

## Guía 9: Impulso y cantidad de movimiento

Laboratorio 1 – J. Sacanell

1C 2025, Departamento de Física, FCEyN, Universidad de Buenos Aires

**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

Esta práctica tiene como objetivo analizar la variación de la cantidad de movimiento (o momento lineal) de un móvil luego de impactar contra un objeto fijo (pared), y relacionar dicha variación con la fuerza que ejerce la pared durante la colisión. Para medir esta fuerza, la pared se sustituirá por un sensor de fuerzas. Si el móvil chocara directamente contra la varilla unida del sensor, el impacto sería demasiado breve para una medición adecuada. Para solucionar esto, se coloca un carrito fijo conectado al sensor de fuerza y se añaden imanes en ambos carritos para que se repelan al acercarse, prolongando así el tiempo de interacción y permitiendo un registro más efectivo de la fuerza.

Montar el dispositivo experimental como el que se muestra en la figura 1.

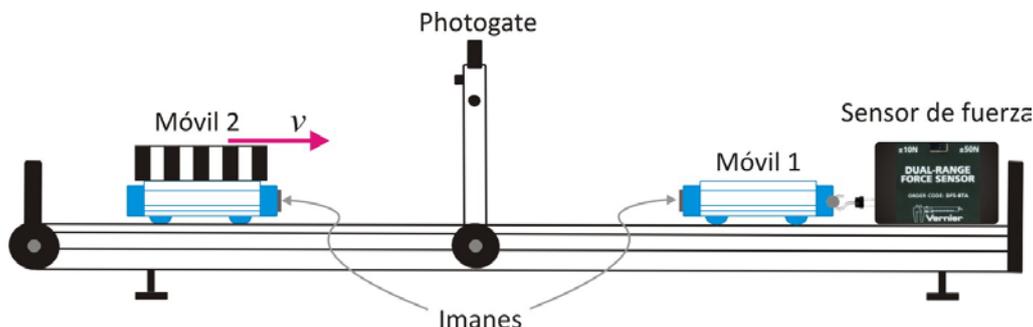


Figura 1: Esquema del dispositivo experimental.

El sistema incluye un riel con dos móviles y un sensor de fuerza. Un móvil se mantiene en reposo, ubicado junto a un sensor de fuerza. Al segundo móvil se le aplica una velocidad inicial para que colisione con el primero, registrando la fuerza de la colisión mediante dicho sensor. 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.

Se estudiará la transferencia de impulso entre el carrito y el objeto, así como la conservación de la energía cinética ( $E_c$ ) para determinar si el choque es elástico. Además, se investigará la influencia del rozamiento del carrito en la conservación de la energía.

El teorema del impulso y el momento lineal ( $\vec{p} = m\vec{v}$ ) establece que el cambio del momento lineal para una partícula de masa  $m$  durante un intervalo de tiempo  $t_2 - t_1$  es igual al impulso de la fuerza neta que actúa sobre la partícula durante ese intervalo

$$\int_{t_1}^{t_2} \vec{F} dt = \Delta\vec{p} = m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1, \quad (1)$$

siendo  $\vec{v}_1$  y  $\vec{v}_2$  las velocidades en los instantes de tiempo  $t_1$  y  $t_2$ , respectivamente.

En esta práctica,  $t_1$  y  $t_2$  indican el período de tiempo que duró la interacción del carrito con el sensor de fuerza.

Mientras que la variación de la energía cinética está dada por

$$\Delta E_c = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_2^2. \quad (2)$$

### Desarrollo de la práctica

- 1- Ubique los carritos de manera tal que los imanes que estos poseen en sus extremos estén enfrentados (el objetivo de esto es tener una mayor tiempo de interacción). El sensor funciona midiendo el grado de compresión o tracción que experimenta la varilla unida a él cuando se aplica una fuerza en su extremo libre.
- 2- Asegurarse de que el riel por el cual se desplazará el carrito esté correctamente alineado.
- 3- Antes de comenzar la práctica recordar chequear la calibración o calibrar el sensor de fuerza para medir las magnitudes en las unidades apropiadas (en caso de ser necesario).
- 4- Para estudiar la conservación de la energía cinética ( $E_c$ ) o analizar el choque, se debe decidir si conviene medir la velocidad cerca o lejos del instante de la interacción, considerando el efecto del rozamiento en cada caso.
- 5- ¿Qué frecuencia de muestreo elegirá para la medición?
- 6- Una vez que tenga el sistema a punto, obtenga al mismo tiempo la señal del sensor de fuerza y la del photogate.
- 7- ¿Cuál es la incerteza correspondiente a la medida con el sensor de fuerza? Ver Apéndice.
- 8- ¿Y la incerteza asociada a la medición con el photogate?
- 9- A partir de las medidas adquiridas con el photogate, ¿cómo calcula las velocidades del móvil? ¿Qué incerteza le corresponde a las velocidades calculadas?
- 10- Ahora que ya midió todas las magnitudes, estudie si la ecuación (1) se cumple. ¿Qué incerteza le asigna al cálculo de la integral?
- 11- Con el mismo conjunto de mediciones realizadas, estudie la ecuación (2). ¿Se conserva la energía cinética? ¿Y el momento lineal?

