FACULTAD DE INGENIERÍA

PRÁCTICA
IMPULSO- CANTIDAD DE MOVIMIENTO

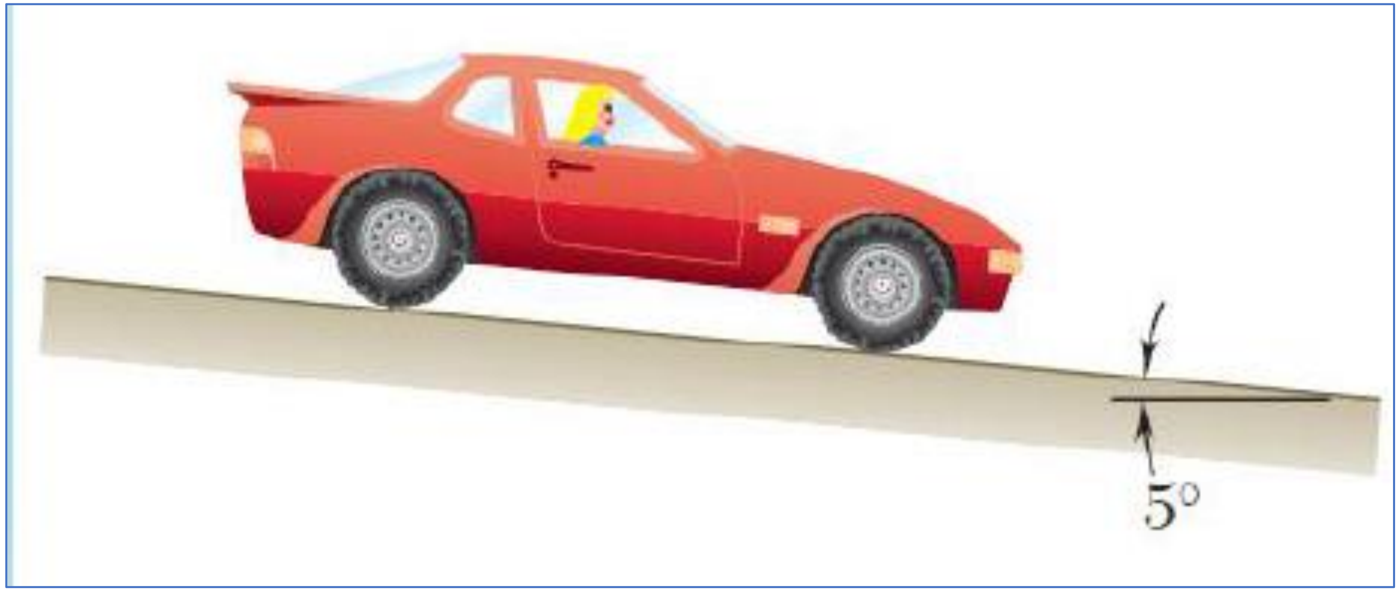
MECÁNICA APLICADA
MECÁNICA Y MECANISMOS

Ing. Carlos Barrera

Ejercicio N° 1

Un auto que pesa 4000 lb desciende por una pendiente de 5° a una velocidad de 60 mi/h cuando se aplican los frenos, lo que provoca una fuerza de frenado total constante de 1500 lb.

Calcule el tiempo que se requiere para que el auto se detenga.



Datos:

m = 4000 lb

Pendiente 5°

V = 60 mi/h

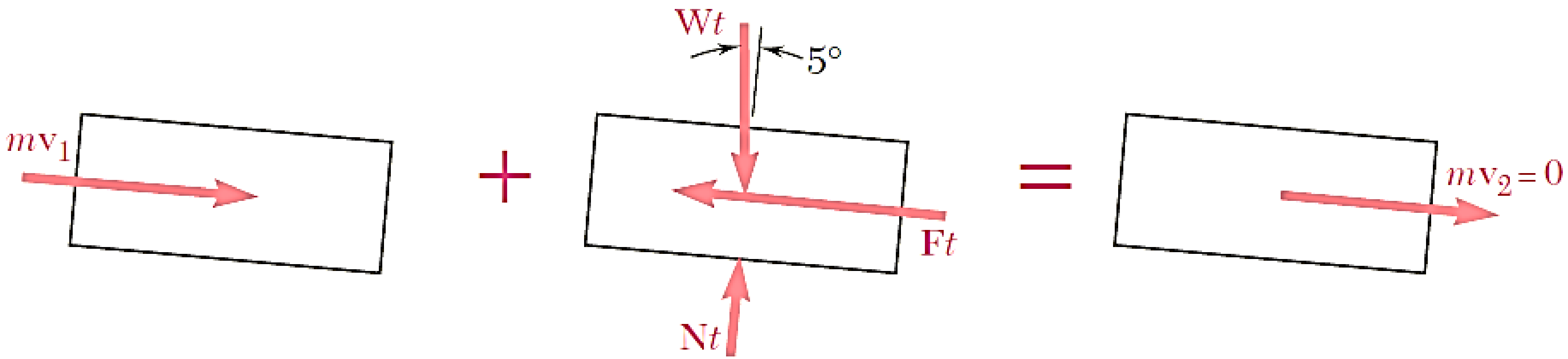
$F_{frenado}$ = 1500 lb

Incógnita:

$t_{v=0}$ = ?

• **SOLUCIÓN**

Se aplica el principio del impulso y la cantidad de movimiento. Puesto que cada una de las fuerzas es constante en magnitud y dirección, cada impulso correspondiente es igual al producto de la fuerza y al intervalo *t*.



$$m\mathbf{v}_1 + \Sigma\, \mathbf{Imp}_{1\rightarrow 2} = m\mathbf{v}_2$$

$$+\searrow \text{componentes:} \quad mv_1 + (W \operatorname{sen} 5°)t - Ft = 0$$

