

# PROBLEMAS RESUELTOS MOVIMIENTO LINEAL Y CHOQUES

## CAPITULO 9 FISICA TOMO 1

Cuarta quinta y sexta edición

**Raymond A. Serway**

### MOVIMIENTO LINEAL Y CHOQUES

- 9.1 Momento lineal y su conservación
- 9.2 Impulso y momento
- 9.3 Colisiones
- 9.4 Choques elásticos e inelásticos en una dimensión
- 9.5 Colisiones bidimensionales
- 9.6 El centro de masa
- 9.7 Movimiento de un sistema de partículas
- 9.8 Propulsión de cohetes

Erving Quintero Gil  
Ing. Electromecánico  
Bucaramanga – Colombia  
2007

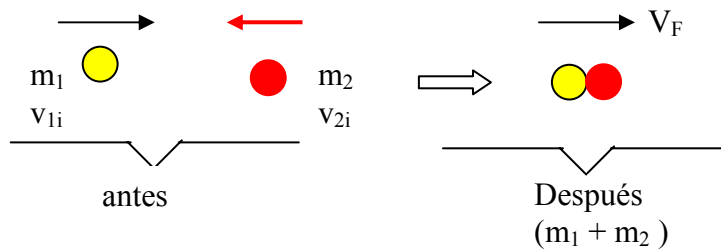
[quintere@hotmail.com](mailto:quintere@hotmail.com)  
[quintere@gmail.com](mailto:quintere@gmail.com)  
[quintere2006@yahoo.com](mailto:quintere2006@yahoo.com)

# 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**

$$(m_1 + m_2) * V_F = 0$$

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

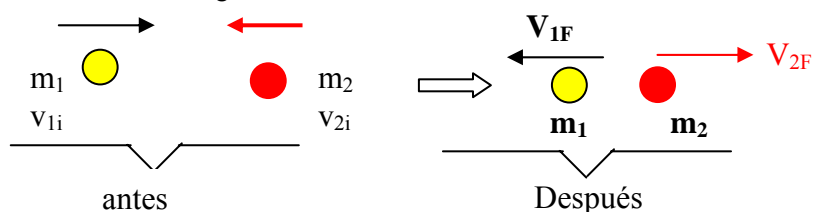
Al despejar la velocidad final  $V_F$  tenemos:

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

## 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  $\frac{1}{2}$  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

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

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

Factorizando la diferencia de cuadrados

$$m_1 (V_{1i} - V_{1f})(V_{1i} + V_{1f}) = m_2 (V_{2f} - V_{2i})(V_{2f} + V_{2i}) \quad \text{Ecuación 1}$$

De la ecuación de cantidad de movimiento

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

Ordenando

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

$$m_1 (V_{1i} - V_{1F}) = m_2 (V_{2F} - V_{2i}) \quad \text{Ecuación 2}$$

**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

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

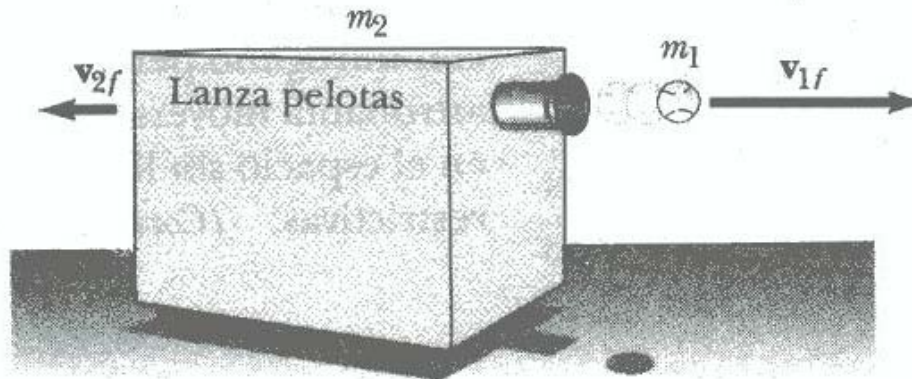
$$V_{1i} - V_{2i} = V_{2F} - V_{1F}$$

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

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

## 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**

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

$$0,15 * 36 + (50 * V_{2F}) = 0$$

$$0,15 * 36 + (50 * V_{2F}) = 0$$

$$5,4 + (50 * V_{2F}) = 0$$

$$(50 * V_{2F}) = - 5,4$$

$$V_{2F} = \frac{- 5,4}{50} = -0,108 \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

$$V_{2F} = - 0,108 \text{ m/seg.}$$

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

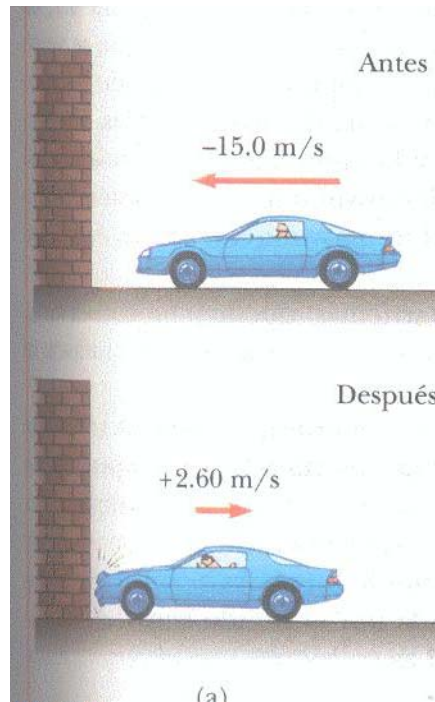
En términos de la tercera Ley de Newton, para toda fuerza (hacia la izquierda) sobre la maquina lanzadora hay una fuerza igual pero opuesta (a la derecha) sobre la bala. Debido a que la maquina lanzadora tiene mas masa que la pelota, la aceleración y la velocidad de la maquina lanzadora es mas pequeño 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  $V_i = -15 \text{ m/seg}$ . La velocidad final  $V_f = -15 \text{ m/seg}$ .

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



$m = 1500 \text{ kg}$ .  $V_i = -15 \text{ m/seg}$ .  $V_f = 2,6 \text{ m/seg}$ .

Momento inicial

$$P_i = m V_i$$

$$P_i = 1500 * (-15)$$

$$P_i = -22500 \text{ kg. m/seg.}$$

Momento final

$$P_f = m V_f$$

$$P_f = 1500 * (-2,6)$$

$$P_f = 3900 \text{ kg. m/seg.}$$

Por lo tanto el impulso es:

$$I = \Delta P = P_f - P_i$$

$$I = 3900 - (-22500)$$

$$I = 3900 + 22500$$

$$I = 26400 \text{ Newton * seg.}$$

la fuerza promedio ejercida sobre el automóvil es:

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

$$F_{\text{prom}} = 176000 \text{ Newton}$$

### 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.

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

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

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

**$V_F = 6,66$  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.

$$m_1 * v_{1i} + m_2 * v_{2i} = m_T v_F$$

$$m_2 * v_{2i} = m_T v_F$$

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

**$v_F = 13,33 \text{ m/seg.}$**

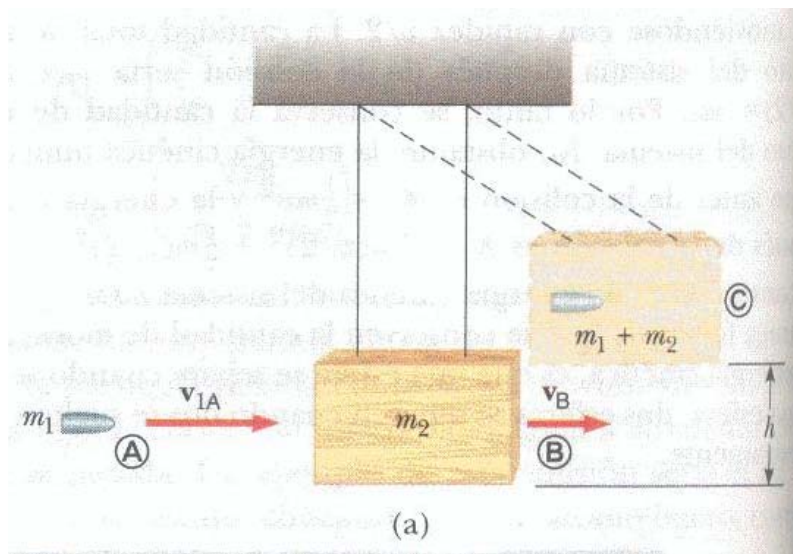
QUE ES EN VERDAD MAS ALTA QUE LA VELOCIDAD FINAL PREVIA.

### 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:

$$K = \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v_F^2 \quad \text{(ECUACION 1)}$$



#### 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.

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

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

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

**Elevando al cuadrado ambas expresiones**

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

**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 balístico suponga que  $h = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ metros}$

$m_1 = \text{Masa de la bala} = 5 \text{ gr.} = 0,005 \text{ kg.}$

$m_2 = \text{masa del bloque de madera} = 1 \text{ kg.}$

Encuentre:

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

b) La pérdida de energía por el choque.

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

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

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

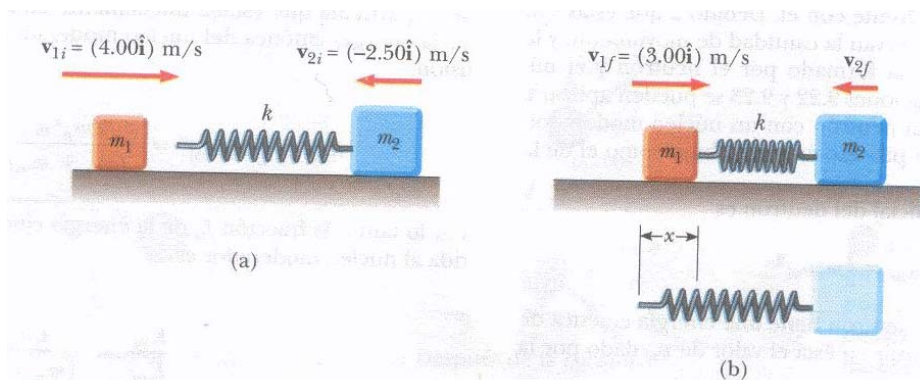
$$V_{1i} = \frac{(1,005) * 0,9899}{0,005} = \frac{0,9948}{0,005} = 198,96 \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

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

### UN CHOQUE DE DOS CUERPOS CON UN RESORTE

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

a) En el instante en el que  $m_1$  se mueve hacia la derecha con una velocidad de  $3 \text{ m/seg}$  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.

$V_{2f} = 0$

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

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

$$6,4 - 5,25 = 1,6 V_{1f}$$

$$1,15 = 1,6 V_{1f}$$

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

$V_{1f}$  = 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  $\frac{1}{2}$  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.  $V_{2f} = 0$

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

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

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

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

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

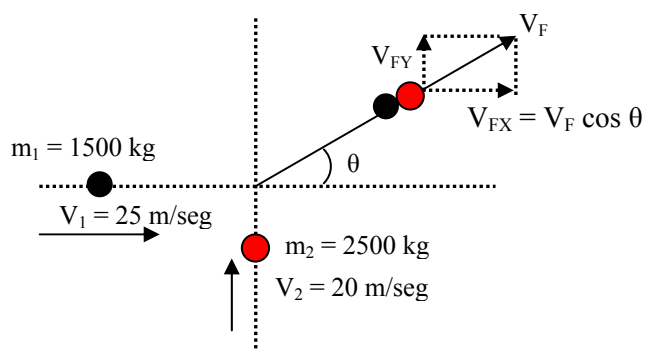
$$37,92 = 600 X^2$$

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

**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 cruce 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

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

**Movimiento en el eje X antes del choque.**

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

$m_1 = 150 \text{ kg}$ .

$V_1 = 25 \text{ m/seg}$

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

$$\mathbf{P_{iX} = 37500} \quad \mathbf{Ecuación 1}$$

#### **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.

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

$$m_1 = 1500 \text{ kg. } m_2 = 2500 \text{ kg.}$$

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

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

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

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

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

Igualando la Ecuación 1 y la Ecuación 2 (La cantidad total de movimiento en la dirección del eje X se conserva podemos igualar las ecuaciones).

$$\mathbf{P_{iX} = 37500}$$

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

$$\mathbf{37500 = (4000) * V_F \cos \theta} \quad \mathbf{Ecuación 3}$$

#### **Movimiento en el eje Y antes del choque.**

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

$$m_2 = 2500 \text{ kg.}$$

$$V_2 = 20 \text{ m/seg}$$

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

$$\mathbf{P_{iY} = 50000} \quad \mathbf{Ecuación 4}$$

#### **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.

$$V_{FY} = V_F \sin \theta \text{ (Ver grafica)}$$

$$m_1 = 1500 \text{ kg. } m_2 = 2500 \text{ kg.}$$

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

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

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

$$P_{FY} = (1500 + 2500) * V_F \sin \theta$$

$$\mathbf{P_{FY} = (4000) * V_F \sin \theta} \quad \mathbf{Ecuación 5}$$

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

$$\mathbf{P_{iY} = 50000}$$

$$\mathbf{P_{FY} = (4000) * V_F \sin \theta}$$

$$\mathbf{50000 = (4000) * V_F \sin \theta} \quad \mathbf{Ecuación 6}$$

**Dividiendo Ecuación 6 con la Ecuación 3**

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

**Cancelando términos semejantes.**

$$\frac{50000}{37500} = \frac{\sin \theta}{\cos \theta} = \operatorname{tg} \theta$$

$$1,333 = \operatorname{tg} \theta$$

$$\theta = \operatorname{arc} \operatorname{tg} 1,333$$

$$\theta = 53,1^\circ$$

Reemplazando en la Ecuación 3, para hallar la velocidad final

$$37500 = (4000) * V_F \cos \theta \quad \text{Ecuación 3}$$

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

$$V_F = 15,61 \text{ m/seg.}$$

**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.

$$v = (3i - 4j)$$

$$m = 3 \text{ kg.}$$

$$I = \text{Impulso} = m * v$$

$$I = \text{Impulso} = 3 \text{ kg.} * (3i - 4j) \text{ m/seg.}$$

$$I = (9i - 12j) \text{ kg. m/seg.}$$

$$I_x = 9 \text{ kg. m/seg.}$$

$$I_y = -12 \text{ kg. m/seg.}$$

$$I = \sqrt{(I_x)^2 + (I_y)^2}$$

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

$$I = 15 \text{ kg. m/seg.}$$

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{I_y}{I_x} = \frac{-12}{9} = -1,333$$

$$\Theta = \operatorname{arc} \operatorname{tg} (-1,333)$$

$$\Theta = -53^\circ$$

**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?

$$m_B = \text{masa del boliche} = 7 \text{ kg.}$$

$$V_B = \text{Velocidad del boliche} = 3 \text{ m/seg.}$$

$m_p =$  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

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

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

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

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

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.**

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

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

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

$$(V_3)^2 = 112,5 \text{ m/seg.}$$

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

$$V_3 = 10,6 \text{ m/seg.}$$

Cantidad de movimiento en el punto medio =  $m_1 * V_3$

Cantidad de movimiento en el punto medio =  $0,1 \text{ kg.} * 10,6 \text{ m/seg.}$

**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?

$I = \text{Impulso} = F * t = 2 \text{ Newton} \cdot \text{seg.}$

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

### 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.

$m_n = \text{masa del niño} = 40 \text{ Kg.}$

$V = \text{Velocidad de retroceso del hielo}$

$m_p = \text{masa de la piedra} = 0,5 \text{ Kg.}$

$V_p = \text{Velocidad de la piedra} = 5 \text{ m/seg.}$

$$m_n * V = - m_p * V_p$$

$$40 * V = - 0,5 * 5$$

$$40 V = - 2,5$$

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

### 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?

$m = 60 \text{ gr.} = 0,06 \text{ kg.}$

$V_{ia} = \text{Velocidad inicial antes} = 0$

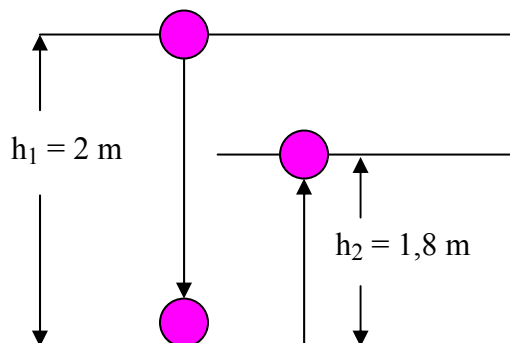
$V_{Fa} = \text{Velocidad final antes}$

$h_1 = \text{altura que se deja caer la pelota.} = 2 \text{ m}$

$V_{id} = \text{Velocidad inicial después}$

$V_{Fd} = \text{Velocidad final después} = 0$

$h_2 = \text{altura que rebota la pelota.} = 1,8 \text{ m}$



**Se halla la velocidad con la cual la pelota choca en el suelo.**

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



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

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

$V_{Fa} = - 6,2609 \text{ m/seg}$  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.

