

Guía 10 – Laboratorio 1 2do Cuatrimestre de 2023

Impulso y Cantidad de movimiento

Objetivo del experimento

Analizar el cambio en la cantidad de movimiento y la energía de un móvil luego de un choque contra un objeto rígido.

Enunciado del trabajo práctico propuesto

Se estudiará la transferencia de impulso del carrito al objeto y viceversa y se verá si la energía cinética se conserva, o sea que veremos si el choque es elástico. Además, estudiaremos la influencia del rozamiento al que está sometido el carrito en la conservación de la energía.

La práctica consistirá de empujar un carrito sobre un riel hasta hacerlo chocar contra un objeto rígido (que en este caso será el sensor de fuerzas) como se muestra en la figura 1. La idea será medir la velocidad antes y después de la colisión y la fuerza durante el tiempo que dure la interacción entre los objetos. Luego se utilizarán esas magnitudes físicas en el cálculo de la energía y la cantidad de movimiento.

Instrumental necesario

- Carrito, riel (materiales de los laboratorios de enseñanza).
- Dos imanes (los carritos poseen unos imanes que se pueden colocar en el frente de los mismos).
- Photogate
- Sensor de posición Vernier (opcional).
- Sensor de Fuerza Pasco.
- Interfaz SensorDAQ.
- Computadora.

Desarrollo de la práctica

Antes de comenzar la práctica recordar que se deben calibrar los sensores de posición y fuerza para medir las magnitudes en las unidades apropiadas (en caso de ser necesario).

Se debe armar el sistema de la figura 1, cuidando de dejar bien alineado el riel por donde va a ir el carrito.

Una vez alineado el riel tanto en su longitud como en su ancho, se deben colocar los sensores ya calibrados en las posiciones que indica la figura (o algo similar).

La varilla sensora (ver figura 1) contra la que chocará el carrito forma parte del sensor de fuerza. El sensor funciona midiendo cuánto se oprime o se tira de la varilla sensora al aplicársele una fuerza en el extremo libre. Entonces se debe colocar el sensor de manera que el carrito choque contra el extremo libre de la lengüeta (ver fig. 1).

Si se realizara el experimento chocando directamente contra la varilla, la duración del choque sería muy corta y no se podrían realizar las mediciones. Para salvar esta situación, se puede colocar un carrito adosado al sensor

Guía 10 – Laboratorio 1 2do Cuatrimestre de 2023

de fuerzas y colocar dos imanes, uno en el carrito móvil y otro en el fijo de manera que se repelan cuando el carrito se acerca, dando lugar a un mayor tiempo de interacción.

Una vez armado todo el sistema se debe dar un impulso al carrito hacia el sensor de fuerza midiendo las magnitudes necesarias en función del tiempo.

Hay dos opciones para la realización de la práctica:

- a) Utilizar un photogate para la medición de las velocidades (ver figura 1)
- b) Utilizar el sensor de posición y medir la posición en función del tiempo.

Analicen ambas y decidan cuál les resulta más adecuada para la realización de la experiencia.

Análisis de los resultados

En la figura 2 se muestran los datos adquiridos de la Fuerza y la Posición en función del tiempo, así como una medición realizada con un photogate ubicado según la figura 1.

Esos datos están presentados de manera esquemática. Las frecuencias ahí mostradas no están en escala. Tengan en cuenta que el sensor de posición está limitado en cuanto a la frecuencia máxima que permite utilizar.

El objetivo de la práctica es analizar el cambio de la cantidad de movimiento del móvil producido en un choque contra un objeto fijo (pared) y relacionarlo con la fuerza que hace la pared durante el choque. Para poder medir esa fuerza, la “pared” será reemplazada por el sensor de fuerzas como vimos en la figura 1.

Conservación de la energía cinética: Para esto se deberán calcular las velocidades inicial y final del carrito (ya sea con el photogate o como la derivada de l respecto de t) utilizando algún programa de análisis de datos. ¿Se conserva o no la energía? ¿por qué?

