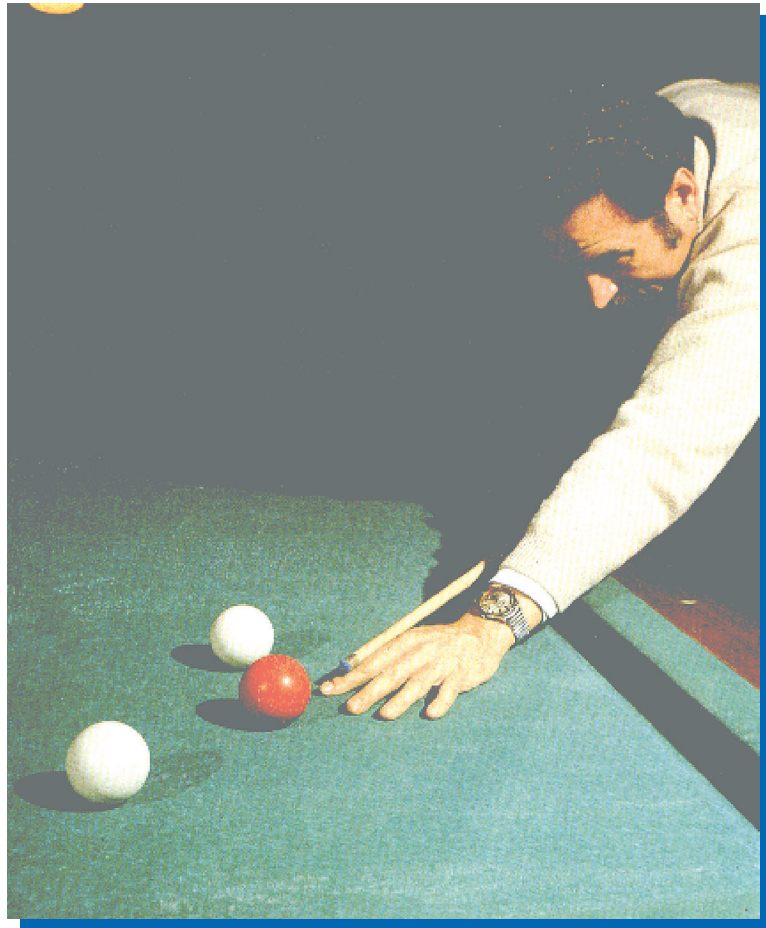


Guía 4

IMPULSO – CANTIDAD DE MOVIMIENTO – CHOQUES Y EL JUEGO DEL BILLAR

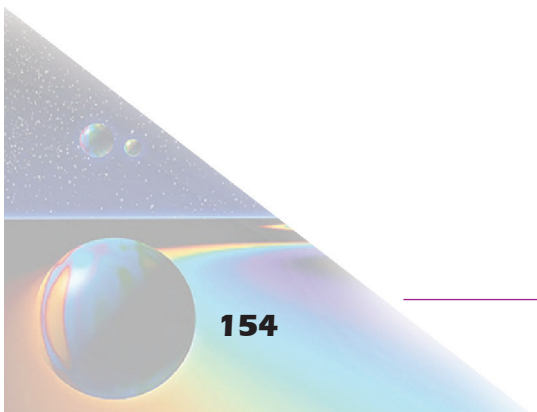


Indicadores de logros

- ✓ Diferencia los conceptos de impulso y cantidad de movimiento y los aplica en situaciones prácticas.
- ✓ Interpreta y aplica la ley de la conservación de la cantidad de movimiento en situaciones de la vida diaria.
- ✓ Identifica choques elásticos e inelásticos en diferentes problemáticas planteadas.



- ✓ Manifiesta curiosidad intelectual. (**CREATIVIDAD**).
- ✓ Combina, elige y extrapola la información que posee para resolver problemas de su vida cotidiana.
- ✓ Demuestra empatía hacia las ideas diferentes a las suyas.
- ✓ Posee capacidad de análisis y síntesis.



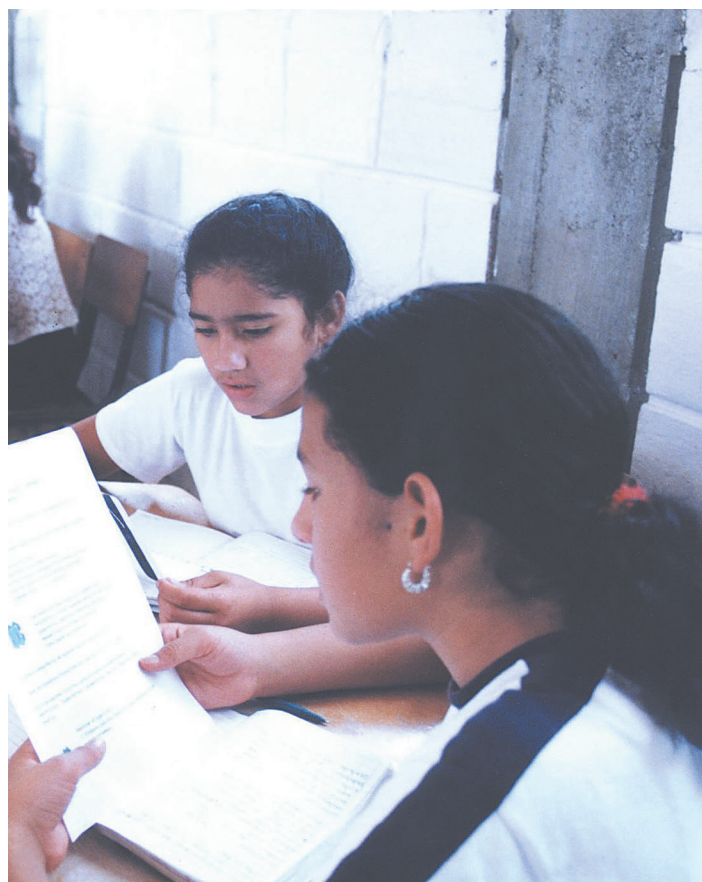
En esta guía aparte de interpretar el juego del billar aplicado a la conservación de la energía, vamos a desarrollar la competencia creatividad.

Antes de iniciar el desarrollo de la guía, con los compañeros de subgrupo, leemos, analizamos y argumentamos con el fin de sacar una conclusión, en relación con el siguiente texto:

Ser creativo es ser capaz de encontrar nuevas soluciones a un problema determinado o ir más allá del análisis para resolverlo.

