MOMENTO LINEAL, IMPULSO Y CHOQUES

- **Momento lineal e impulso**

La cantidad de movimiento lineal **p** de una partícula de masa *m* moviéndose con velocidad **v**, es el producto de su masa y velocidad:

$$\vec{\mathbf{p}} \equiv m\vec{\mathbf{v}}$$

Unidad SI: kilogramo-metro por segundo (kg · m/s)

Momento y fuerza: se tiene que P = *mv, luego…*

$$\frac{d}{dt}\vec{p} = \frac{d}{dt}(m\vec{v}) = m\frac{d\vec{v}}{dt} + \frac{dm}{dt}\vec{v}.$$ de donde, $$\frac{d}{dt}\vec{p} = m\frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a} = \vec{F},$$

Finalmente se tiene que: $$\vec{F} = \frac{d}{dt}\vec{p}$$

MOMENTO LINEAL, IMPULSO Y CHOQUES

Momento y energía cinética

sabemos que energía cinética esta definida como: $K = \frac{1}{2}mv^2$.

y también que $P = mv$, luego tenemos que:

$$K = \frac{mv^2}{2} = \frac{m^2v^2}{2m} = \frac{p^2}{2m}.$$

Impulso: el cambio de la cantidad de movimiento de un cuerpo se define como impulso y se representa mediante:

$$\Delta\vec{p} \equiv \vec{p}_{\mathrm{f}} - \vec{p}_{\mathrm{i}}.$$

MOMENTO LINEAL, IMPULSO Y CHOQUES

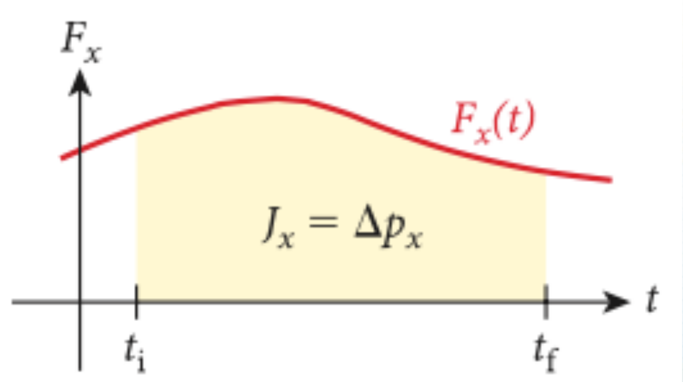
Sabemos que : $\vec{F} = d\vec{p} / dt$, integrando obtenemos que :

$$\int_{t_i}^{t_f} \vec{F}\,dt = \int_{t_i}^{t_f} \frac{d\vec{p}}{dt}\,dt = \int_{\vec{p}_i}^{\vec{p}_f} d\vec{p} = \vec{p}_f - \vec{p}_i \equiv \Delta\vec{p}.$$

por lo tanto la fuerza integrada respecto al tiempo también se conoce como impulso :

$$\vec{J} \equiv \int_{t_i}^{t_f} \vec{F}\,dt.$$

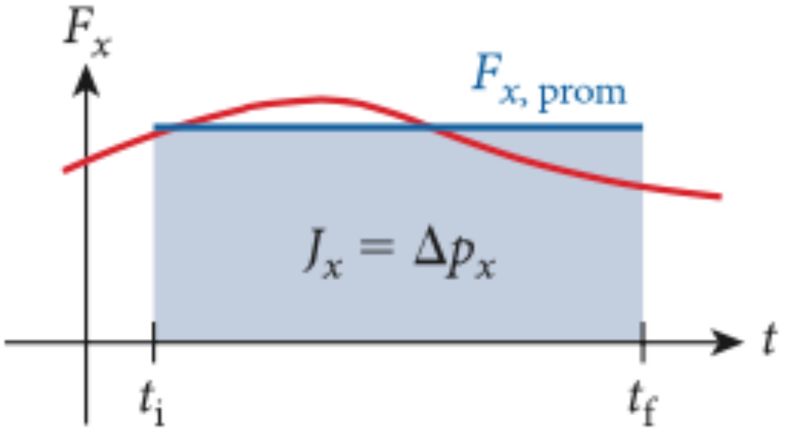
y también como: $\vec{J} = \Delta\vec{p}.$