Analizar la influencia del rozamiento entre el carrito y el riel, o si la interacción con el sensor de fuerza puede provocar alguna disipación.

Transferencia de impulso entre el carrito y la lengüeta: esta se estudiará en términos del cambio en la cantidad de movimiento. En esta parte se utilizarán las velocidades inicial y final, obtenidas anteriormente, para calcular el cambio en la cantidad de movimiento y luego se calculará la integral:

$$\int_{t_1}^{t_2} F dt$$

, donde t_1 y t_2 indican el período de tiempo que duró la interacción del carrito con el sensor de fuerza.

Una vez obtenida la integral, se debe comparar con el cambio en la cantidad de movimiento y ver si es igual.

No debe olvidarse tener en cuenta los errores experimentales que en este caso surgen de los métodos numéricos utilizados.

Guía 10 – Laboratorio 1 2do Cuatrimestre de 2023

Choque (sólo con sensor de posición): se propondrá graficar F en función de l , separando los puntos experimentales en que el carrito se acerca o se aleja del sensor de fuerza (fig. 3). Se deben identificar los tiempos t_1 y t_2 entre los cuáles ocurre la interacción y el tiempo t_0 cuando el carrito se frena (ver fig. 2), para comparar la variación de la energía cinética con el trabajo de la fuerza medida.

En la fig. 3a se muestra F vs l cuando el carrito se acerca al sensor y en la 3b cuando se aleja. Con estas mediciones se puede calcular el trabajo realizado por la fuerza que hace la lengüeta sobre el carrito mediante integración numérica (ver Apéndice 1). Suponiendo se calcula el trabajo que hace la lengüeta sobre el carrito, este será negativo cuando el carrito se acerca a la lengüeta (W_1) y positivo cuando se aleja (W_2). Con estos datos y las velocidades, se podrá hacer una comparación entre $Ec(t_1)-Ec(t_0)$ y W_1 y entre $Ec(t_0)-Ec(t_2)$ y W_2 para evaluar si la variación de energía cinética se debe al trabajo de F . También se podrá calcular el trabajo total realizado por la lengüeta (W_1+W_2) y compararlo con la variación de energía cinética desde t_1 a t_2 y definir si el choque es o no elástico dentro de los errores considerados (ver Precauciones experimentales para definir en qué intervalo de tiempo medir las velocidades).

Precauciones sobre las variables: Se debe tener cuidado en el signo de las variables que se calculen a partir de las mediciones, para se debe definir un sistema de coordenadas adecuado. También se debe notar que, para calcular el trabajo, el dl cambia de signo cuando el carrito se aleja del sensor de fuerza y ahí está dado el signo del trabajo ya que F siempre apunta en el mismo sentido.

Precauciones experimentales: Se debe nivelar correctamente el riel y se deben calibrar los sensores siguiendo los procedimientos indicados en los manuales correspondientes. También será necesario alinear el sistema ya que el sensor de posición debe detectar el rebote de una señal emitida por él mismo. Se debe decidir si para estudiar la conservación de la Ec o para el choque conviene medir la velocidad cerca o lejos del momento de la interacción y se deben tomar consideraciones sobre el efecto del rozamiento en cada caso.

Se debe medir con una frecuencia de muestreo de 60 Hz ya que este es el máximo al que puede trabajar el sensor de posición.

Guía 10 – Laboratorio 1 2do Cuatrimestre de 2023

Apéndice 1: Cálculo del trabajo

Para el cálculo del trabajo se debe tener en cuenta que la variable l medida no es el vector desplazamiento.

Como el trabajo es $\int F(l)dl$, se debe notar que el dl depende del sentido del desplazamiento del carrito y es por eso que el trabajo cambia su signo luego del choque. Sin embargo, para obtener el módulo del trabajo, bastará con realizar la integración numérica de los datos obtenidos entre los puntos que el alumno considere necesario, y el signo final se colocará teniendo en cuenta el signo del producto $F(l) dl$.