La persona creativa pone en práctica la solución a una situación, produciendo un cambio y siendo productivo.

Cuando se es creativo se estimula la facultad de imaginar, suponer, visualizar, o inventar una idea, para dar claridad a un problema.





EL BILLAR Y LA CANTIDAD DE MOVIMIENTO

Con mis compañeros de subgrupo analizamos y contestamos las siguientes preguntas acerca del juego del billar, compartimos las respuestas con nuestro profesor y las consignamos en el cuaderno.

1. ¿Qué conocimiento tiene acerca del juego del billar? ¿Lo ha practicado alguna vez?
2. De los conceptos físicos estudiados en las guías anteriores ¿cuáles se evidencian en el juego del billar? Justifique.
3. ¿Cree usted que el juego del billar desarrolla la creatividad en las personas que lo practican? Sustente la respuesta.
4. ¿Identifica usted algún compañero que sea creativo? O ¿será usted creativo? ¿Por qué?
5. De las siguientes situaciones físicas, sustente la manera como participan en el juego del billar:

❖ Trayectoria rectilínea	❖ Fuerza de fricción	❖ Trabajo
❖ Trayectoria parabólica	❖ Impulso	❖ Energía
❖ Movimiento variado	❖ Cantidad de movimiento	❖ Conservación de la energía
❖ Inercia	❖ Momento de fuerza	❖ Choques o colisiones
❖ Acción y reacción		

LA CURIOSIDAD PARA INTERPRETAR
LAS LEYES NATURALES CONTRIBUYEN
A DESARROLLAR LA CREATIVIDAD.



IMPULSO Y CANTIDAD DE MOVIMIENTO

Pongo a prueba mi capacidad creativa en la solución de los siguientes ejercicios y los consigno en mi cuaderno. Para ello, hago la lectura y el análisis de la siguiente información. Presento a mi profesor el trabajo realizado.

Mediante las leyes de Newton hemos aprendido que cuando sobre un cuerpo no actúa una fuerza neta, permanecerá en reposo o continuará en su estado de movimiento rectilíneo con velocidad constante (Ley de Inercia).

También hemos observado que cuando actúa una fuerza sobre un cuerpo, éste cambia su movimiento y, mientras actúa la fuerza, se mueve aceleradamente (2ª Ley de Newton).

Ahora analicemos las siguientes situaciones:

En un fin de semana varios estudiantes asistieron a diferentes eventos deportivos. Juan a un partido de fútbol, Santiago al encuentro de béisbol, Laura al partido de tenis, Pedro estuvo jugando ping-pong, Pablo golf y Raúl billar. El lunes, después de comentar las diferentes actividades deportivas surgió el siguiente problema: Determinar la fuerza con que el beisbolista batea la pelota, las raquetas golpean la bola de tenis, los tacos golpean las bolas de billar y la fuerza con que es lanzado el balón por un puntapié. Uno de ellos sugirió que aplicando la Segunda Ley de Newton quedaría resuelto el problema. Cada uno, independientemente, procedió a analizar la situación correspondiente. Se reunieron nuevamente e hicieron las siguientes observaciones: En todos los casos hubo cambio en la velocidad; es decir, hubo aceleración, por lo cual se llegó a la conclusión de que actuó una fuerza.



❖ Durante la interacción de los cuerpos, la fuerza varió con el tiempo; por lo tanto, la aceleración también varió en la misma forma.

Concluyeron:

«Cuando se ejerce una fuerza sobre un cuerpo, éste experimenta un cambio en su movimiento, que se manifiesta mediante una aceleración».

Según lo anterior, cuando chocan o interactúan dos cuerpos, las fuerzas que intervienen suelen ser muy grandes y su duración temporal es muy corta. En la interacción entre el taco de billar y una bola, durante el contacto, la fuerza no se mantiene constante sino que varía.

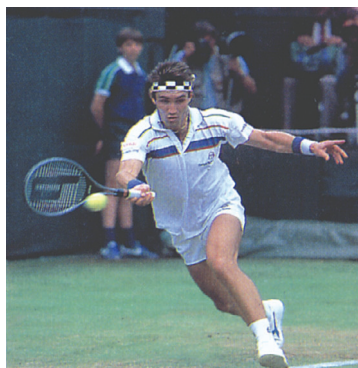
Siempre que una fuerza actúe sobre un cuerpo durante cierto intervalo de tiempo, decimos que el objeto recibe un impulso. Cuando una fuerza F constante actúa durante un intervalo de tiempo Δt , se define el impulso I que la fuerza ejerce, mediante la expresión:

$$I = F * \Delta t$$

I es un vector que tiene la misma dirección y el mismo sentido que F . El impulso de acuerdo a la fórmula, se mide en unidades de fuerza y de tiempo así:

$$\begin{aligned} I &= F * \Delta t \\ &\quad \downarrow \quad \downarrow \\ &= \text{Dinas} * \text{s} \\ &= \text{N} * \text{s} \end{aligned}$$

El producto de la fuerza que actúa sobre un cuerpo, por el tiempo durante el cual está actuando, se define como **impulso**.



Para un gran impulso, si t es pequeño, F es grande.



Para un gran impulso, si F es pequeña, t es grande.

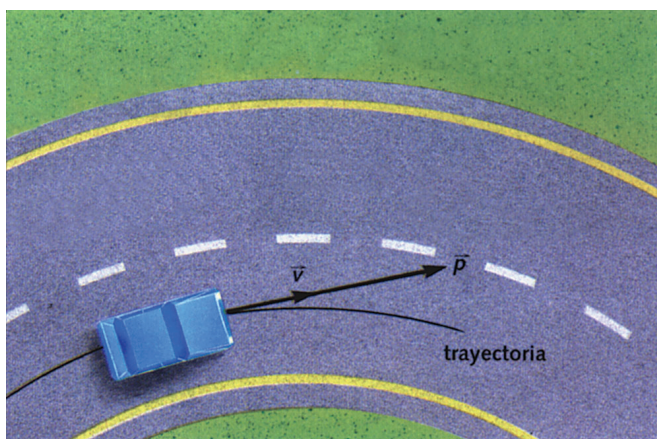
Ahora imaginemos un camión pesado y un auto pequeño que viajan por una carretera con la misma velocidad; si los dos se detienen en el mismo intervalo de tiempo, el camión necesita una fuerza mayor.

