

Leyes del movimiento de Newton

Leyes de Newton

Fuerza y masa

La primera ley dice que si la fuerza neta sobre un cuerpo es cero, su movimiento no cambia.

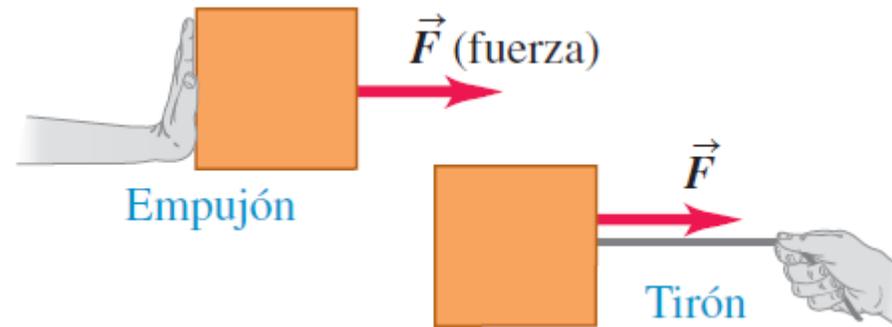
La segunda ley relaciona la fuerza con la aceleración, es decir la fuerza neta *no* es cero.

La tercera ley es una relación entre las fuerzas que ejercen dos cuerpos que interactúan entre sí.

Leyes de Newton

Fuerza e interacciones

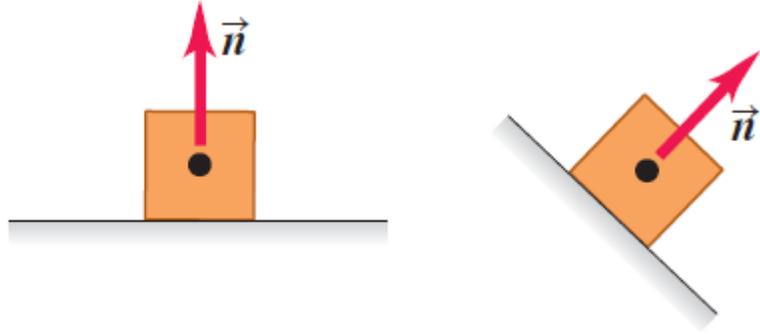
- Una fuerza es un empujón o un tirón.
- Una fuerza es una interacción entre dos objetos o entre un objeto y su entorno.
- Una fuerza es una cantidad vectorial con magnitud y dirección.



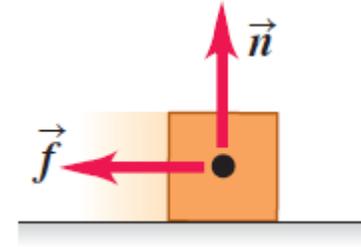
Leyes de Newton

Fuerza: tipos de fuerza

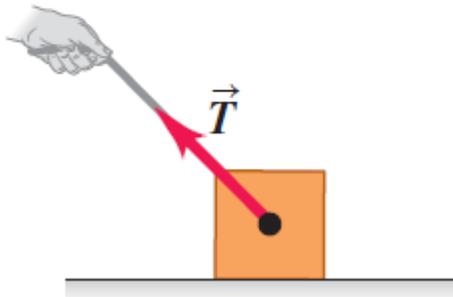
a) **Fuerza normal \vec{n}** : Cuando un objeto descansa o se empuja sobre una superficie, esta ejerce un empujón sobre el objeto que es perpendicular a la superficie.



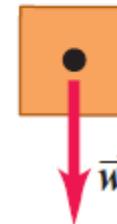
b) **Fuerza de fricción \vec{f}** : Además de la fuerza normal, una superficie puede ejercer una fuerza de fricción sobre un objeto que es paralela a la superficie.



c) **Fuerza de tensión \vec{T}** : La fuerza de un tirón ejercida sobre un objeto por una cuerda, un cordón, etcétera.



d) **Peso \vec{w}** : El tirón de la gravedad sobre un objeto es una fuerza de largo alcance (una fuerza que actúa a la distancia).



Leyes de Newton

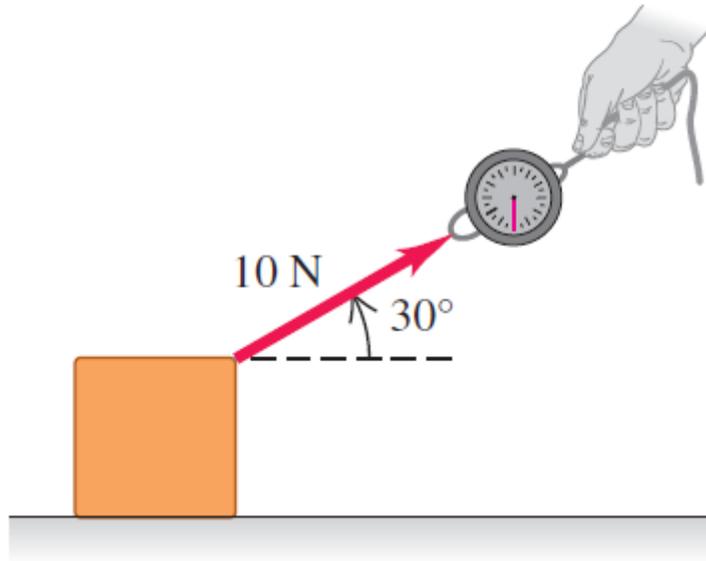
Tabla 4.1 Magnitudes de fuerzas comunes

Fuerza gravitacional del Sol sobre la Tierra	$3.5 \times 10^{22} \text{ N}$
Fuerza de empuje de un transbordador espacial durante el lanzamiento	$3.1 \times 10^7 \text{ N}$
Peso de una ballena azul grande	$1.9 \times 10^6 \text{ N}$
Fuerza de tracción máxima de una locomotora	$8.9 \times 10^5 \text{ N}$
Peso de un jugador de fútbol americano de 250 lb	$1.1 \times 10^3 \text{ N}$
Peso de una manzana mediana	1 N
Peso de los huevos de insecto más pequeño	$2 \times 10^{-6} \text{ N}$
Fuerza de atracción eléctrica entre el protón y el electrón en un átomo de hidrógeno	$8.2 \times 10^{-8} \text{ N}$
Peso de una bacteria muy pequeña	$1 \times 10^{-18} \text{ N}$
Peso de un átomo de hidrógeno	$1.6 \times 10^{-26} \text{ N}$
Peso de un electrón	$8.9 \times 10^{-30} \text{ N}$
Fuerza de atracción gravitacional entre el protón y el electrón en un átomo de hidrógeno	$3.6 \times 10^{-47} \text{ N}$

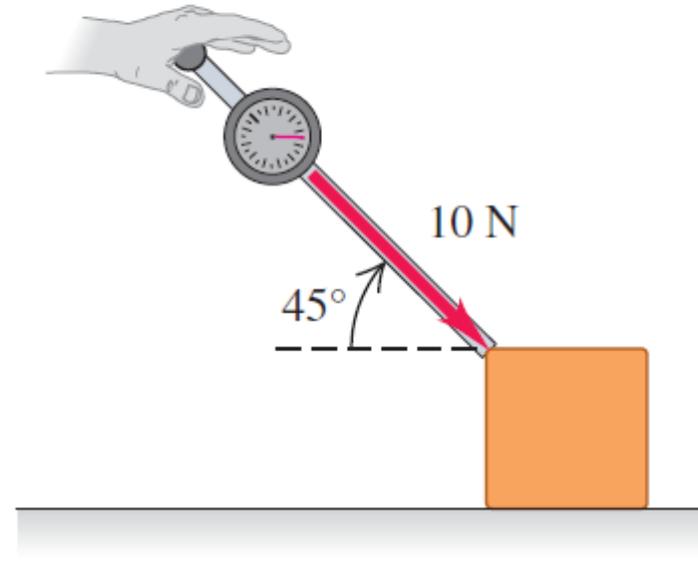
Leyes de Newton

Dirección de la fuerza

a) Un tirón de 10 N dirigido a 30° por encima de la horizontal



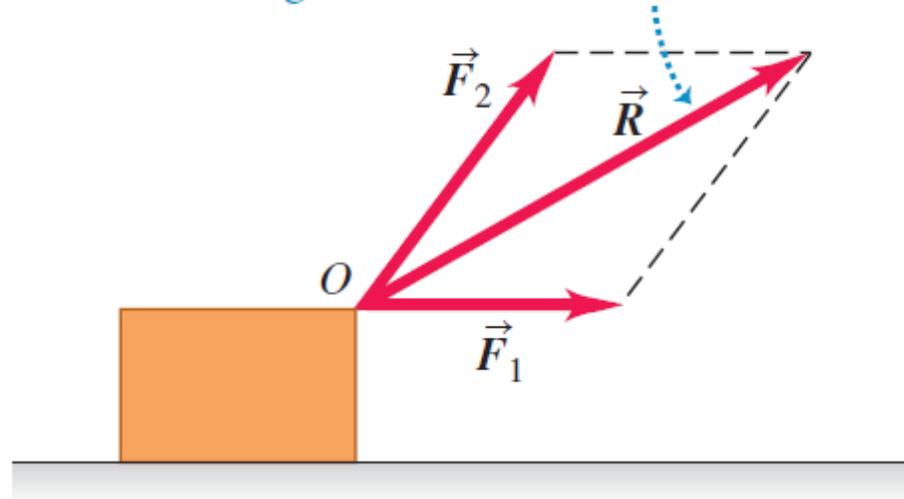
b) Un empujón de 10 N dirigido a 45° por debajo de la horizontal



Leyes de Newton

Superposición de fuerzas

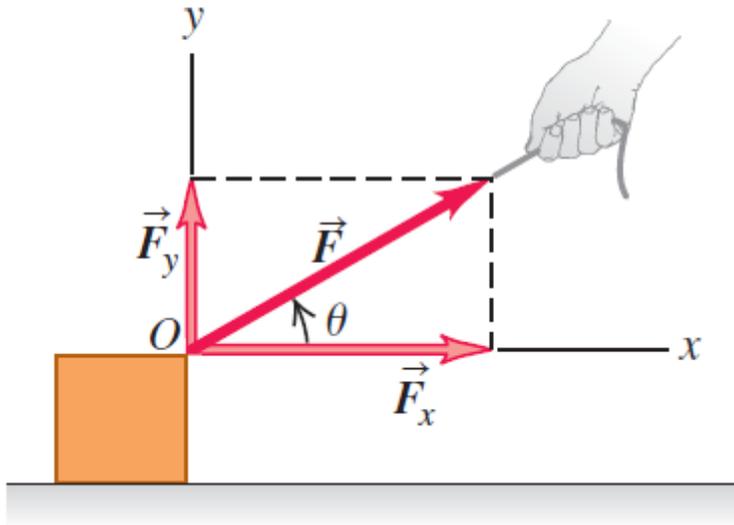
Dos fuerzas \vec{F}_1 y \vec{F}_2 que actúan sobre un cuerpo en el punto O tienen el mismo efecto que una sola fuerza \vec{R} igual a su suma vectorial.



