FISICA 1

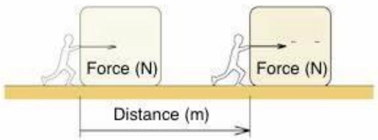
Marisela Benitez Barahona

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

RESUMEN

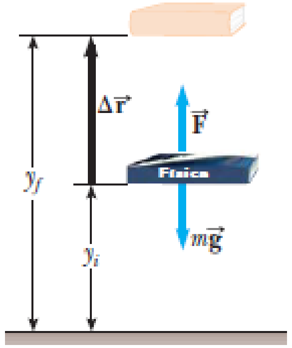
$$W_{total} = E_{cf} - E_{ci}$$

$$W_{mov} = \frac{1}{2}m{v_f}^2 - \frac{1}{2}m{v_i}^2 \quad \begin{cases} W_{mov} = -(\Delta E_c) & \text{Disminuye velocidad} \\ W_{mov} = +(\Delta E_c) & \text{Aumenta velocidad} \end{cases}$$



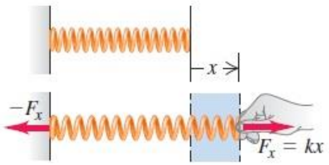
$$W_{grav} = E_{pg,f} - E_{pg,i}$$

$$W_{grav} = mgh_f - mgh_i \quad \begin{cases} W_{grav} = -(\Delta U_{grav}) & \text{Cuerpo cae} \\ W_{grav} = +(\Delta U_{grav}) & \text{Cuerpo sube} \end{cases}$$



$$W_{el} = E_{pe,f} - E_{pe,i}$$

$$\boxed{W_{el} = \frac{1}{2}K{x_f}^2 - \frac{1}{2}K{x_i}^2} \quad \begin{cases} W_{el} = -(\Delta E_{el}) & \text{Realizado por el resorte (Se comprime/Se relaja)} \\ W_{el} = +(\Delta E_{el}) & \text{Realizado sobre el resorte (se estira)} \end{cases}$$



LEY DE LA CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA MECÁNICA

De esta expresión, se obtiene:

$$\Delta E_c + \Delta E_p = 0$$

La energía nunca se crea ni se destruye, solo cambia de forma.

$$\Delta\left(E_c + E_p\right) = 0$$

esta ecuación se puede escribir también de la siguiente forma:

$$\left(Ec_f - Ec_i\right) + \left(Ep_f - Ep_i\right) = 0$$

$$\left(Ec_f + Ep_f\right) - \left(Ec_i + Ep_i\right) = 0$$

$$\underbrace{\left(Ec_f + Ep_f\right)}_{\text{ENERGÍA MECÁNICA FINAL}} = \underbrace{\left(Ec_i + Ep_i\right)}_{\text{ENERGÍA MECÁNICA INICIAL}}$$

Establece que la energía mecánica total de un sistema permanece constante si las únicas fuerzas que realizan trabajo sobre el sistema son conservativas.

$$E_i = E_f$$

LEY DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA MECÁNICA

MOMENTO LINEAL

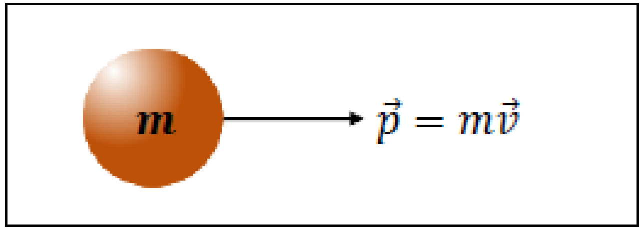
¿Cómo determina la dirección que debe dar a la bola blanca para introducir las bolas en la buchaca?

¿Qué determina hacia dónde se mueven los autos o sus restos después del choque?

Existen acciones relacionadas con la inercia (masa) de los objetos en movimiento, y esta idea de inercia en movimiento está incluida en el concepto de momento, término que se refiere a los objetos que se mueven.

