

LEY DE LA CONSERVACIÓN DE LA CANTIDAD DE MOVIMIENTO

Cuando dos o más cuerpos chocan la cantidad de movimiento es igual antes y después del choque. En muchos de los choques la energía cinética se conserva antes y después del choque. Sin embargo, en algunas sufre transformaciones y se convierte en calor por eso se clasifican los choques en elásticos e inelásticos. Según se conserve la energía cinética o no durante la colisión.

Choque elástico. Es aquel en el que se conserva la energía cinética durante la colisión. Es un choque ideal porque parte de la energía se va a disipar en calor.

Su expresión matemática es:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2$$

Donde:

m_1 =masa 1 (kg)

m_2 =masa 2 (kg)

antes del choque

v_1 =velocidad 1 (m/s)

v_2 =velocidad 2 (m/s)

después del choque

u_1 =velocidad 1 (m/s)

u_2 =velocidad 2 (m/s)

Choque inelástico. Es aquel en el que no se conserva la energía cinética durante el choque. Esto es en el momento de la colisión la energía cinética del movimiento se gasta en la deformación de los dos cuerpos.

Su expresión matemática es:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = u(m_1 + m_2)$$

Donde:

m_1 =masa 1 (kg)

m_2 =masa 2 (kg)

antes del choque

v_1 =velocidad 1 (m/s)

v_2 =velocidad 2 (m/s)

después del choque

u =como ambos se mantiene unidos hay una sola velocidad (m/s)

Coeficiente de restitución

$$e = \frac{u_2 - u_1}{v_1 - v_2}$$

Elástico	$e=1$	La cantidad de movimiento se conserva, también la energía cinética.
Inelástico	$0 < e < 1$	La energía cinética no se conserva, parte de ella se convierte en calor.
Plástico	$e=0$	Se pierde mucha energía en forma de calor.

Ejemplo 1. En una pelea entre dos mamíferos. El primero un búfalo de 800kg corre con una velocidad de 23km/h y choca de frente contra un rinoceronte de 950kg el cual lleva una velocidad de 19km/h. Después del impacto el búfalo retrocede a una velocidad de 21km/h.

¿Calcula la velocidad del rinoceronte después del impacto?

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2$$

Datos

Búfalo
 $m_1=800\text{kg}$

Rinoceronte
 $m_2=950\text{kg}$

$v_1=23\text{km/h}$

Velocidad antes del choque

$v_2=19\text{km/h}$

Velocidad después del choque

$u_1=21\text{km/h}$

$u_2=?$

Realizamos la conversión de las tres velocidades

$$v_1 = \frac{23\text{km}}{\text{h}} \left(\frac{1000\text{m}}{1\text{km}} \right) \left(\frac{1\text{h}}{3600\text{s}} \right) = \frac{23000\text{m}}{3600\text{s}} = \frac{6.38\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_2 = \frac{19\text{km}}{\text{h}} \left(\frac{1000\text{m}}{1\text{km}} \right) \left(\frac{1\text{h}}{3600\text{s}} \right) = \frac{19000\text{m}}{3600\text{s}} = \frac{5.27\text{m}}{\text{s}}$$

$$u_1 = \frac{21\text{km}}{\text{h}} \left(\frac{1000\text{m}}{1\text{km}} \right) \left(\frac{1\text{h}}{3600\text{s}} \right) = \frac{21000\text{m}}{3600\text{s}} = \frac{5.83\text{m}}{\text{s}}$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2$$

Despejamos $u_2=?$

$m_1 v_1$ está sumando a la derecha, pasa restando a la izquierda

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 - m_1 u_1 = m_2 u_2$$

La masa 2, está multiplicando pasa dividiendo.

$$\frac{m_1 v_1 + m_2 v_2 - m_1 u_1}{m_2} = u_2$$

Sustituimos

$$\frac{(800\text{kg})\left(\frac{6.38\text{m}}{\text{s}}\right) - (950\text{kg})\left(\frac{5.27\text{m}}{\text{s}}\right) - (800\text{kg})\left(\frac{5.83\text{m}}{\text{s}}\right)}{950\text{kg}} = u_2$$

$$\frac{\left(\frac{5104\text{kg}\cdot\text{m}}{\text{s}}\right) - \left(\frac{5006.5\text{kg}\cdot\text{m}}{\text{s}}\right) - \left(\frac{4664\text{m}}{\text{s}}\right)}{950\text{kg}} = u_2$$

$$u_2 = -4.80\text{m/s}$$

¿Sabías que...

En el 2013 el peso medio de un luchador de sumo era de 160kg y el más pesado de la historia pesaba 285kg.

Ejemplo 2. Un luchador de sumo de 170kg está en reposo y otro luchador de 195kg corre hacia él a una velocidad de 28.8km/h. Después del impacto ambos terminan sujetándose de sus cinturones y caen al piso. Determina la velocidad que llevan cuando caen al piso.

