PROBLEMAS RESUELTOS MOVIMIENTO LINEAL Y CHOQUES

CAPITULO 9 FISICA TOMO 1

Cuarta, quinta y sexta edición

Raymond A. Serway

MOVIMIENTO LINEAL Y CHOQUES

Erving Quintero Gil
Ing. Electromecánico
Bucaramanga – Colombia
2008

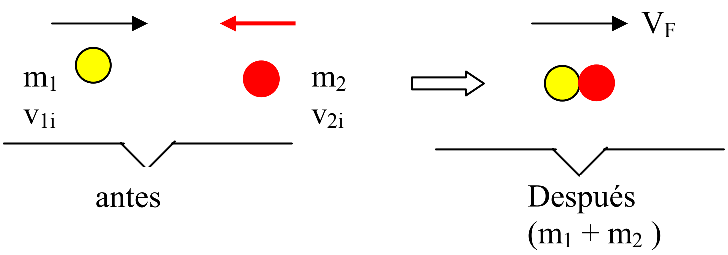
quintere@hotmail.com
quintere@gmail.com
quintere2006@yahoo.com

COLISIONES SERWAY CAPITULO 9

COLISIONES PERFECTAMENTE INELASTICAS

Una colisión inelástica es aquella en la que la energía cinética total del sistema **NO** es la misma antes y después de la colisión aun cuando se conserve la cantidad de movimiento del sistema.

Considere dos partículas de masa m_1 y m_2 que se mueven con velocidades iniciales V_{1i} y V_{2i} a lo largo de la misma recta, como se ve en la figura.



Las dos partículas chocan de frente, se quedan pegadas y luego se mueven con velocidad final V_F después de la colisión.

Debido a que la cantidad de movimiento de un sistema aislado se conserva en cualquier colisión, podemos decir que la cantidad total de movimiento antes de la colisión es igual a la cantidad total de movimiento del sistema combinado después de la colisión.

El momento total del sistema antes del lanzamiento es cero

$(m_1 * V_{1i}) + (m_2 * V_{2i}) = 0$

El momento total del sistema después del lanzamiento es cero

$(m_1 + m_2) * V_F = 0$

$(m_1 * V_{1i}) + (m_2 * V_{2i}) = (m_1 + m_2) * V_F$

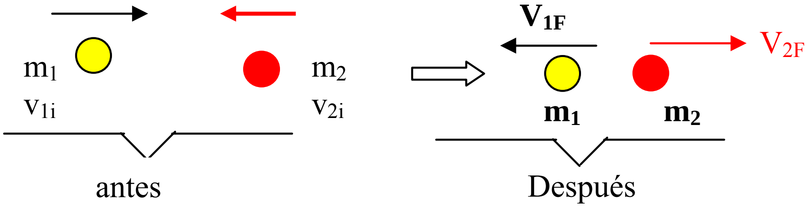
Al despejar la velocidad final V_F tenemos:

$$V_F = \frac{m_1 V_{1i} + m_2 V_{2i}}{m_1 + m_2}$$

COLISIONES ELASTICAS

Es aquella en la que la energía cinética total y la cantidad de movimiento del sistema son iguales antes y después de la colisión.

Dos partículas de masa m_1 y m_2 que se mueven con velocidades iniciales V_{1i} y V_{2i} a lo largo de la misma recta, como se ve en la figura.



Las dos partículas chocan de frente y luego se alejan del lugar de la colisión con diferentes velocidades V_{1F} y V_{2F} Si la colisión es elástica se conservan tanto la cantidad de movimiento como la energía cinética del sistema.

Por lo tanto considerando velocidades a lo largo de la dirección horizontal de la figura, tenemos:

El momento total del sistema antes del lanzamiento es cero

$$(m_1 * V_{1i}) + (m_2 * V_{2i}) = 0$$

El momento total del sistema después del lanzamiento es cero

$$(m_1 V_{1F}) + (m_2 V_{2F}) = 0$$

$$(m_1 * V_{1i}) + (m_2 * V_{2i}) = (m_1 V_{1F}) + (m_2 V_{2F})$$

Indicamos V como positiva si una partícula se mueve hacia la derecha y negativa si se mueve hacia la izquierda.

$$\frac{1}{2} m_1 V_{1i}^2 + \frac{1}{2} m_2 V_{2i}^2 = \frac{1}{2} m_1 V_{1f}^2 + \frac{1}{2} m_2 V_{2f}^2$$

Cancelando ½ en toda la expresión

$$m_1 V_{1i}^2 + m_2 V_{2i}^2 = m_1 V_{1f}^2 + m_2 V_{2f}^2$$

Ordenando

$$m_1 V_{1i}^2 - m_1 V_{1F}^2 = m_2 V_{2F}^2 - m_2 V_{21}^2$$

$$m_1 (V_{1i}^2 - V_{1F}^2) = m_2 (V_{2F}^2 - V_{21}^2)$$

Factorizando la diferencia de cuadrados

$$m_1 (V_{1i} - V_{1F})(V_{1i} + V_{1F}) = m_2 (V_{2F} - V_{2i}) (V_{2F} + V_{2i})$$ **Ecuación 1**

De la ecuación de cantidad de movimiento

$$(m_1 * V_{1i}) + (m_2 * V_{2i}) = (m_1 V_{1F}) + (m_2 V_{2F})$$

Ordenando

$$(m_1 * V_{1i}) - (m_1 V_{1F}) = (m_2 V_{2F}) - (m_2 * V_{2i})$$

$$m_1 (V_{1i} - V_{1F}) = m_2 (V_{2F} - V_{2i})$$ **Ecuación 2**

Dividir la ecuación 1 entre la ecuación 2

$$\frac{m_1 [V_{1i} - V_{1F}] [V_{1i} + V_{1F}]}{m_1 [V_{1i} - V_{1F}]} = \frac{m_2 [V_{2F} - V_{2i}] [V_{2F} + V_{2i}]}{m_2 [V_{2F} - V_{2i}]}$$

Se cancelan las expresiones comunes

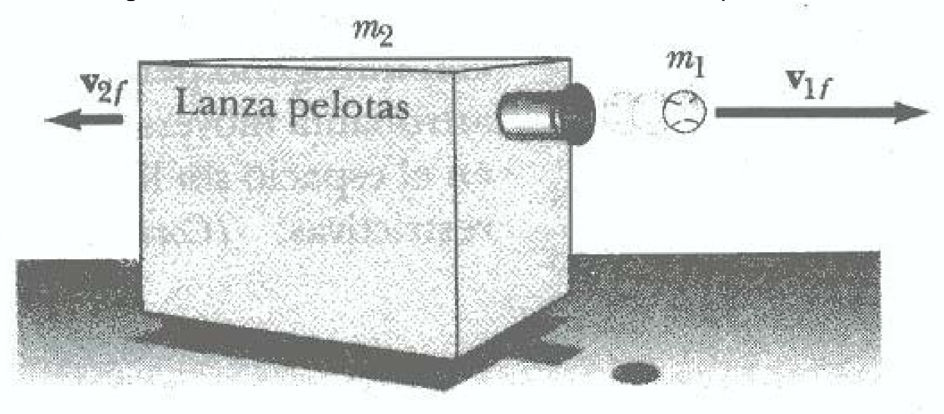
$$V_{1i} + V_{1F} = V_{2F} + V_{2i}$$

$$V_{1i} - V_{2i} = V_{2F} - V_{1F}$$

$$V_{1i} - V_{2i} = - (V_{1F} - V_{2F})$$

Esta ecuación se puede utilizar para resolver problemas que traten de colisiones elasticas.

EL RETROCESO DE LA MAQUINA LANZADORA DE PELOTAS
Un jugador de béisbol utiliza una maquina lanzadora para ayudarse a mejorar su promedio de bateo. Coloca la maquina de 50 kg. Sobre un estanque congelado, como se puede ver en la figura 9.2. La maquina dispara horizontalmente una bola de béisbol de 0,15 kg. Con una velocidad de 36i m/seg. Cual es la velocidad de retroceso de la maquina.



Cuando la palota de béisbol se lanza horizontalmente hacia la derecha, la maquina lanzadora retrocede hacia la izquierda. **El momento total del sistema antes y después del lanzamiento es cero.**

m_1 = masa de la bola de béisbol = 0,15 kg.
V_{1F} = Velocidad con la cual se lanza la pelota = 36i m/seg.

m_2 = masa de la maquina lanzadora de pelotas de béisbol = 50 kg.
V_{2F} = Velocidad de retroceso de la maquina lanzadora de pelotas = ??

El momento total del sistema antes del lanzamiento es cero
$m_1 * V_{1i} + m_2 * V_{2i} = 0$

El momento total del sistema después del lanzamiento es cero
$m_1 * V_{1F} + m_2 * V_{2F} = 0$
$0,15 * 36 + (50 * V_{2F}) = 0$

$0,15 * 36 + (50 * V_{2F}) = 0$
$5,4 + (50 * V_{2F}) = 0$
$(50 * V_{2F}) = - 5,4$
$$V_{2F} = \frac{-5,4}{50} = -0,108 \ \frac{m}{seg}$$
V_{2F} = - 0,108 m/seg.

El signo (-) negativo significa que la maquina lanzadora se mueve hacia la izquierda después del lanzamiento.

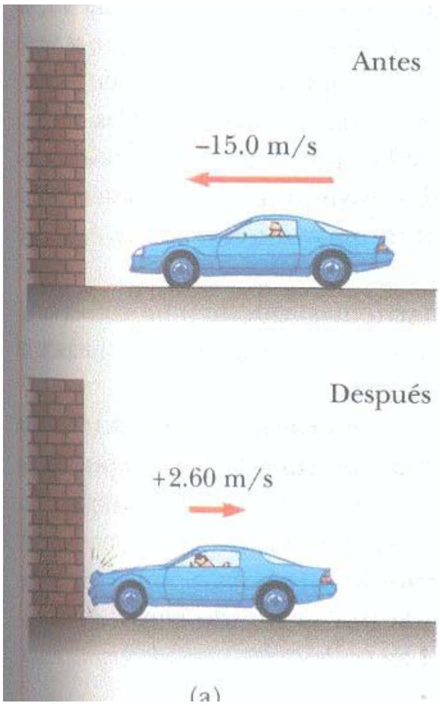
En términos de la tercera Ley de Newton, para toda fuerza (hacia la izquierda) sobre la maquina lanzadora hay una fuerza igual pero opuesta (a la derecha) sobre la bala. Debido a que la maquina lanzadora tiene mas masa que la pelota, la aceleración y la velocidad de la maquina lanzadora es mas pequeño que la aceleración y velocidad de la pelota de béisbol.

QUE TAN BUENAS SON LAS DEFENSAS

Un automóvil de 1500 kg. De masa choca contra un muro, como se ve en la figura 9.6a. La velocidad

inicial V_i = - 15i m/seg. La velocidad final V_F = - 15i m/seg.

Si el choque dura 0,15 seg. Encuentre el impulso debido a este y la fuerza promedio ejercida sobre el automóvil?



(a)

m = 1500 kg. V_i = - 15i m/seg. V_f = 2,6i m/seg.

Momento inicial

$P_i = m\, V_i$

P_i = 1500 * (- 15)

P_i = - 22500 kg. m/seg.

Momento final

$P_f = m\, V_f$

P_f = 1500 * (-2,6)

P_f = 3900 kg. m/seg.

Por lo tanto el impulse es:

$I = \Delta P = P_f - P_i$

I = 3900 – (- 22500)

I = 3900 + 22500

I = 26400 Newton * seg.

la fuerza promedio ejercida sobre el automóvil es:

$$F_{prom} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{26400}{0,15} \; \frac{Newton * seg}{seg}$$

F_{prom} = 176000 Newton

ES NECESARIO ASEGURARSE CONTRA CHOQUES
Un automóvil de 1800 kg. Detenido en un semáforo es golpeado por atrás por un auto de 900 kg. Y los dos quedan enganchados. Si el carro mas pequeño se movía 20 m/seg antes del choque. Cual es la velocidad de la masa enganchada después de este???.

El momento total del sistema (los dos autos) antes del choque es igual al momento total del sistema después del choque debido a que el momento se conserva en cualquier tipo de choque.

ANTES DEL CHOQUE
m_1 = masa del automóvil que esta detenido = 1800 kg.
V_{1i} = Velocidad del automóvil que esta detenido = 0 m/seg.

m_2 = masa del automóvil que golpea = 900 kg.
V_{2i} = Velocidad del automóvil que golpea = 20 m/seg.

DESPUES DEL CHOQUE
$m_T = (m_1 + m_2)$ = 1800 + 900 = 2700 kg. Por que los autos después del choque quedan unidos
V_F = Velocidad con la cual se desplazan los dos autos unidos después del choque.

$$m_1 * \cancelto{0}{V_{1i}} + m_2 * V_{2i} = m_T V_F$$

$$m_2 * V_{2i} = m_T V_F$$

$$V_F = \frac{m_2 * V_{2i}}{m_T} = \frac{900 * 20}{2700} = \frac{180}{27} = 6{,}66 \frac{m}{seg}$$

V_F = 6,66 m/seg.
Debido a que la velocidad final es positiva, la dirección de la velocidad final es la misma que la velocidad del auto inicialmente en movimiento.

Que pasaría si ???
Suponga que invertimos las masas de los autos. Un auto estacionario de 900 kg. Es golpeado por un auto de 1800 kg. En movimiento. ¿Es igual la rapidez final que antes.

Intuitivamente podemos calcular que la rapidez final será mas alta con base en experiencias comunes al conducir autos. Matemáticamente, este debe ser el caso , por que el sistema tiene una cantidad de movimiento mayor si el auto inicialmente en movimiento es el mas pesado. Al despejar la nueva velocidad final , encontramos que:

ANTES DEL CHOQUE
m_1 = masa del automóvil que esta detenido = 900 kg.
V_{1i} = Velocidad del automóvil que esta detenido = 0 m/seg.

m_2 = masa del automóvil que golpea = 1800 kg.
V_{2i} = Velocidad del automóvil que golpea = 20 m/seg.

DESPUES DEL CHOQUE
$m_T = (m_1 + m_2)$ = 1800 + 900 = 2700 kg. Por que los autos después del choque quedan unidos
V_F = Velocidad con la cual se desplazan los dos autos unidos después del choque.

$$m_1 * \cancelto{0}{V_{1i}} + m_2 * V_{2i} = m_T V_F$$

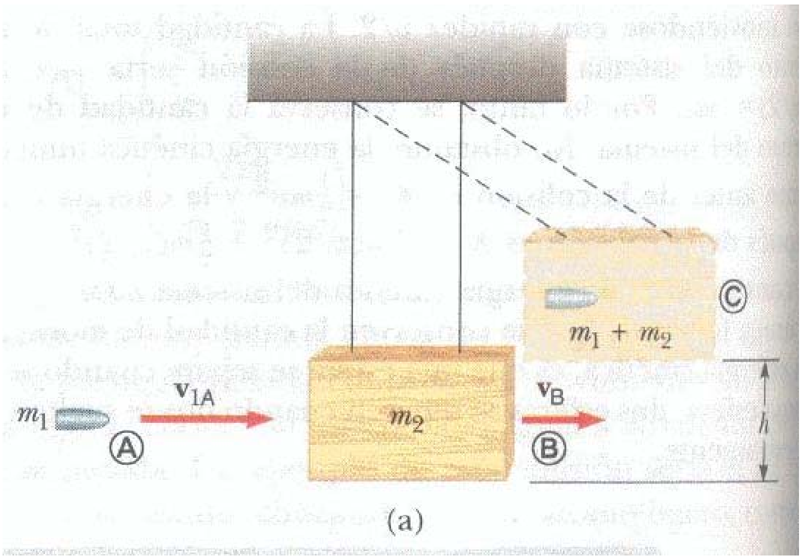
$$m_2 * V_{2i} = m_T V_F$$

$$V_F = \frac{m_2 * V_{2i}}{m_T} = \frac{1800 * 20}{2700} = \frac{36000}{2700} = 13{,}33 \frac{m}{seg}$$

V_F = 13,33 m/seg.
QUE ES EN VERDAD MAS ALTA QUE LA VELOCIDAD FINAL PREVIA.

