

1 Carga Escondida

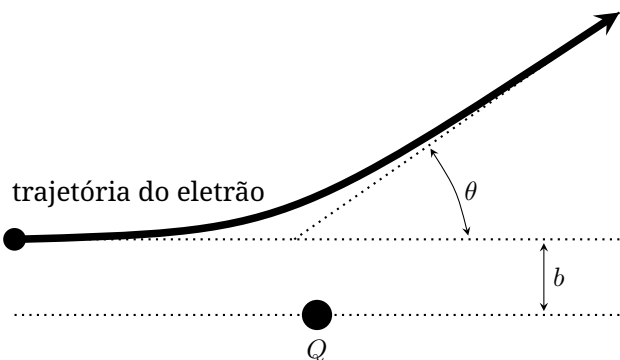
1.1 Introdução

Uma carga pontual desconhecida Q está fixa numa certa posição do espaço. Elétrons lançados paralelamente ao eixo dos z , a partir de um ponto longe da carga, são dispersos eletrostaticamente para longe da carga fixa e atingem um alvo que os deteta. É possível obter informação acerca da carga escondida variando a energia cinética inicial bem como as coordenadas iniciais x_i e y_i do feixe de elétrons e medindo as coordenadas finais x_f e y_f do ponto onde o elétron atinge um alvo plano perpendicular ao eixo dos z , colocado em $z = 0$.

É útil conhecer a fórmula de dispersão de Rutherford,

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

onde b é o parâmetro de impacto, E é a energia do elétron, $q = -1.602 \times 10^{-19} \text{C}$ é a carga do elétron, $k = 8.99 \times 10^9 \text{Nm}^2/\text{C}^2$ e θ é o ângulo de dispersão. O parâmetro de impacto é definido como a distância mais próxima do elétron à carga alvo, assumindo que o elétron não foi afetado pela carga e, portanto, se moveria em linha reta; o ângulo de dispersão é o ângulo entre o vetor velocidade original do elétron, longe do alvo, e o vetor velocidade final do elétron, longe do alvo, após a dispersão.



1.2 Tarefa

A tarefa é determinar a posição (x_Q, y_Q, z_Q) e também a magnitude e o sinal da carga fixa Q , da maneira mais precisa possível. Deve fornecer estimativas aproximadas da ordem de magnitude dos erros associados a esses resultados. Há um erro gaussiano associado à localização inicial do feixe que é da ordem de 0.5 mm.

Como em todas as experiências, deve fornecer tabelas de dados claramente indicadas, gráficos claramente identificados (bem como os eixos) e determinação de fórmulas suficientes para deixar bem claro o que mediu e como vai obtendo os seus resultados.

1.3 Interface do Programa

O program pede a diferença de potencial de aceleração, com a “prompt”:

Beam accelerating voltage in V:

Introduza um número entre 1 e 10000 e pressione **enter**. O programa pede depois as coordenadas iniciais do feixe, começando com x_i , com a “prompt”:

x-coordinate of the electron beam in cm:

Introduza um número entre -20 e 20 e pressione **enter**. Por fim, o programa pede y_i , com a “prompt”:

y-coordinate of the electron beam in cm:

Introduza um número entre -20 e 20 e pressione **enter**.

Se introduzir um número inválido para qualquer um desses três pedidos, o programa indicará:

Invalid entry.

e solicitará o valor novamente, lembrando os limites permitidos.

Após a inserção dos três números, o programa mostrará:

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

e indicará os valores que foram anteriormente inseridos e, em seguida dirá,

Electron detected at (x, y) =

e dará a localização no alvo do elétron detetado. No entanto, se o elétron não acertar no alvo, que tem um tamanho finito, será informado disso pela frase:

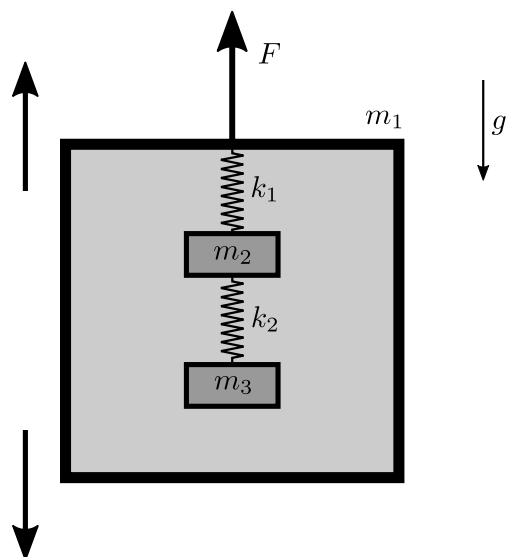
Electron not detected...

O programa então vai ser repetido, permitindo que insira um novo conjunto de coordenadas iniciais.

2 Caixa Negra

2.1 Introdução

Considere uma caixa negra mecânica rígida que tem uma massa m_1 . Dentro dessa caixa existe uma massa m_2 que está pendurada no teto da caixa através de uma mola (que se pode considerar sem massa) com constante elástica k_1 . Uma outra massa m_3 está pendurada na massa m_2 através de outra mola sem massa com constante elástica k_2 . Existe um pequeno atrito viscoso no sistema que é função da velocidade dos objetos. A aceleração do campo gravítico é $g = 9.81 \text{m/s}^2$ e é paralela aos lados verticais da caixa.