MOMENTO LINEAL

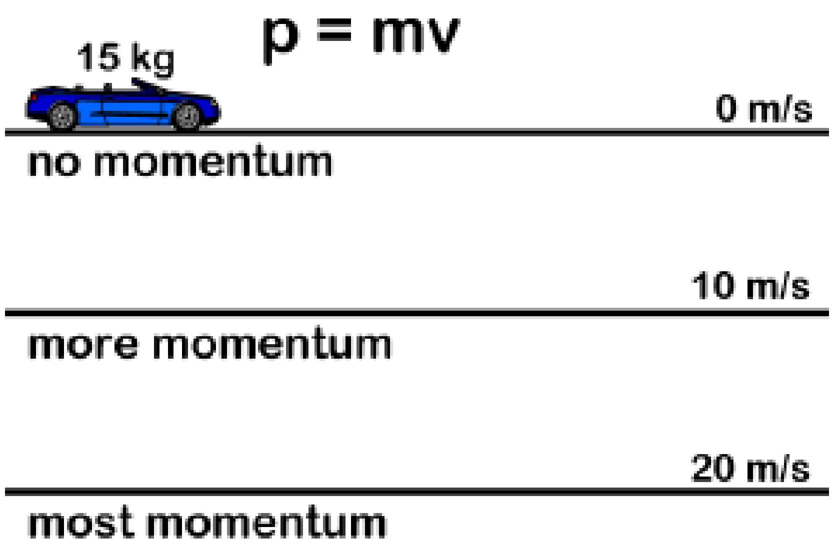
El momento lineal de una partícula es una cantidad vectorial definida como el producto de su masa por su velocidad lineal, esto es:



$$\vec{p} = m\vec{v} \quad \begin{cases} \text{masa} \\ \text{velocidad} \end{cases}$$

Elementos que combinan el estado dinámico de una partículares

Sus unidades en el sistema internacional (SI) son $Kg\ m/s$



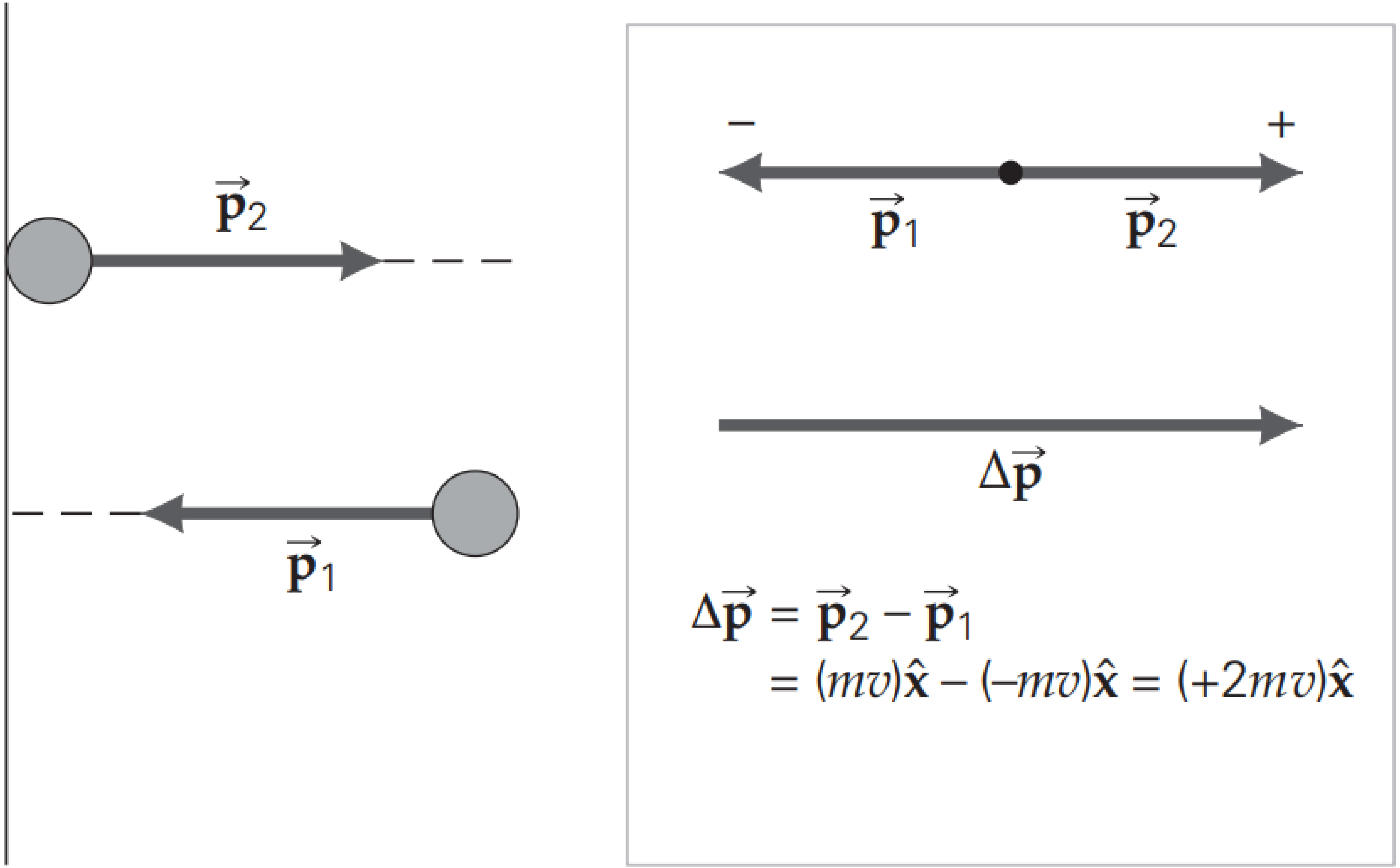
$$\vec{p} = m\vec{v} = (15\ Kg)(0\ m/s) = 0\ Kg\frac{m}{s}\ \hat{\imath}$$

