CENGAGE Learning

SERWAY · JEWETT

FÍSICA

para ciencias e ingeniería

Volumen 1

Séptima edición

Física 1 -Comisión 2013-04

22 de mayo de 2025

Buenas tardes, hoy, en la primera parte de la clase se realizará el 1°parcialito (el cual es opcional). Comenzará a las 18,30 hs hasta las 20,30 hs. Luego, a partir de las 20:50 hs continúa la clase normalmente. Se continuarán desarrollando conceptos y clases de fuerzas y las metodologías para el cálculo de la resultante en cada caso. Se trabajará con la guía de ejercicios N°2, que se encuentra disponible en la carpeta '*General*'

Está disponible en este espacio el apunte de Dinámica, 2°parte

Se indica ver los ejemplos 5.4 (página 111 hasta el ejemplo 5.10 (página 118) inclusive) del libro *Física para Ciencias e Ingeniería,* volumen 1, de *R Serway* y *J. Jewett* (o de cualquier otro libro de la bibliografía de la asignatura).

Pablo Provenzano

EJEMPLO 5.4 Un semáforo en reposo

Un semáforo que pesa 122 N cuelga de un cable unido a otros dos cables sostenidos a un soporte como en la figura 5.10a. Los cables superiores forman ángulos de 37.0° y 53.0° con la horizontal. Estos cables superiores no son tan fuertes como el cable vertical y se romperán si la tensión en ellos supera los 100 N. ¿El semáforo permanecerá colgado en esta situación, o alguno de los cables se romperá?

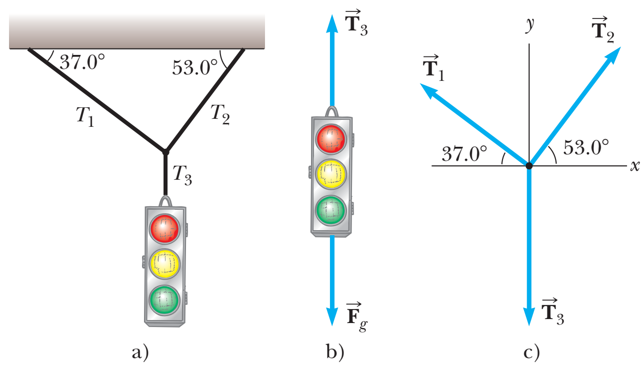

Figura 5.10 (Ejemplo 5.4) a) Un semáforo suspendido por cables. b) Diagrama de cuerpo libre del semáforo. c) Diagrama de cuerpo libre del nudo donde se juntan los tres cables.

SOLUCIÓN

Conceptualizar Examine el dibujo de la figura 5.10a. Suponga que los cables no se rompen y que nada se mueve.

Categorizar Si nada se mueve, ninguna parte del sistema acelera. Ahora puede representar el semáforo como una partícula en equilibrio sobre la que se ejerce una fuerza neta de cero. De igual modo, la fuerza neta sobre el nudo (figura 5.10c) es cero.

Analizar Construya dos diagramas de cuerpo libre: uno para el semáforo, que se muestra en la figura 5.10b, y otro para el nudo que mantiene juntos los tres cables, que se muestra en la figura 5.10c. Este nudo es un objeto conveniente a elegir porque todas las fuerzas de interés actúan a lo largo de líneas que pasan a través del nudo.

Aplique la ecuación 5.8 para el semáforo en la dirección y:

$$\sum F_y = 0 \quad \rightarrow \quad T_3 - F_g = 0$$

$$T_3 = F_g = 122 \text{ N}$$

Elija los ejes coordenados como se muestra en la figura 5.10c y descomponer en sus componentes las fuerzas que actúan en el nudo:

Fuerza	Componente x	Componente y
$\vec{\mathbf{T}}_1$	$-T_1 \cos 37.0°$	$T_1 \text{ sen } 37.0°$
$\vec{\mathbf{T}}_2$	$T_2 \cos 53.0°$	$T_2 \text{ sen } 53.0°$
$\vec{\mathbf{T}}_3$	0	-122 N