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

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

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

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

$$\Delta P = 0,731 \text{ kg} * \text{m/seg.}$$

#### **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?

$m_b = \text{masa de la bala} = 3 \text{ gr.} = 0,003 \text{ Kg.}$

$V_b = \text{Velocidad de la bala} = 1500 \text{ m/seg.}$

$m_p = \text{masa de la pelota de béisbol} = 0,145 \text{ kg.}$

$V_p = \text{Velocidad de la pelota de béisbol}$

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.

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

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

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

$$I = \text{area 1} + \text{area 2} + \text{area 3}$$

$$I = 4 + 4 + 4 = 12 \text{ Newton . seg.}$$

b) la velocidad final de la partícula si inicialmente está en reposo, es decir  $V_0 = 0$   
 $m = 2 \text{ kg.}$

$$I = m * (V_F - V_0)$$

$$I = m * V_F$$

$$12 = 2 * V_F$$

$$V_F = 6 \text{ m/seg.}$$

c) su velocidad final si al principio se mueve a lo largo del eje x con una velocidad de  $V_0 = -2 \text{ m/s,}$   
y

$$V_F = V_0 + 6 \text{ m/seg.}$$

$$V_F = -2 + 6 \text{ m/seg.}$$

$$V_F = 4 \text{ m/seg.}$$

d) la fuerza promedio ejercida sobre la partícula en el espacio de tiempo  $t_i = 0$  a  $t_f = 5 \text{ seg.}$

$$\text{Impulso} = \text{Fuerza} * \text{tiempo}$$

$$\text{Impulso} = 12 \text{ Newton . seg.}$$

$$\text{tiempo} = 5 \text{ seg (Ver grafica)}$$

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

### 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 compartimento 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 vehículo.

$$F (\Delta t) = \Delta P = P_F - P_i = m V_F - m V_i$$

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

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

$$F = - 6436 \text{ Newton}$$

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:

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

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

$K$  = Energía cinética

$P$  = Momentum =  $m v$

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

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

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

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.

$$m = 0,15 \text{ kg.}$$

$$V_{ia} = \text{Velocidad inicial antes} = 0$$

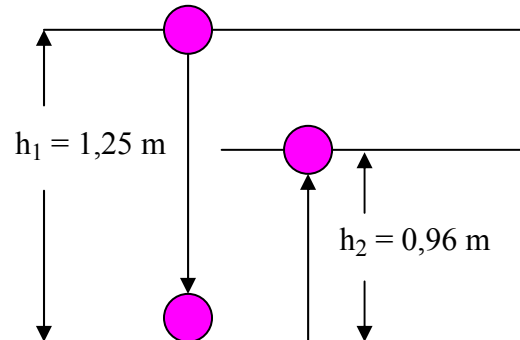
$$V_{Fa} = \text{Velocidad final antes}$$

$$h_1 = \text{altura que se deja caer la pelota.}$$

$$V_{id} = \text{Velocidad inicial después}$$

$$V_{Fd} = \text{Velocidad final después} = 0$$

$$h_2 = \text{altura que rebota la pelota.}$$



**Se halla la velocidad con la cual la pelota choca en el suelo.**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\Delta P = (0,15 * 4,3377) - (0,15 * (-4,9497))$$

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

$$\Delta P = 0,6506 + 0,7424$$

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

### 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?

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

$$\text{Pero } P_i = 0$$

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

$$m = 35 \text{ gr} = 0,035 \text{ kg}$$

$$I = m V_F$$

$$I = 0,035 \text{ kg} * 750 \text{ m/seg}$$

$$I = 26,25 \text{ kg m/seg}$$

(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.

$$I = F t$$

$$26,25 * 200 = F * 60 \text{ seg}$$

Despejando la fuerza

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

$$F = 87,5 \text{ Newton}$$

#### Problema 10 Serway cuatro.

- Si el momento de un objeto se duplica en magnitud. Que ocurre con su energía cinética?
- 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?

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

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

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

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

$$\Delta P = m V_F - m V_i$$

$$\Delta P = 0,15 * (0) - 0,15 * (15)$$

$$\Delta P = 0 - 2,25$$

$$\Delta P = - 2,25 \text{ kg} * \text{m/seg.} = I$$

$$I = F * t = - 2,25 \text{ Newton} * \text{seg}$$

$$F = \frac{I}{t} = \frac{- 2,25 \text{ Newton} * \text{seg}}{0,02 \text{ seg}} = \frac{225}{2} = - 112,5 \text{ kg} * \frac{\text{m}}{\text{seg}^2}$$

$$F = - 112,5 \text{ newton}$$

**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?

$$\text{Impulso (I)} = m * (V_F - V_O)$$

$$(V_F - V_O) = 5,2 \text{ m/seg} - 0 = 5,2 \text{ m/seg}$$

$$I = m * (V_F - V_O)$$

$$I = 70 * (5,2) = 364 \text{ kg} * \text{m/seg}$$

$$I = 364 \text{ kg} * \text{m/seg}$$

$$I = F * t$$

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

$$F = 437,5 \text{ newton}$$

**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.

$$\Delta P = m V_F - m V_i$$

$$\Delta P = 0,15 * (50) - 0,15 * (-40)$$

$$\Delta P = 7,5 + 6$$

$$\Delta P = 13,5 \text{ kg} * \text{m/seg.} = I$$

$$I = 13,5 \text{ kg} * \text{m/seg}$$

$$I = F * t$$

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

$$F = 6750 \text{ newton}$$

**Compare con el peso de la pelota de béisbol**

$$W = m * g = 0,15 * 9,8 = 1,47 \text{ Newton}$$

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?

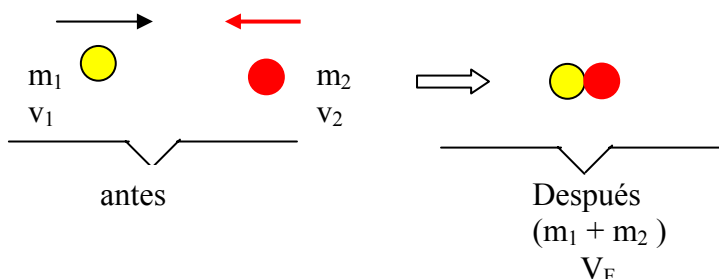
ANTES

$$m_1 = 75 \text{ kg}$$

$$v_1 = 10 \text{ m/seg}$$

$$m_2 = 75 \text{ kg}$$

$$v_2 = 0 \text{ m/seg}$$



DESPUES

$$(m_1 + m_2) = 75 \text{ kg} + 75 \text{ kg} = 150 \text{ kg.}$$

$$V_F = 5 \text{ m/seg}$$

Hallamos el impulso de cada patinador después del choque.

$$I = m_1 * V_f = 75 \text{ kg} * 5 \text{ m/seg}$$

$$I = 375 \text{ kg} * \text{m/seg}$$

$$I = F * t$$

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

$$F = 3750 \text{ Newton}$$

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 ( $m = 5 \text{ kg.}$ ). 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  $0,6 \text{ m/seg}$ . Cual es la rapidez original de la bala?

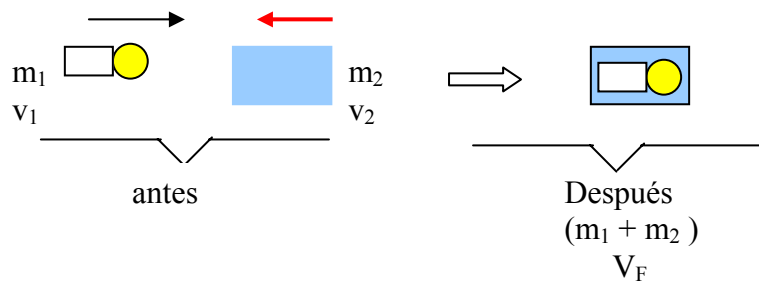
ANTES

$$m_1 = 10 \text{ gr}$$

$$v_1 = ?$$

$$m_2 = 5 \text{ kg}$$

$$v_2 = 0 \text{ m/seg}$$



DESPUES

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

$$(m_1 + m_2) = 10 \text{ gr} + 5 \text{ kg} = 10^{-2} \text{ kg.} + 5 \text{ kg} = 5,01 \text{ kg.}$$

$$V_F = 0,6 \text{ m/seg}$$

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

$$(10^{-2} * v_1) - (5 * 0) = (5,01) * 0,6$$

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

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

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

**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  $2 \text{ m/seg}$ .

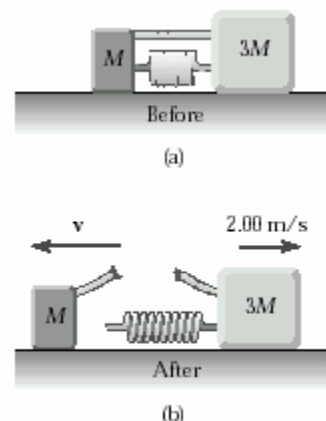
a) Cual es la rapidez del bloque de masa  $M$ ?

b) Encuentre la energía elástica original en el resorte si  $M = 0,35 \text{ Kg}$ .

(+) 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

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

$$- V_M = 3 * 2$$

$$- V_M = 6$$

$$V_M = - 6 \text{ m/seg.}$$

**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 ( $m = 200 \text{ gr}$ ) están equipados con resortes idénticos  $K = 3000 \text{ n/seg}$ . Los carros, que se mueven uno hacia el otro con velocidad de  $3 \text{ m/seg}$ . 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  $\frac{1}{2}$  en la expresión

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

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

$$3,6 = 6000 X^2$$

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

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

$$X = 2,45 \cdot 10^{-2} \text{ metros}$$

$$X = 2,45 \text{ cm}$$

**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  $\frac{1}{2}$  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.

$m = \text{masa del conjunto (Gayle + trineo)} = 50 \text{ Kg.} + 5 \text{ kg} = 55 \text{ kg.}$

$M_t = \text{masa del conjunto (Gayle + trineo + hermano)} = 50 \text{ Kg.} + 5 \text{ kg} + 30 \text{ kg.} = 85 \text{ kg.}$

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

$$m_G * V_G = m * V_1$$

$$4 * 50 = 55 * V_1$$

$$200 = 55 V_1$$

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

$V_1 = 3,636 \text{ m/seg}$  Velocidad inicial del conjunto (Gayle + trineo)