MOMENTO LINEAL, IMPULSO Y CHOQUES

- **Fuerza Promedio**: también a partir del impulso podemos calcular la fuerza promedio:

$$\vec{F}_{\text{prom}} = \frac{\int_{t_i}^{t_f} \vec{F}\,dt}{\int_{t_i}^{t_f} dt} = \frac{1}{t_f - t_i}\int_{t_i}^{t_f} \vec{F}\,dt = \frac{1}{\Delta t}\int_{t_i}^{t_f} \vec{F}\,dt.$$



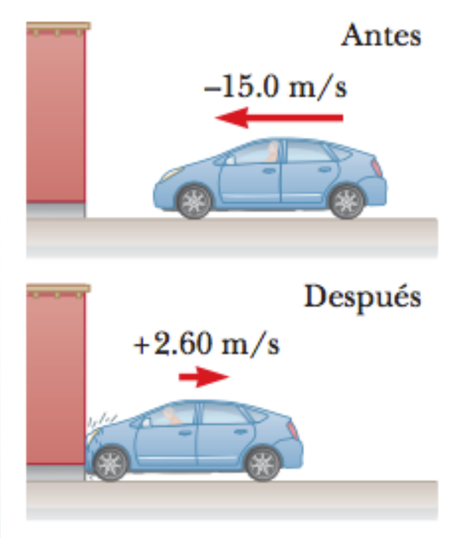
MOMENTO LINEAL, IMPULSO Y CHOQUES

- **Ejemplo 1**: Un jugador afirma que puede lanzar una pelota de béisbol de 0.145 kg con tanta cantidad de movimiento como la de una bala de 3.00 g moviéndose con una rapidez de 1500 m/s. a) ¿Cuál debe ser la rapidez de la pelota de béisbol si es válida la afirmación del jugador? b) ¿Cuál tiene mayor energía cinética, la pelota o la bala?

- **Ejemplo 2:** Una pelota de 0.150 kg de masa se deja caer a partir del reposo desde una altura de 1.25 m. Si rebota desde el piso para alcanzar una altura de 0.960 m. ¿Qué impulso le proporcionó el piso a la pelota?

MOMENTO LINEAL, IMPULSO Y CHOQUES

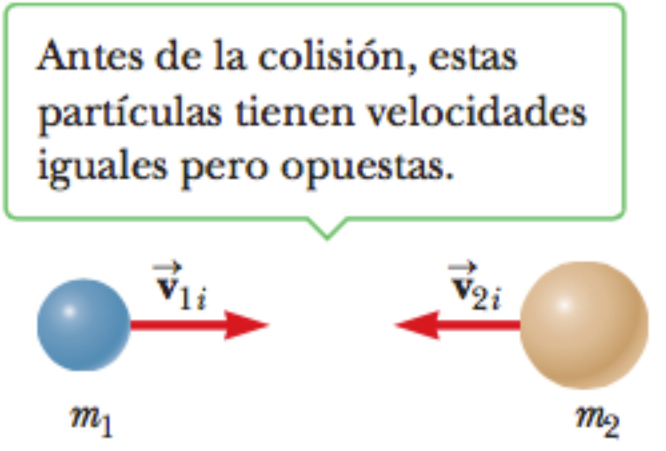
Ejemplo 3: En una prueba de choque, un automóvil de 1500kg de masa colisiona con un muro y rebota como en la figura. Las velocidades inicial y final del automóvil son $v_i = 15.0$ m/s y $v_f = 2.60$ m/s, respectivamente. Si la colisión dura 0.150 s, halle **a)** el impulso entregado al automóvil debido a la colisión y **b)** el tamaño y dirección de la fuerza promedio ejercida sobre el automóvil.

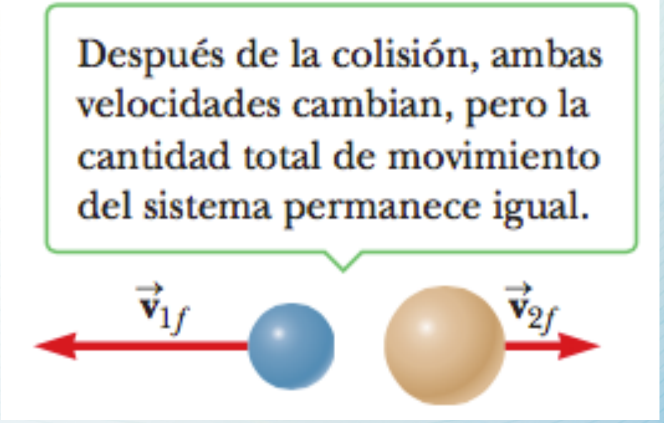


MOMENTO LINEAL, IMPULSO Y CHOQUES

Conservación del momento lineal

•Cuando se presenta una colisión en un sistema aislado, la cantidad de movimiento total del sistema no cambia con el paso del tiempo. En lugar de eso, permanece constante tanto en magnitud como en dirección. Las cantidades de movimiento de objetos individuales en el sistema pueden cambiar, pero la suma vectorial de *todas* las cantidades de movimiento no cambiará.





