FÍSICA 10º

CANTIDAD DE MOVIMIENTO LINEAL

F. J. Flórez

CANTIDAD DE MOVIMIENTO LINEAL

CONTENIDO

Constantemente escuchamos y vemos choques de autos y motos, nosotros algunas veces desprevenidos chocamos con otra persona. En todo caso es más fácil detener a un cuerpo cuya masa sea menor que uno de mayor masa, siempre que se muevan con la misma rapidez.

Resulta difícil detener a un auto que a una motocicleta, por lo que se dice que la motocicleta posee menor **cantidad de movimiento** que el auto: La cantidad de movimiento está relacionada con la inercia, es decir con la masa y además con la velocidad:

$$\text{Cantidad de Movimiento} = \text{Masa} \times \text{Velocidad} \quad \rightarrow \vec{P} = m \times \vec{V}$$

También podemos encontrar el nombre como **Momentum Lineal**

De acuerdo con la expresión anterior, un cuerpo puede tener gran cantidad de movimiento si posee una gran masa, una gran velocidad o ambas cosas.

1. IMPULSO

Si la cantidad de movimiento de un cuerpo cambia, también cambia su velocidad, claro suponiendo que la masa se conserve. Si existe una variación en la velocidad, quiere decir que hay aceleración, pero ¿qué produce esta aceleración?: recuerda que Newton afirmó que una **fuerza**, y debe actuar sobre el cuerpo en un instante determinado; cuanto mayor sea la fuerza más intensa sería la variación en la cantidad de movimiento que el cuerpo experimenta.

Existe otro factor que permite variar la cantidad de movimiento y es el **tiempo** que tarda en actuar esa fuerza sobre el cuerpo. Si dos hombres intentan empujar un auto, aplicando una fuerza en un instante de tiempo muy pequeño, es muy posible que no lo muevan, en cambio si la misma fuerza es aplicada por un lapso de tiempo mayor, posiblemente lograrían mover.

El producto de esta fuerza por el tiempo que tarda en actuar sobre un cuerpo dado se le conoce como **impulso.**

$$\text{Impulso} = \text{Fuerza} \times \text{Tiempo} \quad \rightarrow \vec{I} = \vec{F} \times t$$

Recuerda que $\vec{F} = m\vec{a}$ y $\vec{a} = \dfrac{\Delta\vec{V}}{t}$ $\quad \rightarrow \vec{F} = m\dfrac{\Delta\vec{V}}{t}$

$$\vec{I} = \frac{m\Delta\vec{V}}{t} \times t \quad \rightarrow \vec{I} = m\Delta\vec{V} \quad \rightarrow \vec{I} = \Delta\vec{P}$$

En ningún caso puede cambiar la cantidad de movimiento de un cuerpo si no actúan fuerzas externas sobre él.

La cantidad de movimiento de un sistema tiene antes y después de una interacción la misma variación, es decir no cambia, es el mismo:

$$\vec{P_f} = \vec{P_i}$$

2. COLISIONES O CHOQUES

En algunas colisiones es posible que no se conserve la cantidad de movimiento de un cuerpo, pero a continuación se presentan varios impactos entre bolas de billar en donde sí se conserva la cantidad de movimiento:

En aquellos casos donde se conserva la energía cinética durante el choque, se dice que el **choque es elástico.**

En caso contrario se dice que es **inelástico.**

Cuando dos cuerpos permanecen unidos después del impacto, se dice que la colisión es perfectamente inelástica, por ejemplo el choque entre una bala y un bloque de madera, en el que la bala queda incrustada.

EJEMPLO 5.1: Colisiones elásticas de esferas de igual masa
Los casos mostrados en la figura 5.1, corresponden a colisiones perfectamente elásticas; obsérvalas y piensa en los signos de las velocidades de las bolas, teniendo en cuenta el eje en el que se estén moviendo.