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

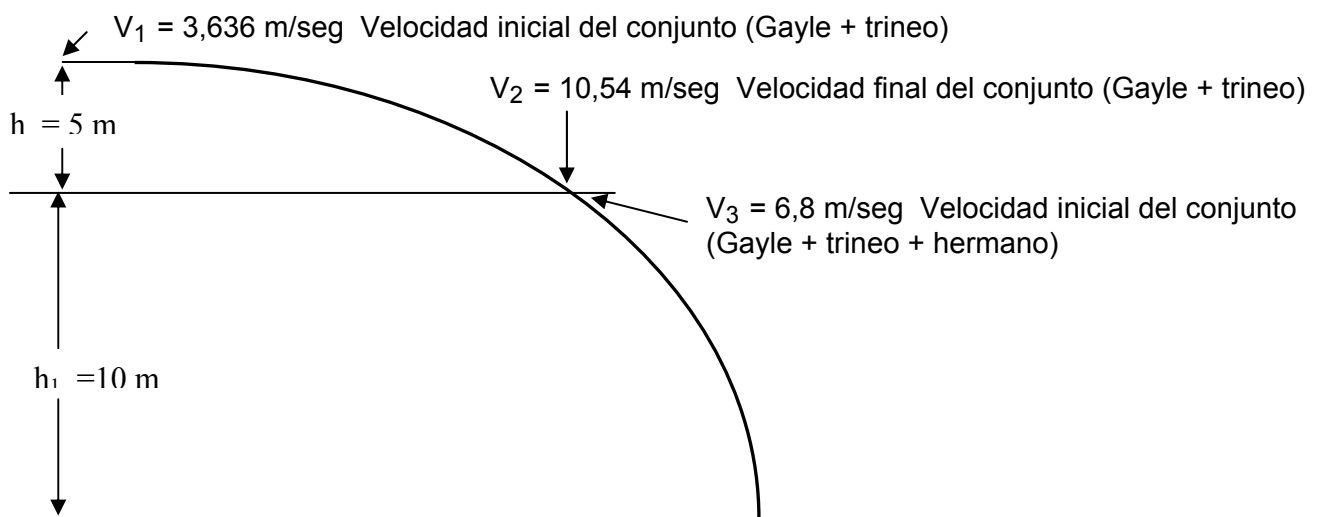
$$EC_i + EP_i = EC_f + EP_f$$

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

$$EP_i = m g h$$

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

$$EP_f = 0$$



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

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

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

$$\frac{1}{2} v_3^2 + g h_1 = \frac{1}{2} v_4^2$$

$$\frac{1}{2} (6,8)^2 + 9,8 * 10 = \frac{1}{2} v_4^2$$

$$\frac{1}{2} (46,24) + 98 = \frac{1}{2} v_4^2$$

$$(23,12) + 98 = \frac{1}{2} v_4^2$$

$$121,12 = \frac{1}{2} v_4^2$$

$$242,24 = v_4^2$$

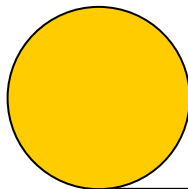
$$v_4 = \sqrt{242,24}$$

**$v_4 = 15,56$  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.

$v_{ib}$  = velocidad inicial del boliche



$m_b = 7$  kg



$m_p = 2$  kg

$v_{FB}$  = 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

$$(m_b * V_{ib}) + (m_p * V_{ip}) = (m_b * V_{FB}) + (m_p * V_{FP})$$

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

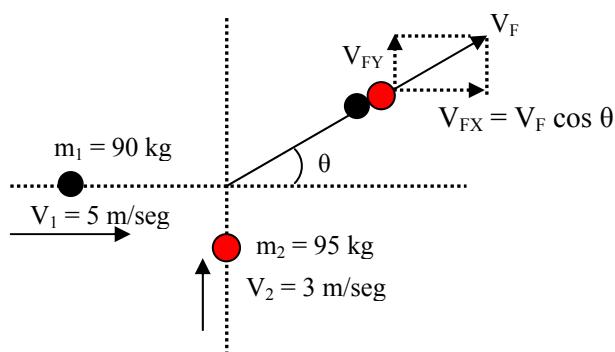
$$(7 V_{ib}) = (12,6) + (6)$$

$$7 V_{ib} = 18,6$$

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

### 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 =  $m_1 * V_1$

$m_1 = 90 \text{ kg.}$

$V_1 = 5 \text{ m/seg}$

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

$$\mathbf{P_{iX} = 450} \quad \mathbf{Ecuación 1}$$

#### 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)

$$m_1 = 90 \text{ kg.} \quad m_2 = 95 \text{ kg.}$$

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

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

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

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

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

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

$$\mathbf{P_{iX} = 450}$$

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

$$\mathbf{450 = (185) * V_F \cos \theta} \quad \mathbf{Ecuación 3}$$

**Movimiento en el eje Y antes del choque.**

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

$$M_2 = 95 \text{ kg.}$$

$$V_2 = 3 \text{ m/seg}$$

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

$$\mathbf{P_{iY} = 285} \quad \mathbf{Ecuación 4}$$

**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.

$$V_{FY} = V_F \sin \theta \text{ (Ver grafica)}$$

$$m_1 = 90 \text{ kg.} \quad m_2 = 95 \text{ kg.}$$

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

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

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

$$P_{FY} = (90 + 95) * V_F \sin \theta$$

$$\mathbf{P_{FY} = (185) * V_F \sin \theta} \quad \mathbf{Ecuación 5}$$

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

$$\mathbf{P_{iY} = 285}$$

$$\mathbf{P_{FY} = (185) * V_F \sin \theta}$$

$$\mathbf{285 = (185) * V_F \sin \theta} \quad \mathbf{Ecuación 6}$$

**Dividiendo Ecuación 6 con la Ecuación 3**

$$\frac{285}{450} = \frac{185 V_F \sin \theta}{185 V_F \cos \theta}$$

**Cancelando términos semejantes.**

$$\frac{285}{450} = \frac{\sin \theta}{\cos \theta}$$

$$0,6333 = \operatorname{tg} \theta$$

$$\theta = \operatorname{arc} \operatorname{tg} 0,6333$$

$$\theta = 32,34^\circ$$

Reemplazando en la Ecuación 3, para hallar la velocidad final

$$450 = (185) * V_F \cos \theta \quad \text{Ecuación 3}$$

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

$$V_F = 2,87 \text{ m/seg.}$$

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

$E_{C1}$  = Energía cinética antes del choque

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

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

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

$$E_{C1} = 1552,5 \text{ Julios}$$

$E_{C2}$  = Energía cinética después del choque

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

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

$$E_{C2} = 761,91 \text{ Joules}$$

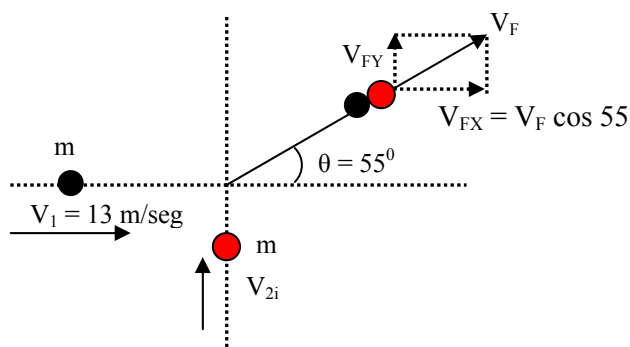
$$\text{La energía perdida} = E_{C1} - E_{C2}$$

$$\text{La energía perdida} = 1552,5 \text{ Julios} - 761,91 \text{ Joules}$$

$$\text{La energía perdida} = 790,59 \text{ joules}$$

### Problema 32 SERWAY SEIS.

Dos automóviles de igual masa se aproximan a un cruce. Un vehículo 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 cruce y se quedan pegados. Dejando marcas paralelas de patinazo a un ángulo de  $55^\circ$  al norte del este. El límite de rapidez para ambos caminos es de 35 millas/hora y el conductor del vehículo que se dirige al norte dice que el estaba dentro del límite de rapidez cuando ocurrió 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

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

**Movimiento en el eje X antes del choque.**

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

$m$  = masa de los automóviles

$V_1 = 13$  m/seg

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

$$\mathbf{P_{iX} = 13 m} \quad \mathbf{Ecuación 1}$$

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

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

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

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

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

$$P_{iX} = 5m$$

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

$$\mathbf{13 m = (2m) * V_F \cos 55} \quad \mathbf{Ecuación 3}$$

**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

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

$$\mathbf{P_{iY} = m * V_{2i}} \quad \mathbf{Ecuación 4}$$

**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)

$$V_{FY} = V_F \operatorname{sen} 55$$

$m$  = masa de los automóviles

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

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

$$P_{FY} = (2 \text{ m}) * V_F \text{ sen } \theta$$

$$P_{FY} = (2 \text{ m}) * V_F \text{ sen } 55 \quad \text{Ecuación 5}$$

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

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

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

$$m * V_{2i} = (2 \text{ m}) * V_F \text{ sen } 55 \quad \text{Ecuación 6}$$

Dividiendo Ecuación 6 con la Ecuación 3

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

Cancelando términos semejantes.

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

$$V_{2i} = 13 \text{ tg } 55$$

$$V_{2i} = 13 \text{ tg } 1,4281$$

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

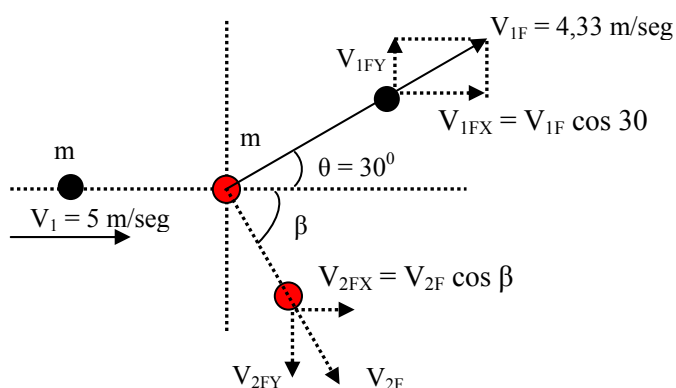
El límite de rapidez es de 35 millas /hora.

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

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?



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

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

$$V_{2FX} = V_{2F} \text{ cos } \beta$$

$$V_{2FY} = V_{2F} \text{ sen } \beta$$

$P_{iX}$  : 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 =  $m \cdot V_1 + m \cdot V_2$

$m$  = masa de la bola de billar

$V_1 = 5$  m/seg

$V_2 = 0$  (esta en reposo)

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

$$P_{iX} = 5m \quad \text{Ecuación 1}$$

### 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.

$$V_{1FX} = V_{1F} \cos 30 \quad (\text{Ver grafica})$$

$V_{2FX}$  : Es la velocidad final en el eje x de la bola que estaba en reposo después del choque.

$$V_{2FX} = V_{2F} \cos \beta \quad (\text{Ver grafica})$$

$m$  = masa de las bolas de billar

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

$$P_{FX} = m \cdot V_{1FX} + m \cdot V_{2FX}$$

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

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

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

$$P_{FX} = m \cdot 3,7498 + m \cdot V_{2F} \cos \beta \quad \text{Ecuación 2}$$

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

$$P_{iX} = 5m$$

$$P_{FX} = m \cdot 3,7498 + m \cdot V_{2F} \cos \beta$$

$$5m = m \cdot 3,7498 + m \cdot V_{2F} \cos \beta$$

Cancelando la masa  $m$

$$5 = 3,7498 + V_{2F} \cos \beta$$

$$V_{2F} \cos \beta = 5 - 3,7498$$

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

### Movimiento en el eje Y antes del choque.

$P_{iY}$  : Cantidad de movimiento en el eje Y antes del choque =  $m \cdot V_{1iY} + m \cdot V_{2iY}$

$m$  = masa de las bolas de billar

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

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

$$P_{iY} = 0 \quad \text{Ecuación 4}$$

**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.

$$V_{1FY} = V_{1F} \text{ sen } 30 \quad (\text{Ver grafica})$$

$m$  = 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.

$$V_{2FY} = V_{2F} \text{ sen } \beta \quad (\text{Ver grafica})$$

$P_{FY}$  : 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).

$$P_{iY} = 0$$

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

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

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

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

Cancelando la masa que es comun

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

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

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

**Dividiendo Ecuación 6 con la Ecuación 3**

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

**Cancelando términos semejantes.**

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

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

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

$$\beta = - 60^\circ$$

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

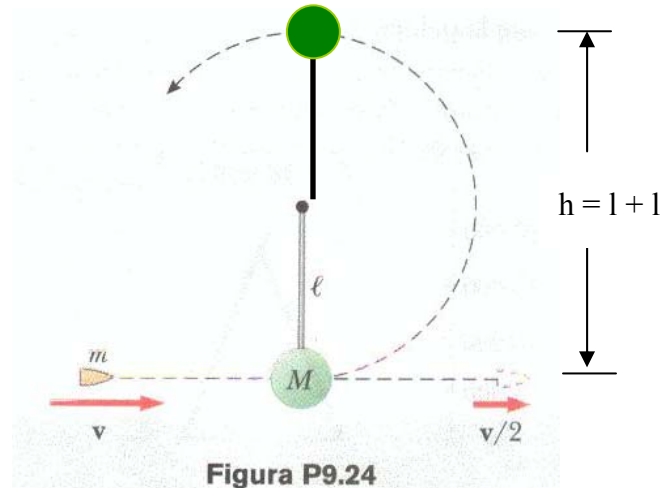
$$V_{2F} \text{ cos } \beta = 1,26 \text{ m/seg} \quad \text{Ecuación 3}$$

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

$$V_{2F} = 2,52 \text{ m/seg}$$

**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?



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  $M$ .

$h = 2l$  (Ver grafica)

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

$$E_P = M g h \quad \text{Energía potencial}$$

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

Se cancela la masa  $M$

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

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

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

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.

$$\Sigma F_Y = 0$$

$$N - m_T g = 0$$

$$N = m_T g$$

$$N = 0,112 * 9,8$$

$$\mathbf{N = 1,0976 \text{ Newton}}$$

$$F_R = \mu N$$

$\mu$  = coeficiente de fricción entre el bloque y la superficie es 0.65,

$$F_R = 0,65 * 1,0976$$

$$\mathbf{F_R = 0,71344 \text{ Newton}}$$

$$\Sigma F_X = m_T a$$

$$F_R = m_T a$$

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

$$\mathbf{a = 6,37 \text{ m/seg}^2}$$

$$(V_f)^2 = (V_0)^2 - 2 a X \quad (\text{El signo es negativo por que el conjunto va perdiendo velocidad hasta que sea cero}).$$

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

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

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

**$V_0 = 9,77$  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

$$m_b * V_{bi} + m_m * V_{mi} = m_T V_0$$

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

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

## PROBLEMAS PROPUESTOS

### Problema 7 SERWAY SEIS

En la figura P9.7 se muestra una gráfica estimada de fuerza vs. tiempo para una pelota de béisbol golpeada por un bat. De esta curva, determine (a) el impulso comunicado a la pelota, (b) la fuerza promedio ejercida sobre la pelota y (c) la máxima fuerza ejercida sobre la pelota.

### Problema 9 SERWAY SEIS

Una esfera de acero de 3 kg golpea una pared con una rapidez de 10 m/s a un ángulo de 60° con la superficie. Rebota con la misma velocidad y ángulo (figura P9.9) .Si la esfera está en contacto con la pared durante 0.2 s, ¿cuál es la fuerza promedio ejercida por la pared sobre la esfera?

### Problema 10 SERWAY SEIS

Un jugador de tenis recibe un tiro con la pelota (0.6 kg) que se desplaza horizontalmente a 50 m/s y regresa el tiro con la pelota, moviéndose horizontalmente a 40 m/s en dirección opuesta. (a) ¿Cuál es el impulso comunicado a la pelota por la raqueta? (b) ¿Qué trabajo realiza la raqueta sobre la pelota?

**Problema 11 SERWAY SEIS.**

En un juego de softbol de lanzamiento lento, una pelota de softbol de 0.2 kg cruza el plato a 15.0 m/s a un ángulo de 45° abajo de la horizontal. El bateador golpea la pelota hacia el jardín central, dándole una velocidad de 40 m/s a 30° arriba de la horizontal. (a) Determine el impulso comunicado a la pelota. (b) Si la fuerza sobre la pelota aumenta linealmente durante 4 ms, se mantiene constante durante 20 ms, y luego decrece acero linealmente en otros 4 ms, ¿cuál es la máxima fuerza sobre la pelota?

**Problema 12 Serway cuatro. Problema 8 Serway cinco.**

Un auto se detiene frente a un semáforo. Cuando la luz vuelve al verde, el auto se acelera, aumentando su velocidad de cero a 5.20 m/s en 0.832 seg. ¿Qué impulso lineal y fuerza promedio experimenta un pasajero de 70 Kg. en el auto?

**Problema 12 SERWAY SEIS.**

Una nadadora profesional se lanza desde una plataforma de 10 m sobre la superficie del agua. Estime el orden de magnitud de la fuerza promedio de impacto que ella experimenta en su colisión con el agua. Expresé las cantidades que tome como datos y sus valores.

**Problema 13 SERWAY SEIS.**

Una manguera de jardín se mantiene como se muestra en la figura P9.13. La manguera está originalmente llena de agua sin movimiento. ¿Qué fuerza adicional es necesaria para mantener estacionaria la boquilla después de conectar el flujo de agua, si la tasa de descarga es de 0.600 kg/s con una rapidez de 25.0 m/s?