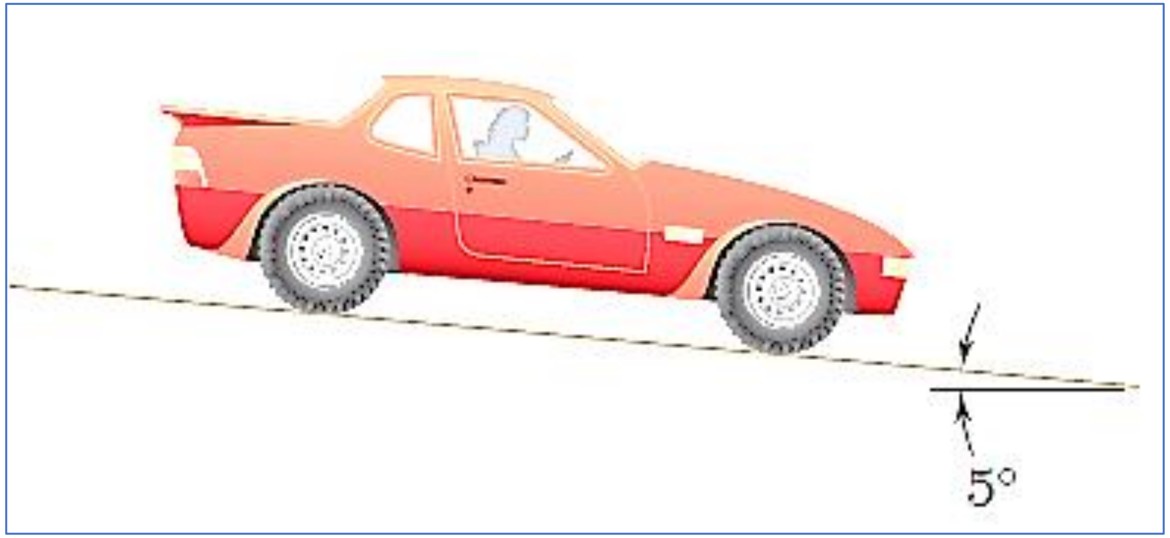
$$(4\,000/32.2)(88 \text{ pies/s}) + (4\,000 \operatorname{sen} 5°)t - 1\,500t = 0$$

$$\boxed{t = 9.49 \text{ s}}$$

Ejercicio N°2

Un automóvil que **pesa 4 000 lb** desciende por una **pendiente de 5°** de inclinación a una **rapidez de 60 mi/h** cuando **se aplican los frenos**, lo que provoca una **fuerza de frenado total constante** (aplicada por el camino sobre las llantas) de **1 500 lb.**

Determine la distancia que recorre el automóvil antes de detenerse.



Datos:

m = 4000 lb

Pendiente 5°

V = 60 mi/h

$F_{frenado}$ = 1500 lb

Incógnita:

$X_{v=0}$ = ?

- **Energía cinética**

Pasamos la unida de velocidad a pies/s

Posición 1: $v_1 = \left(60 \frac{\text{mi}}{\text{h}}\right)\left(\frac{5\,280 \text{ pies}}{1 \text{ mi}}\right)\left(\frac{1 \text{ h}}{3\,600 \text{ s}}\right) = 88 \text{ pies/s}$

$$\boxed{T_1 = \tfrac{1}{2}mv_1^2 = \tfrac{1}{2}(4\,000/32.2)(88)^2 = 481\,000 \text{ pies} \cdot \text{lb}}$$

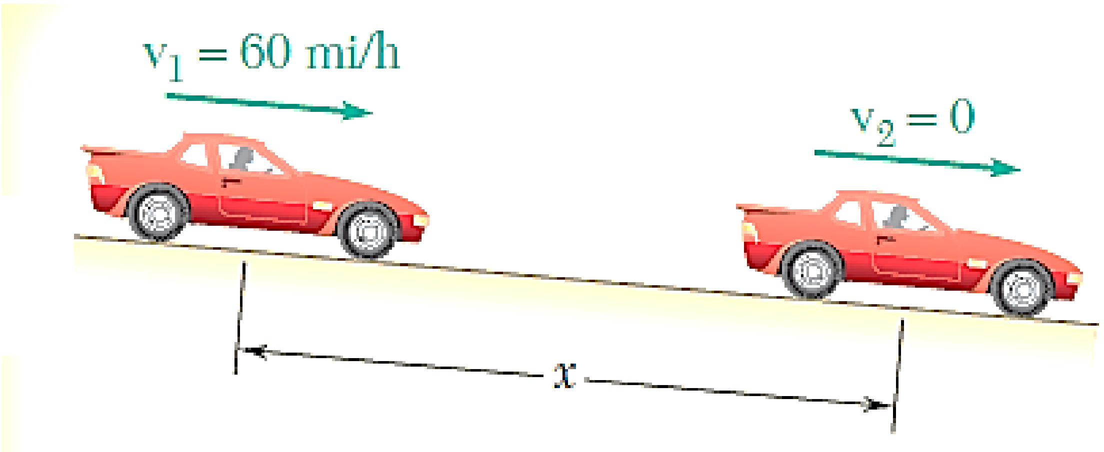
Posición 2: $\boxed{v_2 = 0 \qquad T_2 = 0}$

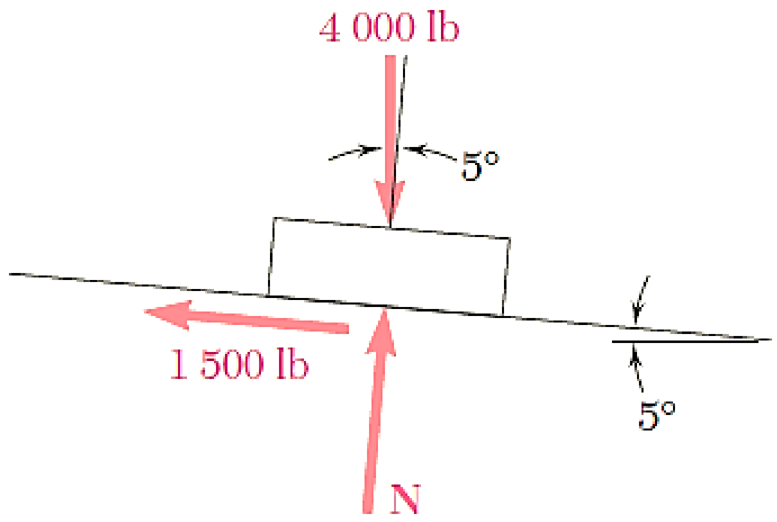
- **Trabajo**

$$\boxed{U_{1\to 2} = -1\,500x + (4\,000 \text{ sen } 5°)x = -1\,151x}$$

- **Principio del trabajo y la energía**

$$T_1 + U_{1\to 2} = T_2$$
$$481\,000 - 1\,151x = 0$$
$$\boxed{x = 418 \text{ pies}}$$





