

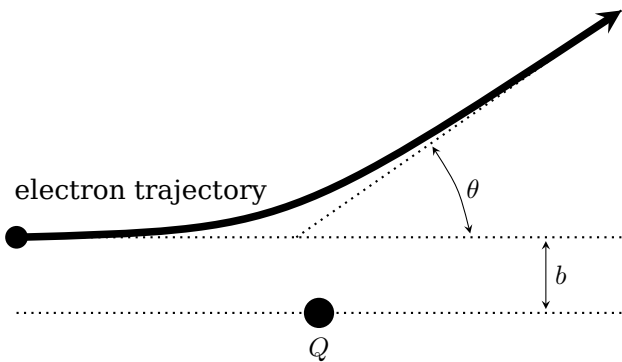
# 1 დამალული მუხტი

## 1.1 შესავალი

უცნობი წერტილოვანი  $Q$  მუხტი დაფიქსირებულია სივრცის რაღაც უბანში. მუხტიდან მოშორებით  $z$  ღერძის პარალელურად უშვებენ ელექტრონებს, რომლებიც გაიფანტებიან უძრავ მუხტზე და ეცემიან ეკრანს. ელექტრონების საწყისი კინეტიკური ენერჯის და საწყისი კოორდინატების  $x_i$  და  $y_i$ -ს ცვლილებით და საბოლოო კოორდინატების გაზომვით ეკრანზე  $x_f$  და  $y_f$ , სადაც ელექტრონები ეჯახებიან ეკრანს, შეიძლება გავიგოთ დამალული მუხტის ზოგიერთი მახასიათებელი. ეკრანის სიბრტყე  $z$  ღერძის მართობულია და მოთავსებულია  $z = 0$  წერტილში. სასარგებლოა ვიცოდეთ რეზერვუორდის გაფანტვის ფორმულა,

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

სადაც  $b$  - დაჯახების პარამეტრია,  $E$  - ელექტრონის კინეტიკური ენერჯია,  $q = -1.602 \times 10^{-19}$  კ-ელექტრონის მუხტია,  $k = 8.99 \times 10^9$  ნმ<sup>2</sup>/კ<sup>2</sup> და  $\theta$  გაფანტვის კუთხეა. დაჯახების პარამეტრი არის მინიმალური მანძილი მუხტსა და ელექტრონს შორის რომ არ ყოფილიყო ურთიერთქმედება და ელექტრონი მოძრაობდეს წრფის გასწვრივ. გაფანტვის კუთხე არის კუთხე ელექტრონის საწყისი სიჩქარესა და გაფანტვის შემდეგ საბოლოო სიჩქარეს შორის



## 1.2 დავალება

ამოცანა მდგომარეობს რაც შეიძლება ზუსტად ვიპოვოთ  $Q$  მუხტის მდებარეობა ( $x_Q, y_Q, z_Q$ ) და მისი სიდიდე და ნიშანი. უნდა აჩვენოთ თქვენს შედეგებში მიღებული სიდიდეების ცდომილებების რიგის შეფასება. არსებობს გაუსის ცდომილება, რომელიც დაკავშირებულია ელექტრონების ნაკადის საწყის მდებარეობასთან და შეადგენს 0,5 მმ-ს.

როგორც ყველა ექსპერიმენტში თქვენ უნდა წარმოადგინოთ მონაცემთა ცხრილები, გრაფიკები და გამოყენებული ფორმულები, გასაგები რომ იყოს რა გაზომეთ და როგორ მიიღეთ შედეგები.

