

## 1 Скривено наелектрисање

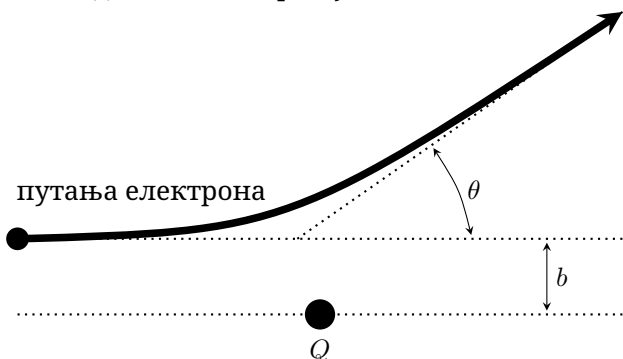
### 1.1 Увод

Непознато тачкасто наелектрисање  $Q$  је фиксирано у једном делу простора. Електрони који су испалени паралелно  $z$  оси далеко од овог наелектрисања се електростатички расејавају на овом непомићном наелектрисању и погађају екран на коме се детектују. Могуће је доћи до детаља о непознатом наелектрисању мењајући почетну кинетичку енергију електрона, као и почетне  $x_i$  и  $y_i$  координате електронског снопа, те напослетку мерењем крајњих  $x_f$  и  $y_f$  координата места где електрон пада на раван екран коначних димензија који је нормалан на  $z$  осу са положајем у  $z = 0$ .

Корисно је знати Радерфордову формулу за расејање,

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

где  $b$  представља сударни параметар,  $E$  је енергија електрона,  $q = -1.602 \times 10^{-19}$  C је наелектрисање електрона,  $k = 8.99 \times 10^9$  Nm<sup>2</sup>/C<sup>2</sup>, док је  $\theta$  угао расејања. Сударни параметар се дефинише као најближе растојање на које би електрон пришао мети ако мета не би деловала на њега и тиме би се кретао по правој линији. Угао расејања представља угао између вектора првобитне брзине електрона далеко од мете и вектора крајње брзине електрона далеко од мете након расејања.



### 1.2 Задатак

Ваш задатак је да одредите положај  $(x_Q, y_Q, z_Q)$ , а такође и вредност као и знак непомићног наелектрисања  $Q$ , што је прецизније могуће. Потребно је да у grubим цртама дате ред величине процењених грешки добијених резултата. За положај упадног електронског снопа постоји Гаусова грешка реда 0.5 mm.

Као и у свим експериментима, очекује се да прикажете јасно означене табеле са подацима, јасно означене графике, као и одговарајућа извођења формула на основу чега треба да буде јасно шта сте мерили и како сте дошли до ваших резултата.

### 1.3 Интерфејс програма

Програм тражи вредност напона у волтима којим се убрзава снап тако што испише

Beam accelerating voltage in V:

Унесите један број између 1 и 10000, а затим притисните **return** (Enter). Програм затим тражи вредност почетних координата испаленог снопа у центиметрима, и то прво координате  $x_i$ , при чему испишује

$x$ -coordinate of the electron beam in cm:

Унесите један број између -20 и 20, а затим притисните **return**. Онда, програм тражи вредност  $y_i$  у центиметрима, при чему испишује

$y$ -coordinate of the electron beam in cm:

Унесите један број између -20 и 20, а затим притисните **return**. Уколико сте унели неважећи број у било којем од ова три случаја, програм ће исписати

Invalid entry.

а затим ће вас позвати да поново унесете вредност, подсећајући вас на дозвољене границе.

По уносу сва три броја, програм ће исписати

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

односно, поновиће ваше унесене вредности, а затим ће исписати

Electron detected at ( $x$ ,  $y$ ) =

тј. даће вам положај детектованог електрона на екрану. Међутим, уколико електрон промаши екран коначних димензија, то ће вам бити саопштено исписом

Electron not detected...

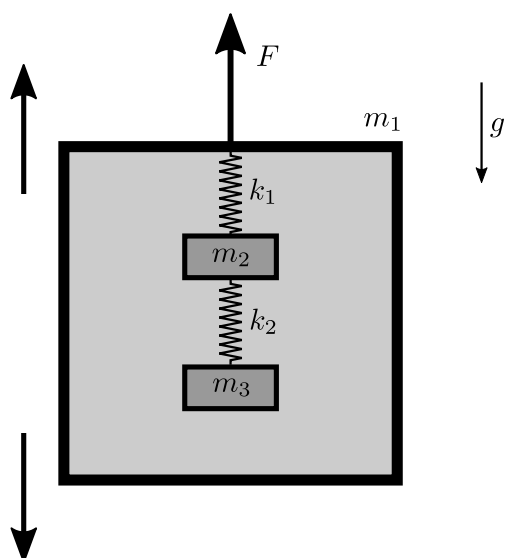
Програм се затим понавља, допуштајући вам унос новог сета почетних координата.

## 2 Црна кутија

### 2.1 Увод

На располагању вам је крута механичка црна кутија чији је оквир масе  $m_1$ . Унутар кутије се налази тело масе  $m_2$  које је окачено о безмасену опругу константе  $k_1$  која је везана за плафон кутије. Друго тело масе  $m_3$  је окачено о тело масе  $m_2$  преко друге безмасене опруге константе  $k_2$ . Постоји мали вискозни отпор средине који зависи од брзине објеката. Убрзање силе Земљине теже је 9.81 m/s<sup>2</sup> и паралелно је странама кутије.