Aplique el modelo de partícula en equilibrio al nudo:

$$1) \quad \sum F_x = -T_1 \cos 37.0° + T_2 \cos 53.0° = 0$$

$$2) \quad \sum F_y = T_1 \text{ sen } 37.0° + T_2 \text{ sen } 53.0° + (-122 \text{ N}) = 0$$

La ecuación 1) muestra que las componentes horizontales de $\vec{\mathbf{T}}_1$ y $\vec{\mathbf{T}}_2$ deben ser iguales en magnitud, y la ecuación 2) indica que la suma de las componentes verticales de $\vec{\mathbf{T}}_1$ y $\vec{\mathbf{T}}_2$ deben equilibrar la fuerza hacia abajo $\vec{\mathbf{T}}_3$, que es igual en magnitud al peso del semáforo.

Resuelva la ecuación 1) para T_2 en términos de T_1:

$$3) \quad T_2 = T_1\left(\frac{\cos 37.0°}{\cos 53.0°}\right) = 1.33T_1$$

Sustituya este valor para T_2 en la ecuación 2):

$$T_1 \text{ sen } 37.0° + (1.33T_1)(\text{sen } 53.0°) - 122 \text{ N} = 0$$

$$T_1 = 73.4 \text{ N}$$

$$T_2 = 1.33T_1 = 97.4 \text{ N}$$

Ambos valores son menores que 100 N (apenas para T_2), de modo que los cables no se romperán.

Finalizar Finalice este problema al imaginar un cambio en el sistema, como el siguiente **¿Qué pasaría si?**

¿Qué pasaría si? Suponga que los dos ángulos de la figura 5.10a son iguales. ¿Cuál sería la correspondencia entre T_1 y T_2?

Respuesta Se puede argumentar a partir de la simetría del problema que las dos tensiones T_1 y T_2 serían iguales entre sí. Matemáticamente, si los ángulos iguales se llaman θ, la ecuación 3) se convierte en

$$T_2 = T_1\left(\frac{\cos \theta}{\cos \theta}\right) = T_1$$

que también dice que las tensiones son iguales. Sin saber el valor específico de θ, no se pueden encontrar los valores de T_1 y T_2. Sin embargo, las tensiones serán iguales entre sí, sin importar el valor de θ.

EJEMPLO CONCEPTUAL 5.5 Fuerzas entre vagones en un tren

Los vagones de tren se conectan mediante *enganches*, que están bajo tensión conforme la locomotora jala el tren. Imagine que usted está en un tren que aumenta velocidad con aceleración constante. A medida que se mueve a lo largo del tren desde la locomotora hacia el último vagón, midiendo la tensión en cada conjunto de enganches, ¿la tensión aumenta, disminuye o permanece igual? Cuando el ingeniero aplica los frenos, los enganches están bajo compresión. ¿Cómo varía esta fuerza de compresión desde la locomotora hasta el último vagón? (Suponga que sólo se aplican los frenos en las ruedas de la máquina.)

SOLUCIÓN

Conforme el tren aumenta la velocidad, la tensión disminuye desde el frente del tren hasta la parte trasera. El enganche entre la locomotora y el primer vagón debe aplicar suficiente fuerza para acelerar el resto de los vagones. A medida que se mueve a lo largo del tren, cada enganche acelera menos masa detrás de él. El último enganche tiene que acelerar sólo al último vagón y por lo tanto está bajo menos tensión. Cuando se aplican los frenos, la fuerza nuevamente disminuye desde el frente a la parte trasera. El enganche que conecta la locomotora con el primer vagón debe aplicar una gran fuerza para frenar el resto de los vagones, pero el enganche final debe aplicar una fuerza suficientemente grande para frenar sólo al último vagón.

EJEMPLO 5.6 El auto que escapa

Un automóvil de masa m está sobre un camino cubierto con hielo inclinada en un ángulo θ, como en la figura 5.11a.

A) Encuentre la aceleración del automóvil, si supone que la pista no tiene fricción.

