Leyes de Newton-Aplicaciones

Mecánica clásica

- **Marco teórico:** Leyes de Newton, cuerpos inertes
- Para sean válidas el SR debe cumplir:
  *Isotropía espacial: no hay una dirección preferencial de observación.
  *Homogeneidad espacial: todos los puntos tienen las mismas propiedades.
  *Homogeneidad temporal: en cualquier momento, las propiedades no cambian.

De ser así, el SR es inercial **"SRI"**, esto quiere decir que no está acelerado, $\vec{v}(t)$ es cte.

- Una fuerza es una magnitud vectorial que representa a una interacción entre dos o más cuerpos .
- La unidad de medida de la fuerza es el Newton $N=\frac{kg\,m}{s^2}$ en el sistema de unidades MKS, o también se puede medir en dinas si el sistema es CGS $dinas=\frac{g\,cm}{s^2}$
- La fuerza neta o resultante es la suma de todas fuerzas actuantes sobre un cuerpo.
- Existen fuerzas de contacto (roce, tensión, etc) y otras a distancia (gravitatoria, eléctrica, magnética, etc).

- **Primera ley de Newton:** *"Si la fuerza neta que se ejerce sobre un cuerpo es nula, entonces éste mantendrá su estado de movimiento (su velocidad permanece constante)"*.
- Es necesario de un SRI para poder percibir su validez.
- **Inercia:** propiedad de los cuerpos a intentar mantener su estado de movimiento.

https://www.edumedia-sciences.com/es/media/938-marco-de-referencia-inercial

https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_newton1&l=en

https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_es.html

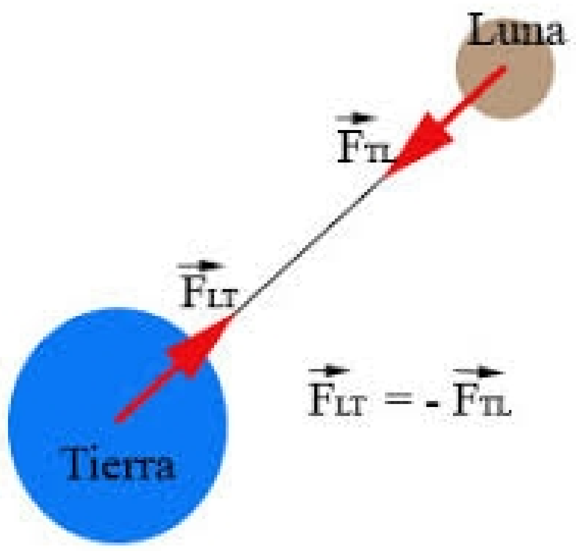
- **Segunda ley de Newton:** *"Si una fuerza neta actúa sobre un cuerpo, éste se acelerará. Su aceleración será proporcional a la fuerza total aplicada teniendo la misma dirección y sentido"*

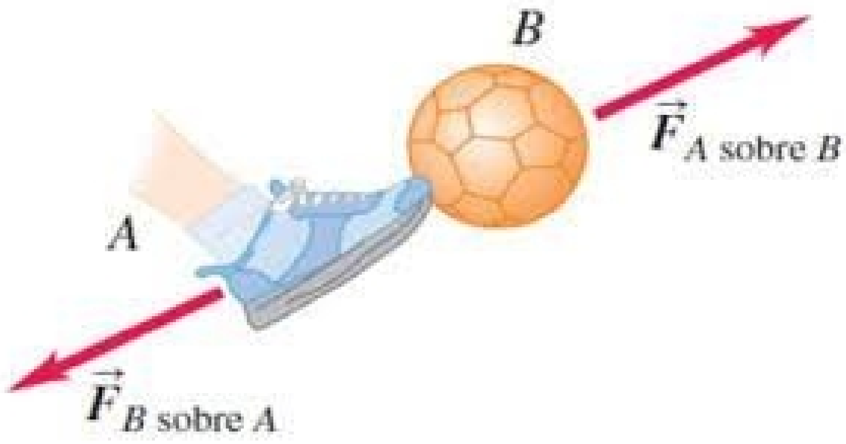
$$\underbrace{\vec{F}_{neta} = \sum \vec{F}_i}_{\text{Causa}} = \underbrace{\frac{d\vec{p}}{dt} = m \cdot \vec{a}}_{\text{Efecto}}$$

Masa del cuerpo, asumiendo que es cte.

