

## 1 Skriveni naboj

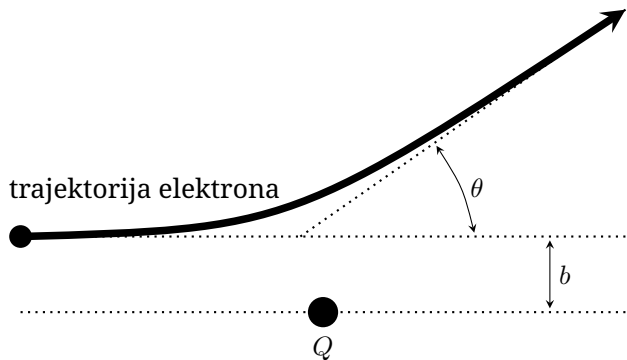
### 1.1 Uvod

Tačkasto naelektrisanje nepoznatog naboja  $Q$  fiksirano je u prostoru. Elektroni koji se ispaljuju paralelno  $z$ -osi sa velike udaljenosti će se elektrostatički rasijavati na fiksnom naboju i udariti u detektor. Osobine skrivenog naboja je moguće proučavati mijenjanjem početne kinetičke energije, kao i početne  $x_i$  i  $y_i$  koordinate elektronskog snopa, te mjerenjem konačnih koordinata  $x_f$  i  $y_f$  koje pokazuju tačku u kojoj elektron udara u ravni ekran konačnih dimenzija okomit na  $z$ -osu lociran u tački  $z = 0$ .

Korisno je poznavati Rutherfordovu formulu za rasijanje,

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

gdje je  $b$  parametar udara,  $E$  energija elektrona,  $q = -1.602 \times 10^{-19} \text{C}$  naboj elektrona,  $k = 8.99 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ , i  $\theta$  ugao rasijanja. Parametar udara se definiše kao najmanje rastojanje između elektrona i mete koje bi se postiglo prilikom rasijanja kada bi se elektron kretao pravolinijski, odnosno kada se uticaj mete na elektron potpuno zanemari. Ugao rasijanja je ugao između početnog vektora brzine elektrona, kada se on nalazi daleko od mete, i konačnog vektora brzine elektrona kada se elektron ponovo nađe na velikoj udaljenosti od mete nakon rasijanja.



### 1.2 Zadatak

Vaš zadatak je da odredite položaj  $(x_Q, y_Q, z_Q)$ , kao i količinu i predznak fiksnog naboja  $Q$ , što je moguće preciznije. Potrebno ja da uradite grubu procjenu greške (red veličine) vaših rezultata. Postoji Gaussova greška povezana sa početnim položajem snopa reda veličine 0.5 mm.

Kao što je slučaj kod svih eksperimenata, potrebno je da dostavite jasno naznačene tabele sa podacima i grafike, te da napišete formule koje jasno pokazuju šta ste mjerili i kako ste izveli svoje rezultate.

### 1.3 Interfejs programa

Program traži da unesete napon ubrzanja pomoću poruke

Beam accelerating voltage in V:

Ukucajte broj između 1 i 10000, te pritisnite **return**. Zatim će vas program pitati da unesete koordinate ispaljivanja, počevši sa  $x_i$ , porukom na ekranu

x-coordinate of the electron beam in cm:

Ukucajte broj između -20 i 20, te pritisnite **return**. Konačno, program od vas traži da unesete  $y_i$ , pomoću poruke

y-coordinate of the electron beam in cm:

Ukucajte broj između -20 i 20, te pritisnite **return**. Ukoliko ste u nekom od tri slučaja ukucali broj koji nije validan, program vas upozorava porukom

Invalid entry.

pa od vas traži da unesete novu vrijednost, podsjećajući vas pri tome na dozvoljene vrijednosti.