**Problema 14 SERWAY SEIS.**

Un deslizador de masa  $m$  está libre de deslizarse a lo largo de una vía horizontal de aire. Es empujado contra un lanzador en un extremo de la vía. Modelo el lanzador como un resorte ligero de constante de fuerza  $k$  comprimido una distancia  $x$ . El deslizador se suelta desde el reposo.

- (a) Demuestre que el deslizador alcanza una rapidez de  $v = x(k/m)^{1/2}$ .
- (b) ¿Alcanza una mayor rapidez un deslizador de masa grande o pequeña?
- (c) Demuestre que el impulso impartido al deslizador está dado por la expresión  $x(km)^{1/2}$ .
- (d) ¿Se inyecta un mayor impulso en una masa grande o en una pequeña?
- (e) ¿Se realiza más trabajo en una masa gran- de o en una pequeña?

**Problema 15 SERWAY SEIS.**

Las fotografías estroboscópicas de alta velocidad muestran que la cabeza de un palo de golf, de 200 gr. de masa, se mueve a 55 m/s justo antes de golpear una pelota de golf de 46 gr. en reposo sobre una te. Después de la colisión, la cabeza del palo se mueve (en la misma dirección) a 40 m/s. Encuentre la rapidez de la pelota de golf inmediatamente después del impacto.

**Problema 16 SERWAY SEIS.**

Una tiradora de arco dispara una flecha hacia una diana que se desliza hacia ella con una rapidez de 2.50 m/s sobre una superficie lisa y resbalosa. La flecha de 22.5 g es disparada con una rapidez de 35 m/s y atraviesa la diana de 300 g, que es detenida por el impacto. ¿Cuál es la rapidez de la flecha después de atravesar la diana?

**Problema 17 SERWAY SEIS.**

Una bala de 10 gr. es disparada a un bloque estacionario de madera ( $m = 5$  kilos). El movimiento relativo de la bala se detiene dentro del bloque. La rapidez de la combinación formada por la bala y la madera inmediatamente después de la colisión es 0.6 m/s. ¿Cuál fue la rapidez original de la bala?



**Problema 18 SERWAY SEIS.**

Un furgón de ferrocarril de  $2.5 \times 10^4$  kg de masa se mueve con una rapidez de 4 m/s. Choca y se acopla con otros tres furgones acoplados, cada uno de la misma masa que el furgón solo y que se mueven en la misma dirección con una rapidez inicial de 2 m/s.

- (a) ¿Cuál es la rapidez de los cuatro furgones después de la colisión?  
(b) ¿Cuánta energía mecánica se pierde en la colisión?

**Problema 19 SERWAY SEIS.**

Cuatro furgones de ferrocarril, cada uno de  $2.50 \times 10^4$  kg de masa, están acoplados juntos y se mueven por inercia a lo largo de vías horizontales a una rapidez  $V_i$  hacia el sur. Un actor de cine, muy fuerte pero muy tonto, que viaja en el segundo furgón, desacopla el furgón del frente y le da un gran empujón, aumentando así su rapidez a 4 m/s hacia el sur. Los tres furgones restantes continúan moviéndose hacia el sur, ahora a 2 m/s.

- (a) Encuentre la rapidez inicial de los furgones.  
(b) ¿Cuánto trabajo realizó el actor?  
(c) Expresé la relación entre el proceso descrito aquí y el proceso del Problema 18.

**Problema 20 SERWAY SEIS.**

Dos bloques están libres de deslizarse a lo largo de una vía de madera sin fricción, *ABC*, que se muestra en la figura P9.20. El bloque de masa  $m_1 = 5$  kg se suelta desde *A*. Sobresaliendo de su extremo delantero está el polo norte de un potente imán, que repele el polo norte de un imán idéntico incrustado en el extremo trasero del bloque de masa  $m_2 = 10$  kilos, inicialmente en reposo. Los dos bloques nunca se tocan. Calcule la máxima altura a la que  $m_1$  sube después de la colisión elástica.

**Problema 21 SERWAY SEIS.**

Una muchacha de 45 kg está de pie sobre un madero que tiene una masa de 150 kg. El madero, originalmente en reposo, está libre de deslizarse sobre un lago helado, que es una superficie de apoyo plana y sin fricción. La muchacha empieza a caminar a lo largo del madero a una rapidez constante de 1.5 m/s con respecto al madero.

- (a) ¿Cuál es su rapidez con respecto a la superficie del hielo?  
(b). ¿Cuál es la rapidez del madero con respecto a la superficie del hielo?

**Problema 22 SERWAY SEIS.**

Casi todos sabemos intuitivamente que, en un choque de frente entre un gran camión de volteo y un pequeño auto compacto, es mejor estar en el camión que en el auto. ¿Por qué es esto? Muchas personas imaginan que la fuerza de colisión ejercida sobre el auto es mucho mayor que la experimentada por el camión. Para justificar este punto de vista, afirman que el auto resulta aplastado mientras que el camión apenas tiene una abolladura. Esta idea de fuerzas desiguales, por supuesto, es falsa. La tercera ley de Newton nos dice que ambos cuerpos experimentan fuerzas de la misma magnitud. El camión sufre menos daño porque está hecho de metal fuerte. Pero, ¿qué pasa a los dos conductores? ¿experimentan las mismas fuerzas? Para contestar esta pregunta, suponga que cada uno de los vehículos está inicialmente moviéndose a 8.00 m/s y que experimentan una colisión de frente perfectamente inelástica. Cada uno de los conductores tiene masa de 80 kilos. Incluyendo los conductores, las masas totales vehiculares son 800 kg para el auto y 4 000 kg para el camión. Si el tiempo de colisión es de 0.12 s, ¿qué fuerza ejerce el cinturón de seguridad sobre cada conductor?

**Problema 25 SERWAY SEIS.**

Una bola de arcilla pegajosa de 12 gr. se lanza horizontalmente a un bloque de madera de 100 gr. inicialmente en reposo sobre una superficie horizontal. La arcilla se pega al bloque 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 0.650, ¿cuál era la rapidez de la arcilla inmediatamente antes del impacto?

**Problema 26 SERWAY SEIS.**

Una bala de 7 g, cuando es disparada desde una pistola a un bloque de madera de 1 kg sujeto en un tornillo de banco, penetra el bloque a una profundidad de 8 cm. **¿Qué pasaría si?** Este bloque de madera es colocado sobre una superficie horizontal sin fricción, y una segunda bala de 7 gr. es disparada desde una pistola en el bloque. ¿A qué profundidad penetra la bala en el bloque en este caso?

**Problema 27 SERWAY SEIS.**

(2) Tres carros de masas de 4 kg, 10 kg y 3 kg se mueven sobre una vía horizontal sin fricción con magnitudes de rapidez de 5 m/s, 3 m/s, y 4 m/s, como se ve en la figura p9.27. Unos acopladores Velcro hacen que los carros se peguen entre si después de chocar. Encuentre la velocidad final del tren de tres carros.

(b) **¿Qué pasaría si?** La respuesta que el estudiante de,. ¿requiere que todos los carros choquen y se peguen juntos al mismo tiempo? ¿Qué pasa si chocan en un orden diferente?

**Problema 29 Serway cuatro. Problema 23 SERWAY SEIS.**

Un neutrón en un reactor nuclear experimenta una colisión elástica de frente con un núcleo de un átomo de carbono que inicialmente está en reposo.

(a) ¿Qué fracción de energía cinética del neutrón se transfiere al núcleo de carbono?

(b) Si la energía cinética inicial del neutrón es  $1.60 \times 10^{-13}$  J, encuentre su energía cinética final y la energía cinética del núcleo de carbono después de la colisión. (La masa del núcleo de carbono es 12 veces la masa del neutrón).

**Problema 31 SERWAY SEIS.**

La masa del disco azul de la figura P9.31 es 20.0% mayor que la del verde. Antes de chocar, los discos se aproximan entre sí con cantidades de movimiento de iguales magnitudes y direcciones opuestas, y el disco verde tiene una rapidez inicial de 10 m/s. Encuentre la rapidez de los discos después de la colisión si la mitad de la energía cinética se pierde durante la colisión.

**Problema 32 Serway cuatro.**

Un bloque de 0.10 kg se suelta desde el reposo desde la parte superior de una pendiente sin fricción de  $40^\circ$ . Cuando ha descendido una distancia vertical de 1.5 m, una bala de 0.015 kg se dispara contra el bloque a lo largo de una trayectoria paralela a la pendiente y momentáneamente detiene el bloque. a) Encuentre la velocidad de la bala justo antes de hacer impacto.

b) ¿Qué velocidad de la bala es necesaria para llevar el bloque hacia arriba de la pendiente hasta su posición inicial?

**Problema 32 SERWAY SEIS.**

Dos automóviles de igual masa se aproximan a un cruce. Un vehículo viaja con una velocidad de 13 m/s hacia el este, y el otro viaja al norte con rapidez  $V_{2i}$ . Ninguno de los conductores ve al otro. Los vehículos chocan en el cruce y se quedan pegados, dejando marcas paralelas de patinazo a un ángulo de  $55^\circ$  al norte del este. El límite de rapidez para ambos caminos es de 35 mi/h, y el conductor del vehículo que se dirige al norte dice que él estaba dentro del límite de rapidez cuando ocurrió el choque. ¿Dice la verdad?

**Problema 33 Serway cuatro.**

Un hombre de 75 kg permanece en un bote de remos de 100 kg en reposo en agua tranquila. Mira hacia la parte de atrás del bote y lanza una roca de 5 kg en esa dirección fuera de la embarcación a una velocidad de 20 m/s. El bote se mueve hacia adelante y se detiene a 4.2 m de su posición original. Calcule, a) la velocidad de retroceso inicial del bote,

b) la pérdida de energía mecánica debido a la fuerza de fricción ejercida por el agua, y  
c) el coeficiente efectivo de fricción entre el bote y el agua.

**Problema 33 SERWAY SEIS.**

Una bola de billar que se mueve a 5 m/s golpea una bola estacionaria de la misma masa. Después de la colisión, la primera bola se mueve, a 4.33 m/s, a un ángulo de  $30^\circ$  con respecto a la línea original de movimiento. Si se supone una colisión elástica (y sin hacer caso de la fricción y el movimiento de rotación), encuentre la velocidad de la bola golpeada después de la colisión.

**Problema 34 SERWAY SEIS.**

Un protón, que se mueve con velocidad  $i$ , choca elásticamente con otro protón que está inicialmente en reposo. Si los dos protones tienen igual rapidez después del choque, encuentre (a) la rapidez de cada protón después de la colisión en términos de  $V_i$  y (b) la dirección de los vectores de velocidad después de la colisión.

**Problema 35 SERWAY SEIS.**

Un cuerpo de 3 kg de masa, que se mueve con una velocidad inicial de  $i$ , choca y se queda pegado con un cuerpo de 2 kg de masa con una velocidad inicial de  $j$ . Encuentre la velocidad final del cuerpo combinado.

**Problema 35A. Serway cuatro.**

Una bala de masa  $m_1$  se dispara contra un bloque de madera de masa  $m_2$  inicialmente en reposo sobre una superficie horizontal. Después del impacto el bloque se desliza una distancia  $d$  antes de detenerse. Si el coeficiente de fricción entre el bloque y la superficie es  $\mu$ , ¿Cuál es la velocidad de la bala inmediatamente antes del impacto?

**Problema 36 Serway cuatro. Problema 28 Serway quinta.**

Una bala de 7 gr. disparada contra un bloque de madera de 1 kg fijo en una prensa de tornillo penetra hasta una profundidad de 8 cm. Después de que se quita la prensa, el bloque de madera se coloca sobre una superficie horizontal sin fricción, y se dispara contra él otra bala de 7 g. ¿A qué profundidad penetra esta segunda bala?

**Problema 36 SERWAY SEIS.**

Dos partículas con masas  $m$  y  $3m$  se mueven una hacia la otra a lo largo del eje  $x$  con la misma rapidez inicial  $V_i$ . La partícula  $m$  se desplaza a la izquierda, en tanto que la partícula  $3m$  viaja a la derecha. Experimentan una colisión tangencial elástica tal que la partícula  $m$  se mueve hacia abajo después de la colisión, a ángulos rectos desde su dirección inicial. (a) Encuentre la rapidez final de las dos partículas. (b) ¿Cuál es el ángulo  $\Theta$  el que se dispersa la partícula  $3m$ ?

**Problema 37 Serway cuatro. Problema 26 Serway quinta.**

Considere una pista sin fricción  $ABC$  como la mostrada en la figura P9.37. Un bloque de masa  $m_1 = 5$  kg se suelta desde  $A$ . Choca frontalmente con un bloque de masa  $m_2 = 10$  kg en  $B$ , inicialmente en reposo. Calcule la altura máxima a la cual  $m_1$  se eleva después del choque.

**Problema 37 SERWAY SEIS.**

Un núcleo atómico inestable de masa  $17 \times 10^{-27}$  kg inicialmente en reposo se desintegra en tres partículas. Una de las partículas, de masa  $5 \times 10^{-27}$  kg, se mueve a lo largo del eje  $y$  con una rapidez de  $6 \times 10^6$  m/s. Otra partícula, de masa  $8.4 \times 10^{-27}$  kg, se mueve a lo largo del eje  $x$  con una rapidez de  $4 \times 10^6$  m/s. Encuentre (a) la velocidad de la tercera partícula y (b) el aumento total de energía cinética en el proceso.

**Problema 38 Serway cuatro.**

Un bloque de masa  $m_1 = 2$  kg se mueve desde el reposo sobre una superficie inclinada a  $53^\circ$  respecto de la horizontal. El coeficiente de fricción cinético entre la superficie y el bloque es  $\mu =$

0.25. a) Si la velocidad del bloque en el pie de la pendiente es 8 m/s hacia la derecha, determine la altura desde la cual se suelta al bloque.

b) Otro bloque de masa  $m_2 = 6$  kg se encuentra en reposo sobre la superficie horizontal lisa. El bloque  $m_1$  choca contra el bloque  $m_2$ . Después del choque los bloques se mantienen unidos y se mueven hacia la derecha. Determine la velocidad de los bloques después del choque.

**Problema 38 SERWAY SEIS.**

Cuatro cuerpos están situados a lo largo del eje  $y$  y como sigue: un cuerpo de 2 kg está a +3 m, un cuerpo de 3 kg está a +2.5 m, un cuerpo de 2.5 kg está en el origen, y un cuerpo de 4 kg está a -0.5 m. ¿Dónde está el centro de masa de estos cuerpos?

**Problema 39 Serway cuatro.**

Una bala de 20 gr. se dispara horizontalmente contra un bloque de madera de 1 kg que descansa sobre una superficie horizontal ( $\mu = 0.25$ ). La bala atraviesa el bloque y sale de él con una velocidad de 250 m/s. Si el bloque se desplaza 5 m antes de detenerse, ¿cuál es la velocidad inicial de la bala?