Si consideramos dos autos de igual masa; si uno de ellos se mueve más rápidamente que el otro, se necesita una fuerza mayor para detenerlo; es decir, que tanto la **masa** como la **velocidad** ayudan a determinar qué se necesita para cambiar su movimiento. Se define la **cantidad de movimiento** o **momentum** de un cuerpo, al producto de su masa por su velocidad. La cantidad de movimiento (P) es una cantidad vectorial, de igual dirección y el mismo sentido que el vector velocidad (V).

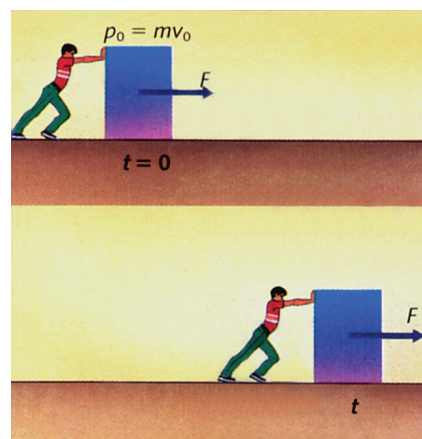
La cantidad de movimiento se expresa por la ecuación:

$$P = m \cdot V$$

Y sus unidades de medida son: $\text{gr} \cdot \text{cm/s}$ (Sistema cegesimal) y $\text{Kg} \cdot \text{m/s}$ (Sistema internacional)



El sentido de la cantidad de movimiento coincide con el de la velocidad del móvil.



La fuerza F , aplicada sobre el objeto, produce un cambio de la cantidad de movimiento.

Relación entre impulso y cantidad de movimiento

Dado un cuerpo de masa (m), que se mueve con una velocidad V_1 , si una fuerza F , constante, actúa sobre el cuerpo durante un intervalo de tiempo (Δt), podremos observar que su velocidad sufrirá una variación, pasando a V_2 al final del intervalo, es decir, se produce una aceleración (a).

Siendo \mathbf{F} la resultante de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo y de acuerdo a la 2ª Ley de Newton, se obtiene:

$$\mathbf{F} = m \cdot \mathbf{a} \quad \text{pero:} \quad \mathbf{a} = \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$$

reemplazando tenemos:

$$\mathbf{F} = m \cdot \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t} \quad (\Delta \mathbf{V} = \mathbf{V}_2 - \mathbf{V}_1)$$

de donde: $\mathbf{F} \cdot \Delta t = m (\mathbf{V}_2 - \mathbf{V}_1)$

o bien: $\mathbf{F} \cdot \Delta t = m\mathbf{V}_2 - m\mathbf{V}_1$

siendo: $\mathbf{F} \cdot \Delta t$ = indica el impulso (\mathbf{I}) que recibió el cuerpo.

$m \mathbf{V}_2 = \mathbf{P}_2$ (Representa la cantidad de movimiento del cuerpo al final del intervalo Δt).

$m \mathbf{V}_1 = \mathbf{P}_1$ (Representa la cantidad de movimiento del cuerpo, al inicio del intervalo Δt)

Así pues, $\mathbf{I} = \mathbf{P}_2 - \mathbf{P}_1$

Por lo tanto: $\mathbf{I} = \Delta \mathbf{P}$

EJEMPLOS:

1. Observe y analice el desarrollo del siguiente problema:

Un auto de 1,200 kg. que se mueve a 36 km/h choca contra una pared y se detiene en 0.02 s.

- a. ¿Cuál es el valor de la variación de la cantidad de movimiento del auto?
- b. ¿Cuál es el impulso que ejerce la pared sobre el auto?
- c. ¿Cuál es la fuerza media que se ejerce sobre el auto?

El impulso, \mathbf{I} ejercido por la resultante de las fuerzas que actúan sobre un cuerpo durante cierto intervalo de tiempo, es igual a la variación de la cantidad de movimiento $\Delta \mathbf{P}$, ocurrida en dicho intervalo.

SOLUCIÓN:

a. Se sabe que: $m = 1.200 \text{ kg}$; $V_i = 36 \text{ km/h}$

$$= 10 \text{ m/s}; V_t = 0 \text{ y } t = 0.02 \text{ s.}$$

La variación de la cantidad de movimiento viene dada por:

$$\Delta P = (m\Delta v) = m \cdot \Delta v = m (V_t - V_i) = 1.200 \text{ kg } (0 - 10 \text{ m/s})$$

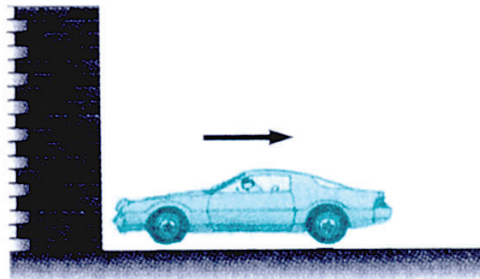
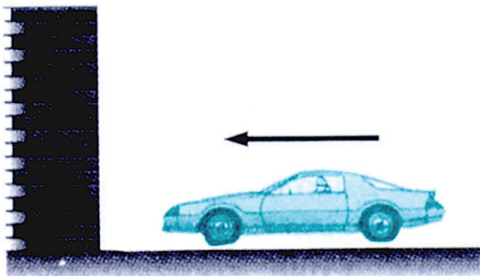
$$\Delta P = -1.2 \cdot 10^4 \text{ kg} \times \text{m/s}$$

b. El impulso viene dado por:

$$\mathbf{I} = \Delta \mathbf{P} = -1.2 \cdot 10^4 \text{ N} \cdot \text{s}$$

c. La fuerza media ejercida por la pared se obtiene a partir de la ecuación:

$$\mathbf{F} \cdot \Delta t = \Delta \mathbf{P} \text{ de donde: } F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{1.200 \text{ N} \cdot \text{s}}{0.02 \text{ s}} = 6 \cdot 10^5 \text{ N}$$



2. Un palo de golf golpea una bola de 50 gramos de masa, en reposo, y le comunica una velocidad de 40 m/seg.



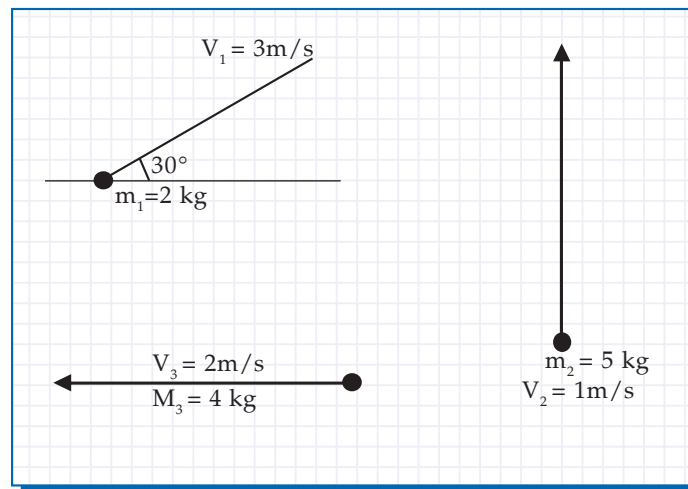
SOLUCIÓN:

El impulso de la fuerza es igual a la variación de la cantidad de movimiento, o sea:

$$F \Delta t = mv - 0$$

$$F = \frac{0.05 \cdot 40}{0.001} = 2000nt$$

3. Determinar la magnitud, dirección y sentido de la cantidad de movimiento total del sistema mostrado en la figura.



SOLUCIÓN:

Las magnitudes de las cantidades de movimiento de cada una de las partículas será:

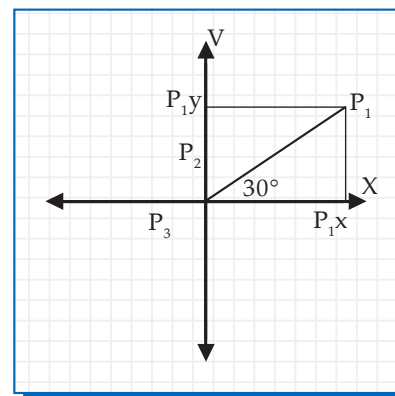
$$P_1 = m_1 v_1 = 2 \text{ kg} \cdot 3 \text{ m/s} = 6 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

$$P_2 = m_2 v_2 = 5 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s} = 5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

$$P_3 = m_3 v_3 = 4 \text{ kg} \cdot 2 \text{ m/s} = 8 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

Para hallar la cantidad de movimiento total P del sistema, se colocan los vectores P_1 , P_2 y P_3 sobre un sistema de coordenadas cartesianas como muestra la figura.

Ahora se halla:



$$P_x = P_{1x} - P_3 = P_1 \cos 30^\circ - 8 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = -2.81 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

$$P_y = P_{1y} + P_2 = P_1 \sin 30^\circ + 5 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 8 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

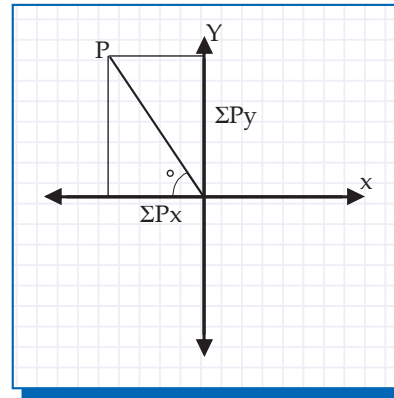
La cantidad de movimiento total del sistema P será:

$$P = \sqrt{(P_x)^2 + (P_y)^2} = \sqrt{(-2.81 \text{ kg} \cdot \text{m/s})^2 + (8 \text{ kg} \cdot \text{m/s})^2}$$

$$P = 8.47 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

La dirección de P está determinada por el ángulo θ (Según figura).

$$\tan \theta = \frac{P_y}{P_x} = \frac{8 \text{ kg} \cdot \text{m/s}}{2.81 \text{ kg} \cdot \text{m/s}} = 2.84 \quad \theta = 70.6^\circ$$



Con los compañeros de subgrupo resuelvo los siguientes ejercicios. De ser posible, buscamos otras formas diferentes a las que nos da la guía para solucionarlos. Pongamos a prueba nuestra creatividad.

EJERCICIOS PROPUESTOS:

1. Un automóvil de 500 kg de masa, y con rapidez constante de 10 m/seg, realiza un giro de 90° en una esquina, en un tiempo de 5 segundos. ¿Cuál fue la variación de la cantidad de movimiento y la fuerza promedio que ejerció la carretera sobre el automóvil?
2. Una pelota de 40 g avanza horizontalmente hacia una pared con una velocidad de 5 m/s, choca contra ésta y regresa horizontalmente con la misma velocidad. Calcular:
 - a. El impulso sobre la pelota (considera P (+) hacia la derecha y P (-) hacia la izquierda).
 - b. La fuerza media que la pared ejerció a la pelota, si la interacción tuvo una duración de 0.01 s.
3. Sobre un cuerpo de 20 g inicialmente en reposo actúa una fuerza de 3 N, en una distancia de 20 m. Calcular:



- a. El impulso que actúa sobre el cuerpo.
- b. La cantidad de movimiento que adquiere el cuerpo.

Fuerzas externas e internas de un sistema

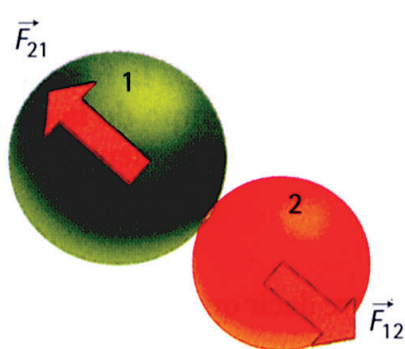
Las fuerzas que actúan en un sistema de partículas se pueden clasificar en internas y externas.

Si una partícula del sistema ejerce una fuerza sobre otra que también pertenezca al sistema, aquella será una fuerza interna. Si la fuerza que actúa sobre una partícula del sistema fuese ejercida por un agente externo (fuerza de rozamiento, peso, etc.) que no pertenece al sistema, entonces dicha fuerza es externa.

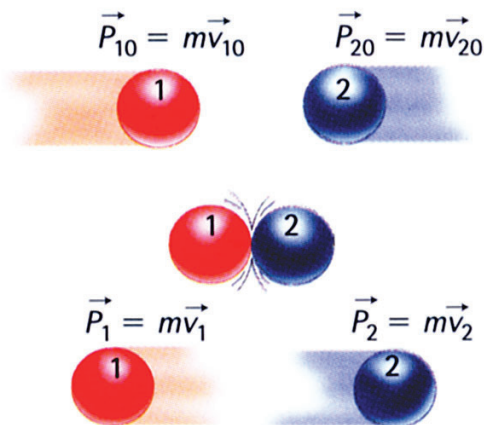
EJEMPLO:



En el juego del billar, elegimos un sistema de partículas constituido por dos bolas, una blanca y otra roja. Al golpear con el taco la bola blanca, sobre el sistema habrá actuado una fuerza externa. Si dicha bola choca con la roja, las fuerzas que una ejerce sobre la otra serán internas. Si la bola blanca hubiese chocado con otra bola (amarilla), la fuerza que recibiría de esta última sería una fuerza externa, pues el sistema considerado lo constituyen únicamente las bolas blanca y roja.