$$\vec{p} = m\vec{v} = (15\ Kg)(10\ m/s) = 150\ Kg\frac{m}{s}\ \hat{\imath}$$

$$\vec{p} = m\vec{v} = (15\ Kg)(20\ m/s) = 300\ Kg\frac{m}{s}\ \hat{\imath}$$

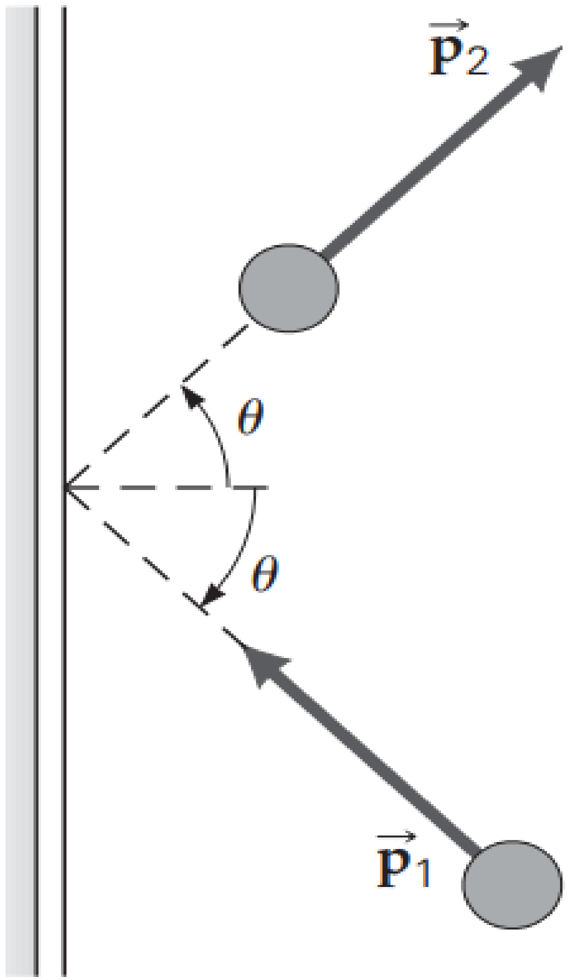
CANTIDAD DE MOVIMIENTO

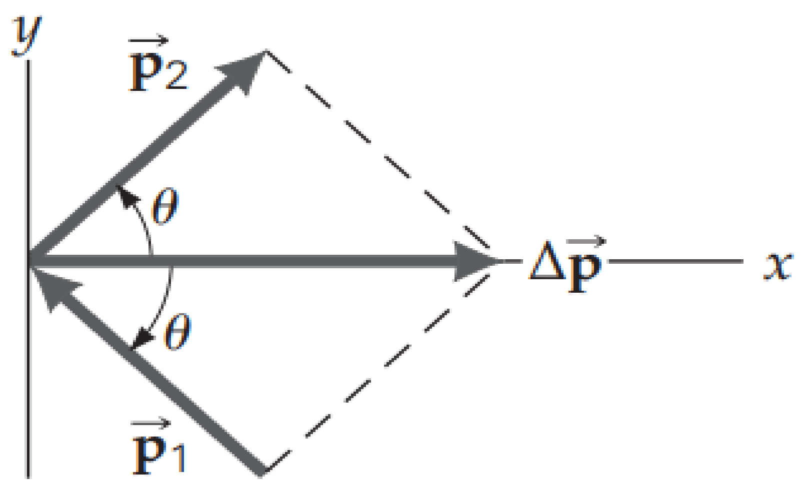
*U*na bola de billar se estrella contra la banda como muestra la figura hallar el cambio en la cantidad de movimiento.



