

# 1 Muatan Tersembunyi

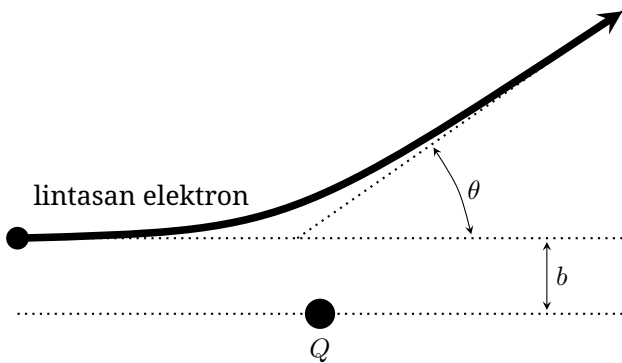
## 1.1 Perkenalan

Muatan titik yang besarnya tidak diketahui  $Q$  terletak di posisi tetap pada suatu region. Elektron-elektron ditembakkan paralel dengan sumbu  $z$  dari jarak yang sangat jauh (dari muatan  $Q$ ) akan dihamburkan menjauh dari muatan  $Q$  dan menumbuk layar pendeteksi. Detail tentang muatan  $Q$  yang tidak diketahui dapat dipelajari dengan memvariasikan energi kinetik mula-mula dan posisi mula-mula  $x_i$  dan  $y_i$  elektron dan mengukur posisi akhir  $x_f$  dan  $y_f$  elektron saat menumbuk layar datar (ukuran terhingga) yang tegak lurus sumbu  $z$  dan terletak pada  $z = 0$ .

Rumus hamburan Rutherford akan berguna,

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

dimana  $b$  adalah parameter impact,  $E$  energi elektron,  $q = -1.602 \times 10^{-19} \text{C}$  muatan elektron,  $k = 8.99 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ , dan  $\theta$  sudut hambur. Parameter impact adalah jarak terdekat elektron ke target jika elektron tidak terpengaruh oleh target dan bergerak dalam garis lurus; sudut hambur adalah sudut antara vektor kecepatan mula-mula elektron ketika masih jauh dari target dan vektor kecepatan akhir elektron jauh dari target setelah hamburan.



## 1.2 Tugas

Tugasmu adalah menentukan posisi muatan ( $x_Q, y_Q, z_Q$ ), besar dan tanda muatan tetap  $Q$ , seakurat mungkin. Anda juga harus memberikan perkiraan kasar orde error eksperimen ini. Ada error Gauss untuk posisi mula-mula berkas elektron dalam orde 0.5 mm.

Seperti halnya eksperimen biasanya, berikan tabel data lengkap yang dilabel secara jelas, grafik yang dilabel dengan jelas dan penurunan rumus yang dipakai untuk menjelaskan apa yang Anda ukur dan lakukan untuk mendapatkan hasil eksperimen.

## 1.3 Petunjuk Pemakaian Program

Program akan meminta Anda memasukkan tegangan pemercepat pada bagian masukan

Beam accelerating voltage in V:

Masukkan angka antara 1 dan 10000, dan tekan **enter**. Lalu program akan meminta posisi peluncuran mula-mula, dimulai dari  $x_i$ , dengan bagian input

x-coordinate of the electron beam in cm:

Masukkan angka antara -20 dan 20 lalu tekan **enter**. Akhirnya program akan meminta posisi  $y_i$ , dengan bagian input

y-coordinate of the electron beam in cm:

Masukkan angka antara -20 dan 20 lalu tekan **enter**. Jika Anda memasukkan angka yang salah untuk salah satu input ini maka program akan memberikan prompt

Invalid entry.

dan akan meminta Anda untuk memasukkan nilai baru lagi, dengan mengingatkan batas yang diperbolehkan.

Sesudah ketiga angka dimasukkan, program akan memberikan keluaran

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

yaitu nilai yang Anda masukkan, lalu

Electron detected at (x, y) =

posisi pada layar dimana elektron terdeteksi. Jika elektron tidak menumbuk layar/keluar dari ukuran layar maka Anda akan diberi tahu:

Electron not detected...