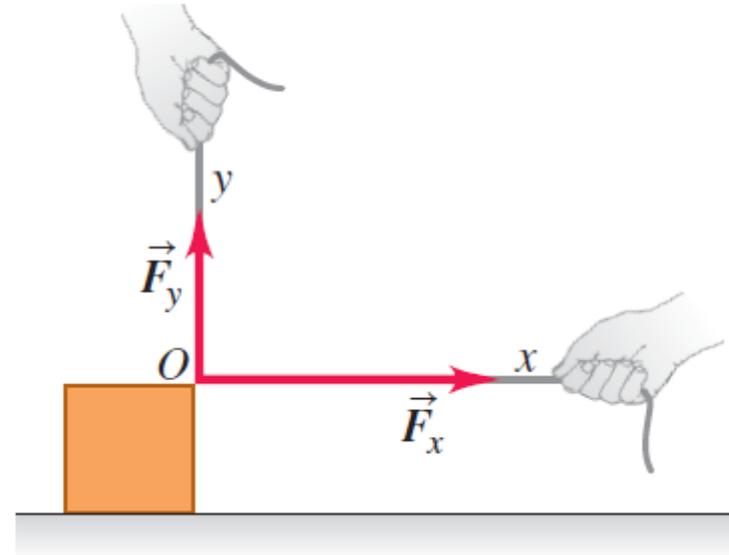
Leyes de Newton

Superposición de fuerzas

a) Vectores componentes: \vec{F}_x y \vec{F}_y
Componentes: $F_x = F \cos \theta$ y $F_y = F \sin \theta$



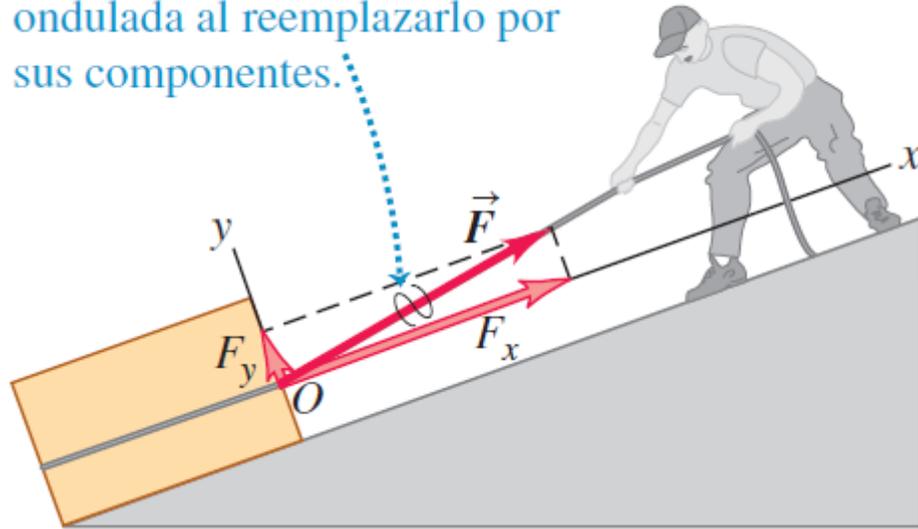
b) Los vectores componentes \vec{F}_x y \vec{F}_y tienen juntos el mismo efecto que la fuerza original \vec{F} .



Leyes de Newton

Superposición de fuerzas

Marcamos el vector con una línea ondulada al reemplazarlo por sus componentes.



$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots = \sum \vec{F}$$

$$R_x = \sum F_x \quad R_y = \sum F_y$$

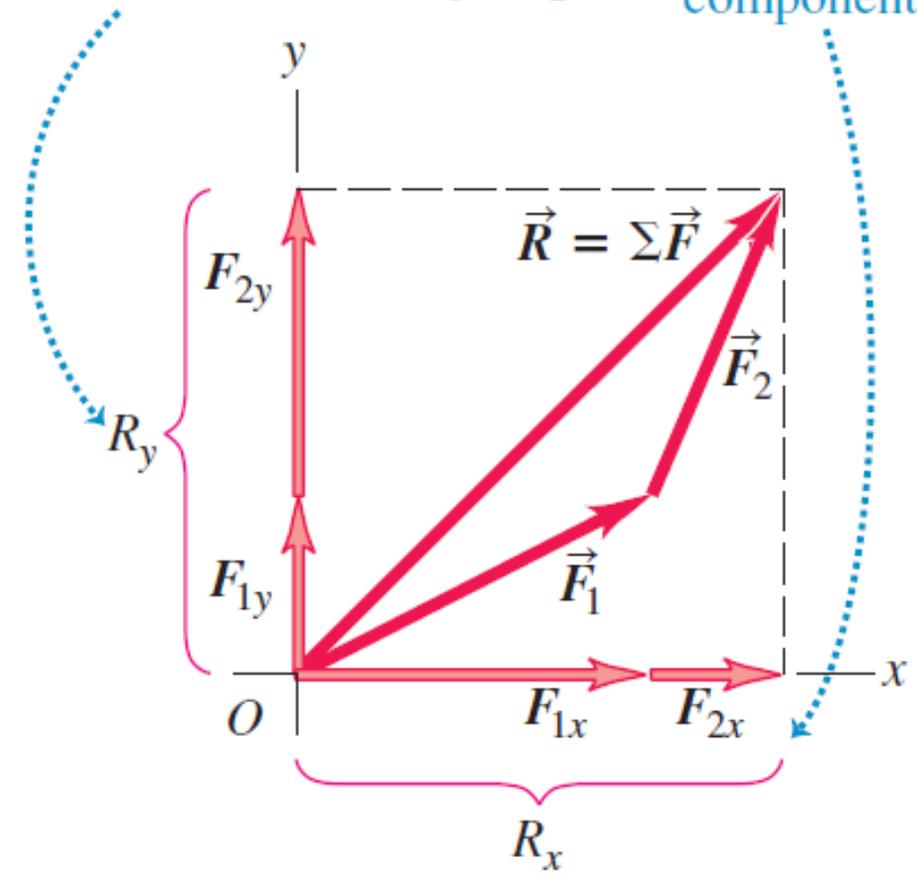
$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2 + R_z^2}$$

\vec{R} es la suma (resultante) de \vec{F}_1 y \vec{F}_2 .

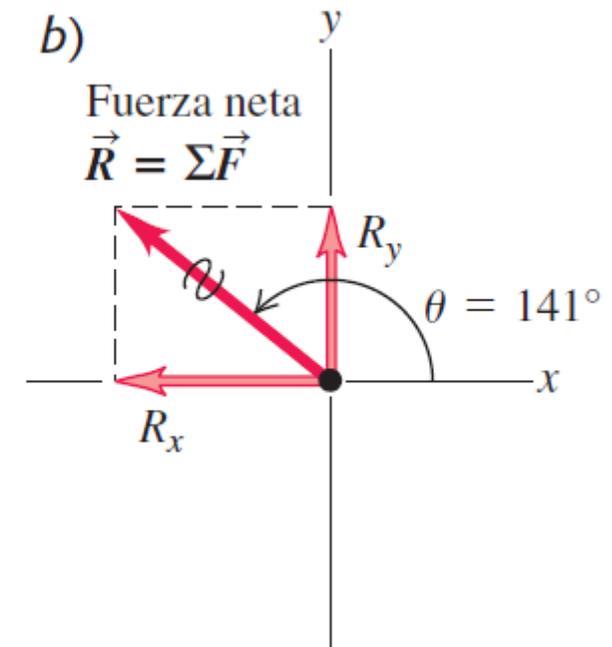
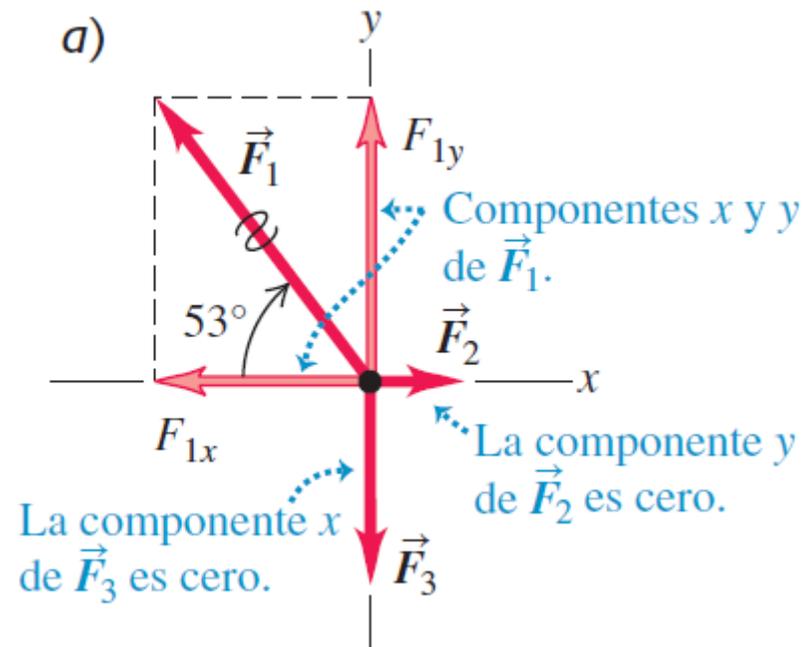
La componente y de \vec{R} es igual a la suma de las componentes y de \vec{F}_1 y \vec{F}_2 .