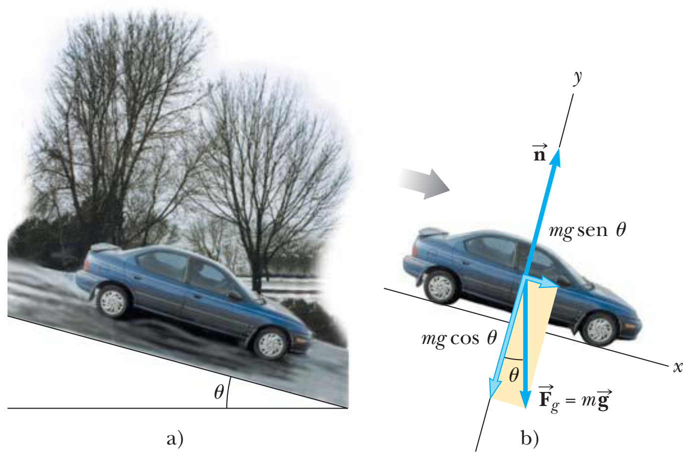

Figura 5.11 (Ejemplo 5.6) a) Un automóvil de masa m sobre un plano inclinado sin fricción. b) Diagrama de cuerpo libre para el automóvil.

SOLUCIÓN

Conceptualizar Use la figura 5.11a para formar ideas de la situación. A partir de la experiencia cotidiana, se sabe que un automóvil sobre un plano inclinado cubierto con hielo acelerará hacia abajo por el plano. (Lo mismo le sucede a un automóvil sin frenos en una colina.)

Categorizar El automóvil se clasifica como una partícula bajo una fuerza neta. Además, este problema pertenece a una categoría de problemas muy común en la que un objeto se mueve bajo la influencia de la gravedad sobre un plano inclinado.

Analizar La figura 5.11b muestra el diagrama de cuerpo libre del automóvil. Las únicas fuerzas que actúan sobre el automóvil son la fuerza normal $\vec{\mathbf{n}}$ que ejerce el plano inclinado, que actúa perpendicular al plano, y la fuerza gravitacional $\vec{\mathbf{F}}_g = m\vec{\mathbf{g}}$, que actúa verticalmente hacia abajo. Para problemas que involucran planos inclinados, es conveniente elegir los ejes coordenados con x a lo largo del plano y y perpendicular a él, como en la figura 5.11b. (Es posible, aunque inconveniente, resolver el problema con ejes horizontal y vertical "normal". Tal vez quiera intentarlo, sólo para practicar.) Con estos ejes, represente la fuerza gravitacional mediante una componente de magnitud mg sen θ a lo largo del eje x positivo y otra de magnitud mg cos θ a lo largo del eje y negativo.

Al aplicar la segunda ley de Newton al automóvil en forma de componentes, y notar que $a_y = 0$:

$$1)\quad \sum F_x = mg \operatorname{sen} \theta = ma_x$$

$$2)\quad \sum F_y = n - mg \cos \theta = 0$$

Resuelva la ecuación 1) para a_x:

$$3)\quad a_x = \boxed{g \operatorname{sen} \theta}$$

Finalizar La elección de ejes que resulta en el automóvil se representa como una partícula bajo una fuerza neta en la dirección x y una partícula en equilibrio en la dirección y. Además, ¡la componente aceleración a_x es independiente de la masa del automóvil! Sólo depende del ángulo de inclinación y de g.

De la ecuación 2) se concluye que la componente de $\vec{\mathbf{F}}_g$ perpendicular al plano se equilibra mediante la fuerza normal; esto es, $n = mg \cos \theta$. Esta situación es otro caso en el que la fuerza normal *no* es igual en magnitud al peso del objeto.

B) Considere que el automóvil se libera desde el reposo en lo alto del plano y que la distancia desde la defensa frontal del automóvil hasta el fondo del plano inclinado es d. ¿Cuánto tarda la defensa frontal en llegar al fondo de la colina, y cuál es la rapidez del automóvil cuando llega ahí?