CANTIDAD DE MOVIMIENTO

La misma bola de billar se estrella contra la banda formando un ángulo como muestra la figura hallar el cambio en la cantidad de movimiento.





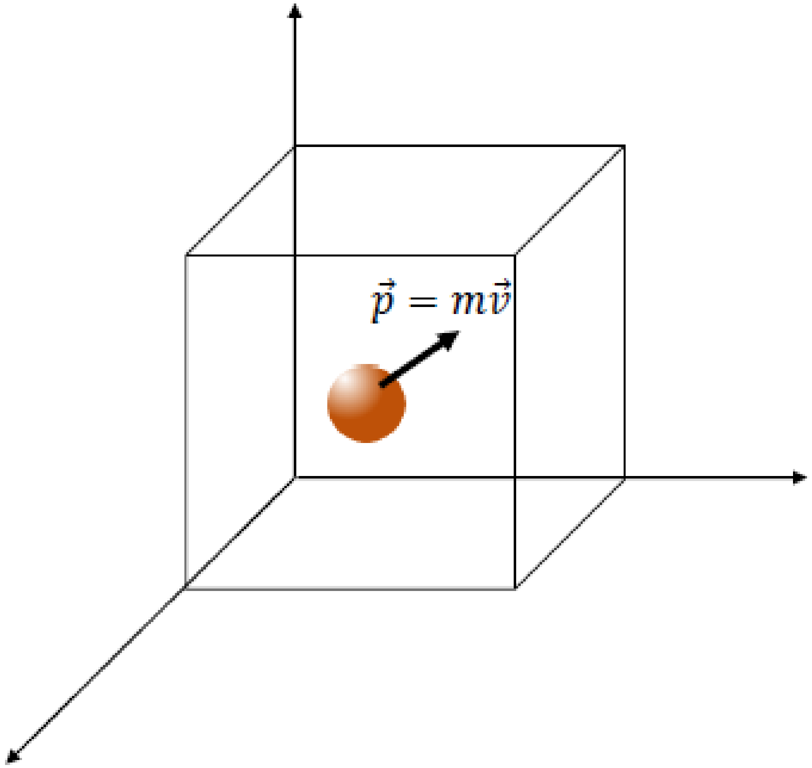
$$\Delta\vec{p} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1 = \Delta\vec{p}_x + \Delta\vec{p}_y$$

$$\begin{aligned}\Delta\vec{p}_x &= \vec{p}_{2x} - \vec{p}_{1x}\\ &= (p_2 \cos\theta)\hat{\mathbf{x}} - (-p_1 \cos\theta)\hat{\mathbf{x}}\\ &= (+2p\cos\theta)\hat{\mathbf{x}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta\vec{p}_y &= \vec{p}_{2y} - \vec{p}_{1y}\\ &= (p_2 \operatorname{sen}\theta)\hat{\mathbf{y}} - (p_1 \operatorname{sen}\theta)\hat{\mathbf{y}} = 0\end{aligned}$$

VECTOR MOMENTO LINEAL

Si la partícula tiene componentes de velocidad v_x, v_y y v_z, entonces sus componentes de momento lineal son:



$$\left.\begin{aligned} p_x &= mv_x \\ p_y &= mv_y \\ p_z &= mv_z \end{aligned}\right\}$$

Componentes rectangulares

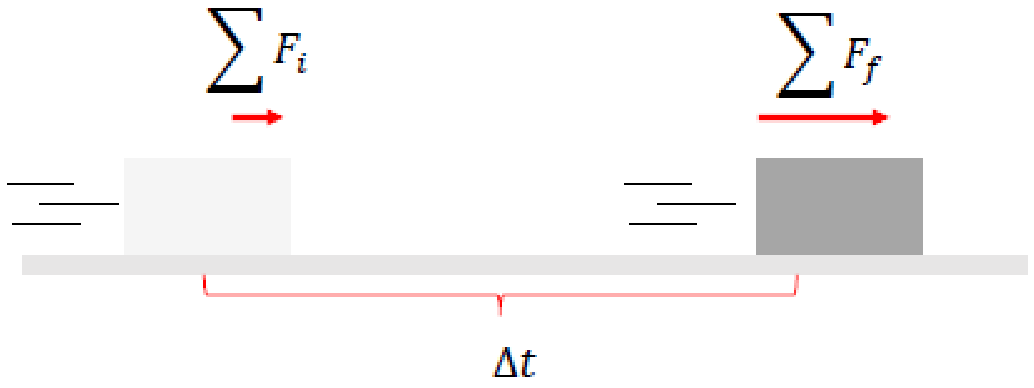
$$\vec{p} = p_x\hat{\imath} + p_y\hat{\jmath} + p_z\hat{k}$$