- La cantidad de movimiento es una magnitud vectorial $\vec{p} = m \cdot \vec{v}$

- **Tercera ley de Newton:** *"Si un agente A ejerce una fuerza sobre un agente B, éste le aplicará a "A" una fuerza de igual magnitud y dirección pero sentido opuesto (y diferente punto de aplicación)".*





Aplicaciones en la Tierra

- En gral. se toma a la Tierra como SRI (modelado de Tierra plana (TP))

- Una vez definidos los SE, SRI, SU y SC; se modela el SE y se tienen en cuenta las aproximaciones.

- Sobre todo cuerpo con masa que se encuentra en las cercanías de la Tierra actúa la fuerza gravitatoria generada por la Tierra llamada “Peso”. Asumiendo un modelo TP,

$$\vec{P}=m\,.\,\vec{g}$$

siendo $g \approx 9{,}8\,\frac{m}{s^2}$ la aceleración de la gravedad. El sentido de esta fuerza apunta hacia el centro de la Tierra (atractiva) con dirección perpendicular al “plano”.

- Aproximaciones:

*En gral. los efectos del aire de desprecian.

*Superficie ideal: sin roce.
*Varilla ideal: inextensible, sin masa, rígida.

*Cuerda ideal: inextensible, sin masa, en tensión transmite toda la fuerza.

Ejemplo 1 Una caja de masa m que se halla en reposo sobre el piso.¿Cuánto vale la fuerza de contacto con el piso?

SE: caja (piso yTierra, agentes exteriores) con modelado de partícula.

SRI: fijo a la Tierra

SU: MKS y SC: ejes coord.

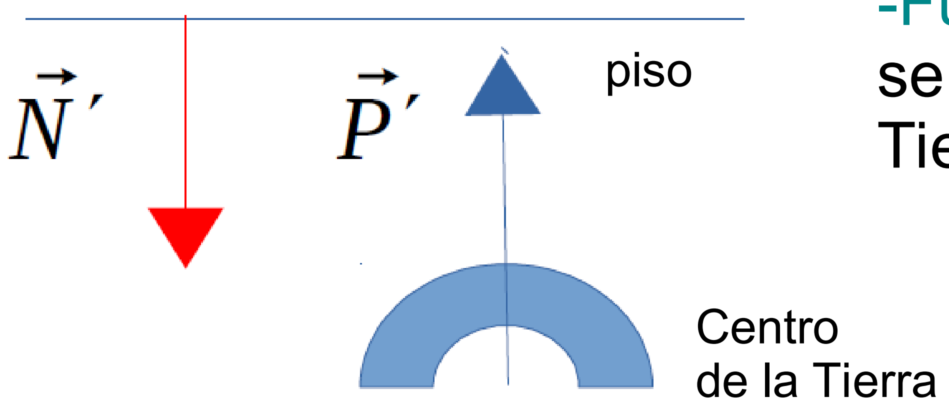
La caja permanece en reposo $\vec{F}_{neta} = \sum \vec{F}_i = 0$. Sin embargo, como la caja tiene masa, está actuando la fuerza Peso; por lo tanto el suelo debe ejercer una sobre la caja de igual módulo y dirección pero de sentido contrario.