MOMENTO LINEAL, IMPULSO Y CHOQUES

Durante una colisión, el objeto 1 ejerce una fuerza sobre el objeto 2. Llamemos a esta fuerza $\vec{F}_{1\to 2}$. y que ejerce el objeto 2 sobre el objeto 1 $\vec{F}_{2\to 1}$ por lo tanto tenemos que:

$$\int_{t_i}^{t_f} \vec{F}_{1\to 2}\,dt = \Delta\vec{p}_2 = \vec{p}_{f2} - \vec{p}_{i2}.$$

y

$$\int_{t_i}^{t_f} \vec{F}_{2\to 1}\,dt = \Delta\vec{p}_1 = \vec{p}_{f1} - \vec{p}_{i1}.$$

Ahora por la tercera ley de Newton tenemos que: $\vec{F}_{1\to 2} = -\vec{F}_{2\to 1}$

$$\vec{F}_{1\to 2} + \vec{F}_{2\to 1} = 0.$$

La integración de esta ecuación da como resultado

$$0 = \int_{t_i}^{t_f} (\vec{F}_{2\to 1} + \vec{F}_{1\to 2})\,dt = \int_{t_i}^{t_f} \vec{F}_{2\to 1}\,dt + \int_{t_i}^{t_f} \vec{F}_{1\to 2}\,dt = \vec{p}_{f1} - \vec{p}_{i1} + \vec{p}_{f2} - \vec{p}_{i2}.$$

$$\vec{p}_{f1} + \vec{p}_{f2} = \vec{p}_{i1} + \vec{p}_{i2}.$$

MOMENTO LINEAL, IMPULSO Y CHOQUES

$$\text{Si} \quad \vec{F}_{\text{neta}} = 0 \quad \text{entonces} \quad \sum_{k=1}^{n} \vec{p}_k = \text{constante.}$$

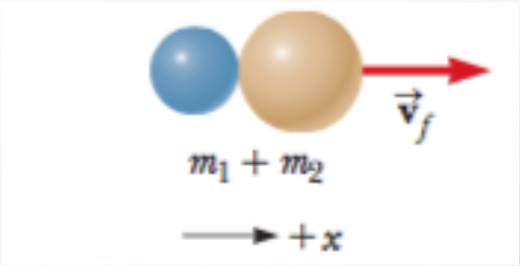
Colisiones

Colisión inelástica: es aquella en la que la cantidad de movimiento se conserva, pero la energía cinética no.

$$\vec{p}_{f1} + \vec{p}_{f2} = \vec{p}_{i1} + \vec{p}_{i2}.$$

Colisión perfectamente inelástica: es aquella donde los dos objetos que colisionan quedan unidos y se mueven con la misma velocidad después de la colisión.

$$\vec{p}_{f1} + \vec{p}_{f2} = \vec{p}_{i1} + \vec{p}_{i2}.$$



MOMENTO LINEAL, IMPULSO Y CHOQUES

Debido a que la cantidad de movimiento se conserva, sabemos que:

$\vec{p}_{f1} + \vec{p}_{f2} = \vec{p}_{i1} + \vec{p}_{i2}$. de donde,

$$m_1\vec{v}_f + m_2\vec{v}_f = m_1\vec{v}_{i1} + m_2\vec{v}_{i2}$$

$$(m_1 + m_2)\vec{v}_f = m_1\vec{v}_{i1} + m_2\vec{v}_{i2}$$

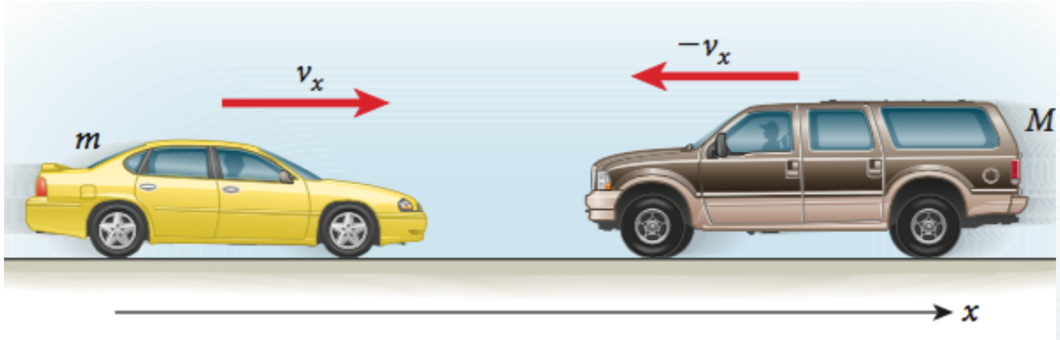
$$\vec{v}_f = \frac{m_1\vec{v}_{i1} + m_2\vec{v}_{i2}}{m_1 + m_2}.$$

Colisión elástica: se define como una en la que se conservan la energía cinética y la cantidad de movimiento.

$$\vec{p}_{f1} + \vec{p}_{f2} = \vec{p}_{i1} + \vec{p}_{i2}.$$

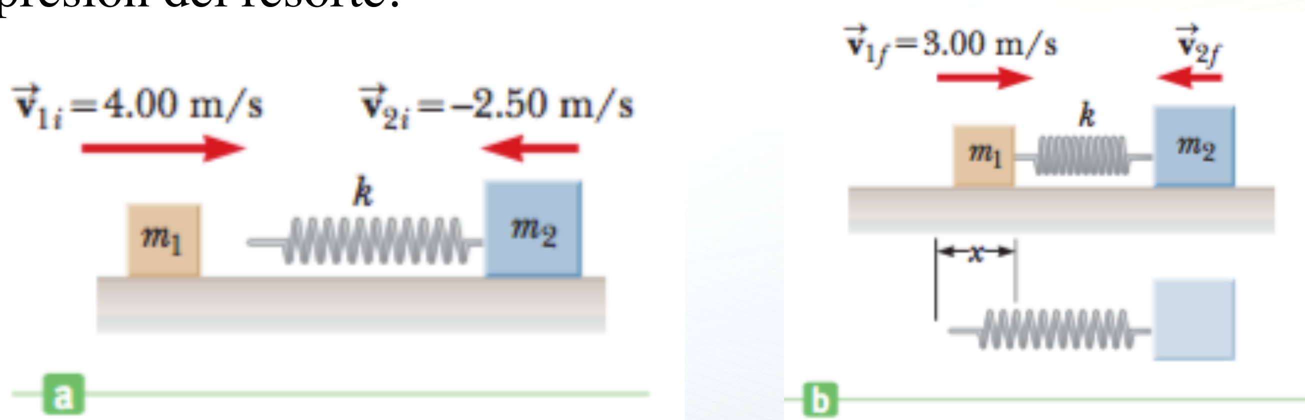
MOMENTO LINEAL, IMPULSO Y CHOQUES

Ejemplo 1: Considere un choque frontal de una SUV grande, con masa $M = 3\,023$ kg, y un auto compacto con masa $m = 1184$ kg. Cada vehículo tiene una rapidez inicial de $v = 22.35$ m/s (50 mph) y se mueven en sentidos opuestos (figura). De modo que, como se muestra en la figura, podemos decir que v_x es la velocidad inicial del auto compacto, y $-v_x$ es la velocidad inicial de la SUV. Ambos vehículos chocan uno contra otro y quedan enganchados entre sí; lo cual es una colisión totalmente inelástica. ¿Cuáles son los cambios de las velocidades de los dos autos en la colisión? (Desprecie la fricción entre los neumáticos y el camino.)



MOMENTO LINEAL, IMPULSO Y CHOQUES

Ejemplo 2: Un bloque de masa $m_1 = 1.60$ kg, inicialmente moviéndose a la derecha con una velocidad de 4.00 m/s sobre una pista horizontal sin fricción, colisiona con un resorte sin masa unido a un segundo bloque de masa $m_2 = 2.10$ kg moviéndose a la izquierda con una velocidad de -2.50 m/s, como se muestra en la figura. El resorte tiene una constante elástica de 600 N/m. **a)** Determine la velocidad del bloque 2 en el instante cuando el bloque 1 se mueve a la derecha con una velocidad de 3.00 m/s, como en la figura (b). **b)** Encuentre la máxima compresión del resorte.