SOLUCIÓN

Conceptualizar Imagine que el automóvil se desliza por la colina y que usa un cronómetro para medir todo el intervalo de tiempo hasta que llega al fondo.

Categorizar Esta parte del problema pertenece a cinemática más que a dinámica, y la ecuación 3) muestra que la aceleración a_x es constante. Por lo tanto, debe clasificar al automóvil en este inciso del problema como una partícula bajo aceleración constante.

Analizar Al definir la posición inicial de la defensa frontal como $x_i = 0$ y su posición final como $x_f = d$, y reconocer que $v_{xi} = 0$, aplique la ecuación 2.16, $x_f = x_i + v_{xi}t + \frac{1}{2}a_x t^2$:

$$d = \tfrac{1}{2}a_x t^2$$

Resuelva para t:

$$4) \quad t = \sqrt{\frac{2d}{a_x}} = \boxed{\sqrt{\frac{2d}{g \operatorname{sen} \theta}}}$$

Aplique la ecuación 2.17, con $v_{xi} = 0$ para encontrar la velocidad final del automóvil:

$$v_{xf}^{\,2} = 2a_x d$$

$$5) \quad v_{xf} = \sqrt{2a_x d} = \boxed{\sqrt{2gd \operatorname{sen} \theta}}$$

Finalizar De las ecuaciones 4) y 5) se ve que el tiempo t al que el automóvil alcanza el fondo y su rapidez final v_{xf} son independientes de la masa del automóvil, como lo fue su aceleración. Note que, en este ejemplo, se combinaron técnicas del capítulo 2 con nuevas técnicas de este capítulo. A medida que aprenda más técnicas en capítulos posteriores, este proceso de combinar información proveniente de varias partes del libro ocurrirá con más frecuencia. En estos casos, use la *Estrategia general para resolver problemas* para auxiliarse a identificar qué modelos de análisis necesitará.

¿Qué pasaría si? ¿En qué problema resuelto anteriormente se convierte esta situación si $\theta = 90°$?

Respuesta Imagine que θ va a 90° en la figura 5.11. El plano inclinado se vuelve vertical, ¡y el automóvil es un objeto en caída libre! La ecuación 3) se convierte en

$$a_x = g \operatorname{sen} \theta = g \operatorname{sen} 90° = g$$

que de hecho es la aceleración de caída libre. (Se encuentra $a_x = g$ en lugar de $a_x = -g$ porque la x positiva se eligió hacia abajo en la figura 5.11.) Note también que la condición $n = mg \cos \theta$ produce $n = mg \cos 90° = 0$. Esto es consistente con el automóvil que cae *junto al* plano vertical, en cuyo caso no hay fuerza de contacto entre el automóvil y el plano.

EJEMPLO 5.7 Un bloque empuja a otro

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.

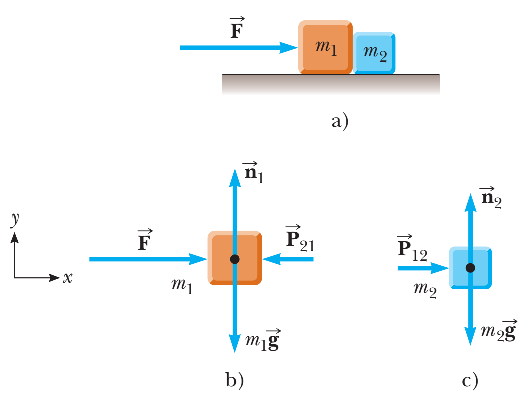

Figura 5.12 (Ejemplo 5.7). a) Se aplica una fuerza se a un bloque de masa m_1, que empuja a un segundo bloque de masa m_2. b) Diagrama de cuerpo libre para m_1. c) Diagrama de cuerpo libre para m_2.

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:

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

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

Finalizar La aceleración conocida por la ecuación 1) es la misma que la de un solo objeto de masa $m_1 + m_2$ y sometida a la misma fuerza.