-Fuerzas sobre la caja (partícula):

Peso y F de contacto (piso). Ambas están en el eje y ($F_x=F_z=0$).

$$F_{neta\ y}=\sum F_{i\ y}=N-P=0$$

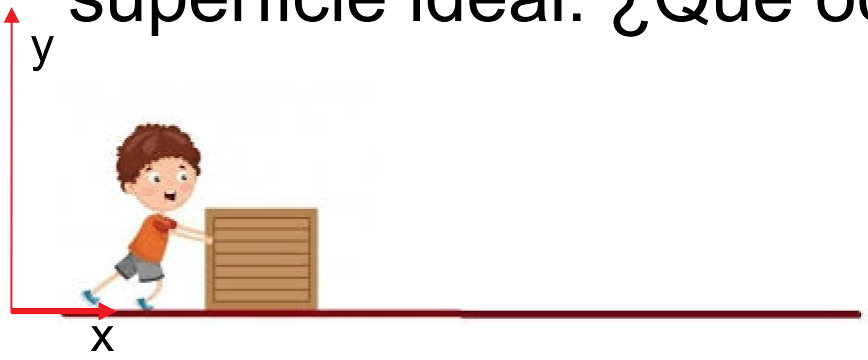
Luego $N=P=mg$, valor de la F de contacto.



-Fuerzas ejercidas por la caja (3ra ley):

se hallan en el piso y en el centro de la Tierra

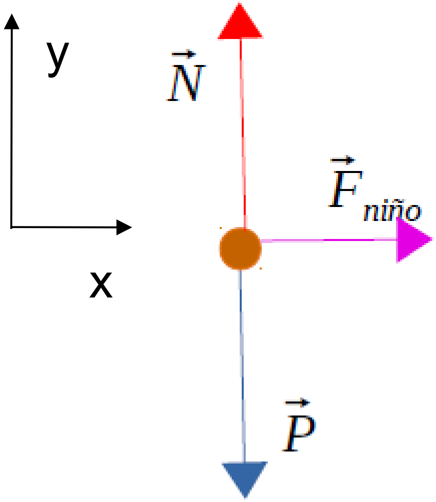
Ejemplo 2 Un niño empuja la caja del ejercicio anterior (aplicando una fuerza horizontal) siendo el piso una superficie ideal. ¿Qué ocurrirá?



SE: caja (piso, niño y Tierra, agentes exteriores) con modelado de partícula.
SRI: fijo a la Tierra
SU: MKS y SC: ejes coord.

-En el eje y $F_{neta\,y}=0$, como el niño no actúa en dicho eje, sólo actúan (en este eje) la Tierra y el piso.

-En el eje x el niño ejerce una fuerza y el piso no tiene roce, entonces $F_{neta\,x}\neq 0$ cambia el estado de mov. de la caja.



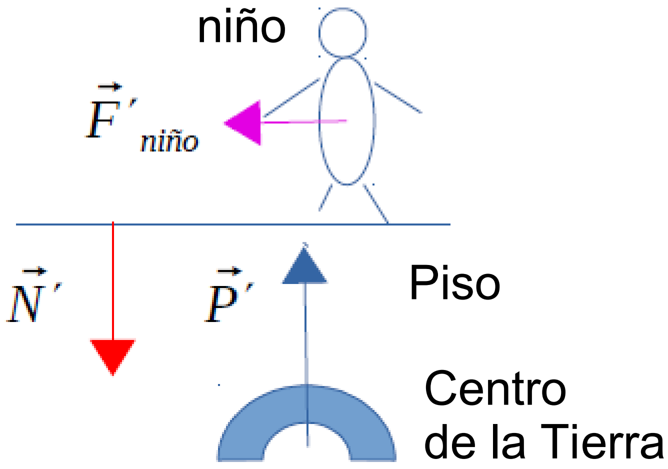
-Fuerzas sobre la caja (partícula) en el eje y: Peso y F de contacto (piso).

$$F_{neta\ y}=\sum F_{i\ y}=N-P=0$$

Luego $N=P=mg$, valor de la F de contacto.

-Fuerzas sobre la caja (partícula) en el eje x: la F de contacto (niño).

$$F_{neta\ x}=\sum F_{i\ x}=F_{niño}=m\,.\,a_x$$



-Fuerzas ejercidas por la caja (3ra ley): se hallan en el piso, en el niño y en el centro de la Tierra.

Ejemplo 3 Un hombre empuja la caja del ejercicio anterior (aplicando una fuerza oblicua $\vec{F}$) siendo el piso una superficie ideal. ¿Qué ocurrirá?

