

1 Verborgen lading

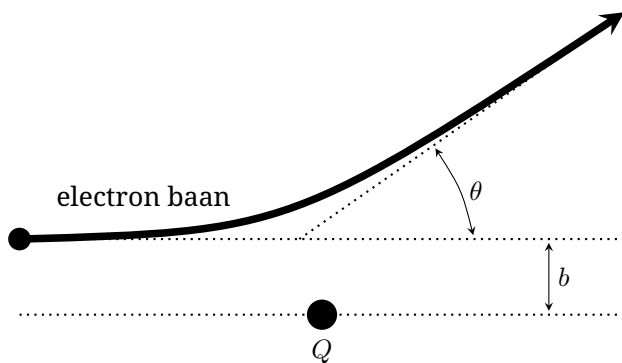
1.1 Inleiding

Een onbekende puntlading Q is gefixeerd in een gebied van de ruimte. Electronen die ver van deze puntlading parallel aan de z -as worden gelanceerd, zullen elektrostatisch verstrooien vanaf de gefixeerde lading en daarbij een detectie scherm raken. Het is mogelijk om achter de details van de verborgen lading te komen door de initiële kinetische energie als ook de initiële x_i en y_i coördinaten van de electronenbundel te variëren. De details kunnen verder worden bepaald door ook de eind positie x_f en y_f te meten waarbij een electron een eindige vlakke scherm raakt die loodrecht staat op de z -as en gepositioneerd is op $z = 0$.

Het is nuttig om de Rutherford verstrooiings's formule te weten,

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

waarbij b the botsings parameter is, E de energie van het electron, $q = -1.602 \times 10^{-19} \text{C}$ is de lading van het electron, $k = 8.99 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$, en θ is de verstrooiing hoek. The botsing parameter is gedefinieerd als de dichtste nadering van het electron naar het doel (target), aangenomen dat het electron niet wordt beïnvloed door het doel en dus in een rechte lijn zal bewegen; de verstrooiing hoek is de hoek tussen de initiële snelheidsvector van het electron ver van het doel en de eindsnelheidsvector van het electron ver van het doel na verstrooiing.



1.2 Opdracht

De opdracht is om de positie (x_Q, y_Q, z_Q) , de grootte en het teken van de gefixeerde lading Q zo nauwkeurig mogelijk te bepalen. Je moet een ruwe, orde grootte schatting geven van de fout bij al deze genoemde resultaten. Er is een fout in de orde van een 0.5 mm, volgens een Gauss-verdeling, in de initiële positie van de bundel.

Net zoals bij de experimenten, moet je duidelijke gelabelde tabellen maken, duidelijk de grafieken labelen, en voldoende afleidingen van formules noteren om duidelijk aan te geven wat je hebt gemeten en hoe je tot je resultaten komt.

1.3 Programma Interface

Het programma vraagt om een versnel spanning met de volgende prompt

Beam accelerating voltage in V:

Voer een getal in tussen 1 en 10000, en druk daarna op **return**. Het programma vraagt daarna om initiële lanceer coördinaten, beginnend met x_i , met de prompt

x -coordinate of the electron beam in cm:

Voer een getal in tussen -20 en 20 en druk daarna op **return**. Uiteindelijk vraagt het programma om y_i , met de prompt

y -coordinate of the electron beam in cm:

Voer een getal in tussen -20 en 20 en druk daarna op **return**. Indien je een ongeldige waarde invult voor een van deze drie variabelen, verschijnt de volgende tekst op het scherm

Invalid entry.

en zal je dan weer vragen om een waarde in te vullen, waarbij je herinnerd zal worden wat de limietwaarden zijn.

Nadat de drie getallen zijn ingevoerd, zal het programma het volgende als output geven

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

en zal opnieuw aangeven dat jij de waarden hebt ingevoerd, en daarna

Electron detected at (x, y) =

en geeft dus de de schermpositie van het gedetecteerde electron. Echter, indien het electron het eindige scherm niet raakt, zal het volgende aan jou worden weergegeven

Electron not detected...

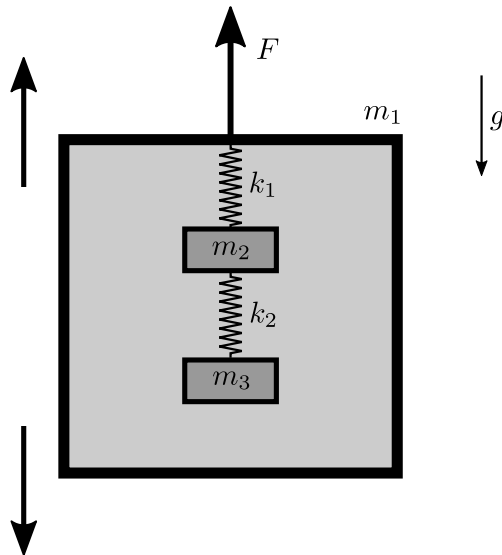
Het programma herhaalt zich dan, waardoor het mogelijk is voor jou om een nieuwe set van initiële coördinaten in te voeren.

2 Black box

2.1 Inleiding

Je hebt een starre (rigid) mechanische black box bestaande uit een container met massa m_1 . Binnen in de container hangt er een massastuk m_2 dat hangt aan een effectieve massaloze veer met veerconstante k_1 die is bevestigd aan het plafond van de container. Een andere massa m_3 is opgehangen aan massa m_2 via een andere massaloze veer met veerconstante k_2 . Er is een kleine viskeuze weerstand (drag) die afhankelijk is van de snelheid van de objecten. De gravitatieversnelling op aarde is $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ en is parallel aan de zijden van de box.