Fig. 5.1 A

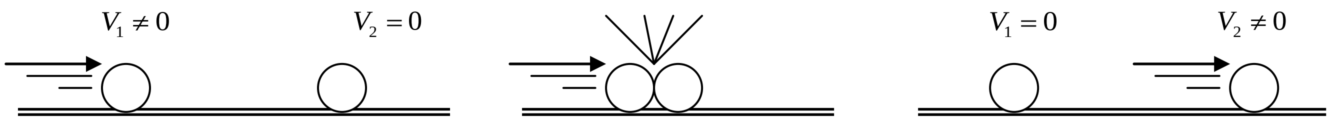


Fig. 5.1 B

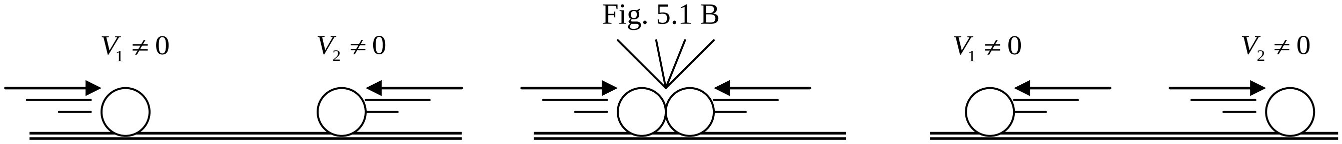
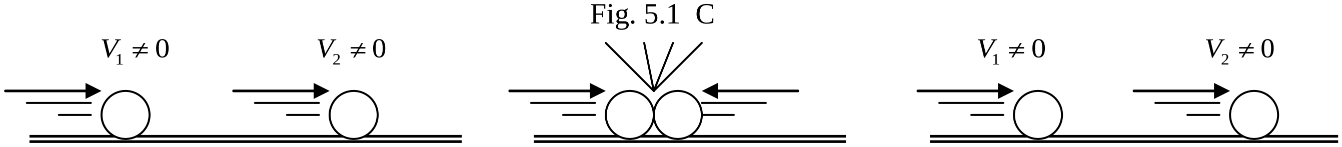


Fig. 5.1 C



Para el caso de la Fig. 5.1 A:

$$V_{i1} \neq 0 \quad \text{y} \quad V_{i2} = 0 \qquad \rightarrow P_i = m_1 \times V_{i1} + m_2 \times \ 0 \qquad \rightarrow P_i = m_1 \times V_{i1}$$

$$V_{f1} = 0 \quad \text{y} \quad V_{f2} \neq 0 \qquad \rightarrow P_f = m_1 \times \ 0 \ + m_2 \times V_{f2} \qquad \rightarrow P_f = m_2 \times V_{f2}$$

Como la cantidad de movimiento se conserva, se tiene que:

$$P_f = P_i \qquad \rightarrow m_2 \times V_{f2} = m_1 \times V_{i1}$$

Para el caso de la Fig. 5.1 B:

$$V_{i1} \neq 0 \quad \text{y} \quad V_{i2} \leq 0 \qquad \rightarrow P_i = m_1 \times V_{i1} - m_2 \times V_{i2} \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$V_{f1} \leq 0 \quad \text{y} \quad V_{f2} \neq 0 \qquad \rightarrow P_f = -m_1 \times V_{f1} + m_2 \times V_{f2}$$

F. J. Flórez

Como la cantidad de movimiento se conserva, se tiene que:

$$P_f = P_i \qquad \rightarrow -m_1 \times V_{f1} + m_2 \times V_{f2} \;= m_1 \times V_{i1} - m_2 \times V_{i2}$$

Para el caso de la Fig. 5.1 C:

$$V_{i1} \neq 0 \quad \text{y} \quad V_{i2} \neq 0 \qquad \rightarrow P_i = m_1 \times V_{i1} + m_2 \times V_{i2}$$

$$V_{f1} \neq 0 \quad \text{y} \quad V_{f2} \neq 0 \qquad \rightarrow P_f = m_1 \times V_{f1} + m_2 \times V_{f2}$$

Como la cantidad de movimiento se conserva, se tiene que:

$$P_f = P_i \qquad \rightarrow m_1 \times V_{f1} + m_2 \times V_{f2} \;= m_1 \times V_{i1} + m_2 \times V_{i2}$$

EJEMPLO 5.2: Pez que engulle a otro más pequeño

Un pez hambriento de masa $8Kg$ nada a razón de $5\frac{m}{s}$ hacia un pequeño salmón cuya masa es de $0.5Kg$ y que se mueve en la misma dirección a $2\frac{m}{s}$. Determinar la rapidez con la que se mueve el pez después de almorzar.

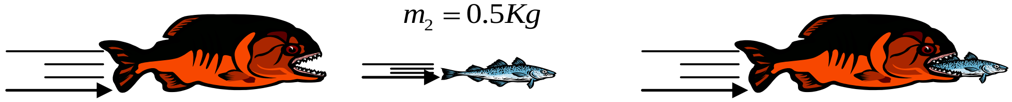
Solución

$$m = m_1 + m_2 = 8Kg + 0.5Kg = 8.5Kg$$

Fig. 5.2

$m_1 = 8Kg$

$m_2 = 0.5Kg$



Como se trata de una colisión inelástica, se tiene que:

$$P_i = 8Kg \times 5\frac{m}{s} + 0.5Kg \times 2\frac{m}{s} \qquad \rightarrow P_i = 40Kg\frac{m}{s} + 1Kg\frac{m}{s} \quad \rightarrow P_i = 41Kg\frac{m}{s} \qquad \rightarrow P_f = m \times V_f \qquad \rightarrow P_f = 8.5Kg \times V_f$$

Como la cantidad de movimiento se conserva se tiene que:

$$P_f = P_i \qquad \rightarrow 8.5Kg \times V_f \;= 41Kg\frac{m}{s} \qquad \rightarrow V_f \;= \frac{41Kg\frac{m}{s}}{8.5Kg} \qquad \rightarrow V_f \;= 4.82\frac{m}{s}$$

EJEMPLO 5.3

Resuelve el problema anterior suponiendo que el salmón se encuentra desprevenido y en reposo.

