FISICA 1

Marisela Benitez Barahona

Departamento de Física
Facultad de Ciencias Naturales y Exactas
Universidad del valle

TEOREMA DEL IMPULSO Y DEL MOMENTO

La cantidad integral de la fuerza por el intervalo de tiempo, se define como el ***impulso I*** de la fuerza ***F*** en el intervalo de tiempo *dt*, es decir el impulso ***I*** es un vector definido por la expresión:

$$\vec{I} = \vec{J} = \int_i^f \vec{F} dt = \Delta\vec{p}$$

$$\vec{I} = \vec{J} = \Delta\vec{p}$$

El impulso de la fuerza neta es igual al cambio de momento lineal de la partícula.

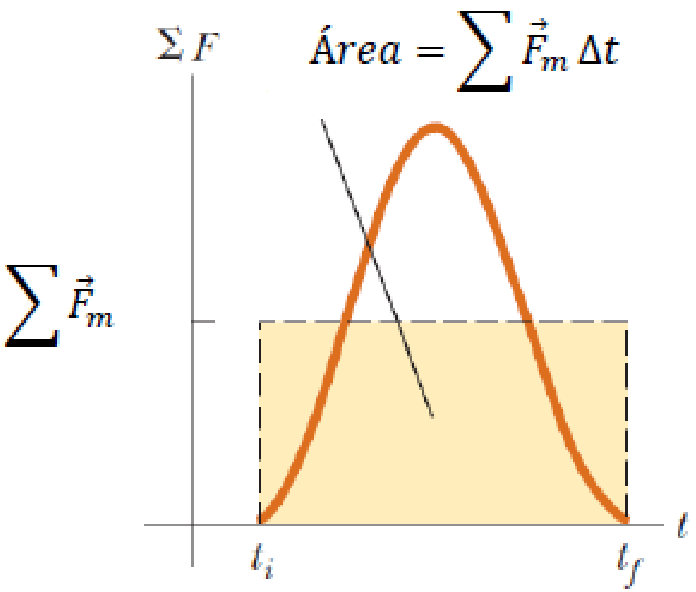
El valor medio de la fuerza se define:

$$\sum \vec{F}_m = \frac{1}{\Delta t}\int_{ti}^{tf} \vec{F} dt$$

Despejando la integral:

$$\int_{ti}^{tf} \vec{F} dt = \sum \vec{F}_m \Delta t$$

$$I = \sum \vec{F}_m \Delta t$$



Esta fuerza promediada en el tiempo, se interpreta como la fuerza constante que daría a la partícula, en el intervalo de tiempo Δt el mismo impulso que la fuerza variable en el tiempo da durante este mismo intervalo.

CONSERVACIÓN DEL MOMENTO LINEAL

El momento lineal de un sistema aislado formado por dos partículas sometidas a su interacción mutua permanece constante.

$$\Delta\vec{p}_1 + \Delta\vec{p}_2 = 0$$

$$\Delta\vec{p}_1 = -\Delta\vec{p}_2$$

$$\vec{p}_{1f} - \vec{p}_{1i} = -(\vec{p}_{2f} - \vec{p}_{2i})$$

$$\vec{p}_{1f} - \vec{p}_{1i} = \vec{p}_{2i} - \vec{p}_{2f}$$

Otra forma de expresarlo:

$$\vec{P}_{Ti} = \vec{P}_{Tf}$$

$$\vec{p}_{1i} + \vec{p}_{2i} = \vec{p}_{1f} + \vec{p}_{2f}$$

Una interacción entre dos cuerpos produce intercambio de momento

$$m_1\vec{v}_{1i} + m_2\vec{v}_{2i} = m_1\vec{v}_{1f} + m_2\vec{v}_{2f}$$

El momento lineal para un sistema de partículas se conserva sin importar la naturaleza de las fuerzas internas que actúan sobre el sistema aislado, por lo que el principio de conservación del momento lineal es más general y completo que el de la conservación de la energía, es una de las leyes más importantes de la mecánica, deducido a partir de las Leyes de Newton.

CONSERVACIÓN DEL MOMENTO LINEAL Y CHOQUES

Si las fuerzas entre los cuerpos son mucho mayores que las externas, como suele suceder en los choques, se puede ignorar las fuerzas externas y tratar los cuerpos como un sistema aislado. Entonces, el **momento lineal** se conserva.