T = Energía cinética de la partícula

$T = \tfrac{1}{2}mv^2$

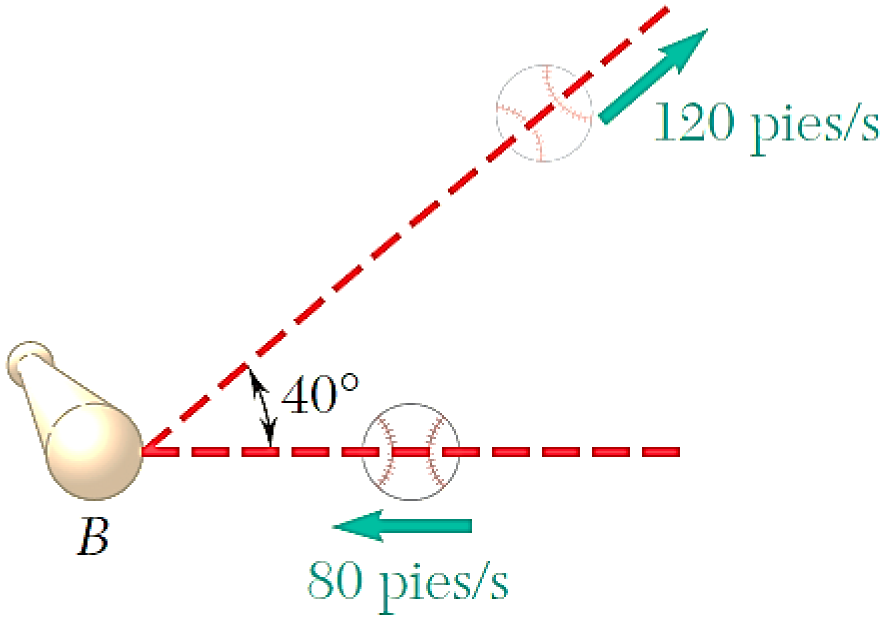
$U_{1\to 2} = T_2 - T_1$

Ejercicio N° 3

Una pelota de beisbol de 4 onzas se lanza con una velocidad de 80 ft/s. hacia un bateador.

Después de que la bola es golpeada por el bate, adquiere una velocidad de 120ft/s en la dirección que se indica. Si el bate y la bola están en contacto 0,015 s.

Calcular la fuerza impulsiva promedio ejercida sobre la pelota durante el impacto.

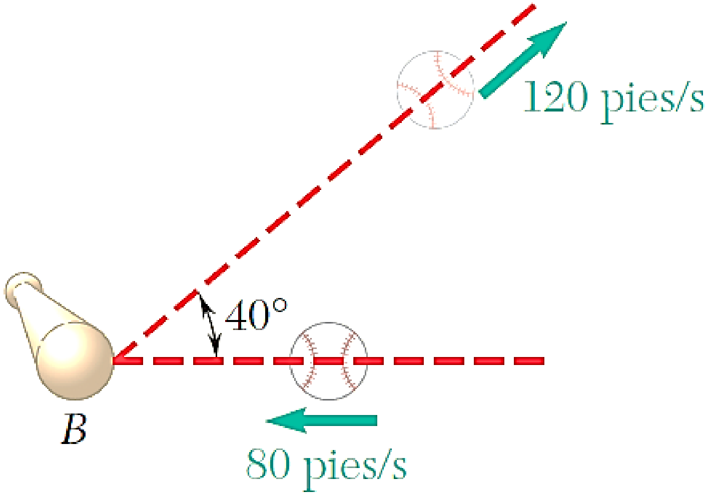


Datos:
m_P = 4 onzas
V_{P1} = 80 ft/s
V_{P2} = 120 ft/s
Δt = 0,015 s

Incógnita:
$F_{\text{impulsiva prom}}$ = ?

• SOLUCIÓN

Se aplica el principio del impulso y la cantidad de movimiento a la pelota. Puesto que el peso de esta misma es una fuerza no impulsiva, puede ignorarse.



Datos:

m_P = 4 onzas

$V_{P1} = 80$ ft/s

$V_{P2} = 120$ ft/s

Δt = 0,015 s

Incógnita:

$F_{\text{impulsiva prom}}$ = ?

$$m\mathbf{v}_1 + \Sigma\, \mathbf{Imp}_{1\to 2} = m\mathbf{v}_2$$

$\overset{+}{\rightarrow}$ componentes x: $\quad -mv_1 + F_x\,\Delta t = mv_2 \cos 40°$

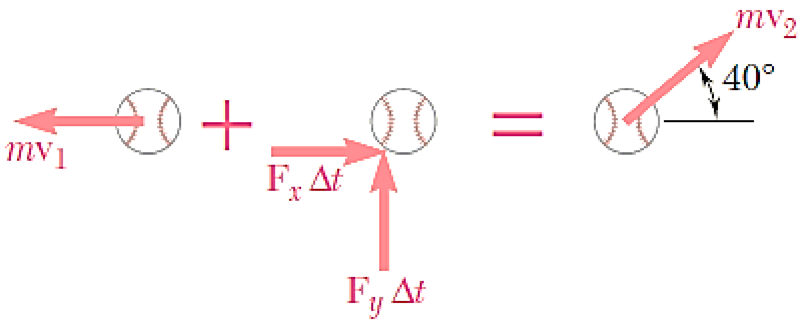
$$-\frac{\frac{4}{16}}{32.2}(80 \text{ pies/s}) + F_x(0.015 \text{ s}) = \frac{\frac{4}{16}}{32.2}(120 \text{ pies/s}) \cos 40°$$

$$\boxed{F_x = +89.0 \text{ lb}}$$

$+\uparrow$componentes y: $\quad 0 + F_y\,\Delta t = mv_2 \operatorname{sen} 40°$

$$F_y(0.015 \text{ s}) = \frac{\frac{4}{16}}{32.2}(120 \text{ pies/s}) \operatorname{sen} 40°$$