Lo mismo es válido para las componentes x.



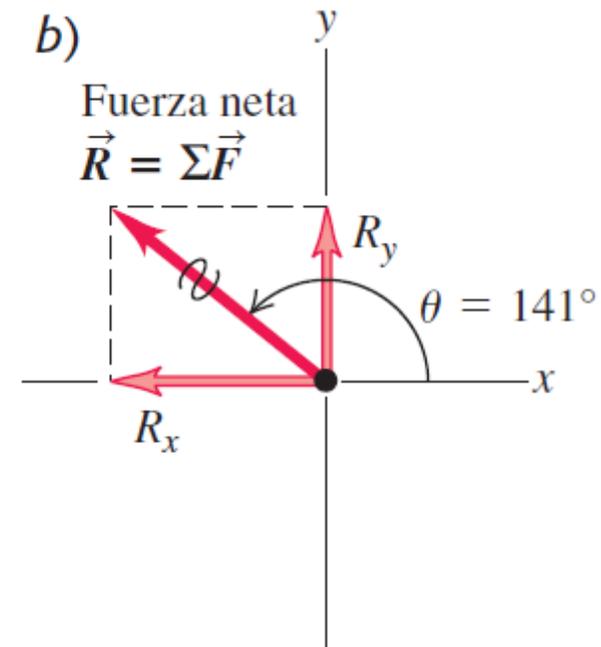
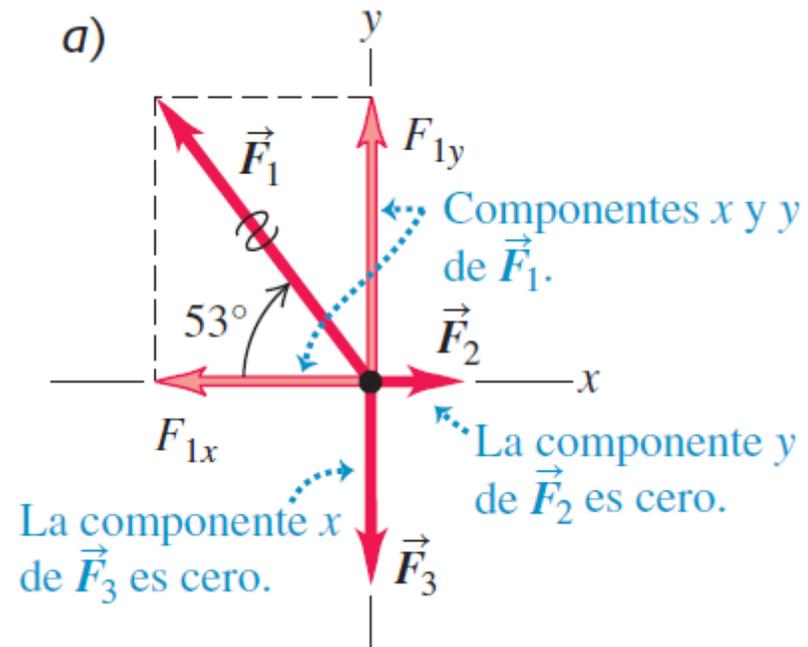
Leyes de Newton

Tres luchadores profesionales pelean por el mismo cinturón de campeonato. La figura 4.8a muestra las tres fuerzas horizontales que cada luchador aplica al cinturón, como se ve desde arriba. Las magnitudes de las tres fuerzas son $F_1 = 250$ N, $F_2 = 50$ N y $F_3 = 120$ N. Obtenga las componentes x y y de la fuerza neta sobre el cinturón, así como la magnitud y dirección.



Leyes de Newton

Ejemplo

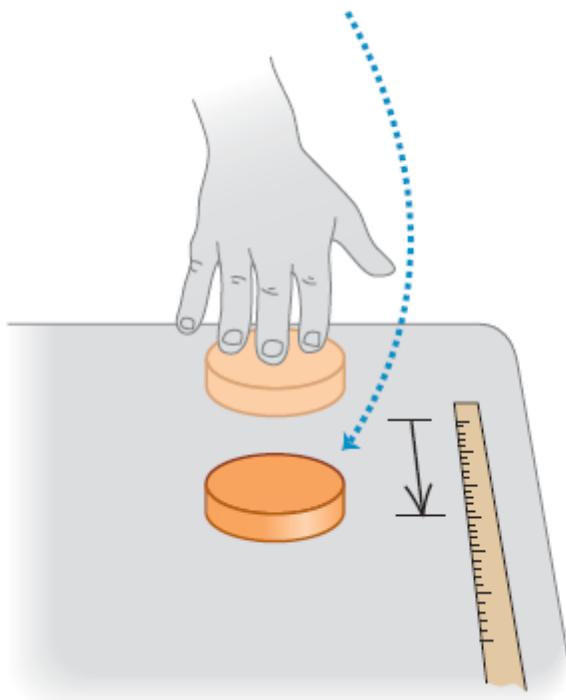


Leyes de Newton

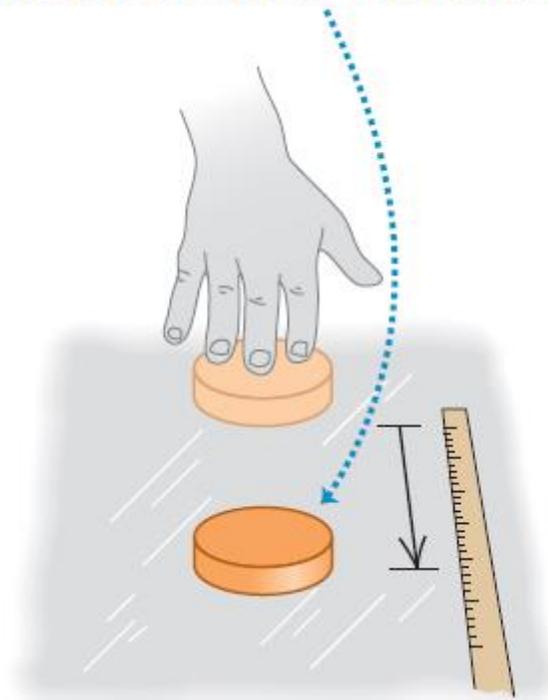
Primera ley

Un cuerpo sobre el que no actúa una fuerza neta se mueve con velocidad constante (que puede ser cero) y aceleración cero

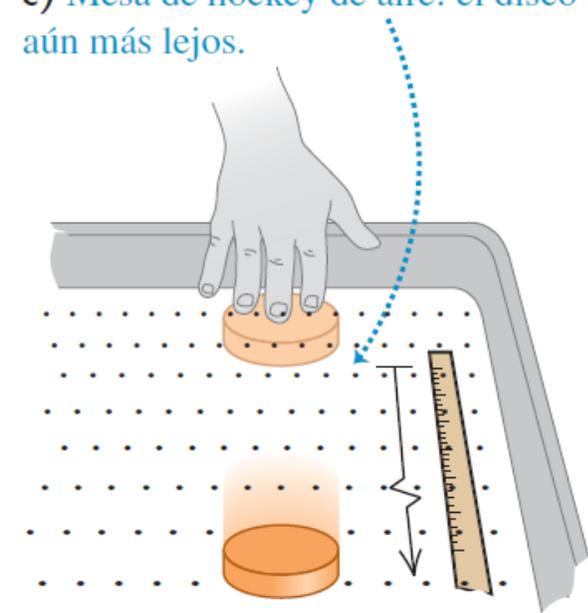
a) Mesa: el disco se detiene pronto.



b) Hielo: el disco se desliza más lejos.



c) Mesa de hockey de aire: el disco se desliza aún más lejos.

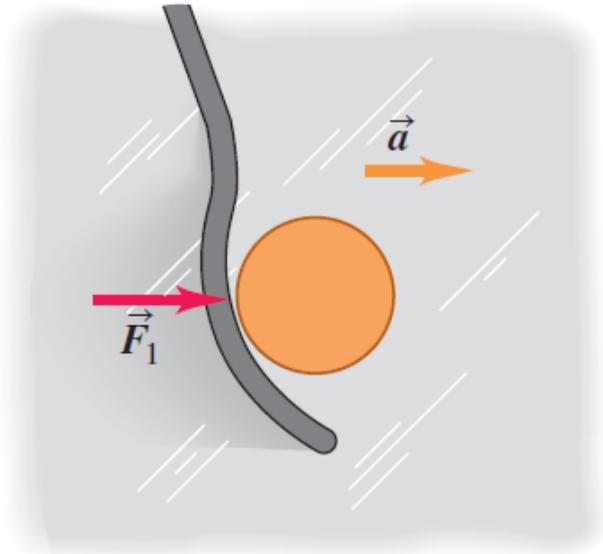


Leyes de Newton

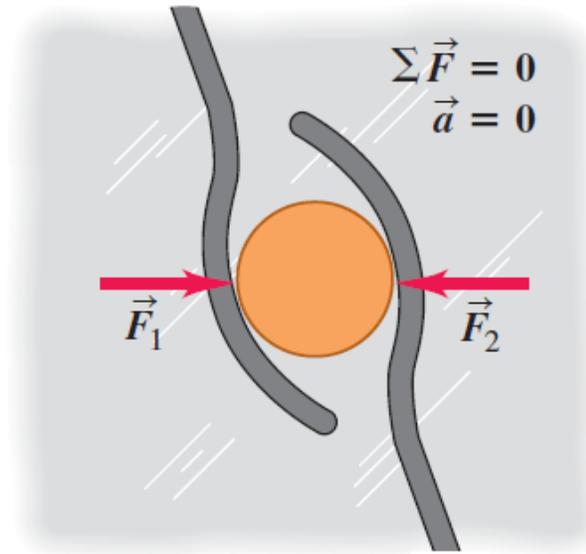
Primera ley

Un cuerpo sobre el que no actúa una fuerza neta se mueve con velocidad constante (que puede ser cero) y aceleración cero

a) Sobre una superficie sin fricción, un disco acelera cuando actúa sobre él una sola fuerza horizontal.



b) Un objeto sobre el que actúan varias fuerzas cuya suma vectorial es cero se comporta como si no actuaran fuerzas sobre él.



$$\Sigma \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{F}_1 + (-\vec{F}_1) = \mathbf{0}$$

$$\Sigma \vec{F} = \mathbf{0} \quad (\text{cuerpo en equilibrio})$$

$$\Sigma F_x = 0 \quad \Sigma F_y = 0$$

Leyes de Newton

Primera ley

Un cuerpo sobre el que no actúa una fuerza neta se mueve con velocidad constante (que puede ser cero) y aceleración cero

En la película clásica de ciencia ficción de 1950 *Rocketship X-M*, una nave viaja en el vacío del espacio exterior, lejos de cualquier planeta, cuando sus motores se descomponen. El resultado es que la nave baja su velocidad y se detiene. ¿Qué dice la primera ley de Newton acerca de esto?