ELÁSTICOS

- Dos objetos chocan sin deformarse y sin producir calor.
- Se conserva el momento lineal.
- Se conserva la energía cinética del sistema.

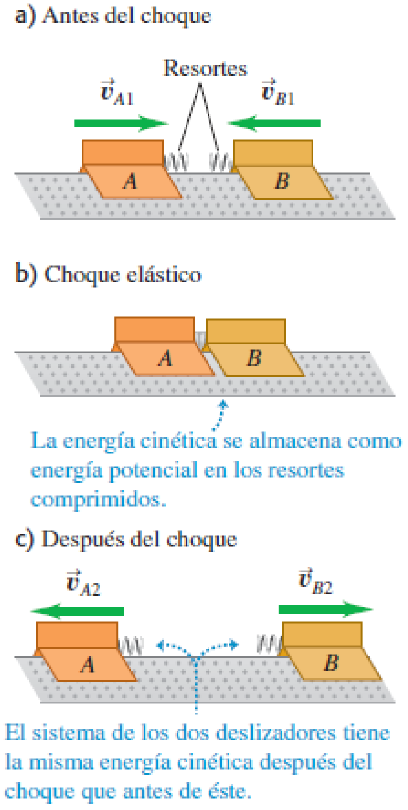
INELÁSTICOS

- Dos objetos chocan deformándose y produciendo calor.
- Se conserva el momento lineal.
- No se conserva la energía cinética del sistema.

PERFECTAMENTE INELÁSTICOS

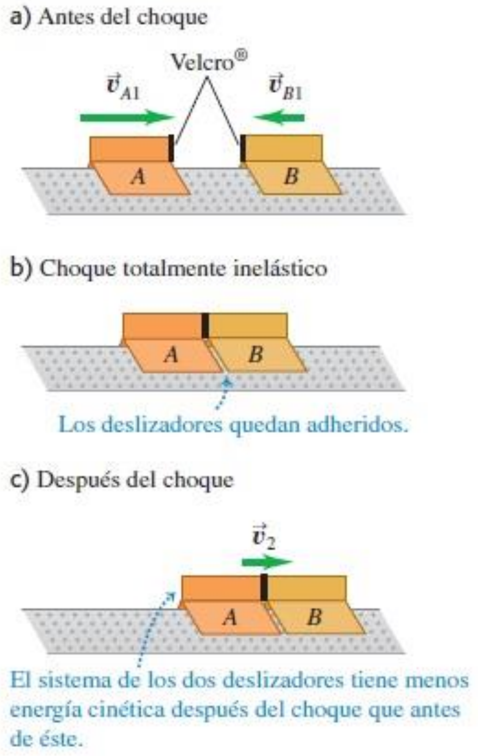
- Dos objetos chocan se deforman y producen calor.
- Se conserva el momento lineal.
- Los objetos permanecen unidos después del choque

8.14 Dos deslizadores experimentan un choque elástico sobre una superficie sin fricción. Cada deslizador tiene un protector de resorte de acero que ejerce una fuerza conservativa sobre el otro deslizador.



Choques elásticos (K se conserva)