**Problema 39 SERWAY SEIS.**

Una molécula de agua está formada por un átomo de oxígeno con dos átomos de hidrógeno unidos a él (figura P9.39). El ángulo entre los dos enlaces es  $106^\circ$ . Si los enlaces son de 0.1 nm de largo, ¿dónde está el centro de masa de la molécula?

**Problema 40 Serway cuatro.**

Dos bloques de masas  $m_1 = 2$  kg y  $m_2 = 4$  kg se sueltan desde de una altura de 5 m sobre una pista sin fricción, como la que se muestra en la figura P9.40. Los bloques sufren un choque frontal elástico. a) Determine las dos velocidades justo antes del choque.

b) Con las ecuaciones 9.20 y 9.21 determine las dos velocidades exactamente después del choque.

c) Determine la altura máxima a la cual sube cada bloque después del choque.

**Problema 41 Serway cuatro.**

Una masa de 3 kg con una velocidad inicial de 5i m/s choca con y queda unida a una masa de 2 kg cuya velocidad inicial es de -3j m/s. Determine la velocidad final de la masa compuesta.

**Problema 42 Serway cuatro.**

Durante la batalla de Gettysburg el tiroteo fue tan intenso que varios proyectiles chocaron en el aire y se fundieron. Suponga una bala de fusil de la Unión de 5 gr. que se mueve a la derecha a 250 m/s y  $20^\circ$  sobre la horizontal, y una confederada de 3 gr. que se mueve hacia la izquierda a 280 m/s y  $15^\circ$  sobre la horizontal. Inmediatamente después de que se funden, ¿cuál es su velocidad?

**Problema 43 Serway cuatro.**

Un núcleo inestable de  $17 \times 10^{-27}$  kg de masa inicialmente en reposo se desintegra en tres partículas. Una de ellas, de  $5 \times 10^{-27}$  kg, se mueve a lo largo del eje  $y$  y con una velocidad de  $6 \times 10^6$  m/s. Otra partícula, de masa  $8.4 \times 10^{-27}$  kg, se mueve a lo largo del eje  $x$  con una velocidad de  $4 \times 10^6$  m/s. Encuentre a) la velocidad de la tercera partícula y b) la energía total emitida en el proceso.

**Problema 44 Serway cuatro.**

Un disco de goma de 0.3 kg, inicialmente en reposo sobre una superficie horizontal sin fricción, es golpeado por otro disco similar de 0.2 kg que se mueve al principio a lo largo del eje  $x$  con una velocidad de 2 m/s. Después del choque, el disco de 0.2 kg tiene una velocidad de 1 m/s a un ángulo  $\Theta = 53^\circ$  con el eje  $x$  positivo (Fig. 9.13).

a) Determine la velocidad del disco de 0.3 kg después del choque.

b) Encuentre la fracción de energía cinética perdida en el choque.

**Problema 44 Serway cinco.**

Una masa  $m_1$  de 0.4 Kg. tiene posición  $r_1 = 12j$  cm. Una masa  $m_2$  de 0.8 Kg. tiene posición  $r_2 = -12i$  cm. Otra masa  $m_3$  de 0.8 Kg. tiene posición  $r_3 = (12i - 12j)$  cm. Realice un dibujo de las masas. Comience desde el origen y, a una escala de 1 cm. = 1 kg.\* cm, construya el vector  $m_1 r_1$ , luego el vector  $m_1 r_1 + m_2 r_2$  luego el vector  $m_1 r_1 + m_2 r_2 + m_3 r_3$ , y al final  $r_{CM} = (m_1 r_1 + m_2 r_2 + m_3 r_3) / (m_1 + m_2 + m_3)$ . Observe que la cabeza del vector  $r_{CM}$  indica la posición del centro de masa.

**Problema 45 Serway cuatro. Problema 29 SERWAY SEIS.**

Dos discos de tejo de igual masa, uno anaranjado y el otro amarillo, toman parte en una colisión tangencial elástica. El disco amarillo está inicialmente en reposo y es golpeado por el disco anaranjado que se mueve con una rapidez de 5 m/s. Después la colisión, el disco anaranjado se mueve a lo largo de una dirección que forma un ángulo de  $37^\circ$  con su dirección inicial de movimiento. Las velocidades de los dos discos son perpendiculares después de la colisión. Determine la rapidez final de cada uno de los discos.

**Problema 45a Serway cuatro. Problema 30 SERWAY SEIS.**

Dos discos de tejo de igual masa, uno anaranjado y el otro amarillo toman parte en una colisión tangencial elástica. El disco amarillo está inicialmente en reposo y es golpeado por el disco anaranjado que se mueve con una rapidez  $V_i$ . Después de la colisión, el disco amarillo se mueve a lo largo de una dirección que forma un ángulo  $\Theta$  con su dirección inicial de movimiento. Las velocidades de los dos discos son perpendiculares después de la colisión. Determine la rapidez final de cada uno de los discos.

**Problema 45 Serway cinco.**

Una barra de 30 cm de largo tiene densidad lineal (masa por longitud) dada por

$$\lambda = 50 \text{ g/m} + 20x \text{ g/m}^2$$

Donde  $x$  es la distancia desde un extremo, medida en metros.

- ¿Cuál es la masa de la barra?
- ¿Cuán lejos desde el extremo  $x = 0$  está su centro de masa?

**Problema 46 Serway cuatro.**

Un bloque de masa  $m_1$  se mueve hacia el este sobre mesa, con una velocidad  $V_0$  hacia el bloque de masa  $m_2$  que se encuentra en reposo. Después del choque el primer bloque se mueve al sur con una velocidad  $v$ . a) Demuestre que

$$v \leq \sqrt{\frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1}} v_0$$

(Sugerencia: Suponga  $K_{\text{DESPUES}} \leq K_{\text{ANTES}}$ )

- ¿Qué le dice expresión para  $v$  acerca de  $m_1$  y  $m_2$  ?

**Problema 46 Serway cinco.**

Considere un sistema de dos partículas en el plano  $xy$   $m_1 = 2$  kg está en  $r_1 = (1i + 2j)$  m y tiene velocidad  $(3i + 0.5j)$ m/s;  $m_2 = 3$  kg está en  $r_2 = (-4i - 3j)$  m y tiene velocidad  $(3i - 2j)$  m/s.

- Grafique estas partículas sobre una cuadrícula o papel milimétrico. Dibuje sus vectores de posición y muestre sus velocidades.
- Encuentre la posición del centro de masa del sistema y márkelo en la retícula.
- Determine la velocidad del centro de masa y también muéstrelo en el diagrama.
- ¿Cuál es el momentum lineal total del sistema.

**Problema 46 SERWAY SEIS.**

Considere un sistema de dos partículas en el plano  $xy$ .  $m_1 = 2$  kg. esta en la ubicación  $r_1 = (1i + 2j)m$  y tiene una velocidad de  $(3i + 0.5j)$ .  $m_2 = 3$  kg. esta en  $r_2 = (-4i - 3j)$  y tiene una velocidad de  $(3i - 2j)$  a) Grafique estas partículas en papel milimétrico o cuadrícula. Dibuje sus vectores de posición y muestre sus velocidades.

(b) Encuentre la posición del centro de masa del sistema y márkela en la cuadrícula.

(c) Determine la velocidad del centro de masa y también muéstrela sobre el diagrama.

(d) ¿Cuál es la cantidad total de movimiento lineal del sistema?

**Problema 47 Serway cuatro; Problema 33 Serway quinta.** Una bola de billar que se mueve a 5 m/s golpea una bola estacionaria de la misma masa. Después del choque, la primera bola se mueve a 4.33 m/s y un ángulo de  $30^\circ$  respecto de la línea original de movimiento. Suponiendo un choque elástico (e ignorando la fricción y el movimiento rotacional), encuentre la velocidad de la bola golpeada.

**Problema 47 SERWAY SEIS.**

Romeo (77 kg) divierte a Julieta (55 kg) al pulsar su guitarra desde la parte posterior de su bote en reposo en aguas en calma, a 2.70 m de distancia de Julieta, que está en el frente del bote. Después de la serenata, Julieta cuidadosamente se pasa a la parte posterior del bote (lejos de la playa) para plantar un beso en la mejilla de Romero. ¿Cuánto se movió el bote de 80 kg hacia la playa a la que da el frente?

**Problema 48 Serway cuatro.**

Un carro de 200 g se mueve sobre una superficie horizontal sin fricción con una velocidad constante de 25 cm/seg. Un pedazo de arcilla para moldear de 50 gr. se deja caer verticalmente sobre el carro. a) Si la arcilla se adhiere al carro, encuentre la velocidad final del sistema.

b) Después del choque la arcilla no tiene momento en la dirección vertical. ¿Esto significa una violación a la ley de la conservación del momento?

**Problema 48 Serway cinco.**

Dos masas, de 0.600 kg y 0.300 kg, comienzan a moverse de modo uniforme a la misma rapidez, 0.800 m/s, desde el origen en  $t = 0$  y viajan en las direcciones mostradas en la figura P9.48. a) Encuentre la velocidad del centro de masa en notación de vectores unitarios. b) Encuentre la magnitud y dirección de la velocidad del centro de masa. c) Escriba el vector posición del centro de masa como función del tiempo.

**Problema 48 SERWAY SEIS.**

Una bola de masa 0.2 kg tiene una velocidad de  $150i$  m/seg. una bola de 0.3 kg de masa tiene una velocidad de  $-0.4ij$  m/seg. Se encuentran en una colisión elástica de frente. (a) Encuentre sus velocidades después de la colisión.

(b) Encuentre la velocidad del centro de masa de ellas antes y después de la colisión.

**Problema 49 Serway cuatro.**

Una partícula de masa  $m$ , que se mueve con una velocidad  $v$ , choca de manera oblicua con una partícula idéntica está en reposo. Demuestre que si el choque es elástico las dos partículas se mueven a  $90^\circ$  una respecto de la otra después del choque.

(Sugerencia:  $(A+B)^2 = A^2 + B^2 + 2AB \cos \Theta$ .)

**Problema 49 Serway cinco.**

Una partícula de 2.00 kg tiene una velocidad de  $(2i - 3j)$  m/s, y una partícula de 3 kg tiene una velocidad de  $(1i + 6j)$  m/s. Encuentre

a) la velocidad del centro de masa, y

b) el momentum total del sistema.

**Problema 50 Serway cuatro.**

Una masa  $m_1$  que tiene una velocidad inicial  $v_1$  choca con una masa estacionaria  $m_1$ . Después del choque  $m_1$  y  $m_2$  se desvían, como se indica en la figura p9-50

La velocidad de  $m_1$  después del choque es  $(V_1)'$ . Demuestre que

$$\tan \theta_2 = \frac{(V_1)' \sin \theta_1}{V_1 - V_1 \cos \theta_2}$$

**Problema 50 Serway cinco.**

Una bola de 0.2 kg de masa tiene una velocidad de 1.5i m/s; una bola de 0.3 kg de masa tiene una velocidad de -0.4i m/s. Ambas se encuentran en una colisión elástica frontal.

a) Encuentre sus velocidades después de la colisión.

b) Encuentre la velocidad de sus centros de masa antes y después de la colisión.

**Problema 50 SERWAY SEIS.**

Los motores cohete modelo se clasifican por el empuje, duración del empuje e impulso total, entre otras características. Un motor cohete modelo tamaño C5 tiene un empuje promedio de 5.26 N, una masa de combustible de 12.7 g, y una masa inicial de 25.5 g. la duración del combustible es 1.9 s.

(a) ¿Cuál es la rapidez promedio de escape del motor?

(b) Si este motor se coloca en un cuerpo de cohete de 53.5 9 de masa, ¿cuál es la velocidad final del cohete si es disparada hacia el espacio exterior? Suponga que el combustible se quema a un ritmo constante.

**Problema 51 SERWAY SEIS.**

Un cohete para uso en las profundidades del espacio debe ser capaz de impulsar una carga total (carga útil más bastidor del cohete y motor) de 3 toneladas métricas a una rapidez de 10000 m/seg.

(a) Tiene motor y combustible diseñados para producir una rapidez de escape de 2000 m/seg. ¿Cuánto combustible más oxidante se requieren?

(b) Si un diseño diferente de combustible y motor pudieran dar una rapidez de escape de 5000 m/seg., ¿qué cantidad de combustible y oxidante sería necesaria para el mismo trabajo?

**Problema 52 Serway cinco.**

Un gran cohete con rapidez de escape de  $v_e = 3000$  mis desarrolla un empuje de 24 millones de newtons.

a) ¿Cuánta masa es expulsada del escape del cohete por segundo?

b) ¿Cuál es la rapidez máxima que el cohete puede alcanzar si parte del reposo en un ambiente libre de fuerzas con  $v_e = 3$  km/s y si 90% de su masa inicial es combustible y oxidante?

**Problema 53 SERWAY SEIS.**

Una nave espacial en órbita es descrita no como un ambiente de "cero g", sino como "microgravedad" para sus ocupantes y para experimentos a bordo. Los astronautas experimentan bandazos debido a los movimientos de equipo y otros astronautas, y debido a la descarga de materiales desde la nave. Suponga que una nave espacial de 3 500 kg experimenta una aceleración de  $2.5 \mu.g = 2.45 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$  debido a una fuga de uno de sus sistemas hidráulicos de control. Se sabe que el fluido escapa con una rapidez de 70 m/seg. en el vacío del espacio. ¿Cuánto líquido se perderá en 1 h si la fuga no se detiene?

**Problema 54 Serway cinco.**

Un carro cohete tiene una masa de 2000 kg sin combustible y una masa de 5 000 kg cuando está completamente abastecido. La velocidad de escape es de 2500 m/s.

- Calcule la cantidad de combustible usado para acelerar el carro completamente abastecido desde el reposo hasta 225 m/s (casi 500 mi/h).
- Si la relación de quemado es constante a 30 kg/s, calcule el tiempo que le toma al carro alcanzar esta rapidez. Ignore la fricción y la resistencia del aire.

**Problema 55 Serway cinco. Problema 55. SERWAY SEIS.**

Una persona de 60 kg que corre con una rapidez inicial de 4 m/seg. salta sobre un carro de 120 kg inicialmente en reposo (figura P9.55). La persona se desliza sobre la superficie superior del carro y finalmente llega al reposo con respecto al carro. El coeficiente de fricción cinética entre la persona y el carro es de 0.4. La fricción entre el carro y el suelo se puede despreciar.