Acción entre dos cuerpos 1 y 2



En la interacción de los dos cuerpos se conserva la cantidad de movimiento.

Las fuerzas internas no producen variación en la cantidad de movimiento total del sistema.

Conservación de la cantidad de movimiento

Teniendo en cuenta que las fuerzas internas no producen variación en la cantidad de movimiento total de un sistema, entonces cualquier variación en (P) sólo podrá ser originada por fuerzas externas.

Si la resultante de las fuerzas externas que actúan es nula, no habrá variación en la **cantidad de movimiento del sistema permanece constante**.

El principio de conservación de la cantidad de movimiento, lineal es consecuencia de la tercera ley de Newton. Este principio se cumple para un sistema aislado que contenga dos o más partículas.

Choques elásticos e inelásticos

El término **choque** se emplea para representar el evento de dos partículas que se aproximan entre sí durante un breve tiempo y que por eso producen fuerzas impulsivas una sobre otra.

Cuando estalla una bomba o cuando dos autos chocan, aparecen entre los cuerpos fuerzas muy intensas, que actúan durante un intervalo de tiempo muy pequeño, llamadas impulsivas. El término choque o colisión es una interacción entre objetos, en la que hay transferencia de la cantidad de movimiento entre los objetos que participan.

El principio de conservación de la cantidad de movimiento se aplica en el estudio de los choques entre dos o más cuerpos. Cuando chocan dos bolas de billar, es posible que la dirección del movimiento de los cuerpos no se altere por el choque, es decir, se muevan en línea recta antes y después del choque. (Choque unidimensional). Si los cuerpos en el impacto se mueven en distintas direcciones, antes y después del choque, la colisión se llama choque bidimensional.

Un **choque** es **elástico**, cuando se conserva la cantidad de movimiento y la energía cinética.

Un **choque** es **inelástico**, cuando sólo se conserva la cantidad de movimiento. En los choques elásticos, los cuerpos que chocan no sufren deformaciones permanentes durante el impacto (dos bolas de billar por ejemplo).

En los choques inelásticos se presentan deformaciones permanentes debido a



la colisión, los valores de la energía cinética antes y después del choque, son diferentes.

Por ejemplo cuando chocan dos automóviles y se mueven pegados después de la colisión.

La cantidad de movimiento total de un sistema de cuerpos que chocan, inmediatamente antes de la colisión, es igual a la cantidad de movimiento total del sistema, inmediatamente después del choque.

EJEMPLOS:

1. Un automóvil de 1800 kg detenido en un semáforo es golpeado por detrás por un auto de 900 kg y los dos quedan enganchados. Si el carro más pequeño se movía a 20 m/s antes del choque. ¿Cuál es la velocidad de las masas enganchadas después de éste?

SOLUCIÓN:

Teniendo en cuenta que:

La cantidad de movimiento total del sistema antes del choque es igual a la cantidad de movimiento total del sistema después del choque debido a que la cantidad de movimiento se conserva en cualquier tipo de choque.

Datos: $m_1 = 900 \text{ kg}$ $m_2 = 1800 \text{ kg}$
 $V_1 = 20 \text{ m/s}$ $V_2 = 0 \text{ (reposo)}$

Antes del choque:

$$P_1 = m_1 V_1 = (900 \text{ kg}) (20 \text{ m/s}) = 1.8 \cdot 10^4 \text{ kg m/s}$$

$$P_2 = m_2 V_2 = (1800 \text{ kg}) (0 \text{ m/s}) = 0 \text{ kg m/s (Reposo)}$$

Después del choque: La masa que se mueve es la suma de las masas de los dos autos.

$$P = (m_1 + m_2) V' \text{ siendo } V' = \text{la velocidad de los autos después del choque.}$$

Iguualamos la cantidad de movimiento antes y después del choque y despejamos V' , así:

$$m_1 V_1 = (m_1 + m_2)V'$$

$$V' = \frac{m_1 V_1}{M_1 + m_2} \Rightarrow V' = \frac{1.8 \cdot 10^4 \text{ kgm/s}}{2.700 \text{ kg}}$$

$$V' = 6.67 \text{ m/s}$$

2. En una mesa de billar, una bola blanca, de masa 0.5 kg y que se mueve con una velocidad de 2.0 m/s, da contra una bola amarilla de masa también 0.5 kg que se hallaba en reposo. Suponiendo que el choque es directo y elástico, determine la velocidad de una y otra bola después del choque.

SOLUCIÓN:

Sean V_1 y V_2 las velocidades de las bolas blanca y amarilla, después del impacto.

Antes del choque: $P = m V$, pues la bola amarilla estaba en reposo.

En cualquier choque se conserva la cantidad de movimiento total del sistema, entonces:

$$mV = mV_1 + mV_2$$

Como el choque directo, los vectores V , V_1 y V_2 tienen la misma dirección, por lo tanto:

$$V = V_1 + V_2$$

De donde: $V_1 + V_2 = 2.0$ (Ecuación 1)

Teniendo en cuenta que el choque es elástico, la energía cinética del sistema se conserva, luego:

$$\frac{1}{2} mV^2 = \frac{1}{2} mV_1^2 + \frac{1}{2} mV_2^2 \quad \text{o bien} \quad V^2 = V_1^2 + V_2^2$$

Entonces: $V_1^2 + V_2^2 = 4.0$ (Ecuación 2)



Al relacionar las dos ecuaciones anteriores, damos solución al sistema así:

$$V_1 + V_2 = 2.0 \Rightarrow V_1 = 2.0 - V_2$$

Reemplazando en la ecuación (2) se obtiene:

$$(2.0 - V_2)^2 + V_2^2 = 4.0$$

$$4.0 - 4.0V_2 + V_2^2 + V_2^2 = 4.0$$

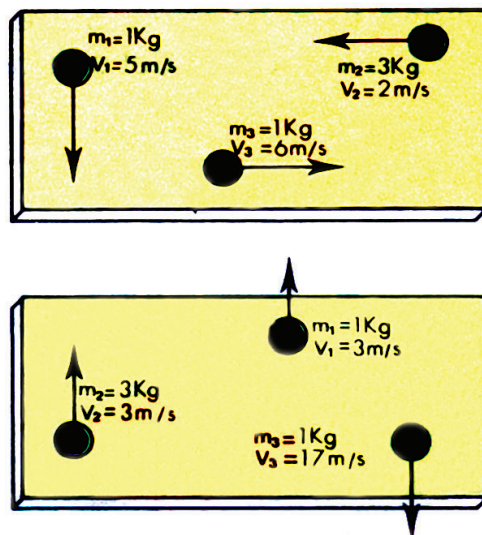
$$2V_2^2 - 4.0V_2 = 0$$

Despejando V_2 , se obtiene: $V_2 = 2.0 \text{ m/s}$

En el **juego del billar** esta solución indica que debido al choque, la bola blanca entra en reposo y la amarilla adquiere una velocidad igual a la que poseía la bola antes del impacto.

