

LABORATORIO 1 B

Departamento de Física, FCEyN, Universidad de Buenos Aires.

GUÍA 8

Leyes de Conservación. Colisiones. Coeficiente de Restitución

Determinación del coeficiente de restitución y evaluación de la conservación de la energía en una colisión.

OBJETIVO GENERAL

Las leyes de conservación juegan un rol fundamental en la Física y pueden estudiarse a partir de numerosos fenómenos, como por ejemplo, la colisión entre partículas. En esta práctica se busca observar el comportamiento de las leyes de conservación en una colisión unidimensional utilizando las herramientas vistas a lo largo del cuatrimestre. Para ello, se propone determinar el coeficiente de restitución resultante del rebote de una pelota contra una superficie sólida, y a partir de lo obtenido, evaluar la conservación de la energía mecánica.

MATERIALES

- PELOTA (ELIJAN DIFERENTES PELOTAS ENTRE INTEGRANTES DEL GRUPO).
- CELULAR PARA FILMAR O CÁMARA WEB.
- PROGRAMAS TRACKER

INTRODUCCIÓN

En una colisión o choque entre dos partículas, se producen fuertes interacciones entre ellas durante un intervalo de tiempo muy breve. Las variables dinámicas que permiten describir cuantitativamente este proceso son el momento lineal y la energía mecánica.

El momento lineal (\vec{p}) de una partícula de masa m y velocidad v está dado por la expresión:

$$\vec{p} = m\vec{v} \quad (1)$$

El impulso lineal de un sistema se conserva si la suma de las fuerzas externas es nula:

$$\sum \vec{F}_{ext} = 0 \Leftrightarrow m \frac{d\vec{p}}{dt} = 0 \quad (2)$$

A partir de la 2^{da} Ley de Newton, se puede deducir que en un sistema aislado el momento lineal se conserva. Si en la colisión se considera al sistema del conjunto de los cuerpos, las fuerzas de interacción serán fuerzas internas, por lo que el momento lineal total deberá conservarse. Esto ocurrirá independientemente de la clase de colisión.

Por otro lado, la energía mecánica de una partícula puede expresarse como:

$$E_M = E_c + E_p \quad (3)$$

donde E_c es la energía cinética y E_p la energía potencial de la partícula.

La energía mecánica (E_m) de un sistema se conserva cuando el trabajo de las fuerzas no conservativas (WF_{NC}) es nulo:

$$WF_{NC} = 0 \Leftrightarrow E_m = cte \quad (4)$$

La conservación de la energía mecánica en una colisión, dependerá de la clase de choque. Si es elástico $\Delta E_m = 0$, y si es inelástico $\Delta E_m \neq 0$.

LABORATORIO 1 B

Departamento de Física, FCEyN, Universidad de Buenos Aires.

Se puede caracterizar la elasticidad de una colisión entre dos partículas a partir del coeficiente de restitución (R), que relaciona las velocidades relativas de los cuerpos antes y después de la colisión, y es una medida del grado de conservación de la energía cinética en la colisión.

Se puede demostrar que (ver apunte de la Clase):

$$R = -\frac{v_{1f}-v_{2f}}{v_{1i}-v_{2i}} \quad (5)$$

donde los subíndices 1 y 2 corresponden a las partículas involucradas en la colisión, y los subíndices i y f , al estado inicial (antes) y final (después) del evento, respectivamente.

Para el caso de una colisión elástica $R = 1$ y para choques inelásticos $\leq R < 1$.

Para el caso particular de una partícula rebotando contra una superficie sólida, el coeficiente de restitución puede expresarse como:

$$R = -\frac{v_{1f}}{v_{1i}} \quad (6)$$

donde el subíndice 1 corresponde a la partícula que rebota sobre la superficie sólida.

Por otro lado, se puede relacionar las velocidades de la partícula antes y después de la colisión con las alturas que alcanza. En ausencia de Fuerza de rozamiento, la energía mecánica (E_m) antes y después del choque se conserva. A partir de esta hipótesis (ver apunte de la Clase), el coeficiente de restitución, puede expresarse como:

$$R^2 = \frac{h_n}{h_{n-1}} \quad (7)$$

donde h_n corresponde a la altura alcanzada por la partícula luego de la colisión n -ésimo, y h_{n-1} a la altura alcanzada por la misma antes de la misma.

ACTIVIDADES

Se propone estudiar la conservación de la energía en una pelota que rebota contra una superficie fija. La experiencia consiste en dejar caer un cuerpo esférico desde una cierta altura de manera tal que al chocar con la superficie, rebote y continúe subiendo y bajando tras sucesivas colisiones.

- 1- Haga rebotar una pelota contra el suelo de forma de que realice un movimiento lo más unidimensional posible al menos en los primeros dos rebotes, mientras filma el experimento. Recomendaciones: fije la cámara y tome más de un experimento de rebote para poder elegir.
- 2- Para 1 experimento. Calcule el coeficiente de restitución (R) tomando una única experiencia (esto es: un solo experimento), a partir del cálculo de las velocidades (Eq. 6), y a partir del cálculo de las alturas (Eq. 7) (ver apunte de la clase). *¿Presentan diferencias significativas los dos resultados de R ? ¿Qué método le parece más confiable?* Discuta para continuar.
- 3- Para 1 experimento nuevo. Vuelva a realizar el experimento del punto 1 (o utilice otro rebote de los que filmó), y calcule el coeficiente de restitución (R) para dicha experiencia utilizando el método que consideró más confiable en el punto 2. *¿Presentan diferencias significativas los dos resultados de R obtenidos con el mismo método? ¿Qué debe hacer si presentaron diferencias significativas para obtener R de manera más representativa?*
- 4- Realice un gráfico comparativo de R (colocando los resultados de los diferentes métodos y de todos los integrantes del grupo).