Solución

$$P_i = 8Kg \times 5\frac{m}{s} + 0.5Kg \times 0\frac{m}{s} \qquad \rightarrow P_i = 40Kg\frac{m}{s} + 0Kg\frac{m}{s} \quad \rightarrow P_i = 40Kg\frac{m}{s} \qquad \rightarrow P_f = m \times V_f \qquad \text{y} \quad P_f = 8.5Kg \times V_f$$

Como la cantidad de movimiento se conserva se tiene que:

$$P_f = P_i \qquad \rightarrow 8.5Kg \times V_f \;= 40Kg\frac{m}{s} \qquad \rightarrow V_f \;= \frac{40Kg\frac{m}{s}}{8.5Kg} \qquad \rightarrow V_f \;= 4.70\frac{m}{s}$$

EJEMPLO 5.4: Colisión de un auto y un camión

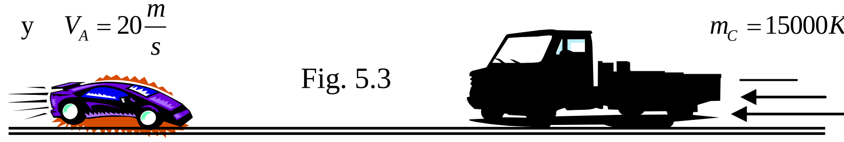
Un auto cuya masa es de $800Kg$ avanza a razón de $20m/s$ hacia un camión de masa $15000Kg$ y que se mueve en dirección contraria a $15m/s$. Supón que chocan directamente de frente y que la colisión es perfectamente elástica. Determinar la rapidez y la dirección con la que se mueve el camión después del impacto, suponiendo que la velocidad del auto es ahora de $17m/s$ en dirección contraria.

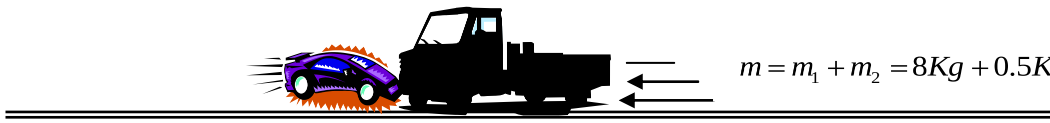
Solución

$m_A = 800Kg$ y $V_A = 20\frac{m}{s}$ $\qquad$ $m_C = 15000Kg$ y $V_C = 15\frac{m}{s}$

Fig. 5.3

$m_1 = 8Kg$





$m = m_1 + m_2 = 8Kg + 0.5Kg = 8.5Kg$

Como se trata de una colisión elástica, se tiene que:

$$P_i = 800Kg \times 20\frac{m}{s} - 15000Kg \times 15\frac{m}{s} \quad \rightarrow P_i = 16000Kg\frac{m}{s} - 225000Kg\frac{m}{s} \quad \rightarrow P_i = -209000Kg\frac{m}{s}$$

$$P_f = -800Kg \times 17\frac{m}{s} + 15000Kg \times V_C \quad \rightarrow P_f = -13600Kg\frac{m}{s} + 15000Kg \times V_C$$

Como la cantidad de movimiento se conserva se tiene que:

$$P_f = P_i \quad \rightarrow -13600Kg\frac{m}{s} + 15000Kg \times V_C = -209000Kg\frac{m}{s}$$

$$15000Kg \times V_C = -209000Kg\frac{m}{s} + 13600Kg\frac{m}{s} \quad \rightarrow 15000Kg \times V_C = -195400Kg\frac{m}{s}$$

$$V_C = \frac{-195400Kg\frac{m}{s}}{15000Kg} \quad \rightarrow V_C = -13.02\frac{m}{s}$$

El camión continúa moviéndose en la misma dirección en la que venía.

EJEMPLO 5.5: Colisión de un auto por descuido del conductor

Un desprevenido conductor avanza a $80Km/h$ en un auto cuya masa es de $1200Kg$ y choca repentinamente con un árbol. Si el auto se detiene en $2s$. Determinar:

a) La variación en la cantidad de movimiento del auto.
b) El impulso que ejerce el árbol sobre el auto hasta detenerlo.
c) La fuerza con que el auto es rechazado por el árbol.
d) Responde los incisos anteriores si el auto tarda en detenerse $0.5s$.