- Encuentre la velocidad final de la persona y el carro con respecto al suelo.
- Encuentre la fuerza de fricción que actúa sobre la persona mientras él se desliza por la superficie superior del carro.
- ¿Cuánto tiempo actúa la fuerza de fricción sobre la persona?
- Encuentre el cambio en la cantidad de movimiento de la persona y el cambio en la cantidad de movimiento del carro.
- Determine el desplazamiento de la persona con respecto al suelo mientras se desliza sobre el carro.
- Determine el desplazamiento del carro con respecto al suelo mientras la persona se desliza.
- Encuentre el cambio en energía cinética de la persona.
- Encuentre el cambio en energía cinética del carro.
- Explique por qué las respuestas a (g) y (h) difieren. (¿Qué clase de colisión es ésta, y qué explica la pérdida de energía mecánica..)

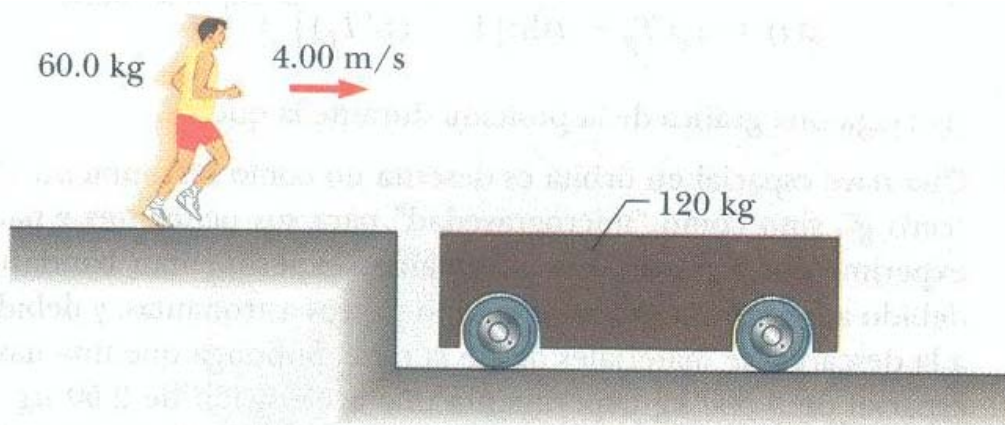


Figura P9.55

**Problema 56 Serway cinco.**

Una pelota de golf ( $m = 46$  g) es golpeada de manera que sale disparada con un ángulo de  $45^\circ$  con la horizontal. El tiro alcanza 200 m sobre una pista plana. Si el palo de golf y la pelota están en contacto durante 7 ms, ¿cuál es la fuerza promedio del impacto? (Ignore la resistencia del aire.)

**Problema 56 SERWAY SEIS.**

Una pelota de golf ( $m = 46$  g) es golpeada con una fuerza que forma un ángulo de  $45^\circ$  con la horizontal. La pelota llega al suelo a 200 m de distancia sobre una calle (de golf). Si el palo de golf y la pelota están en contacto durante 7 ms, ¿cuál es la fuerza promedio de impacto? (Desprecie la resistencia del aire).



**Problema 57 Serway cinco.**

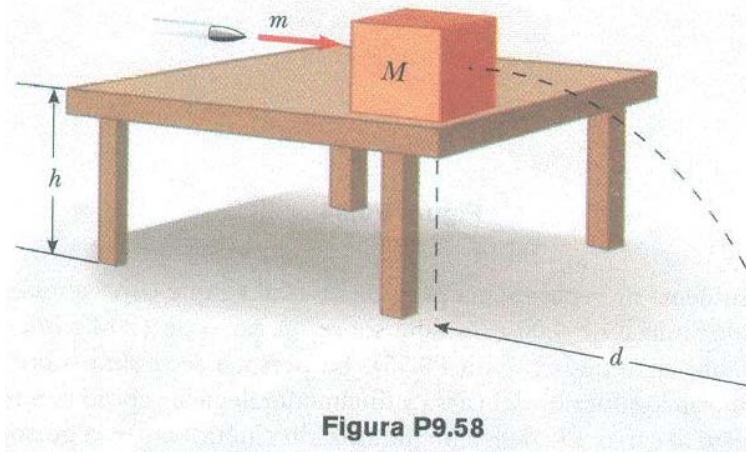
Una bala de 8 gr. se dispara contra un bloque de 2.5 kg inicialmente en reposo en el borde de una mesa sin fricción de 1 m de altura (Fig. P9.57). La bala permanece en el bloque y después del impacto éste aterriza a 2 m del pie de la mesa. Determine la rapidez inicial de la bala.

**Problema 58 Serway cinco.**

Una bala de masa  $m$  se dispara contra un bloque de masa  $M$  inicialmente en reposo en el borde de una mesa sin fricción de altura  $h$  (véase la figura P9.57). La bala permanece en el bloque y después del impacto éste aterriza a una distancia  $d$  del pie de la mesa. Determine la rapidez inicial de la bala.

**Problema 58 SERWAY SEIS.**

Una bala de masa  $m$  es disparada a un bloque de masa  $M$  inicialmente en reposo en el borde de una mesa sin fricción de altura  $h$  (figura P9.58). La bala permanece en el bloque, y después del impacto el bloque cae a una distancia  $d$  de la parte baja de la mesa. Determine la rapidez inicial de la bala.



**Problema 59 Serway cinco.**

Un astronauta de 80 kg trabaja en los motores de su nave, la cual deriva por el espacio a una velocidad constante. El astronauta, que desea una mejor vista del Universo, se impulsa contra la nave y después se encuentra a sí mismo 30 m detrás de la nave y en reposo con respecto a ella. Sin un medio de impulsión, la única manera de regresar a la nave es lanzar su llave de tuercas de 0.5 kg directamente lejos de la nave. Si lanza la llave con rapidez de 20 m/s en relación con la nave, ¿cuánto tarda el astronauta en llegar a la nave?

**Problema 59 SERWAY SEIS.**

Una esfera de 0.5 kg que se mueve con una velocidad  $(2\mathbf{i} - 3\mathbf{j} + 1\mathbf{k})$  m/s golpea otra esfera de masa 1.5 kg que se mueve con una velocidad  $(-1.00\mathbf{j} + 2\mathbf{j} - 3\mathbf{k})$  m/s. (a) Si la velocidad de la esfera de 0.5 kg después de la colisión es  $(-1\mathbf{i} + 3\mathbf{j} - 8\mathbf{k})$  encuentre la velocidad final de la esfera de 1.5 kg e identifique la clase de colisión (elástica, inelástica, o perfectamente inelástica). (b) Si la velocidad de la esfera de 0.5 kg después de la colisión es  $(-0.25\mathbf{i} + 0.75\mathbf{j} - 2\mathbf{k})$  m/s, encuentre la velocidad final de la esfera de 1.5 kg, e identifique la clase de colisión. (c) ¿Qué pasaría si? Si la velocidad de la esfera de 0.5 kg después de la colisión es  $(-1\mathbf{i} + 3 + a\mathbf{k})$  m/s" encuentre el valor de  $a$  y la velocidad de la esfera de 1.5 kg después de una colisión elástica.

**Problema 60 Serway cinco.**

Un pequeño bloque de masa  $m_1 = 0.5$  kg se suelta desde el reposo en la parte alta de una cuña curva sin fricción que tiene una masa  $m_2 = 3$  kg, que está sobre una superficie horizontal sin

fricción, como se muestra en la figura P9.60a. Cuando abandona la cuña la velocidad del bloque es de 4 m/s hacia la derecha, como se ve en la figura P9.60b.

- a) ¿Cuál es la velocidad de la cuña después de que el bloque llega a la superficie horizontal?  
b) ¿Cuál es la altura  $h$  de la cuña?

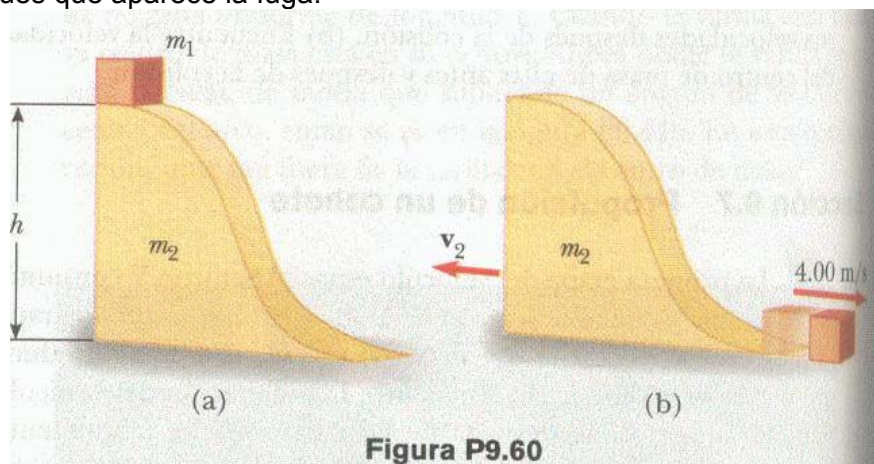
**Problema 61 Serway cinco.**

Tarzán, cuya masa es de 80 kg, se balancea de una liana de 3 m de largo que está horizontal cuando él parte. En el fondo de su arco levanta a Jane (60 kg) en una colisión perfectamente inelástica.

¿Cuál es la altura del árbol más alto que pueden alcanzar con su balanceo hacia arriba?

**Problema 61 SERWAY SEIS.**

Una cubeta de masa  $m$  y volumen  $V$  se une a un carro ligero, cubriendo por completo su superficie superior. El carro recibe un empujón a lo largo de un camino recto, horizontal y liso. Esta lloviendo, de modo que el carro corre sin fricción, con la cubeta gradualmente llenándose de agua. Para el tiempo en que la cubeta está llena, su rapidez es  $v$ . (a) ¿Cuál era la rapidez inicial  $v_i$  del carro? Sea  $\rho$  la densidad del agua. (b) ¿Qué pasaría si? Suponga que cuando la cubeta está llena a la mitad, le aparece una pequeña fuga en el fondo, de modo que el nivel del agua permanece constante de ahí en adelante. Describa cualitativamente lo que ocurre a la rapidez del carro después de que aparece la fuga.



**Problema 62 Serway cuatro. Problema 47 Serway cinco.**

Romeo (77 kg) entretiene a Julieta (55 kg) tocando su guitarra en la parte trasera de su bote en reposo en agua tranquila alejado 2.7 m de Julieta, quien está en la parte frontal del bote. Después de la serenata Julieta se mueve delicadamente hacia la parte posterior del bote (alejándose de la orilla) para besar la mejilla de Romeo. ¿Cuánto se mueve el bote de 80 kg hacia la orilla a la cual apunta?

**Problema 62 Serway cinco.**

Un avión jet se desplaza a 500 mi/h (223 m/s) en un vuelo horizontal. El motor toma aire a una relación de 80.0 kg/s y quema combustible a una relación de 3 kg/s. Si los gases de escape se expulsan a 600 m/s respecto de la aeronave, encuentre el empuje del motor jet y los caballos de potencia entregados.

**Problema 63 Serway cinco. Problema 62 SERWAY SEIS.**

Una bombera de 75 kg baja por un poste resbaladizo mientras una fuerza de fricción constante de 300 N retarda su movimiento. Una plataforma horizontal de 20 kg es sostenida por un resorte en el fondo del poste para amortiguar la caída. La bombera inicia desde el reposo 4 m arriba de la plataforma, y la constante de resorte es de 4000 N/m. Encuentre (a) la rapidez de la bombera

inmediatamente antes que ella choque con la plataforma y (b) la máxima distancia que el resorte se comprime. (Suponga que la fuerza de fricción actúa durante todo el movimiento).

**Problema 63 SERWAY SEIS.**

George de la Selva, con masa  $m$ , se columpia de una liana ligera que cuelga de una rama de un árbol estacionario. Una segunda liana de igual longitud cuelga del mismo punto, y un gorila de mayor masa  $M$  se columpia en dirección contraria en ella. Ambas lianas están horizontales cuando los primates inician desde el reposo en el mismo momento. George y el gorila se encuentran en el punto más bajo de sus oscilaciones. Cada uno teme que se reviente una liana, de modo que se agarran uno del otro y aguantan. Se columpian juntos hacia arriba, alcanzando un punto donde las lianas forman un ángulo de  $35^\circ$  con la vertical a) Encuentre el valor de la razón  $m/M$ . (b) ¿Qué pasaría si? intente esto en casa. Amarre un pequeño imán y un tomillo de acero a extremos opuestos de un resorte. Sostenga el centro de la cuerda fija para representar la rama del árbol, y reproduzca un modelo de los movimientos de George y el gorila. ¿Qué cambios en su análisis harán que éste aplique a esta situación? ¿Qué pasaría si? Suponga que el imán es potente, de modo que notoriamente atrae al tomillo a una distancia de unos centímetros. Entonces el tomillo se estará moviendo más rápido justo antes que se pegue al imán. ¿Hace esto una diferencia?

**Problema 64 Serway cuatro. Problema 51 SERWAY Quinta. Problema 49 SERWAY SEIS.**

La primera etapa del vehículo espacial Saturno V consumió combustible y oxidante a razón de  $1.50 \times 10^4$  kg/seg. con una rapidez de escape de  $2.60 \times 10^3$  m/seg.

(a) Calcule el empuje producido por estos motores.

(b) Encuentre la aceleración del vehículo inmediatamente que despegar de la plataforma de lanzamiento en la Tierra, si la masa inicial del vehículo era de  $3.00 \times 10^6$  kilos. *Nota:* El estudiante debe incluir la fuerza gravitacional para resolver la parte (b) .

**Problema 66 Serway cuatro. Problema 53 Serway cinco.**

Un cohete que se va a usar en las profundidades del espacio tendrá la capacidad de mover una carga (más la estructura del cohete y el motor) de 3 toneladas métricas hasta una rapidez de 10000 m/s. Con un motor y combustible diseñado para producir una rapidez de los gases de escape de 2000 m/s,

a) ¿qué cantidad de combustible más oxidante se requiere?

b) Si un combustible y diseño de motor diferentes pudieran dar una rapidez a los gases de escape de 5000 m/s, ¿qué cantidad de combustible y oxidante se requeriría para la misma tarea?

**Problema 66 SERWAY SEIS.**

Pequeños cubos de hielo, cada uno de masa 5 g, bajan por una pista sin fricción en un chorro continuo, como se ve en la figura P9.66. Iniciando desde el reposo, cada cubo baja toda una distancia vertical neta de 1.5 m y se separa del extremo inferior de la pista a un ángulo de  $40^\circ$  sobre la horizontal. En el punto más alto de su trayectoria subsiguiente, el cubo golpea una pared vertical y rebota con la mitad de la rapidez que tenía en el impacto. Si 10 cubos golpean la pared por segundo, ¿qué fuerza promedio es ejercida sobre la pared?