$$\boxed{F_y = +39.9 \text{ lb}}$$



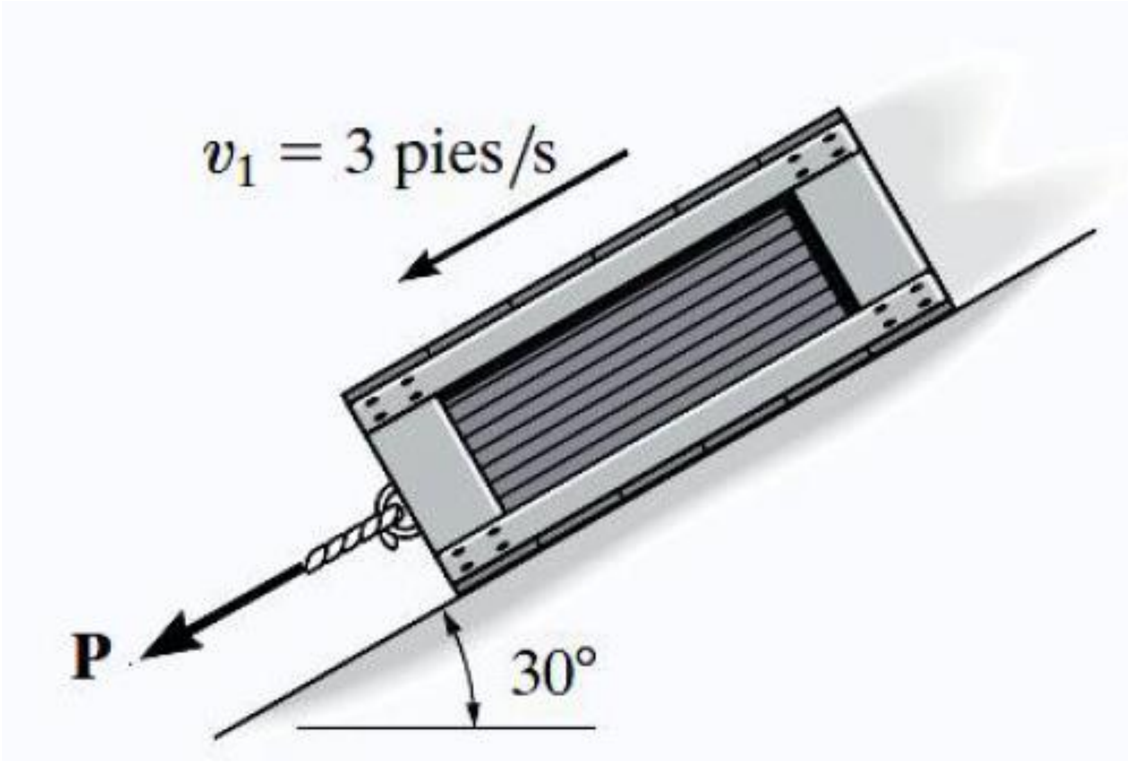
A partir de sus componentes *Fx* y *Fy* se determina la magnitud y dirección de la fuerza **F**:

$$\boxed{\mathbf{F} = 97.5 \text{ lb} \measuredangle 24.2°}$$

Ejercicio N° 4

Sobre la caja de 50 lb actúa una fuerza de magnitud variable P= (20*t) lb, donde t está en segundos.

Determine la velocidad de la caja 2s después que P ha sido aplicada. La velocidad inicial es de 3 ft/s hacia abajo por el plano y el coeficiente de rozamiento entre la caja y el plano es 0,3.



Datos:

m_c = 50 lb

P= (20*t) lb ; t(seg.)