## 1.3 პროგრამის ინტერფეისი

პროგრამა ითხოვს ამაჩქარებელ ძაბვას შემდეგი მითითებით

Beam accelerating voltage in V:

Enter a number between 1 and 10000, and press **return**. The program then asks for the initial launch coordinates, starting with  $x_i$ , with the prompt

შეიტანეთ რიცხვი 1-დან 10000-მდე და დააჭირეთ ხელი **return**-ს. შემდეგ პროგრამა მოითხოვს საწყისი კოორდინატებს  $x_i$  და ეკრანზე გამოვა:

x-coordinate of the electron beam in cm:

შეიტანეთ რიცხვი -20-დან 20-მდე და დააჭირეთ ხელი **return**-ს. ბოლოს პროგრამა მოითხოვს  $y_i$  კოორდინატს:

y-coordinate of the electron beam in cm:

შეიტანეთ რიცხვი -20-დან 20-მდე და დააჭირეთ ხელი **return**-ს. თუ თქვენ ამ სამი მოთხოვნიდან შეიყვანეთ არასწორი ციფრი, მაშინ პროგრამა გეტყვი:

Invalid entry.

და შემდეგ ისევ მოითხოვს რიცხვების შეტანას შესაძლო დიაპაზონში. სამი ციფრის შეტანის შემდეგ პროგრამა გამოიტანს

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

და ის თავიდან გადათვლის თქვენ შეტანილ მონაცემებს, და შემდეგ

Electron detected at (x, y) =

და იძლევა ეკრანზე ელექტრონის ადგილმდებარეობას. მაგრამ ზოგიერთი ელექტრონი არ მოხვდება სასრული ზომის ეკრანს, რის შესახებაც პროგრამა გეტყვით

Electron not detected...

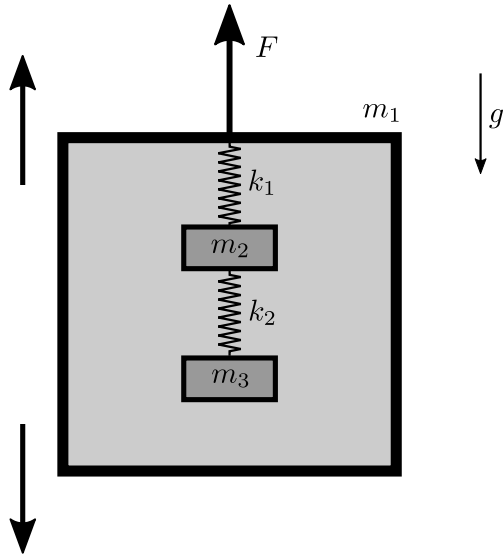
შემდეგ პროგრამა გამეორდება, რაც საშუალებას მოქცევით შეიყვანოთ ახალი პარამეტრები.

# 2 შავი ყუთი

## 2.1 შესავალი

თქვენ გაქვთ მტკიცე მექანიკური შავი ყუთი, რომელიც არის  $m_1$  მასის კონტეინერი. კონტეინერის შიგნით მოთავსებულია  $m_2$  მასის ტვირთი, რომელიც ჩამოკიდებულია ჭერზე თითქმის უმასო ზამბარით, რომლის სიხისტეა  $k_1$ . მეორე  $m_3$  მასის ტვირთი ჩამოკიდებულია  $m_2$  მასის ტვირთზე სხვა უმასო  $k_2$  სიხისტის ზამბარით. გვაქვს მცირე ბლანტი ხახუნი, რომელიც დამოკიდებულია ობიექტების სიჩქარეებზე. დედამიწის გრავიტაცია  $g = 9.81$  მ/ს<sup>2</sup> ყუთის კედლების პარალელურია.

ყუთის მოძრაობა შეგიძლიათ ზემოთ ან ქვემოთ მითითებული აჩქარებით. აჩქარების მითითება შეგიძლიათ პროგრამის საშუალებით. ამისთვის უნდა მიუთითოთ ხანგრძლივობა (წამებში) და აჩქარება ( მ/წმ<sup>2</sup>) თითოეულ ეტაპზე. სიმულაცია გიჩვენებთ "რეალურ დროში"  $F$  ძალას, რომელიც საჭიროა მითითებული აჩქარების შესანარჩუნებლად. ასევე გიჩვენებთ დროსაც. სიმულაცია ასევე ჩაწერს ანათვლებს ტექსტ ფაილში იმავე ფორმატში სადაც პროგრამაა მოთავსებული. ყველა სიმულაცია დაიწყება მასების ერთი და იმავე საწყისი განლაგებით.