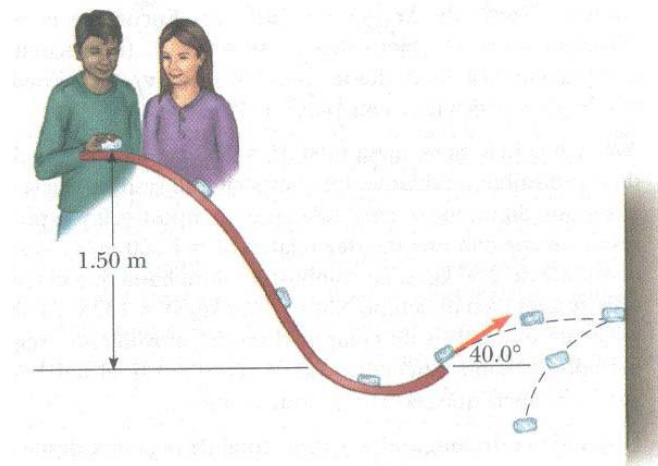


Figura P9.66

**Problema 68 Serway cinco. Problema 52 SERWAY SEIS.**

Un cohete tiene una masa total  $M_1 = 360$  kg, incluyendo 330 kg de combustible y oxidante. En el espacio interestelar parte del reposo, enciende su motor al tiempo  $t = 0$  y apaga el escape con rapidez relativa de  $v_e = 1500$  m/s a la proporción constante  $k = 2.50$  kg/s. Aunque el combustible durará por un tiempo de quemado real de  $330 \text{ kg}/(2.5 \text{ kg/s}) = 132$  s, defina un "tiempo de reducción proyectado" como  $T_p = M_i/k = 360 \text{ kg}/(2.5 \text{ kg/s}) = 144$  s. (Éste sería el tiempo de quemado si el cohete pudiera usar su cargamento, tanques de combustible e incluso las paredes de la cámara de combustión como combustible.)

a) Muestre que durante el quemado la velocidad del cohete está dada como una función de tiempo por

$$V(t) = -v_e \ln\left(1 - \frac{t}{T_p}\right)$$

b) Haga una gráfica de la velocidad del cohete como una función del tiempo para tiempos que van desde 0 hasta 132 s.

c) Muestre que la aceleración del cohete es

$$a(t) = \frac{v_e}{(T_p - t)}$$

d) Grafique la aceleración como una función del tiempo.

e) Muestre que el desplazamiento del cohete desde su posición inicial en  $t = 0$  es

$$X(t) = v_e (T_p - t) \ln\left(1 - \frac{t}{T_p}\right) + v_e t$$

f) Grafique el desplazamiento durante el quemado.

**Problema 68 SERWAY SEIS.**

Considere como un sistema el Sol con la Tierra en una órbita circular a su alrededor. Encuentre la magnitud del cambio en la velocidad del Sol con respecto al centro de masa del sistema sobre un periodo de 6 meses. Desprecie la influencia de otros cuerpos celestes. El estudiante puede obtener los datos astronómicos necesarios de las pastas del libro.

**Problema 69 Serway cinco.**

Un niño de 40 kg está parado en un extremo de un bote de 70 kg que mide 4 m de largo (Fig. P9.69). El bote está inicialmente a 3 m del muelle. El niño observa una tortuga sobre una roca cercana al extremo lejano a él y comienza a caminar hacia ese extremo para atrapar al animal. Ignore la fricción entre el bote y el agua, y

a) describa el movimiento subsecuente del sistema (niño + bote).

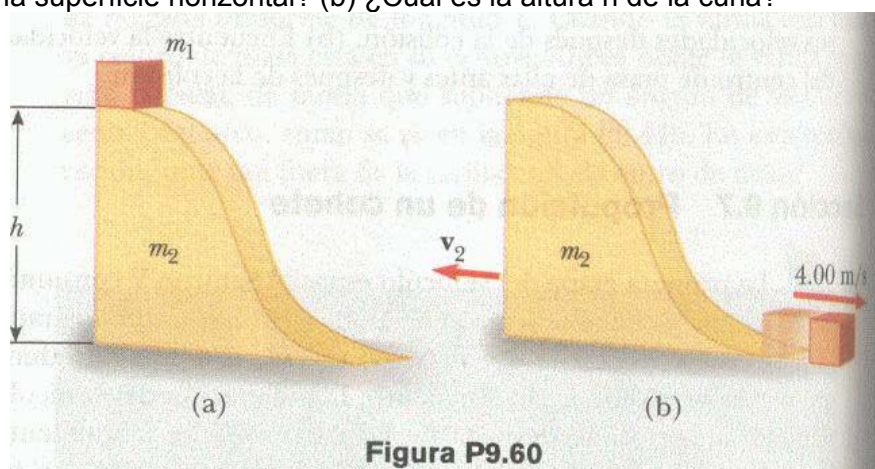
- b) ¿Dónde está el niño respecto del muelle cuando alcanza el otro extremo del bote?  
 c) ¿Atrapará el niño a la tortuga? (Suponga que él puede alcanzar una distancia de 1 m fuera del bote desde el extremo de éste.)

**Problema 73 SERWAY SEIS.**

Un palo de golf está hecho de un eje conectado a una cabeza del palo. El palo de golf se puede modelar como una varilla uniforme de longitud  $l$  y masa  $m_1$  que se extiende radialmente desde la superficie de una esfera de radio  $R$  y masa  $m_2$ . Encuentre la ubicación del centro de masa del palo, medido desde el centro de la cabeza del palo.

**Problema 74 Serway cuatro. Problema 60 SERWAY SEIS.**

Un pequeño bloque de masa  $m_1 = 0.5$  kg se suelta desde el reposo en la parte superior de una cuña curva sin fricción de masa  $m_2 = 3$  kg, que apoya sobre una superficie horizontal sin fricción como en la figura P9.60a. Cuando el bloque se separa de la cuña, su velocidad se mide y es 4 m/s a la derecha, como en la figura P9.60b. (a) ¿Cuál es la velocidad de la cuña después el bloque llega a la superficie horizontal? (b) ¿Cuál es la altura  $h$  de la cuña?



**Problema 74 Serway cinco. Problema 69 SERWAY SEIS.**

Hay (podría decirse) tres teorías de movimiento parecidas. La segunda ley de Newton, que expresa que la fuerza total sobre un objeto le produce aceleración; el teorema del trabajo y la energía cinética, que expresa que el trabajo total sobre un objeto produce su cambio en la energía cinética; y el teorema del impulso y la cantidad de movimiento, que dice que el impulso total sobre un cuerpo produce el cambio en la cantidad de movimiento. En este problema, el estudiante compara predicciones de las tres teorías en un caso particular.

Un cuerpo de 3 Kg. tiene una velocidad  $7j$  m/s. A continuación, una fuerza total  $12j$  N actúa sobre el cuerpo durante 5 s.

- (a) Calcule la velocidad final del cuerpo, usando el teorema del impulso y la cantidad de movimiento. (b) Calcule su aceleración a partir de  $a = (v_f - V_i)/t$ .  
 (c) Calcule su aceleración a partir de  $a = \Sigma F/m$ .  
 (d) Encuentre el desplazamiento vectorial del cuerpo a partir de  $\Delta r = v_i t + \frac{1}{2} at^2$ .  
 (e) Encuentre el trabajo realizado sobre el objeto desde  $w = F \cdot \Delta r$ .  
 (f) Encuentre la energía cinética final desde  $\frac{1}{2} m v_f^2 = \frac{1}{2} m v_i^2 + w$ .  
 (g) Encuentre la energía cinética final con  $\frac{1}{2} m v_i^2 + w$ :

**Problema 75 Serway cinco. Problema 70 SERWAY SEIS.**

Un cohete tiene masa total  $M_i = 360$  kg, incluyendo 330 kg de combustible y oxidante. En el espacio interestelar inicia desde el reposo. Su motor se enciende en el tiempo  $t = 0$  y expulsa gases de escape con una rapidez relativa  $V_e = 1500$  m/s a un ritmo constante de 2.5 kg/s. La combustión dura hasta que el combustible se agota, en el tiempo  $330 \text{ kg}/(2.5 \text{ kg/s}) = 132$  s.



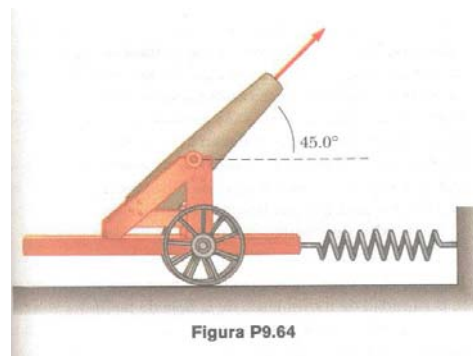
Establezca y ejecute un análisis de computadora del movimiento, según el método de Euler. Encuentre (a) la velocidad final del cohete y (b) la distancia que recorre durante la quema.

**Problema 79 Serway cuatro. Problema 57 SERWAY SEIS.**

Un astronauta de 80 kg está trabajando en los motores de su nave, que se desplaza en el espacio con una velocidad constante. El astronauta, con el deseo de tener una mejor vista del universo, se empuja contra la nave y más tarde se encuentra 30 m detrás de la nave. Sin un impulsor, la única forma de regresar a la nave es lanzar su llave de 0.5 kg directamente alejándose de la nave. Si él empuja la llave con una rapidez de 20 m/s con respecto a la nave, ¿cuánto tarda el astronauta en llegar a la nave?

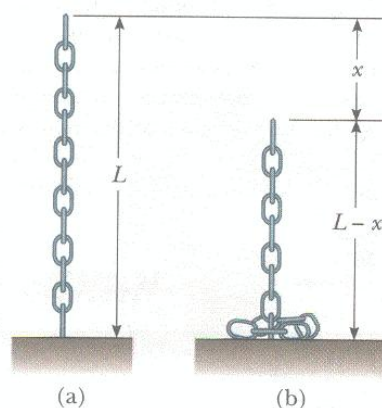
**Problema 80 Serway cuatro. Problema 64 Serway cinco. Problema 64 SERWAY SEIS.**

Un cañón está rígidamente unido a un carro, que puede moverse a lo largo de rieles horizontales pero está conectado a un poste por medio de un resorte grande, inicialmente sin estirar y con constante de fuerza  $k = 2 \times 10^4$  N/m, como en la figura P9.64. El cañón dispara un proyectil de 200 kilos a una velocidad de 125 m/s dirigido  $45^\circ$  sobre la horizontal. (a) Si la masa del cañón y su carro es de 5000 kilos, encuentre la rapidez de retroceso del cañón. (b) Determine la máxima extensión del resorte. (c) Encuentre la máxima fuerza que el resorte ejerce sobre el carro. (d) Considere el sistema formado por el cañón, carro y proyectil. ¿Se conserva la cantidad de movimiento de este sistema durante el disparo? ¿Por qué sí o por qué no?



**Problema 81 Serway cuatro. Problema 65 Serway cinco. Problema 71 SERWAY SEIS.**

Una cadena de longitud  $L$  y masa total  $M$  se suelta desde el reposo con su extremo inferior tocando apenas la parte superior de una mesa, como se ve en la figura P9.71a. Encuentre la fuerza ejercida por la mesa sobre la cadena después que la cadena ha caído toda una distancia  $x$ , como en la figura P9. 71 b. (Suponga que cada eslabón se detiene en el instante en que llega a la mesa).



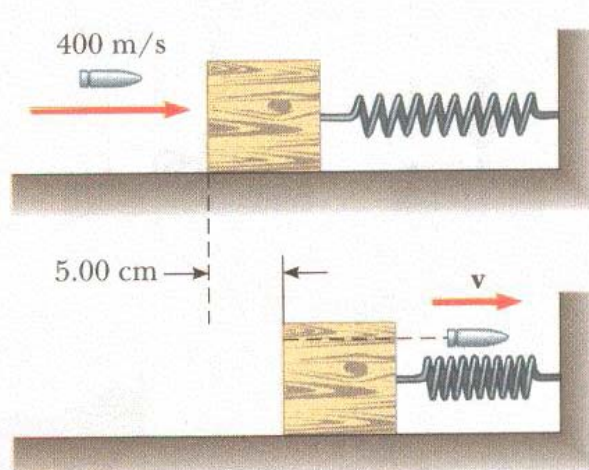
**Problema 82 Serway cuatro. Problema 66 Serway Quinta. Problema 54 SERWAY SEIS.**

Dos deslizadores se ponen en movimiento sobre un riel de aire. Un resorte de constante de fuerza  $k$  se fija en el lado posterior de uno de los deslizadores. El primer deslizador, de masa  $m_1$ , tiene una velocidad  $V_1$ , y el segundo deslizador, de masa  $m_2$  se mueve más lentamente, con velocidad  $V_2$ , como se ve en la figura P9.82 ( $V_1 > V_2$ ). Cuando  $m_1$  choca con el resorte unido a  $m_2$  y comprime el resorte a su máxima compresión  $X_{\text{máx}}$ , la velocidad de los deslizadores es  $v$ . En términos de  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $m_1$ ,  $m_2$ , y  $k$ , encuentre

- (a) la velocidad  $v$  a máxima compresión,
- (b) la máxima compresión  $X_{\text{máx}}$ , y
- (c) la velocidad de cada deslizador después que  $m_1$  ha perdido contacto con el resorte.

**Problema 85 Serway cuatro. Problema 71 Serway cinco. Problema 67 SERWAY SEIS.**

Una bala de 5 gr. que se mueve con una rapidez inicial de 400 m/s es disparada contra un bloque de 1 kg al que atraviesa, como se ve en la figura P9.67. El bloque, inicialmente está en reposo en una superficie horizontal sin fricción, está conectado a un resorte con constante de fuerza de 900 N/m. Si el bloque se mueve 5 cm a la derecha después del impacto, encuentre (a) la rapidez a la que la bala emerge del bloque y (b) la energía mecánica convertida en energía interna en la colisión.