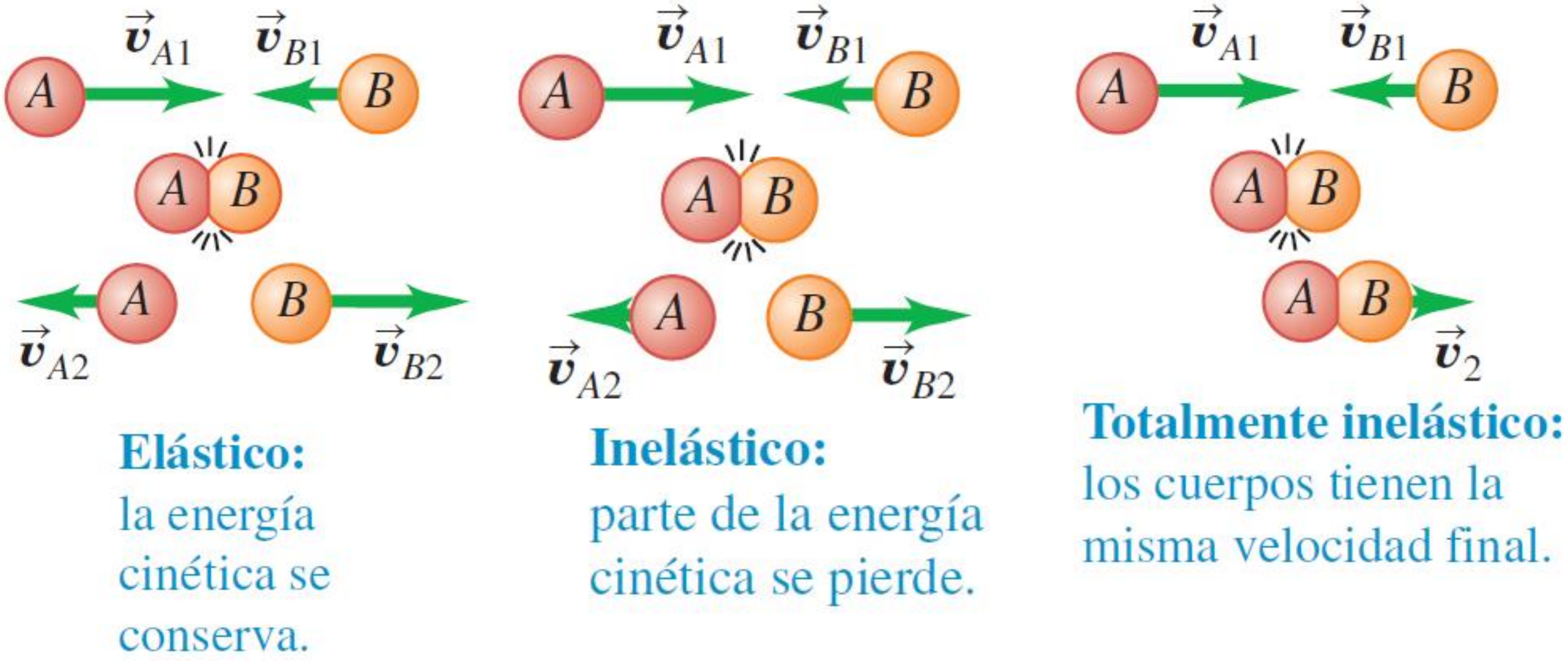
8.15 Dos deslizadores experimentan un choque totalmente inelástico. Los protectores de resorte de los deslizadores se sustituyeron por cintas Velcro®, de manera que los deslizadores quedan pegados después del choque.



Choques inelásticos (K no se conserva)

Un choque inelástico no tiene que ser *totalmente* inelástico

CLASIFICACIÓN DE LOS CHOQUES



En todas las colisiones la cantidad de movimiento se conserva si no hay fuerzas disipativas externas

8.16 Los automóviles se diseñan de tal manera que los choques que sufran sean inelásticos, para que su estructura absorba la mayor cantidad posible de la energía del choque. Esta energía absorbida no puede recuperarse, pues se invierte en deformar de manera permanente el automóvil.

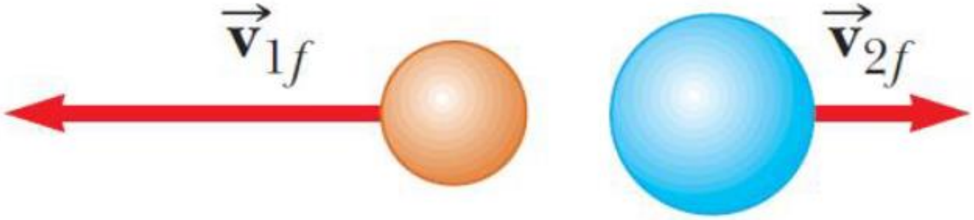
CLASIFICACIÓN DE LOS CHOQUES

CHOQUE ELÁSTICO

Es aquella en la que **la energía cinética total** (así como la cantidad de movimiento total) del sistema es la misma antes y después de la colisión.

ANTES DE LA COLISIÓN

DESPUÉS DE LA COLISIÓN



Conservación del momento lineal

$$m_1\vec{v}_{1i} + m_2\vec{v}_{2i} = m_1\vec{v}_{1f} + m_2\vec{v}_{2f}$$

Conservación de la energía cinética

$$\frac{1}{2}m_1\vec{v}_{1i}^{\,2} + \frac{1}{2}m_2\vec{v}_{2i}^{\,2} = \frac{1}{2}m_1\vec{v}_{1f}^{\,2} + \frac{1}{2}m_2\vec{v}_{2f}^{\,2}$$

