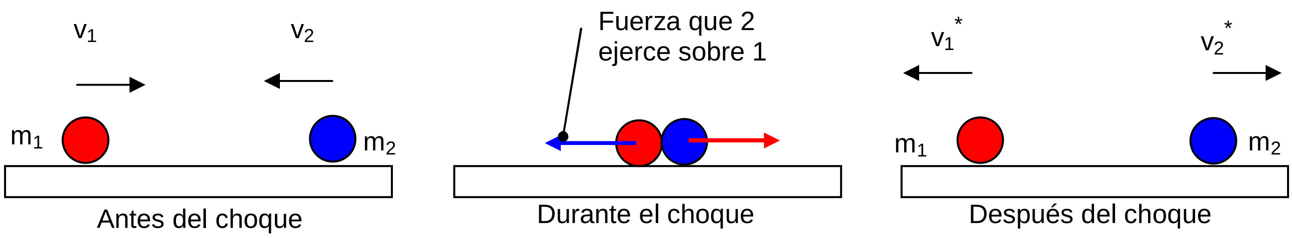
Dpto. Física y Química	**Colisiones**	**IES La Magdalena. Avilés. Asturias**

Colisión (choque) frontal

En una colisión frontal (ver figura) se conserva el momento lineal del sistema formado por ambos cuerpos ya que durante el choque sólo actúan fuerzas internas entre los objetos que chocan [1]



En consecuencia, usaremos como valor de la velocidad con que chocan los objetos el valor que esta magnitud tenga para ambos un instante anterior al choque, y obtendremos su velocidad en el instante siguiente a él. Si efectivamente actúa una fuerza, esta velocidad será modificada a medida que transcurra el tiempo.

Podemos escribir, por tanto:

$$\vec{p}_{antes} = \vec{p}_{\ después}$$
$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_{1^*} + \vec{p}_{2^*}$$
$$m_1\,\vec{v}_1 + m_2\,\vec{v}_2 = m_1\,\vec{v}_1^{\,*} + m_2\,\vec{v}_2^{\,*}$$

y ya que el movimiento va a tener lugar en una dirección paralela al plano podemos prescindir de la notación vectorial y escribir simplemente:

$$m_1\,v_1 + m_2 v_2 = m_1\,v_1^* + m_2\,v_2^* \qquad (1)$$

Al tener una sola ecuación y dos incógnitas (las velocidades después del choque, señaladas con asterisco) la solución es indeterminada. Necesitamos una segunda ecuación.

Una manera bastante sencilla de obtener esta segunda ecuación es a partir de la definición del llamado **"coeficiente de restitución", e.** Este coeficiente fue ya propuesto por Newton, sirve sólo para choques frontales y tiene validez solamente aproximada. Se define de la forma siguiente:

$$e = \frac{v_2^* - v_1^*}{v_1 - v_2} \qquad (2)$$

El valor de **e** oscila entre:

0: Choque inelástico.
1: Choque elástico.

Considerando entonces la ecuación (1) que expresa la conservación del momento lineal y la (2) que nos da el coeficiente de restitución se puede obtener el valor de las velocidades después del choque:

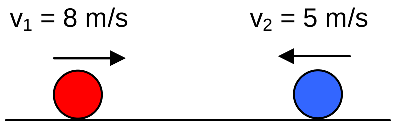
$$m_1\,v_1 + m_2 v_2 = m_1\,v_1^* + m_2\,v_2^*$$
$$e = \frac{v_2^* - v_1^*}{v_1 - v_2}$$

[1] Podría objetarse que puede no cumplirse la condición impuesta para que el momento lineal se mantenga invariable. Esto es, que la resultante de las fuerzas exteriores actuantes sea nula (Fext = 0), ya que en una experiencia real actuará sobre los objetos la fuerza de rozamiento (fuerza exterior al sistema). Pues bien, aún en este caso podremos suponer que el momento lineal se conserva si consideramos únicamente un intervalo de tiempo muy pequeño que comprenda un instante anterior al choque, el mismo choque y un instante después de éste. Si este intervalo de tiempo es lo suficientemente pequeño podemos considerar que la variación producida en el momento lineal por la acción de las fuerzas exteriores debe ser muy pequeña y, por tanto, podemos ignorarla.