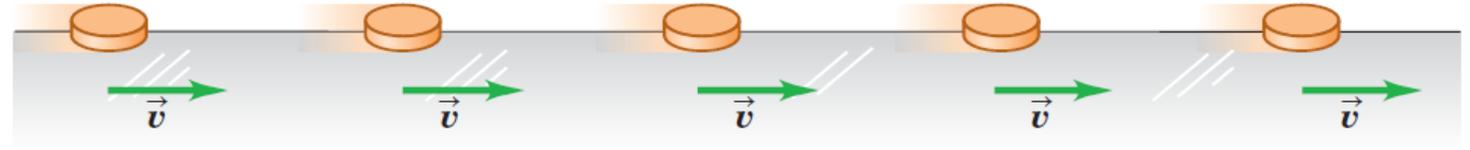
Leyes de Newton

Segunda ley

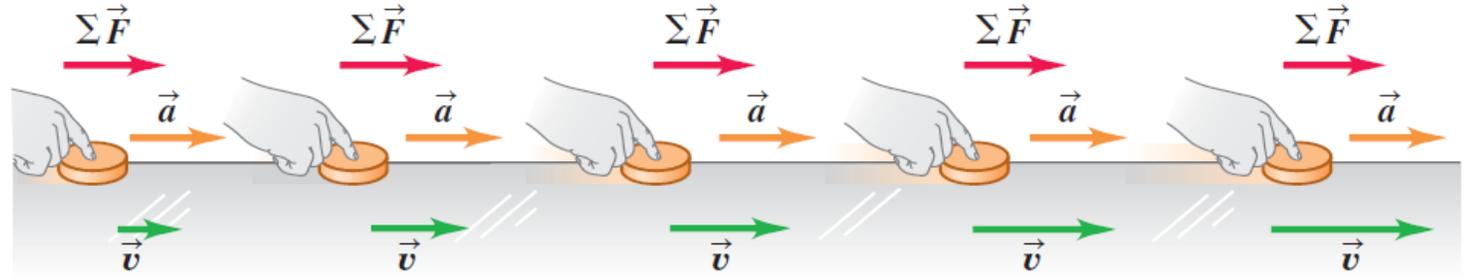
Si una fuerza externa neta actúa sobre un cuerpo, este se acelera. La dirección de la aceleración es la misma que la de la fuerza neta. El vector de fuerza neta es igual a la masa del cuerpo multiplicada por su aceleración.

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

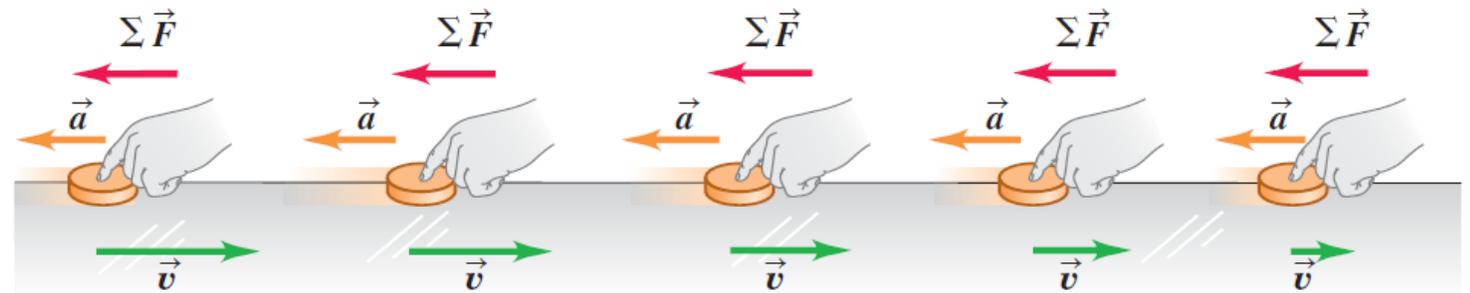
a) Un disco que se mueve con velocidad constante (en equilibrio): $\sum \vec{F} = 0$, $\vec{a} = 0$



b) Una fuerza neta constante en la dirección del movimiento provoca una aceleración constante en la misma dirección de la fuerza neta.



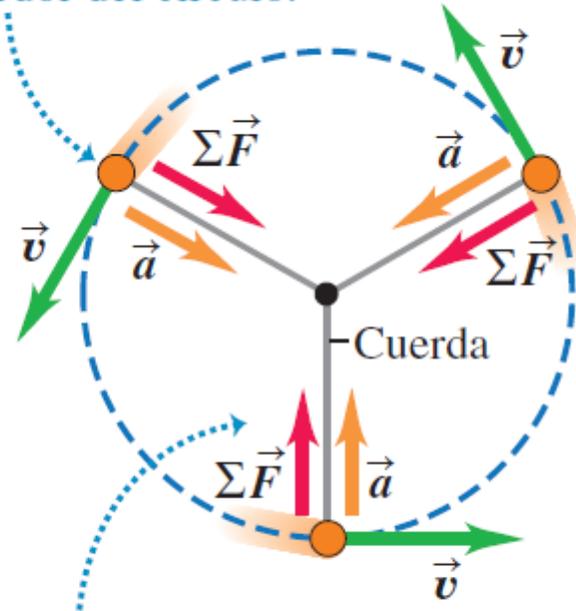
c) Una fuerza neta constante opuesta a la dirección del movimiento produce una aceleración constante en la misma dirección que la fuerza neta.



Leyes de Newton

Segunda ley

El disco se mueve a rapidez constante alrededor del círculo.

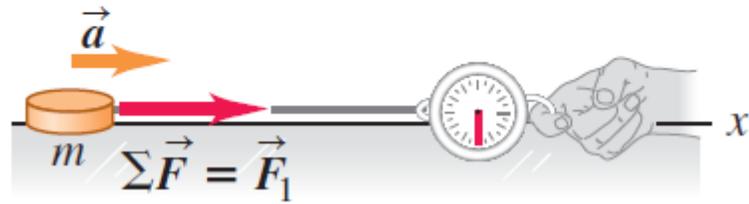


En cualquier punto, la aceleración \vec{a} y la fuerza neta $\Sigma \vec{F}$ tienen la misma dirección, siempre hacia el centro del círculo.

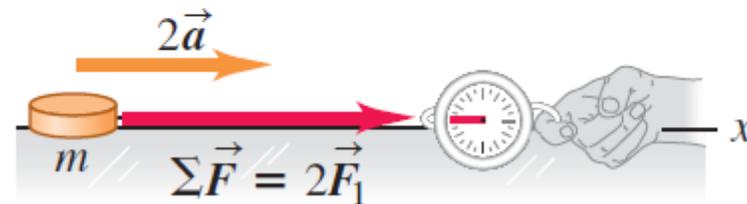
Leyes de Newton

Segunda ley: masa y fuerza

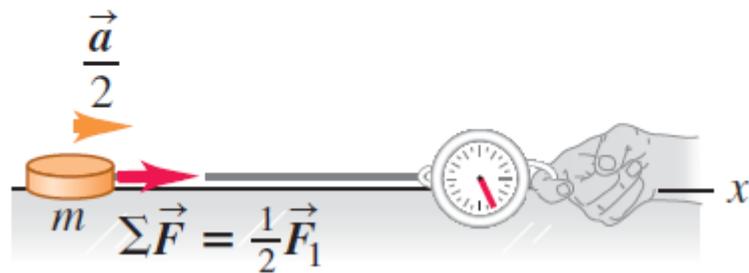
a) Una fuerza neta constante $\Sigma \vec{F}$ provoca una aceleración constante \vec{a} .



b) Al duplicarse la fuerza neta, se duplica la aceleración.



c) Al reducirse a la mitad la fuerza neta, la aceleración se reduce a la mitad.

