

# 1 Una carica sconosciuta

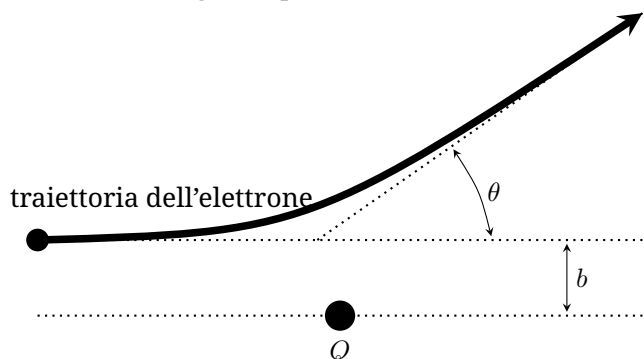
## 1.1 Introduzione

Una carica puntiforme di valore  $Q$  sconosciuto è mantenuta ferma in una regione di spazio. Degli elettroni vengono lanciati parallelamente all'asse  $z$  partendo da lontano rispetto alla carica e vengono diffusi a causa della forza elettrostatica prodotta dalla carica fissa e quindi colpiscono uno schermo di rilevamento. È possibile conoscere i dettagli della carica sconosciuta variando l'energia cinetica iniziale e le coordinate iniziali  $x_i$  e  $y_i$  del fascio di elettroni e misurando le coordinate finali  $x_f$  e  $y_f$  del punto in cui l'elettrone colpisce lo schermo piatto di rilevamento di dimensioni finite, perpendicolare all'asse  $z$  e situato a  $z = 0$ .

È utile conoscere la formula della diffusione alla Rutherford,

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

dove  $b$  è il parametro d'impatto,  $E$  è l'energia dell'elettrone,  $q = -1.602 \times 10^{-19} \text{C}$  è la carica dell'elettrone,  $k = 8.99 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ , e  $\theta$  è l'angolo di diffusione. Il parametro di impatto è definito come la minima distanza dell'elettrone dal bersaglio, supponendo che l'elettrone non venga influenzato dal bersaglio e quindi si muove in linea retta; l'angolo di diffusione è l'angolo tra il vettore di velocità iniziale dell'elettrone quando si trova lontano dal bersaglio e il vettore di velocità finale dell'elettrone lontano dal bersaglio dopo la diffusione.



## 1.2 Scopo

Lo scopo è determinare la posizione  $(x_Q, y_Q, z_Q)$  e anche l'intensità e il segno della carica fissa  $Q$ , nel modo più preciso possibile. È necessario fornire stime approssimative e ordini di grandezza di questi risultati. C'è un errore gaussiano associato alla posizione iniziale del fascio dell'ordine di 0.5 mm.

Come per tutti gli esperimenti, devi fornire tabelle di dati chiaramente etichettate, grafici chiaramente etichettati e derivazioni di formule sufficienti per chiarire cosa hai misurato e come stai ottenendo i risultati.

## 1.3 Interfaccia del programma

Il programma richiede di fornire da tastiera un valore della tensione di accelerazione.

Beam accelerating voltage in V:

Immettere da tastiera un numero compreso tra 1 e 10000 e premere **return**. Il programma quindi richiede le coordinate iniziali di partenza, iniziando con  $x_i$

x-coordinate of the electron beam in cm:

Immettere da tastiera un numero compreso tra -20 e 20 e premere **return**. Infine, il programma richiede l'immissione da tastiera di  $y_i$

y-coordinate of the electron beam in cm:

Immettere da tastiera un numero compreso tra -20 e 20 e premere **return**. Se immetti un numero non valido in uno dei tre precedenti casi, il programma risponderà

Invalid entry.

e ti chiederà di nuovo il valore, ricordandoti i limiti consentiti.

