

1 Carga Oculta

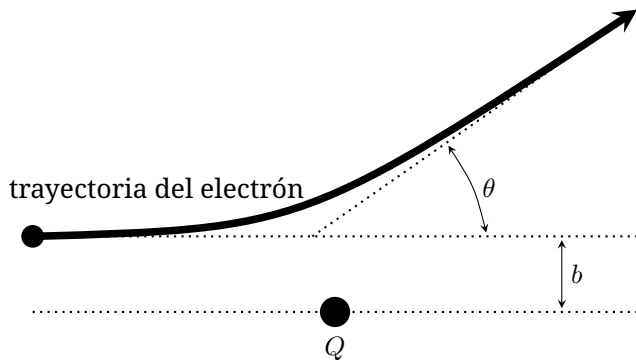
1.1 Introducción

Una carga puntual desconocida Q está fija en una región del espacio. Electrones lanzados paralelos al eje z lejos de la carga se dispersarán electrostáticamente de la carga fija y golpearán la pantalla de detección. Es posible aprender acerca de los detalles de la carga oculta variando la energía cinética inicial así como también las coordenadas iniciales x_i and y_i del haz de electrones y midiendo las coordenadas finales x_f and y_f cuando un electrón golpea una pantalla plana finita perpendicular al eje z y localizada en $z = 0$.

La fórmula de dispersión de Rutherford podría ser de utilidad,

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

donde b es el parámetro de impacto, E es la energía del electrón, $q = -1.602 \times 10^{-19}\text{C}$ es la carga del electrón, $k = 8.99 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$, y θ es el ángulo de dispersión. El parámetro de impacto está definido como la distancia más cercana del electrón al objetivo, suponiendo que el electrón no fuera afectado por el objetivo y por lo tanto se moviera en línea recta; el ángulo de dispersión es el ángulo entre el vector velocidad original del electrón, lejos del objetivo, y el vector velocidad final del electrón después de ser dispersado, cuando está lejos del objetivo.



1.2 Tarea

La tarea es determinar la posición (x_Q, y_Q, z_Q) , así como la magnitud y signo de la carga fija Q , tan preciso como sea posible. Debes proporcionar estimaciones burdas del orden de magnitud en el error de esos resultados. Hay un error gaussiano asociado con la ubicación inicial del haz que es del orden de 0.5 mm.

Como en todos los experimentos, debe dar tablas de datos claramente etiquetadas, gráficas también debidamente etiquetadas, y suficientes deducciones de fórmulas para aclarar qué ha medido, y cómo está obteniendo sus resultados.

1.3 Interfaz del Programa

El programa pide el voltaje de aceleración en la línea de comandos:

Beam accelerating voltage in V:

Ingresa un número entre 1 y 10000 y presiona **return**. El programa pide entonces las coordenadas iniciales de lanzamiento, empezando con x_i en la línea de comandos:

x-coordinate of the electron beam in cm:

Ingresa un número entre -20 y 20 y presiona **return**. Finalmente, el programa pide y_i en la línea de comandos:

y-coordinate of the electron beam in cm:

Ingresa un número entre -20 y 20 y presiona **return**. Si ingresas un número inválido para cualquiera de estos tres, el programa te mostrará en línea de comandos:

Invalid entry.

entonces se te pedirá que ingrese un nuevo valor en la línea de comandos, recordándote los límites permitidos.

Después que los tres números han sido ingresados, el programa tendrá la salida:

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

donde confirmará tus valores ingresados, entonces:

Electron detected at (x, y) =

te dará la localización en la pantalla de detección del electrón. Sin embargo, si el electrón no golpea en la pantalla, que tiene tamaño finito, te dirá:

Electron not detected...

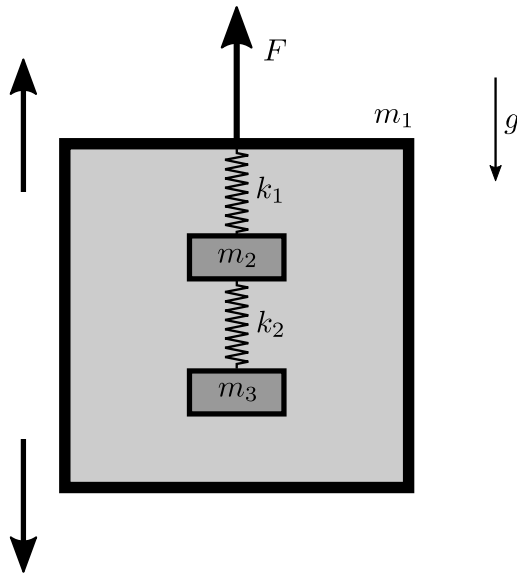
El programa entonces se repite, permitiendo que ingreses un nuevo conjunto de coordenadas iniciales.

2 Caja negra

2.1 Introducción

Se tiene una caja negra mecánicamente rígida que consiste en un contenedor de masa m_1 . Dentro del contenedor hay una pesa de masa m_2 que cuelga del techo de la caja con un resorte sin masa efectiva y de rigidez k_1 . Otra masa m_3 es colgada de la masa m_2 a través de otro resorte sin masa de rigidez k_2 . Existe una pequeña viscosidad de arrastre que depende de la velocidad de los objetos. La aceleración gravitacional de la tierra es $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ y apunta paralela a los lados de la caja.