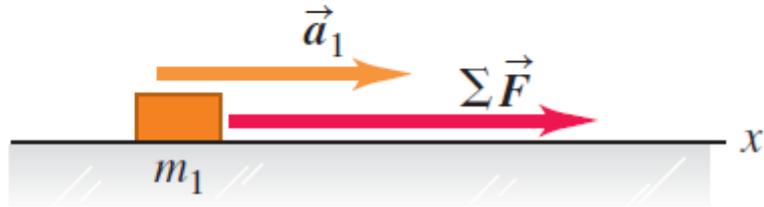


$$|\Sigma \vec{F}| = ma$$

Leyes de Newton

Segunda ley: masa y fuerza

a) Una fuerza $\Sigma \vec{F}$ conocida provoca que un objeto con masa m_1 tenga una aceleración \vec{a}_1 .



b) Al aplicar la misma fuerza $\Sigma \vec{F}$ a un segundo objeto, se percibe la aceleración que nos permite medir la masa.



c) Cuando se unen dos objetos, el mismo procedimiento indica que su masa compuesta es la suma de sus masas individuales.



$$\sum F_{m_1} = \sum F_{m_2}$$

$$m_1 a_1 = m_2 a_2$$

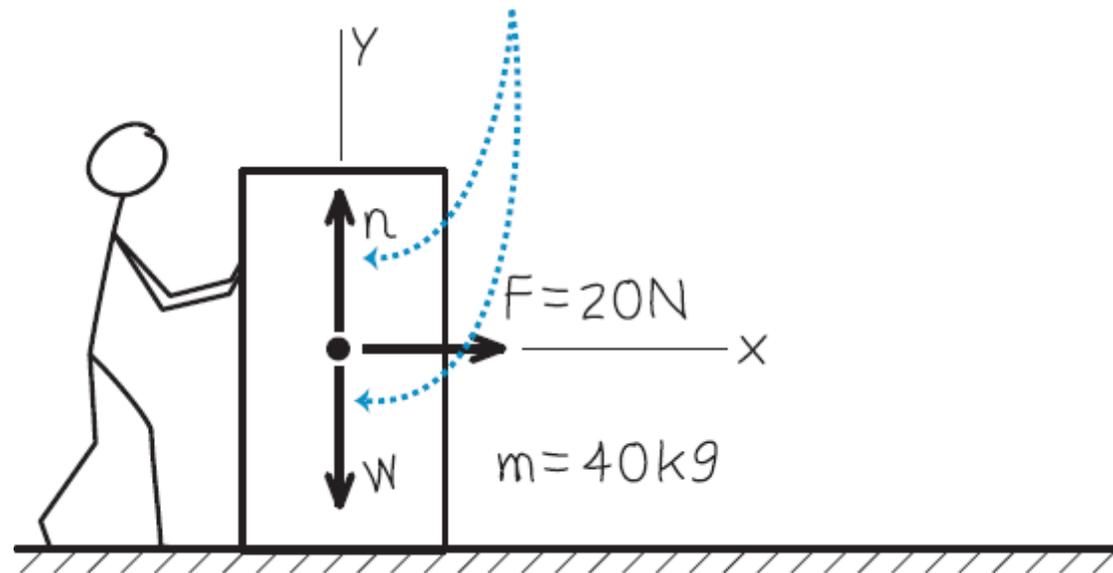
$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{a_1}{a_2}$$

Leyes de Newton

Uso de la segunda ley de Newton

$$\sum F_x = ma_x \quad \sum F_y = ma_y \quad \sum F_z = ma_z$$

Un trabajador aplica una fuerza horizontal constante con magnitud de 20 N a una caja con masa de 40 kg que descansa en un piso plano con fricción despreciable. ¿Cuál es la aceleración de la caja?



Leyes de Newton

Uso de la segunda ley de Newton

$$\sum F_x = ma_x \quad \sum F_y = ma_y \quad \sum F_z = ma_z$$

Una camarera empuja una botella de salsa de tomate con masa de 0.45 kg a la derecha sobre un mostrador horizontal liso. Al soltarla, la botella tiene una rapidez de 2.8 m/s, luego se frena por la fuerza de fricción constante ejercida por el mostrador. La botella se desliza 1.0 m antes de detenerse. ¿Qué magnitud y dirección tiene la fuerza de fricción que actúa sobre la botella?

Leyes de Newton

Uso de la segunda ley de Newton

$$\sum F_x = ma_x \quad \sum F_y = ma_y \quad \sum F_z = ma_z$$

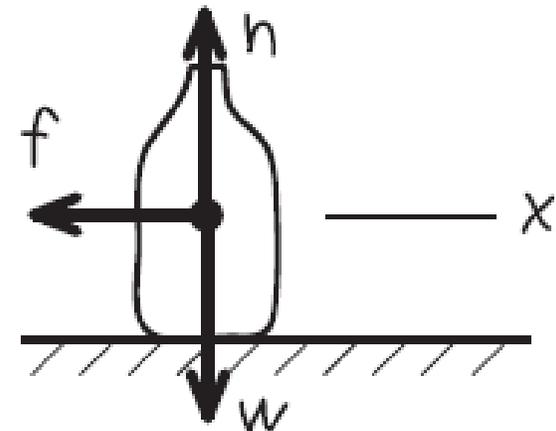
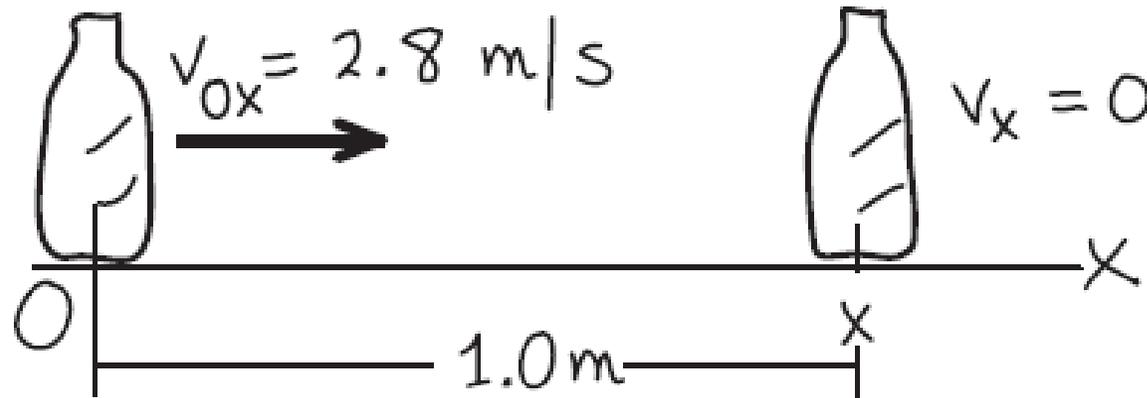
$$v_x = v_{0x} + at$$

$$x = y_0 + v_{0x}t + \frac{1}{2}at^2$$

$$v_x^2 = v_{0x}^2 + 2a(x - x_0)$$

$$x - x_0 = \left(\frac{v_x - v_{0x}}{2} \right) t$$

$$m = 0.45 \text{ kg}$$



Leyes de Newton

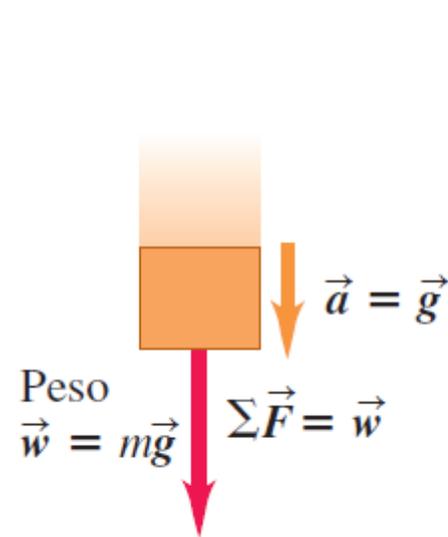
Masa y peso

$$F = ma$$

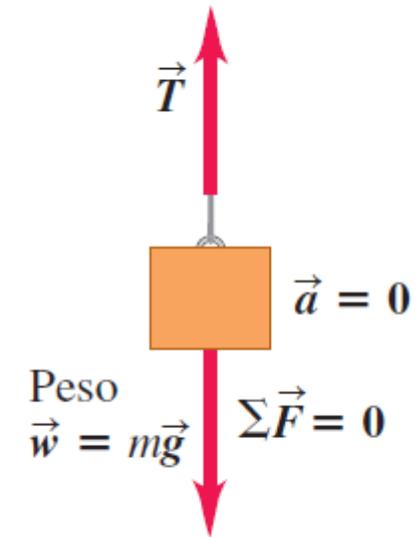
$$F = mg$$

$$w = mg$$

Cuerpo que cae,
masa m



Cuerpo colgado,
masa m



- La relación entre masa y peso es: $\vec{w} = m\vec{g}$.
- La relación es la misma si un cuerpo está cayendo o en reposo.

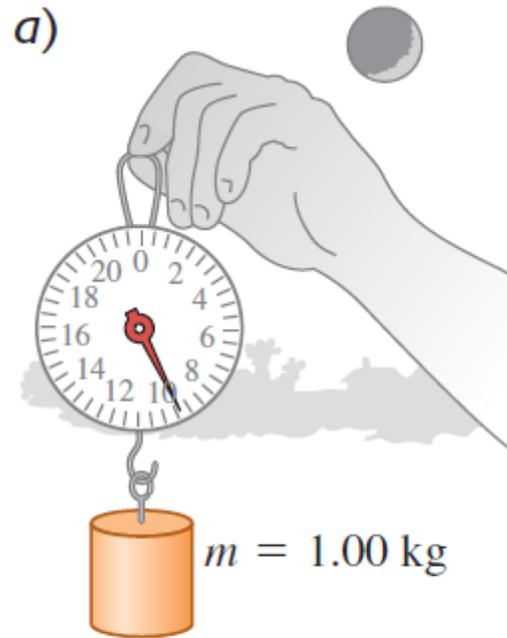
Leyes de Newton

Ejemplo

En el ejemplo 2.6, se dejó caer, del reposo, una moneda de un euro desde la Torre Inclinada de Pisa. Si la moneda cae libremente, considerando que los efectos del aire son despreciables, ¿cómo varía la fuerza neta sobre la moneda conforme esta cae?