Si el momento lineal de una partícula cambia con el tiempo, se puede obtener la segunda ley de movimiento de Newton, la cual relaciona la cantidad de movimiento lineal de una partícula con la fuerza resultante que actúa en la partícula.

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} = m\frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a}$$

IMPULSO Y CANTIDAD DE MOVIMIENTO

Suponga que una fuerza neta $\sum F$ que actúa sobre una partícula y que puede variar con el tiempo.



Mientras mayor sea la fuerza, mayor el cambio de velocidad, y por lo tanto mayor el cambio de momento lineal.

Partimos de la definición general:

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

Escribiendo la ecuación de momento lineal:

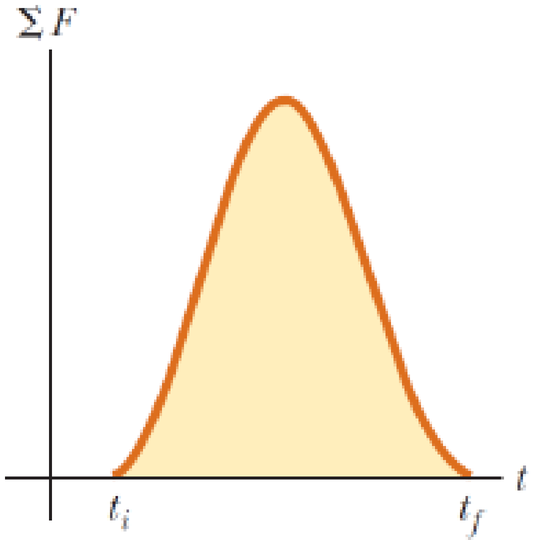
$$d\vec{p} = \vec{F}dt$$

Esta ecuación se puede integrar para obtener la variación de momento Δp de la partícula:

$$\int_i^f d\vec{p} = \int_i^f \vec{F}dt$$

TEOREMA DEL IMPULSO Y DEL MOMENTO

El momento cambia desde un valor inicial $\vec{p}_i$ en el instante inicial t_i a un valor final $\vec{p}_f$ en el instante final t_f, integrando la ecuación anterior, se obtiene:



$$\vec{p}_f - \vec{p}_i = \int_i^f \vec{F}dt$$

$$\Delta\vec{p} = \underbrace{\int_i^f \vec{F}dt}_{\text{IMPULSO}}$$

Área bajo la curva fuerza–tiempo

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.

APROXIMACIÓN DEL IMPULSO

En general la fuerza puede variar en forma complicada con el tiempo, por lo que es conveniente definir una fuerza promedio en el tiempo, $\boldsymbol{F_m}$, que se puede considerar como una fuerza constante que dará el mismo impulso a la partícula que la fuerza $\boldsymbol{F}$ actuando durante el intervalo de tiempo Δt.

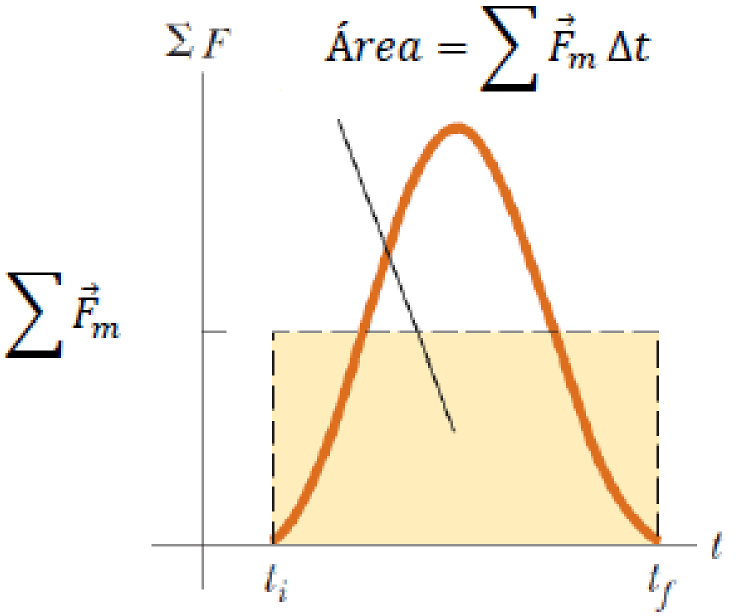
El valor medio de la fuerza se define:

