

## 1 Falin hleðsla

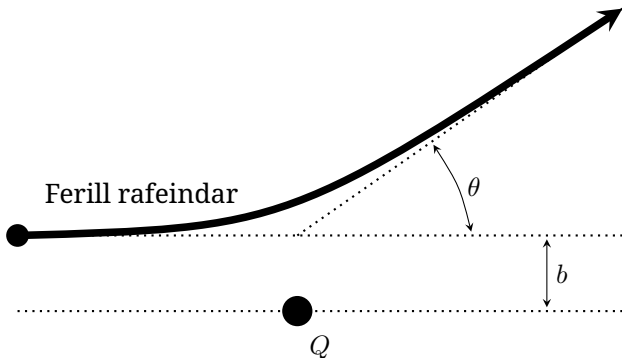
### 1.1 Inngangur

Punkthleðsla,  $Q$ , hefur verið falin einhversstaðar í hnitakerfinu. Rafeindum er skotið samsíða  $z$ -ás langt í burtu frá hleðslunni,  $Q$ , og munu tvístrast og sveigja af leið sinni vegna rafstöðukraftsins milli þeirra og hleðslunnar. Rafeindirnar lenda á rétthyrningslaga skjá sem er staðsettur í  $z = 0$  (skjárinn er hornréttur á  $z$ -ásinn). Hægt er að ákvarða staðsetningu og hleðslu földu punkthleðslunnar með því að breyta hreyfiorku rafeindanna og upphafsstaðsetningu rafeindageislans,  $x_i$  og  $y_i$ . Hægt er að mæla staðsetningu rafeindanna þegar þær lenda á skjánum  $x_f$  og  $y_f$ .

Í þessari tilraun getur tvístrunarlögmál Rutherford komið að góðu gagni, en það segir að:

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

þar sem  $b$  er svokölluð kennilengd árekstrarins,  $E$  er orka rafeindarinnar,  $q = -1.602 \times 10^{-19} \text{C}$  er hleðsla rafeindarinnar,  $k = 8.99 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ , og  $\theta$  er tvístrunarhornið. Kennilengd árekstrarins,  $b$ , er skilgreind sem minnsta fjarlægðin milli rafeindarinnar og földu hleðslunnar (að því gefnu að rafeindin myndi ferðast í beina línu án rafstöðukraftsins milli eindanna); tvístrunarhornið er skilgreind sem hornið milli upphaflega hraðavigurs rafeindarinnar langt í burtu frá földu hleðslunni og hraðavigurs rafeindarinnar langt í burtu frá földu hleðslunni eftir tvístrunina.



### 1.2 Verkefnið

Þið eigið að ákvarða staðsetningu földu hleðslunnar,  $(x_Q, y_Q, z_Q)$ . Þar að auki eigið þið að ákvarða formerkið og stærð hleðslunnar,  $Q$ , eins nákvæmlega og unnt er. Ætlast er til þess að þið leggið mat á óvissu í niðurstöðunum ykkar. Búið er að bæta við normaldreifðri óvissu á upphafsstaðsetningu rafeindageislans af stræðargráðunni 0.5 mm.

Eins og í öllum verklegum tilraunum, þá þurfið að setja fram skýrt merktar gagnatölur með vel merktum grófum. Rökstyðja þarf með útleiðslum á jöfnum til þess að útskýra hvað er mælt, hvers vegna og hvernig niðurstöður ykkar eru fengnar.

### 1.3 Viðmót forritsins

Forritið byrjar á því að biðja ykkur um spennuna sem hraða þarf rafeindinni yfir með kvaðningunni:

Beam accelerating voltage in V:

Skrifið tölu á milli 1 og 10000 og smellið á **enter**. Forritið biður ykkur síðan um láhntið á upphafsstaðsetningu geislans,  $x_i$ , með kvaðningunni:

x-coordinate of the electron beam in cm:

Sláið inn tölu á bilinu -20 og 20 og smellið á **enter** á lyklaborðinu. Að lokum biður forritið ykkur um lóðhntið á upphafsstaðsetningu geislans,  $y_i$ , með kvaðningunni:

y-coordinate of the electron beam in cm:

Sláið inn tölu á bilinu -20 og 20 og smellið á **enter** á lyklaborðinu. Ef þið sláið inn tölu sem er ekki á réttu bili í einhverri af þessum þremur kvaðningum þá mun forritið svara ykkur með eftirfarandi skilaboðum:

Invalid entry.