Fig. 5.4

Solución

$m_1 = 8Kg$ $\qquad$ $m = m_1 + m_2 = 8Kg + 0.5Kg = 8.5Kg$

a) Observa como el auto se mueve en la dirección del eje X negativo, por lo tanto su velocidad es negativa, además debemos que expresar la velocidad en metros por segundos:

$$V_i = 80\frac{Km}{h}.\frac{1000m}{1Km}.\frac{1h}{3600s} \quad \rightarrow V_i = -22.22\frac{m}{s} \quad \rightarrow P_i = -1200Kg \times 22.22\frac{m}{s} \quad \rightarrow P_i = -26664Kg\frac{m}{s}$$

$$V_f = 0\frac{m}{s} \quad \rightarrow P_f = 0$$

$$\Delta P = P_f - P_i \quad \rightarrow \Delta P = 0 - \left(-26664Kg\frac{m}{s}\right) \quad \rightarrow \Delta P = 26664Kg\frac{m}{s}$$

b) Como $I = \Delta P \quad \rightarrow I = 26664Kg\frac{m}{s}$

c) Para determinar la fuerza que ejerce el árbol se usan las expresiones:

Se tiene que $I = F \times t$ e $I = \Delta P$

$$F \times t = \Delta P \quad \rightarrow F = \frac{\Delta P}{t} \quad \rightarrow F = \frac{26664Kg\frac{m}{s}}{2s} \quad \rightarrow F = 13332N$$

d) Para los incisos a. y b., los resultados son los mismos ya que la variación de la cantidad de movimiento no depende del tiempo, lo único que varía es la fuerza, la cual se determina así:

$$F \times t = \Delta P \quad \rightarrow F = \frac{\Delta P}{t} \quad \rightarrow F = \frac{26664Kg\frac{m}{s}}{0.5s} \quad \rightarrow F = 53328N$$

Estudiemos el caso en el que los cuerpos no se muevan en un solo eje, es decir que se muevan en el plano, de tal forma que tengan componentes de la velocidad tanto en el eje X como en el eje Y.

Veamos el ejemplo de una colisión en dos dimensiones, en donde se debe tener en cuenta la cantidad de movimiento inicial y final pero en ambos ejes.

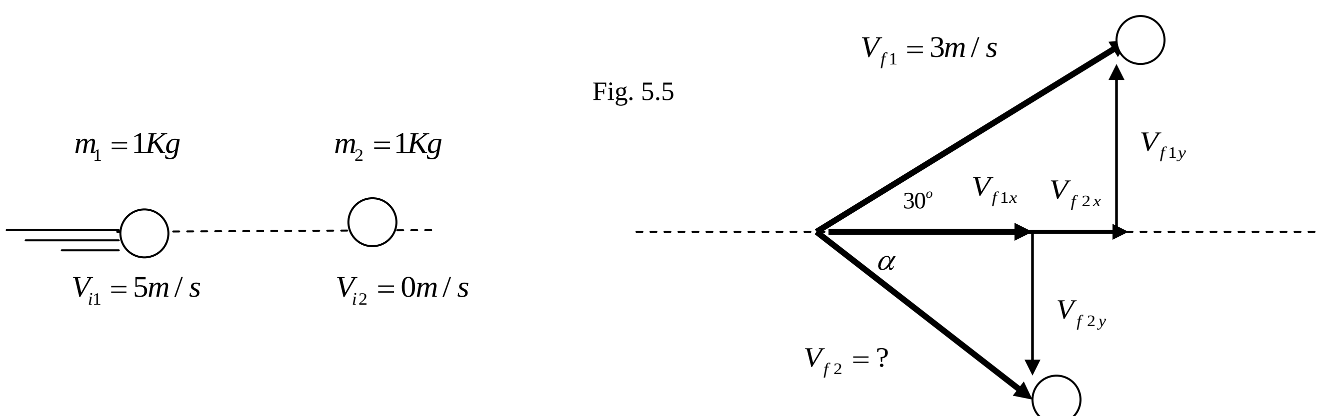
Para este tipo de choques debes identificar las componentes de las velocidades de los cuerpos que participan en la colisión y determinar cada una de ellas y su respectiva dirección.

PRESTA MUCHA ATENCIÓN A LOS EJEMPLOS QUE SE MUESTRAN A CONTINUACIÓN Y SIGUE CON MUCHO CUIDADO CADA PASO QUE DESCRIBE EN ESTOS PROBLEMAS

EJEMPLO 5.6: Choque de bolas de billar

Una bola de billar de masa $m_1 = 1Kg$ se mueve a razón de $5m/s$, dirigiéndose hacia otra de igual masa que se encuentra en reposo. Después del impacto, la bola m_1 se mueve a $3m/s$ formando un ángulo de 30^o cómo se muestra en la figura 5.5. Determinar la magnitud de la velocidad de la otra bola y su dirección.