Кутија може да се помера горе или доле тако да је зависност убрзања од времена корак по корак константна. Та зависност се може задати као улазни податак програма тако што се зада трајање (у секундама) и убрзање (у m/s<sup>2</sup>) сваког корака. Симулација приказује у "реалном времену" силу  $F$  којом је потребно деловати на кутију да би се одржало задато убрзање у том временском тренутку, као и прочитано време за тај временски тренутак. Симулација ће такође исписати читавања у текстуални фајл који се налази у истом директоријуму као и програм. У свим симулацијама користе се непромењене масе тела.



**Напомена:** Свако мерење силе  $F$  се врши са малом случајном грешком. Својства опруга су линеарна за разумно мале деформације, али постају нелинеарна за веће деформације. Константе  $k_1$  и  $k_2$  су стога дефинисане као константе еластичности опруге за мале деформације у близини равнотеже кад кутија мирује. Сматра се да су сила  $F$  и убрзање позитивни ако су усмерени вертикално навише. Дужина странице кутије је  $0.6\text{ m}$ , а кутија се у почетном тренутку налазила у средишту собе чија је висина  $3\text{ m}$ . Експеримент се завршава ако кутија удари у плафон или под или ако се неко од тела судари са кутијом или са другим телом. Растојања на приказаној слици нису сразмерна правим растојањима између тела.

## 2.2 Задатак

Задатак је да одредите све параметре  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $m_3$ ,  $k_1$ ,  $k_2$ . Не захтева се да одређујете грешку добијених резултата.

Као и у свим експериментима, очекује се да прикажете јасно означене табеле са подацима, јасно означене графике, као и одговарајућа извођења формула на основу чега треба да буде јасно шта сте мерили и како сте дошли до ваших резултата.

## 2.3 Интерфејс програма

На почетку програм од вас тражи да унесете низ улазних акција. Имате следеће могућности.

- Можете унети два броја и притиснути **return** (Enter) да додате један корак у временску зависност убрзања, на пример: `1.5 -0.4`  
Први број представља **трајање** тог корака у секундама (мора бити једнак целобројном умношкуну од  $0.01\text{ s}$ ), а други број представља **убрзање** у  $\text{m/s}^2$  (оно мора бити у интервалу између  $-30$  и  $30$ ).
- Можете унети `repeat` и цео број и притиснути **return** да задате да се понови акција, на пример: `repeat 10`

Цео број представља **број понављања** дате акције. Свака `repeat` акција мора да се заврши са `endrepeat` акцијом (погледајте доле).

- Можете да унесете `endrepeat` да се заврше `repeat` акције. Кад почнете експеримент, све акције између `repeat` и `endrepeat` ће се поновити задати број пута. Не можете да понављате акције које су унутар другог `repeat`.
- Можете да унесете `sample` и број и притиснете **return** да се промени време узорковања, на пример: `sample 0.4`  
Број који сте унели треба да буде ново **време узорковања** што је време након којег се свако следеће читавање уписује у фајл. Време узорковања мора бити умножак од  $0.01\text{ s}$ , што је истовремено и default-но време узорковања.
- Можете унети `begin` да завршите низ улазних акција и започнете експеримент.

Имате могућност и да унесете више акција у истом реду и да онда притиснете **return**. На пример, можете да унесете

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

да започнете експеримент у коме сте променили време узорковања на  $0.4\text{ s}$ , а кутију убрзавате редом убрзањима од  $a = 0.4\text{ m/s}^2$  и  $a = -0.4\text{ m/s}^2$  десет пута.

Уколико је ваш улаз неприхватљив за програм, добићете једну од следећих порука о грешци и онда можете поново да задате акцију.

- Ако је убрзање ван дозвољеног опсега:  
Acceleration is out of range.
- Уколико је трајање корака убрзања ван опсега:  
Duration is out of range.
- Уколико је време узорковања ван опсега:  
Sampling time is out of range.
- Уколико је број понављања ван опсега:  
Number of repeat times is out of range.
- Уколико покушате да понављате акције унутар друге `repeat` акције:  
Cannot repeat actions inside another repeat.
- Уколико покушате да завршите `repeat` акцију коју нисте ни почели:  
Cannot end repeat outside repeat.
- У свим другим случајевима:  
Invalid entry.

Након што унесете `begin`, програм ће тражити од вас да унесете име излазног фајла поруком

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

Унесите име фајла и притисните **return**. Треба да користите само енглеска латинична слова и бројеве за име фајла. Могуће је да други карактери нису дозвољени и у том случају читавања вам неће бити снимљена у фајлу. Читавања ће бити снимљена у `.txt` фајлу са датим именом који је смештен у истом директоријуму као и програм.

Након тога, програм ће исписати  
Begin experiment.

и почеће експеримент. Програм ће онда исписати тренутно протекло време од почетка експеримента (Time (s)), измерену вредност силе  $F$  (Force (N)) и убрзање кутије (Accel ( $m/s^2$ )). Очитавања ће на сличан начин бити исписана и у текстуалном фајлу.

Након тога, програм ће исписати једну од следећих порука.

- Ако се експеримент успешно завршио:  
Experiment ended successfully.
- Ако је кутија ударила плафон:  
The box hit the ceiling. Experiment ended.
- Ако је кутија ударила под:  
The box hit the floor. Experiment ended.
- Ако су се тела из кутије сударила или се једно од тела сударило са кутијом:  
Masses and/or the box collided. Experiment ended.

Након што се експеримент заврши можете да почнете други експеримент.