Leyes de Newton

Variación de g respecto a la ubicación
Medición de masa y peso

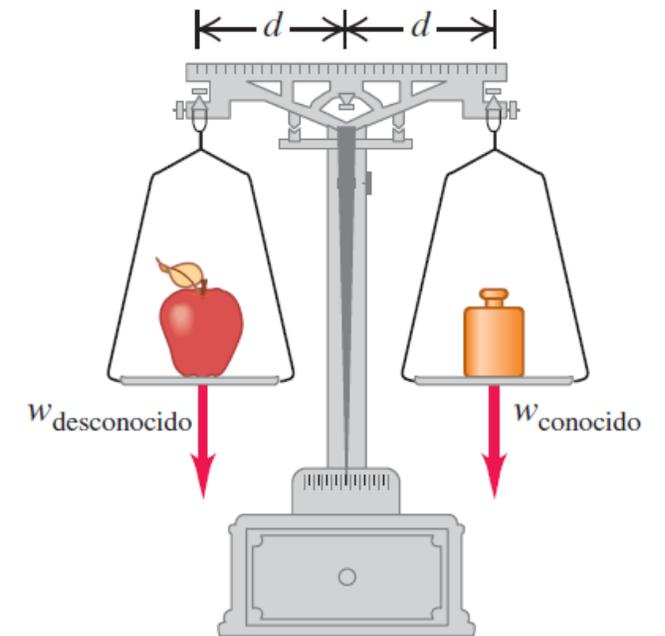


En la Tierra:
 $g = 9.80 \text{ m/s}^2$
 $w = mg = 9.80 \text{ N}$



En la Luna:
 $g = 1.62 \text{ m/s}^2$
 $w = mg = 1.62 \text{ N}$

4.24 Una balanza de brazos iguales determina la masa de un cuerpo (como una manzana) comparando su peso con un peso conocido.



Leyes de Newton

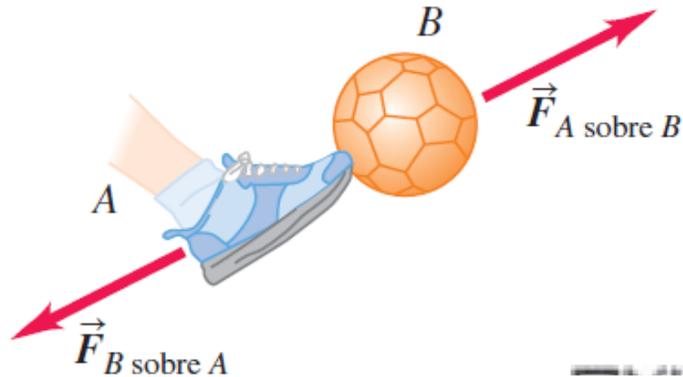
Ejemplo

Un Rolls-Royce Phantom de 2.49×10^4 N que viaja en la dirección $+x$ hace una parada de emergencia; la componente x de la fuerza neta que actúa sobre él es -1.83×10^4 N. ¿Qué aceleración tiene?

Tercera Ley de Newton

Tercera ley del movimiento de Newton: Si el cuerpo A ejerce una fuerza sobre el cuerpo B (una “acción”), entonces, el cuerpo B ejerce una fuerza sobre el cuerpo A (una “reacción”). Estas dos fuerzas tienen la misma magnitud pero dirección opuesta, y actúan sobre cuerpos *diferentes*.

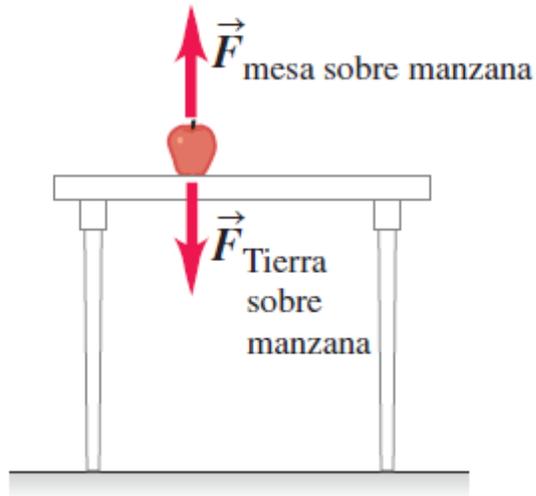
4.25 Si el cuerpo A ejerce una fuerza $\vec{F}_{A \text{ sobre } B}$ sobre el cuerpo B , entonces, el cuerpo B ejerce una fuerza $\vec{F}_{B \text{ sobre } A}$ sobre el cuerpo A que tiene la misma magnitud, pero dirección opuesta:
 $\vec{F}_{A \text{ sobre } B} = -\vec{F}_{B \text{ sobre } A}$.



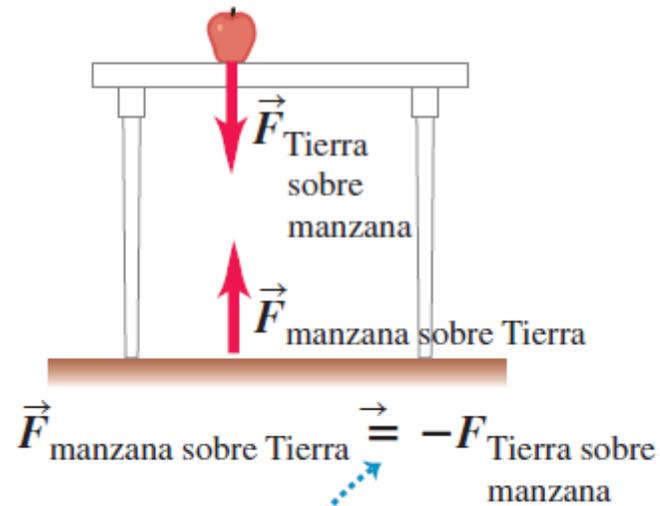
$$\vec{F}_{A \text{ sobre } B} = -\vec{F}_{B \text{ sobre } A}$$

Tercera Ley de Newton

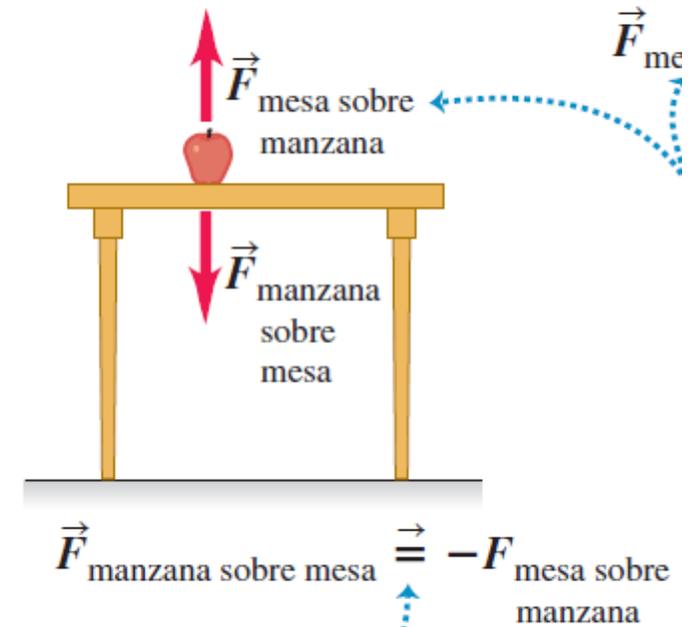
a) Las fuerzas que actúan sobre la manzana



b) El par acción-reacción para la interacción entre la manzana y la Tierra



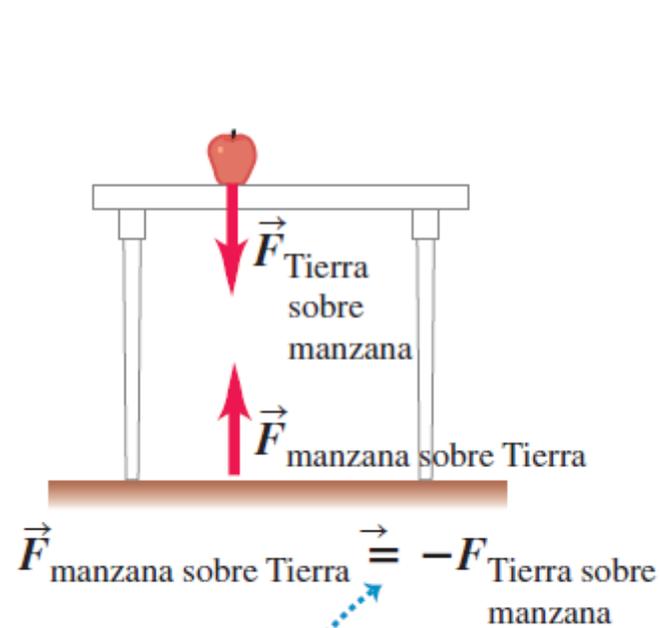
c) El par acción-reacción para la interacción entre la manzana y la mesa



Los pares acción-reacción siempre representan una interacción entre dos objetos distintos.