Fig. 5.5



Solución

I. SE DETERMINAN LAS VELOCIDADES ANTES Y DESPUES DE LA COLISIÓN EN CADA EJE PARA AMBAS BOLAS

VELOCIDADES ANTES DEL IMPACTO

$V_{1x} = 5m/s$ y $V_{1y} = 0m/s$

$V_{2x} = 0m/s$ y $V_{2y} = 0m/s$

Hallemos Las componentes finales de las velocidades, recuerda como se definen las funciones trigonométricas Seno y Coseno: $Sen\theta = \dfrac{Opuesto}{Hipotenusa}$ $\quad \cos\theta = \dfrac{Adyacente}{Hipotenusa}$

$$Sen30^o = \frac{V_{f1y}}{3\frac{m}{s}} \quad \to V_{f1y} = 3\frac{m}{s} \times Sen30^o \quad \to V_{f1y} = 3\frac{m}{s} \times 0.5 \quad \to V_{f1y} = 1.5\frac{m}{s}$$

$$Cos30^o = \frac{V_{f1x}}{3\frac{m}{s}} \quad \to V_{f1x} = 3\frac{m}{s} \times Cos30^o \quad \to V_{f1x} = 3\frac{m}{s} \times 0.86 \quad \to V_{f1x} = 2.59\frac{m}{s}$$

Las componentes para la bola 2 deben quedar indicadas, ya que no conocemos sus valores

$$Sen\alpha = \frac{V_{f2y}}{V_{f2}} \quad \to V_{f2y} = V_{f2} \times Sen\alpha \qquad Cos\alpha = \frac{V_{f2x}}{V_{f2}} \quad \to V_{f2x} = V_{f2} \times Cos\alpha$$

VELOCIDADES DESPUÉS DEL IMPACTO

$V_{f1x} = 2{,}59m/s$ y $V_{f1y} = 1{,}5m/s$

$V_{f2x} = V_{f2} \times Cos\alpha$ y $V_{f2y} = V_{f2} \times Sen\alpha$

II. DETERMINEMOS LOS MOMENTUM INICIALES Y FINALES EN CADA EJE

$$P_{ix} = 1Kg \times 5\frac{m}{s} + 1Kg \times 0\frac{m}{s} \quad \to P_{ix} = 5Kg\frac{m}{s} + 0Kg\frac{m}{s} \quad \to P_{ix} = 5Kg\frac{m}{s} \qquad 1$$

Como puedes ver los cuerpos no se mueven en el eje Y antes del impacto: $\to P_{iy} = 0Kg\dfrac{m}{s}$ 2

$$P_{fx} = m_1 \times V_{f1x} + m_2 \times V_{f2x} \quad \to P_{fx} = 1Kg \times 2.59\frac{m}{s} + 1Kg \times V_{f2} \times Cos\alpha$$

$$P_{fx} = 2.59Kg\frac{m}{s} + 1Kg \times V_{f2} \times Cos\alpha \qquad 3$$

$$P_{fy} = m_1 \times V_{f1y} - m_2 \times V_{f2y} \quad \to P_{fy} = 1Kg \times 1.5\frac{m}{s} - 1Kg \times V_{f2} \times Sen\alpha$$

$$P_{fx} = 1.5Kg\frac{m}{s} - 1Kg \times V_{f2} \times Sen\alpha \qquad 4$$

III. IGUALEMOS LOS MOMENTUM EN CADA EJE, ES DECIR, $3 = 1 \;\; y \;\; 4 = 2$

La cantidad de movimiento se conserva, pero debes tener en cuenta que esto ocurre en cada eje, por lo tanto debemos igualar aquellas ecuaciones que correspondan a cada eje:

Igualamos las ecuaciones 3 y 1

$$P_{fx} = P_{ix} \qquad \rightarrow 2.59Kg\frac{m}{s} + 1Kg \times V_{f2} \times Cos\alpha = 5Kg\frac{m}{s}$$

$$1Kg \times V_{f2} \times Cos\alpha = 5Kg\frac{m}{s} - 2.59Kg\frac{m}{s} \qquad \rightarrow 1Kg \times V_{f2} \times Cos\alpha = 2.41Kg\frac{m}{s}$$

$$V_{f2} \times Cos\alpha = \frac{2.41Kg\frac{m}{s}}{1Kg} \qquad \rightarrow V_{f2} \times Cos\alpha = 2.41\frac{m}{s} \qquad 5$$