V1=3 ft/s

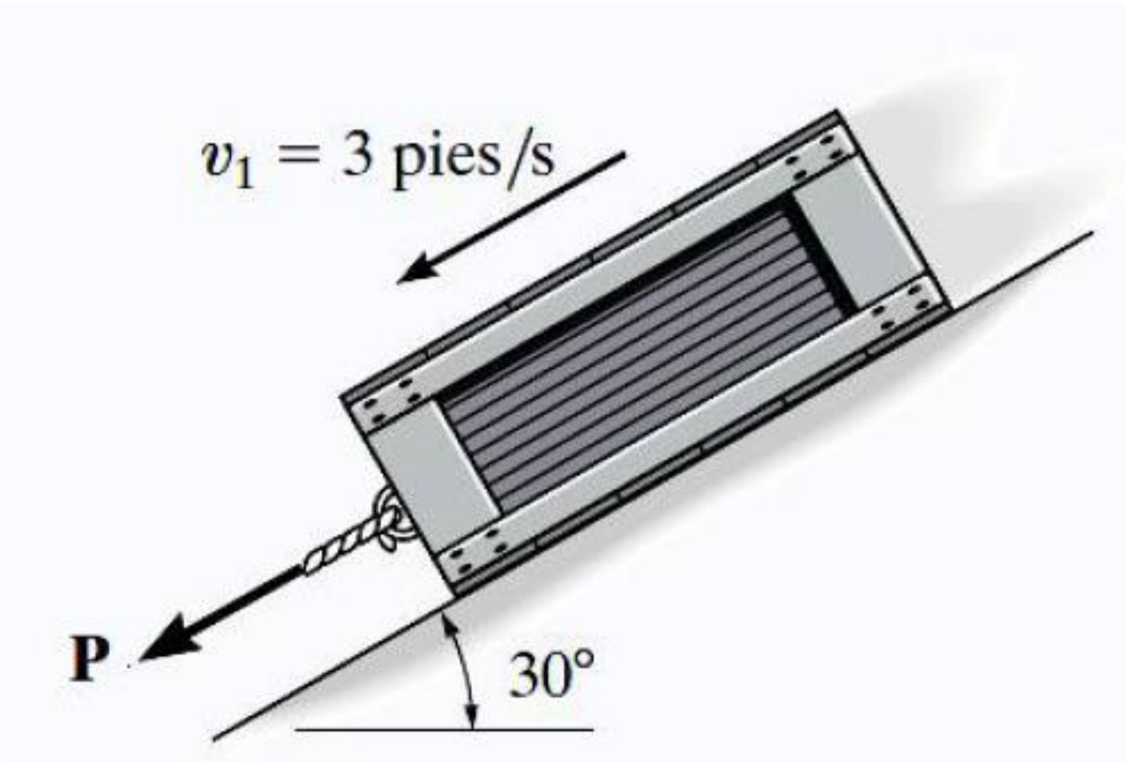
μ_k=0,3

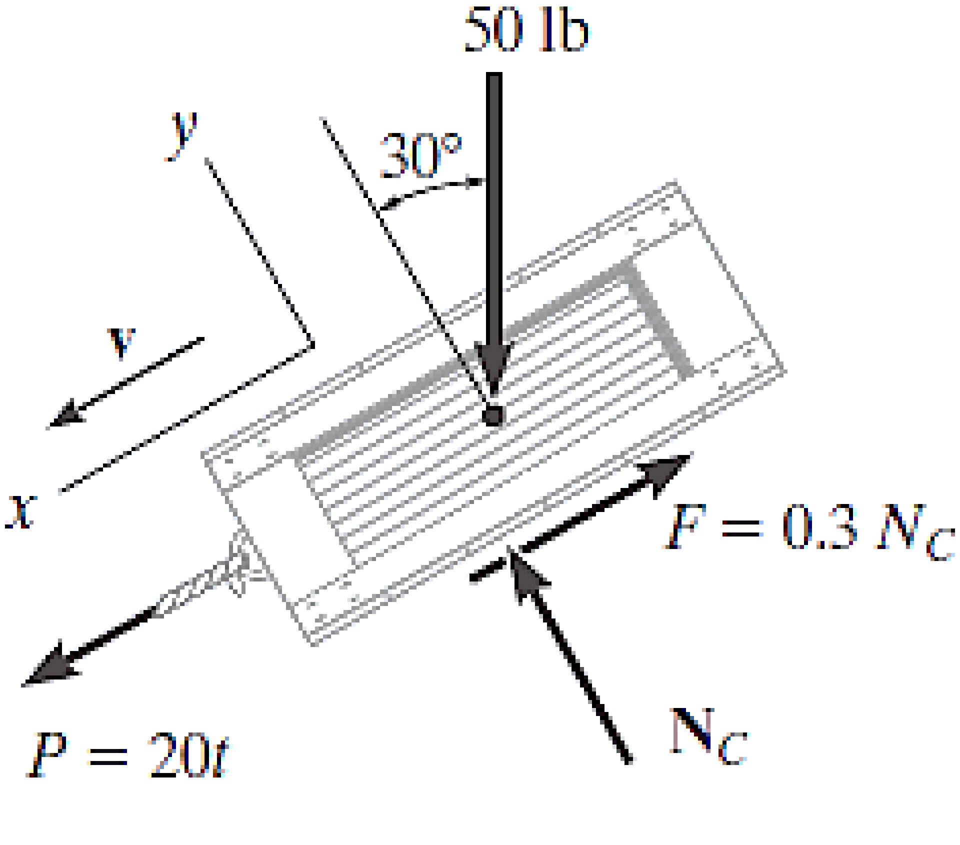
Incógnita:

$V_{c\,(t=2seg)}$ = ?

SOLUCIÓN

Diagrama de cuerpo libre. Como la magnitud de la fuerza $P = 20t$ varía con el tiempo, el impulso que crea se determina al integrarse a lo largo del intervalo de 2s.

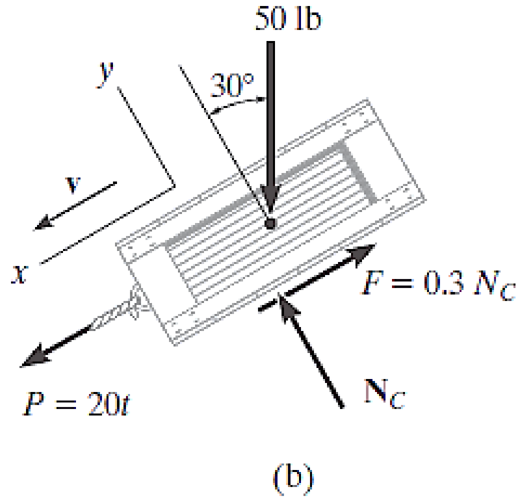




(b)

Principio de impulso y cantidad de movimiento.

Al aplicar las ecuaciones en la dirección *x*, tenemos



$$m(v_x)_1 + \Sigma \int_{t_1}^{t_2} F_x \, dt = m(v_x)_2$$

$$m(v_y)_1 + \Sigma \int_{t_1}^{t_2} F_y \, dt = m(v_y)_2$$

$$m(v_z)_1 + \Sigma \int_{t_1}^{t_2} F_z \, dt = m(v_z)_2$$

$$(+\swarrow) \qquad m(v_x)_1 + \Sigma \int_{t_1}^{t_2} F_x \, dt = m(v_x)_2$$

$$\frac{50\text{ lb}}{32.2\text{ pies/s}^2}(3\text{ pies/s}) + \int_0^{2\text{ s}} 20t\,dt - 0.3N_C(2\text{ s}) + (50\text{ lb})\text{ sen }30°(2\text{ s}) = \frac{50\text{ lb}}{32.2\text{ pies/s}^2}v_2$$

$$4.658 + 40 - 0.6N_C + 50 = 1.553v_2$$

La ecuación de equilibrio puede aplicarse en la dirección *y*. ¿Por qué?

$$+\nwarrow\Sigma F_y = 0; \qquad N_C - 50\cos 30°\text{ lb} = 0$$

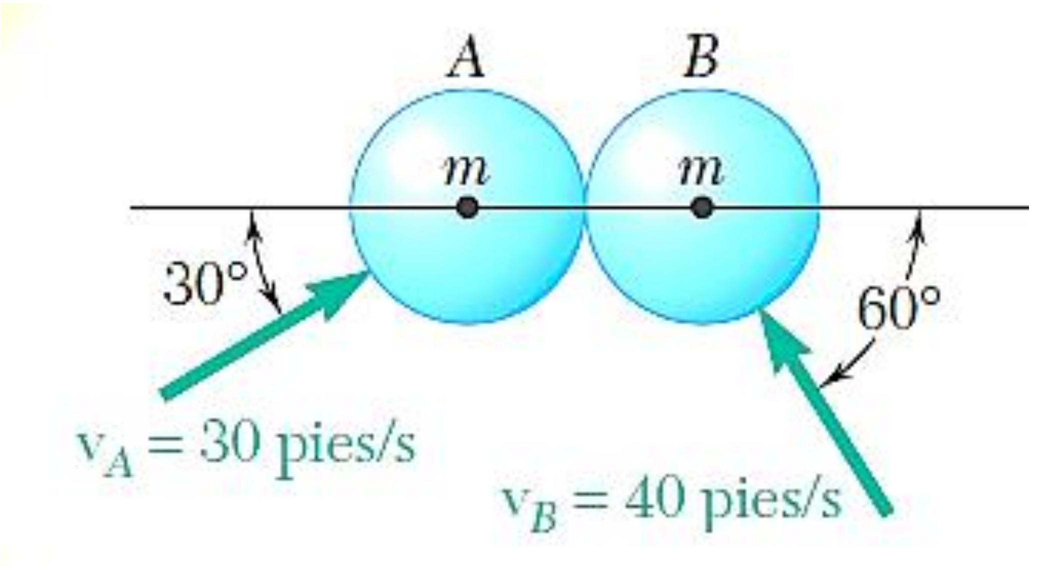
Al resolver,

$$\boxed{N_C = 43.30\text{ lb}} \qquad \boxed{v_2 = 44.2\text{ pies/s}\swarrow}$$

Ejercicio N° 5

La magnitud y dirección de las velocidades de dos pelotas idénticas sin rozamiento antes de que choquen entre sí son como se indica.

Suponiendo que e= 0,90, calcular la magnitud y dirección de la velocidad de cada pelota después del impacto.



