaisella**.

### Sanallinen ilmiön esittely

Valosähköilmiössä sähkömagneettinen säteily irrottaa metallin pinnasta elektronin. **1 p.**

Ilmiö on osoitus sähkömagneettisen säteilyn hiukkasluonteesta ja energian kvantittumisesta. **½ p.**

### Ilmiöön liittyvien kaavojen ja periaatteiden esittely

Sähkömagneettisen säteilyn kvantin eli fotonin energia  $hf$  kuluu elektronin irrotustyöhön  $W_0$ , ja mahdollinen ylijäävä energia ilmenee elektronin liike-energiana  $E_{kin}$ . **½ p.**

Energian säilymistä ilmiössä kuvaa siis yhtälö:

$$hf = W_0 + E_{kin,max} \quad \mathbf{\frac{1}{2} p.}$$

Annetussa tehtävässä tutkittiin valosähköilmiössä irronneiden elektronien liike-energioita mittaamalla pysäytysjännitteet  $U$ , joilla elektroneja ei enää kulkenut virtapiirissä. **½ p.**

Pysäytysjännitettä käytettäessä sähköinen voima tekee elektroniin negatiivisen työn  $QU$ , joka on suuruudeltaan sama kuin elektronin liike-energia  $E_{kin,max}$  oli sen irrotessa. **½ p.**

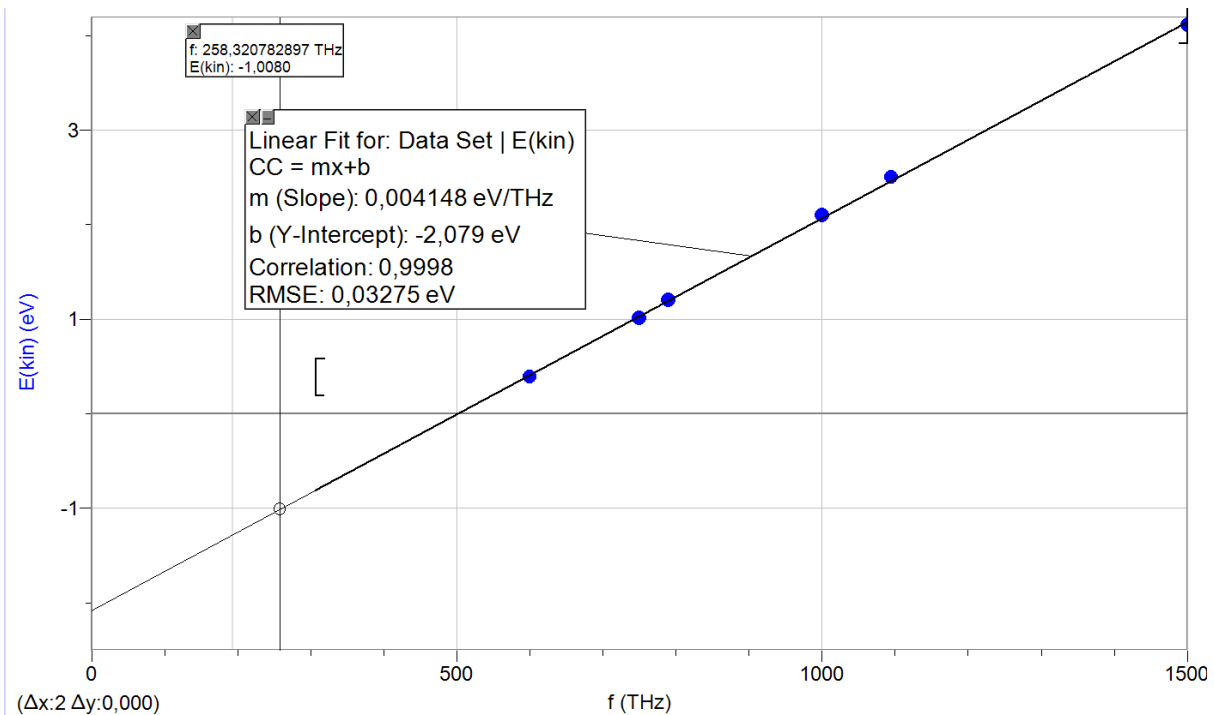
Työperiaate kuvaa tilannetta:

$$W = QU = E_{kin,max} \quad \mathbf{\frac{1}{2} p.}$$

(f, E<sub>kin,max</sub>) - data taulukkomuodossa.

