

1. CONSERVACION DEL MOMENTUM Y LA ENERGIA

1.1. Objetivo

El propósito de esta práctica es estudiar la conservación del momentum y de la energía en una dimension. También se determina la cantidad de energía que se pierde cuando los mismos cuerpos realizan un choque completamente inelástico.

1.2. Materiales

- Un riel con dos carritos
- Una balanza
- Cuatro fotointerruptores con interface conectada al computador.
- Juego de pesas.

1.3. Resumen teórico

Cuando dos o mas cuerpos chocan entre sí, el momentum total del sistema se conserva sin importar el tipo de choque siempre y cuando el sistema se encuentre aislado. Existen varios tipos de choques: elásticos, inelásticos y completamente inelásticos. En un choque elástico tanto la energía cinética como el momentum del sistema permanecen constantes. En un choque inelástico o completamente inelástico solo el momentum del sistema permanece constante. La mayoría de los choques que suceden en la naturaleza son inelásticos. Una choque es completamente inelástico cuando los cuerpos quedan pegados después de la choque.

Para un choque elástico (ver figura 1) la conservación del momentum y la energía se escriben como

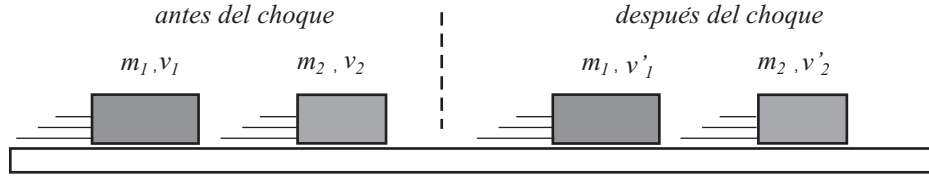


Figura 1: Choque elástico.

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2 \quad (1)$$

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 v'^2_1 + \frac{1}{2} m_2 v'^2_2 \quad (2)$$

donde v_1, v'_1 y v_2, v'_2 representan las velocidades iniciales y finales de los cuerpos con masas m_1 y m_2 respectivamente. Ya que los choques ocurren en una dimensión (eje x), por simplicidad hemos omitido la notación vectorial. El signo de v denota la dirección, si v es positiva entonces su dirección es $+x$ y si v negativa su dirección es $-x$.

Solucionando v'_1 y v'_2 de las ecuaciones (1) y (2) se obtiene

$$v'_1 = \frac{(m_1 - m_2)v_1 + 2m_2 v_2}{m_1 + m_2} \quad (3a)$$

$$v'_2 = \frac{(m_2 - m_1)v_2 + 2m_1 v_1}{m_1 + m_2} \quad (3b)$$

Para un choque completamente inelástico (ver figura 2) la conservación del momentum y la energía son

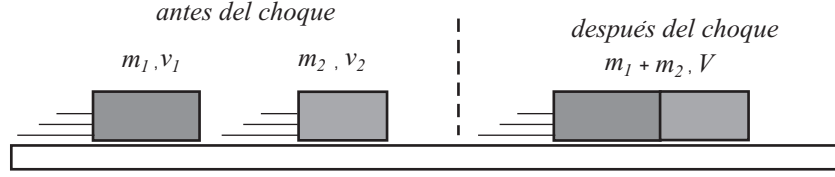


Figura 2: Choque inelástico.

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) V \quad (4)$$

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} (m_1 + m_2) V^2 + Q \quad (5)$$

donde v_1 y v_2 representan las velocidades iniciales de los cuerpos con masas m_1 y m_2 antes del choque y V es la velocidad del cuerpo de masa total $m_1 + m_2$ después del choque. Q es la energía que se gasta para deformar los objetos y que se pierde en forma de calor. Solucionando Q de las expresiones (4) y (5) resulta

$$Q = \frac{1}{2} m_1 m_2 \frac{(v_1 - v_2)^2}{m_1 + m_2} \quad (6)$$

1.4. Descripción del problema

Consideremos el sistema mostrado en la figura 1 y asumamos que los cuerpos de masas m_1 y m_2 tienen velocidades $v_1 = v$ y $v_2 = 0$ antes del choque. Después del choque, si este es elástico, de las expresiones (3a) y (3b) obtenemos que las velocidades son

$$v'_1 = \frac{(m_1 - m_2)v}{m_1 + m_2} = u_1 v \quad (7a)$$

$$v'_2 = \frac{2m_1 v}{m_1 + m_2} = u_2 v \quad (7b)$$

donde $u_1 = \frac{(m_1 - m_2)}{m_1 + m_2}$ y $u_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2}$ respectivamente. Si el choque es completamente inelástico, las ecuaciones (4) y (6) se convierten en

$$V = \frac{m_1 v}{m_1 + m_2} \quad (8a)$$

$$Q = \frac{1}{2} m_1 m_2 \frac{v^2}{m_1 + m_2} \quad (8b)$$

Note que al verificar la dependencia *lineal* entre v'_1 y v ; v'_2 y v ; y V y v hemos comprobando la conservación del momentum y a energía. ¿Por qué?