Nakon što ste unijeli tri broja, program će na ekranu ispisati

Electron beam fired with parameters (x, y, V) =

nakon čega će na osnovu vaših vrijednosti pisati

Electron detected at (x, y) =

što daje položaj detektovanog elektrona na detektoru. Međutim, ukoliko elektron promaši detektor konačnih dimenzija, na ekranu će pisati

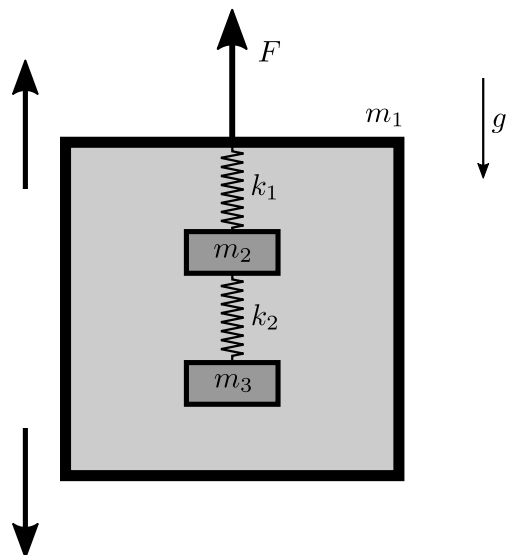
Electron not detected...

Program se nakon toga ponavlja, što vam omogućava da unesete novi skup početnih vrijednosti.

## 2 Crna kutija

### 2.1 Uvod

Data je čvrsta crna kutija koja se sastoji od posude mase  $m_1$ . Unutar posude se nalazi teret mase  $m_2$  koji visi na bezmasenoj opruzi konstante elastičnosti  $k_1$  zakačenog za plafon kutije. Teret mase  $m_3$  je zakačen za masu  $m_2$  pomoću druge bezmasene opruge konstante elastičnosti  $k_2$ . Unutar kutije postoji viskozno trenje koje zavisi od brzina tijela. Gravitaciono ubrzanje na Zemlji iznosi  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$  i paralelno je zidovima kutije.



Kutija se može kretati gore-dole konstantnim ubrzanjem u koracima. Uzorak ubrzanja se može isprogramirati pomoću unosa trajanja ubrzanja (u sekundama) i intenziteta ubrzanja (u  $\text{m/s}^2$ ) za svaki korak. Simulacija u "realnom vremenu" pokazuje silu  $F$  kojom je potrebno djelovati na kutiju kako bi se održalo zadato ubrzanje u datom trenutku vremena, zajedno sa očitanjem vremena. Simulacija će, također, sva mjerenja zapisati u text file koji se nalazi u istom folderu zajedno sa programom. Sve simulacije će uvijek započinjati sa istim konfiguracijama masa.

*Napomena:* Svako mjerenje sile  $F$  ima malu nasumičnu grešku. Opruge se ponašaju linearno kod malih deformacija, te nelinearno kod velikih deformacija. Vrijednosti  $k_1$  i  $k_2$  su definisane kao konstante elastičnosti za male deformacije u blizini ravnotežnog položaja (položaj mirovanja kutije). Sila  $F$  i ubrzanje se smatraju pozitivnima ako su usmjereni prema gore. Dužina stranice kutije iznosi 0.6 m, i kutija se u početku nalazi u sredini sobe visoke 3 m. Eksperiment se automatski završava ukoliko kutija udari u plafon ili pod sobe, odnosno ako se mase sudare sa zidovima posude ili drugim masama. Slika nije nacrtana u realnim proporcijama.

## 2.2 Zadatak

Vaš zadatak je da odredite sve parametre:  $m_1, m_2, m_3, k_1$  i  $k_2$ . Ne morate računati greške ovih rezultata.

Kao što je slučaj kod svih eksperimenata, potrebno je da dostavite jasno naznačene tabele sa podacima i grafike, te da napišete formule koje jasno pokazuju šta ste mjerili i kako ste izveli svoje rezultate.

## 2.3 Interfejs programa

Na početku, program traži da unesete niz ubrzanja. Imate sljedeće mogućnosti.