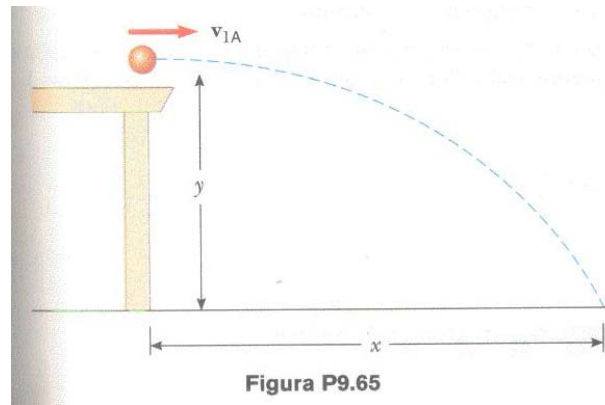
**Figura P9.67**

**Problema 86 Serway cuatro. Problema 70 Serway cinco. Problema 65 SERWAY SEIS.**

Una estudiante realiza un experimento de péndulo balístico usando un aparato semejante al que se muestra en la figura 9.11b. Ella obtiene los siguientes datos promedio:  $h = 8.68$  cm,  $m_1 = 68.8$  g, y  $m_2 = 263$  g. Los símbolos se refieren a las cantidades en la figura 9.11a. (a) Determine la rapidez inicial  $V_{1A}$  del proyectil. (b) La segunda parte de su experimento es obtener  $V_{1A}$  al disparar el mismo proyectil horizontalmente (con el péndulo movido de la trayectoria), al medir su posición horizontal final  $x$  y la distancia de caída  $y$  (figura P9.65). Demuestre que la rapidez inicial del proyectil está relacionada con  $x$  y  $y$  por medio de la relación

$$V_{1A} = \frac{x}{\sqrt{\frac{2y}{g}}}$$

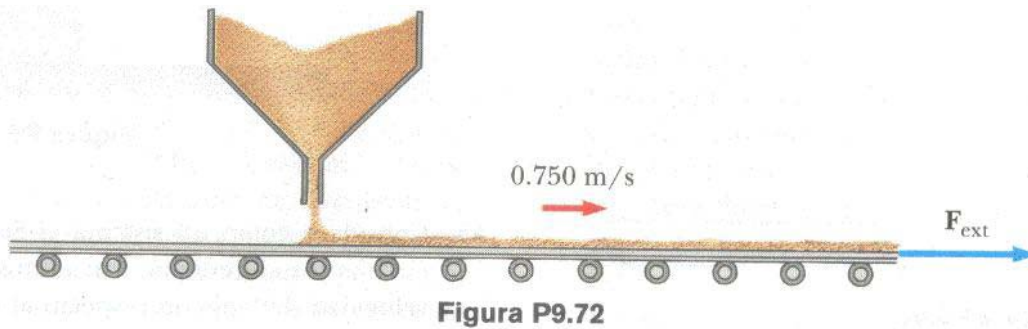
¿Qué valor numérico obtiene ella para  $V_{1A}$  con base en sus valores medidos de  $x = 257$  cm y  $y = 85.3$  cm? ¿Qué factores podrían explicar la diferencia en este valor en comparación con el obtenido en la parte (a)?



**Problema 89 Serway cuatro. Problema 67 Serway cinco. Problema 72 SERWAY SEIS.**

Arena de una tolva estacionaria cae sobre una banda transportadora en movimiento a razón de 5 kg/s, como se ve en la P9.72. La banda transportadora está sostenida por rodillos sin fricción y se mueve a una rapidez constante de 0.75 m/s bajo la acción de una fuerza externa horizontal constante  $F_{ext}$  proporcionada por el motor que mueve la cadena. Encuentre:

- (a) La rapidez de cambio de la cantidad de movimiento de la arena en la dirección horizontal.
- (b) la fuerza de fricción ejercida por la banda sobre la arena,
- (c) la fuerza externa  $F_{ext}$ .
- (d) el trabajo do por  $F_{ext}$  en 1 s,
- (e) la energía cinética adquirida por la arena que cae cada segundo debido al cambio en su movimiento horizontal.
- (f) ¿Por qué son diferentes las respuestas a (d) y (e)



**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.?

$$I = F \cdot t$$

Pero  $F = 40$  Newton,  $t = 0,1$  seg.

$$I = F \cdot t = 40 \cdot 0,1$$

$$I = 4 \text{ Newton} \cdot \text{seg.}$$

b) La velocidad con que sale disparada la bola?

$$F = m \cdot a$$

Pero  $F = 40$  Newton,  $m = 0,16$  kg.

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



$$V_f = V_0 - a * t$$

$$V_0 = a * t$$

$$V_0 = 250 * 0,1$$

$$V_0 = 25 \text{ m/seg.}$$

### 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?

$$V_0 = 40 \text{ m/seg}$$

$$V_F = 10 \text{ m/seg}$$

$$t = 4 \text{ seg}$$

$$V_f = V_0 - a * t$$

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

$$F = m * a$$

$$F = 950 \text{ kg} * 7,5 \text{ m/seg}^2$$

$$F = 7125 \text{ Newton}$$

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

$$C - C_0 = F * t$$

$$\text{Pero: } C = m * v_0 \quad C_0 = m * v_F$$

$$m * v_0 - (m * v_F) = F * t$$

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

$$38000 - 9500 = F * 4$$

$$28500/4 = F$$

$$F = 7125 \text{ Newton}$$

### Problema 3

Un objeto de 5 kg. Tiene una velocidad de 10 m/seg. Que forma un ángulo de  $37^\circ$  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?

$$V_x = v * \cos 37 = 10 * \cos 37$$

$$V_x = 8 \text{ m/seg}$$

$$V_y = v * \sin 37 = 10 * \sin 37$$

$$V_y = 6 \text{ m/seg}$$

Cual es su cantidad de movimiento

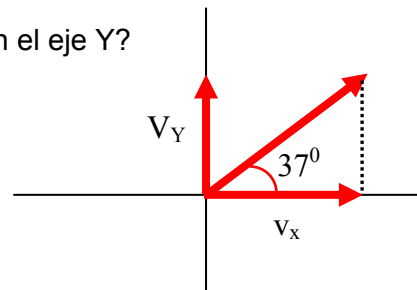
$$C = m * v$$

$$C = 5 * 10 = 50 \text{ Kg m/seg}$$

Cual es su cantidad de movimiento en el eje X

$$C = m * v_x$$

$$C = 5 * 8 = 40 \text{ Kg m/seg}$$



Cual es su cantidad de movimiento en el eje Y

$$C = m * v_y$$

$$C = 5 * 6 = 30 \text{ Kg m/seg}$$

#### 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?

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

$$\text{Pero } C = m * v$$

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

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

$$C = m * v$$

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

#### 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?

$$1 \text{ seg.} \longrightarrow 1000 \text{ mseg}$$

$$x \longrightarrow 10 \text{ mseg}$$

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

$$F = m * a$$

$$\text{Pero } F = 50 \text{ Newton, } m = 0,5 \text{ kg.}$$

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

$$V_f = V_0 - a * t$$

$$V_0 = a * t$$

$$V_0 = 100 * 0,01$$

$$V_0 = 1 \text{ m/seg.}$$

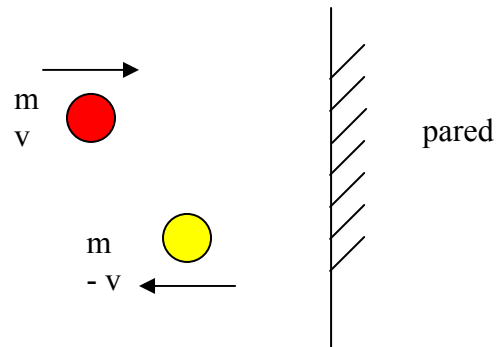
### Problema 6

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?

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

Pero:  $C = m \cdot v$   $C_0 = - m \cdot v$   
 $m \cdot v - (- m \cdot v) = F \cdot t$   
 $m \cdot v + m \cdot v = F \cdot t$   
 $2 m \cdot v = F \cdot t$

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

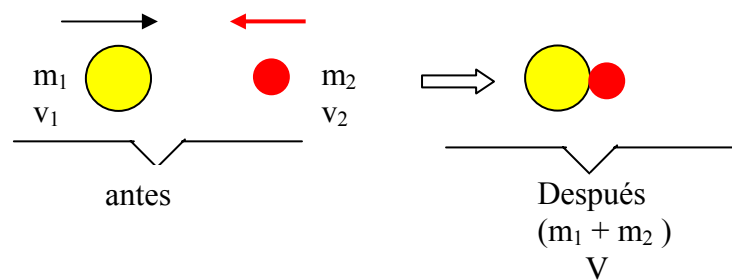


### Problema 7

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.

$$m_1 = 30000 \text{ kg}$$
$$v_1 = 10 \text{ m/seg}$$

$$m_2 = 700 \text{ kg}$$
$$v_2 = 25 \text{ m/seg}$$



$$(m_1 \cdot v_1) - (m_2 \cdot v_2) = (m_1 + m_2) \cdot V$$
$$(30000 \cdot 10) - (700 \cdot 25) = (30000 + 700) \cdot V$$

$$(300000) - (17500) = (30700) \cdot V$$

$$282500 = 30700 \cdot V$$

**$V = 20,9 \text{ m/seg}$  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  $-12 \text{ m/seg}$  La velocidad de la primera bola después de la colisión es de  $-14 \text{ m/seg}$  Cual es la velocidad de la segunda bola?

$$m_1 = 0,5 \text{ Kg}$$

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

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

$$m_2 = 1 \text{ Kg}$$

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

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

$$(m_1 \cdot v_{1a}) + (m_2 \cdot v_{2a}) = (m_{1d}) \cdot v_{1d} + (m_{2d}) \cdot v_{2d}$$
$$(0,5 \cdot 6) + (1 \cdot -12) = (0,5) \cdot (-14) + (1) \cdot v_{2d}$$
$$(3) - (12) = -7 + v_{2d}$$

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

$$v_{2d} = -2 \text{ m/seg.}$$

### 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?

$$\text{Pero: } m_1 = m \quad V_1 = V \quad m_2 = 3m \quad V_2 = 2V$$

Cuanto es la cantidad de movimiento de la segunda respecto de la primera.

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

Cuanto es la energía cinética de la segunda respecto de la primera?

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

**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?

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

$$C_{\text{bala}} = C_{\text{fusil}}$$

$$m_b * V_b = m_f * (-V_f)$$
$$(0,1) * 900 = (6) * (-V_f)$$

$$90 = -6 V_f$$

$$V_f = -90/6$$

$$V_f = -15 \text{ m/seg.}$$

### 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?

$$C_{\text{antes}} = C_{\text{despues}}$$
$$m_a * V_a = m_d * V_d$$

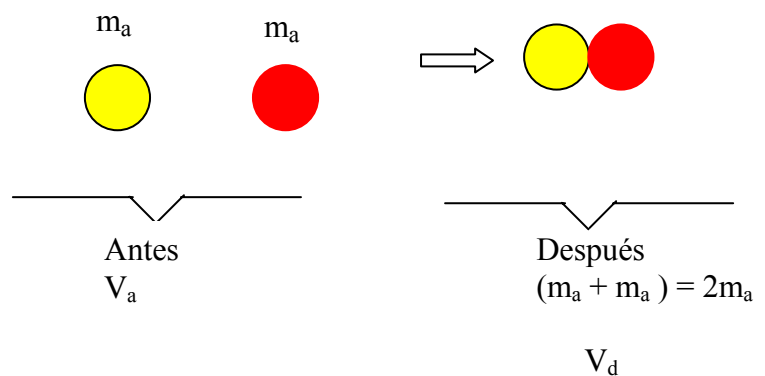
$$m_a * V_a = 2 m_a * V_d$$

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

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

Energía cinética antes

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



Energía cinética después

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

$$E_{Cd} = \frac{1}{2} (E_{Ca})$$

### 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.

$$C_{antes} = C_{despues}$$



$$0 = m_1 * V_1 + m_2 * V_2$$

$$0 = 3 * 10 + 2 * V_2$$

$$2 * V_2 = - 30$$

$$V_2 = - 15 \text{ m/seg.}$$

### Problema 8.2 Sears – zemansky

- 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
- La misma cantidad de movimiento?
- La misma energía cinética?

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

$$V = 13,888 \text{ m/seg.}$$

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

$$m = 10000 \text{ kg.}$$

$$\text{Pero: } C = m * v$$

$$C = 10000 \text{ kg} * 13,888 \text{ m/seg}$$

$$C = 13888,88 \text{ kg m/seg}$$

**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

$C = 13888,88 \text{ kg m/seg}$

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

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

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

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

$$E_C = E_{C1}$$

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

Cancelando términos semejantes

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

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

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

$$385,753 = v_1^2$$

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

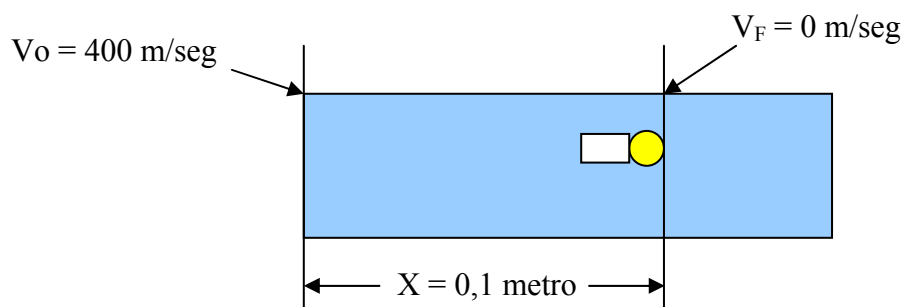
$$V_1 = 19,64 \text{ m/seg}$$

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

### 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 desaceleradora es constante. Calcular:

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



$$m = 0,05 \text{ kg} \quad V_0 = 400 \text{ m/seg}$$

a) La desaceleración?

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

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

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

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

**b) La fuerza desaceleradora?**

$$F = m * a$$

$$F = 0,05 * 800000$$

$$F = 40000 \text{ Newton}$$

**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?**

$$I = F * t$$

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

$$I = 20 \text{ Newton} * \text{seg}$$

## 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 de movimiento. 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  $P_1 + P_2 = \text{constante}$ , entonces se deduce que  $\Delta P_1 + \Delta P_2 = 0$  y  $\Delta P_1 = -\Delta P_2$ . Mientras el cambio 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,  $\Delta t$  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  $\Delta t$  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 mesa 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.**

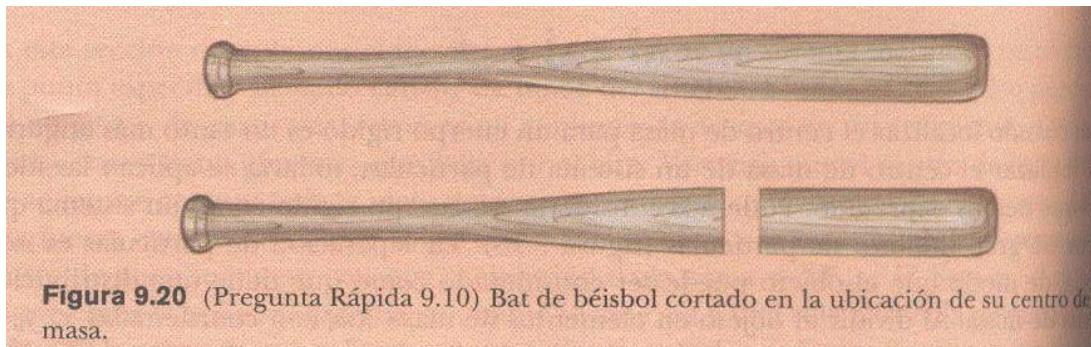
Un bate de béisbol se corta en la ubicación de su centro de masa, como se muestra en la figura 9.20. La parte con la menor masa es:

a) La parte de la derecha

**b) La parte de la izquierda**

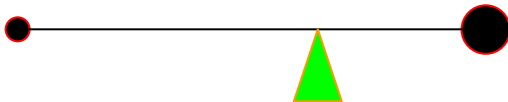
c) Ambas partes tienen la misma masa.

d) Imposible de determinar.



**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 reunirse 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. (¡ 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 disparó 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.