EJERCICIOS PROPUESTOS:

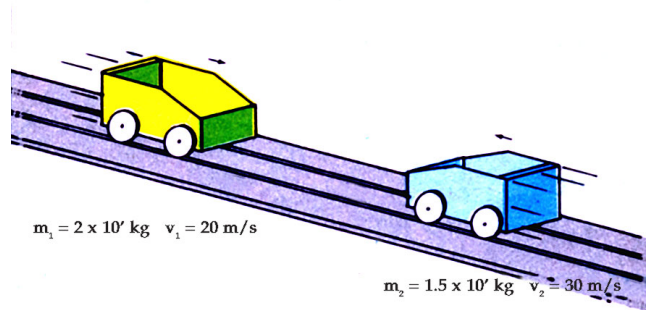
1. La figura *a* muestra un sistema de tres partículas en un instante dado. Después de transcurrir cierto tiempo las partículas ocupan las posiciones mostradas en la figura *b*. Calcular:



- a. La cantidad de movimiento total del sistema en los dos instantes dados.
- b. De acuerdo con los resultados anteriores se puede asegurar que no actuaron fuerzas externas sobre las partículas ¿Por qué?
- c. ¿Se conserva la cantidad de movimiento del sistema?

2. Dos vagones se mueven en sentido contrario como muestra la figura.

Si después de que chocan se mueven unidos, calcular su velocidad.

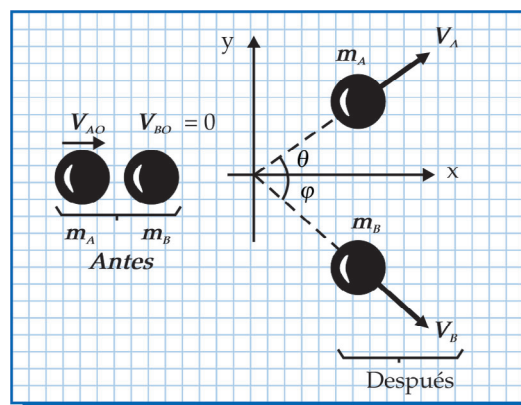


Choques bidimensionales

El **juego del billar** es un ejemplo que incluye colisiones múltiples de objetos que se mueven sobre una superficie bidimensional.

EJEMPLOS:

1. Una esfera de masa m_A y de velocidad v_{AO} choca con una bola de masa m_B en reposo. La esfera m_A sale disparada formando un ángulo θ con la horizontal y con la velocidad v_A mientras la bola m_B se aleja haciendo un ángulo φ con la horizontal y con la velocidad v_B como muestra la figura.



¿Cómo están relacionadas estas diferentes cantidades?

SOLUCIÓN:

Las ecuaciones de la conservación de la cantidad de movimiento sobre cada eje de coordenadas nos dan la solución.



Sobre el eje x:

$$m_A v_{AO} + 0 = m_A v_A \cos \theta + m_B v_B \cos \varphi$$

Sobre el eje y:

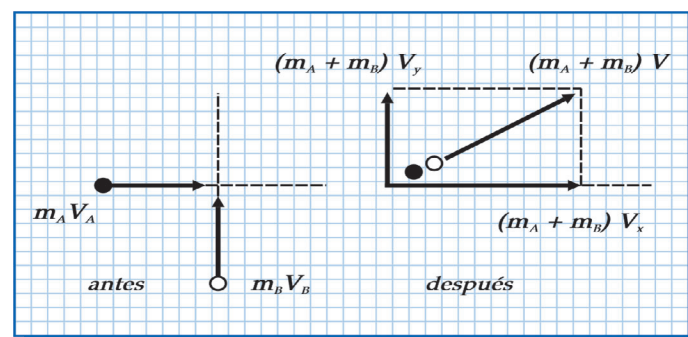
$$0 + 0 = m_A v_A \sin \theta - m_B v_B \sin \varphi$$

2. Un cuerpo de masa m_A , con velocidad v_A , choca perpendicularmente con otro cuerpo de masa m_B , con velocidad v_B . Después del choque quedan unidos.

¿Cuál es la velocidad V del conjunto?

SOLUCIÓN:

La figura nos muestra las velocidades antes y después del choque. Se han dibujado las componentes de V : V_x y V_y .



Las ecuaciones de conservación de la cantidad de movimiento sobre cada eje son:

$$m_A v_A + 0 = (m_A + m_B) V_x$$

$$0 + m_B v_B = (m_A + m_B) V_y$$

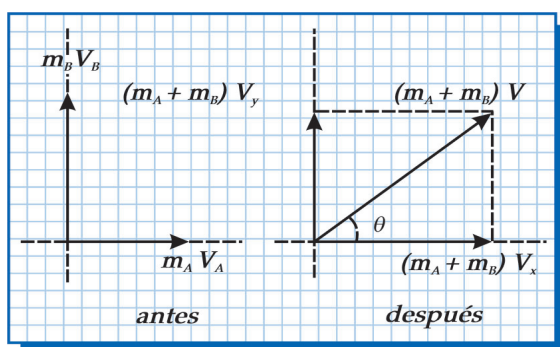
se deducen: V_x y V_y

$$\text{y } V \text{ es: } V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} \quad ; \quad \tan \theta = \frac{V_y}{V_x}$$

3. Una bola A, de 2 kg de masa y con velocidad 4 m/seg en la dirección x, choca con otra bola B de 3 kg de masa con velocidad 2 m/seg en la dirección y. Después del choque quedan unidas.

¿Cuál es la velocidad V (V_x ; V_y) del conjunto, después del choque?