EL PENDULO BALISTICO
El péndulo balístico (Fig. 9.11) es un sistema con el que se mide la velocidad de un proyectil que se mueve con rapidez, como una bala.
La bala se dispara hacia un gran bloque de madera suspendido de algunos alambres ligeros. La bala es detenida por el bloque y todo el sistema se balancea hasta alcanzar la altura h. Puesto que el choque es perfectamente inelástico y el momento se conserva, la ecuación 9.14 proporciona la velocidad del sistema inmediatamente después del choque cuando suponemos la aproximación del impulso. La energía cinética un momento después del choque es:

$$K = \frac{1}{2} (m_1 + m_2) V_F^2$$ **(ECUACION 1)**



ANTES DEL CHOQUE
m_1 = Masa de la bala
V_{1i} = Velocidad de la bala antes del choque

m_2 = masa del bloque de madera.
V_{2i} = Velocidad del bloque de madera = 0

DESPUES DEL CHOQUE
$(m_1 + m_2)$ kg. Por que la bala se incrusta en el bloque de madera después del choque.
V_F = Velocidad con la cual se desplaza el conjunto bloque de madera + la bala.

$m_1 * V_{1i} + m_2 * \cancel{V_{2i}}^{\,0} = m_T\, V_F$

$m_1 * V_{1i} = m_T\, V_F$

$$V_F = \frac{m_1 * V_{1i}}{m_1 + m_2}$$

Elevando al cuadrado ambas expresiones

$$(V_F)^2 = \left(\frac{m_1 * V_{1i}}{m_1 + m_2}\right)^2$$

(ECUACION 2)

Reemplazando la ecuación 2 en la ecuación 1 tenemos:

$$K = \frac{1}{2}\,(m_1 + m_2)\,V_F^2 = \frac{1}{2}\,(m_1 + m_2)\frac{(m_1\ V_{1i})^2}{(m_1 + m_2)^2}$$

Cancelando $(m_1 + m_2)$

$$K = \frac{1}{2}\ \frac{(m_1\ V_{1i})^2}{(m_1 + m_2)}$$

$$K = \frac{1}{2}\ \frac{(m_1)^2\ (V_{1i})^2}{(m_1 + m_2)}$$

Donde

V_{1i} = Velocidad de la bala antes del choque

K es la energía cinética un momento después del choque.

Sin embargo, en todos los cambios de energía que ocurren después del choque, la energía es constante.

La energía cinética en el punto mas bajo se transforma en energía potencial cuando alcance la altura h.

Energía cinética en el punto mas bajo **= Energía potencial** cuando alcance la altura h.

$$\frac{1}{2}\ \frac{(m_1)^2\ (V_{1i})^2}{(m_1 + m_2)} = (m_1 + m_2)\,g\,h$$

$$(m_1)^2\ (V_{1i})^2 = 2\ (m_1 + m_2)\ (m_1 + m_2)\ g\ h$$

$$(m_1)^2\ (V_{1i})^2 = 2\ (m_1 + m_2)^2\ g\ h$$

$$(V_{1i})^2 = \frac{2\ (m_1 + m_2)^2\ g\ h}{(m_1)^2}$$

$$V_{1i} = \sqrt{\frac{2\,(m_1 + m_2)^2\, g\, h}{(m_1)^2}}$$

$$V_{1i} = \frac{(m_1 + m_2)}{m_1}\sqrt{2\, g\, h}$$

Ejercicio: En un experimento de péndulo balistico suponga que h = 5 cm = 0,05 metros

m_1 = Masa de la bala = 5 gr. = 0,005 kg.

m_2 = masa del bloque de madera = 1 kg.

Encuentre:

a) La velocidad inicial del proyectil? **V_{1i} = Velocidad de la bala antes del choque**

b) La perdida de energía por el choque.

$$V_{1i} = \frac{(m_1 + m_2)}{m_1}\sqrt{2\, g\, h}$$

$$V_{1i} = \frac{(0{,}005 + 1)}{0{,}005}\sqrt{2 * 9{,}8 * 0{,}05}$$

$$V_{1i} = \frac{(1{,}005)}{0{,}005}\sqrt{0{,}98}$$

$$V_{1i} = \frac{(1{,}005) * 0{,}9899}{0{,}005} = \frac{0{,}9948}{0{,}005} = 198{,}96\ \frac{m}{seg}$$

V_{1i} = Velocidad de la bala antes del choque = 198,96 m/seg.

UN CHOQUE DE DOS CUERPOS CON UN RESORTE

Un bloque de masa m_1 = 1,6 kg. Que se mueve inicialmente hacia la derecha con una velocidad de 4 m/seg. Sobre una pista horizontal sin fricción choca con un resorte unido a un segundo bloque de masa m_2 = 2,1 kg. Que se mueve hacia la izquierda con una velocidad de 2,5 m/seg. Como muestra la figura 9.12a. El resorte tiene una constante de resorte de 600 N/m.

a) En el instante en el que m_1 se mueve hacia la derecha con una velocidad de 3 m/seg como en la figura 9.12b determine la velocidad de m_2

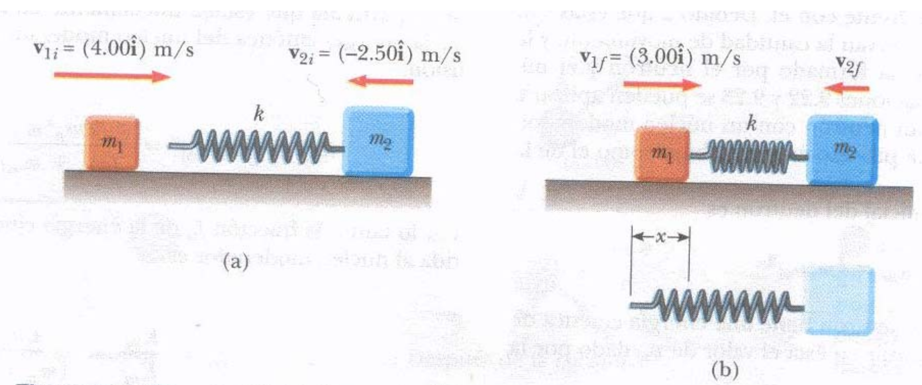


Figura 9.12 (Ejemplo 9.8) Un bloque en movimiento se aproxima a un segundo bloque en movimiento que está unido a un resorte.

ANTES DEL CHOQUE

m_1 = Masa del bloque = 1,6 kg.

V_{1i} = Velocidad del bloque hacia la derecha = 4i m/seg.

m_2 = masa del bloque que esta unido al resorte = 2,1 kg.

V_{2i} = Velocidad del bloque que esta unido al resorte = - 2,5 i m/seg

DESPUES DEL CHOQUE

V_{1f} = Velocidad del bloque m_1 hacia la derecha después del choque = 3i m/seg.

V_{2f} = Velocidad del bloque m_2 después del choque.

Advierta que la velocidad inicial de m_2 es – 2,5i m/seg. Por que su dirección es hacia la izquierda.
Puesto que momento total se conserva, tenemos:

$$m_1 * V_{1i} + m_2 * V_{2i} = m_1 * V_{1f} + m_2 * V_{2f}$$

$$(1,6) * (4) + (2,1) * (-2,5) = (1,6) * (3) + (2,1) * V_{2f}$$

$$6,4 - 5,25 = 4,8 + 2,1 \; V_{2f}$$

$$1,15 = 4,8 + 2,1 \; V_{2f}$$

$$1,15 - 4,8 = 2,1 \; V_{2f}$$

$$-3,65 = 2,1 \; V_{2f}$$

$$V_{2f} = \frac{-3,65}{2,1} = -1,738 \; \frac{m}{seg}$$

El valor negativo de V_{2f} significa que m_2 aun se mueve hacia la izquierda en el instante que estudiamos.

b) Determine la distancia que el resorte se comprime en ese instante???
Para determinar la compresión del resorte X usamos la conservación de la energía, puesto que no hay fricción ni otras fuerzas no conservativas que actúen sobre el sistema.

$$\frac{1}{2} m_1 V_{1i}^2 + \frac{1}{2} m_2 V_{2i}^2 = \frac{1}{2} m_1 V_{1f}^2 + \frac{1}{2} m_2 V_{2f}^2 + \frac{1}{2} K X^2$$

Cancelando ½ en toda la expresión

$$m_1 V_{1i}^2 + m_2 V_{2i}^2 = m_1 V_{1f}^2 + m_2 V_{2f}^2 + K X^2$$

m_1 = Masa del bloque = 1,6 kg.

V_{1i} = Velocidad del bloque hacia la derecha = 4i m/seg.

m_2 = masa del bloque que esta unido al resorte = 2,1 kg.

V_{2i} = Velocidad del bloque que esta unido al resorte = - 2,5 i m/seg

V_{1f} = Velocidad del bloque m_1 hacia la derecha después del choque = 3i m/seg.

V_{2f} = Velocidad del bloque m_2 después del choque. = - 1,738 m/seg.

K = constante del resorte = 600 N/m

$$1{,}6 * (4)^2 + 2{,}1 * (-2{,}5)^2 = 1{,}6 * (3)^2 + 2{,}1 * (-1{,}738)^2 + 600 * X^2$$

$$1{,}6 * (16) + 2{,}1 * (6{,}25) = 1{,}6 * (9) + 2{,}1 * (3) + 600\, X^2$$

$25{,}6 + 13{,}12 = 14{,}4 + 6{,}3 + 600\, X^2$

$38{,}72 = 20{,}7 + 600\, X^2$

$38{,}72 - 20{,}7 = 600\, X^2$

$18 = 600\, X^2$

$$X^2 = \frac{18}{600}$$

$$X = \sqrt{\frac{18}{600}} = \sqrt{0{,}03}$$

X = 0,173 metros

Determine la velocidad de m_1 y la compresión en el resorte en el instante en que m_2 esta en reposo.

m_1 = Masa del bloque = 1,6 kg.
V_{1i} = Velocidad del bloque hacia la derecha = 4i m/seg.

m_2 = masa del bloque que esta unido al resorte = 2,1 kg.
V_{2i} = Velocidad del bloque que esta unido al resorte = - 2,5 i m/seg

V_{1f} = Velocidad del bloque m_1 hacia la derecha después del choque = 3i m/seg.
V_{2f} = 0

$$m_1 * V_{1i} + m_2 * V_{2i} = m_1 * V_{1f} + m_2 * \cancelto{0}{V_{2f}}$$

$(1{,}6) * (4) + (2{,}1) * (-2{,}5) = (1{,}6) * V_{1f}$
$6{,}4 - 5{,}25 = 1{,}6\ V_{1f}$
$1{,}15 = 1{,}6\ V_{1f}$

$$V_{1f} = \frac{1{,}15}{1{,}6} = 0{,}71\ \frac{m}{seg}$$

V_{1f} = Velocidad del bloque m_1 hacia la derecha después del choque = 0,71 m/seg.

$$\frac{1}{2} m_1 V_{1i}^2 + \frac{1}{2} m_2 V_{2i}^2 = \frac{1}{2} m_1 V_{1f}^2 + \frac{1}{2} m_2 V_{2f}^2 + \frac{1}{2} K\, X^2$$

Cancelando ½ en toda la expresión

$$m_1 V_{1i}^2 + m_2 V_{2i}^2 = m_1 V_{1f}^2 + m_2 V_{2f}^2 + K\, X^2$$

PERO. $V_{2f} = 0$

$$1{,}6 * (4)^2 + 2{,}1 * (-2{,}5)^2 = 1{,}6 * (0{,}71)^2 + 600 * X^2$$

$$1{,}6 * (16) + 2{,}1 * (6{,}25) = 1{,}6 * (0{,}5041) + 600 X^2$$

$25{,}6 + 13{,}12 = 0{,}8 + 600 X^2$

$38{,}72 = 0{,}8 + 600 X^2$

$38{,}72 - 0{,}8 = 600 X^2$

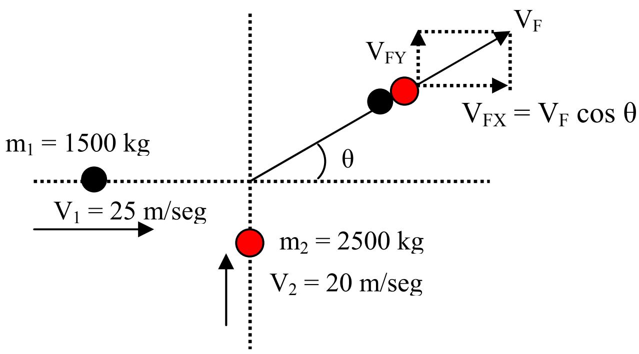
$37{,}92 = 600 X^2$

$$X^2 = \frac{37{,}92}{600} = 0{,}0632$$

X = 0,251 metros

COLISIONES EN DOS DIMENSIONES

Un auto de 1500 kg que viaja hacia el este con rapidez de 25 m/seg choca en un crucero con una camioneta de 2500 kg que viaja al norte a una rapidez de 20 m/seg. Como se muestra en la figura 9.14. Encuentre la dirección y magnitud de la velocidad de los vehículos chocados después de la colisión, suponiendo que los vehículos experimentan una colisión perfectamente inelástica (esto es se quedan pegados).



P_{iX} : Cantidad de movimiento en el eje X antes del choque

P_{FX} : Cantidad de movimiento en el eje X después del choque

P_{iY} : Cantidad de movimiento en el eje Y antes del choque

P_{FY} : Cantidad de movimiento en el eje Y después del choque

$$\frac{P_{Xi}}{P_{Yi}} = \operatorname{tg} \theta$$

Movimiento en el eje X antes del choque.

P_{iX} : Cantidad de movimiento en el eje X antes del choque = $m_1 * V_1$

m_1 = 150 kg.

V_1 = 25 m/seg

$P_{iX} = m_1 * V_1 = 1500 * 25 = 37500$ kg * m/seg

$P_{iX} = 37500$ Ecuación 1

Movimiento en el eje X después del choque.
Como la colisión es inelástica, quiere decir que los carros quedan unidos después del choque.
V_{FX} : Es la velocidad final en el eje x de los dos carros después del choque.
$V_{FX} = V_F \cos \theta$ (Ver grafica)

$m_1 = 1500$ kg. $m_2 = 2500$ kg.

P_{FX} : Cantidad de movimiento en el eje X después del choque = $(m_1 + m_2) * V_{FX}$

$P_{FX} = (m_1 + m_2) * V_{FX}$

$P_{FX} = (m_1 + m_2) * V_F \cos \theta$

$P_{FX} = (1500 + 2500) * V_F \cos \theta$

$P_{FX} = (4000) * V_F \cos \theta$ Ecuación 2

Igualando la Ecuación 1 y la Ecuación 2 (La cantidad total de movimiento en la direccion del eje X se conserva podemos igualar las ecuaciones).
$P_{iX} = 37500$
$P_{FX} = (4000) * V_F \cos \theta$
$37500 = (4000) * V_F \cos \theta$ Ecuación 3

Movimiento en el eje Y antes del choque.
P_{iY} : Cantidad de movimiento en el eje Y antes del choque = $m_2 * V_2$
$m_2 = 2500$ kg.
$V_2 = 20$ m/seg

$P_{iY} = m_2 * V_2 = 2500 * 20 = 50000$

$P_{iY} = 50000$ Ecuación 4

Movimiento en el eje Y después del choque.
Como la colisión es inelástica, quiere decir que los jugadores quedan unidos después del choque.
V_{FY} : Es la velocidad final en el eje Y de los dos jugadores después del choque.
$V_{FY} = V_F \text{ sen } \theta$ (Ver grafica)

$m_1 = 1500$ kg. $m_2 = 2500$ kg.

P_{FY} : Cantidad de movimiento en el eje Y después del choque = $(m_1 + m_2) * V_{FY}$

$P_{FY} = (m_1 + m_2) * V_{FY}$

$P_{FY} = (m_1 + m_2) * V_F \text{ sen } \theta$

$P_{Fy} = (1500 + 2500) * V_F \text{ sen } \theta$

$P_{FY} = (4000) * V_F \text{ sen } \theta$ Ecuación 5

Igualando la Ecuación 4 y la Ecuación 5 (La cantidad de movimiento se conserva antes y después del choque).