Igualamos las ecuaciones 4 y 2

$$P_{fx} = P_{ix} \qquad \rightarrow 1.5Kg\frac{m}{s} - 1Kg \times V_{f2} \times Sen\alpha = 0Kg\frac{m}{s}$$

$$-1Kg \times V_{f2} \times Sen\alpha = 0Kg\frac{m}{s} - 1.5Kg\frac{m}{s} \qquad \rightarrow -1Kg \times V_{f2} \times Sen\alpha = -1.5Kg\frac{m}{s}$$

$$V_{f2} \times Sen\alpha = \frac{-1.5Kg\frac{m}{s}}{-1Kg} \qquad \rightarrow V_{f2} \times Sen\alpha = 1.5\frac{m}{s} \qquad 6$$

IV. AHORA DIVIDIMOS LAS ECUACIONES OBTENIDAS EN EL PASO ANTERIOR

Por último dividimos las ecuaciones 6 entre la 5

$$\frac{V_{f2} \times Sen\alpha}{V_{f2} \times Cos\alpha} = \frac{1.5\frac{m}{s}}{2.41\frac{m}{s}} \qquad \rightarrow \frac{Sen\alpha}{Cos\alpha} = 0.62 \qquad \rightarrow \tan\alpha = 0.62$$

Buscamos el inverso de tangente con la calculadora $\rightarrow \alpha = 31^{o}$

V. FINALMENTE REEMPLAZAMOS EL VALOR DEL ANGULO OBTENIDO EN LA ECUACION 5 o 6, PARA ENCONTRAR LA VELOCIDAD QUE HACE FALTA

Luego se reemplaza el valor del ángulo encontrado en la ecuación 6 Para hallar finalmente el valor de la otra velocidad

$$V_{f2} \times Sen\alpha = 1.5\frac{m}{s} \qquad \rightarrow V_{f2} \times Sen31 = 1.5\frac{m}{s} \qquad \rightarrow V_{f2} \times 0.51 = 1.5\frac{m}{s}$$

$$V_{f2} = \frac{1.5\frac{m}{s}}{0.51} \qquad \rightarrow V_{f2} = 2.94\frac{m}{s}$$

AQUÍ TIENES OTRO EJEMPLO PARA QUE TE SIGAS ENTRENANDO EN ESTOS PROCESOS MATEMÁTICOS

EJEMPLO 5.7: Choque de bolas de billar

Una bola de masa $m_1 = 3Kg$ se mueve a razón de $7m/s$, dirigiéndose hacia otra de masa $m_2 = 2Kg$ que se encuentra en reposo. Después del impacto, la bola m_1 se mueve a $4m/s$ formando un ángulo de 40^o cómo se muestra en la figura 5.6. Determinar la magnitud de la velocidad de la otra bola y su dirección.

Solución

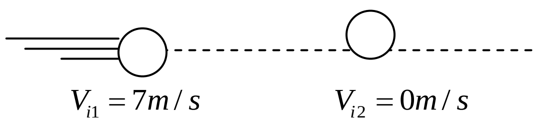
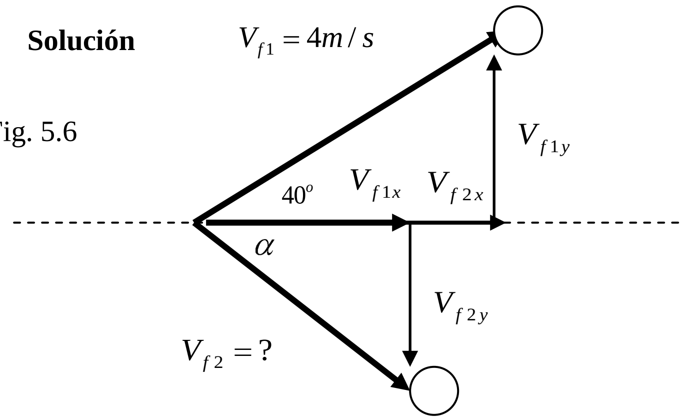


Fig. 5.6



I. SE DETERMINAN LAS VELOCIDADES ANTES Y DESPUES DE LA COLISIÓN EN CADA EJE PARA AMBAS BOLAS

VELOCIDADES ANTES DEL IMPACTO

$V_{1x} = 7m/s$ y $V_{1y} = 0m/s$

$V_{2x} = 0m/s$ y $V_{2y} = 0m/s$

Hallemos Las componentes finales de las velocidades:

$$Sen40^o = \frac{V_{f1y}}{4m/s} \quad \rightarrow V_{f1y} = 4m/s \times Sen40^o \quad \rightarrow V_{f1y} = 4m/s \times 0.64 \quad \rightarrow V_{f1y} = 2.56m/s$$

$$Cos40^o = \frac{V_{f1x}}{4m/s} \quad \rightarrow V_{f1x} = 4m/s \times Cos40^o \quad \rightarrow V_{f1x} = 4m/s \times 0.76 \quad \rightarrow V_{f1x} = 3.04m/s$$

$$Sen\alpha = \frac{V_{f2y}}{V_{f2}} \quad \rightarrow V_{f2y} = V_{f2} \times Sen\alpha \qquad Cos\alpha = \frac{V_{f2x}}{V_{f2}} \quad \rightarrow V_{f2x} = V_{f2} \times Cos\alpha$$