SOLUCIÓN:



Escribamos las ecuaciones de la conservación de la cantidad de movimiento sobre cada eje de coordenadas.

$$\begin{cases} m_A V_{Ax} + m_B V_{Bx} = (m_A + m_B) V_x \\ m_A V_{Ay} + m_B V_{By} = (m_A + m_B) V_y \end{cases}$$

O sea:

$$\begin{cases} (2 * 4) + 0 = (2 + 3) V_x \\ 0 + (3 * 2) = (2 + 3) V_y \end{cases}$$

$$V_x = \frac{8}{5}$$

$$V_y = \frac{6}{5}$$

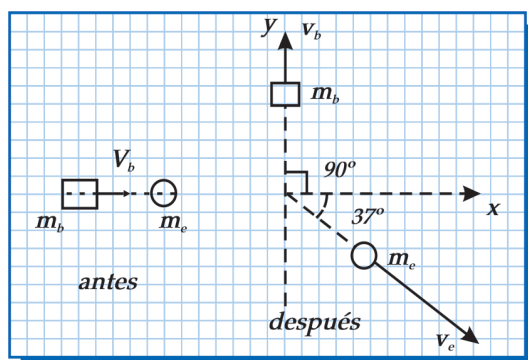
Por pitágoras, deducimos la velocidad V:

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = 2 \frac{m}{seg.}$$

El ángulo que forma con el eje x es:

$$\tan \theta = \frac{V_y}{V_x} = \frac{6}{8}$$

4. Un bloque de 12 kg de masa, con velocidad $V = 10$ m/seg sobre el eje x, golpea una esfera de 5 kg de masa, en reposo.



Después del choque, el bloque se desvía 90° con respecto al eje x , como muestra la figura, y la esfera 37° .

Tenemos conservación de la cantidad de movimiento, sobre cada eje de coordenadas.

Sobre el eje x :

$$m_b V_b + 0 = 0 + m_e v_e \cos 37^\circ$$

Sobre el eje y :

$$0 + 0 = m_b v_b - m_e v_e \sin 37^\circ$$

O sea:

$$\begin{cases} 12 * 10 = 5 * v_e * 0.8 & \textcircled{1} \\ 0 = (12v_b) - (5 * v_e * 0.6) & \textcircled{2} \end{cases}$$

La velocidad v_e de la esfera, después del choque es:

De la ecuación $\textcircled{1}$ se deduce:

$$\begin{aligned} 120 &= 4v_e \\ v_e &= 30 \text{ m/seg} \end{aligned}$$

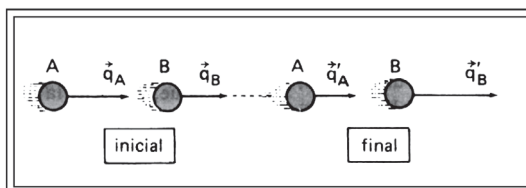
La velocidad v_b del bloque, después del choque, es:

De la ecuación $\textcircled{2}$ se deduce:

$$\begin{aligned} 0 &= 12v_b - (5 * 30 * 0.6) \\ v_b &= 7.5 \text{ m/srg} \end{aligned}$$

EJERCICIOS PROPUESTOS.

1. Un bloque de 10 kg se mueve con una velocidad de 5 m/s y choca con un bloque de 3 kg que se encuentra en reposo. Calcular las velocidades de los bloques después del choque si éste es elástico.
2. La figura de este ejercicio representa dos bolas de billar, A y B, que inicialmente se mueven con cantidades de movimiento $q_A = 2.5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ y $q_B = 1.5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$. La bola A alcanza a la bola B, y después del choque, pasan a moverse con cantidades de movimiento Q'_A y Q'_B , como muestra la figura. Considerando el sistema constituido por las dos bolas, responda:



- a. ¿Cuál es la cantidad de movimiento inicial del sistema?
- b. Las fuerzas que las bolas ejercen una sobre la otra durante el choque, ¿son internas o externas?
- c. Suponiendo que la resultante de las fuerzas externas es nula, ¿cuál es el valor de la cantidad de movimiento final del sistema?.
- d. Sabiendo que $Q'_A = 1.0 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$, ¿cuál es el valor de Q'_B .
- e. Suponiendo que la masa de B es la de 0.50 kg, ¿cuál es el valor de la velocidad final de esta bola?

LABORATORIO

Con los compañeros de subgrupo y asesoría del profesor realicemos la siguiente experiencia, como aplicación al tema tratado. No olvidemos que el buen uso de la creatividad nos da fortalezas para realizar con éxito la práctica.

Terminado el trabajo presento a mi profesor un informe de los resultados obtenidos.

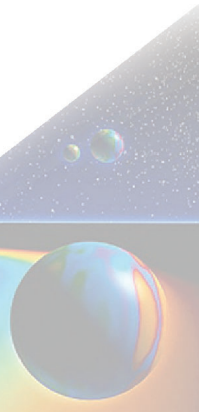
Choques en dos dimensiones

La tercera ley de Newton establece que si un cuerpo ejerce una fuerza (acción) sobre otro, éste produce otra fuerza del mismo valor (reacción), pero de sentido contrario sobre el primero. Una consecuencia del principio de acción y reacción, es el principio de conservación de la cantidad de movimiento que para la interacción entre dos cuerpos establece que la cantidad de movimiento total de un sistema de dos partículas que interactúan permanece constante, mientras no actúan fuerzas externas sobre ellas.

En esta práctica nos proponemos comprobar que la cantidad de movimiento en los choques en dos dimensiones se conserva.

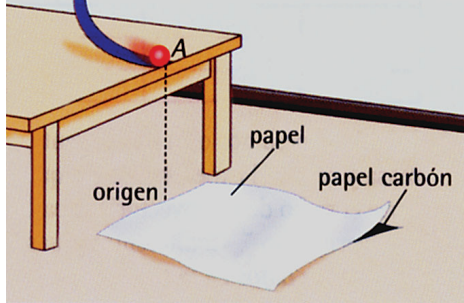
Materiales:

- ❖ Dos esferas metálicas iguales.
- ❖ Una rampa.



- ❖ Papel carbón.
- ❖ Un pliego de papel.
- ❖ Regla.