$P_{iY} = 50000$

$P_{FY} = (4000) * V_F \text{ sen } \theta$

$50000 =$ **$(4000) * V_F \text{ sen } \theta$ Ecuación 6**

Dividiendo Ecuación 6 con la Ecuación 3

$$\frac{50000}{37500} = \frac{4000\ V_F\ \ \text{sen}\ \theta}{4000\ V_F\ \ \cos\theta}$$

Cancelando términos semejantes.

$$\frac{50000}{37500} = \frac{\text{sen}\ \theta}{\cos\theta} = \text{tg}\,\theta$$

1,333 = tg θ
θ = arc tg 1,333
θ = $53{,}1^{0}$

Reemplazando en la Ecuación 3, para hallar la velocidad final

37500 = (4000) * V_F cos θ   Ecuación 3

$$V_F = \frac{37500}{4000\ \cos(53{,}1)} = \frac{37500}{2401{,}68} =$$

V_F = 15,61 m/seg.

Problema 1. Cuarta edición Serway; Problema 1. Quinta edición Serway; Problema 1. Sexta edición Serway

Una partícula de 3 kg tiene una velocidad de (3i – 4j) m/s. Encuentre sus componentes de momento X, Y y la magnitud de su momento total.

v = (3i – 4j)
m = 3 kg.

I = Impulso = m * v
I = Impulso = 3 kg. * (3i – 4j) m/seg.
I = (9i – 12j) kg. m/seg.

I_X = 9 **kg. m/seg.**
I_Y = -12 kg. m/seg.

$$I = \sqrt{(I_X)^2 + (I_Y)^2}$$
$$I = \sqrt{(9)^2 + (-12)^2} = \sqrt{81 + 144} = \sqrt{225}$$

I = 15 kg. m/seg.

$$\text{tg}\,\theta = \frac{I_Y}{I_X} = \frac{-12}{9} = -1{,}333$$

Θ = arc tg (- 1,333)

Θ = - 53^{0}

Problema 2 Cuarta edición Serway

Una bola de boliche de 7 kg se mueve en línea recta a 3 m/s. ¿Qué tan rápido debe moverse una bola de ping-pong de 2.45 gr. en una línea recta de manera que las dos bolas tengan el mismo momento?

m_B = masa del boliche = 7 kg.

V_B = Velocidad del boliche = 3 m/seg.

m_p = masa de la bola de ping pong = 2,45 gr. = 0,00245 kg.
V_P = Velocidad de la bola de ping pong

Cantidad de movimiento de la bola de boliche = Cantidad de movimiento de la bola de ping pong
$m_B * V_B = m_p * V_P$

$$V_P = \frac{m_B * V_B}{m_p} = \frac{7 * 3}{0,00245} = \frac{21}{0,00245} = 8571,42 \ \frac{m}{seg.}$$

V_P = Velocidad de la bola de ping pong = 8571,42 m/seg.

Problema 2 Quinta edición Serway; Problema 2 Sexta edición Serway;
Se lanza una bola de 0,1 Kg. en línea recta hacia arriba en el aire con rapidez inicial de 15 m/seg. Encuentren el momentum de la bola.
a) En su máxima altura.
b) A la mitad de su camino hacia el punto máximo.

a) En su máxima altura.
Cuando la bola alcanza su máxima altura, la velocidad es cero, por lo tanto la cantidad de movimiento también es cero.

b) A la mitad de su camino hacia el punto máximo.
V_1 = Velocidad inicial de la bola = 15 m/seg.
V_2 = Velocidad final a la máxima altura = 0
V_3 = Velocidad cuando la bola este en el punto medio.

Hallamos la máxima altura

$(V_2)^2 = (V_1)^2 - 2 g h$ (El signo es negativo por que la bola va perdiendo velocidad hasta que sea cero).

$0 = (V_1)^2 - 2 g h$

$(V_1)^2 = 2 g h$

$$h = \frac{(V_1)^2}{2 \ g} = \frac{(15)^2}{2 * 9,8} = \frac{225}{19,6} = 11,47 \text{ metros}$$

Hallamos la altura en el punto medio

$$\frac{h}{2} = \frac{11,47}{2} = 5,73 \ \text{ metros}$$

Con la altura media, se puede hallar la velocidad en ese punto.
V_3 = Velocidad cuando la bola este en el punto medio.

$(V_3)^2 = (V_1)^2 - 2 g h$ (El signo es negativo por que la bola va perdiendo velocidad hasta que sea cero).

$(V_3)^2 = (15)^2 - 2 * 9,8 * 5,73$

$(V_3)^2 = 225 - 112,5$

$(V_3)^2 = 112,5$ m/seg.

$$v_3 = \sqrt{112,5}$$

V_3 = 10,6 m/seg.

Cantidad de movimiento en el punto medio = m_1 * $\mathbf{V_3}$
Cantidad de movimiento en el punto medio = 0,1 kg. * 10,6 m/seg.
Cantidad de movimiento en el punto medio = 1,06 Kg. – m/seg.

Problema 3 Cuarta edición Serway.
Un niño bota una gran pelota sobre una acera. El impulso lineal entregado por la acera a la pelota es 2 N-seg. durante 1/800 seg. de contacto.
¿Cuál es la magnitud de la fuerza promedio ejercida por la acera sobre la pelota?

I = Impulso = F * t = 2 Newton . seg.

$$F = \frac{I}{t} = \frac{2}{\frac{1}{800}} = 1600 \text{ Newton}$$

Problema 3 Quinta edición Serway
Un niño de 40 kg. parado sobre un lago helado arroja una piedra de 0,5 kg. hacia el este con rapidez de 5 m/seg. Despreciando la fricción entre el niño y el hielo, encuentre la velocidad de retroceso del hielo?

(+) hacia el este.

m_n = masa del niño = 40 Kg.
V = Velocidad de retroceso del hielo

m_p = masa de la piedra = 0,5 Kg.
V_p = Velocidad de la piedra = 5 m/seg.

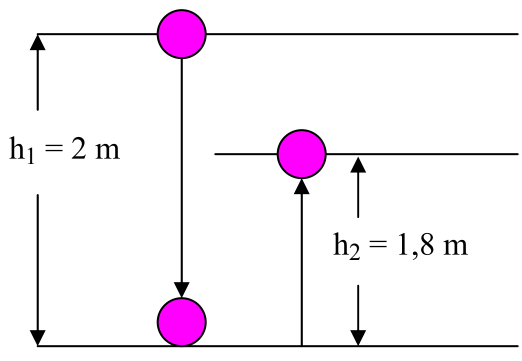
$m_n * V = - m_p * V_p$
40 * V = - 0,5 * 5
40 V = - 2,5

$$V = \frac{-2,5}{40} = -0,0625 \frac{m}{seg.}$$

Problema 4 Cuarta edición Serway.
Una gran pelota con una masa de 60 g se deja caer desde una altura de 2 m. Rebota hasta una altura de 1.8 m. ¿Cuál es el cambio en su momento lineal durante el choque con el piso?

m = 60 gr. = 0,06 kg.
V_{ia} = Velocidad inicial antes = o
V_{Fa} = Velocidad final antes
h_1 = altura que se deja caer la pelota. = 2 m

V_{id} = Velocidad inicial después
V_{Fd} = Velocidad final después = 0
h_2 = altura que rebota la pelota. = 1,8 m



Se halla la velocidad con la cual la pelota choca en el suelo.
$(V_{Fa})^2 = (V_{ia})^2 + 2\, g\, h_1$

$(V_{Fa})^2 = 0 + 2\ g\ h_1$

$$V_{Fa} = \sqrt{2*9,8*2} = \sqrt{39,2} = 6,2609\ \frac{m}{seg}$$

V_{Fa} = **- 6,2609 m/seg** Se asume (-) cuando el cuerpo se desplaza hacia abajo.

Se halla la velocidad con la cual la pelota rebota en el suelo.

$(V_{Fd})^2 = (V_{id})^2 + 2\ g\ h_2$

$0 = (V_{id})^2 * 2\ g\ h_2$

$$V_{id} = \sqrt{2*9,8*1,8} = \sqrt{35,28} = 5,9396\ \frac{m}{seg}$$

Se asume (+) cuando el cuerpo se desplaza hacia abajo.

$\Delta P = P_F - P_i = m\ V_F - mV_i$

$\Delta P = (0,06 * 5,9396) - (0,06 * (- 6,2609))$

$\Delta P = (0,3563) - (- 0,3756)$

$\Delta P = 0,3563 + 0,3756$

ΔP = 0,731 kg * m/seg.

Problema 4 Quinta edición Serway.

Un pitcher dice que puede lanzar una pelota de béisbol con tanto momentum como una bala de 3 gr. moviéndose con una rapidez de 1500 m/seg. Una pelota de béisbol tiene una masa de 0,145 kg. Cual debe ser su rapidez, si la declaración del pitcher es valida?

m_b = masa de la bala = 3 gr. = 0,003 Kg.

V_b = Velocidad de la bala = 1500 m/seg.

m_p = masa de la pelota de béisbol = 0,145 kg.

V_p = Velocidad de la pelota de béisbol

Cantidad movimiento de la pelota de béisbol = cantidad de movimiento de la bala

$m_p * V_p = m_b * V_b$

$0,145 * V_p = 0,003 * 1500$

$0,145\ V_p = 4,5$

$$V_p = \frac{4,5}{0,145} = 31,03\ \frac{m}{seg.}$$

Problema 5 Cuarta edición Serway.

La fuerza F_X que actúa sobre una partícula de 2 kg varía en el tiempo, como se muestra en la figura P9.5. Encuentre a) el impulso de la fuerza,

b) la velocidad final de la partícula si inicialmente está en reposo,

c) su velocidad final si al principio se mueve a lo largo del eje *x* con una velocidad de -2 m/s, y

d) la fuerza promedio ejercida sobre la partícula en el espacio de tiempo $t_i = 0$ a $t_F = 5$ seg.

El área bajo la curva es el impulso.

$$I = \int_{t=0}^{t=5} F\ dt$$

Pero por geometría se pueden hallar las tres áreas y se suman, esto equivale a encontrar el impulso.

$$\text{Area } 1 = \frac{1}{2} * 2 * 4 = 4 \ \text{Newnton. seg}$$

Area 2 = 1 * 4 = 4 Newton . seg.

$$\text{Area } 3 = \frac{1}{2} * 2 * 4 = 4 \ \text{Newnton. seg}$$

I = area 1 +area 2 + area 3

I = 4 +4 +4 = 12 Newton . seg.

b) la velocidad final de la partícula si inicialmente está en reposo, es decir **V_0 = 0**
m = 2 kg.

I = m * (V_F – V_0)
I = m * V_F
12 = 2 * V_F
V_F = 6 m/seg.

c) su velocidad final si al principio se mueve a lo largo del eje *x* con una velocidad de **V_0 =** -2 m/s, y
V_F = V_0 + 6 m/seg.
V_F = - 2 + 6 m/seg.
V_F = 4 m/seg.

d) la fuerza promedio ejercida sobre la partícula en el espacio de tiempo t_i = 0 a t_F = 5 seg.

Impulso = Fuerza * tiempo

Impulso = **12 Newton . seg.**
tiempo = 5 seg (Ver grafica)

$$\text{Fuerza promedio } = \frac{I}{t} = \frac{12}{5} = 2{,}4 \text{ Newton}$$

Problema 6 Sexta edición Serway;
Un amigo dice que, mientras tenga puesto su cinturón de seguridad, puede sujetar un niño de 12 kg. En un choque de frente a 60 millas/hora. Con un muro de ladrillo en el que el compartimiento de pasajeros del auto se detiene en 0,05 seg. Demuestre que la violenta fuerza durante el choque va a arrebatar al niño de los brazos del amigo. Un niño siempre debe estar en una silla para niño asegurada con un cinturón de seguridad en el asiento trasero del vehiculo.

F (Δ t) = Δ P = P_F - P_i = m V_F - mV_i

$$V_i = 60 \frac{\text{millas}}{\text{hora}} * \frac{1609 \text{ metros}}{1 \text{ milla}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ seg.}} = 26{,}81 \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

$$\text{Fuerza promedio } = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{m(V_F - V_i)}{\Delta t} = \frac{12 \left[0 - 26{,}81\right]}{0{,}05} = \frac{-321{,}8}{0{,}05} \text{Newton}$$

F = - 6436 Newton

En el choque, la fuerza desarrollada es de 6436 newton, lo cual es imposible que el amigo pueda sostener el niño en los brazos cuando ocurre el choque.

Problema 7 quinta edición Serway; Problema 5 Sexta edición Serway.
a) Una partícula de masa m se mueve con momentum P.
Muestre que la energía cinética de la partícula esta dada por:

$$K = \frac{P^2}{2\,m}$$

b) Exprese la magnitud del momentum de la partícula en términos de su energía cinética y masa.

K = Energía cinética
P = Momentum = m v

$$v = \frac{P}{m}$$

$$v^2 = \frac{P^2}{m^2}$$ (Ecuación 1)

$$K = \frac{1}{2}\ m\,v^2$$ (Ecuación 2)

Reemplazando la (Ecuación 1) en la (Ecuación 2)

$$K = \frac{1}{2}\ m\,v^2\ = \frac{1}{2}\,m\left(\frac{P^2}{m^2}\right)$$

Simplificando m

$$K = \frac{1}{2}\left(\frac{P^2}{m}\right)$$

$$K = \left(\frac{P^2}{2m}\right)$$

b) Exprese la magnitud del momentum de la partícula en términos de su energía cinética y masa.

$$K = \frac{1}{2}\ m\,v^2$$

$2\ K = m\ v^2$

$$v^2 = \frac{2\,K}{m}$$

$$v = \sqrt{\frac{2\ K}{m}}$$

P = Momentum = m v

$$P = m\sqrt{\frac{2\ K}{m}}$$

$$P = m\sqrt{\frac{2\ K}{m}} = \sqrt{\frac{2\ K\,m^2}{m}}$$

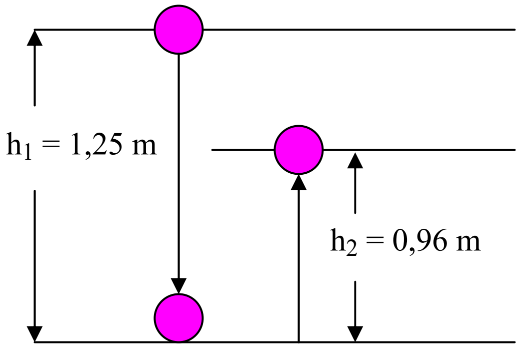
Simplificando la masa m

$$P = \sqrt{2 \ K \ m}$$

Problema 8 Serway cuatro.
Una pelota de 0,15 kg. De masa se deja caer del reposo, desde una altura de 1,25 metros. Rebota del piso para alcanzar una altura de 0,96 metros. Que impulso dio el piso a la pelota.

m = 0,15 kg.
V_{ia} = Velocidad inicial antes = o
V_{Fa} = Velocidad final antes
h_1 = altura que se deja caer la pelota.

V_{id} = Velocidad inicial después
V_{Fd} = Velocidad final después = 0
h_2 = altura que rebota la pelota.



Se halla la velocidad con la cual la pelota choca en el suelo.
$(V_{Fa})^2 = (V_{ia})^2 + 2\ g\ h_1$
$(V_{Fa})^2 = 0 + 2\ g\ h_1$

$$V_{Fa} = \sqrt{2 * 9,8 * 1,25} = \sqrt{24,5} = 4,9497 \frac{m}{seg}$$

V_{Fa} = **- 4,9497 m/seg** Se asume (-) cuando el cuerpo se desplaza hacia abajo.

Se halla la velocidad con la cual la pelota rebota en el suelo.
$(V_{Fd})^2 = (V_{id})^2 + 2\ g\ h_2$

$0 = (V_{id})^2 * 2\ g\ h_2$

$$V_{id} = \sqrt{2 * 9,8 * 0,96} = \sqrt{18,816} = 4,3377 \frac{m}{seg}$$

Se asume (+) cuando el cuerpo se desplaza hacia abajo.