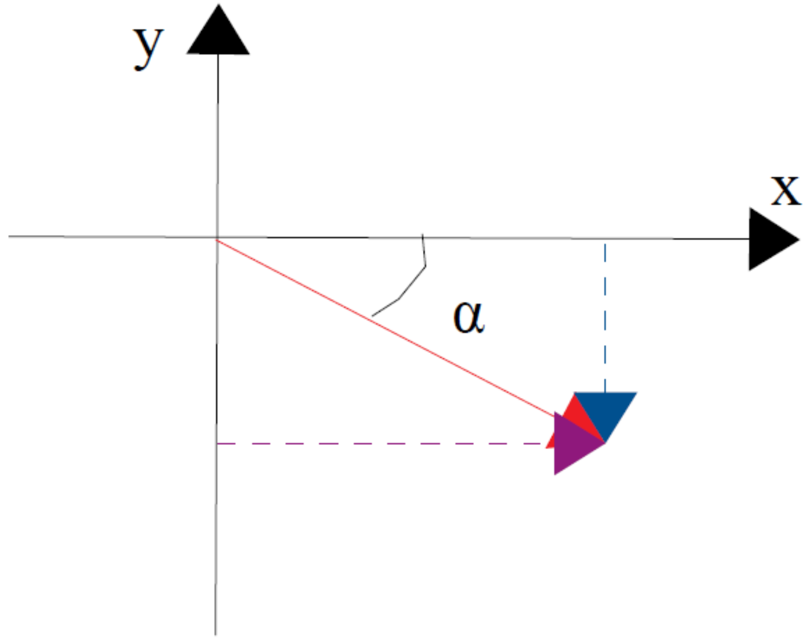
SE: caja (piso, hombre y Tierra, agentes exteriores) con modelado de partícula.

SRI: fijo a la Tierra

SU: MKS y SC: ejes coord.

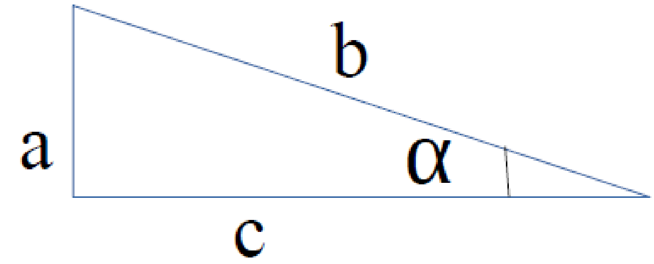
La fuerza generada por el hombre es oblicua, tiene componentes en ambos eje x e y. En el eje y no hay cambio en el estado de movimiento, mientras que en el eje x sí.