Procedimiento:

1. Coloque los elementos como indica el montaje de la figura. El extremo inferior de la rampa debe estar a ras con el borde de la mesa.
- 
2. Suspenda la plomada justo del extremo inferior de la rampa de tal forma que indique la dirección vertical. Suelte la plomada para que al caer marque un punto sobre el papel. Tome este punto como el origen de los vectores que debe trazar.
 3. Deje rodar una de las esferas desde la parte superior de la rampa e indique en el papel el punto de caída. Repita el procedimiento cinco veces. La esfera debe empezar a rodar siempre desde el mismo punto.
 4. Coloque una esfera en el extremo inferior de la rampa, punto A, de tal manera que al soltar la otra esfera desde la parte alta de la rampa (desde el mismo punto que en los casos anteriores), la golpee en forma no frontal.
 5. Marque los puntos de caída de las dos esferas. Repita el procedimiento cinco veces. Coloque siempre la esfera del punto inferior de la rampa en la misma posición.
 6. Encierre en una circunferencia, de radio mínimo, los puntos de impacto de las esferas al caer, tanto en el caso de la primera esfera, cuando no hubo choque, como para cada una de las esferas cuando lo hubo. Indique el centro de cada una de las circunferencias trazadas, éste es un estimado del promedio del lugar de cada impacto.
 7. Trace vectores desde el origen hasta cada uno de los centros de las circunferencias. El módulo de estos vectores es directamente proporcional a la cantidad de movimiento en cada caso.
 8. Halle tanto gráfica como analíticamente la suma de los vectores obtenidos cuando hubo colisión, es decir, el vector que representa la cantidad del movimiento total después del choque. El vector obtenido cuando no hubo colisión representa la cantidad de movimiento antes del choque.

Análisis:

1. Compare la cantidad de movimiento del sistema constituido por las dos esferas, antes y después del choque.
2. En el tiro horizontal, la componente horizontal de la velocidad es constante. Justifique por qué la cantidad de movimiento es directamente proporcional con la distancia horizontal.
3. Explique por qué los dos vectores trazados, correspondientes a las dos esferas después del choque son de diferente módulo.
4. ¿Por qué es necesario repetir los tiros varias veces?
5. ¿Por qué se obtienen resultados algo diferentes con cada ensayo?, ¿cuáles serían los factores externos que pueden estar afectando los resultados del experimento?

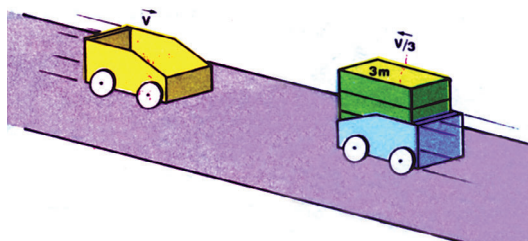


APLICACIÓN

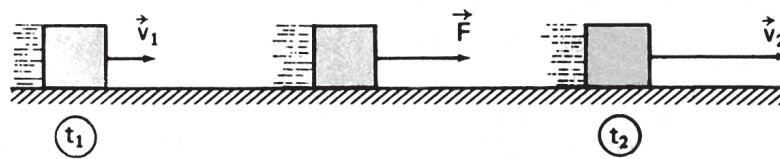
Proyecto

Con una actitud positiva y voluntad de trabajo pongo a prueba mi creatividad para dar solución en mi cuaderno a los siguientes problemas y presentarlos al profesor.

1. Un automóvil de 1.450 kg se mueve con una velocidad de 90 km/h. Un camión de 2.175 kg se acerca en sentido contrario. Si ambos vehículos quedan quietos después del choque, ¿con qué velocidad se estaba moviendo el camión?
2. Dos carros de laboratorio se mueven en sentido contrario como se muestra en la figura. Calcular la velocidad de los carros después de la interacción.



3. Un pez de 60 kg está nadando a 0.3 m/s hacia la derecha. Se traga otro pez de 0.3 kg que nada hacia él a 2 m/s o sea hacia la izquierda. Calcular la velocidad del pez grande después de la comida.
4. El bloque mostrado en la figura de este ejercicio, se desplaza en movimiento rectilíneo, por la acción de una fuerza resultante \vec{F} con valor de 5.0 N. La fuerza \vec{F} actúa desde el instante $t_1 = 2.0$ s, hasta el instante $t_2 = 6.0$ s.
- ¿Cuál es el valor del impulso, \vec{I} , producido por la fuerza sobre el cuerpo?
 - Trace, en la figura, el vector \vec{I} .
 - Represente por un vector en la figura, la variación de la cantidad de movimiento Δq que ese impulso produjo en el bloque.



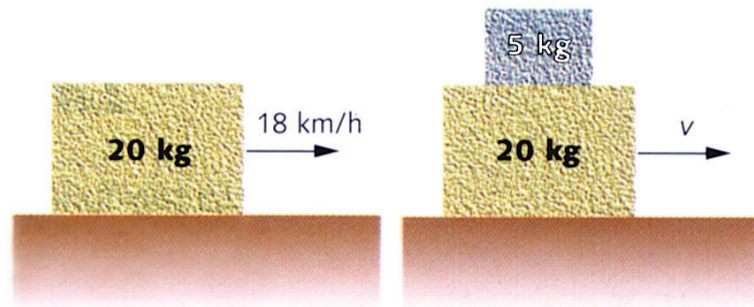
5. Un pequeño camión (volqueta), cuya masa es de $m_1 = 3.5$ kg, se desplaza con una velocidad $v_1 = 0.20$ m/s sobre una superficie horizontal lisa. Un muchacho lanza a la caja de carga del camión, un ladrillo de masa $m_2 = 0.50$ kg, con una velocidad horizontal $v_2 = 5.0$ m/s (ve la figura). Inmediatamente después del impacto, el camión y el ladrillo (que cayó dentro de él) se mueven juntos con una velocidad V . Considerando el sistema camión-ladrillo, diga cuáles de las afirmaciones siguientes son correctas:



- El choque del ladrillo con el camión es elástico.
- La cantidad de movimiento del sistema inmediatamente antes de choque, era de $3.2 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$.
- La cantidad de movimiento del sistema inmediatamente después del choque, es menor que antes del impacto.

- d. La energía cinética del sistema inmediatamente después del choque, es menor que antes de la colisión.
- e. La velocidad del camión debe disminuir, porque su masa se incrementó.
- f. La velocidad del sistema inmediatamente después del choque, es $V = 0.80$ m/s.

7. Un cuerpo de 20 kg se desplaza en línea recta a 18 km/h. Si, en un momento dado, se coloca sobre el otro cuerpo de 5 kg, ¿cuál es la velocidad del conjunto?



Una vez comprendidos y ejercitados los conceptos ofrecidos por la guía, con sus compañeros, analicen y propongan algún aparato que pudiera crearse (creatividad) aplicando esos conceptos y que sirviera para resolver alguna situación.



ESTUDIO Y ADAPTACIÓN DE LA GUÍA