$\Delta P = P_F - P_i = m\ V_F - mV_i$
$\Delta P = (0,15 * 4,3377) - (0,15 * (- 4,9497))$

$\Delta P = (0,6506) - (- 0,7424)$
$\Delta P = 0,6506 + 0,7424$

$\Delta P = 1,393$ kg * m/seg.

Problema 9 Serway cuatro.
Una ametralladora dispara balas de 35 gr. a una velocidad de 750 m/s. Si el arma puede disparar 200 balas/min, ¿cuál es la fuerza promedio que el tirador debe ejercer para evitar que la ametralladora se mueva?

$\Delta P = P_F - P_i = m\ V_F - mV_i$
Pero **$P_i = 0$**

$\Delta P = P_F = m\ V_F = I$

m = 35 gr = 0,035 kg

I = m V_F
I = 0,035 kg * 750 m/seg

I = 26,25 kg m/seg
(es el impulso debido a una sola bala, no se olvide que el arma lanza un total de 200 balas en un tiempo de 60 seg)

Se considera un tiempo de disparo de 60 seg. por que esa es la cantidad de tiempo que dispara el arma las balas, además la cantidad de balas disparada por la masa de cada bala es la masa total de balas disparadas en la unidad de tiempo.

I = F t
26,25 * 200 = F * 60 seg

Despejando la fuerza

$$F = \frac{26{,}25 * 200}{60} = \frac{5250}{60} = 87{,}5 \text{ Newton}$$

F = 87,5 Newton

Problema 10 Serway cuatro.

a) Si el momento de un objeto se duplica en magnitud. Que ocurre con su energía cinética?
b) Si la energía cinética de un objeto se triplica, que sucede con su momento?

Si el momento de un objeto se duplica en magnitud. Que ocurre con su energía cinética?
P = m V
Observamos por la Ecuación de momento, que si el momento se dobla es por que la velocidad se dobla.
2P = m (2V)
Por lo tanto, si la velocidad se dobla la energía cinética se aumenta cuatro veces.

$$K = \frac{1}{2}\ m\, v^2$$

$$K = \frac{1}{2}\ m\, (2V)^2$$

$$K = [4]\left[\frac{1}{2} m\, (V)^2\right]$$

Si la energía cinética de un objeto se triplica, que sucede con su momento?

$$K = \frac{1}{2}\ m\, v^2$$

$$K = [3]\left[\frac{1}{2} m\, (\ V)^2\right]$$

$$K = \left[\frac{1}{2} m\, \left(\sqrt{3}\ V\right)^2\right]$$

Para que la energía cinética se aumente 3 veces es necesario la V se aumente raíz de 3 veces la velocidad.

Problema 11 Serway cuatro.
Un balón de fútbol de 0.5 kg se lanza con una velocidad de 15 m/s. Un receptor estacionario atrapa la pelota y la detiene en 0.02 seg.
a) ¿Cuál es el impulso dado al balón?
b) ¿Cuál es la fuerza promedio ejercida sobre el receptor?

M_b = 0,15 kg. masa del balón de fútbol

V_f = 0 m/seg. Velocidad final del balón

V_i = 15 m/seg. Velocidad inicial que se le imprime al balón

$\Delta P = m\ V_F - m\ V_i$
$\Delta P = 0{,}15 * (0) - 0{,}15 * (15)$
$\Delta P = 0 - 7{,}5$
$\Delta P = -7{,}5$ kg * m/seg. = I

I = F * t = - 7,5 Newton * seg

$$F = \frac{I}{t} = \frac{-7{,}5\ \text{Newton} * \text{seg}}{0{,}02\ \text{seg}} = \frac{750}{2} = -375\ \text{kg} * \frac{\text{m}}{\text{seg}^2}$$

F = - 375 newton

Problema 12 Serway CUARTA edición Problema 8 Serway quinta edición;

Un auto se detiene frente a un semáforo. Cuando la luz vuelve al verde el auto se acelera, aumentando su rapidez de cero a 5,2 m/seg. en 0,832 seg.
Que impulso lineal y fuerza promedio experimenta un pasajero de 70 kg. en el auto?

Impulso (I) = m * ($V_F - V_O$)
($V_F - V_O$) = 5,2 m/seg – 0 = 5,2 m/seg

I = **m * ($V_F - V_O$)**
I = 70 * (5,2) = 364 kg * m/seg

I = 364 kg * m/seg

I = F * t

$$F = \frac{I}{t} = \frac{364\ \text{kg} * \frac{\text{m}}{\text{seg}}}{0{,}832\ \text{seg}} = 437{,}5\ \text{kg} * \frac{\text{m}}{\text{seg}^2}$$

F = 437,5 newton

Problema 13 Serway cuatro.
Una pelota de béisbol de 0.15 Kg. se lanza con una velocidad de 40 m/seg. Luego es bateada directamente hacia el lanzador con una velocidad de 50 m/seg. a) Cual es el impulso que recibe la pelota?
b) Encuentre la fuerza promedio ejercida por el bate sobre la pelota si los dos están en contacto durante $2 * 10^{-3}$ seg. Compare este valor con el peso de la pelota y determine si es valida o no la aproximación del impulso en esta situación.

m = 0,15 kg. masa de la pelota de béisbol

V_i = - 40 m/seg. Velocidad con la cual es lanzada la pelota de béisbol. El signo (-) por que se desplaza hacia la izquierda

V_F = + 50 m/seg velocidad con la cual es bateada la pelota de béisbol. El signo (+) por que se desplaza hacia la derecha.

$\Delta P = m\,V_F - m\,V_i$
$\Delta P = 0{,}15 * (50) - 0{,}15 * (-40)$
$\Delta P = 7{,}5 + 6$
ΔP = 13,5 kg * m/seg. = I

I = 13,5 kg * m/seg

I = F * t

$$F = \frac{I}{t} = \frac{13{,}5\ \text{kg} * \frac{\text{m}}{\text{seg}}}{2 * 10^{-3}\ \text{seg}} = 6{,}75 * 10^{3}\ \text{kg} * \frac{\text{m}}{\text{seg}^2}$$

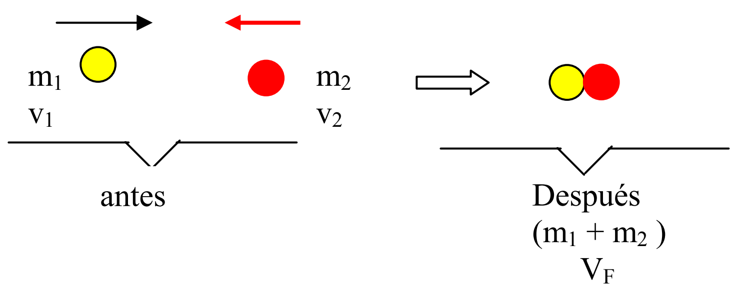
F = 6750 newton

Compare con el peso de la pelota de béisbol
W = m * g = 0,15 * 9,8 = 1,47 Newton
Esta fuerza es muy pequeña comparado con la fuerza aplicada en el instante del bateo.

Problema 16 Serway quinta edición
Un patinador de hielo de 75 kg. que se mueve a 10 m/seg. choca contra un patinador estacionado de igual masa. Después del choque los dos patinadores se mueven como uno solo a 5 m/seg. La fuerza promedio que un patinador puede experimentar sin romperse un hueso es de 4500 newton. Si el tiempo de impacto es de 0,1 seg. se rompe algún hueso?

ANTES
m_1 = 75 kg
v_1 = 10 m/seg

m_2 = 75 kg
v_2 =0 m/seg



DESPUES

$(m_1 + m_2)$ = 75 kg + 75 kg = 150 kg.
V_F = 5 m/seg

Hallamos el impulso de cada patinador después del choque.
$I = m_1 * V_f$ = 75 kg * 5 m/seg

I = 375 kg * m/seg

I = F * t

$$F = \frac{I}{t} = \frac{375\ \text{kg} * \frac{\text{m}}{\text{seg}}}{0{,}1\ \text{seg}} = 3750\ \text{kg} * \frac{\text{m}}{\text{seg}^2}$$

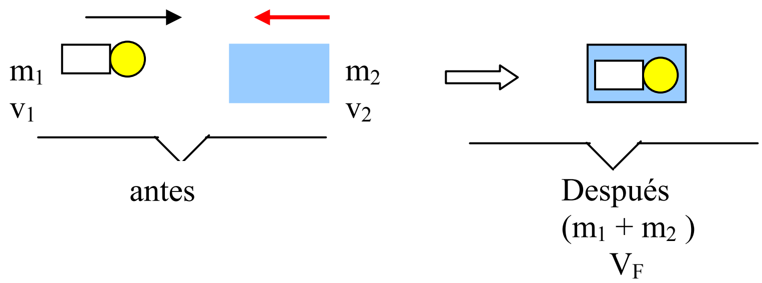
F = 3750 Newton
Como los huesos de cada patinador soporta 4500 newton, entonces los huesos soportan la estrellada de los dos patinadores.

Problema 17 Serway quinta edición

Una bala de 10 gr. Se dispara a un bloque de madera estacionario (m = 5 kg.). El movimiento relativo de la bala se detiene dentro del bloque. La rapidez de la combinación bala mas madera inmediatamente después del choque es de 0,6 m/seg. Cual es la rapidez original de la bala?

ANTES
m_1 =10 gr
v_1 = ?

m_2 = 5 kg
v_2 =0 m/seg



DESPUES

$$m_1 = 10\ \text{gr} * \frac{1\ \text{kg}}{1000\ \text{gr}} = 10^{-2}\ \text{kg}$$

$(m_1 + m_2)$ = 10 gr + 5 kg = 10^{-2} kg. + 5 kg = 5,01 kg.
V_F = 0,6 m/seg

$(m_1 * v_1) - (m_2 * v_2) = (m_1 + m_2) * V_F$
$(10^{-2} * v_1) - (5 * 0) = (5{,}01) * 0{,}6$

$(10^{-2} * v_1) = (3{,}006)$

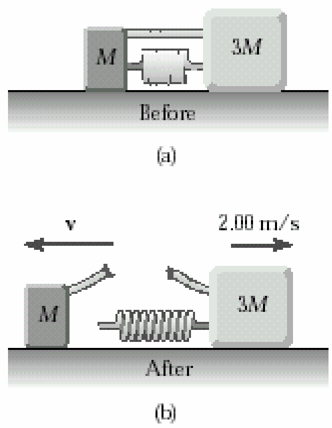
$(10^{-2} * v_1) = 3{,}006$

$$V_1 = \frac{3{,}006}{10^{-2}} = 300{,}6\ \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

Problema 18 Cuarta edición Serway; Problema 6 Quinta edición Serway. Problema 4 Sexta edición Serway;
Dos bloques de masa M y 3M se colocan sobre una superficie horizontal sin fricción. Un resorte ligero se une a uno de ellos y los bloques se empujan juntos, con el resorte entre ellos (figura 9.6) Una cuerda que inicialmente los mantiene unidos se quema y después de eso el bloque de masa 3M se mueve hacia la derecha con rapidez de 2 m/seg.
a) Cual es la rapidez del bloque de masa M?
b) Encuentre la energía elástica original en el resorte si M = 0,35 Kg.

(+) hacia la derecha.

M = Masa del bloque pequeño de la izquierda.
V_M = Velocidad del bloque pequeño de la izquierda.



3M = Masa del bloque grande de la derecha.

V_{3M} = Velocidad del bloque grande de la derecha. = 0 2 m/seg.

- M V_M = 3M * V_{3M}

Se cancela M a ambos lados de la igualdad

- V_M = 3 * V_{3M}
- V_M = 3 * 2
- V_M = 6

V_M = - 6 m/seg.

b) Encuentre la energía elástica original en el resorte si M = 0,35 Kg.

$$\frac{1}{2} K X^2 = \frac{1}{2} M (V_M)^2 + \frac{1}{2} 3M (V_{3M})^2$$

$$\frac{1}{2} K X^2 = \frac{1}{2} 0{,}35 * (-6)^2 + \frac{1}{2} 3 * 0{,}35 (2)^2$$

$$\frac{1}{2} K X^2 = \frac{1}{2} 0{,}35 * (36) + \frac{1}{2} 3 * 0{,}35 (4)$$

$$\frac{1}{2} K X^2 = 0{,}35 * (18) + 3 * 0{,}35 (2)$$

$$\frac{1}{2} K X^2 = 6{,}3 + 2{,}1$$

$$\frac{1}{2} K X^2 = 8{,}4 \text{ JULIOS}$$

Problema 20 Serway cuatro.

Carros de aire idénticos (m = 200 gr) están equipados con resortes idénticos K = 3000 n/seg. Los carros, que se mueven uno hacia el otro con velocidad de 3 m/seg. Sobre una pista de aire horizontal, chocan y comprimen los resortes (Fig p9.20). Encuentre la compresión máxima de cada resorte?

Para determinar la compresión de cada resorte X, usamos la conservación de la energía puesto que no hay fricción ni otras fuerzas no conservativas que actúen sobre el sistema.

$$\frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} m (-V)^2 = \frac{1}{2} K X^2 + \frac{1}{2} K (-X)^2$$

$$\frac{1}{2} 0.2 (3)^2 + \frac{1}{2} 0{,}2 (-3)^2 = \frac{1}{2} 3000 * X^2 + \frac{1}{2} 3000 (-X)^2$$

$$\frac{1}{2} 0.2 (9) + \frac{1}{2} 0{,}2 (9) = \frac{1}{2} 3000 X^2 + \frac{1}{2} 3000 (X)^2$$

Cancelando ½ en la expresión

$$0.2 (9) + 0{,}2 (9) = 3000 X^2 + 3000 (X)^2$$

1,8 + 1,8 = 6000 X^2

3,6 = 6000 X^2

$$X^2 = \frac{36}{6000} = 0{,}0006$$

$$X = \sqrt{0{,}0006}$$

$X = 2,45 * 10^{-2}$ metros
X = 2,45 cm

Problema 20a Serway cuatro.
Carros de aire idénticos, cada uno de masa **m** están equipados con resortes idénticos cada uno con una constante de fuerza **K**. Los carros, que se mueven uno hacia el otro con velocidades **V** sobre una pista de aire horizontal, chocan y comprimen los resortes (Fig p9.20). Encuentre la compresión máxima de cada resorte?

Para determinar la compresión de cada resorte X, usamos la conservación de la energía puesto que no hay fricción ni otras fuerzas no conservativas que actúen sobre el sistema.

$$\frac{1}{2} m\, v^2 + \frac{1}{2}\, m\,(-V)^2 = \frac{1}{2}\, K\, X^2 + \frac{1}{2} K\,(-X)^2$$

Cancelando ½ en la expresión

$$m\, v^2 + m\,(-V)^2 = K\, X^2 + K\,(-X)^2$$

$$m\, v^2 + m\,(V)^2 = K\, X^2 + K\,(X)^2$$

$$2\, m\,(V)^2 = 2\, K\, X^2$$

$$m\, v^2 = K\, X^2$$

$$X^2 = \frac{m\, V^2}{K}$$

$$X = \sqrt{\frac{m\, V^2}{K}}$$

Problema 24 Serway cuatro. Problema 20 Serway cinco.
Gayle corre a una velocidad de 4 m/seg. Y se lanza sobre un trineo que esta inicialmente en reposo sobre la cima de una colina cubierta de nieve sin fricción. Después de que ella y el trineo han descendido una distancia vertical de 5 metros, su hermano, que esta inicialmente en reposo, se monta detrás de ella y juntos continúan bajando por la colina. ¿Cuál es su velocidad al final de la pendiente si el descenso vertical total es de 15 metros?
La masa de Gayle es de 50 kg. La del trineo 5 kg. Y la de su hermano 30 kg.

V_G = 4 m/seg. Velocidad de Gayle.

V_T = 0 m/seg. Velocidad del trineo.

V_1 = Velocidad inicial del conjunto (Gayle + trineo)

V_2 = Velocidad final del conjunto (Gayle + trineo) cuando han descendido 5 metros en forma vertical.