La caja se puede mover hacia arriba o abajo con una aceleración constante por partes. El patrón de aceleración puede ser programado a través de la entrada (*input*) dando la duración (en segundos) y aceleración (en m/s^2) para cada paso. La simulación muestra en "tempo real" la fuerza F ejercida sobre la caja que se necesita para mantener la aceleración en el intervalo de tiempo de un paso, junto con la lectura del tiempo. La simulación también mandará la salida de las lecturas a un archivo de texto en la misma carpeta donde se encuentra el programa. Todas



las simulaciones empezarán siempre con la misma configuración inicial para las masas.

Nota: Cada medida de la fuerza F tiene un pequeño error aleatorio. El resorte es lineal para deformaciones razonablemente pequeñas, pero es no lineal para deformaciones más grandes. Los valores de k_1 y k_2 están definidos para ser las rigideces de los resortes para pequeñas deformaciones cerca de la posición de equilibrio cuando la caja está en reposo. La fuerza F y la aceleración se consideran positivas si están dirigidas hacia arriba. La longitud de los lados del la caja es 0.6 m y la caja está inicialmente en el centro de una habitación con altura de 3 m. Un experimento termina automáticamente si la caja toca el techo o el piso, o si cualquiera de las masas choca con la caja o con la otra masa. La figura no está hecha a escala.

2.2 Tarea

La tarea es determinar todos los parámetros: m_1, m_2, m_3, k_1, k_2 . No es necesario hacer análisis de errores para estos resultados.

Como en todos los experimentos, debe dar tablas de datos claramente etiquetadas, gráficas también debidamente etiquetadas, y suficientes deducciones de fórmulas para aclarar qué ha medido, y cómo está obteniendo sus resultados.

2.3 Interfaz de Programa

Inicialmente, el programa pide una secuencia de acciones de entrada. Tienes las siguientes opciones:

- Ingresas dos números y presiona **return** para añadir un paso al patrón de aceleración, por ejemplo:

1.5 -0.4

El primer número debe ser la **duración** del primer paso en segundos (debe ser un múltiplo de 0.01 s) y el segundo número debe ser la **aceleración** en m/s^2 (debe ser entre -30 y 30).

- Ingresas `repeat` y un número entero y presiona **return** para repetir acciones, por ejemplo: `repeat 10`
El entero debe ser el **número de veces** que quieres repetir las acciones. Cada acción repetida debe terminar con un `endrepeat` (ver siguiente punto).
- Ingresas `endrepeat` para finalizar acciones repetitivas. Si inicias el experimento, las acciones entre `repeat` and `endrepeat` serán repetidas el número de veces dado. No puedes repetir acciones dentro de otra repetición.
- Ingresas `sample` y un número y presiona **return** para cambiar el tiempo de muestreo, por ejemplo:
`sample 0.4`
El número debe ser el nuevo **tiempo de muestreo** el cual es el tiempo después del cual cada nueva lectura se envía al archivo de salida. El tiempo de muestreo debe ser un múltiplo de 0.01 s, que también es el tiempo de muestreo predeterminado.
- Ingresas `begin` para finalizar la secuencia e iniciar el experimento.

También puedes escribir múltiples acciones en la misma línea y entonces presionar **return**. Por ejemplo, puedes ingresar:

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

para iniciar un experimento donde se cambia el tiempo de muestreo a 0.4 s y acelerar la caja respectivamente con $a = 0.4 m/s^2$ y $a = -0.4 m/s^2$ por 10 veces.

Si ingresas una entrada inválida, recibirás alguno de los siguientes mensajes de error y podrás ingresar una acción nuevamente.

- Si la aceleración está fuera de rango:
Acceleration is out of range.
- Si la duración de la aceleración está fuera de rango:
Duration is out of range.
- Si el tiempo de muestreo está fuera de rango:
Sampling time is out of range.
- Si el número de veces de repetición está fuera de rango:
Number of repeat times is out of range.
- Si intentas repetir acciones dentro de otra repetición:
Cannot repeat actions inside another repeat.
- Si intentas finalizar una repetición sin tener una acción de repetición para finalizar:
Cannot end repeat outside repeat.
- En cualquier otro caso:
Invalid entry.

Después de que ingreses `begin`, el programa preguntará por un nombre para el archivo de salida en la línea de comandos:

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

Ingresas un nombre y presiona **return**. Se recomienda utilizar solo letras latinas y números para el nombre. Otros caracteres pudieran no ser permitidos en el nombre del archivo, en caso de un nombre no válido las lecturas no se guardarán. Las lecturas serán guardadas en un archivo

.txt con el nombre dado en la misma carpeta que el programa.

Después, el programa mostrará

Begin experiment.

e iniciará el experimento. El programa mostrará entonces el tiempo actual desde el comienzo del experimento (Time (s)), el valor medido de la fuerza F (Force (N)) y la aceleración de la caja (Accel (m/s^2)). Las lecturas se mostrarán de manera similar en el archivo de texto.

El programa mostrará uno de los siguientes mensajes:

- Si el experimento finaliza exitosamente:
Experiment ended successfully.
- Si la caja golpea el techo:
The box hit the ceiling. Experiment ended.
- Si la caja golpea el suelo:
The box hit the floor. Experiment ended.
- Si las masas dentro de la caja colisionan o una de las masas dentro de la caja colisiona con la caja:
Masses and/or the box collided. Experiment ended.

Después de que el experimento termina, puedes iniciar otro experimento.