Dopo aver inserito i tre numeri, il programma fornirà

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

e riaffermerà i valori immessi, quindi

Electron detected at (x, y) =

e indicherà la posizione sullo schermo dell'elettrone misurato. Tuttavia, se l'elettrone non colpisce lo schermo di dimensioni finite, ti verrà detto

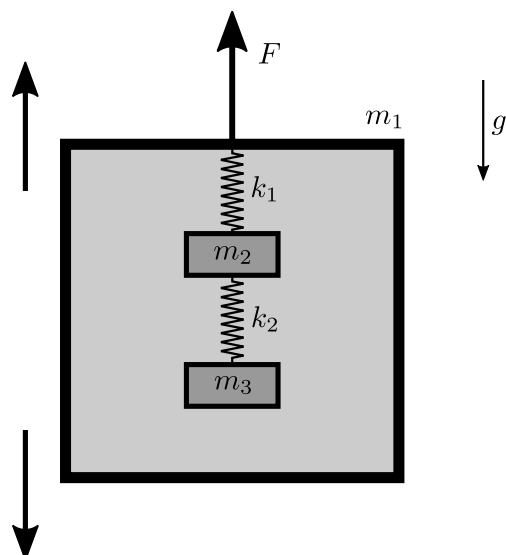
Electron not detected...

Il programma al termine si predispose per consentire l'inserimento una nuova serie di coordinate iniziali.

# 2 Una scatola nera

## 2.1 Introduzione

Hai una scatola nera meccanica rigida composta da un recipiente di massa  $m_1$ . All'interno del recipiente c'è un oggetto di massa  $m_2$  appeso a una molla di massa trascurabile e di costante elastica  $k_1$  che è fissata al soffitto della scatola. Un'altra massa  $m_3$  è appesa alla massa  $m_2$  tramite un'altra molla senza massa e di costante elastica  $k_2$ . È presente una piccola resistenza viscosa che dipende dalla velocità degli oggetti. L'accelerazione di gravità della Terra è  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$  ed è parallela ai lati della scatola.



La scatola può essere spostata verso l'alto o verso il basso con un'accelerazione costante a tratti. L'andamento dell'accelerazione può essere programmato tramite input fornendo la durata (in secondi) e l'accelerazione (in  $\text{m/s}^2$ ) di ogni step. La simulazione mostra in "tempo reale" la forza  $F$  esercitata sulla scatola necessaria per mantenere l'accelerazione data in quell'istante, insieme alla lettura del tempo. La simulazione registrerà anche le letture in un file di testo nella stessa cartella del programma. Tutte le simulazioni inizieranno sempre con la stessa configurazione iniziale per le masse.

*Nota:* Ogni misurazione della forza  $F$  ha un piccolo errore casuale. Le molle sono lineari per deformazioni ragionevolmente piccole, ma non lineari per deformazioni maggiori. I valori  $k_1$  e  $k_2$  sono definiti come la costante elastica di ogni molla per piccole deformazioni vicine all'equilibrio quando la scatola è a riposo. La forza  $F$  e l'accelerazione sono considerati positivi se diretti verso l'alto. La lunghezza del lato della scatola è 0.6 m e la scatola inizialmente si trova al centro di una stanza di altezza 3 m. Una simulazione termina automaticamente se la scatola colpisce il soffitto o il pavimento o se una delle masse si scontra con la scatola o con l'altra massa. La figura non è disegnata in scala.

## 2.2 Scopo

Lo scopo è determinare tutti i parametri:  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $m_3$ ,  $k_1$ ,  $k_2$ . Non è necessario fornire un'analisi degli errori per questi risultati.

Come per tutti gli esperimenti, devi fornire tabelle di dati chiaramente etichettate, grafici chiaramente etichettati e derivazioni di formule sufficienti per chiarire cosa hai misurato e come stai ottenendo i risultati.

## 2.3 Interfaccia del programma

Inizialmente, il programma richiede una sequenza di input da tastiera. Hai le seguenti possibilità.