V_3 = Velocidad inicial del conjunto (Gayle + trineo + hermano)

V_4 = Velocidad final del conjunto (Gayle + trineo + hermano) al final de la pendiente

m_G = masa de Gayle = 50 Kg.

m_t = masa del trineo = 5 Kg.

m_h = masa del hermano = 5 Kg.

m = masa del conjunto (Gayle + trineo) = 50 Kg. + 5 kg = 55 kg.

M_t = masa del conjunto (Gayle + trineo + hermano) = 50 Kg. + 5 kg + 30 kg. = 85 kg.

Cantidad de movimiento de Gayle antes de subirse = Cantidad de movimiento del conjunto (Gayle + trineo)

$\mathbf{m_G * V_G = m * V_1}$

$4 * 50 = 55 * V_1$

$200 = 55\ V_1$

$$V_1 = \frac{200}{55} = 3{,}636\ \frac{m}{seg.}$$

V_1 = 3,636 m/seg Velocidad inicial del conjunto (Gayle + trineo)

Por conservación de energía hallamos la V_2 = Velocidad final del conjunto (Gayle + trineo) cuando han descendido 5 metros en forma vertical.

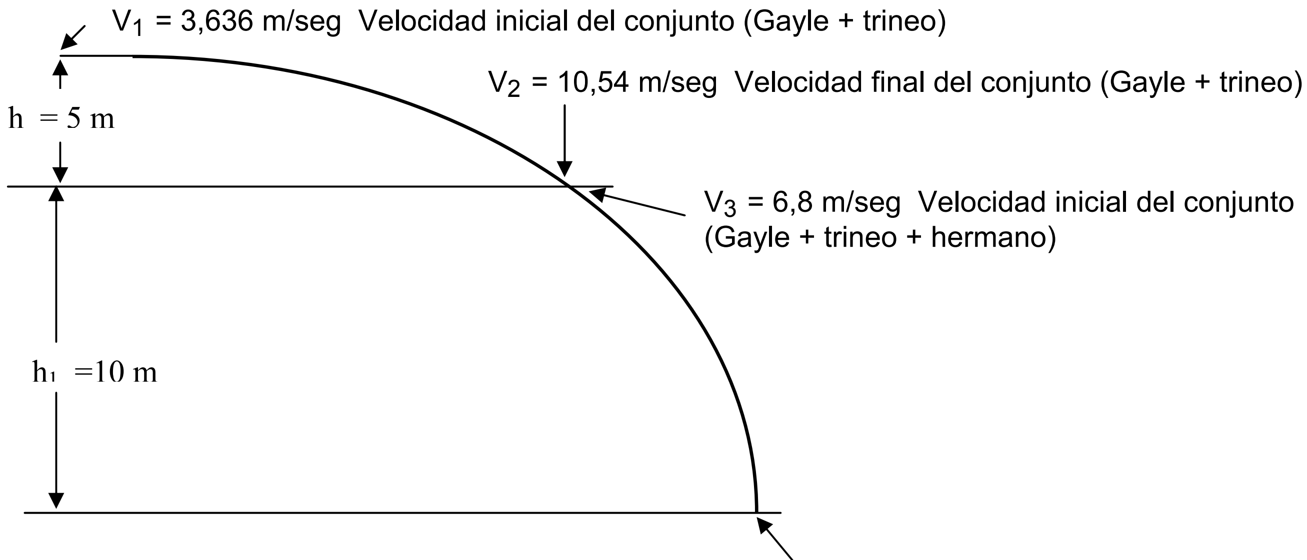
$EC_i + EP_i = EC_f + EP_f$

$$EC_i = \frac{1}{2}\ m\,v_1^2$$

$EP_i = m\ g\ h$

$$EC_f = \frac{1}{2}\ m\,v_2^2$$

$EP_f = 0$



$$\frac{1}{2}\ m\,v_1^2 + m\,g\,h = \frac{1}{2}\,m\,V_2^2$$

Se cancela la masa m

$$\frac{1}{2}\ v_1^2 + g\,h = \frac{1}{2}\,V_2^2$$

$$\frac{1}{2}\ (3{,}636)^2 + 9{,}8 * 5 = \frac{1}{2} V_2^2$$

$$\frac{1}{2}\ (13{,}22) + 49 = \frac{1}{2} V_2^2$$

$$(6{,}61) + 49 = \frac{1}{2} V_2^2$$

$$55{,}61 = \frac{1}{2} V_2^2$$

$$111{,}22 = V_2^2$$

$$V_2 = \sqrt{111{,}22}$$

V_2 = 10,54 m/seg. Velocidad final del conjunto (Gayle + trineo) cuando han descendido 5 metros en forma vertical.

Cuándo Gayle ha descendido con el trineo 5 metros en forma vertical, se sube al trineo el hermano de Gayle, por lo tanto es necesario calcular V_3 = Velocidad inicial del conjunto (Gayle + trineo + hermano)

Cantidad de movimiento del conjunto (Gayle + trineo) = Cantidad de movimiento del conjunto (Gayle + trineo + hermano)

V_2 = 10,54 m/seg. Velocidad final del conjunto (Gayle + trineo) cuando han descendido 5 metros en forma vertical.
V_3 = Velocidad inicial del conjunto (Gayle + trineo + hermano)
m = masa del conjunto (Gayle + trineo) = 50 Kg. + 5 kg = 55 kg.
M_t = masa del conjunto (Gayle + trineo + hermano) = 50 Kg. + 5 kg + 30 kg. = 85 kg.

$m * V_2 = M_t V_3$
55 * 10,54 = 85 * V_3
577,5 = 85 V_3

$$V_3 = \frac{577{,}5}{85} = 6{,}8\ \frac{m}{seg.}$$

V_3 = 6,8 m/seg Velocidad inicial del conjunto (Gayle + trineo + hermano)

Por conservación de energía hallamos la V_4 = Velocidad final del conjunto (Gayle + trineo + hermano) al final de la pendiente
h_1 = 10 metros

$EC_i + EP_i = EC_f + EP_f$

$$EC_i = \frac{1}{2}\ m\, v_3^2$$

$EP_i = m\ g\ h_1$

$$EC_f = \frac{1}{2} \, m \, v_4^2$$

$EP_f = 0$

$$\frac{1}{2} \, m \, v_3^2 + m \, g \, h_1 = \frac{1}{2} m \, V_4^2$$

Se cancela la masa m

$$\frac{1}{2} \, v_3^2 + g \, h_1 = \frac{1}{2} V_4^2$$

$$\frac{1}{2} \, (6{,}8)^2 + 9{,}8 * 10 = \frac{1}{2} V_4^2$$

$$\frac{1}{2} \, (46{,}24) + 98 = \frac{1}{2} V_4^2$$

$$(23{,}12) + 98 = \frac{1}{2} V_4^2$$

$$121{,}12 = \frac{1}{2} V_4^2$$

$$242{,}24 = V_4^2$$

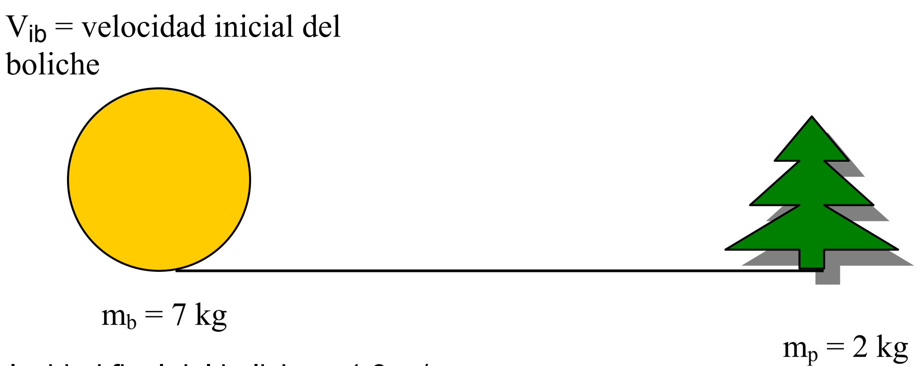
$$V_4 = \sqrt{242{,}24}$$

V_4 = 15,56 m/seg. Velocidad final del conjunto (Gayle + trineo+ hermano) al final de la pendiente

---

Problema 24 SERWAY quinta

Una bola de boliche de 7 kg. Choca frontalmente con un pino de 2 kg. El pino vuela hacia delante con rapidez de 3 m/seg. Si la bola continua hacia delante con rapidez de 1,8 m/seg. ¿Cuál fue la rapidez inicial de la bola? Ignore la rotación de la bola.



V_{FB} = Velocidad final del boliche = 1,8 m/seg.

V_{iP} = Velocidad inicial del pino = 0

V_{FP} = Velocidad final del pino = 3 m/seg.

Cantidad movimiento del boliche = cantidad de movimiento del pino

$$(m_b * V_{ib}) + \cancelto{0}{(m_p * V_{Ip})} = (m_b * V_{FB}) + (m_p * V_{FP})$$

$(7 * V_{ib}) = (7 * 1,8) + (2 * 3)$

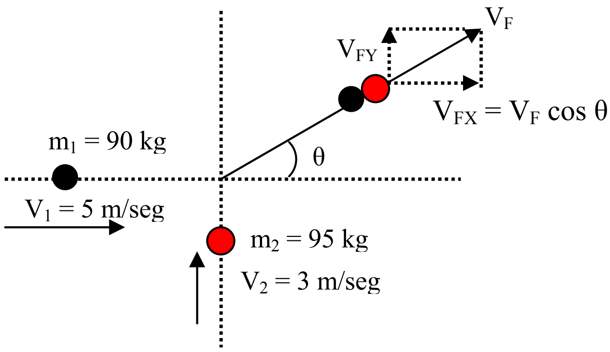
$(7 V_{ib}) = (12,6) + (6)$

$7 V_{ib} = 18,6$

$$V_{ib} = \frac{18,6}{7} = 2,65 \frac{m}{seg.}$$

Problema 28 SERWAY SEIS.

Un defensa de 90 kg que corre al este con una rapidez de 5 m/s es tracleado por un oponente de 95 kg que corre al norte con una rapidez de 3 m/s. Si la colisión es perfectamente inelástica, (a) calcule la rapidez y dirección de los jugadores inmediatamente después de la tacleada y (b) determine la energía mecánica perdida como resultado de la colisión. Tome en cuenta la energía faltante.



P_{iX} : Cantidad de movimiento en el eje X antes del choque

P_{FX} : Cantidad de movimiento en el eje X después del choque

P_{iY} : Cantidad de movimiento en el eje Y antes del choque

P_{FY} : Cantidad de movimiento en el eje Y después del choque

$$\frac{P_{Xi}}{P_{Yi}} = \text{tg}\,\theta$$

Movimiento en el eje X antes del choque.

P_{iX} : Cantidad de movimiento en el eje X antes del choque = $m_1 * V_1$

$m_1 = 90$ kg.

$V_1 = 5$ m/seg

$P_{iX} = m_1 * V_1 = 90 * 5 = 450$ kg * m/seg

$P_{iX} = 450$ Ecuación 1

Movimiento en el eje X después del choque.

Como la colisión es inelástica, quiere decir que los jugadores quedan unidos después del choque.

V_{FX} : Es la velocidad final en el eje x de los dos jugadores después del choque.

$V_{FX} = V_F \cos\theta$ (Ver grafica)

m_1 = 90 kg. m_2 = 95 kg.

P_{FX} : Cantidad de movimiento en el eje X después del choque = $(m_1 + m_2) * V_{FX}$

$P_{FX} = (m_1 + m_2) * V_{FX}$

$P_{FX} = (m_1 + m_2) * V_F \cos\theta$

$P_{FX} = (90 + 95) * V_F \cos\theta$

$P_{FX} = (185) * V_F \cos\theta$ Ecuación 2

Igualando la Ecuación 1 y la Ecuación 2 (La cantidad de movimiento se conserva antes y después del choque).

$P_{iX} = 450$

$P_{FX} = (185) * V_F \cos\theta$

$450 =$ **$(185) * V_F \cos\theta$ Ecuación 3**

Movimiento en el eje Y antes del choque.

P_{iY} : Cantidad de movimiento en el eje Y antes del choque = $m_2 * V_2$

M_2 = 95 kg.

V_2 = 3 m/seg

$P_{iY} = m_2 * V_2 = 95 * 3 = 285$

$P_{iY} = 285$ Ecuación 4

Movimiento en el eje Y después del choque.

Como la colisión es inelástica, quiere decir que los jugadores quedan unidos después del choque.

V_{FY} : Es la velocidad final en el eje Y de los dos jugadores después del choque.

$V_{FY} = V_F \operatorname{sen}\theta$ (Ver grafica)

m_1 = 90 kg. m_2 = 95 kg.

P_{FY} : Cantidad de movimiento en el eje Y después del choque = $(m_1 + m_2) * V_{FY}$

$P_{FY} = (m_1 + m_2) * V_{FY}$

$P_{FY} = (m_1 + m_2) * V_F \operatorname{sen}\theta$

$P_{Fy} = (90 + 95) * V_F \operatorname{sen}\theta$

$P_{FY} = (185) * V_F \operatorname{sen}\theta$ Ecuación 5

Igualando la Ecuación 4 y la Ecuación 5 (La cantidad de movimiento se conserva antes y después del choque).

$P_{iY} = 285$

$P_{FY} = (185) * V_F \operatorname{sen}\theta$

$285 =$ **$(185) * V_F \operatorname{sen}\theta$ Ecuación 6**

Dividiendo Ecuación 6 con la Ecuación 3

$$\frac{285}{450} = \frac{185\, V_F \operatorname{sen}\theta}{185\, V_F \cos\theta}$$

Cancelando términos semejantes.

$$\frac{285}{450} = \frac{\operatorname{sen}\theta}{\cos\theta}$$

$0,6333 = tg\ \theta$
$\theta = arc\ tg\ 0,6333$
$\theta = 32,34^0$

Reemplazando en la Ecuación 3, para hallar la velocidad final

$450 = (185) * V_F \cos\theta$ Ecuación 3

$$V_F = \frac{450}{185\ \cos(32,34)} = \frac{450}{185 * (0,8448)} = \frac{450}{156,3043}$$

$V_F = 2,87$ m/seg.

(b) determine la energía mecánica perdida como resultado de la colisión. Tome en cuenta la energía faltante.

E_{C1} = Energía cinética antes del choque

$$E_{C1} = \frac{1}{2} m_1 V_1^2 + \frac{1}{2} m_2 V_2^2 = \frac{1}{2}\ 90 * (5)^2 + \frac{1}{2}\ 95 * (3)^2$$

$$E_{C1} = 45 * 25 + 47,5 * 9$$

$E_{C1} = 1125 + 427,5$

E_{C1} = 1552,5 Julios

E_{C2} = Energía cinética después del choque

$$E_{C2} = \frac{1}{2} m_F V_F^2 = \frac{1}{2}\ (90 + 85) * (2,87)^2$$

$$E_{C2} = \frac{1}{2}\ (185) * (8,2369)$$

E_{C2} = 761,91 Joules

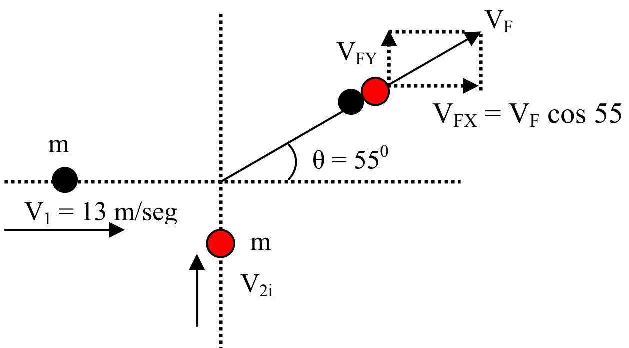
La energía perdida = **E_{C1} -** E_{C2}

La energía perdida = 1552,5 Julios - 761,91 Joules

La energía perdida = 790,59 joules

Problema 32 SERWAY SEIS.