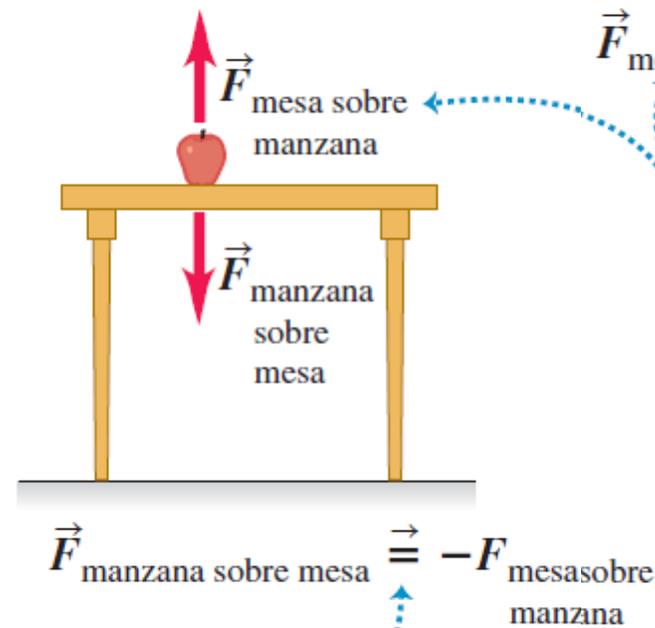
Tercera Ley de Newton

b) El par acción-reacción para la interacción entre la manzana y la Tierra

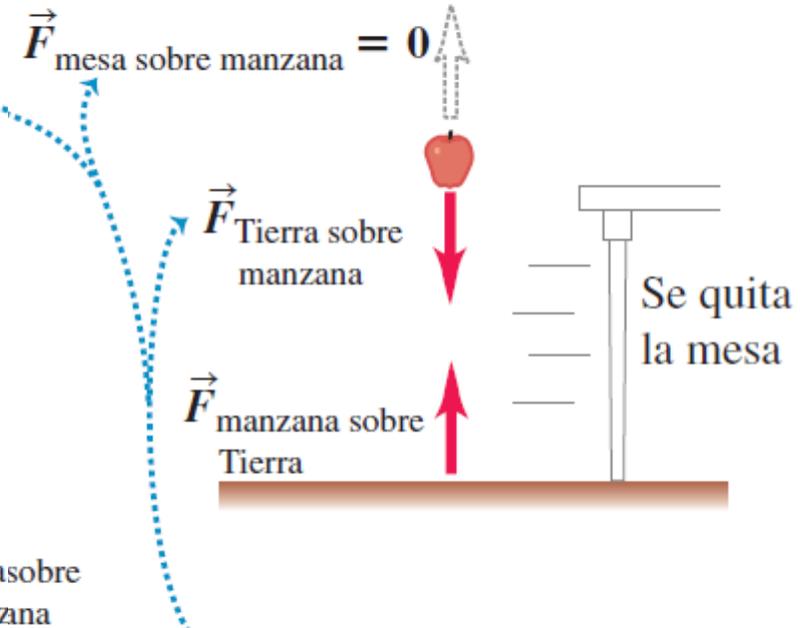


Los pares acción-reacción siempre representan una interacción entre dos objetos distintos.

c) El par acción-reacción para la interacción entre la manzana y la mesa



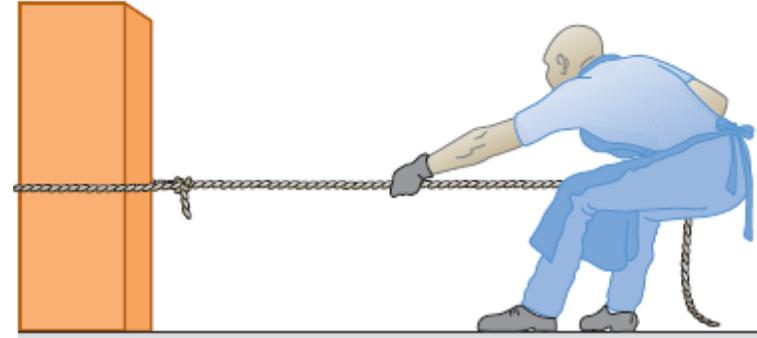
d) Se elimina una de las fuerzas que actúan sobre la manzana



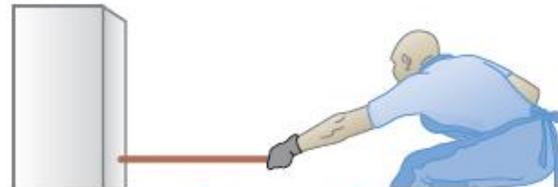
Las dos fuerzas sobre la manzana NO PUEDEN ser un par acción-reacción porque actuarían sobre el mismo objeto. Vemos que si eliminamos una, la otra se conserva.

Tercera Ley de Newton

a) El bloque, la cuerda y el hombre



b) Los pares acción-reacción

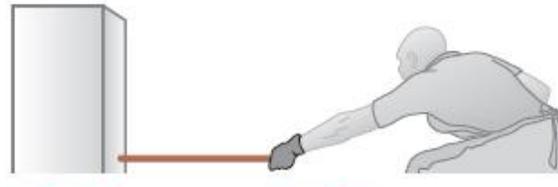


$\vec{F}_{R \text{ sobre } M}$ $\vec{F}_{M \text{ sobre } R}$



$\vec{F}_{B \text{ sobre } R}$ $\vec{F}_{R \text{ sobre } B}$

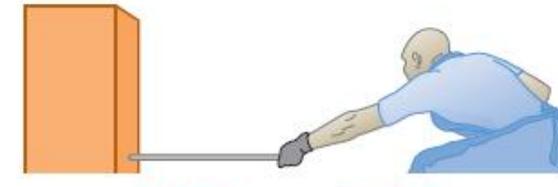
c) No hay par acción-reacción



$\vec{F}_{B \text{ sobre } R}$ $\vec{F}_{M \text{ sobre } R}$

Estas fuerzas no constituyen un par acción-reacción porque actúan sobre el mismo objeto (la cuerda).

d) No necesariamente igual

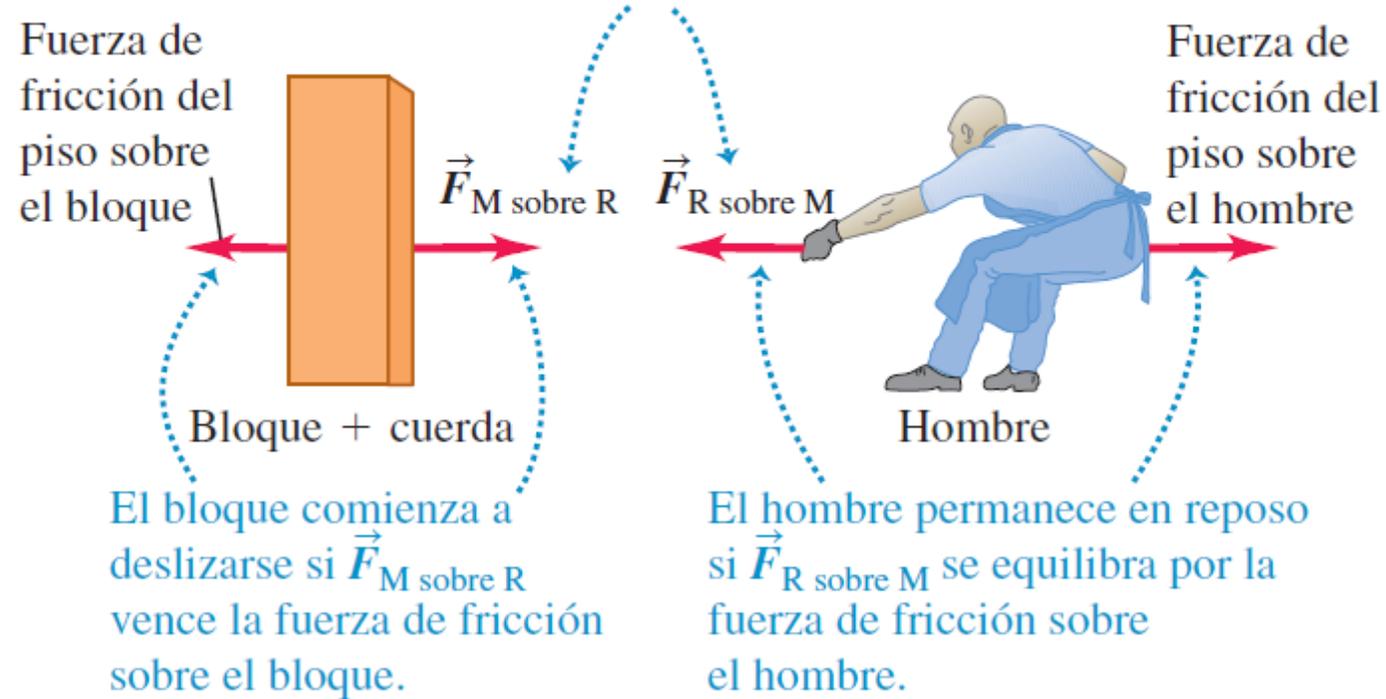


$\vec{F}_{R \text{ sobre } B}$ $\vec{F}_{M \text{ sobre } R}$

Estas fuerzas son iguales solo si la cuerda está en equilibrio (o se considera sin masa).

Tercera Ley de Newton

Estas fuerzas constituyen un par acción-reacción. Tienen la misma magnitud, pero actúan sobre objetos distintos.



Tercera Ley de Newton

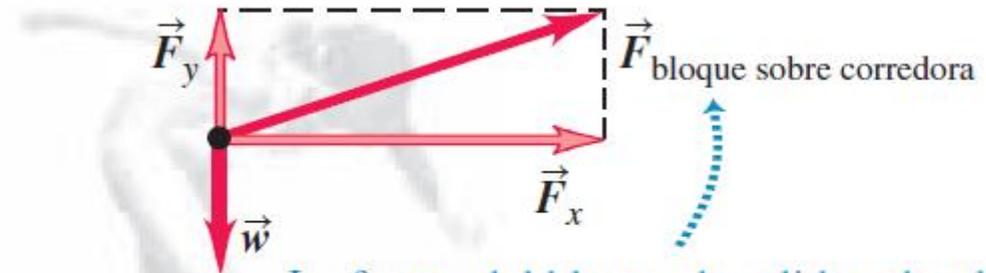
Diagrama de cuerpo libre

- 1. Establecer la condición de equilibrio y no equilibrio según la primera y segunda ley de Newton**
- 2. Solo importan las fuerzas que actúan sobre el cuerpo**
- 3. Dibujar diagrama de cuerpo libre identificando las fuerzas relevantes**