**შენიშვნა:** ყველა  $F$  ძალის გაზომვას აქვს მცირე შემთხვევითი ცდომილება. ზამბარები არიან წრფივი წაგრძელების ლოგიკურ ფარგლებში, მაგრამ არაწრფივები დიდი წაგრძელებებისათვის.  $k_1$  და  $k_2$  განმარტებულნი არიან, როგორც სიხისტე მცირე წაგრძელებებისათვის წონასწორობის წერტილის მიდამოში, როდესაც ყუთი გაჩერებულია.  $F$  ძალის და აჩქარების დადებითი მიმართულება არის ვერტიკალურად ზემოთ. ყუთის გვერდის სიგრძეა 0.6 მ და ყუთი თავდაპირველად მოთავსებულია 3 მეტრიანი ოთახის ცენტრში. ექსპერიმენტი ავტომატურად სრულდება თუ ყუთი ჭერს ან იატაკს დაეჯახება. ან თუ რომელიმე მასა მიეჯახება ყუთს ან სხვა მასას. ნახატზე პროპორცია არ არის დაცული.

**2.2 დავალება**

თქვენ გევალებათ დაადგინოთ ყველა პარამეტრი:  $m_1, m_2, m_3, k_1, k_2$ . არ ხართ ვალდებული გამოთვალეთ ცდომილება.

როგორც ყველა ესპერიმენტში, თქვენ უნდა წარმოადგინოთ მკაფიოდ გაფორმებული მონაცემების ცხრილები, მკაფიოდ გაფორმებული გრაფიკები და საკმარისი გამოყვანები ფორმულებით. რათა გასაგები იყოს თუ რა გაზომეთ და როგორ მიხვედით შედეგებამდე.

**2.3 პროგრამის ინტერფეისი**

თავდაპირველად პროგრამა ითხოვს რაღაცების შეყვანას. გაქვთ სხვადასხვა ვარიანტი.

- შეიყვანეთ ორი რიცხვი და დააჭირეთ **return**-ს რომ დაამატოთ აჩქარების მიმდევრობაში ერთი ეტაპი. მაგალითად: 1.5 -0.4 პირველი რიცხვი უნდა იყოს ეტაპის ხანგრძლივობა (**duration**) წამებში. (უნდა იყოს 0.01 წმ-ს ჯერადი) და მეორე რიცხვი უნდა იყოს აჩქარება (**acceleration**) მ/წმ<sup>2</sup> (უნდა იყოს შემდეგ ინტერვალში -30-დან 30-მდე).
- ჩაწერეთ repeat(გამეორება) და ნატურალური რიცხვი და დააკლიკეთ **return**-ს რომ გაიმეოროს მოქმედებები, მაგალითად: repeat 10

რიცხვი ნიშნავს რამდენჯერ (**number of times**) გსურთ ქმედების გამეორება. ყველა განმეორებითი ბრძანება უნდა დასრულდეს endrepeat (დასრულდეს გამეორება) ბრძანებით (იხილეთ ქვემოთ).

- შეიყვანეთ endrepeat რომ დაასრულოთ განმეორებითი ქმედებები.თუ დაიწყებთ ექსპერიმენტს ყველა ქმედება repeat-ს და endrepeat-ს შორის გამეორდება მითითებული ოდენობით. თქვენ არ შეგიძლიათ გაამეოროთ (repeat) სხვა გამეორების შიგნით.
- შეიყვანეთ sample და რიცხვი და დააჭირეთ **return** რათა შეცვალოთ დრო. მაგალითად: sample 0.4

ეს რიცხვი იქნება ახალი **sampling time** რაც არის დროის ინტერვალი, რომელი ინტერვალისაა ჩაიწერება ანათვლები ტექსტ ფაილში. იგი უნდა იყოს 0.01 წმ-ს ჯერადი. 0.01 წამი არის თქვენი ჩარევის გარეშე სტანდარტული **sampling time**.