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

Despejando la integral:

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

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



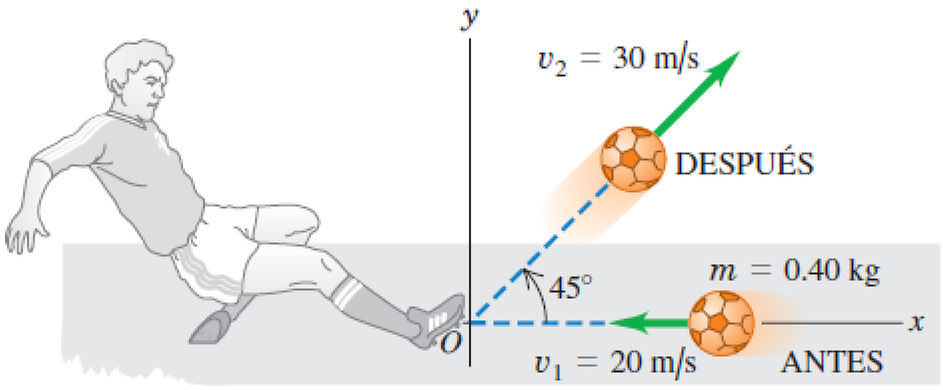
Esta fuerza promediada en el tiempo, se interpreta como la fuerza constante que daría a la partícula, en el intervalo de tiempo Δt el mismo impulso que la fuerza variable en el tiempo da durante este mismo intervalo.

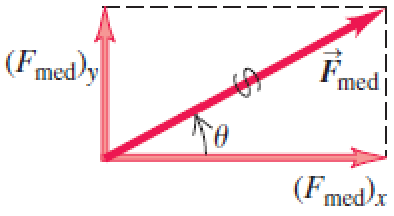
Ejemplo 1:

Ejemplo 8.3 Pateo de un balón

Un balón de soccer tiene una masa de 0.40 kg e inicialmente se mueve hacia la izquierda a 20 m/s, pero luego es pateado de manera que adquiere una velocidad con magnitud de 30 m/s y dirección de 45° hacia arriba y a la derecha (figura 8.7a). Calcule el impulso de la fuerza neta y la fuerza neta media, suponiendo que el choque dura $\Delta t = 0.010$ s.

a) Diagrama antes y después





EJECUTAR: Con los ejes que elegimos, obtenemos las siguientes componentes de velocidad para antes (subíndice 1) y después (subíndice 2) de patear el balón:

$$v_{1x} = -20 \text{ m/s} \qquad v_{1y} = 0$$
$$v_{2x} = v_{2y} = (30 \text{ m/s})(0.707) = 21.2 \text{ m/s}$$
$$(\text{dado que } \cos 45° = \text{sen } 45° = 0.707)$$

La componente x del impulso es igual a la componente x del cambio de el momento lineal, y lo mismo para las componentes y:

$$J_x = p_{2x} - p_{1x} = m(v_{2x} - v_{1x})$$
$$= (0.40 \text{ kg})[21.2 \text{ m/s} - (-20 \text{ m/s})] = 16.5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$
$$J_y = p_{2y} - p_{1y} = m(v_{2y} - v_{1y})$$
$$= (0.40 \text{ kg})(21.2 \text{ m/s} - 0) = 8.5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

Las componentes de la fuerza neta media sobre el balón son

$$(F_{med})_x = \frac{J_x}{\Delta t} = 1650 \text{ N} \qquad (F_{med})_y = \frac{J_y}{\Delta t} = 850 \text{ N}$$