Datos:

$m_A = m_B$

$V_A = 80$ pies/s; (30°)

$V_B = 40$ pies/s; (60°)

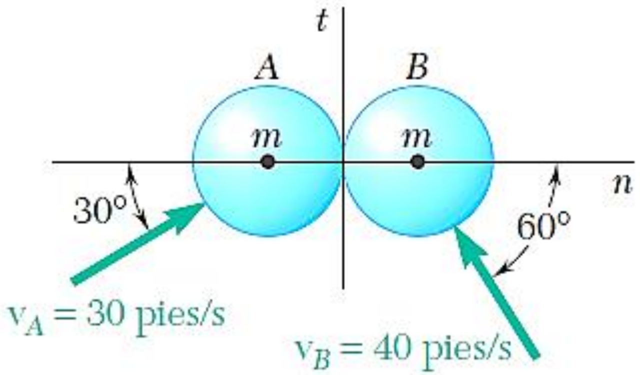
e = 0,90

Incógnita:

$v_{A\ \text{dir y sent}} = ?$

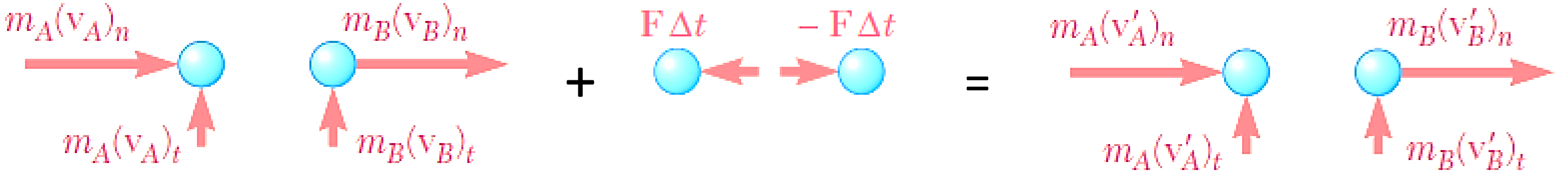
$v_{B\ \text{dir y sent}} = ?$

SOLUCIÓN



Las fuerzas impulsivas que las pelotas ejercen entre sí durante el impacto están dirigidas a lo largo de la línea que une los centros de las pelotas y que recibe el nombre de ***línea de impacto***. Al descomponer las velocidades en las componentes dirigidas, respectivamente, a lo largo de la línea de impacto y a lo largo de la tangente común a las superficies en contacto, se escribe

$$(v_A)_n = v_A \cos 30° = +26.0 \text{ pies/s}$$
$$(v_A)_t = v_A \operatorname{sen} 30° = +15.0 \text{ pies/s}$$
$$(v_B)_n = -v_B \cos 60° = -20.0 \text{ pies/s}$$
$$(v_B)_t = v_B \operatorname{sen} 60° = +34.6 \text{ pies/s}$$



Principio del impulso y la cantidad de movimiento. En las figuras adjuntas se muestran las cantidades de movimiento iniciales, los impulsos y las cantidades de movimientos finales.

Movimiento a lo largo de la tangente común. Al considerar sólo las componentes *t,* se aplica el principio del impulso y la cantidad de movimiento a cada pelota *por separado.* Puesto que las fuerzas impulsivas están dirigidas a lo largo de la línea
de impacto, la componente *t* de la cantidad de movimiento y, en consecuencia, la componente *t* de la velocidad de cada pelota, no se alteran. Así,

$$\boxed{(\mathbf{v}'_A)_t = 15.0 \text{ pies/s} \uparrow \qquad (\mathbf{v}'_B)_t = 34.6 \text{ pies/s} \uparrow}$$

- ***Movimiento a lo largo de la línea de impacto.*** En la dirección *n*, se considera a las dos pelotas como un solo sistema y se nota que por la tercera ley de Newton, los impulsos internos son, respectivamente, **F**Δt y -**F** Δt y se cancelan. De tal modo, se escribe que la cantidad de movimiento total de las pelotas se conserva

$$m_A(v_A)_n + m_B(v_B)_n = m_A(v'_A)_n + m_B(v'_B)_n$$
$$m(26.0) + m(-20.0) = m(v'_A)_n + m(v'_B)_n$$

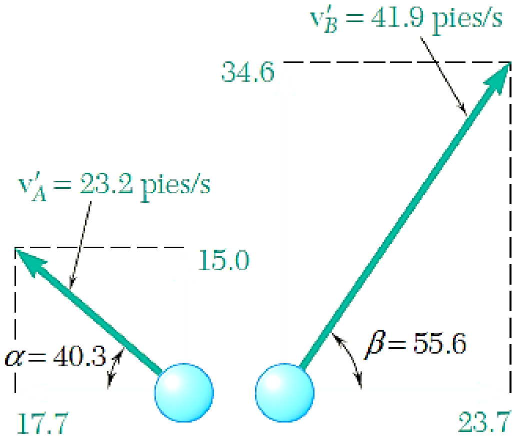
$$\boxed{(v_A)_n + (v'_B)_n = 6.0} \quad (1)$$

Si se utiliza la relación $(v'_B)_n - (v'_A)_n = e[(v_A)_n - (v_B)_n]$ entre velocidades relativas, se escribe

$$(v'_B)_n - (v'_A)_n = e[(v_A)_n - (v_B)_n]$$
$$(v'_B)_n - (v'_A)_n = (0.90)[26.0 - (-20.0)]$$

$$\boxed{(v'_B)_n - (v'_A)_n = 41.4} \quad (2)$$

Al resolver las ecuaciones (1) y (2) de manera simultánea, se obtiene



$$\boxed{\begin{array}{ll} (v'_A)_n = -17.7 & (v'_B)_n = +23.7 \\ (\mathbf{v}'_A)_n = 17.7 \text{ pies/s} \leftarrow & (\mathbf{v}'_B)_n = 23.7 \text{ pies/s} \rightarrow \end{array}}$$

Movimiento resultante. Al sumar vectorialmente las componentes de la velocidad de cada pelota, se obtiene