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.

EJEMPLO 5.8 Peso de un pescado en un elevador

Una persona pesa un pescado de masa m en una balanza de resorte unida al techo de un elevador, como se ilustra en la figura 5.13.

A) Muestre que, si el elevador acelera ya sea hacia arriba o hacia abajo, la balanza de resorte da una lectura que es diferente del peso del pescado.

SOLUCIÓN

Conceptualizar La lectura en la balanza se relaciona con la extensión del resorte en la balanza, que depende de la fuerza en el extremo del resorte, como en la figura 5.2. Imagine que el pescado cuelga de una cuerda unida al extremo del resorte. En este caso, la magnitud de la fuerza que se ejerce sobre el resorte es igual a la tensión T en la cuerda.

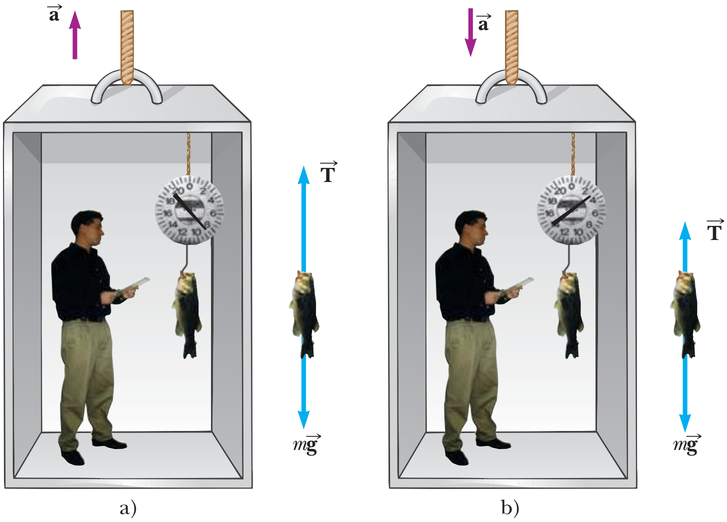

Figura 5.13 (Ejemplo 5.8) Peso aparente contra peso real. a) Cuando el elevador acelera hacia arriba, la lectura en la balanza de resorte proporciona un valor mayor que el peso del pescado. b) Cuando el elevador acelera hacia abajo, la lectura en la balanza de resorte proporciona un valor menor que el peso del pescado.

Por lo tanto, se busca T. La fuerza $\vec{\mathbf{T}}$ jala hacia abajo en la cuerda y hacia arriba en el pescado.

Categorizar Este problema se clasifica al considerar al pescado como una partícula bajo una fuerza neta.

Analizar Inspeccione los diagramas de cuerpo libre para el pescado en la figura 5.13 y advierta que las fuerzas externas que actúan sobre el pescado son la fuerza gravitacional hacia abajo $\vec{\mathbf{F}}_g = m\vec{\mathbf{g}}$ y la fuerza $\vec{\mathbf{T}}$ que ejerce la cuerda. Si el elevador está en reposo o moviéndose con velocidad constante, el pescado es una partícula en equilibrio, de modo que $\Sigma F_y = T - F_g = 0$ o $T = F_g = mg$. (Recuerde que el escalar mg es el peso del pescado.)

Ahora suponga que el elevador se mueve con una aceleración $\vec{\mathbf{a}}$ en relación con un observador que está de pie afuera del elevador en un marco inercial (véase la figura 5.13). Ahora el pescado es una partícula bajo una fuerza neta.

Aplique la segunda ley de Newton al pescado:

$$\sum F_y = T - mg = ma_y$$

Resuelva para T:

$$1)\quad T = ma_y + mg = mg\left(\frac{a_y}{g} + 1\right) = F_g\left(\frac{a_y}{g} + 1\right)$$

donde se eligió hacia arriba como la dirección y positiva. Se concluye de la ecuación 1) que la lectura en la balanza de T es mayor que el peso del pescado mg si $\vec{\mathbf{a}}$ es hacia arriba, de modo que a_y es positiva, y que la lectura es menor que mg si $\vec{\mathbf{a}}$ es hacia abajo, de modo que a_y es negativa.