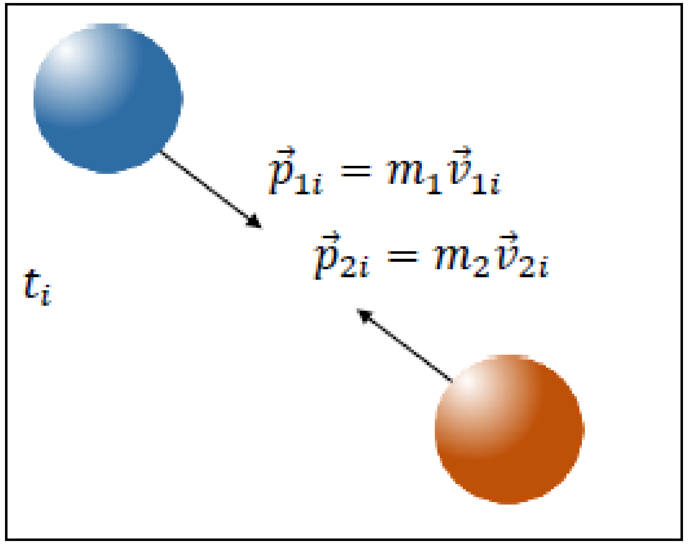
La magnitud y dirección de la fuerza media son

$$F_{med} = \sqrt{(1650 \text{ N})^2 + (850 \text{ N})^2} = 1.9 \times 10^3 \text{ N}$$
$$\theta = \arctan \frac{850 \text{ N}}{1650 \text{ N}} = 27°$$

donde θ se mide hacia arriba desde el eje $+x$ (figura 8.7b). Observe que, como el balón no estaba inicialmente en reposo, su velocidad final *no* tiene la misma dirección que la fuerza media que actúa sobre él.

CONSERVACIÓN DEL MOMENTO LINEAL

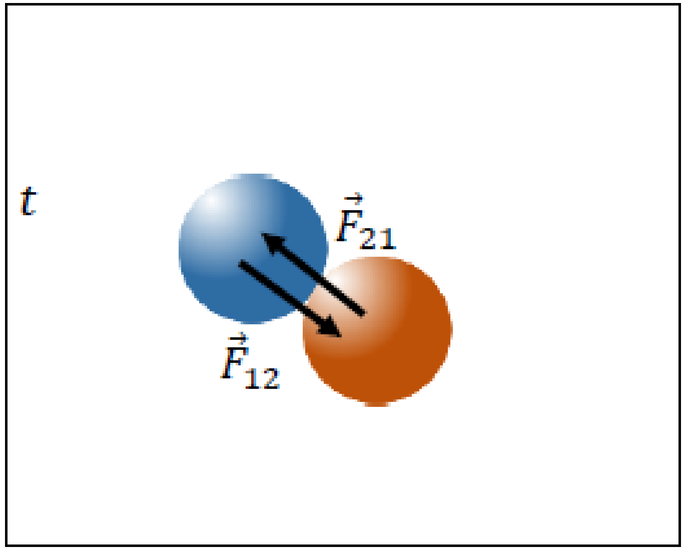
Consideremos dos partículas aisladas sujetas únicamente a su interacción mutua.



ANTES

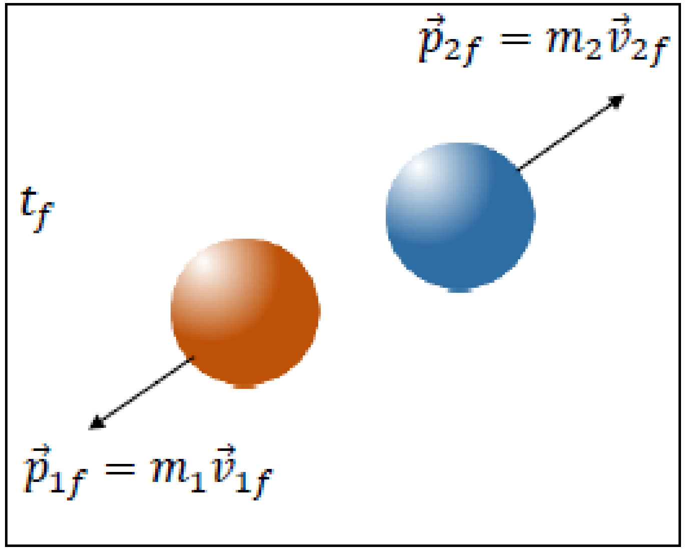
$$\vec{P}_{Ti} = \vec{p}_{1i} + \vec{p}_{2i}$$