1.5. Mediciones

Realice el montaje de la figura 3, el cual consta de dos carritos con zebras, dos fotointerruptores, una interface al computador y un riel. Cada carrito se puede mover a lo largo del riel con fricción mínima. Las franjas de la zebra permiten determinar las velocidades instantáneas de los carritos como $\frac{\Delta d}{\Delta t}$, donde Δd y Δt representan el ancho de la franja y el intervalo de tiempo que el fotointerruptor dura bloqueado respectivamente. Para medir este intervalo de tiempo, use el Modo 2 del programa ECIWatch.

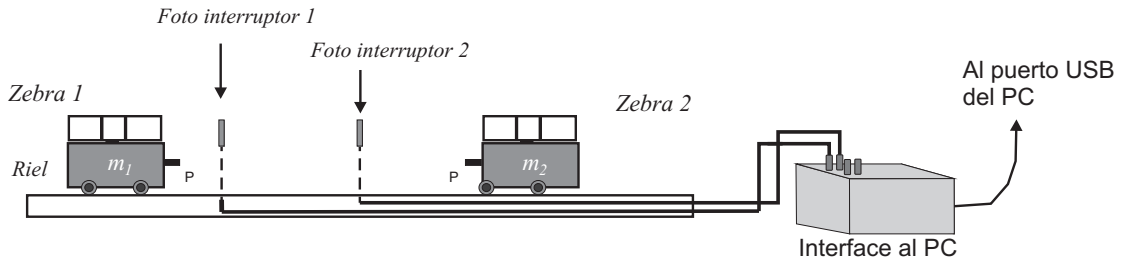


Figura 3: Arreglo experimental para estudiar choques

Para los choques elásticos use las bandas metálicas circulares las cuales se pueden instalar al atornillarlas en los puntos P de los carritos como indica la figura. Para los choques completamente inelásticos reemplace las bandas metálicas por pedazos de Velcro®.

- Verifique experimentalmente que las velocidades v'_1 y v'_2 adquiridas por m_1 y m_2 después del choque elástico son directamente proporcionales a la velocidad de impacto v como predicen las ecuaciones (7a) y (7b). Para ello, complete la tabla 1 de la izquierda. En esta situación, v es la variable independiente. A partir de las gráficas de v'_1 como función de v y v'_2 como función de v determine los valores de u_1 y u_2 (estos son dados por las pendientes de las líneas rectas). Compare estos valores con los que se obtienen al medir directamente m_1 y m_2 con la balanza y reemplazar estos valores en las expresiones $u_1 = \frac{(m_1 - m_2)}{m_1 + m_2}$ y $u_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2}$. Discuta y analice sus resultados.
- Verifique que el valor de V es directamente proporcional a v tal como predice la expresión (8a). Para ello, complete la tabla 1 de la derecha. En esta situación, v es la variable independiente. A partir de la gráfica de V como función de v determine el valor de u_3 (este es dado por la pendiente de la línea recta). Compare este valor con el que se obtiene al medir directamente m_1 y m_2 con la balanza y reemplazar estos valores en la expresión $u_3 = \frac{m_1}{m_1 + m_2}$. Discuta y analice sus resultados.
- Calcule el valor de Q dado por la ecuación (8b) para diferentes valores de la velocidad de impacto v con las masas de los carritos que utilizo en los pasos anteriores. Discuta sus resultados. Qué significa un valor de Q grande?
- Realice choques elásticos para el caso cuando los carritos tienen igual masa. Uno inicialmente esta en reposo y el otro lo choca. Discuta y analice sus resultados.
- Realice choques elásticos para el caso cuando $m_1 \gg m_2$ y $m_2 \gg m_1$ Uno inicialmente esta en reposo y el otro lo choca. Discuta y analice sus resultados.

$v(m/s)$	$v'_1(m/s)$	$v'_2(m/s)$

$v(m/s)$	$V(m/s)$

Tabla 1: Tablas de datos para determinar (Izq.) la dependencia entre de v'_1 y v y; v'_2 y v y (Der.) la dependencia entre de V y v .