- Ukucajte dva broja i pritisnite **return** kako biste dodali korak u uzorku ubrzanja, na primjer: 1.5 -0.4  
Prvi broj je **trajanje** koraka u sekundama (mora biti zadato kao cjelobrojni umnožak od 0.01 s), a drugi broj je **ubrzanje** u  $\text{m/s}^2$  (mora biti zadato između -30 i 30).
- Ukucajte repeat i cijeli broj, te pritisnite tipku **return** za ponavljanje naredbi, na primjer: repeat 10  
Cijeli broj je **broj puta** ponavljanja naredbi. Svako ponavljanje naredbi se završava naredbom endrepeat (vidjeti ispod).
- Ukucajte endrepeat da biste prekinuli ponavljanje naredbi. Kada počnete eksperiment, sve naredne između repeat i endrepeat će se ponoviti uneseni broj puta. Ne možete ukucati naredbu repeat unutar drugog repeat-a.
- Ukucajte sample i broj, te pritisnite **return** da biste promijenili vrijeme između uzastopnih mjerenja, na primjer: sample 0.4  
Broj iza naredbe sample je **vrijeme između uzastopnih mjerenja** koja se upisuju u text file. Vrijeme između uzastopnih mjerenja mora biti cjelobrojni umnožak od 0.01 s, što predstavlja automatizovano (default) vrijeme.

- Ukucajte begin kako biste završili zadavanje naredbi i započeli eksperiment.

Možete, također, ukucati više naredbi u istoj liniji koda, te pritisnuti **return**. Na primjer, možete ukucati  
sample 0.4 repeat 10 1.5 0.4 1.5 -0.4  
endrepeat begin

kako biste započeli eksperiment u kojem zadajete vrijeme između uzastopnih mjerenja na 0.4 s i zadajete ubrzanje kutije na  $a = 0.4 \text{ m/s}^2$  i  $a = -0.4 \text{ m/s}^2$  deset puta, respektivno.

Ukoliko ukucate unos koji nije ispravan, dobit ćete jednu od sljedećih poruka, pa ćete opet moći ukucati naredbu.

- Ako je ubrzanje izvan zadanog intervala:  
Acceleration is out of range.
- Ako je vrijeme trajanja ubrzanja izvan zadanog intervala:  
Duration is out of range.
- Ako je vrijeme između uzastopnih mjerenja izvan zadanog intervala:  
Sampling time is out of range.
- Ako je broj koji stoji iza naredbe repeat izvan zadanog intervala:  
Number of repeat times is out of range.
- Ako ukucate naredbu repeat unutar drugog repeat-a:  
Cannot repeat actions inside another repeat.
- Ako ukucate endrepeat bez da ste prije toga ukucali repeat:  
Cannot end repeat outside repeat.
- U svim drugim slučajevima:  
Invalid entry.

Nakon što ukucate begin, program će vas upitati za naziv dokumenta u koji se upisuju mjerenja

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

Ukucajte ime dokumenta i pritisnite **return**. Preporučeno vam je da koristite isključivo latinična slova bez afrikata i brojeve prilikom unošenja naziva dokumenta. Drugi karakteri mogu, a i ne moraju biti dozvoljeni u imenu dokumenta. U slučaju neispravnog imena dokumenta mjerenja se neće snimiti. Mjerenja će biti snimljena u .txt dokumentu sa zadanim imenom u istom folderu u kome se nalazi program.

Nakon ovoga, program će ispisati

Begin experiment.

i početi eksperiment. Program će prikazati trenutno vrijeme mjereno od početka eksperimenta (Time (s)), mjerenu vrijednost sile  $F$  (Force (N)) i ubrzanje kutije (Accel ( $\text{m/s}^2$ )). Mjerenja će na sličan način biti prikazana unutar tekstualnog dokumenta.

Program će ispisati jednu od sljedećih poruka:

- Ako se eksperiment uspješno izvršio:  
Experiment ended successfully.
- Ako kutija udari plafon:  
The box hit the ceiling. Experiment ended.
- Ako kutija udari pod:  
The box hit the floor. Experiment ended.

- Ako mase unutar kutije udare jedna u drugu ili u zidove posude:  
Masses and/or the box collided. Experiment ended.

Nakon što se ovaj eksperiment završi, možete započeti novi eksperiment.