VELOCIDADES DESPUÉS DEL IMPACTO

$V_{f1x} = 3{,}04m/s$ y $V_{f1y} = 2{,}56m/s$

$V_{f2x} = V_{f2} \times Cos\alpha$ y $V_{f2y} = V_{f2} \times Sen\alpha$

II. DETERMINEMOS LOS MOMENTUM INICIALES Y FINALES EN CADA EJE

$m_1 = 3Kg$ y $V_{i1x} = 7m/s$ $\qquad m_2 = 2Kg$ y $V_{i2x} = 0m/s$

$P_{ix} = 3Kg \times 7m/s + 2Kg \times 0m/s \qquad \rightarrow P_{ix} = 21Kgm/s \qquad 1$

Como los cuerpos no se mueven en el eje Y: $\rightarrow P_{iy} = 0Kgm/s \qquad \boxed{2}$

F. J. Flórez

$$P_{fx} = m_1 \times V_{f1x} + m_2 \times V_{f2x} \qquad \to P_{fx} = 3Kg \times 3.04\frac{m}{s} + 2Kg \times V_{f2} \times Cos\alpha$$

$$P_{fx} = 9.12Kg\frac{m}{s} + 2Kg \times V_{f2} \times Cos\alpha \qquad 3$$

$$P_{fy} = m_1 \times V_{f1y} - m_2 \times V_{f2y} \qquad \to P_{fy} = 3Kg \times 2.56\frac{m}{s} - 2Kg \times V_{f2} \times Sen\alpha$$

$$P_{fx} = 7.68Kg\frac{m}{s} - 2Kg \times V_{f2} \times Sen\alpha \qquad 4$$

III. IGUALEMOS LOS MOMENTUM EN CADA EJE, ES DECIR, $3 = 1$ y $4 = 2$

Ahora igualamos las ecuaciones 3 con 1

$$P_{fx} = P_{ix} \qquad \to 9.12Kgm/s + 2Kg \times V_{f2} \times Cos\alpha = 21Kgm/s$$

$$2Kg \times V_{f2} \times Cos\alpha = 21Kgm/s - 9.12Kgm/s \qquad \to 2Kg \times V_{f2} \times Cos\alpha = 11.88Kgm/s$$

$$V_{f2} \times Cos\alpha = \frac{11.88Kgm/s}{2Kg} \qquad \to V_{f2} \times Cos\alpha = 5.94m/s \qquad 5$$

Igualamos las ecuaciones 4 con 2

$$P_{fx} = P_{ix} \qquad \to 7.68Kgm/s - 2Kg \times V_{f2} \times Sen\alpha = 0Kgm/s$$

$$-2Kg \times V_{f2} \times Sen\alpha = 0Kgm/s - 7.68Kgm/s \qquad \to -2Kg \times V_{f2} \times Sen\alpha = -7.68Kgm/s$$

$$V_{f2} \times Sen\alpha = \frac{-7.68Kgm/s}{-2Kg} \qquad \to V_{f2} \times Sen\alpha = 3.84m/s \qquad 6$$

IV. AHORA DIVIDIMOS LAS ECUACIONES OBTENIDAS EN EL PASO ANTERIOR

Por último dividimos la ecuación 6 entre la 5

$$\frac{V_{f2} \times Sen\alpha}{V_{f2} \times Cos\alpha} = \frac{3.84\frac{m}{s}}{5.94\frac{m}{s}} \qquad \to \frac{Sen\alpha}{Cos\alpha} = 0.64 \qquad \to Tan\alpha = 0.64 \qquad \to \alpha = 32^o$$