Forritið mun þá biðja ykkur aftur um gildi og minna ykkur á leyfilegu bilin fyrir innsláttinn.

Eftir að þrjár, leyfilegar tölur hafa verið slegnar inn mun forritið skila ykkur:

Electron beam fired with parameters (x, y, V) = Á eftir jafnaðarmerkinu munu tölurnar sem þið slóuð inn standa. Síðan mun forritið segja ykkur hvar rafeindin lenti á skjánum:

Electron detected at (x, y) =

Á eftir jafnaðarmerkinu mun síðan lokastaðsetning rafeindarinnar á skjánum standa. Hinsvegar, ef að rafeindin hittir ekki skjáinn, þá mun forritið skila ykkur:

Electron not detected...

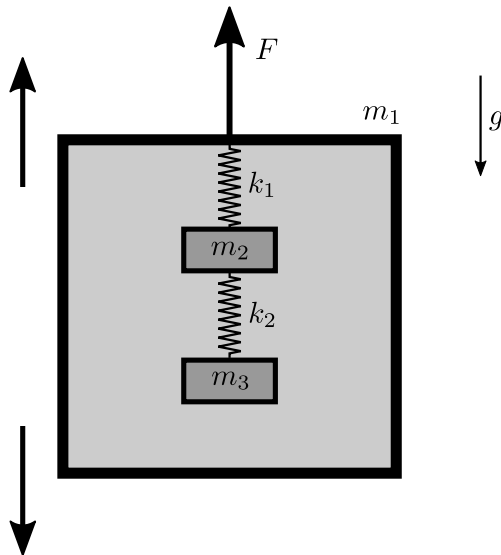
Forritið mun þá endurtaka sig og biðja ykkur um nýtt spennugildi og nýja upphafsstaðsetningu geislans.

## 2 Svartur kassi

### 2.1 Inngangur

Þú hefur fengið svartan kassa. Kassinn sjálfur hefur massa  $m_1$ . Inn í kassanum er lóð með massa  $m_2$  sem hengur í (svo gott sem) massalausum gormi með gormstuðul  $k_1$  sem festur er við efra borð kassans. Búið er að festa annað lóð með massa  $m_3$  við lóðið  $m_2$  með öðrum massalausum gormi með gormstuðul  $k_2$  (sjá mynd á næstu blaðsíðu). Það er loftmótsstaða í kassanum sem er háð hraða hlutanna. Þyngdarhröðun jarðar er  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$  og liggur samsíða niður með hliðum kassans.

Kassinn getur færst upp og niður með hröðun sem er föst á köflum. Hægt er að stjórna hröðunarmynstrinu með því að gefa tímabilið (í sekúndum) og hröðunina (í  $\text{m/s}^2$ ) fyrir hvert skref hröðunarmynstursins. Forritið sýnir í "rauntíma" kraftinn,  $F$ , sem að þarf að verka á kassann með til þess að viðhalda hröðuninni á þeim tímapunkti ásamt tímamælingu. Forritið mun einnig skila ykkur textaskrá í sömu möppu og þið keyrið forritið þar sem hægt er að sjá mæligögnin. Allar mælingarnar munu byrja með sömu upphafsstillingu fyrir massana.



**Athugið:** Sérhver mæling á kraftinum  $F$  hefur litla normaldreifða óvissu. Gormarnir eru línulegir og uppfylla lögmál Hookes fyrir litla aflögun en hætta að vera línulegir ef þeir eru strekktir of mikið. Gildin á gormstuðlunum  $k_1$  og  $k_2$  eru fyrir lítil frávik í kringum kraftajafnvægisstöðu kerfisins (þegar svartir kassinn er í kyrrstöðu). Krafturinn  $F$  og hröðunin eru jákvæð upp. Hliðarlengdir kassans eru 0.60 m og kassinn er upphaflega í miðjunni á herbergi með hæð 3 m. Tilraunin endar samstundis ef að kassinn rekst á gólfið eða loftið í herberginu eða ef að massarnir rekast á hvern annan. Myndin er ekki teiknuð í réttum hlutföllum.

## 2.2 Verkefnið

Verkefnið ykkar er að ákvarða  $m_1, m_2, m_3, k_1, k_2$ . Þið þurfið **ekki** að gefa óvissumat á niðurstöðunum ykkar.