En un choque rectilíneo elástico de dos cuerpos, las velocidades relativas antes y después del choque tienen la misma magnitud, pero signo opuesto.

$$v_{1i} - v_{2i} = -(v_{1f} - v_{2f})$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones, se obtiene:

$$v_{1f} = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\right)v_{1i} + \left(\frac{2m_2}{m_1 + m_2}\right)v_{2i}$$

$$v_{2f} = \left(\frac{2m_1}{m_1 + m_2}\right)v_{1i} + \left(\frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}\right)v_{2i}$$

; Si $v_{2i} = 0$ $\rightarrow$

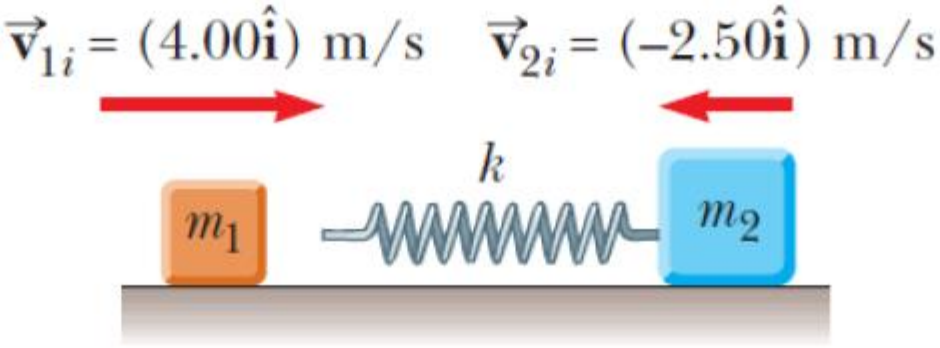
$$v_{1f} = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\right)v_{1i}$$

$$v_{2f} = \left(\frac{2m_1}{m_1 + m_2}\right)v_{1i}$$

USAR LOS SIGNOS APROPIADOS PARA LA VELOCIDAD

Ejemplo 1

Un bloque de masa $m_1 = 1.6\ Kg$ inicialmente móvil hacia la derecha con una rapidez de $4\ m/s$ sobre una pista horizontal sin fricción y choca con un resorte unido a un segundo bloque de masa $m_2 = 2.1\ Kg$ que inicialmente se mueve hacia la izquierda con una rapidez de $2.50\ m/s$, como se muestra en la figura. La constante de resorte es $600\ N/m$. Encuentre las velocidades de los dos bloques después de la colisión.



$$m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f}$$

$$(1.60\text{ kg})(4.00\text{ m/s}) + (2.10\text{ kg})(-2.50\text{ m/s}) = (1.60\text{ kg})v_{1f} + (2.10\text{ kg})v_{2f}$$

$$1)\quad 1.15\text{ kg}\cdot\text{m/s} = (1.60\text{ kg})v_{1f} + (2.10\text{ kg})v_{2f}$$

$$v_{1i} - v_{2i} = -(v_{1f} - v_{2f})$$

$$2)\quad 4.00\text{ m/s} - (-2.50\text{ m/s}) = 6.50\text{ m/s} = -v_{1f} + v_{2f}$$

$$3)\quad 10.4\text{ kg}\cdot\text{m/s} = -(1.60\text{ kg})v_{1f} + (1.60\text{ kg})v_{2f}$$

$$11.55\text{ kg}\cdot\text{m/s} = (3.70\text{ kg})v_{2f}$$

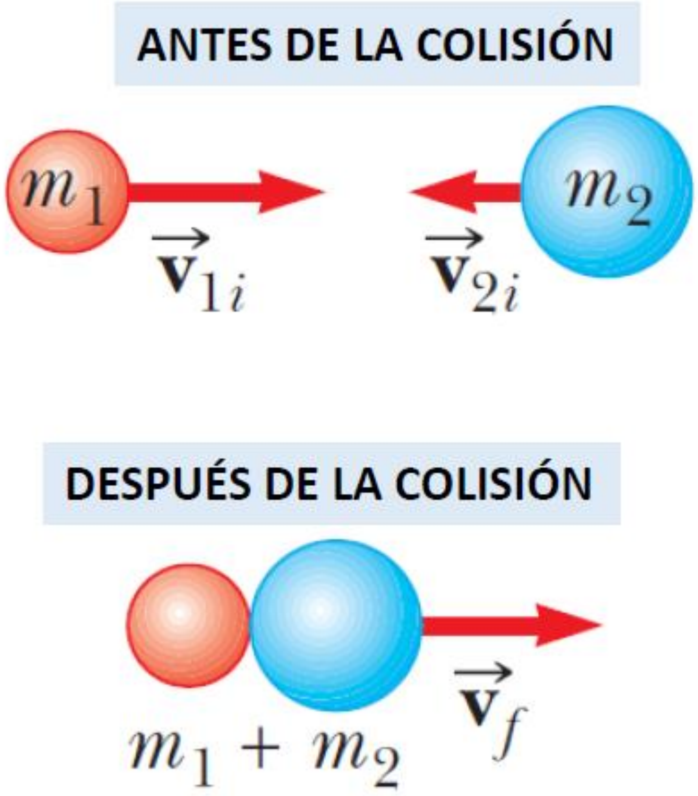
$$v_{2f} = \frac{11.55\text{ kg}\cdot\text{m/s}}{3.70\text{ kg}} = 3.12\text{ m/s}$$