$$\vec{F}=(F_x, F_y)$$



$$F_x = F\cos(\alpha)$$
$$F_y = -F\sin(\alpha)$$

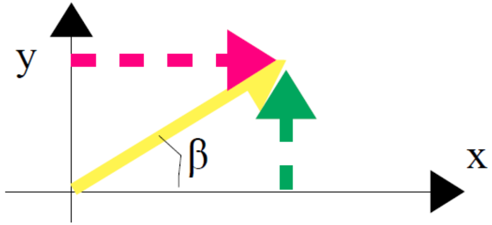
Trigonometría



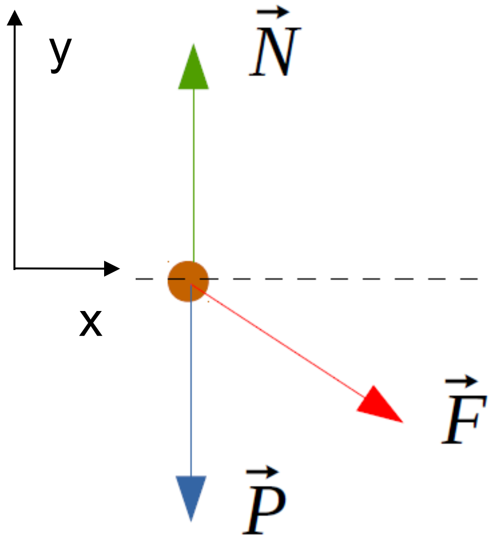
$$\sin(\alpha)=\frac{a}{b}$$

$$\cos(\alpha)=\frac{c}{b}$$

$$\tan(\alpha)=\frac{\sin(\alpha)}{\cos(\alpha)}=\frac{a}{c}$$



$$F_x = F\cos(\beta)$$
$$F_y = F\sin(\beta)$$



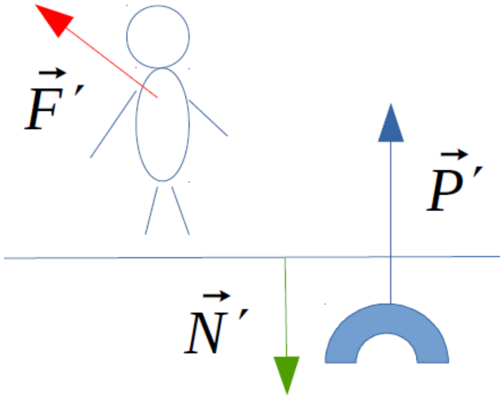
-Fuerzas sobre la caja (partícula) en el eje y: Peso, F de contacto (piso) y F_y de contacto (hombre).

$$F_{neta\,y}=\sum F_{yi}=N-P+F_y=N-P-F\sin(30^0)=0$$

Luego $N=P+F\sin(30^0)=mg+F\sin(30^0)$, valor de la F de contacto generada por el piso.

-Fuerzas sobre la caja (partícula) en el eje x: la F de contacto (hombre).

$$F_{neta\,x}=\sum F_{xi}=F\cos(30^0)=m.a_x$$



-Fuerzas ejercidas por la caja (3ra ley): se hallan en el piso, en el hombre y en el centro de la Tierra.

Dos bloques de masas m_1 y m_2, con $m_1 > m_2$, se colocan en contacto mutuo sobre una superficie horizontal sin fricción, como en la figura 5.12a. Una fuerza horizontal constante $\vec{\mathbf{F}}$ se aplica a m_1 como se muestra.

A) Encuentre la magnitud de la aceleración del sistema.

SOLUCIÓN

Conceptualizar Elabore ideas de la situación mediante la figura 5.12a y observe que ambos bloques deben experimentar la *misma* aceleración porque están en contacto mutuo y permanecen en contacto por todo el movimiento.

Categorizar Este problema se clasifica como una partícula bajo una fuerza neta porque se aplica una fuerza a un sistema de bloques y se busca la aceleración del sistema.

Analizar Primero represente la combinación de los dos bloques como una sola partícula. Aplique la segunda ley de Newton a la combinación:

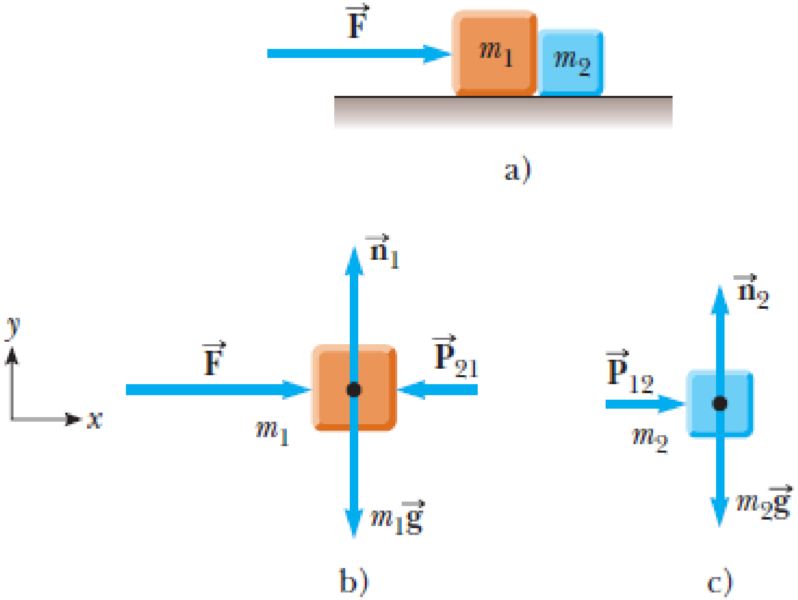


Figura 5.12 (Ejemplo 5.7). a) Se aplica una fuerza se a un bloque de masa m_1, que empuja a un segundo bloque de masa m_2. b) Diagrama de cuerpo libre para m_1. c) Diagrama de cuerpo libre para m_2.

