

1 Piilevä varaus

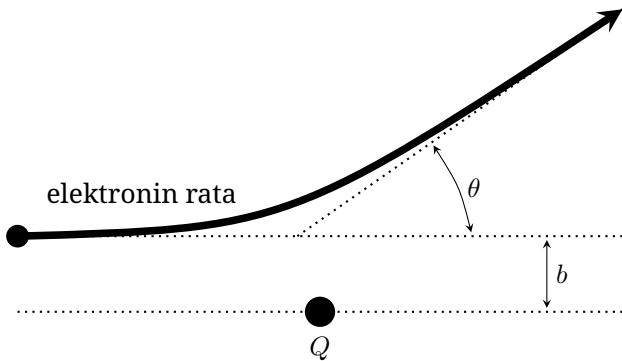
1.1 Johdanto

Tuntematon pistevaraus Q on paikallaan avaruudessa. Elektroneja ammutaan kaukaisuudesta yhdensuuntaisesti z -akselin kanssa. Ne siroavat varauksesta elektrostaattisesti ja osuvat mittalaitteeseen. On mahdollista selvittää tarkemmin piilotetun varauksen ominaisuuksia muuttamalla elektronien kineettistä energiaa laukaistaessa, sekä laukaisupaikan x_i - ja y_i -koordinaatteja, ja sitten mittaamalla koordinaatit x_f ja y_f , joihin ne varjostimella osuvat. Varjostin on äärellisen kokoinen ja sijaitsee $z = 0$:ssa kohtisuorassa z -akselin suhteen.

Rutherfordin sirontakaava on hyödyllinen:

$$b = \frac{kqQ}{2E} \frac{1}{\tan(\theta/2)}$$

missä b on n.k. osumaparametri, E elektronin energia, $q = -1.602 \times 10^{-19} \text{C}$ on elektronin varaus, $k = 8.99 \times 10^9 \text{Nm}^2/\text{C}^2$, ja θ on sirontakulma. Osumaparametri määrittää elektronin ja varauksen välisenä pienimpänä etäisyytenä, jos niiden välillä ei olisi vuorovaikutusta ja elektroni liikkuisi suoraviivaisesti. Sirontakulma on alkuperäisen laukaisuhetken nopeusvektorin ja sironnan jälkeisen nopeusvektorin (kaukana varauksesta) välinen kulma.



1.2 Tehtävä

Tehtäväsi on määrittää paikallaan olevan varauksen sijainti (x_Q, y_Q, z_Q) ja varauksen Q etumerkki niin tarkasti kuin mahdollista. Anna karkeat suuruusluokka-arvot tulosten virheelle. Elektronisuihkun lähtöpisteeseen liittyy Gaussinen epävarmuus, jonka suuruusluokka on 0.5 mm.

Kuten missä tahansa kokeessa, sinun tulee tehdä datastasi selkeästi nimiöidyt taulukot, kuvaajat, sekä riittävät johdot yhtälöille, jotta käy selväksi, mitä olet mittanut, sekä miten olet johtanut tuloksesi.

1.3 Ohjelman käyttöliittymä

Ohjelma pyytää kiihdytysjännitettä kehoitteella

Beam accelerating voltage in V:

Anna luku välillä 1 ja 10000, ja paina **Enter**. Ohjelma pyytää sitten elektronin lähtökoordinaatteja alkaen x_1 :stä kehoitteella

x-coordinate of the electron beam in cm:

Syötä luku välillä -20 ja 20 ja paina sitten **Enter**. Lopuksi ohjelma pyytää y_1 :tä kehoitteella

y-coordinate of the electron beam in cm:

Syötä luku välillä -20 ja 20 ja paina **Enter**. Jos syötät virheellisen luvun mille tahansa näistä kolmesta, ohjelma antaa sinulle kehoitteen

Invalid entry.

ja antaa uuden kehoitteen syöttääksesi arvon uudelleen, muistuttaen sallituista rajoista.