- შეიყვანეთ begin რომ დაასრულოთ შეყვანა და დაიწყოთ ექსპერიმენტი.

თქვენ ასევე შეგიძლიათ დაწეროთ ბევრი ბრძანება ერთსა და იმავე ხაზზე და შემდეგ დააჭიროთ **return**-ს. მაგალითად შეგიძლიათ შეიყვანოთ:

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

რომ დაიწყოთ ექსპერიმენტი სადაც დროითი ინტერვალია 0.4 წმ და აჩქარებთ ყუთს  $a = 0.4$  მ/წმ<sup>2</sup> და  $a = -0.4$  მ/წმ<sup>2</sup> აჩქარებებოთ ათჯერ.

თუ შეიყვანთ არასწორად მიიღებთ შეცდომებიდან ერთერთს.

- თუ აჩქარება საზღვარს სცდება: Acceleration is out of range.
- თუ აჩქარების ხანგრძლივობა საზღვარს სცდება: Duration is out of range.
- თუ ანათვლების ალების ინტერვალი საზღვარს სცდება: Sampling time is out of range.
- თუ გამეორებების რიცხვი საზღვარს სცდება: Number of repeat times is out of range.
- თუ შეეცდებით გამეორებას სხვა გამეორების შიგნით: Cannot repeat actions inside another repeat.
- თუ შეეცდებით გამეორების დასრულებას (endrepeat) ისე რომ გამეორება (repeat) არ დაიწყიათ: Cannot end repeat outside repeat.
- ყველა სხვა შემთხვევაში: Invalid entry.

როდესაც შეიყვანთ begin-ს პროგრამა მოგთხოვთ სახელს ფაილისთვის რომელშიც უნდა ჩაწეროს ექსპერიმენტის შედეგები და ეკრანზე დაიწერება:

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

შეიყვანეთ სახელი და დააჭირეთ **return** - ს. გირჩევთ გამოიყენოთ მხოლოდ ლათინური ასოები და რიცხვები ფაილის დასახელებისთვის. სხვა

სიმბოლოები შეიძლება არ იყოს დასაშვები ფაილის სახელში და ანათვლები არ შეინახება. ანათვლები შეინახება .txt ფაილში მითითებული სახელით იმავე ფოლდერში სადაც პროგრამაა მოთავსებული.

ამის შემდეგ პროგრამა გამოიტანს:

Begin experiment.

და დაიწყებს ექსპერიმენტს. პროგრამა შემდეგ გვიჩვენებს მიმდინარე დროს ექსპერიმენტის დაწყებიდან( Time (s)), ძალის ანათვალს (Force (N)) და ყუთის აჩქარებას (Accel ( $m/s^2$ )). ანათვლები ანალოგიურად იქნება მოცემული ტექსტ ფაილში.

პროგრამა შემდეგ გამოიტანს ერთერთ ჩამოთვლილ მესიჯს

- თუ წარმატებით დასრულდა:  
Experiment ended successfully.
- თუ ყუთი ჭერს დაეჯახა:  
The box hit the ceiling. Experiment ended.
- თუ ყუთი იატაკს დაეჯახა:  
The box hit the floor. Experiment ended.
- თუ მასები ერთმანეთს დაეჯახნენ ან ერთერთი მასა ყუთს მიეჯახა:  
Masses and/or the box collided. Experiment ended.

After the experiment ends, you can start another experiment. როდესაც ექსპერიმენტი დასრულდება შეგიძლიათ დაიწყოთ ახალი ექსპერიმენტი.