Ejemplo 1

Dos bolas de idéntica masa se mueven en sentidos opuestos, una de ellas con una velocidad de 5m/s y otra con 8 m/s. Calcular las velocidades después del choque si éste se supone que es totalmente elástico (e = 1)

Solución:



Como la masa es la misma para ambas bolas podemos plantear:

$$\cancel{m}\, v_1 + \cancel{m}\, v_2 = \cancel{m}\, v_1^* + \cancel{m}\, v_2^*$$

... y como el coeficiente de restitución vale 1:

$$1 = \frac{v_2^* - v_1^*}{v_1 - v_2}$$

Sustituyendo valores (se considera positivo hacia la derecha)

$$8 - 5 = v_1^* + v_2^*$$
$$1 = \frac{v_2^* - v_1^*}{8 - (-5)}$$

Operando llegamos al sistema:

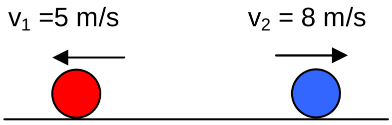
$$v_1^* + v_2^* = 3$$
$$v_2^* - v_1^* = 13$$

Solucionando el sistema planteado se obtienen los valores de las velocidades tras la colisión:

$$v_1^* = -5\,\frac{m}{s}$$
$$v_2^* = 8\,\frac{m}{s}$$

El signo menos de v_1 indica que tras la colisión la bola ***se mueve hacia la izquierda***, mientras que la otra bola se mueve con una velocidad de 8 m/s ***hacia la derecha***.

Si los cuerpos que chocan tienen idéntica masa y el choque es totalmente elástico las velocidades se intercambian.



Ejemplo 2

Dos bolas de idéntica masa se mueven en el mismo sentido, una de ellas con una velocidad de 5m/s y otra con 8 m/s. Calcular las velocidades después del choque si el coeficiente de restitución vale e = 0,60.

Solución:

Como la masa es la misma para ambas bolas podemos plantear:

$$\cancel{m}\, v_1 + \cancel{m}\, v_2 = \cancel{m}\, v_1^* + \cancel{m}\, v_2^*$$

... y como el coeficiente de restitución vale 0,60:

$$0{,}60 = \frac{v_2^* - v_1^*}{v_1 - v_2}$$

Sustituyendo valores (se considera positivo hacia la derecha)

$$8 + 5 = v_1^* + v_2^*$$
$$0{,}60 = \frac{v_2^* - v_1^*}{8 - 5}$$

Operando llegamos al sistema:

$$v_1^* + v_2^* = 13$$
$$v_2^* - v_1^* = 1{,}80$$

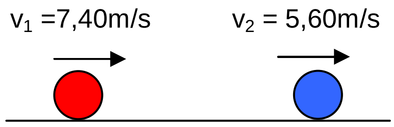
Solucionando el sistema planteado se obtienen los valores de las velocidades tras la colisión:

$$v_1^* = 5,60\,\frac{m}{s}$$

$$v_2^* = 7,40\,\frac{m}{s}$$

Ambas bolas se mueven hacia la derecha. La que iba a más rápido, pierde velocidad y la que iba más lenta la gana.

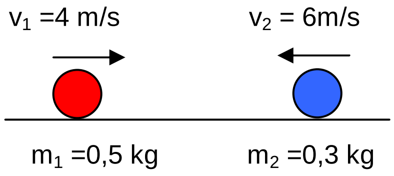
Este tipo de choque recibe el nombre de "choque por alcance" y es muy corriente entre vehículos que circulan por una autopista.



Ejemplo 3

Una bola de 500 g se mueve con una velocidad de 4 m/s hacia la derecha. Otra bola de 300 g se mueve con velocidad de 6 m/s hacia la izquierda. Calcular las velocidades después del choque si el coeficiente de restitución vale e = 0,40.

Solución:



Como las masas para ambas bolas son distintas:

$$m_1\,v_1 + m_2\,v_2 = m_1\,v_1^* + m_2 v_2^*$$

... y como el coeficiente de restitución vale 0,60:

$$0,40 = \frac{v_2^* - v_1^*}{v_1 - v_2}$$

Sustituyendo valores (se considera positivo hacia la derecha)

$$0,5x4 + 0,3x(-6) = 0,5v_1^* + 0,3v_2^*$$

$$0,40 = \frac{v_2^* - v_1^*}{4-(-6)}\ ;\ 4 = v_2^* - v_1^*$$

Operando llegamos al sistema:

$$0,5v_1^* + 0,3v_2^* = 0,20$$

$$v_2^* - v_1^* = 4$$

Solucionando el sistema planteado se obtienen los valores de las velocidades tras la colisión:

$$v_1^* = -1,25\,\frac{m}{s}$$

$$v_2^* = 2,75\,\frac{m}{s}$$

El signo menos de v_1 indica que tras la colisión la bola ***se mueve hacia la izquierda***, mientras que la otra bola se mueve con una velocidad de 2,75 m/s ***hacia la derecha***.