Apéndice 2: Errores

Los errores de este trabajo tendrán su origen en la determinación de los errores para los sensores de posición y fuerza. Se puede tomar una serie larga de datos e intente diferenciar posiciones o valores de fuerza conocidos para determinar el error ya que estos instrumentos tienen grandes fluctuaciones estadísticas. Chequear en los manuales de cada sensor sobre este punto.

El error en la variable temporal suele ser despreciable, se trata de la precisión con la cual los sensores son muestreados, en el manual del sensor de fuerza vernier se reporta que la precisión temporal de la interfaz es de 42×10^{-9} seg (nseg). Estimar el error del tiempo con este número. La última fuente de error será la dada por los métodos numéricos utilizados y sobre éste se podrá remitir al alumno al manual del programa utilizado o dar alguna idea de cómo obtener errores en métodos como el de cuadrados mínimos, por ejemplo.

Bibliografía

Mecánica Elemental, Roederer o cualquier otro libro de introducción a la mecánica clásica

Manuales de los instrumentos utilizados: todos se encuentran en los laboratorios de enseñanza.

ENTREGAR EL INFORME ANTES DEL 11/11 por mail a joaquin.sacanell@gmail.com y a marceluda@gmail.com

Guía 10 – Laboratorio 1
2do Cuatrimestre de 2023

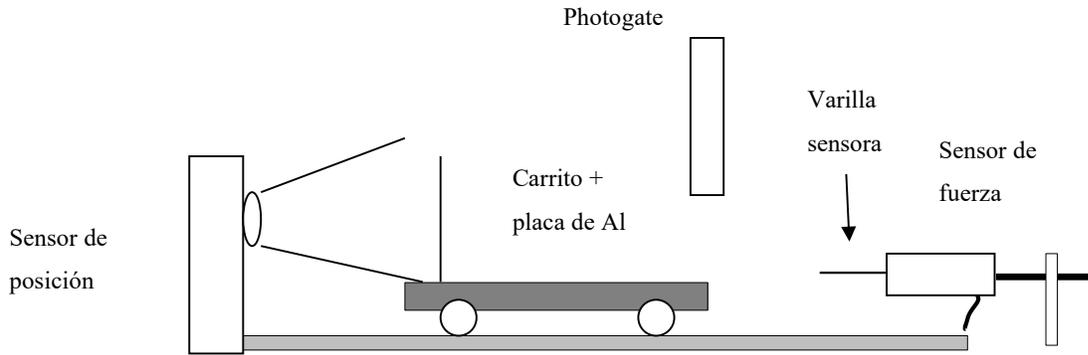


Figura 1

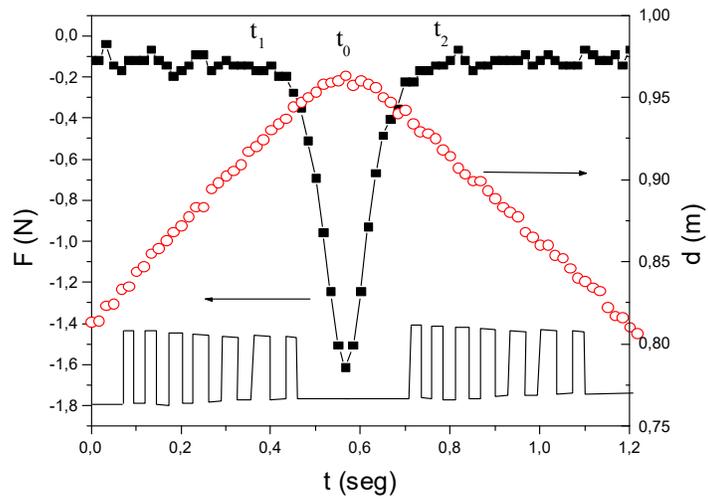


Figura 2

Guía 10 – Laboratorio 1
2do Cuatrimestre de 2023

Figura 3