## 2.3 Viðmót forritsins

Til að byrja með biður forritið ykkur um að slá inn aðgerð. Þið hafið eftirfarandi valmöguleika:

- Slá inn tvær tölur og smella á **enter** til þess að bæta við í hröðunarmynstrið, til dæmis: 1.5 -0.4  
Fyrsta talan táknar **tímabilið** í sekúndum (verður að vera margfeldi af 0.01 s) og seinni talan táknar **hröðunina** í  $\text{m/s}^2$  (verður að vera á milli -30 og 30).
- Slá inn repeat ásamt heiltölu og smella á **enter** til þess að endurtaka aðgerð, til dæmis: repeat 10  
Heiltalan á að vera **fjöldi skipta** sem að þú vilt endurtaka aðgerðina. Sérhver endurtekningaraðgerð þarf að enda á skipuninni endrepeat.
- Slá inn endrepeat til þess að hætta við endurtekningu á aðgerð. Ef þú byrjar tilraun þá munu allar aðgerðir milli repeat og endrepeat vera endurteknaðar í fjölda skipta sem þú hefur tekið fram. Það er ekki hægt að endurtaka aðgerðir inni í annarri repeat-skipun
- Slá inn sample ásamt tölu og ýta á **enter** til þess að breyta sýnatökutímanum, til dæmis: sample 0.4  
Talan ætti að vera nýji **sýnatökutíminn** sem er tíminn sem líður á milli hvernar nýrrar mælingar sem er skrifuð í textaskrána. Sýnatökutíminn verður að vera margfeldi af 0.01 s, sem er grunnstillingin í forritinu.

- Skrifa begin til þess að hefja mælinguna.

Það er líka hægt að skrifa margar skipanir á sömu línu og síðan ýta á **enter**. Til dæmis, þá er hægt að skrifa:

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

til þess að byrja mælingu þar sem að þú breytir sýnatökutímanum í 0.4 s og hröðuninni í kassanum annars vegar í  $a = 0.4 \text{ m/s}^2$  og hinsvegar í  $a = -0.4 \text{ m/s}^2$  tíu sinnum.

Ef þú slærð inn óleyfilegt gildi þá færðu:

- Ef hröðunin er ekki á réttu bili:  
Acceleration is out of range.
- Ef tímabilið er ekki á réttu bili:  
Duration is out of range.
- Ef sýnatökutíminn er ekki á réttu bili:  
Sampling time is out of range.
- Ef fjöldinn á endurtekningum er ekki á réttu bili:  
Number of repeat times is out of range.
- Ef þú reynir að endurtaka aðgerðir inni í endurtekningum:  
Cannot repeat actions inside another repeat.
- Ef þú reynir að enda endurtekningu fyrir utan endurtekninguna:  
Cannot end repeat outside repeat.
- Í öllum öðrum tilvikum:  
Invalid entry.

Eftir að þú skrifar begin, þá mun forritið biðja þig um nafn á skránni sem forritið skrifar með kvaðningunni:

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

Skrifaðu nafn á skránni og smelltu á **enter**. Ef þú velur nafn á skránni sem inniheldur tákn sem forritið skilur ekki þá mun skráin þín ekki vera vistuð. Gögnin þín verða vistuð í .txt skrá með nafninu sem þú valdir í sömu möppu og þú ert að keyra forritið í.

Eftir þetta, mun forritið sýna:

Begin experiment.

og hefja mælingarnar. Forritið mun síðan sýna heildartímann síðan að mælingin hófst (Time (s)), gildi á kraftinum  $F$  (Force (N)) og hröðun kassans (Accel ( $\text{m/s}^2$ )). Mælingarnar munu vera birtar með samþætilegum hætti í textaskránni.

Forritið mun síðan skila einhverjum af eftirfarandi skilaboðum:

- Ef tilraunin heppnaðist:  
Experiment ended successfully.
- Ef kassinn rakst á loftið í herberginu:  
The box hit the ceiling. Experiment ended.
- Ef kassinn rakst á gólfið í herberginu:  
The box hit the floor. Experiment ended.
- Ef massarnir inni í kassanum rákust saman eða ef annar þeirra rakst á kassann þá færðu skilaboðin:  
Masses and/or the box collided. Experiment ended.

Eftir að mælingin endar þá geturu hafið nýja mælingu.