### Análisis de los resultados

La figura 2 muestra, a modo de ejemplo, los datos obtenidos con el sensor de fuerza y el photogate, colocados según la figura 1. Los datos se presentan de forma esquemática, y las frecuencias mostradas no están a escala.

**Conservación de la energía cinética:** Para esto se deberán calcular las velocidades inicial y final del carrito. ¿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 un objeto fijo:** 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 de la ecuación (1).

Una vez calculada la integral, se comparará su valor con el cambio en la cantidad de movimiento para verificar su igualdad. Es importante tener en cuenta los errores experimentales derivados de los métodos numéricos utilizados en este análisis.

**Precauciones sobre las variables:** Se debe tener cuidado en el signo de las variables que se calculen a partir de las mediciones, lo cual requiere la definición de un sistema de coordenadas apropiado.

### Apéndice: Fuentes de error a considerar en el cálculo de la integral de la fuerza

Con respecto al error del sensor de fuerza, se puede registrar una serie larga de datos e intentar identificar valores de fuerza conocidos para estimar el error, dado que estos instrumentos presentan importantes fluctuaciones estadísticas. Chequear en los manuales del 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 de la placa SensorDAQ (SensorDAQ Specifications) se reporta que la precisión temporal de la interfaz es de  $\approx 42 \times 10^{-9} \text{ s}$  (42 ns). 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 Recomendada

- 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.

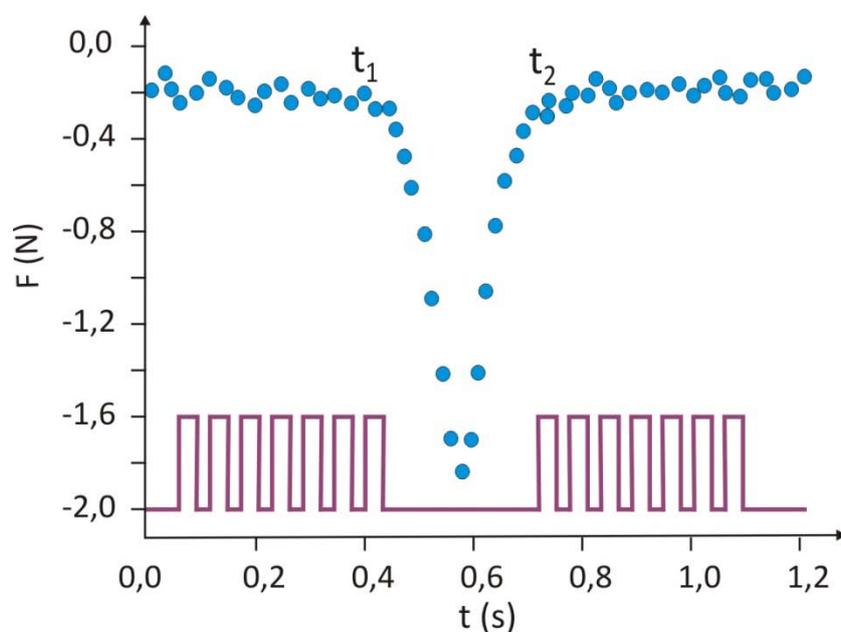


Figura 2: Resultados del sensor de fuerza (celeste) y photogate (violeta). Los datos se presentan de forma esquemática.

**ENTREGAR EL INFORME COMPLETO DE ESTA PRÁCTICA ANTES DEL 11/06 A LAS 14 Hs.**

Enviarlo como pdf por email a los docentes. Recuerde que las "Actividades" son una guía para el trabajo. En el informe, deben estar presentadas las actividades enunciadas, presentadas a modo de relato, no de respuestas a preguntas.