Data Set		
f (THz)	U (V)	E(kin) (eV)
1500	4,11	4,110
1000	2,1	2,100
750	1,01	1,010
600	0,39	0,390
1095	2,5	2,500
790	1,2	1,200

Data ½ p.



Vähintään 6 mittapistettä ½ p.

Kuvaajassa näkyy suureet ja yksiköt ½ p.

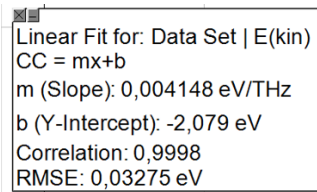
Mittapisteeet näkyvissä ja suora sovitettuna ½ p.

Edellä olevien valmistavien toimien jälkeen siirrytään vastaamaan tehtävässä esitettyihin yksilöityihin kysymyksiin. **Perustelu vaaditaan aina ennen lukuarvon antamista.**

Määritä graafisesti a) elektronien irrotustyö

**Perustelu:** Elektronien irrotustyö on mittaustuloksiin sovitetun suoran ja pystyakselilla olevan energia-akselin leikkauskohdan itseisarvo tai vastaluku. Tähän joko kuvakaappaus

sovitetun suoran tietoruudusta tai kuvakaappaus zoomatusta leikkauskohdasta



½ p.

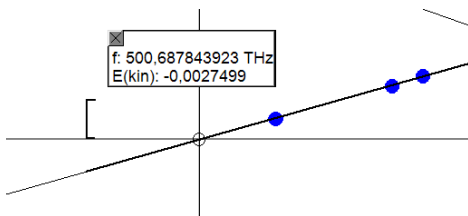
$$W_0 = 2,1 \text{ eV}$$

½ p.

Määritä graafisesti b) valosähköilmiön kynnystaajuus

**Perustelu:** Kynnys- eli rajataajuus on pienin taajuus, jolla ilmiö tapahtuu. Kynnystaajuus selviää mittaustuloksiin sovitetun suoran ja taajuusakselin leikkauskohdasta. Tähän joko interpolaatiolaskurilla, kuvakaappauksella zoomatusta leikkauskohdasta tai laskutoimitus suoran yhtälön avulla leikkauskohdan selvittämiseksi

½ p.



$$f_0 = 501 \cdot 10^{12} \text{ Hz} = 501 \text{ THz}$$

lukuarvo ½ p.

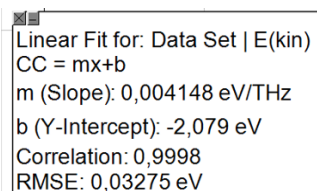
Yksikkö ½p.

Määritä graafisesti c) Planckin vakio

**Perustelu:** Planckin vakio saadaan mittaustuloksiin sovitetun suoran fysikaalisesta kulmakertoimesta.

½ p.

Tähän kuvakaappaus suoran tietoruudusta (fontti 14), josta vastaus poimittava ja annettava erikseen.



$$h = 4,1 \cdot 10^{-15} \text{ eVs}$$

lukuarvo ½ p.

yksikkö ½ p.

Koko tehtävästä maksimi 10 p. Laske pisteesi yhteen ja laita näkyviin raporttisi **alareunaan suurella fontilla**.

Palauta itsearviointi muodossa **.pdf**

Saman henkilön (alkuperäisen raportin lähettäjä) pitää palauttaa itsearvio.