$$\sum F_x = F = (m_1 + m_2)a_x$$

$$1) \quad a_x = \boxed{\frac{F}{m_1 + m_2}}$$

B) Determine la magnitud de la fuerza de contacto entre los dos bloques.

SOLUCIÓN

Conceptualizar La fuerza de contacto es interna al sistema de los dos bloques. Por lo tanto, no es posible hallar la fuerza al representar el sistema como un todo (los dos bloques) en una sola partícula.

Categorizar Considere ahora cada uno de los dos bloques de manera individual al clasificar cada uno como una partícula bajo una fuerza neta.

Analizar Construya primero un diagrama de cuerpo libre para cada bloque, como se muestra en las figuras 5.12b y 5.12c, donde la fuerza de contacto se denota $\vec{\mathbf{P}}$. A partir de la figura 5.12c se ve que la única fuerza horizontal que actúa sobre m_2 es la fuerza de contacto $\vec{\mathbf{P}}_{12}$ (la fuerza que ejerce m_1 sobre m_2), que se dirige hacia la derecha.

Aplique la segunda ley de Newton a m_2:

$$2)\quad \sum F_x = P_{12} = m_2 a_x$$

Sustituya el valor de la aceleración a_x que proporciona la ecuación 1) en la ecuación 2):

$$3)\quad P_{12} = m_2 a_x = \boxed{\left(\frac{m_2}{m_1 + m_2}\right)F}$$

Finalizar Este resultado muestra que la fuerza de contacto P_{12} es *menor* que la fuerza aplicada F. La fuerza que se requiere para acelerar el bloque 2 debe ser menor que la fuerza requerida para producir la misma aceleración para el sistema de dos bloques.

Para finalizar, compruebe esta expresión para P_{12} al considerar las fuerzas que actúan sobre m_1, que se muestran en la figura 5.12b. Las fuerzas que actúan horizontales sobre m_1 son la fuerza aplicada $\vec{\mathbf{F}}$ hacia la derecha y la fuerza de contacto $\vec{\mathbf{P}}_{21}$ hacia la izquierda (la fuerza que ejerce m_2 sobre m_1). A partir de la tercera ley de Newton, $\vec{\mathbf{P}}_{21}$ es la fuerza de reacción a $\vec{\mathbf{P}}_{12}$, de modo que $P_{21} = P_{12}$.

Aplique la segunda ley de Newton a m_1:

$$4)\quad \sum F_x = F - P_{21} = F - P_{12} = m_1 a_x$$

Resuelva para P_{12} y sustituya el valor de a_x de la ecuación 1):

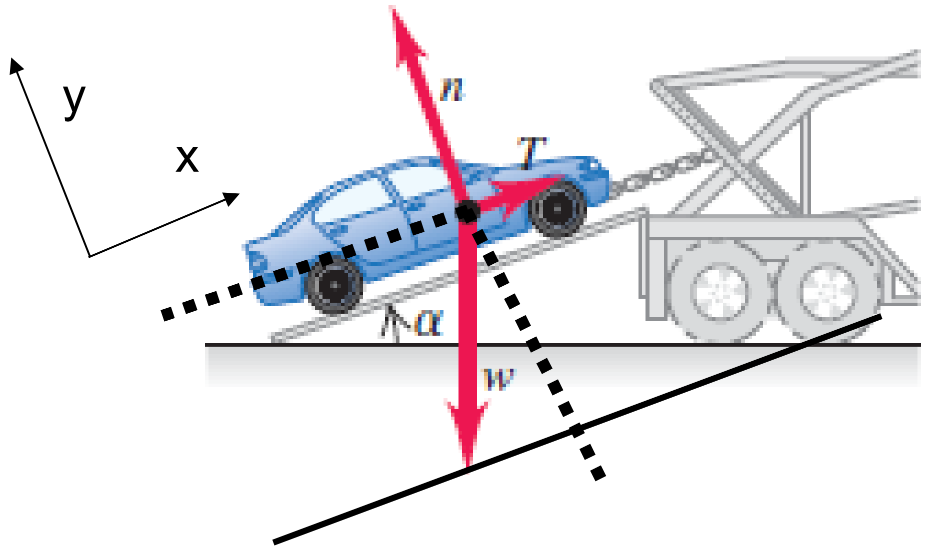
$$P_{12} = F - m_1 a_x = F - m_1\left(\frac{F}{m_1 + m_2}\right) = \left(\frac{m_2}{m_1 + m_2}\right)F$$