Program lalu berulang sehingga Anda dapat memasukkan set nilai koordinat mula-mula yang baru.

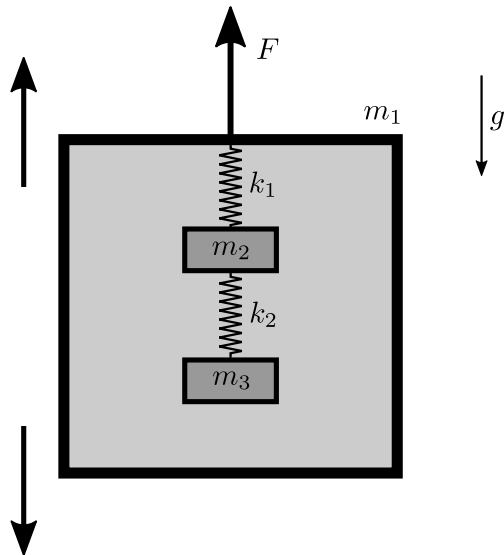
# 2 Black box

## 2.1 Perkenalan

Anda diberikan black box mekanik tegar yang terdiri dari kontainer bermassa  $m_1$ . Di dalam kontainer terdapat beban bermassa  $m_2$  yang menggantung pada pegas tak-bermassa dengan konstanta pegas  $k_1$  dari langit-langit kotak. Massa lain  $m_3$  digantung pada massa  $m_2$  melalui pegas tak-bermassa lainnya dengan konstanta pegas  $k_2$ . Terdapat gaya gesek viskositas (pada semua massa yang terkait dengan kecepatan relatif terhadap udara) yang bergantung pada kecepatan objek. Percepatan gravitasi bumi  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$  dan paralel dengan dinding kotak.

Kotaknya dapat digerakkan ke atas atau ke bawah dengan percepatan konstan. Pola percepatan dapat diprogram dengan memasukkan input dengan memberi durasi waktu (dalam detik) dan nilai percepatan (dalam  $\text{m/s}^2$ ) untuk setiap langkah. Simulasi menunjukkan nilai "real time" dari gaya  $F$  yang diberikan pada kotak untuk mempertahankan nilai percepatan yang diberikan pada saat terkini dan juga menunjukkan bacaan waktu saat terkini. Program simulasi juga memberikan output dari hasil pengukuran ke file text yang terletak pada folder yang sama dengan program simulasi. Semua simulasi akan mulai dengan nilai konfigurasi awal yang sama untuk semua massa

*Catatan:* Setiap pengukuran gaya  $F$  memiliki error acak yang kecil. Pegas linear untuk simpangan yang



cukup kecil. Nilai  $k_1$  dan  $k_2$  didefinisikan sebagai konstanta pegas untuk simpangan kecil di dekat titik setimbang ketika kotak diam. Gaya  $F$  dan percepatan bernilai positif saat diarahkan ke atas. Panjang sisi kotak 0.6 m dan kotak mula-mula berada di tengah ruangan yang tingginya 3 m. Eksperimen akan otomatis berakhir jika kotak menumbuk langit-langit atau lantai, atau jika salah satu massa menumbuk kotak atau massa lainnya. Gambar tidak sesuai skala.

## 2.2 Tugas

Tugasmu adalah untuk menentukan semua parameter:  $m_1, m_2, m_3, k_1, k_2$ . Anda tidak perlu memberikan analisis error untuk hasil-hasil ini.

Seperti semua eksperimen lainnya, anda perlu memberikan tabel data yang jelas, grafik yang diberi label jelas dan penurunan persamaan yang memadai untuk memperjelas apa yang anda ukur, dan bagaimana anda memperoleh hasil.

