

## 1 Скриен полнеж

### 1.1 Вовед

Непознат точкест полнеж  $Q$  е фиксиран во некој регион од просторот. Електрони, коишто се лансирани паралелно на  $z$ -оската од големо растојание во однос на полнежот, се расејуваат електростатички од фиксираниот полнеж и удираат во детектирачки екран. Постои можност да се изучат деталите на скриениот полнеж, доколку се менува почетната кинетичка енергија, како и почетните координати  $x_i$  и  $y_i$  на електронскиот сноп, и се измерат крајните координати  $x_f$  и  $y_f$ , каде што електронскиот сноп удира во конечен рамен екран, нормален на  $z$ -оската и поставен во  $z = 0$ .

Полезно е да се знае Радерфордовата формула за расејување,

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

каде што  $b$  е параметарот на судир (импакт параметар),  $E$  енергијата на електронот,  $q = -1.602 \times 10^{-19} \text{C}$  полнежот на електронот,  $k = 8.99 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ , и  $\theta$  е аголот на расејување. Параметарот на судир е дефиниран како најблиското приближување на електронот до целта (метата), претпоставувајќи дека електронот не бил подложен на влијание од метата и би се движел по права линија; аголот на расејување е аголот помеѓу почетниот вектор на брзината на електронот, далеку од метата, и конечниот вектор на брзината на електронот, далеку од метата после расејувањето.



### 1.2 Задача

Задачата е да се одреди положбата  $(x_Q, y_Q, z_Q)$ , како и големината и знакот на фиксираниот полнеж  $Q$ , колку што е можно попрецизно. Потребно е да се дадат груби проценки, со точност до ред на величина, на грешката во одредувањето на овие резултати. Постои Гаусова грешка поврзана со почетната положба на снопот од редот  $0.5 \text{ mm}$ .

Како и кај сите експерименти, потребно е да дадете јасно означена табела на податоци, јасно означени графици, и доволно изведувања на формули за да биде јасно што сте мереле, и како сте дошле до резултатот.

### 1.3 Интерфејс на програмата

Програмата прашува за забрзувачкиот напон со промптот

Beam accelerating voltage in V: Внесете број помеѓу 1 и 10000, и притиснете **return (enter)**. Програмата потоа прашува за почетните координати, од коишто е лансиран електронскиот сноп, почнувајќи со  $x_i$ , со промптот

x-coordinate of the electron beam in cm:

Внесете број помеѓу -20 и 20 и притиснете **return (enter)**. Конечно, програмата прашува  $y_i$ , со промптот

y-coordinate of the electron beam in cm:

Внесете број помеѓу -20 и 20 и притиснете **return (enter)**. Ако внесете невалиден број при било кое од претходно објаснетите внесувања, во програмата ќе се појави промптот

Invalid entry.

и потоа повторно ќе побара да внесете податок, потсетувајќи ве на дозволеният интервал.

Откако се внесени трите броеви, програмата ќе го даде следниот излез

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

и ќе ги прикаже вашите внесени вредности, а потоа

Electron detected at (x, y) =

и ќе ја даде положбата на екранот на детектираниот електрон. Доколку електронот е надвор од конечните димензии на екранот, ќе добиете порака

Electron not detected...

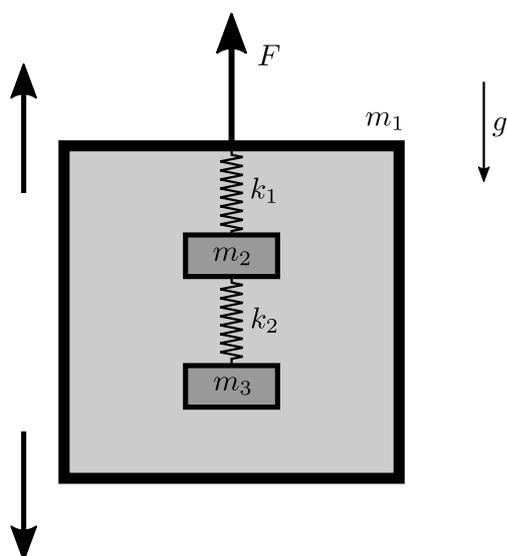
Потоа програмата се повторува, дозволувајќи ви да внесете ново множество почетни координати.

## 2 Црна кутија

### 2.1 Вовед

Имате тврда механичка црна кутија, којашто се состои од контејнер со маса  $m_1$ . Внатре во контејнерот се наоѓа товар со маса  $m_2$ , којшто виси на пружина со коефициент на еластичност  $k_1$  и занемарливо мала маса, на врвот (плафонот) на кутијата. Друго тело со маса  $m_3$  е обесено за масата  $m_2$  преку друга пружина со занемарливо маса и коефициент на еластичност  $k_2$ . Постои мало вискозно триење, коешто зависи од брзината на телата. Земјиното забрзување е  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$  и е паралелно на страните на кутијата (гравитационата сила е паралелна на страните на кутијата).

Кутијата може да се движи горе или долу со константно во делови забрзување (забрзувањето се менува во чекори). Шемата на забрзувањето (поточно, чекорите во коишто се менува) може да се програмира преку влезните податоци со давање на времетраењето (во секунди) и забрзувањето (во



$m/s^2$ ) за секој чекор. Симулацијата „во реално време“ ја покажува, силата  $F$  која што дејствува врз кутијата и е потребно да го одржи константното забрзување во дадениот момент на време, заедно со отчитувањата на времето. Симулацијата исто така дава излезен документ како текст фајл, во истиот фолдер каде што е програмата. Сите симулации секогаш ќе почнуваат со истата почетна конфигурација на масите.