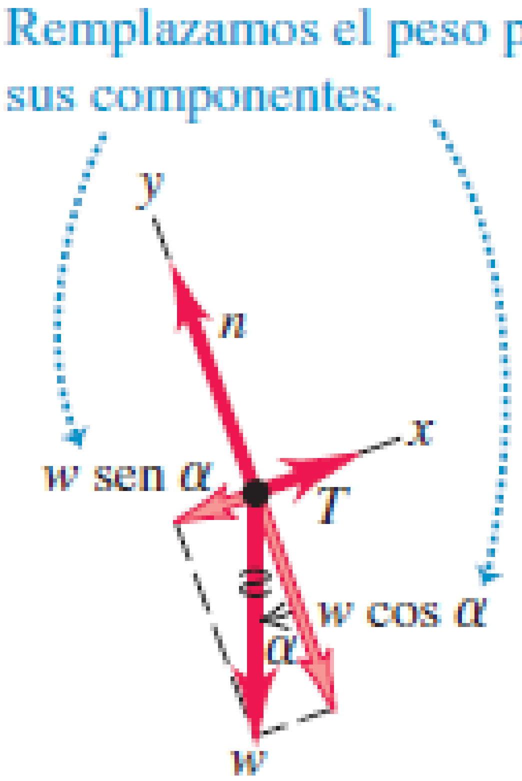
Este resultado concuerda con la ecuación 3), como debe ser.

¿Qué pasaría si? Imagine que la fuerza $\vec{\mathbf{F}}$ en la figura 5.12 se aplica hacia la izquierda en el bloque derecho de masa m_2. ¿La magnitud de la fuerza $\vec{\mathbf{P}}_{12}$ es la misma que cuando la fuerza se aplicó hacia la derecha sobre m_1?

Respuesta Cuando la fuerza se aplica hacia la izquierda sobre m_2, la fuerza de contacto debe acelerar m_1. En la situación original, la fuerza de contacto acelera m_2. Puesto que $m_1 > m_2$, se requiere más fuerza, de modo que la magnitud de $\vec{\mathbf{P}}_{12}$ es mayor que en la situación original.

Un auto de peso w descansa sobre una rampa. Un cable conectado al auto y a la armazón del remolque evita que el auto baje la rampa (Los frenos y la transmisión del auto están desactivados.) Calcular la tensión en el cable y la fuerza que genera el plano sobre los neumáticos.





$$w_y = -w\cos(\alpha)$$

$$w_x = -w\sin(\alpha)$$

-Fuerzas sobre el auto (partícula) en el eje *y*: la componente w_y del peso y F de contacto (piso).

$$F_{neta\ y} = \sum F_{yi} = n + w_y = n - w\cos(\alpha) = 0$$

Luego $n=-w_y=w\ cos(\alpha)$, valor de la F que genera el piso.

-Fuerzas sobre la caja (partícula) en el eje *x*: la componente w_x del peso y la tensión del cable.

$$F_{neta\ x} = \sum F_{xi} = T + w_x = T - w\sin(\alpha) = 0$$

Luego $T=-w_x=w\ sin(\alpha)$, valor de la tensión de la cuerda.