

Práctica 3

Colisiones inelásticas

1. Introducción.

En esta práctica estudiaremos una colisión totalmente inelástica entre dos objetos y comprobaremos la relación entre la velocidad de entrada y la velocidad de salida de las masas implicadas. Además, analizaremos el grado de cumplimiento de la conservación del momento lineal en la colisión.

En una colisión pueden intervenir dos leyes de conservación fundamentales. La primera es la ley de conservación de la cantidad de movimiento. La cantidad de movimiento o momento lineal \vec{p} es el producto de la masa por la velocidad de un cuerpo. La segunda ley de Newton puede expresarse en función de la variación temporal de la cantidad de movimiento:

$$\sum_i F_i = m\vec{a} = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad (1)$$

Si las fuerzas externas son despreciables, la cantidad de movimiento total del sistema es constante:

$$\vec{p}_{inicial} = \vec{p}_{final} \quad (2)$$

En esta práctica, trabajaremos con una masa inicialmente en movimiento, m_A , y otra en reposo, m_B , que chocan, y como consecuencia de la colisión se mueven solidariamente. La ley de conservación de la cantidad de movimiento puede expresarse según:

$$m_A v_{inicial} = (m_A + m_B) v_{final} \quad (3)$$

donde $v_{inicial}$ y v_{final} son las velocidades instantáneas antes y después de la colisión. La ecuación anterior se puede reescribir como

$$v_{final} = \frac{m_A}{m_A + m_B} v_{inicial} = Q_m v_{inicial} \quad (4)$$

donde Q_m es el cociente entre la masa inicial y final en movimiento en la colisión.

La segunda ley de conservación de interés en el estudio de las colisiones es la ley de conservación de la energía, que es válida únicamente en colisiones elásticas. En nuestro experimento, estudiamos una colisión totalmente inelástica (aquella en que los móviles quedan unidos después de la colisión) y la energía no se conserva.

2. Método experimental.

Utilizaremos un carril sin fricción, un coche A que pondremos en movimiento gracias a un lanzamiento con la mano, y un coche B que está inicialmente en reposo. Sobre el coche A colocaremos una bandera para medir velocidades con la ayuda de dos células fotoeléctricas. La primera será situada después del punto de lanzamiento del coche A y mediremos el tiempo $t_{inicial}$ que la bandera corta la fotocélula, para determinar la velocidad inicial. La segunda célula fotoeléctrica se situará después del punto de colisión, y medirá el tiempo t_{final} del sistema conjunto de los dos coches, en movimiento solidario desde el momento del choque. La Fig. 1 ilustra el montaje experimental.

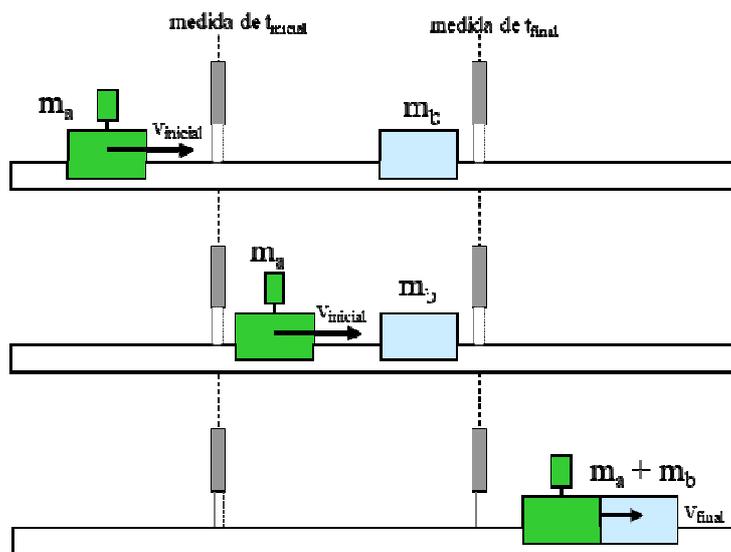


Fig. 1. Montaje experimental: lanzamiento y medida de los tiempos.