B) Evalúe las lecturas en la balanza para un pescado de 40.0 N si el elevador se traslada con una aceleración $a_y = \pm 2.00 \text{ m/s}^2$.

Evalúe la lectura en la balanza a partir de la ecuación 1) si $\vec{\mathbf{a}}$ es hacia arriba:

$$T = (40.0 \text{ N})\left(\frac{2.00 \text{ m/s}^2}{9.80 \text{ m/s}^2} + 1\right) = \boxed{48.2 \text{ N}}$$

Evalúe la lectura en la balanza a partir de la ecuación 1) si $\vec{\mathbf{a}}$ es hacia abajo:

$$T = (40.0 \text{ N})\left(\frac{-2.00 \text{ m/s}^2}{9.80 \text{ m/s}^2} + 1\right) = \boxed{31.8 \text{ N}}$$

Finalizar Considere esta opinión: si compra un pescado en un elevador, ¡asegúrese de que el pescado se pesa mientras el elevador está en reposo o en aceleración hacia abajo! Además, note que, a partir de la información que se proporciona en este caso, uno no puede determinar la dirección de movimiento del elevador.

¿Qué pasaría si? Suponga que el cable del elevador se rompe y el elevador y su contenido están en caída libre. ¿Qué sucede con la lectura de la balanza?

Respuesta Si el elevador está en caída libre, su aceleración es $a_y = -g$. De la ecuación 1) se ve que la lectura de la balanza de T en este caso es cero; esto es; el pescado *parece* no tener peso.

EJEMPLO 5.9 La máquina de Atwood

Cuando dos objetos de masas distintas cuelgan verticalmente sobre una polea sin fricción de masa despreciable, como en la figura 5.14a, el dispositivo se llama *máquina de Atwood*. Se usa a veces en el laboratorio para calcular el valor de g. Determine la magnitud de la aceleración de dos objetos y la tensión en la cuerda sin peso.

SOLUCIÓN

Conceptualizar Imagine en acción la situación que se muestra en la figura 5.14a: conforme un objeto se mueve hacia arriba, el otro objeto se mueve hacia abajo. Puesto que los objetos están conectados mediante una cuerda inextensible, sus aceleraciones son de igual magnitud.

Categorizar Los objetos en la máquina de Atwood están sometidos a la fuerza gravitacional, así como a las fuerzas que se ejercen mediante las cuerdas conectadas a ellos. Por lo tanto, este problema se clasifica como uno que involucra dos partículas bajo una fuerza neta.

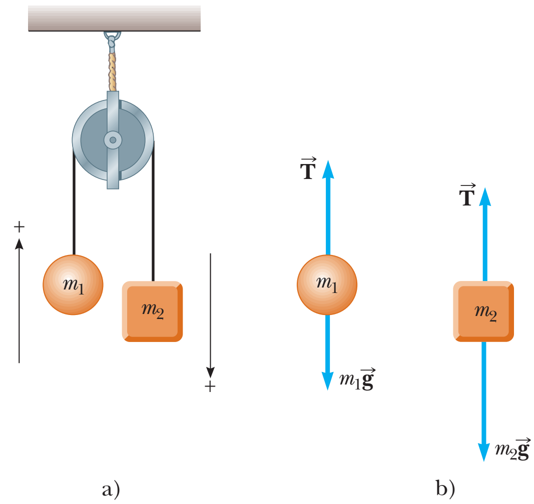

Figura 5.14 (Ejemplo 5.9) La máquina de Atwood. a) Dos objetos conectados mediante una cuerda inextensible sin masa sobre una polea sin fricción. b) Diagramas de cuerpo libre para los dos objetos.