Tercera Ley de Newton

Diagrama de cuerpo libre

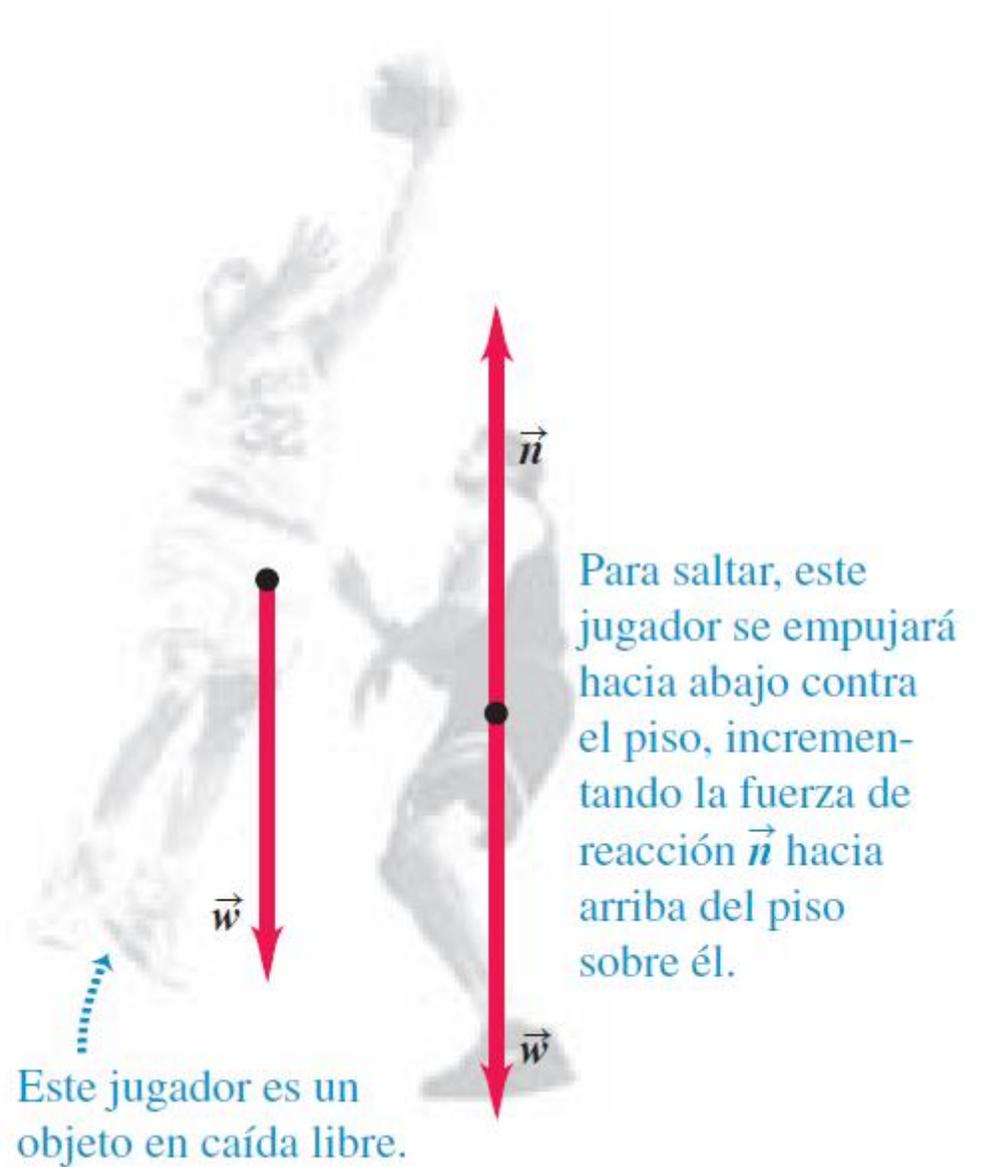
a)



La fuerza del bloque de salida sobre la corredora tiene una componente vertical que contrarresta su peso, y una componente horizontal grande que la acelera.

Tercera Ley de Newton

Diagrama de cuerpo libre



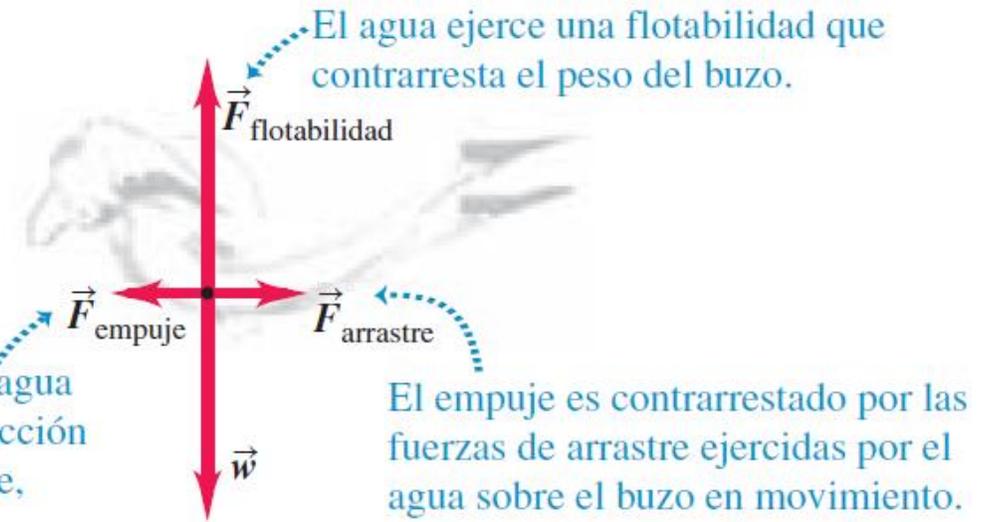
Tercera Ley de Newton

Diagrama de cuerpo libre

c)



El pataleo causa que el agua ejerza una fuerza de reacción hacia adelante, o empuje, sobre el buzo.



Tercera Ley de Newton

Diagrama de cuerpo libre

4.8 •• Usted entra en un elevador, se para sobre una báscula y oprime el botón de “subir”. También recuerda que su peso normal es de 625 N. Comience a contestar cada una de las siguientes preguntas dibujando un diagrama de cuerpo libre. *a)* Si el elevador tiene una aceleración de 2.50 m/s^2 , ¿cuánto se lee en la báscula? *b)* Si usted sostiene desde el inicio un paquete de 3.85 kg con una cuerda vertical ligera, ¿cuál es la tensión en la cuerda una vez que el elevador comienza a acelerar?

4.10 •• Un estibador aplica una fuerza horizontal constante de 80.0 N a un bloque de hielo sobre un piso horizontal, en el que la fricción es despreciable. El bloque parte del reposo y se mueve 11.0 m en 5.00 s. *a)* ¿Qué masa tiene el bloque de hielo? *b)* Si el trabajador deja de empujar a los 5.00 s, ¿qué distancia recorrerá el bloque en los siguientes 5.00 s?

Tercera Ley de Newton

Diagrama de cuerpo libre

4.17 • Superman lanza un peñasco de 2400 N a un adversario. ¿Qué fuerza horizontal debe aplicar al peñasco para darle una aceleración horizontal de 12.0 m/s^2 ?

4.24 •• La fuerza normal hacia arriba que el piso de un elevador ejerce sobre un pasajero que pesa 650 N es de 620 N. ¿Cuáles son las fuerzas de reacción a estas dos fuerzas? ¿El pasajero está acelerando? Si es así, ¿cuáles son la dirección y la magnitud de la aceleración?

Tercera Ley de Newton

Diagrama de cuerpo libre

4.22 Un automóvil pequeño (masa de 380 kg) empuja a un camión grande (masa de 900 kg) hacia el este sobre un camino horizontal. El automóvil ejerce una fuerza horizontal de 1200 N sobre el camión. ¿Cuál es la magnitud de la fuerza que el camión ejerce sobre el automóvil?

Tercera Ley de Newton

Diagrama de cuerpo libre

4.23 Las cajas A y B se encuentran en contacto sobre una superficie horizontal sin fricción, como se muestra en la figura E4.23. La caja A tiene una masa de 20.0 kg y la caja B tiene una masa de 5.0 kg . Sobre la caja A se ejerce una fuerza horizontal de 100 N . ¿Cuál es la magnitud de la fuerza que la caja A ejerce sobre la caja B ?

Figura **E4.23**



Tercera Ley de Newton

Diagrama de cuerpo libre

4.30 •• PA Una bala de rifle calibre .22 que viaja a 350 m/s golpea un árbol grande, penetrando a una profundidad de 0.130 m . La masa de la bala es de 1.80 g . Suponga una fuerza de frenado constante.
a) ¿Cuánto tarda la bala en detenerse? *b)* ¿Que fuerza, en newtons, ejerce el árbol sobre la bala?

Tercera Ley de Newton

Diagrama de cuerpo libre

4.30 •• PA Una bala de rifle calibre .22 que viaja a 350 m/s golpea un árbol grande, penetrando a una profundidad de 0.130 m . La masa de la bala es de 1.80 g . Suponga una fuerza de frenado constante.
a) ¿Cuánto tarda la bala en detenerse? *b)* ¿Que fuerza, en newtons, ejerce el árbol sobre la bala?

Tercera Ley de Newton

4.52 ... PA La cabeza de un martillo de 4.9 N con velocidad inicial de 3.2 m/s hacia abajo es detenido en una distancia de 0.45 cm por un clavo en una tabla de pino. Además del peso, la persona que lo usa le aplica una fuerza descendente de 15 N. Suponga que la aceleración de la cabeza del martillo es constante mientras está en contacto con el clavo y se mueve hacia abajo. *a)* Dibuje un diagrama de cuerpo libre para la cabeza del martillo. Identifique la fuerza de reacción de cada fuerza de acción del diagrama. *b)* Calcule la fuerza hacia abajo \vec{F} ejercida por la cabeza del martillo sobre el clavo mientras está en contacto con él y moviéndose hacia abajo. *c)* Suponga que la tabla es de madera dura y la distancia que el martillo recorre al detenerse es de solo 0.12 cm. Las fuerzas descendentes sobre el martillo son las mismas que las del inciso *b)*. ¿Qué fuerza \vec{F} ejerce ahora la cabeza del martillo sobre el clavo, mientras está en contacto con él y moviéndose hacia abajo?

Tercera Ley de Newton

4.57 PA Dos cajas, A y B , están unidas a cada extremo de una cuerda vertical ligera, como se muestra en la figura P4.57. A la caja A , se le aplica una fuerza constante hacia arriba $F = 80.0$ N. Partiendo del reposo, la caja B desciende 12.0 m en 4.00 s. La tensión en la cuerda que une las dos cajas es de 36.0 N. *a)* ¿Cuál es la masa de la caja B ? *b)* ¿Cuál es la masa de la caja A ?