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



DURANTE

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

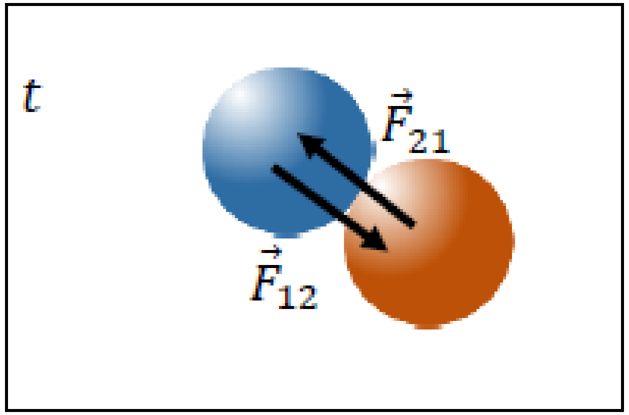


DESPUÉS

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

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

CONSERVACIÓN DEL MOMENTO LINEAL



Por la tercera Ley de Newton, $\vec{F}_{12}$ y $\vec{F}_{21}$ son un par de acción y reacción, entonces:

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

$$\vec{F}_{12} + \vec{F}_{21} = 0$$

$$\frac{d\vec{p}_1}{dt} + \frac{d\vec{p}_2}{dt} = 0$$

$$\frac{d}{dt}(\vec{p}_1 + \vec{p}_2) = 0$$

IMPLICA QUE:

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = CONSTANTE$$

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:

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

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

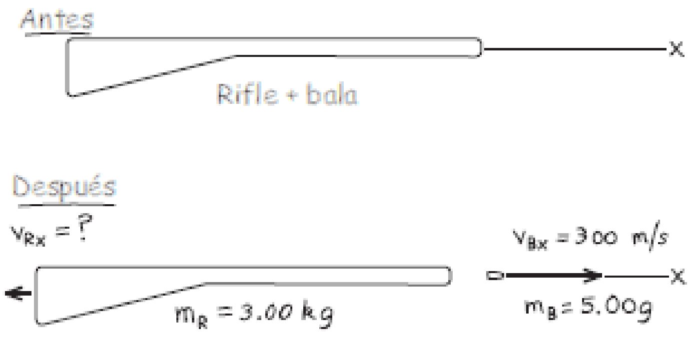
Una interacción entre dos cuerpos produce intercambio de momento

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

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.

Ejemplo 2

Retroceso de un rifle
Un tirador sostiene holgadamente un rifle de masa m_R = 3.00 kg, de manera que pueda retroceder libremente al hacer un disparo. Dispara una bala de masa m_B =5.00 g con una velocidad horizontal relativa al suelo de v_{Bx} = 300 m/s. ¿Qué velocidad de retroceso v_{Rx} tiene el rifle? ¿Qué momento lineal y energía cinética finales tiene la bala? ¿Y el rifle?



$$P_x = 0 = m_B v_{Bx} + m_R v_{Rx}$$

$$v_{Rx} = -\frac{m_B}{m_R} v_{Bx} = -\left(\frac{0.00500\ \text{kg}}{3.00\ \text{kg}}\right)(300\ \text{m/s}) = -0.500\ \text{m/s}$$

El momento lineal y la energía cinética de la bala al final son

$$p_{Bx} = m_B v_{Bx} = (0.00500\ \text{kg})(300\ \text{m/s}) = 1.50\ \text{kg}\cdot\text{m/s}$$

$$K_B = \tfrac{1}{2} m_B v_{Bx}^2 = \tfrac{1}{2}(0.00500\ \text{kg})(300\ \text{m/s})^2 = 225\ \text{J}$$

Para el rifle, el momento lineal y la energía cinética finales son

$$p_{Rx} = m_R v_{Rx} = (3.00\ \text{kg})(-0.500\ \text{m/s}) = -1.50\ \text{kg}\cdot\text{m/s}$$

$$K_R = \tfrac{1}{2} m_R v_{Rx}^2 = \tfrac{1}{2}(3.00\ \text{kg})(-0.500\ \text{m/s})^2 = 0.375\ \text{J}$$

Retroceso de una escopeta:
https://www.youtube.com/watch?v=9fbf9M0iN-g

Es el resultado de la conservación del momento, ya que, según la tercera ley de Newton, la fuerza requerida para acelerar algo evocará una fuerza reaccional igual pero opuesta, lo que significa que el impulso hacia adelante ganado por el proyectil y los gases de escape se equilibrarán matemáticamente con un impulso igual y opuesto ejercido sobre el arma.