$$6.50\text{ m/s} = -v_{1f} + 3.12\text{ m/s}$$

$$v_{1f} = -3.38\text{ m/s}$$

CHOQUES PERFECTAMENTE INELÁSTICOS

Considere dos partículas de masas m_1 y m_2 que se mueven con velocidades iniciales v_{1i} y v_{2i} a lo largo de la misma línea recta, como se muestra en la figura. Las dos partículas chocan de frente, quedan unidas y luego se mueven con alguna velocidad común v_f después de la colisión.



Conservación del momento lineal

$$m_1\vec{v}_{1i} + m_2\vec{v}_{2i} = (m_1 + m_2)\vec{v}_f$$

$$\vec{v}_f = \frac{m_1\vec{v}_{1i} + m_2\vec{v}_{2i}}{(m_1 + m_2)}$$

Coeficiente de restitución

Las colisiones inelásticas se caracterizan por una pérdida en la energía cinética, esta pérdida se determina a partir del coeficiente de restitución, el cual se define como el cociente entre las velocidades antes y después del choque:

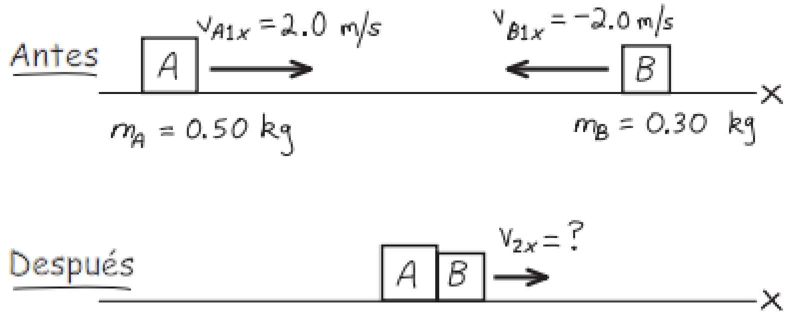
$$e = -\frac{v_{1f} - v_{2f}}{v_{1i} - v_{2i}}$$

Ejemplo 2:

Ejemplo 8.7 Choque totalmente inelástico

Suponga que, en el choque descrito en el ejemplo 8.5 (sección 8.2), los deslizadores no rebotan, sino que quedan pegados después del choque. Las masas y velocidades iniciales son las mismas que en el ejemplo 8.5. Calcule la velocidad final común v_{2x} y compare las energías cinéticas inicial y final del sistema.

8.17 Bosquejo que ilustra el problema.



$$m_A v_{A1x} + m_B v_{B1x} = (m_A + m_B) v_{2x}$$

$$v_{2x} = \frac{m_A v_{A1x} + m_B v_{B1x}}{m_A + m_B}$$

$$= \frac{(0.50\ \text{kg})(2.0\ \text{m/s}) + (0.30\ \text{kg})(-2.0\ \text{m/s})}{0.50\ \text{kg} + 0.30\ \text{kg}}$$

$$= 0.50\ \text{m/s}$$

Puesto que v_{2x} es positiva, los deslizadores se mueven juntos a la derecha (dirección $+x$) después del choque. Antes del choque, las energías cinéticas de los deslizadores A y B son

$$K_A = \tfrac{1}{2} m_A v_{A1x}^2 = \tfrac{1}{2}(0.50\ \text{kg})(2.0\ \text{m/s})^2 = 1.0\ \text{J}$$

$$K_B = \tfrac{1}{2} m_B v_{B1x}^2 = \tfrac{1}{2}(0.30\ \text{kg})(-2.0\ \text{m/s})^2 = 0.60\ \text{J}$$