Kiitos!

# FY8. Alfa-, beeta- ja gammasäteilyn eteneminen

Muista tehdä muistiinpanoja tutkimuksistasi koko ajan, sekä tietokoneelle että käsin. Ota myös halutessasi kuvia.

## Alfasäteily

- Mittaa säteilymittarilla luokkahuoneen taustasäteily ja vertaa sen voimakkuutta alfa-aktiivisen säteilylähteen voimakkuuteen.
- Tutki, läpäiseekö alfasäteily paperin (kokeile erilaisilla papereilla). Mitä kirjallisuus (esim. kirja) sanoo tästä? Käyttäytyykö koulun alfasäteilylähde tämän ennusteen mukaan? Mistä johtuu, jos ei käyttydy?
- Tutki alfasäteilyn etenemismatkaa ilmassa. Käytä apuna mittanauhaa.
- Tunnilla ei kokeiltu reitin kaartumista kestopagneetin kanssa, koska sitä on hyvin vaikea havaita koulun laitteilla. Miksi reitin pitäisi kaartua kestopagneetin läheisyydessä?

## Beetasäteily

- Mittaa säteilymittarilla taustasäteilystä johtuvien sykäysten määrä minuutissa. Aseta beetasäteilylähde säteilymittarin lähelle ja vertaa lukemaa edelliseen.
- Tutki, läpäiseekö beetasäteily paperin tai alumiinifolion.
- Tutki beetasäteilyn etenemismatkaa ilmassa. Käytä apuna mittanauhaa.
- Tunnilla ei kokeiltu reitin kaartumista kestopagneetin kanssa, koska sitä on hyvin vaikea havaita koulun laitteilla. Miksi reitin pitäisi kaartua kestopagneetin läheisyydessä?

## Gammasäteily

- Kokeile, läpäiseekö gammasäteily paperin, ohuen alumiinifolion, alumiinilevyn tai lyijylevyn. Huomioi taustasäteilyn vaikutus. (mittaa ensin taustasäteilystä johtuvien sykäysten määrä minuutissa ja vertaa, miten gammasäteilylähde lisää tätä lukemaa).

## Radioaktiiviset mineraalit

Lisäksi havaintoja radioaktiivisista mineraaleista kiinnostuksen mukaan. Tästä kohdasta saaduilla lisäpisteillä voi korvata puutteita raportin muissa kohdissa.

## Arviointi: raportti ja pisteytys

- Johdanto, kerrottu yleistä teoriaa eri säteilylähteistä (alfa-, beeta- ja gammasäteily).

Raportin rakenne ja selkeys. Lähteet ilmoitettu. **Yhteensä 6 p.**

- Kerro tekemistäsi havainnoista ja vastaa selkeästi työhjeen kysymyksiin (kohdat a-d eri säteilylähteillä, gammasäteilyllä vain yksi kohta). **2 p/kohta**, yhteensä **18 p.**

## Raportin rakenne

Raportin rakenne voi olla esimerkiksi tämän ohjeen mukainen. **Käytä selkeitä kappalejakoja ja otsikoi kappaleet.**

### 1. Johdanto

Raportti alkaa johdannolla. Johdannossa kerrotaan aikaisempaa tietoa ja teoriaa ilmiöstä ja kuvataan tutkimuksen taustaa. Kerro tässä eri säteilylähteistä (alfa-, beeta- ja gammasäteily), mitä ne tarkoittavat.

### 2. Tutkimuksen suorittaminen, tulokset ja johtopäätökset

Kerro mahdollisimman yksityiskohtaisesti, miten suoritit tutkimuksen. Liitä tähän tutkimusten ja mittausten tulokset, eli tässä mittausarvoja: taustäsäteilyn voimakkuus sykäystä / minuutti, eri säteilylähteillä samat mittausarvot eri tilanteissa (kuvattu tarkemmin kysymyksissä). **Tarkista, että vastaat kaikkiin työohjeen kysymyksiin. Tee erilliset väliotsikot: Alfasäteily, Beetasäteily ja Gammasäteily** ja lisää niiden alle vielä työohjeen kohdat a-d, joissa vastaat kysymyksiin ja kuvaat kunkin kohdan havainnot.