En la preparación del dispositivo experimental, sigue los pasos siguientes:

- El carril ha de colocarse en posición completamente horizontal. Un coche dejado en reposo no ha de acelerar en ninguna dirección.
- Coloca la bandera en el coche A , y asegúrate que tanto el coche A como el B tienen vetas adherentes (velcro), de manera que queden enganchados cuando entren en contacto.

- Sitúa las células fotoeléctricas sobre el carril. La distancia entre ellas no debería de ser importante, ya que en principio las velocidades de los coches son constantes. Pero es conveniente situar las células lo más cerca posible del punto de colisión para evitar errores por rozamiento de los coches con el carril.

- Lanza el coche A con la mano, y comprueba que los dos tiempos pueden medirse correctamente. La colisión no ha de ser violenta, y los coches no han de moverse demasiado lentamente para evitar efectos apreciables del rozamiento.

- Haz 20 lanzamientos con velocidades variables, para dos experiencias con masas diferentes. En la primera experiencia, no se añadirá ninguna masa a los coches. En la segunda, se aumentará la masa del coche B con una pesa de 250 g. Recuerda que has de medir la masa de los coches con la balanza del laboratorio.

- Hace falta rellenar una tabla con el conjunto de las 20 medidas de $t_{inicial}$ y t_{final} de cada experiencia, intentando que los diferentes tiempos puedan cubrir un amplio rango de valores.

- La velocidad del móvil está relacionada con el tiempo medido en cada posición en que la bandera bloquea el haz luminoso de la célula a través de la expresión:

$$v = \frac{d_{ef}}{\bar{t}} \quad (5)$$

donde d_{ef} es la longitud efectiva de la bandera, que has de medir. A partir de las ecuaciones anteriores, obtenemos la siguiente expresión teórica:

$$t_{inicial} = Q_m t_{final} \quad (6)$$

que relaciona los tiempos medidos por las dos células y el valor Q_m , que puede determinarse a partir de las masas según su definición en la ecuación (4).

Si comparamos la ecuación $t_{inicial} = Q_m t_{final}$ con la ecuación de una recta $y = Px + C$, comprobamos que podemos identificar como variable independiente (x) el tiempo t_{final} , como variable dependiente (y) el tiempo $t_{inicial}$, y como pendiente (m) el factor Q_m . La ordenada en el origen (n) sería en este caso igual a cero.

Ordena las medidas siguiendo una tendencia creciente de tiempos. Representálas gráficamente y calcula la recta que mejor define su comportamiento mediante un ajuste por mínimos cuadrados. Compara la pendiente del ajuste con el valor de Q_m calculado a partir

de las masas de los móviles, y valora cómo se cumple la conservación del momento lineal en las dos experiencias realizadas.

3. Tratamiento de datos y presentación de resultados

A partir de la tabla $t_{inicial}$ y t_{final} de cada experimento, observad que según la ec. (6) $-t_{inicial}$ hará el papel de y y $-t_{final}$ hará el papel de x .

La hipótesis de la conservación de la cantidad de movimiento en la colisión inelástica, implica que la relación entre los tiempos inicial y final es una recta con pendiente P

$$y = Px + C \quad (7)$$

Es decir

$$t_{inicial} = Pt_{final} + C \quad (8)$$

Según la teoría, en la ecuación (6), implica que $P = Q_m$ y $C = 0$.

Ordenad los datos en valores crecientes de x . Haced una gráfica y una regresión lineal para determinar el valor de P que se obtiene de la pendiente de la gráfica y el término independiente C . Comparad P con el valor Q_m que se obtiene de las masas medidas, y determinad la desviación A

$$P = Q_m + A \quad (9)$$

Dad los resultados de las masas medidas, la tabla de tiempos, la recta de regresión, y la comparación de los valores P , Q_m . Dad también las desviaciones A y C .

4. Cuestiones adicionales

1. ¿Busca métodos que se usen en la industria del transporte para minimizar el gasto de las ruedas de los vehículos?
2. Además del rozamiento entre los coches y el suelo, a velocidades altas (Por ejemplo >200 km/h) ¿Qué otro tipo de interacción daría lugar a pérdidas de energía por rozamiento? ¿Cómo se podrían minimizar estas?