## 2.3 Petunjuk Pemakaian Program

Mula-mula program akan meminta urutan tindakan yang diinginkan. Anda dapat memiliki pilihan sebagai berikut

- Masukkan 2 angka lalu tekan **enter** untuk menambah 1 langkah ke pola percepatan, contoh: 1.5 -0.4  
Angka pertama adalah **durasi** langkah dalam detik (harus dalam kelipatan 0.01 s) dan angka kedua adalah **percepatan** dalam  $m/s^2$  (harusnya antara  $-30$  dan  $30$ ).
- Ketik repeat dan sebuah integer kemudian tekan **enter** untuk mengulangi suatu tindakan yang diinginkan, contohnya: repeat 10  
Integer yang diberikan adalah **berapa kali** anda ingin mengulangi suatu tindakan. Setiap akhir dari tindakan mengulang harus diakhiri dengan mengetik: endrepeat (lihat di bawah).
- Ketik: endrepeat untuk mengakhiri tindakan. Jika anda memulai eksperimen maka semua tindakan antara: repeat dan: endrepeat akan diulangi sebanyak jumlah yang diberikan. Anda tidak dapat mengulang di dalam proses pengulangan yang berjalan.

- Ketik: sample dan sebuah angka kemudian tekan **enter** untuk mengubah waktu sampling, misalnya: sample 0.4  
Angka tersebut adalah **waktu sampling**, setiap data yang ditulis ke file text akan memiliki selang waktu sebesar ini. Waktu sampling ini harus dalam kelipatan 0.01 s, yang juga adalah waktu sampling default.
- Ketik: begin untuk mengakhiri proses memasukkan langkah dan memulai eksperimen.

Anda dapat memasukkan beberapa langkah dalam 1 baris baru menekan tombol **enter**. Contoh, Anda dapat memasukkan

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

untuk memulai eksperimen di mana Anda mengubah waktu sampling ke 0.4 s dan mempercepat kotak dengan percepatan  $a = 0.4 m/s^2$  selama durasi 1.5 s lalu  $a = -0.4 m/s^2$  selama durasi 1.5 s dan diulang sepuluh kali.

Jika anda memasukkan input yang tidak valid, anda akan memperoleh salah satu pesan error berikut dan anda dapat mencoba memberikan tindakan berikutnya.

- Jika percepatan di luar rentang:  
Acceleration is out of range.
- Jika durasi percepatan diluar rentang:  
Duration is out of range.
- Jika waktu sampling di luar rentang:  
Sampling time is out of range.
- Jika banyaknya pengulangan waktu di luar rentang:  
Number of repeat times is out of range.
- Jika anda mencoba tindakan pengulangan di dalam tindakan pengulangan lainnya:  
Cannot repeat actions inside another repeat.
- Jika anda mencoba mengakhiri tindakan pengulangan tanpa adanya tindakan pengulangan:  
Cannot end repeat outside repeat.
- Untuk semua kasus lainnya:  
Invalid entry.

Setelah anda memasukkan begin, program akan meminta Anda memasukkan nama file keluaran pada prompt

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

Masukkan nama yang Anda inginkan lalu tekan **enter**. Anda akan diminta hanya memakai huruf dan angka Latin untuk nama. Karakter lain mungkin tidak diperbolehkan untuk nama file dan jika nama file invalid/tidak diijinkan maka hasil eksperimen tidak akan disimpan. Hasil eksperimen akan disimpan di file .txt dengan nama yang Anda berikan dan di folder yang sama dengan program.

Sesudah ini program akan menampilkan

```
Begin experiment.
```

dan memulai eksperimen. Program akan menampilkan waktu sejak eksperimen dimulai (Time (s)), gaya yang terukur  $F$  (Force (N)) dan percepatan kotak (Accel ( $m/s^2$ )). Hasil yang sama akan ditampilkan di text file keluaran.

Program akan memunculkan salah satu pesan berikut.

- Jika eksperimen berakhir sukses:  
Experiment ended successfully.
- Jika kotak mengenai langit-langit:  
The box hit the ceiling. Experiment ended.
- Jika kotak mengenai lantai:  
The box hit the floor. Experiment ended.
- Jika massa-massa di dalam kotak bertumbukan atau salah satu massa menumbuk kotak:  
Masses and/or the box collided. Experiment ended.

Setelah eksperimen selesai, Anda dapat memulai eksperimen berikutnya.

**Link program eksperimen:**

[https://www.ioc.ee/~kalda/ipho/  
EuPhO-experiments.zip](https://www.ioc.ee/~kalda/ipho/EuPhO-experiments.zip)