### Lähteet

Ilmoita lopuksi käyttämäsi lähteet. Muista, että suora kopiointi lähteestä (ilman lainausmerkkejä) on plagiointia ja se johtaa työn hylkäämiseen. Muista ilmoittaa käyttämäsi lähteet ja kerro asiat omin sanoin. (Älä käytä ChatGPT:tä – se ei voi tietää, mitä mittauksia olet tehnyt.)

### Esimerkki lähteiden merkinnästä:

Kirjan tekijät, painovuosi. Kirjan nimi. Kustantaja.

(esimerkki: Kiuru, Kohtamäki, Korhonen, Laukkanen, Nurmi & Vähä-Heikkilä, 2020. Vipu 1. Otava.) Internet-sivun nimi. Internet-sivun linkki. Päivämäärä, jolloin sivu on luettu.

(esimerkki: Wikipedia: Jousi. <https://fi.wikipedia.org/wiki/Jousi>. Luettu: 20.4.2023.)

# Fysiikan työpajat

## 23.10.2024

Vuosaaren lukio

## FY03 Energia ja lämpö Kaasulakien tutkiminen

### 3. Paineen ja tilavuuden välinen yhteys

Työssä tutkitaan, millä tavoin kaasun tilavuus ja paine ovat yhteydessä toisiinsa suljetussa systeemissä (astiassa). Tehtävänäsi on piirtää TI Nspirellä tai Graphical Analysis -ohjelmalla kuvaaja, jossa esität, miten säiliön tilavuus ja siellä olevan kaasun paine riippuvat toisiinsa.

#### Välineet:

- Ruisku ja mäntä
- Paineanturi / U-putkimanometri
- TI Nspire / Vernier Graphical Analysis (graphicalanalysis.app)

#### Työohje:

- Liikuta mäntää ruiskussa ja määritä, kuinka suuri tilavuus kaasua säiliössä on. Lue paineanturilta paineen arvo.
- Tee ainakin viisi mittausta eri tilavuuksilla.

#### Työn raportointi:

- Jokainen tekee työstä oman raportin, joten ota tulokset itsellesi talteen!
  - Älä kopioi kaverilta kuvia tai tekstiä. Älä kopioi myöskään oppikirjasta.
  - Selitä raportissasi:
- 1.1 Mikä työn tavoitteena oli? (Eli mikä oli tämän mittauksen "pointti"?)
  - 1.2 Millaisia välineitä käytitte ja miten teitte mittaukset?
  - 1.3 Piirrä tietokoneella kuvaaja, jossa esität x-akselilla kaasun tilavuuden käänteisluvun ( $1/V$ ) (yksikössä  $1/\text{cm}^3 = 1/\text{ml}$ ) ja y-akselilla paineen (yksikössä Pa). Voit laskea käänteisluvut itse tai hyödyntää "laskettu sarake" -toimintoa. Sovita pistejoukkoon suora. Ota kuvankaappaus kuvaajasta ja liitä se raporttiin.
  - 1.4 Päättelä kuvaajasta, miten kaasun tilavuus vaikuttaa kaasun paineeseen.
  - 1.5 Mikä fysiikan laki on kysymyksessä?