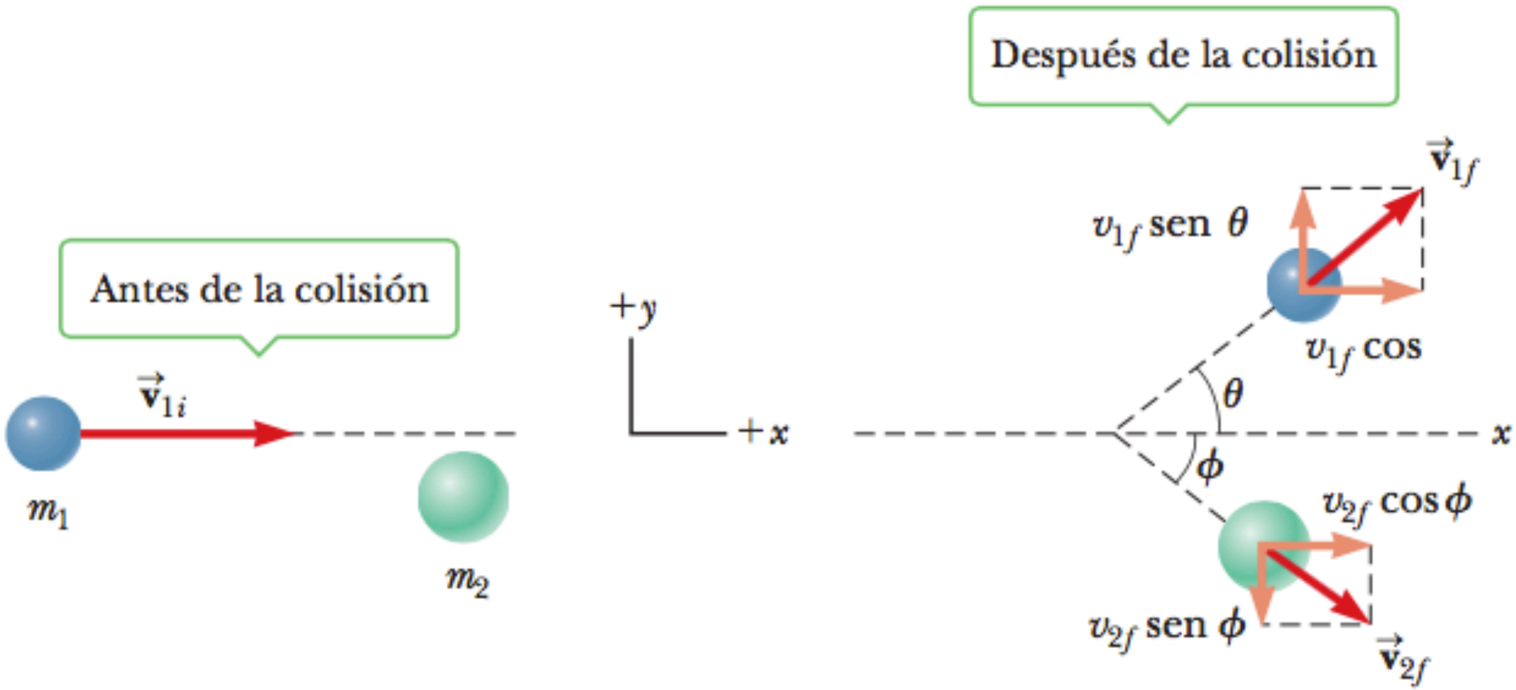


MOMENTO LINEAL, IMPULSO Y CHOQUES

- Colisiones tangenciales

componente x: $m_1v_{1i} + 0 = m_1v_{1f}\cos\theta + m_2v_{2f}\cos\phi$

componente y: $0 + 0 = m_1v_{1f}\,\text{sen}\,\theta + m_2v_{2f}\,\text{sen}\,\phi$



MOMENTO LINEAL, IMPULSO Y CHOQUES

Ejemplo 1: Un automóvil con 1500 kg de masa viajando al este con una rapidez de 25.0 m/s colisiona en un cruce con una camioneta (*van*) de 2.500 kg que viaja al norte con una velocidad de 20.0 m/s, como se muestra en la figura. Determine la magnitud y dirección de la velocidad de los restos después de la colisión, suponiendo que los vehículos se someten a una colisión perfectamente inelástica (es decir, se unen) y suponiendo que se puede despreciar la fricción entre los vehículos y el camino.