Kun nämä kolme lukua on annettu, ohjelma tulostaa Electron beam fired with parameters (x, y, v) =

ja toistaa antamasi arvot. Sitten

Electron detected at (x, y) =

ja antaa havaitun elektronin sijainnin varjostimella. Jos elektroni ei osu äärellisen kokoiseen varjostimeen, ohjelma tulostaa

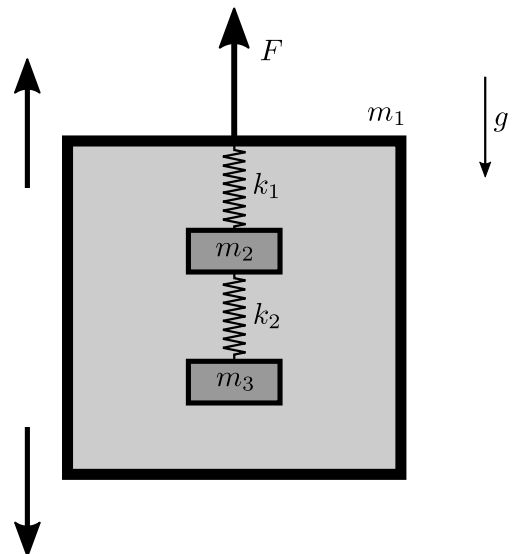
Electron not detected...

Sitten ohjelma palaa alkuun, antaen syöttää uudet lähtökoordinaatit.

2 Musta laatikko

2.1 Johdanto

Sinulla on jäykkä mekaaninen musta laatikko joka koostuu m_1 massaisesta säiliöstä, jonka sisällä on m_2 massainen punnus, joka roikkuu käytännössä massattoman jousen (jousivakio k_1) varassa laatikon katosta. Toinen punnus m_3 roikkuu punnuksesta m_2 toisen massattoman jousen (jousivakio k_2) varassa. Kappaleisiin vaikuttaa pieni viskoottinen vastus, joka riippuu kappaleiden nopeudesta. Putoamiskiihtyvyys $g = 9.81 \text{m/s}^2$ ja sen suunta on laatikon sivun kanssa yhdensuuntainen.



Laatikkoa voidaan liikutella ylös ja alas paloittain vakiolla kiihtyvyydellä. Kiihdytysjakso voidaan ohjelmoida syöttämällä kiihdytyksen kesto (sekunneissa) ja kiihtyvyys (m/s^2) kullekin askeleelle. Simulaatio näyttää "reaaliajassa" kiihtyvyyden tuottamiseksi vaaditun

voiman F , joka kohdistuu laatikkoon kullakin ajanhetkellä. Simulaatio tulostaa lukemat myös tekstitiedostoon ohjelman kanssa samassa kansiossa. Kaikki simulaatiot alkavat samasta lähtöasetelmasta kullekin kapaleelle.

Huom: Kuhunkin voiman F mittaukseen liittyy pieni satunnaisvirhe. Jouset ovat lineaarisia kohtuullisille venymille, mutta epälineaarisia suuremmille. Vakiot k_1 ja k_2 on määritelty kunkin jousen jousivakioksi pienille venymille tasapainotilan lähettyvillä, kun laatikko on levossa. Voima F ja sen aiheuttama kiihtyvyys ovat positiivisia, kun ne osoittavat ylöspäin. Laatikon sivun pituus on 0.6 m ja se sijaitsee aluksi huoneen keskellä 3 m:n korkeudella. Mittaus päättyy automaattisesti, jos laatikko osuu huoneen kattoon tai lattiaan, tai jos kumpi tahansa punnus osuu toiseen punnukseen tai laatikkoon. Kuva ei ole mittakaavassa.

2.2 Tehtävä

Tehtäväsi on määrittää parametrit: m_1, m_2, m_3, k_1, k_2 . Tuloksille ei tarvitse tehdä virheanalyysia.

Kuten missä tahansa kokeessa, sinun tulee tehdä datastasi selkeästi nimiöidyt taulukot, kuvaajat, sekä riittävät johdot yhtälöille, jotta käy selväksi, mitä olet mittanut, sekä miten olet johtanut tuloksesi.