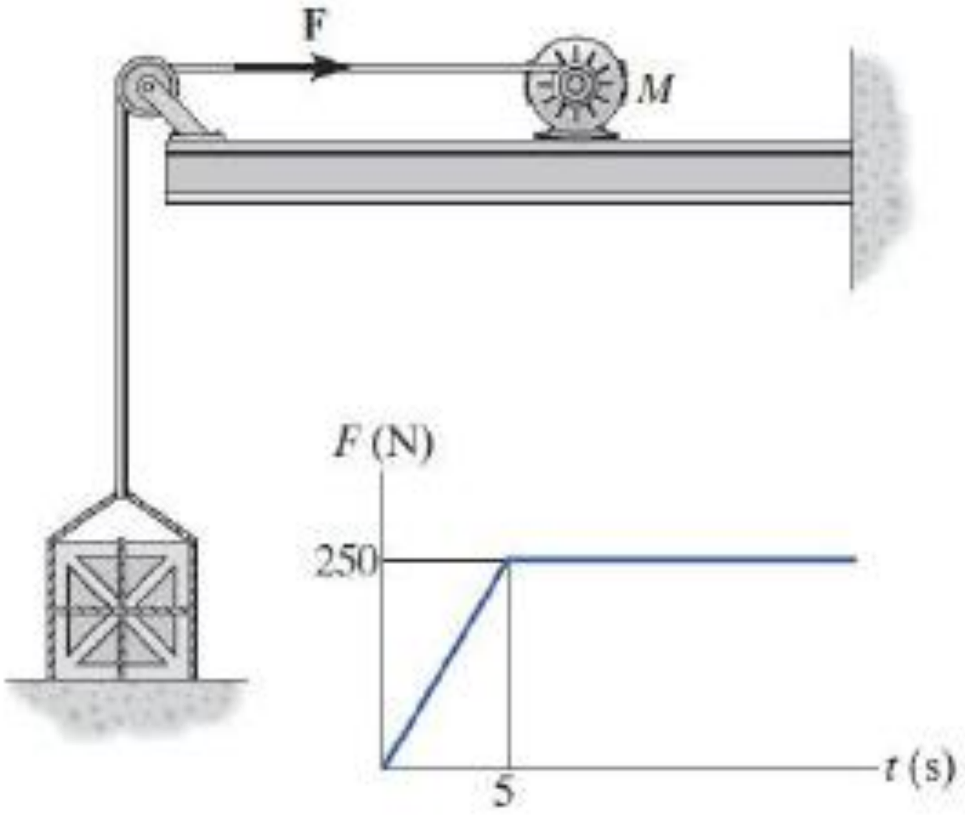
$$\boxed{\mathbf{v}'_A = 23.2 \text{ pies/s} \measuredangle 40.3^\circ \qquad \mathbf{v}'_B = 41.9 \text{ pies/s} \measuredangle 55.6^\circ}$$

Ejercicio N° 6

El motor M tira el cable con una fuerza F, cuya magnitud varía como se muestra en la gráfica.

Si la caja de 20 kg originalmente está descansando en el suelo de modo que la tensión en el cable es cero en el instante en que se echa a andar el motor.

Calcule la velocidad del embalaje cuando t=6 s.



Datos:

Motor eléctrico= aplica una F (variable)

$m_c = 20$ Kg

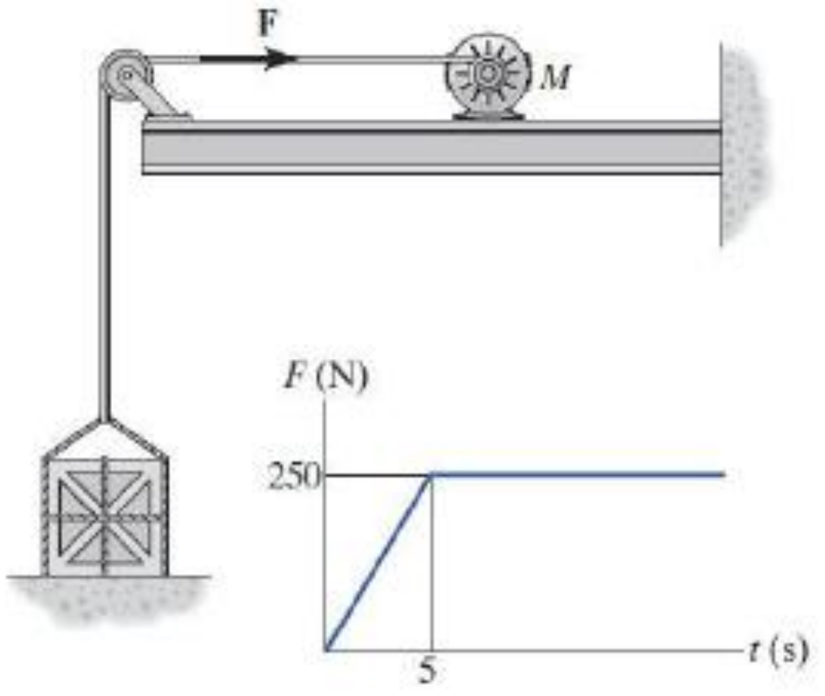
Tiempo 0 => Tc =0

Incógnita:

v_c => t = 6 seg ?

- **Considerando los datos del ejercicio, consideramos:**

$$0 \leq t < 5\ seg; F = \frac{250}{5}t = (50t)\ \text{N.}$$



- **Considerando la sumatoria de las Fuerzas verticales:**

$+\uparrow\Sigma$ Fy = Fc – W = (50t)N – 20 Kg x (9,81 m/seg^2)

$$\text{Fy} = 50t - 20.(9{,}81) = 0 \qquad t = 3{,}924seg < 5\ seg$$

- **Considerando la sumatoria de las Fuerzas verticales:**

$$m\ (v_y)_1 + \Sigma \int_{t1}^{t2} Fy\ dt = m\ (v_y)_2$$

$$20\ (0)_1 + \int_{3{,}924s}^{5\ s} 50\ t\ dt + 250\ (6-5) - 20\ (9{,}81)(6-3{,}924) = 20\ (v_y)_2$$

$$\boxed{\text{V= 4,14 m/seg}}$$

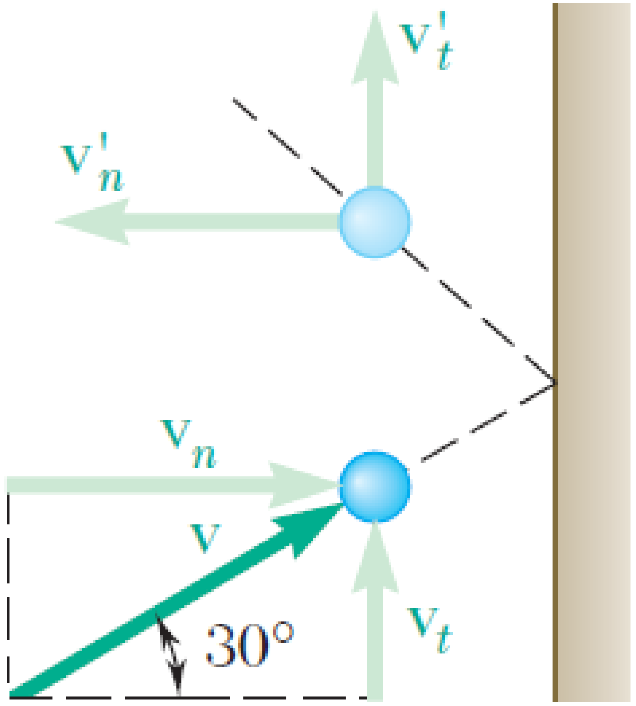
Ejercicio N°7

Se lanza una pelota contra una pared vertical sin fricción.