Dos automóviles de igual masa se aproximan a un crucero. Un vehiculo viaja con una velocidad de 13 m/seg hacia el este y el otro viaja hacia el norte con rapidez V_{2i} Los vehículos chocan en el crucero y se quedan pegados. Dejando marcas paralelas de patinazo a un angulo de 55^0 al norte del este. El limite de rapidez para ambos caminos es de 35 millas/hora y el conductor del vehiculo que se dirige al norte dice que el estaba dentro del limite de rapidez cuando ocurrio el choque. Dice la verdad?



P_{iX} : Cantidad de movimiento en el eje X antes del choque

P_{FX} : Cantidad de movimiento en el eje X después del choque

P_{iY} : Cantidad de movimiento en el eje Y antes del choque

P_{FY} : Cantidad de movimiento en el eje Y después del choque

$$\frac{P_{Xi}}{P_{Yi}} = \text{tg}\,\theta$$

Movimiento en el eje X antes del choque.

P_{iX} : Cantidad de movimiento en el eje X antes del choque = $m_1 * V_1$
m= masa de los automóviles
V_1 = 13 m/seg

$P_{iX} = m_1 * V_1 = m * 13 = 13$ m

P_{iX} = 13 m   Ecuación 1

Movimiento en el eje X después del choque.

Como la colisión es inelástica, quiere decir que los jugadores quedan unidos después del choque.
V_{FX} : Es la velocidad final en el eje x de los dos jugadores después del choque.
$V_{FX} = V_F \cos\theta$ (Ver grafica)

m = masa de los automóviles

P_{FX} : Cantidad de movimiento en el eje X después del choque = $(m_1 + m_2) * V_{FX}$

$P_{FX} = (m + m) * V_{FX}$

$P_{FX} = (2m) * V_F \cos\theta$

$P_{FX} = (2m) * V_F \cos 55$ Ecuación 2

Igualando la Ecuación 1 y la Ecuación 2 (La cantidad de movimiento se conserva antes y después del choque).

P_{iX} = 5m

$P_{FX} = (2m) * V_F \cos 55$

13 m = $(2m) * V_F \cos 55$ Ecuación 3

Movimiento en el eje Y antes del choque.

P_{iY} : Cantidad de movimiento en el eje Y antes del choque = $m_2 * V_2$
m = masa de los automóviles
V_{2i} = velocidad del auto que viaja hacia el norte

$P_{iY} = m * V_{2i}$

$P_{iY} = m * V_{2i}$ Ecuación 4

Movimiento en el eje Y después del choque.

Como la colisión es inelástica, quiere decir que los jugadores quedan unidos después del choque.
V_{FY} : Es la velocidad final en el eje Y de los dos jugadores después del choque.
$V_{FY} = V_F \text{ sen } \theta$ (Ver grafica)
$V_{FY} = V_F \text{ sen } 55$

m = masa de los automóviles

P_{FY} : Cantidad de movimiento en el eje Y después del choque = $(m + m) * V_{FY}$

$P_{FY} = (2\,m) * V_{FY}$

P_{FY} = (2 m) * V_F sen θ

P_{FY} = (2 m) * V_F sen 55 **Ecuación 5**

Igualando la Ecuación 4 y la Ecuación 5 (La cantidad de movimiento se conserva antes y después del choque).

P_{iY} = m * V_{2i}

P_{FY} = (2 m) * V_F sen 55

m * V_{2i} = (2 m) * V_F sen 55 **Ecuación 6**

Dividiendo Ecuación 6 con la Ecuación 3

$$\frac{m\, V_{2i}}{13\, m} = \frac{2\, m\, V_F \ \text{sen}\, 55}{2\, m\, V_F \ \cos\theta}$$

Cancelando términos semejantes.

$$\frac{V_{2i}}{13} = \frac{\text{sen}\, 55}{\cos 55} = \text{tg}\, 55$$

V_{2i} = 13 tg 55

V_{2i} = 13 tg 1,4281

V_{2i} = 18,56 m/seg.

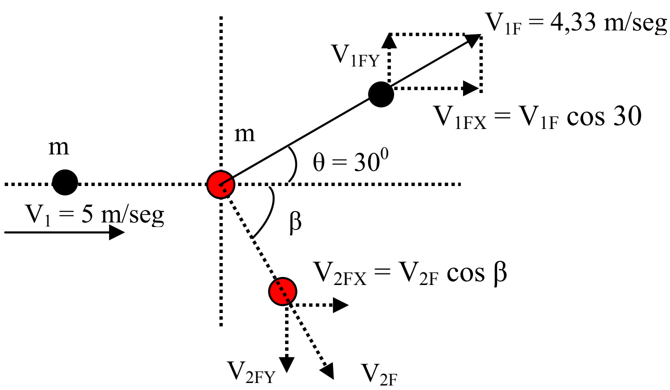
El limite de rapidez es de 35 millas /hora.

$$V_{2i} = 18{,}56 \frac{\text{metros}}{\text{seg}} * \frac{1\ \text{milla}}{1609\ \text{metros}} * \frac{3600\ \text{seg}}{1\ \text{hora}} = 41{,}53 \frac{\text{millas}}{\text{hora}}$$

Por lo tanto el conductor que viaja al norte, iba con exceso de velocidad.

Problema 33 **SERWAY SEIS.**

Una bola de billar que se mueve a 5 m/seg golpea una bola estacionaria de la misma masa. Después de la colisión, la primera bola se mueve a 4,33 m/seg a un ángulo de 30 grados con respecto a la línea original del movimiento. Si se supone una colisión elástica, encuentre la velocidad de la bola golpeada después de la colisión?



$V_{1FY} = V_{1F}$ sen 30

$V_{1FX} = V_{1F}$ cos 30

$V_{2FX} = V_{2F}$ cos β

$V_{2FY} = V_{2F}$ sen β

P_{iX} : Cantidad de movimiento en el eje X antes del choque

P_{FX} : Cantidad de movimiento en el eje X después del choque

P_{iY} : Cantidad de movimiento en el eje Y antes del choque

P_{FY} : Cantidad de movimiento en el eje Y después del choque

$$\frac{P_{Xi}}{P_{Yi}} = \operatorname{tg} \theta$$

Movimiento en el eje X antes del choque.

P_{iX} : Cantidad de movimiento en el eje X antes del choque = $m * V_1 + m * \cancelto{0}{V_2}$
m= masa de la bola de billar
V_1 = 5 m/seg
V_2 = 0 (esta en reposo)

$P_{iX} = m_1 * V_1 = m * 5 = 5\ m$

$P_{iX} = 5\ m$ Ecuación 1

Movimiento en el eje X después del choque.
Como la colisión es elástica, quiere decir que cada bola de billar cogen en diferentes direcciones después del choque.

V_{1FX} : Es la velocidad final en el eje x de la bola atacadora del billar después del choque.
$V_{1FX} = V_{1F} \cos 30$ (Ver grafica)

V_{2FX} : Es la velocidad final en el eje x de la bola que estaba en reposo después del choque.
$V_{2FX} = V_{2F} \cos \beta$ (Ver grafica)

m = masa de las bolas de billar

P_{FX} : Cantidad de movimiento en el eje X después del choque = $m * V_{1FX} + m * V_{2FX}$

$P_{FX} = m * V_{1FX} + m * V_{2FX}$

$P_{FX} = m * V_{1F} \cos 30 + m * V_{2F} \cos \beta$

Pero: V_{1F} = 4,33 m/seg

$$P_{FX} = m * V_{1F} \cos 30 + m * V_{2F} \cos \beta$$
$$P_{FX} = m * 3{,}7498 + m * V_{2F} \cos \beta \qquad \textbf{Ecuación 2}$$

Igualando la Ecuación 1 y la Ecuación 2 (La cantidad de movimiento se conserva antes y después del choque).
$P_{iX} = 5m$
$$P_{FX} = m * 3{,}7498 + m * V_{2F} \cos \beta$$
$$\mathbf{5m} = m * 3{,}7498 + m * V_{2F} \cos \beta$$

Cancelando la masa m
$$\mathbf{5} = 3{,}7498 + V_{2F} \cos \beta$$
$V_{2F} \cos \beta = 5 - 3{,}7498$
$V_{2F} \cos \beta = 1{,}26$ m/seg **Ecuación 3**

Movimiento en el eje Y antes del choque.
P_{iY} : Cantidad de movimiento en el eje Y antes del choque = $m * V_{1iY} + m * V_{2iY}$
m = masa de las bolas de billar

V_{1iY} = Es la velocidad de la bola atacadora en el eje Y antes del choque = 0
V_{2iY} = Es la velocidad de la bola que esta en reposo en el eje Y antes del choque = 0

$P_{iY} = 0$ **Ecuación 4**

Movimiento en el eje Y después del choque.
Como la colisión es elástica, quiere decir que las bolas de billar quedan cogen en diferentes direcciones después del choque.

V_{1FY} : Es la velocidad final de la bola atacadora en el eje Y después del choque.
$V_{1FY} = V_{1F}$ sen 30 (Ver grafica)

m = masa de las bolas de billar

V_{2FY} : Es la velocidad final de la bola que estaba en reposo en el eje Y después del choque.
$V_{2FY} = V_{2F}$ sen β (Ver grafica)

P_{FY} : Cantidad de movimiento en el eje Y después del choque = $m * V_{1FY} - m * V_{2FY}$

$P_{FY} = m * V_{1FY} + m * V_{2FY}$

$P_{FY} = m * V_{1F} \text{ sen } 30 + m * V_{2F} \text{ sen } \beta$

$P_{FY} = m * V_{1F} \text{ sen } 30 + m * V_{2F} \text{ sen } \beta$ **Ecuación 5**

Igualando la Ecuación 4 y la Ecuación 5 (La cantidad de movimiento se conserva antes y después del choque).

$\mathbf{P_{iY}} = 0$

$\mathbf{P_{FY}} = m * V_{1F} \text{ sen } 30 + m * V_{2F} \text{ sen } \beta$

$0 = m * V_{1F} \text{ sen } 30 + m * V_{2F} \text{ sen } \beta$

Pero: $V_{1F} = 4{,}33$ m/seg

$0 = m * 4{,}33 \text{ sen } 30 + m * V_{2F} \text{ sen } \beta$

Cancelando la masa que es comun

$0 = 4{,}33 \text{ sen } 30 + V_{2F} \text{ sen } \beta$

$0 = 2{,}165 + V_{2F} \text{ sen } \beta$ **Ecuación 6**

$- 2{,}165 = V_{2F} \text{ sen } \beta$

Dividiendo Ecuación 6 con la Ecuación 3

$$\frac{-\ 2{,}165}{1{,}26} = \frac{V_{2F} \text{ sen } \beta}{V_{2F} \cos \beta}$$

Cancelando términos semejantes.

$$\frac{-2{,}165}{1{,}26} = \frac{\text{sen } \beta}{\cos \beta} = \text{tg } \beta$$

$- 1{,}7182 = \text{tg } \beta$

$\beta = \text{arc tg } (-1{,}7182)$

$\boldsymbol{\beta = -60^0}$

Para hallar la velocidad final de la bola de billar que estaba en reposo después del choque

$\mathbf{V_{2F} \cos \beta = 1{,}26}$ **m/seg** **Ecuación 3**

$$V_{2F} = \frac{1,26}{\cos\beta} = \frac{1,26}{\cos - 60} = \frac{1,26}{0,5} = 2,52 \frac{m}{seg}$$

V_{2F} = 2,52 m/seg

Problema 34. SERWAY CUATRO; Problema 16 SERWAY quinta; Problema 24 SERWAY SEIS.
Como se ve en la figura P9.24, una bala de masa *m* y rapidez atraviesa completamente el disco de un péndulo de masa M bala emerge con una rapidez v/2. El disco del péndulo esta suspendido por una varilla rígida de longitud l y masa despreciable. ¿Cuál es el valor mínimo de v tal que el disco del péndulo a oscile todo un círculo vertical completo?

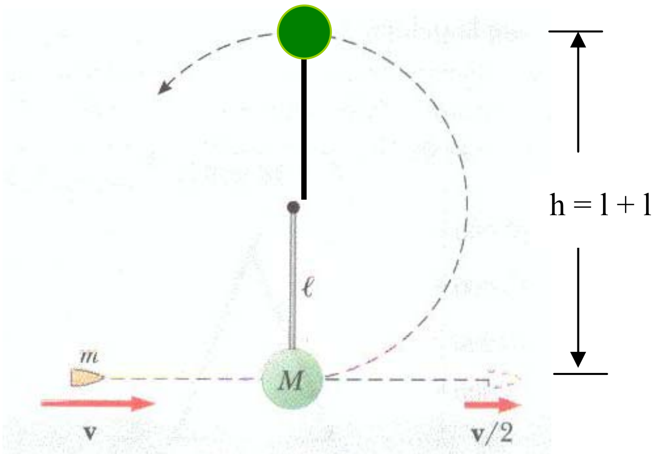


Figura P9.24

La energía cinética en el punto mas bajo se transforma en energía potencial cuando alcance la altura h.

Energía cinética en el punto mas bajo **= Energía potencial** cuando alcance la altura h.

(V_i) = Velocidad inicial con la que se desplaza la masa M.
h = 2 l (Ver grafica)

$K = \frac{1}{2} M V_i^2$ **Energía cinética**

E_P = M g h **Energía potencial**

$$\frac{1}{2} M V_i^2 = M g h$$

Se cancela la masa M

$$\frac{1}{2} V_i^2 = g h$$

$$V_i^2 = 2 g h = 2 * g * 2l$$

$V_i = \sqrt{4 g l} = 2\sqrt{g l}$ Velocidad inicial con la que se desplaza la masa M.

El momento se conserva en cualquier tipo de choque.
m = masa de la bala
v = Velocidad inicial de la bala.
v/2 = Velocidad final de la bala

$V_i = 2\sqrt{g\ l}$ Velocidad inicial con la que se desplaza la masa M.

Momento antes de la colisión = momento después de la colisión

$$m\ v = m * \frac{v}{2} + M * V_i$$

$$m\ v = m * \frac{v}{2} + M * 2\sqrt{g\ l}$$

Se despeja v

$$m\ v - m\ \frac{v}{2} = M\ 2\sqrt{g\ l}$$

$$\frac{2mv - mv}{2} = 2M\sqrt{g\ l}$$

$$m\ v = 4M\sqrt{g\ l}$$

$$v = \frac{4M\sqrt{g\,l}}{m}$$

Problema 35. SERWAY CUATRO; Problema 27 SERWAY Cinco

Una bala de 12 gr. se dispara contra un bloque de madera de 100 gr. inicialmente en reposo sobre una superficie horizontal. Después del impacto el bloque se desliza 7.5 m antes de detenerse. Si el coeficiente de fricción entre el bloque y la superficie es 0.65, ¿cuál es la velocidad de la bala inmediatamente antes del impacto?

X = 7,5 metros distancia que recorre el conjunto bloque + bala.

Cuando la bala se incrusta en el bloque de madera, el conjunto se desplaza 7,5 metros hasta que se detiene por acción de la fuerza de rozamiento que se opone al desplazamiento.

m_T = Es la suma de la masa de la bala + la masa del bloque de madera. = 0,012 + 0,1 = 0,112 kg.

a = Es la aceleración del conjunto, en este caso es retardatriz por que se detiene por acción de la fuerza de rozamiento

F_R = Es la fuerza que se opone al desplazamiento del conjunto bala + bloque de madera.

$\Sigma F_Y = 0$

$N – m_T\ g = 0$

$N = m_T\ g$

N = 0,112 * 9,8

N = 1,0976 Newton

$F_R = \mu\ N$

μ = coeficiente de fricción entre el bloque y la superficie es 0.65,

F_R = 0,65 * 1,0976

F_R = 0,71344 Newton

$\Sigma F_X = m_T\ a$

$F_R = m_T\ a$

$$a = \frac{F_R}{m_T} = \frac{0,71344}{0,112} = 6,37\ \frac{m}{seg^2}$$

a = 6,37 m/seg^2

$$(\overset{0}{\cancel{V_F}})^2 = (V_0)^2 - 2\,a\,X$$ (El signo es negativo por que el conjunto va perdiendo velocidad hasta que sea cero).