A caixa pode mover-se para cima ou para baixo com uma aceleração que é constante em intervalos específicos. O padrão das acelerações impostas na caixa pode ser programado dando a duração (em segundos) e o valor da aceleração (em m/s^2) em cada intervalo. A simulação mostra em “tempo real” o tempo assim como a força F que é preciso exercer na caixa de modo a manter a aceleração programada. A simulação também escreve os dados num ficheiro de texto que pode encontrar na mesma diretoria que o programa. Todas as simulações começam com a mesma configuração inicial das massas.

Nota: Todas as medições da força F têm um pequeno ruído aleatório. As molas são lineares para deformações pequenas, mas são não-lineares para deformações grandes. Os valores de k_1 e k_2 são as constantes elásticas das molas para pequenas deformações, perto do equilíbrio quando a caixa está em repouso. A força F e a aceleração são consideradas positivas na direção de baixo para cima. A caixa tem 0.6 m de lado e encontra-se inicialmente no meio de uma sala com 3 m de altura. A experiência termina automaticamente quando a caixa bate no teto da sala ou no chão, ou se as massas chocam ou se qualquer uma delas bate nas paredes da caixa. A figura não está desenhada à escala.

2.2 Tarefa

A tarefa é determinar os parâmetros m_1, m_2, m_3, k_1, k_2 . Não será necessário fazer a análise de erros.

Como em qualquer experiência deverá apresentar tabelas de dados claramente preenchidas, gráficos claramente representados e legendados, e derivações matemáticas suficientes de modo a ser claro o que mediu e como obteve os seus resultados.

2.3 Interface do Programa

Inicialmente o programa pede uma sequência de ações de input. Existem as seguintes possibilidades:

- Introduzir dois números e carregar no **enter** para adicionar mais um intervalo com aceleração constante, por exemplo 1.5 -0.4
O primeiro número é a **duração** do intervalo em segundos (deve ser um múltiplo de 0.01 s), e o segundo número é a **aceleração** em m/s^2 (deve estar entre -30 e 30).
- Introduzir repeat seguido de um número inteiro e carregue no **enter** para repetir a ação, por exemplo: repeat 10
O número inteiro será o **número de vezes** que deseja repetir a ação. Todas as ações de repetição devem terminar com endrepeat (ver abaixo).
- Introduzir endrepeat para terminar uma ação de repetição. Quando a experiência tiver início, todas as ações entre o repeat e o endrepeat serão repetidas o número de vezes que foi introduzido. Não pode fazer um ciclo dentro de outro, ou seja não pode repetir ações dentro de um ciclo repeat.
- Introduzir sample seguido de um número e carregue no **enter** para alterar o intervalo entre amostragens, por exemplo: sample 0.4

Este número é o **intervalo de amostragem** que é o tempo entre cada leitura que será escrita no ficheiro de texto de output. O intervalo de amostragem deve ser um múltiplo de 0.01 s, que também é o intervalo de amostragem inicial.

- Introduzir begin seguido de um **enter** para dar início à experiência.

Poderá também escrever várias instruções na mesma linha e carregar no **enter** só no fim. Por exemplo, pode escrever

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

para dar início a uma experiência onde o intervalo de amostragem é alterado para 0.4 s, e onde a caixa é acelerada com $a = 0.4 \text{ m/s}^2$ e com $a = -0.4 \text{ m/s}^2$ dez vezes.

Se introduzir um input inválido, irá obter uma das seguintes mensagens de erro (e poderá introduzir a instrução pretendida novamente):

- Se a aceleração estiver fora do intervalo permitido:
Acceleration is out of range.
- Se a duração da aceleração estiver fora do intervalo permitido:
Duration is out of range.
- Se o intervalo de amostragem tiver um valor fora do intervalo permitido:
Sampling time is out of range.
- Se o número de vezes de repetição estiver fora do intervalo permitido:
Number of repeat times is out of range.
- Se tentar fazer um ciclo de repetição dentro de outro ciclo:
Cannot repeat actions inside another repeat.
- Se escrever um endrepeat fora de um ciclo repeat:
Cannot end repeat outside repeat.
- Nos outros casos:
Invalid entry.

Depois de entrar begin, o programa irá pedir para introduzir o nome do ficheiro de output.

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

Escreva o nome do ficheiro e carregue no **enter**. Use somente letras e números sem espaços ou acentos. Outros caracteres poderão não ser permitidos e o ficheiro pode não ser gravado.

Os resultados serão gravados num ficheiro de texto com extensão .txt e com o nome que introduziu.

De seguida o programa escreve:

```
Begin experiment.
```

e a experiência terá início. O programa escreve então o tempo desde o início da experiência (Time (s)), o valor da força medida F (Force (N)) e a aceleração da caixa (Accel (m/s^2)). A mesma informação ficará gravada no ficheiro de texto.

Finalmente o programa irá escrever uma das seguintes mensagens.

- Se a experiência terminou com sucesso:
Experiment ended successfully.
- Se a caixa bateu no teto:
The box hit the ceiling. Experiment ended.
- Se a caixa bateu no chão:
The box hit the floor. Experiment ended.

- Se as massas chocaram uma com a outra ou com a caixa:
Masses and/or the box collided. Experiment ended.
Depois da experiência ter terminado pode começar outra.