Inmediatamente antes de que la pelota golpee la pared, su velocidad tiene una magnitud *v* y forma un ángulo de 30° con la horizontal.

Si se sabe que *e*=0.90

Determine la magnitud y dirección de la velocidad de la pelota cuando ésta rebota en la pared.



Datos:

Pelota - no hay fricción pared.

T0 => v forma un ángulo 30° horizontal

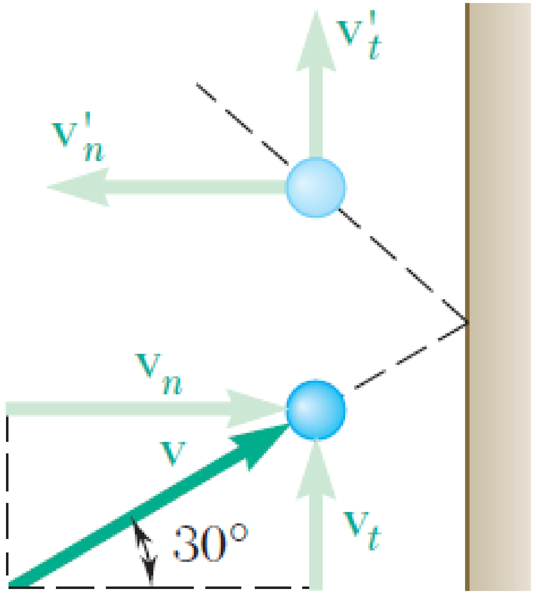
$e = 0.90$

Incógnita:

$V_{p\ rebote} = ?$

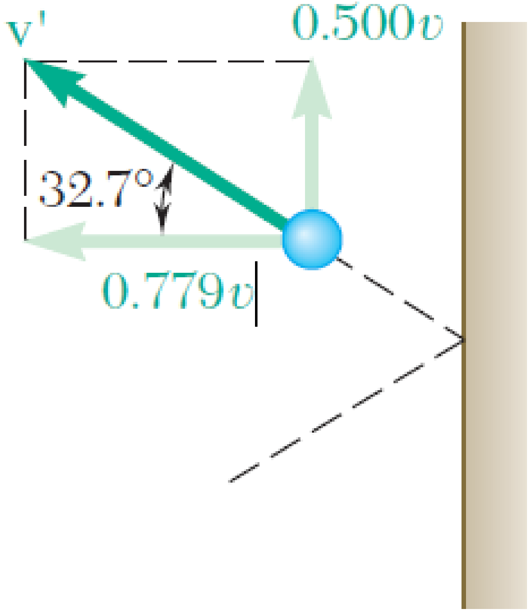
Dirección $_{p\ rebote}$ = ?

La velocidad inicial de la pelota se descompone en componentes perpendicular y paralela a la pared



$$v_n = v \cos 30° = 0.866v \qquad v_t = v \text{ sen } 30° = 0.500v$$

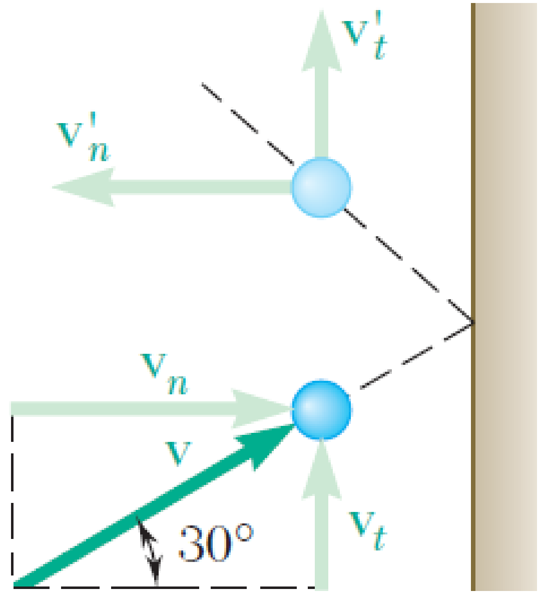
Movimiento paralelo hacia la pared. Puesto que no hay fricción en la pared, el impulso que ejerce sobre la pelota es perpendicular a aquélla. De tal modo, la componente paralela hacia la pared de la cantidad de movimiento de la pelota se conserva y se tiene $\mathbf{v}'_t = \mathbf{v}_t = 0.500v \uparrow$



Movimiento perpendicular hacia la pared. Puesto que la masa de la pared (y la tierra) es esencialmente infinita, expresar que la cantidad de movimiento total, de la pelota y la pared se conserva, no produciría información útil. Al utilizar la relación entre las velocidades relativas, se escribe

$$(v'_B)_n - (v'_A)_n = e[(v_A)_n - (v_B)_n]$$

$$(v'_B)_n - (v'_A)_n = e[(v_A)_n - (v_B)_n]$$

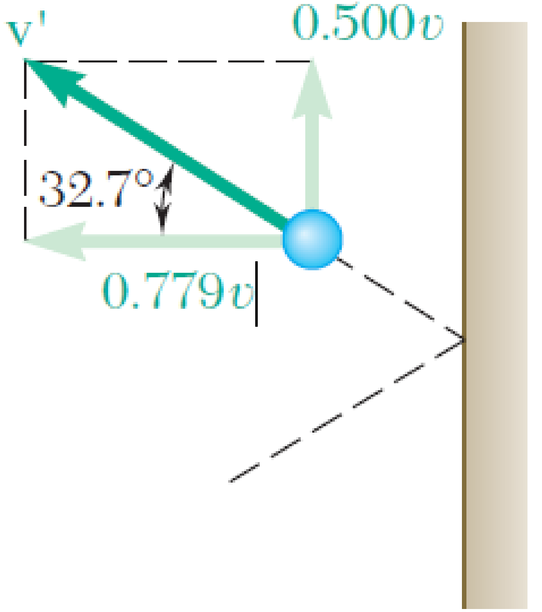


Reemplazando

$$0 - v'_n = e(v_n - 0)$$

$$v'_n = -0.90(0.866v) = -0.779v$$

$$\boxed{\mathbf{v}'_n = 0.779v \leftarrow}$$



Movimiento resultante. Al sumar vectorialmente las componentes $\mathbf{v}_n$ y $\mathbf{v}_t$

$$\boxed{\mathbf{v}' = 0.926v \measuredangle 32.7°}$$

GRACIAS POR SU ATENCIÓN