$0 = (V_0)^2 - 2\,a\,X$

$(V_0)^2 = 2\,a\,X$

$$V_0 = \sqrt{2\,a\,X} = \sqrt{2 * 6{,}37 * 7{,}5} = \sqrt{95{,}55}$$

V_0 = 9, 77 m/seg. Es la velocidad del conjunto madero + bala después del impacto

El momento total del sistema (bloque + bala) antes del choque es igual al momento total del sistema después del choque debido a que el momento se conserva en cualquier tipo de choque.

ANTES DEL CHOQUE

m_b = masa de la bala = 12 gr. = 0,012 Kg.

V_{bi} = Velocidad de la bala.

m_m = masa del bloque de madera = 100 gr = 0,1 kg.

V_{mi} = Velocidad del bloque antes del choque = 0

DESPUES DEL CHOQUE

m_T = Es la suma de la masa de la bala + la masa del bloque de madera. = 0,012 + 0,1 = 0,112 kg. Por que la bala se incrusta en el bloque de madera.

V_0 = **Es la velocidad del conjunto madero + bala después del impacto**

$$M_b * V_{bi} + m_m * \overset{0}{V_{mi}} = m_T\, V_0$$

$$0{,}012 * V_{bi} = 0{,}112 * 9{,}77$$

$$V_{bi} = \frac{0{,}112 * 9{,}77}{0{,}012} = \frac{1{,}094}{0{,}012} = 91{,}23 \frac{m}{seg}$$

PROBLEMAS RESUELTOS ADICIONALES

Problema 1

Un jugador de golf golpea la bola de masa 0,16 kg con una fuerza de 40 Newton. Si el tiempo de choque del palo con la bola es de 0,1 seg. Calcular: a) El impulso que le comunica a la bola?
b) La velocidad con que sale disparada la bola?

a) El impulso que le comunica a la bola.?

I = F * t
Pero F = 40 Newton, t = 0,1 seg.
I = F * t = 40 * 0,1
I = 4 Newton * seg.

b) La velocidad con que sale disparada la bola?
F = m * a
Pero F = 40 Newton, m = 0,16 kg.

$$a = \frac{F}{m} = \frac{40\ \text{Newton}}{0{,}16\ \text{kg}} = 250\ {}^{m}\!/\!{}_{seg^2}$$

$\cancelto{0}{V_f} = V_0 - a * t$

$V_0 = a * t$
$V_0 = 250 * 0,1$
$\mathbf{V_0 = 25}$ **m/seg.**

Problema 2
Un automóvil de 950 kg. Que se mueve a 40 m/seg. Frena en forma constante y en 4 seg. cambia su velocidad a 10 m/seg. Calcular la magnitud de la fuerza que lo detiene?

$V_0 = 40$ m/seg
$V_F = 10$ m/seg
t = 4 seg

$V_f = V_0 - a * t$

$$a = \frac{V_0 - V_F}{t} = \frac{40 - 10}{4} = \frac{30}{4} = 7,5 \frac{m}{seg^2}$$

F = m * a
F = 950 kg * 7,5 m/seg^2

F = 7125 Newton

$\Delta C = I = F * t$
$C - C_0 = F * t$

Pero: $C = m * v_0$ $C_0 = m * v_F$
$m * v_0 - (m * v_F) = F * t$

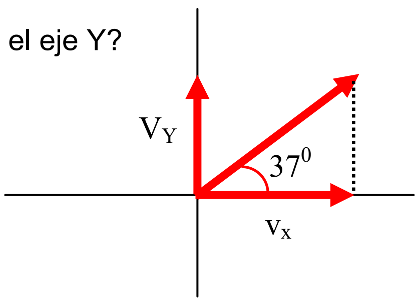
(950 * 40) - (950 * 10) = F * 4

38000 – 9500 = F * 4

28500/4 = F

F = 7125 Newton

Problema 3
Un objeto de 5 kg. Tiene una velocidad de 10 m/seg. Que forma un ángulo de 37^0 con el eje X
a) Cual es su cantidad de movimiento
b) Cual es su cantidad de movimiento en el eje X y en el eje Y?



$V_X = v * \cos 37 = 10 * \cos 37$
$\mathbf{V_X = 8}$ **m/seg**

$V_Y = v * \text{sen } 37 = 10 * \text{sen } 37$
$\mathbf{V_Y = 6}$ **m/seg**

Cual es su cantidad de movimiento
C = m * v
C = 5 * 10 = 50 Kg m/seg

Cual es su cantidad de movimiento en el eje X
$C = m * v_X$
C = 5 * 8 = 40 Kg m/seg

Cual es su cantidad de movimiento en el eje Y
$C = m * v_Y$
$C = 5 * 6 = 30$ Kg m/seg

Problema 4
Un objeto tiene una energía cinética de 300 julios y una cantidad de movimiento de 60 kg* m/seg. Calcular la masa del objeto?

$$E_C = \frac{1}{2} * m * v^2 = \frac{1}{2}(m * v)v$$

Pero C = m * v

$$E_C = \frac{1}{2} * m * v^2 = \frac{1}{2}(m * v)v = \frac{1}{2}(C) * v$$

$$v = \frac{2\,E_C}{C} = \frac{2 * 300 \text{ julios}}{60 \text{ kg} \frac{m}{seg}} = 10 \frac{m}{seg}$$

C = m * v

$$m = \frac{C}{v} = \frac{60 \text{ Kg} \frac{m}{seg}}{10 \frac{m}{seg}} = 6 \text{ Kg}$$

Problema 5
Un taco de billar le pega a una bola, ejerciendo una fuerza media de 50 Newton durante 10 milisegundos Si la bola tiene una masa de 0,5 kg. Que velocidad adquiere después del impacto?

1 seg. $\longrightarrow$ 1000 mseg
x $\longrightarrow$ 10 mseg

$$x = \frac{1 \text{ seg} * 10 \text{ mseg}}{1000 \text{ mseg}} = 0{,}01 \text{ seg}$$

F = m * a
Pero F = 50 Newton, m = 0,5 kg.

$$a = \frac{F}{m} = \frac{50 \text{ Newton}}{0{,}5 \text{ kg}} = 100 \, {}^{m}\!/_{seg^2}$$

$\cancel{V_f}^{\,0} = V_0 - a * t$

$V_0 = a * t$

$V_0 = 100 * 0{,}01$

$\mathbf{V_0 = 1}$ **m/seg.**

Problema 6
Una bola de masa **m** y rapidez **v** pega perpendicularmente contra una pared y rebota con la misma rapidez. Si el tiempo que dura el choque es **t.** Cual es la fuerza de la bola ejercida por la pared?

$\Delta C = I = F * t$

$C - C_0 = F * t$

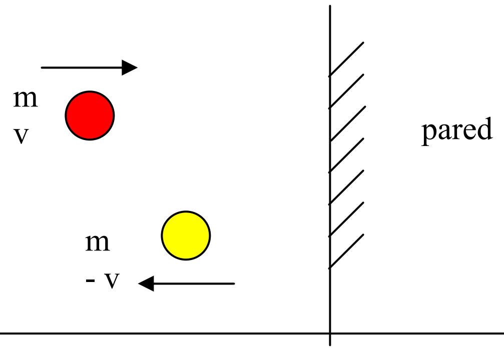
Pero: $C = m * v \quad C_0 = - m * v$

$m * v \;\; - (- m * v) = F * t$

$m * v \;\; + m * v \;\; = F * t$

$2 m * v \;\; = F * t$

$$F = \frac{2 m * v}{t}$$

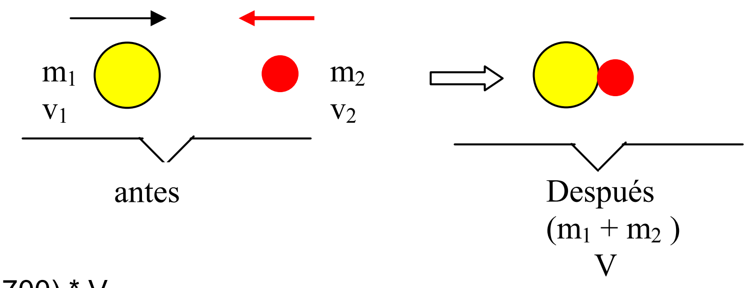


Problema 7

Un camión de carga de 30000 kg que viaja a 10 m/seg choca contra un automóvil de 700 kg que viaja en dirección opuesta a 25 m/seg, si quedan unidos después del choque. A que rapidez y en que dirección se moverán.

$m_1 = 30000$ kg
$v_1 = 10$ m/seg

$m_2 = 700$ kg
$v_2 = 25$ m/seg



$(m_1 * v_1) - (m_2 * v_2) = (m_1 + m_2) * V$

$(30000 * 10) - (700 * 25) = (30000 + 700) * V$

$(300000) - (17500) = (30700) * V$

$282500 = 30700 * V$

V= 20,9 m/seg en la dirección del camión

Problema 8

Una bola de 0,5 kg que viaja a 6 m/seg choca frontalmente con otra de 1 kg que viaja en dirección opuesta a – 12 m/seg La velocidad de la primera bola después de la colisión es de -14 m/seg Cual es la velocidad de la segunda bola?

$m_1 = 0{,}5$ Kg

$v_{1a} = 6$ m/seg

$v_{1d} = -14$ m/seg

$m_2 = 1$ Kg

$v_{2a} = -12$ m/seg

$v_{2d} =$????

$(m_1 * v_{1a}) + (m_2 * v_{2a}) = (m_{1d}) v_{1d} + (m_{2d}) v_{2d}$

$(0{,}5 * 6) + (1 * -12) = (0{,}5) * (-14) + (1) * v_{2d}$

$(3) - (12) = -7 + v_{2d}$

$3 - 12 + 7 = v_{2d}$

v_{2d} = - 2 m/seg.

Problema 9

Una partícula de masa **m** tiene una velocidad **V.** Otra partícula de masa **3m** tiene una velocidad de **2V.** Cuantas veces es la cantidad de movimiento de la segunda respecto de la primera. Cuantas veces es la energía cinética de la segunda respecto de la primera?

Pero: $m_1 = m$ $V_1 = V$ $m_2 = 3m$ $V_2 = 2V$

Cuantas veces es la cantidad de movimiento de la segunda respecto de la primera.

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{m_2\ V_2}{m_1\ V_1} = \frac{3m * 2V}{m * V} = 6$$

Cuantas veces es la energía cinética de la segunda respecto de la primera?

$$\frac{E_{C2}}{E_{C1}} = \frac{\frac{1}{2}\ m_2 * (V_2)^2}{\frac{1}{2}\ m_1 * (V_1)^2} = \frac{\frac{1}{2}(3m)\ (2V)^2}{\frac{1}{2}(m)\ (V)^2} = \frac{(3m)\left(4V^2\right)}{m * V^2} = 12$$

Problema 10 Un fusil de 6 kg dispara una bala de 100 gr con una velocidad de 900 m/seg Cual es la velocidad de retroceso del fusil?

Pero: $m_b = 100gr = 0{,}1$ Kg $V_f = 6$ Kg. $V_b = 900$ m/seg.

$C_{bala} = C_{fusil}$

$m_b * V_b = m_f * (- V_f)$

$(0{,}1) * 900 = (6) * (- V_f)$

$90 = - 6\ V_f$

$V_f = - 90/6$

$V_f = - 15$ m/seg.

Problema 11

Un cuerpo con energía cinética **E** verifica un choque perfectamente inelástico con un segundo cuerpo de igual masa inicialmente en reposo. Cual es la energía después del choque?

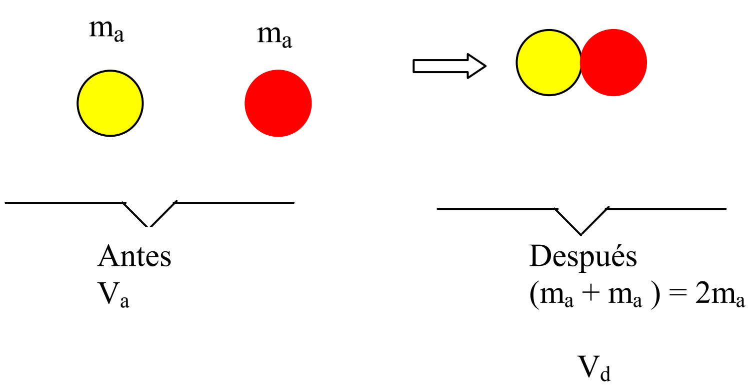
$C_{antes} = C_{despues}$

$m_a * V_a = m_d * V_d$

$m_a * V_a = 2\ m_a * V_d$

$$V_d = \frac{m_a * V_a}{2\ m_a} = \frac{V_a}{2}$$

$$V_d = \frac{V_a}{2}$$



Energía cinética antes

$$E_{C_a} = \frac{1}{2} * m_a * v_a^2$$

Energía cinética después

$$E_{C_d} = \frac{1}{2} * m_d * (v_d)^2 = \frac{1}{2} * (2m_a) * (\frac{V_a}{2})^2 = \frac{1}{2}\left(\frac{2\ m_a * (V_a)^2}{4}\right) = \frac{1}{2}\left(\frac{m_a * (V_a)^2}{2}\right)$$

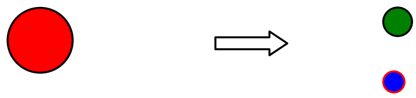
$E_{C_d} = \frac{1}{2}\left(E_{C_a}\right)$

Problema 12

Una granada de 5 kg en reposo explota en dos partes. Una de ella de masa de 3 kg sale disparada con velocidad de 10 m/seg. ¿Cuál es la velocidad de la otra parte?

Rta. -15 m/seg.

$C_{antes} = C_{despues}$



$0 = m_1 * V_1 + m_2 * V_2$

$0 = 3 * 10 + 2 * V_2$

$2 * V_2 = - 30$

$V_2 = - 15$ m/seg.

Problema 8.2 Sears – zemansky

a) Cual es la cantidad de movimiento de un camión de 10 toneladas cuya velocidad es 50 km/hora. A que velocidad tendrá un camión de 5 toneladas
b) La misma cantidad de movimiento?
c) La misma energía cinética?

$$V = 50 \frac{km}{hora} * \frac{1000\ m}{1\ km} * \frac{1\ hora}{3600\ seg} = \frac{50000}{3600} \frac{m}{seg}$$

V = 13,888 m/seg.

$$m = 10\ ton * \frac{1000\ kg}{1\ ton} = 10000\ kg$$

m = 10000 kg.

Pero: C = m * v

C = 10000 kg * 13,888 m/seg

C = 13888,88 kg m/seg

b) Si tiene la misma cantidad de movimiento cual será la velocidad del camión de 5 toneladas de masa?

m_1 = masa del camión de 5 toneladas

m_1 = 5000 kg.

V_1 = Velocidad del camión de 5 toneladas de masa

C = 13888,88 kg m/seg

$$V_1 = \frac{C}{m} = \frac{13888,88}{5000} = 27,77 \frac{m}{seg}$$

Si tiene la misma energía cinética, cual será la velocidad del camión de 5 toneladas de masa?

$E_C = \frac{1}{2} * m * v^2$ Energía cinética del camión de 10000 kg.

$E_{C1} = \frac{1}{2} * m_1 * v_1^2$ Energía cinética del camión de 5000 kg.