Analizar En la figura 5.14b se muestran los diagramas de cuerpo libre para los dos objetos. En cada objeto actúan dos fuerzas: la fuerza hacia arriba $\vec{\mathbf{T}}$ que ejerce la cuerda y la fuerza gravitacional hacia abajo. En problemas como éste, con una polea se representa sin masa y sin fricción, la tensión en la cuerda sobre ambos lados de la polea es la misma. Si la polea tiene masa o es dependiente de la fricción, las tensiones en cualquier lado no son las mismas y la situación requiere técnicas que se aprenderán en el capítulo 10.

Debe tener mucho cuidado con los signos en problemas como éste. En la figura 5.14a, note que, si el objeto 1 acelera hacia arriba, el objeto 2 acelera hacia abajo. Por lo tanto, por consistencia con los signos, si se define la dirección hacia arriba como positiva para el objeto 1, se debe definir la dirección hacia abajo como positiva para el objeto 2. Con esta convención de signos, ambos objetos aceleran en la misma dirección, que se define por la elección de signo. Además, de acuerdo con esta convención de signos, la componente y de la fuerza neta que se ejerce sobre el objeto 1 es $T - m_1 g$, y la componente y de la fuerza neta que se ejerce sobre el objeto 2 es $m_2 g - T$.

Aplique la segunda ley de Newton al objeto 1:

$$1)\quad \sum F_y = T - m_1 g = m_1 a_y$$

Ahora al objeto 2:

$$2)\quad \sum F_y = m_2 g - T = m_2 a_y$$

Sume la ecuación 2) con la ecuación 1) y advierta que T se cancela:

$$-m_1 g + m_2 g = m_1 a_y + m_2 a_y$$

Resuelva para la aceleración:

$$3)\quad a_y = \boxed{\left(\frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}\right) g}$$

Sustituya la ecuación 3) en la ecuación 1) para encontrar T:

$$4)\quad T = m_1(g + a_y) = \boxed{\left(\frac{2 m_1 m_2}{m_1 + m_2}\right) g}$$

Finalizar La aceleración conocida por la ecuación 3) se interpreta como la relación de la magnitud de la fuerza desequilibrada en el sistema $(m_2 - m_1)g$ a la masa total del sistema $(m_1 + m_2)$, como se espera de la segunda ley de Newton. Note que el signo de la aceleración depende de las masas relativas de los dos objetos.

¿Qué pasaría si? Describa el movimiento del sistema si los objetos tienen masas iguales, es decir, $m_1 = m_2$.

Respuesta Si se tiene la misma masa en ambos lados, el sistema está en equilibrio y no debe acelerar. Matemáticamente, se ve que, si $m_1 = m_2$, la ecuación 3) produce $a_y = 0$.

¿Qué pasaría si? ¿Si una de las masas es mucho más grande que la otra: $m_1 >> m_2$?

Respuesta En el caso en el que una masa es infinitamente mayor que la otra, se puede ignorar el efecto de la masa más pequeña. En tal caso, la masa mayor simplemente debe caer como si la masa más pequeña no estuviese ahí. Es claro que, si $m_1 >> m_2$, la ecuación 3) produce $a_y = -g$.

EJEMPLO 5.10 Aceleración de dos objetos conectados mediante una cuerda

Una bola de masa m_1 y un bloque de masa m_2 se unen mediante una cuerda ligera que pasa sobre una polea sin fricción de masa despreciable, como en la figura 5.15a. El bloque se encuentra sobre un plano inclinado sin fricción de ángulo θ. Encuentre la magnitud de la aceleración de los dos objetos y la tensión en la cuerda.