V. FINALMENTE REEMPLAZAMOS EL VALOR DEL ANGULO OBTENIDO EN LA ECUACION 5 o 6, PARA ENCONTRAR LA VELOCIDAD QUE HACE FALTA

Luego se reemplaza el valor del ángulo en la ecuación 6

$$V_{f2} \times Sen\alpha = 3.84\frac{m}{s} \qquad \to V_{f2} \times Sen32 = 3.84\frac{m}{s} \qquad \to V_{f2} \times 0.52 = 3.84\frac{m}{s}$$

$$V_{f2} = \frac{3.84\frac{m}{s}}{0.52} \qquad \to V_{f2} = 7.38\frac{m}{s}$$

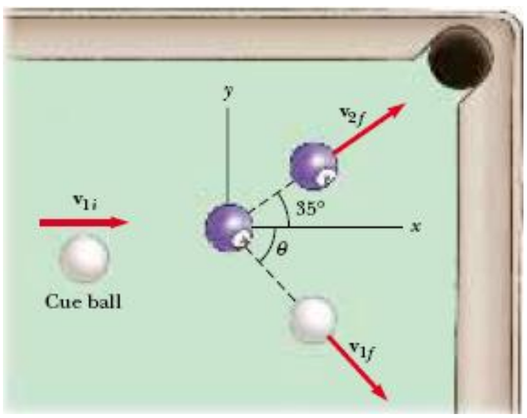
3. PROBLEMAS PROPUESTOS

1. Una ballena de masa $1200Kg$ nada a razón de $4.7m/s$ hacia un delicioso delfín cuya masa es de $200Kg$ y que se mueve hacia ella a $2.3m/s$. Determina la rapidez con la que se mueve la ballena después de tragar al delfín.
2. Resuelve el problema anterior suponiendo que la ballena persigue al delfín.

3. Un auto cuya masa es de $1000Kg$ avanza a razón de $20m/s$ hacia un camión de masa $6000Kg$ y que se mueve en dirección contraria a $12m/s$. Supón que chocan directamente de frente y que la colisión es perfectamente inelástica (Quedan unidos). Determina la rapidez y la dirección con la que se mueve el camión y el auto después del impacto.

4. Un desprevenido conductor de taxi avanza a $90Km/h$ con una masa de $1500Kg$ y choca repentinamente con una pared. Suponiendo que el auto se detiene en $0.25s$. Determina:

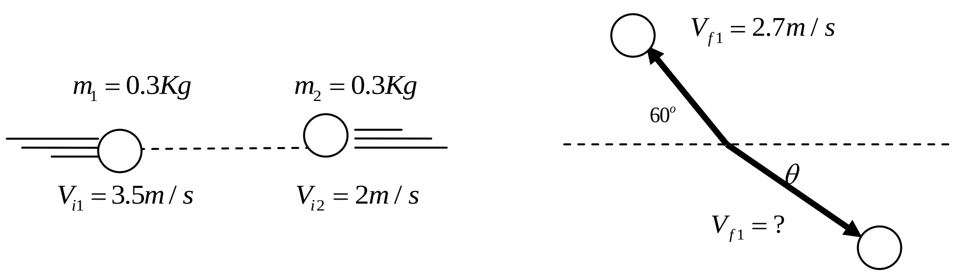
a) La variación en la cantidad de movimiento del auto.
b) El impulso que ejerce la pared sobre el auto hasta detenerlo.
c) La fuerza con que el auto es detenido por la pared.



5. En un juego de villar, una bola de masa $m_1 = 0,25Kg$ se mueve a razón de $7m/s$, dirigiéndose hacia otra de igual masa que se encuentra en reposo. Después del impacto, la bola m_1 se mueve a $4m/s$ formando un ángulo de 35^o por encima de la horizontal. Determina la magnitud de la velocidad de la otra bola y su dirección.

6. Resuelve el problema anterior suponiendo que las masas son: $m_1 = 0,25Kg$ y $m_2 = 0,75Kg$
7.

8. Dos esferas de igual masa se dirigen en sentidos opuestos con velocidades de $3.5m/s$ hacia el eje X positivo y la otra a $2m/s$ hacia el eje X negativo como se muestra en la figura. Colisionan y el resultado se muestra en la figura, de tal manera que la esfera 1 rebota formando un ángulo de 60 con respecto al eje X negativo, con velocidad $2.7m/s$ y la esfera 2 forma un ángulo θ con el eje X positivo con rapidez desconocida. Determina la velocidad y dirección de la esfera 1.



F. J. Flórez

9. La figura muestra el movimiento de un auto de $1200Kg$ que se mueve en dirección este con rapidez de $18m/s$ y otro de masa $1500Kg$ que se mueve en dirección norte con rapidez de $12m/s$, hacia una colisión inminente en un cruce de carreteras. Después de la colisión los dos autos se mueven unidos. Determina la velocidad de los autos y su dirección después del impacto.

10. Un auto de masa $1300Kg$ avanza a razón de $25m/s$ cómo se muestra en la figura, de tal manera que choca con un camión de helados de masa $2500Kg$ y que viaja a $20m/s$
Después del impacto, el auto continúa su movimiento con una velocidad de $18m/s$
Determina la velocidad con la que el camión continúa moviéndose después del choque