$E_C = E_{C1}$

$$\frac{1}{2} m V^2 = \frac{1}{2} * m_1 * v_1^2$$

Cancelando términos semejantes

$$m V^2 = m_1 * v_1^2$$

$$10000 * (13{,}8888)^2 = 5000 * v_1^2$$

$$2 * (13{,}8888)^2 = v_1^2$$

$$385{,}753 = v_1^2$$

$$V_1 = \sqrt{385{,}753}$$

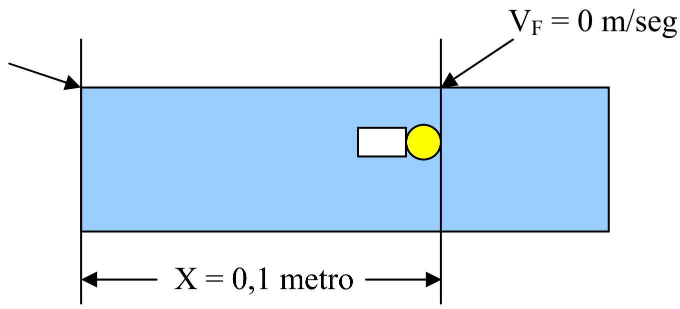
V_1 = 19,64m/seg

$$V_1 = 19{,}64 \frac{m}{seg} * \frac{1\,km}{1000\,m} * \frac{3600\,seg}{1\,hora} = 70{,}7 \frac{km}{hora}$$

Problema 8.3 Sears – zemansky

Un proyectil de masa de 0,05 kg que se mueve con una velocidad de 400 m/seg. Penetra una distancia de 0,1 metro en un bloque de madera firmemente sujeto al suelo. Se supone que la fuerza desaceleradota es constante. Calcular:

a) La desaceleración?
b) La fuerza desaceleradora?
c) El tiempo que dura la desaceleración?
d) Impulsión del choque. Compárese la respuesta del apartado d) con la cantidad de movimiento inicial del proyectil?



m = 0,05 kg V_0 = 400 m/seg

a) La desaceleración?

$(\overset{0}{\cancel{V_F}})^2 = (V_0)^2 - 2\,a\,X$ (El signo es negativo por que el conjunto va perdiendo velocidad hasta que sea cero).

$0 = (V_0)^2 - 2\,a\,X$

$(V_0)^2 = 2\,a\,X$

$$a = \frac{(V_0)^2}{2\,X} = \frac{(400)^2}{2 * 0{,}1} = \frac{160000}{0{,}2} = 800000 \frac{m}{seg^2}$$

b) La fuerza desaceleradora?

F = m * a

F = 0,05 * 800000

F = 40000 Newton

c) El tiempo que dura la desaceleración?

$V_F = V_0 - a\ t$ (El signo es negativo por que el conjunto va perdiendo velocidad hasta que sea cero).

$0 = 400 - 800000 * t$

$$t = \frac{400}{800000} = \frac{4}{8000} = 0{,}5 * 10^{-3} \text{ seg}$$

d) Impulsión del choque. Compárese la respuesta del apartado d) con la cantidad de movimiento inicial del proyectil?

I = F * t

I = 40000 Newton * 0,5 * 10^{-3} seg

I = 20 Newton * seg

Respuestas a las preguntas rápidas

Pregunta 9.1 SERWAY SEIS.
Dos objetos tienen energía cinética iguales. ¿Cómo se comparan las magnitudes de sus cantidades de movimiento?

a) $p_1 < p_2$

b) $p_1 = p_2$

c) $p_1 > p_2$

d) No hay suficiente información

(d) Dos cuerpos idénticos ($m_1 = m_2$) que se desplazan misma rapidez ($V_1 = V_2$) tienen las mismas energías cinéticas y las mismas magnitudes de cantidad de movimiento. También es posible, sin embargo, para combinaciones particulares de masas y velocidades satisfacer $K_1 = K_2$ pero no $P_1 = P_2$. Por ejemplo un cuerpo de 1 kg que se mueva a 2 m/s tiene la misma cinética que un cuerpo de 4 kilos que se mueva a 1 m/s, pero es evidente que los dos no tienen las mismas cantidades miento. En vista que no tenemos información acerca de masas y magnitudes de rapidez, no podemos escoger entre a), b) o (c).

Pregunta 9.2 SERWAY SEIS.
El maestro de educación física lanza a usted, lector, una pelota de béisbol a cierta rapidez y usted la atrapa. El maestro le lanza a continuación una bola de medicina cuya masa es diez veces la de la pelota de béisbol. Usted tiene las siguientes opciones: Puede hacer que le lancen LA BOLA DE MEDICINA con a) La misma rapidez que la pelota de béisbol.
b) La misma cantidad de movimiento
c) La misma energía cinética
Clasifique estas opciones de la mas fácil a la mas difícil de atrapar.

(b), (c), (a) Cuanto más lenta sea la bola, más fácil es atraparla. Si la cantidad de movimiento de la bola de medicina es la misma que la cantidad de movimiento de la pelota de béisbol, la rapidez de la bola de medicina debe ser 1/10 de la rapidez de la pelota de béisbol debido a que la bola de medicina tiene 10 veces la masa. Si las energías cinéticas son iguales, la rapidez de la bola de medicina debe ser $\frac{1}{\sqrt{10}}$ de la rapidez de la pelota de béisbol debido al término cuadrado de la rapidez de la ecuación para *K* La bola de medicina es más difícil de atrapar cuando tiene la misma rapidez que la pelota de béisbol.

Pregunta 9.3 SERWAY SEIS.
Se suelta una pelota y esta cae hacia el suelo sin resistencia del aire. El sistema aislado para el que se conserva la cantidad de movimiento es:

a) la pelota
b) la tierra
c) la pelota y la tierra.
d) imposible de determinar.

Respuesta:
(c) La pelota y la Tierra ejercen fuerzas una sobre la otra, de modo que ninguna es un sistema aislado. Debemos incluir ambas en el sistema para que la fuerza de interacción sea interna al sistema.

Pregunta 9.4 SERWAY SEIS.
Un auto y un gran camión que viajan a la misma rapidez chocan de frente y quedan unidos. ¿Cuál vehículo experimenta el mayor cambio en la magnitud de su cantidad de movimiento? a) El auto
b) El camión
c) El cambio en la magnitud de la cantidad de movimiento es igual para ambos.
d) Imposible de determinar.

Respuesta:
(d) De la ecuación 9.4, si $P_1 + P_2$ = constante, entonces se deduce que $\Delta P_1 + \Delta P_2 = 0$ y $\Delta P_1 = -\Delta P_2$. Mientras el cantidad de movimiento sea el mismo, el cambio en la velocidad no es más grande para el auto.

Pregunta 9.5 SERWAY SEIS.

(c) y (e) El cuerpo 2 tiene una mayor aceleración debido a su menor masa. Por lo tanto, toma menos tiempo recorrer la distancia *d.* Aun cuando la fuerza aplicada a los cuerpos 1 y 2 es la misma, el cambio en cantidad de movimiento es menor para el cuerpo 2 porque, Δt es menor. El trabajo $W = Fd$ realizado sobre ambos cuerpos es el mismo porque F y d son iguales en los dos casos. Por lo tanto, $K_1 = K_2$.

Pregunta 9.6 SERWAY SEIS.

(b) y (d). El mismo impulso se aplica a ambos cuerpos, de modo que experimentan el mismo cambio en cantidad de movimiento. El cuerpo 2 tiene una mayor aceleración debido a su menor masa. Por lo tanto, la distancia que el cuerpo 2 cubre en el intervalo Δt es mayor que la distancia para el cuerpo 1. En consecuencia, se realiza más trabajo sobre el cuerpo 2 y $K_2 > K_1$

Pregunta 9.7 SERWAY SEIS.

(a) Los tres son iguales. Como el pasajero pasa de la rapidez inicial del auto a un alto total, el cambio en cantidad de movimiento (igual al impulso) es igual, sin importar qué detenga al pasajero.
(b) El tablero, el cinturón de seguridad, la bolsa de aire. El tablero detiene al pasajero muy rápidamente en un choque de frente, lo cual resulta en una fuerza muy grande. El cinturón de seguridad toma más tiempo, de modo que la fuerza es menor. Utilizada junto con el cinturón de seguridad, la bolsa de aire prolonga más aún el tiempo de frenado del pasajero, notablemente para su cabeza, que de otra forma se mueve violentamente hacia delante.

Pregunta 9.8 SERWAY SEIS.
En una colisión unidimensional perfectamente inelástica entre dos objetos. ¿Qué condición única es necesaria para que toda la energía cinética inicial del sistema desaparezca después de la colisión? ‘
a) Los objetos deben tener cantidades de movimiento con la misma magnitud pero direcciones opuestas.

b) Los objetos deben tener la misma masa
c) Los objetos deben tener la misma velocidad
d) Los objetos deben tener la misma rapidez, con vectores de velocidad en direcciones opuestas.

(a) Si se transforma toda la energía cinética inicial, entonces nada se mueve después de la colisión. En consecuencia, la cantidad final de movimiento del sistema es necesariamente cero y, por lo tanto, la cantidad inicial de movimiento del sistema debe ser cero. Mientras (b) y (d) *juntas* satisfacen las condiciones, ninguna lo haría *por sí sola.*

Pregunta 9.9 SERWAY SEIS.
Una pelota de tenis de mesa es lanzada a una bola de boliche estacionaria. La pelota de tenis de mesa sufre una colisión elástica en una dimensión y rebota hacia atrás a lo largo de la misma línea. Después de la colisión, en comparación con la bola de boliche, la pelota de tenis de meas tiene:
a) Una magnitud mayor de cantidad de movimiento y más energía cinética.
b) Una menor cantidad de movimiento y más energía cinética.
c) Una mayor magnitud de cantidad de movimiento y menos energía cinética.
d) Una menor magnitud de cantidad de movimiento y menos energía cinética.
e) La misma magnitud de cantidad de movimiento y la misma energía cinética.

Respuesta:
(b) Debido a que se conserva la cantidad de movimiento del sistema formado por la pelota de tenis de mesa y la bola de boliche, $P_{Ti} + 0 = P_{Tf} + P_B$. Como la pelota de tenis de mesa rebota en la mucho más grande bola de boliche con aproximadamente la misma rapidez, $p_{Tf} = - P_{Ti}$. Como consecuencia, $P_B = 2\ P_{Ti}$. La energía cinética se puede expresar como $K = p^2/2m$. Debido a la masa mucho más grande de la bola de boliche, su energía cinética es mucho mayor que la de la pelota de tenis de mesa.

Pregunta 9.10 SERWAY SEIS.
Un bate de béisbol se corta en la ubicación de su centro de masa, como se muestra en la figura 9.20. La parte con la menor masa es:
a) La parte de la derecha
b) La parte de la izquierda
c) Ambas partes tienen la misma masa.
d) Imposible de determinar.

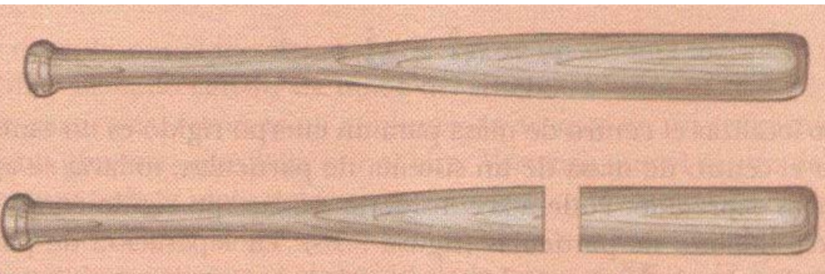
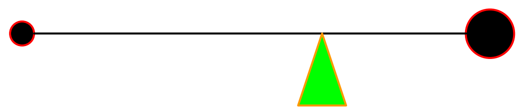


Figura 9.20 (Pregunta Rápida 9.10) Bat de béisbol cortado en la ubicación de su centro de masa.

Respuesta:
(b) La parte de donde se sujeta el bat tendrá menos masa que la parte del extremo del bat. Para ver por qué esto es así, tome el origen de coordenadas como el centro de masa antes de cortar el bat. Sustituya cada parte cortada con una pequeña esfera situada en el centro de masa de cada parte. La esfera que represente la pieza donde se sujeta el bat está más lejos del origen, pero el producto de menos masa y mayor distancia balancea el producto de mayor masa y menos distancia para la parte del extremo:



Pregunta 9.11 SERWAY SEIS.
Los veraneantes de un barco crucero están ansiosos por llegar a su siguiente destino. Deciden tratar de acelerar el barco al reunirsen en la proa (el frente) y correr todos a un tiempo hacia la popa (atrás) del barco. Cuando están corriendo hacia la popa, la rapidez del barco es:
a) más alta de lo que era antes
b) no cambia
c) mas baja que antes
d) imposible de determinar.

Respuesta:
(a) Éste es el mismo efecto que el nadador que se lanza de la balsa que acabamos de ver. El sistema barco-pasajeros está aislado. Si los pasajeros empiezan todos a correr en una dirección, la rapidez del barco aumenta (muy *poco)* en la otra dirección.

Pregunta 9.12 SERWAY SEIS.
Los veraneantes de la pregunta 9.11 paran de correr cuando llegan a la popa del barco. Una vez que han dejado de correr, la rapidez del barco es:
a) mas alta de lo que era antes que empezaran a correr
b) No hay cambio respecto a lo que era antes que empezaran a correr
c) Mas baja de lo que era antes que empezaran a correr
d) Imposible de determinar.

Respuesta:
(b) Una vez que dejen de correr, la cantidad de movimiento del sistema es igual a la que era antes que empezaran a correr; no se puede cambiar la cantidad de movimiento de un sistema aislado por medio de fuerzas internas. En caso que se piense que los pasajeros podrían hacer esto una y otra vez para aprovechar el aumento en rapidez *mientras estén corriendo,* recuerde que van a reducir la velocidad del barco cada vez que regresen a la proa.

PREGUNTAS CAPITULO SEIS SERWAY

Pregunta 19. Tres pelotas son lanzadas simultáneamente al aire. ¿Cuál es la aceleración del centro de masa de ellas cuando están en movimiento?

Pregunta 20. Una persona balancea una regla graduada en posición horizontal sobre los dedos índices extendidos de sus dos manos, y luego junta lentamente sus dedos. La regla permanece balanceada y los dos dedos siempre se encuentran en la marca de 50 cm, sin importar sus posiciones originales. (j inténtelo!) Explique.

Pregunta 21. Es frecuente que la NASA utilice la gravedad de un planeta para "lanzar" una sonda a su ruta hacia un planeta más distante. La interacción del planeta y la nave espacial es una colisión en la que los objetos no se tocan. ¿Cómo es posible que la sonda aumente su rapidez en esta forma?

Pregunta 22. La Luna gira alrededor de la Tierra. Modele su órbita como circular. ¿Se conserva la cantidad de movimiento lineal de la Luna? ¿Se conserva su energía cinética?

Pregunta 23. Un huevo crudo que se deje caer al piso se rompe al impacto. No obstante, un huevo crudo que se deje caer sobre un grueso colchón de caucho celular desde una altura de 1 m rebota sin romperse. ¿Por qué es esto posible? Si el estudiante intenta este experimento, asegúrese de atrapar el huevo después de su primer rebote.

Pregunta 24. ¿Puede el centro de masa de un objeto estar localizado en posición en la que no haya masa? Si es así, dé ejemplos.

Pregunta 25. Un malabarista lanza tres bolas en un ciclo continuo. Cualquiera de ellas está en contacto con sus manos durante un quinto tiempo. Describa el movimiento del centro de masa de las bolas. ¿Qué fuerza promedio ejerce el malabarista sobre una mientras la toca?

Pregunta 26. ¿Acelera el centro de masa de un cohete en el espacio libre? explique. ¿Puede la velocidad de un cohete rebasar la rapidez de escape del combustible? Explique.

Pregunta 27. A principios del siglo xx, Robert Goddard propuso enviar un cohete a la Luna. Sus críticos argumentaron que en el vacío, como el que existe entre la Tierra y la Luna, los gases emitidos por el cohete no tendrían nada contra qué empujar para impulsar el cohete. Según la revista *Scientific American* (enero de 1975), Goddard colocó una pistola en un vacío y con ella disparo un cartucho de salva. (Un cartucho de salva no tiene balas y dispara sólo el relleno y gases calientes producidos por la pólvora), ¿ que ocurrió cuando disparó el arma?

Pregunta 28. Explique cómo podría usarse un globo aerostático para demostrar el mecanismo que hace posible la propulsión de cohetes.

Pregunta 29. Sobre el tema de las siguientes posiciones, exprese el lector su propio punto de vista y explique para apoyarlo.
(a) La mejor teoría del movimiento es que la fuerza produce aceleración,
b) La verdadera medida de la efectividad de una fuerza es el trabajo que ésta realiza, y la mejor teoría del movimiento es que el trabajo realizado sobre un objeto cambia su energía.
(c) La verdadera medida del efecto de una fuerza es el impulso, y la mejor teoría de movimiento es que el impulso aplicado en un objeto cambia su cantidad de movimiento.