2.3 Ohjelman käyttöliittymä

Aluksi ohjelma pyytää sarjan syötetoimintoja. Sinulla on seuraavat vaihtoehdot:

- Syötä kaksi lukua ja paina **Enter** lisätäksesi askelen kiihdytysjaksoon. Esimerkiksi 1.5 -0.4
Ensimmäinen luku on askelen **kesto** sekunneissa (keston on oltava 0.01 s:n monikerta) ja toinen luku on **kiihtyvyys** (välillä -30 ja 30 m/s²).
- Syötä repeat ja kokonaisluku, ja paina **Enter** toistaaksesi toimintoja. Esimerkiksi repeat 10
Kokonaisluku on haluamasi **toistojen lukumäärä**. Jokaisen repeat -toiminnon tulee päättyä komennolla endrepeat (ks. alla).
- Syötä endrepeat päättääksesi toistuvat toiminnot. Jos aloitat kokeen, kaikki toiminnot komentojen repeat ja endrepeat välillä toistetaan niin monta kertaa kuin pyydetty. Ei ole mahdollista toistaa toimintoja repeatin sisällä.
- Syötä sample ja lukumäärä, ja paina **Enter** muuttaaksesi näytteenottoaika. Esimerkiksi: sample 0.4
Luvun tulee olla uusi **näytteenottoaika**, joka on se aikaväli, jolla uusia lukemia tulostetaan tekstitiedostoon. Näytteenottoajan on oltava oletusnäytteenottoajan 0.01 s monikerta.
- Syötä begin päättääksesi jakson ja aloittaaksesi kokeen.

Voit myös kirjoittaa useita toimintoja samalle riville, ja sitten painaa **Enter**. Esimerkiksi, voit syöttää

```
sample 0.4 repeat 10 1.5 0.4 1.5 -0.4
endrepeat begin
```

aloittaaksesi kokeen, jossa muutat näytteenottoajaksi 0.4 s ja kiihdytät laatikkoa kiihtyvyyksillä $a = 0.4$ m/s² ja $a = -0.4$ m/s² kymmenen kertaa.

Jos annat virheellisen syötteen, saat yhden seuraavista virheviesteistä, ja voit yrittää uudelleen.

- Jos kiihtyvyys on rajojen ulkopuolella: Acceleration is out of range.
- Jos kiihtyvyyden kesto on rajojen ulkopuolella: Duration is out of range.
- Jos näytteenottoaika on rajojen ulkopuolella: Sampling time is out of range.
- Jos toistojen lukumäärä on rajojen ulkopuolella: Number of repeat times is out of range.
- Jos yrität toistaa toimintoja toisen repeat:n sisällä: Cannot repeat actions inside another repeat.
- Jos yrität päättää repeat -toiminnon ilman repeat -toimintoa, jota päättää: Cannot end repeat outside repeat.
- Kaikissa muissa tapauksissa: Invalid entry.

Kun syötät begin, ohjelma pyytää tulostettavalle tiedostolle nimeä kehoitteella

```
Enter name for output file (e.g.
`results"). You should use Latin letters
and numbers because some special characters
are not allowed.
```

Syötä nimi ja paina **Enter**. Suosittelemme käyttämään vain latinalaisia aakkosia ja numeroita nimenä. Muut merkit eivät välttämättä ole sallittuja, eikä virheellisellä nimellä voi tuottaa tulostetiedostoa. Lukemat tallennetaan .txt tiedostoon annetulla nimellä ohjelman kanssa samaan kansioon.

Tämän jälkeen ohjelma näyttää

```
Begin experiment.
```

ja koe alkaa. Ohjelma näyttää kuluneen ajan kokeen alkamisen jälkeen. (Time (s)), voiman F mitatun arvon (Force (N)) ja laatikon kiihtyvyyden (Accel (m/s²)). Lukemat esitetään tekstitiedostossa samalla tavalla.

Ohjelma näyttää sitten yhden seuraavista viesteistä.

- Jos koe päättyi onnistuneesti: Experiment ended successfully.
- Jos laatikko osui kattoon: The box hit the ceiling. Experiment ended.
- Jos laatikko osui lattiaan: The box hit the floor. Experiment ended.
- Jos punnukset laatikon sisällä törmäsivät tai yksi punnuksesta osui laatikkoon: Masses and/or the box collided. Experiment ended.

Kokeen päätyttyä voit aloittaa uuden kokeen.