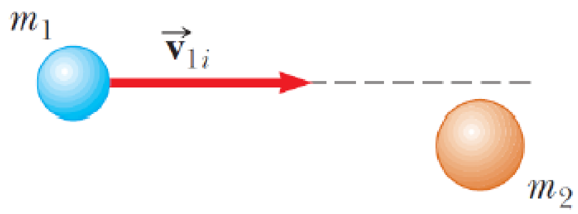
$$\tfrac{1}{2}(m_A + m_B) v_{2x}^2 = \tfrac{1}{2}(0.50\ \text{kg} + 0.30\ \text{kg})(0.50\ \text{m/s})^2 = 0.10\ \text{J}$$

La velocidad de los bloques es 0,5 m/s, la energía cinética antes del choque es 1,6 J y después del choque es 0,1 J

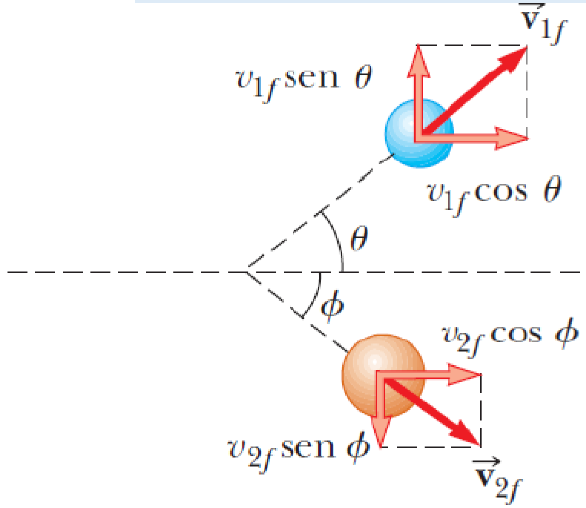
CHOQUE EN DOS DIMENSIONES

El juego de billar es un ejemplo familiar que involucra múltiples colisiones de objetos que se mueven en una superficie en dos dimensiones.

ANTES DE LA COLISIÓN



DESPUÉS DE LA COLISIÓN



Conservación del momento lineal sobre x

$$m_1\vec{v}_{1xi} + m_2\vec{v}_{2xi} = m_1\vec{v}_{1xf} + m_2\vec{v}_{2xf}$$

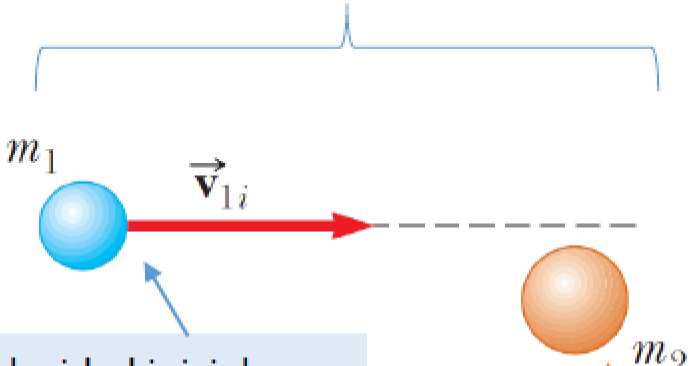
Conservación del momento lineal sobre y

$$m_1\vec{v}_{1yi} + m_2\vec{v}_{2yi} = m_1\vec{v}_{1yf} + m_2\vec{v}_{2yf}$$

Si además el choque es elástico, por la conservación de la energía se tiene:

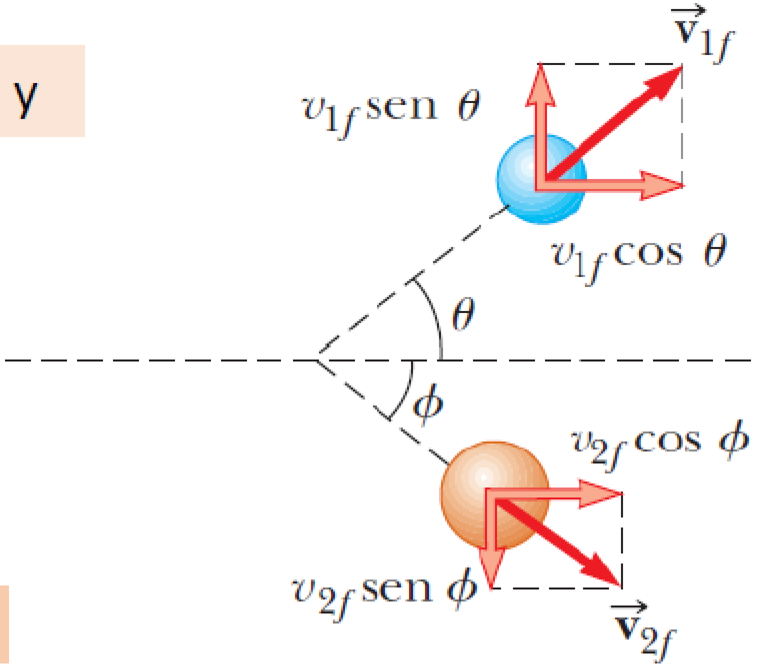
$$\frac{1}{2}m_1{\vec{v}_{1i}}^{\,2} + \frac{1}{2}m_2{\vec{v}_{2i}}^{\,2} = \frac{1}{2}m_1{\vec{v}_{1f}}^{\,2} + \frac{1}{2}m_2{\vec{v}_{2f}}^{\,2}$$

No hay componentes iniciales sobre el eje y



Velocidad inicial con componente en x

Partícula en reposo



Velocidades finales con componentes sobre los ejes x y y

Conservación del momento lineal sobre x

$$m_1 v_{1xi} = m_1 v_{1f}\cos\theta + m_2 v_{2f}\cos\phi$$

Conservación del momento lineal sobre y

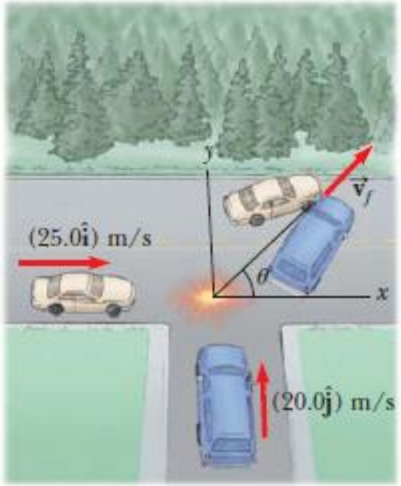
$$0 = m_1 v_{1f}\sin\theta + m_2 \vec{v}_{2f}\sin\phi$$

Ejemplo 3.

Un automóvil de 1500 kg, que viaja al este con una rapidez de 25.0 m/s, choca en un cruce con una camioneta de 2500 kg que viaja al norte con una rapidez de 20.0 m/s, como se muestra en la figura. Encuentre la dirección y magnitud de la velocidad del choque después de la colisión, y suponga que los vehículos quedan unidos después de la colisión.

$$\sum p_{xi} = (1\,500 \text{ kg})(25.0 \text{ m/s}) = 3.75 \times 10^4 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$$

$$\sum p_{yi} = (2\,500 \text{ kg})(20.0 \text{ m/s}) = 5.00 \times 10^4 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$$



$$\sum p_{xf} = (4\,000 \text{ kg})v_f \cos\theta$$

$$\sum p_{yf} = (4\,000 \text{ kg})v_f \,\text{sen}\,\theta$$

$$1)\quad 3.75 \times 10^4 \text{ kg}\cdot\text{m/s} = (4\,000 \text{ kg})v_f \cos\theta$$

$$2)\quad 5.00 \times 10^4 \text{ kg}\cdot\text{m/s} = (4\,000 \text{ kg})v_f \,\text{sen}\,\theta$$

$$2)\quad 5.00 \times 10^4 \text{ kg}\cdot\text{m/s} = (4\,000 \text{ kg})v_f \,\text{sen}\,\theta$$

$$\frac{(4\,000 \text{ kg})v_f \,\text{sen}\,\theta}{(4\,000 \text{ kg})v_f \cos\theta} = \tan\theta = \frac{5.00 \times 10^4}{3.75 \times 10^4} = 1.33$$

$$\theta = \boxed{53.1^\circ}$$

$$v_f = \frac{5.00 \times 10^4 \text{ kg}\cdot\text{m/s}}{(4\,000 \text{ kg})\,\text{sen}\,53.1^\circ} = \boxed{15.6 \text{ m/s}}$$