# FY04 Voima ja liike

## Mittaustehtävät: kupla putkessa ja putoamiskiihtyvyys

### Työ 2: Putoamiskiihtyvyyden määrittäminen ultraäänianturin avulla

#### Välineet

- Tietokone ja Vernier Graphical Analysis -ohjelmisto  
[vernier.com/downloads/graphical-analysis/](http://vernier.com/downloads/graphical-analysis/)
- Ultraäänianturi ja sen teline
- LabQuest, virtajohto ja USB-johto
- Iso pallo (tennispallo, golfpallo tai koripallo)

#### Työn suoritus

1. Kiinnitä ultraäänianturi johdolla LabQuestiin. Kiinnitä LabQuestin virtajohto ja liitä se USB-johdolla tietokoneeseen.
2. Avaa Vernier Graphical Analysis ja testaa, että ultraäänianturi toimii.
3. Kiinnitä ultraäänianturi telineeseen / pöydän reunalle. Kiinnitä anturi siten, että sen mittauspää osoittaa pöydän reunalta alaspäin.
4. Pudota pallo suoraan ultraäänianturista alaspäin. Pidä mittaus käynnissä niin pitkään, että pallo pysähtyy.

#### Työn raportointi

- a. Liitä raporttiin pallon paikan kuvaaja (paikan kuvaaja ajan funktiona).
- b. Liitä raporttiin pallon nopeuden kuvaaja (nopeuden kuvaaja ajan funktiona).
- c. Määritä *nopeuden kuvaajalta* nopeuden muutos (kiihtyvyys) sovittamalla suora niille kuvaajan osuuksille, jossa liike on tasaisesti kiihtyvää.  
[Maalaa alue, klikkaa oikealla → käyrän sovitus → lineaarinen. Tee sama määrittäminen jokaiselle "pompulle" erikseen.]  
Liitä tästä määrittämisestä myös kuvankaappaus.
- d. Määritä *paikan kuvaajalta* putoamiskiihtyvyys sovittamalla paraabeli niille kuvaajan osuuksille, jossa liike on tasaisesti kiihtyvää.  
[Maalaa alue, klikkaa oikealla → käyrän sovitus → toisen asteen yhtälö. Tee sama määrittäminen jokaiselle "pompulle" erikseen.]  
Liitä tästä määrittämisestä myös kuvankaappaus.  
Sitten laske toisen asteen yhtälön avulla, mitä sait putoamiskiihtyvyydeksi.  
Laske jokainen pomppu erikseen.
- e. Vertaile, millaisia tuloksia sait c- ja d-kohdista. Kuinka kaukana ne ovat oikeasta putoamiskiihtyvyyden arvosta? Mistä erot voivat johtua?

# FY04 Voima ja liike

## Mekaaninen työ

### Työ 2: Mekaanisen työn määrittäminen voima-anturin ja ultraäänianturin avulla

#### Välineet

- Tietokone ja Vernier Graphical Analysis -ohjelmisto  
[vernier.com/downloads/graphical-analysis/](http://vernier.com/downloads/graphical-analysis/)
- Kitkakappale
- Voima-anturi ja ultraäänianturi
- LabQuest Mini ja USB-johto
- Vaaka
- Mittausaineisto: [bit.ly/fy04\\_tyo](http://bit.ly/fy04_tyo)

#### Työn suoritus

1. Kiinnitä anturit johdolla LabQuestiin. Kiinnitä LabQuestin virtajohto ja liitä se USB-johdolla tietokoneeseen.
2. Avaa Vernier Graphical Analysis ja testaa, että anturit toimivat.
3. Kiinnitä voima-anturi kitkakappaleeseen. Käynnistä mittaus ja vedä kitkakappaletta voima-anturilla eteenpäin.

#### Työn raportointi

- a. Piirrä tietokoneella voiman kuvaaja etäisyyden funktiona.
- b. Määritä kuvaajalta mekaaninen työ graafisen integroinnin avulla.
- c. Määritä kuvaajalta keskimääräinen kitkavoiman arvo (liukukitka).
- d. Määritä kuvaajalta lepokitkan suurin arvo (lähtökitka).
- e. Laske kitkakappaleen ja pöydän välisen kitkakertoimen arvo (lepokitka ja liukukitka erikseen).