- Inserire due numeri e premere **return** per aggiungere uno step all'andamento dell'accelerazione, per esempio: 1.5 -0.4  
Il primo numero rappresenta la **durata** dello step in secondi (deve essere un multiplo di 0.01 s) e il secondo numero rappresenta l'**accelerazione** in  $\text{m/s}^2$  (deve essere compreso tra -30 e 30).
- Inserire repeat e un numero intero e premere **return** per ripetere le azioni, per esempio: repeat 10  
Il numero intero rappresenta il **numero di volte** che si vuole ripetere le azioni. Ogni azione ripetuta finisce con endrepeat (vedi sotto).
- Inserire endrepeat per terminare la ripetizione delle azioni. Se si inizia la simulazione, tutte le azioni tra repeat e endrepeat saranno ripetute un dato numero di volte. Non è possibile ripetere azioni all'interno di un'altra ripetizione (non è possibile nidificare le ripetizioni).
- Inserire sample e un numero e premere **return** per cambiare il tempo di campionamento, per esempio: sample 0.4

Il numero rappresenta il nuovo **tempo di campionamento** che è il tempo dopo il quale ogni nuova lettura è registrata in un file testo. Il tempo di campionamento deve essere un multiplo di 0.01 s, che è anche il tempo di campionamento di default.

- Inserire begin per terminare la sequenza e iniziare la simulazione.

È anche possibile scrivere azioni multiple sulla stessa linea e quindi premere **return**. Per esempio, è possibile inserire

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

per iniziare una simulazione dove si è cambiato il tempo di campionamento al valore 0.4 s e accelerare la scatola rispettivamente con  $a = 0.4 \text{ m/s}^2$  e  $a = -0.4 \text{ m/s}^2$  10 volte.

Se si inserisce un input non valido, si otterrà uno dei seguenti messaggi di errore ed è possibile provare a inserire nuovamente un'azione.

- Se l'accelerazione è fuori dall'intervallo permesso:  
Acceleration is out of range.
- Se la durata dell'accelerazione è fuori dall'intervallo permesso:  
Duration is out of range.
- Se il tempo di campionamento è fuori dall'intervallo permesso:  
Sampling time is out of range.
- Se il numero di ripetizioni è fuori dall'intervallo permesso:  
Number of repeat times is out of range.
- Se si prova a ripetere azioni all'interno di un'altra azione ripetuta:  
Cannot repeat actions inside another repeat.
- Se si prova a terminare la ripetizione senza una l'azione di fine ripetizione:  
Cannot end repeat outside repeat.
- In tutti gli altri casi:  
Invalid entry.

Dopo aver inserito begin, il programma chiederà di inserire da tastiera un nome per il file di restituzione dei dati.

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

Inserire un nome e premere **return**. Si consiglia di utilizzare solo lettere e numeri latini per il nome. Altri caratteri possono o meno essere ammessi nel nome del file e, nel caso di un nome di file non valido, le letture non verranno salvate. Le letture verranno salvate in un file .txt con il nome indicato nella stessa cartella del programma.

Successivamente, il programma visualizzerà

Begin experiment.

e inizia l'esperimento. Il programma visualizzerà quindi il tempo attuale dall'inizio dell'esperimento (Time (s)), il valore misurato della forza  $F$  (Force (N)) e l'accelerazione della scatola (Accel ( $\text{m/s}^2$ )). Le letture verranno visualizzate in modo simile nel file di testo.

Il programma visualizzerà quindi uno dei seguenti messaggi.

- Se la simulazione si è conclusa con successo:  
Experiment ended successfully.
- Se la scatola tocca il soffitto:  
The box hit the ceiling. Experiment ended.
- Se la scatola tocca il pavimento:  
The box hit the floor. Experiment ended.
- Se le masse all'interno della scatola urtano tra loro o colpiscono le pareti della scatola:  
Masses and/or the box collided. Experiment ended.

Dopo la conclusione della simulazione è possibile iniziare un'altra.