**Забелешка:** Секое мерење на силата  $F$  има мала случајна грешка. Пружините се линеарни (идеално еластични) за разумно мали деформации, но не се линеарни (не се идеални) за големи деформации. Вредностите  $k_1$  и  $k_2$  се дефинирани како коефициенти на еластичност за мали деформации во близина на рамнотежната положба, кога кутијата мирува. Силата  $F$  и забрзувањето се смета дека се позитивни, кога се насочени нагоре. Должината на страната на кутијата е  $0.6\text{ m}$ , и на почетокот, кутијата е во центарот на соба со висина  $3\text{ m}$ . Експериментот завршува автоматски кога кутијата ќе удри во таванот или подот, или ако било кое од телата внатре се судри со кутијата или со друго тело. Сликата не е нацртана во размер.

## 2.2 Задача

Задачата е да се одредат параметрите:  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $m_3$ ,  $k_1$ ,  $k_2$ . Не е потребно да правите анализа на грешките за овие резултати.

Како и кај сите експерименти, потребно е да дадете јасно означена табела на податоци, јасно означени графици, и доволно изведувања на формули за да биде јасно што сте мереле, и како сте дошле до резултатот.

## 2.3 Интерфејс на програмата

На почетокот, програмата прашува за низа влезни дејства. Ги имате следниве можности

- Внесете два броја и притиснете **return (enter)** за да додадете чекор во шемата за забрзувањата, на пример: `1.5 -0.4`

Првиот број треба да биде **времетраењето** на чекорот во секунди (мора да биде множител од  $0.01\text{ s}$ ), а вториот број треба да биде **забрзувањето** во  $m/s^2$  (мора да биде помеѓу  $-30$  и  $30$ ).

- Внесете `repeat` и цел број и притиснете **return (enter)** за да се повторат дејствата, на пример: `repeat 10`

Целиот број треба да биде **бројот на пати** колку што сакате да се повтори дејството. Секое повторување треба да заврши со `endrepeat` дејство (видете подолу).

- Внесете `endrepeat` за да завршат повторувањата. Ако го почнете експериментот, сите дејства помеѓу `repeat` и `endrepeat` ќе се повторат дадениот број пати. Не може да повторувате дејства во рамките на друго повторување.
- Внесете `sample` и број и притиснете **return (enter)** за да го промените времето на семплирање, на пример: `sample 0.4`

Бројот треба да биде ново **време на семплирање**, коешто е всушност времето после коешто секое ново отчитување се внесува како излез во текст фајлот. Времето на семплирање треба да биде множител од  $0.01\text{ s}$ , коешто е исто така време на семплирање, дадено во самата програма (по default).

- Внесете `begin` за да ја завршите низата влезни дејства и да почнете со експериментот.

Исто така може да пишувате повеќе наредби на иста линија и да притиснете **return (enter)**. На пример, можете да внесете

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

за да го започнете експериментот во којшто го менувате времето на семплирање на  $0.4\text{ s}$  и ја забрзувате кутијата со  $a = 0.4\text{ m/s}^2$  и  $a = -0.4\text{ m/s}^2$ , соодветно, десет пати.

Ако влезниот податок е невалиден, ќе добиете една од следниве пораки за грешка, и може да се обидете повторно со влезни дејства

- Ако забрзувањето е надвор од дозволения интервал:  
Acceleration is out of range.
- Ако времетраењето на забрзувањето е надвор од интервалот:  
Duration is out of range.
- Ако семплирањето е надвор од интервалот:  
Sampling time is out of range.
- Ако бројот повторувањата е надвор од интервалот:  
Number of repeat times is out of range.
- Ако се обидете да дадете наредба за повторување во рамките на друга наредба за повторување:  
Cannot repeat actions inside another repeat.
- Ако се обидете да го прекинете повторувањето без да заврши дејството, коешто се повторува:  
Cannot end repeat outside repeat.
- Во сите други случаи:  
Invalid entry.

Откако ќе внесете `begin`, програмата ќе ве праша за име на излезниот фајл со промптот

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

Внесете го името и притиснете **return (enter)**. Ве советуваме да користите само латински букви и броеви во името на фајлот. Другите карактери може да не бидат дозволени во името на фајлот, и во случај на невалидно име на фајлот, отчитувањата нема да се снимат. Отчитувањата ќе се снимат во .txt фајлот со дадениот име, во истиот фолдер како и програмата.

После ова, на екранот ќе се појави пораката.

Begin experiment.

и ќе започне експериментот. Програмата потоа ќе го прикаже тековното време како време на почеток на експериментот (Time (s)), мерената вредност на силата  $F$  (Force (N)) и забрзувањето на кутијата (Accel ( $m/s^2$ )). Отчитувањата ќе бидат прикажани во текст фајлот на сличен начин.

Програмата потоа ќе даде една од следниве пораки.

- Ако експериментот завршил успешно:  
Experiment ended successfully.
- Ако кутија удри во таванот:  
The box hit the ceiling. Experiment ended.
- Ако кутијата удри во подот:  
The box hit the floor. Experiment ended.
- Ако телата во кутијата се судрат помеѓу себе, или некое од телата се судри со кутијата:  
Masses and/or the box collided. Experiment ended.

Откако ќе заврши експериментот, можете да започнете нов експеримент.