The box kan omhoog en omlaag bewegen met een stuksgewijze (piece-wise) constante versnelling. Het versnellingspatroon kan worden geprogrammeerd tijdens het invoeren door de tijd (in seconden) en de versnelling (in m/s^2) voor elke stap in te voeren. De simulatie toont "real time" de kracht F die wordt uitgeoefend op de box om de gegeven versnelling te behouden op het huidige tijdstip, en toont ook de tijdsaflezing. De simulatie zal de uitgelezen waarden ook opslaan in een text bestand in dezelfde folder als het programma. Alle simulaties zullen beginnen met dezelfde initiële configuratie van de massa's.



Merk op: Elke meting van de kracht F heeft een kleine willekeurige fout. The veren zijn lineair voor redelijk kleine vervormingen, maar niet-lineair voor hele grote vervormingen. De waarden k_1 en k_2 zijn gedefinieerd als de stijfheid van elke veer voor kleine vervormingen rond het evenwicht wanneer de box in rust is. De kracht F en de versnelling worden als positief beschouwd als hun richting naar boven is gericht. De lengte van een zijde van de box is 0.6 m en de box is in eerste instantie in het midden van een kamer met hoogte 3 m. Een experiment stopt automatisch wanneer de box het plafond of de vloer raken van de kamer, of indien de massa's botsten tegen de box of een andere massa. Het figuur is niet op schaal getekend.

2.2 Opdracht

De opdracht is om alle parameters: m_1 , m_2 , m_3 , k_1 , k_2 , te bepalen. Je hoeft geen foutenanalyse van deze waarden te geven.

Net zoals bij de experimenten, moet je duidelijke gelabelde tabellen maken, duidelijk de grafieken labelen, en voldoende afleidingen van formules noteren om duidelijk aan te geven wat je hebt gemeten en hoe je tot je resultaten komt.

2.3 Programma Interface

In het begin vraagt het programma om een reeks van invoer acties. Je hebt de volgende mogelijkheden.

- Voer twee getallen in en druk op **return** om een stap toe te voegen aan het versnellingspatroon, bijvoorbeeld: 1.5 -0.4
Het eerste getal moet de **tijdsduur** van de stap zijn in seconden (moet een veelvoud zijn van 0.01 s) en het tweede getal moet de **versnelling** zijn in m/s^2 (moet tussen -30 en 30).
- Voer repeat en een getal in en druk **return** om acties te herhalen, bijvoorbeeld: repeat 10
Het getal moet het **aantal keer** zijn dat je de actie wil herhalen. Elke herhaal actie moet worden afgesloten met een endrepeat actie (zie onderstaand).

- Voer endrepeat in om herhaalacties te stoppen. Als je aan het experiment begint, zullen alle acties tussen repeat and endrepeat herhaald worden voor het gegeven aantal keer. Je kan acties niet herhalen ten tijde van een andere herhaal actie.
- Voer sample en een getal in en druk op **return** om de sampling tijd te veranderen, bijvoorbeeld: sample 0.4
Het getal moet de nieuwe **sampling tijd** zijn die de tijd aangeeft waarna elke nieuwe meting wordt opgeslagen in de text file. De sampling tijd moet een veelvoud zijn van 0.01 s, welke ook de standaard sampling tijd is.
- Voer begin in om een reeks te eindigen en een nieuw experiment te starten.

Je kunt ook meerdere acties invoeren op dezelfde regel en op **return** drukken. Bijvoorbeeld, je kan het volgende invoeren

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

om een nieuw experiment te beginnen waarbij je de sampling tijd veranderd naar 0.4 s en de versnelling van de box respectievelijk met $a = 0.4 m/s^2$ en $a = -0.4 m/s^2$ voor 10 keer.

Indien je een ongeldige waarde invoert, zul je de volgende foutmeldingen op je scherm zien en kan je de actie proberen opnieuw in te voeren.

- Indien de versnelling buiten het bereik is:
Acceleration is out of range.
- Indien de tijdsduur van de versnelling buiten het bereik is:
Duration is out of range.
- Indien de sample tijd buiten het bereik is:
Sampling time is out of range.
- Indien het aantal herhalingen buiten het bereik is:
Number of repeat times is out of range.
- Indien je een herhaling probeert uit te voeren ten tijde van een andere herhaal actie:
Cannot repeat actions inside another repeat.
- Indien je probeert een herhaling te beëindigen zonder een herhaalactie aan het einde:
Cannot end repeat outside repeat.
- In alle andere gevallen:
Invalid entry.

Nadat je begin heb ingevoerd, zal het programma je vragen om een naam voor het output bestand met de volgende prompt

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

Voer een naam in en druk op **return**. Gebruik de Latijnse letters en cijfers, omdat sommige speciale karakters niet zijn toegestaan in de naam van het bestand. Bij een ongeldige naam zullen de metingen **niet** worden opgeslagen. De metingen zullen worden opgeslagen in een .txt bestand met de gegeven naam in dezelfde folder als het bestand.

Hierna zal het programma het volgende weergeven
Begin experiment.

en begin het experiment. Het programma geeft dan het huidige tijdstip weer sinds het begin van het experiment (Time (s)), the gemeten waarde van de kracht F (Force

(N)) en de versnelling van de box (Accel (m/s^2)). De metingen zullen op dezelfde manier worden weergegeven in het text bestand.

Het programma zal dan één van de volgende berichten tonen.

- Als het experiment succesvol is afgelopen:
Experiment ended successfully.
- Als de box het plafond heeft geraakt:
The box hit the ceiling. Experiment ended.
- Als de box de vloer heeft geraakt:
The box hit the floor. Experiment ended.
- Als de massa's binnen in de box zijn gebotst tegen de box of tegen een andere massa:
Masses and/or the box collided. Experiment ended.

Nadat het experiment is afgelopen, kan je beginnen aan een nieuw experiment.