Como es un choque inelástico tenemos

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = u(m_1 + m_2)$$

Datos.

$$m_1 = 170\text{kg}$$

$$m_2 = 195\text{kg}$$

$$v_1 = 0 \text{ está en reposo}$$

$$V_2 = 28.8\text{km/h}$$

Convertimos los 28.8km/h a m/s

$$\frac{28.8\text{km}}{\text{h}} \left(\frac{1000\text{m}}{1\text{km}}\right) \left(\frac{1\text{h}}{3600\text{s}}\right) = \frac{28800\text{m}}{3600\text{s}} = \frac{8\text{m}}{\text{s}}$$

$$(170\text{kg})(0) + 195\text{kg}(8\text{m/s}) = u(170\text{kg} + 195\text{kg})$$

Despejamos la velocidad

$$\frac{195\text{kg}(8\text{m/s})}{(170\text{kg}+195\text{kg})}=u$$

$$\frac{1560\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}}{365\text{kg}}=u$$

$$4.27\text{m/s}=u$$

¿Sabías que...

Un hipopótamo adulto pesa entre 1500kg y 1800kg y cuando pelean siempre lo hacen con la trompa abierta.

Ejemplo 3. Dos hipopótamos se pelean. El primero de 1600kg se mueve hacia el oeste a 12m/s, mientras que el segundo de 1670kg se mueve al este a una velocidad de 10m/s. Determina la velocidad de cada hipopótamo después del impacto sí. El coeficiente de restitución es 2/3.

Datos.

hacia el oeste (-)

$$m_1=1600\text{kg}$$

$$v_1=12\text{m/s}$$

hacia el este (+)

$$m_2=1670\text{kg}$$

$$v_2=10\text{m/s}$$

Hablamos de un choque inelástico

$$m_1v_1+m_2v_2=m_1u_1+m_2u_2$$

Sustituimos

$$(1600\text{kg})(-12\text{m/s})+(1670\text{kg})(10\text{m/s})=(1600\text{kg})u_1+(1670\text{kg})u_2$$

$$-19200\text{kg}\cdot\text{m/s}+16700\text{kg}\cdot\text{m/s}=(1600\text{kg})u_1+(1670\text{kg})u_2$$

$$-2500\text{kg}\cdot\text{m/s}=(1600\text{kg})u_1+(1670\text{kg})u_2$$

Como en ambos lados tenemos kg, podemos reducir la expresión de la siguiente forma.

$$-2500\text{m/s}=(1600)u_1+(1670)u_2 \text{ ----- 1}$$

La expresión para el coeficiente de restitución es:

$$e=\frac{u_2-u_1}{v_1-v_2}$$

$$e=2/3$$

$$\frac{2}{3}=\frac{u_2-u_1}{-\frac{12\text{m}}{\text{s}}-\frac{10\text{m}}{\text{s}}}$$

$$\frac{2}{3}=\frac{u_2-u_1}{-\frac{22\text{m}}{\text{s}}}$$

$$\left(-\frac{22\text{m}}{\text{s}}\right)\frac{2}{3}=u_2-u_1$$

$$-\frac{14.66\text{m}}{\text{s}}=u_2-u_1 \text{ ----- 2}$$

Ordenamos las ecuaciones 1 y 2 para determinar las incógnitas u_1 y u_2

$$-2500\text{kg}\cdot\text{m/s}=(1600\text{kg})u_1+(1670\text{kg})u_2$$

$$-\frac{14.66\text{m}}{\text{s}}=u_2-u_1$$

Resolvemos mediante un sistema de ecuaciones (método de suma y resta)

$$-2500\frac{\text{m}}{\text{s}}=u_2(1670)+u_1(1600)$$

$$-23456\frac{\text{m}}{\text{s}}=u_2(1600)-u_1(1600)$$

Aplicamos la suma

$$-25956\frac{\text{m}}{\text{s}}=u_2(3270)$$

$$\frac{-25956\frac{\text{m}}{\text{s}}}{3270}=u_2$$

$$\frac{-7.93\text{m}}{\text{s}}=u_2$$

Sustituimos en la ecuación 1.

$$-2500\text{m/s}=(1600)u_1+(1670)u_2$$

$$\frac{-2500\text{m}}{\text{s}}+(1670)\left(-\frac{7.93\text{m}}{\text{s}}\right)$$
$$\frac{\hspace{10em}}{(1600)}=u_1$$

$$\frac{-2500\text{m}}{\text{s}}-\frac{13243.1\text{m}}{\text{s}}$$
$$\frac{\hspace{10em}}{(1600)}=u_1$$

$$-\frac{9.83\text{m}}{\text{s}}=u_1$$