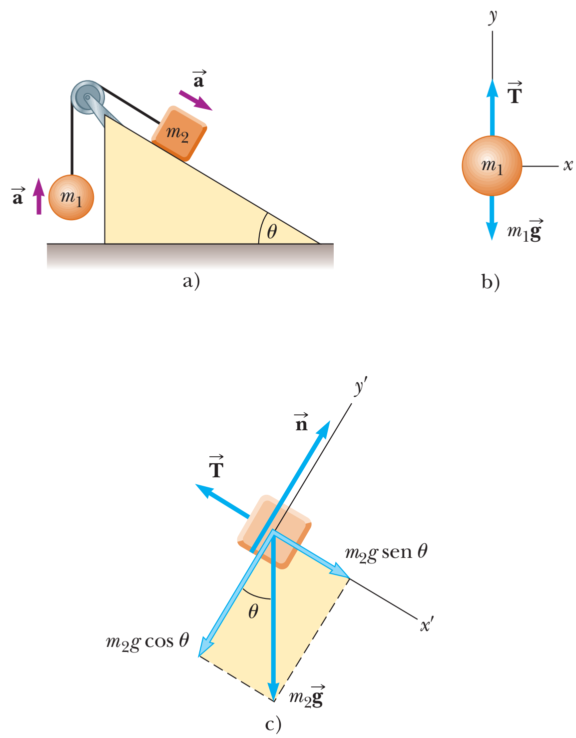

Figura 5.15 (Ejemplo 5.10). a) Dos objetos conectados mediante una cuerda ligera sobre una polea sin fricción. b) Diagrama de cuerpo libre para la bola. c) Diagrama de cuerpo libre para el bloque. (El plano inclinado no tiene fricción.)

SOLUCIÓN

Conceptualizar Imagine que los objetos de la figura 5.15 están en movimiento. Si m_2 se mueve hacia abajo del plano, m_1 se mueve hacia arriba. Puesto que los objetos están conectados mediante una cuerda (la cual se supone que no se estira), sus aceleraciones tienen la misma magnitud.

Categorizar Es posible identificar las fuerzas en cada uno de los dos objetos y se busca una aceleración, de modo que los objetos se clasifican como partículas bajo una fuerza neta.

Analizar Considere los diagramas de cuerpo libre que se muestran en las figuras 5.15b y 5.15c.

Aplique la segunda ley de Newton en forma de componentes a la bola, y elija la dirección hacia arriba como positiva:

$$1)\quad \sum F_x = 0$$

$$2)\quad \sum F_y = T - m_1 g = m_1 a_y = m_1 a$$

Para que la bola acelere hacia arriba, es necesario que $T > m_1 g$. En la ecuación 2), sustituya a_y con a porque la aceleración sólo tiene un componente y.

Para el bloque es conveniente elegir el eje x' positivo a lo largo del plano inclinado, como en la figura 5.15c. Por consistencia con la elección para la bola, se elige la dirección positiva hacia abajo en el plano.

Aplique la segunda ley de Newton en forma de componentes al bloque:

$$3)\quad \sum F_{x'} = m_2 g \operatorname{sen}\theta - T = m_2 a_{x'} = m_2 a$$

$$4)\quad \sum F_{y'} = n - m_2 g \cos\theta = 0$$

En la ecuación 3), sustituya $a_{x'}$ con a porque los dos objetos tienen aceleraciones de igual magnitud a.

Resuelva la ecuación 2) para T:

$$5)\quad T = m_1(g + a)$$

Sustituya esta expresión para T en la ecuación 3):

$$m_2 g \operatorname{sen}\theta - m_1(g + a) = m_2 a$$

Resuelva para a:

$$6)\quad a = \boxed{\frac{m_2 g \operatorname{sen}\theta - m_1 g}{m_1 + m_2}}$$

Sustituya esta expresión para a en la ecuación 5) para encontrar T:

$$7)\quad T = \boxed{\frac{m_1 m_2 g(\operatorname{sen}\theta + 1)}{m_1 + m_2}}$$

Finalizar El bloque acelera hacia abajo en el plano sólo si m_2 sen $\theta > m_1$. Si $m_1 > m_2$ sen θ, la aceleración es hacia arriba del plano para el bloque y hacia abajo para la bola. Note también que el resultado para la aceleración, ecuación 6), se puede interpretar como la magnitud de la fuerza externa neta que actúa sobre el sistema bola–bloque dividido entre la masa total del sistema; este resultado es consistente con la segunda ley de Newton.

¿Qué pasaría si? ¿Qué ocurre en esta situación si $\theta = 90°$?

Respuesta Si $\theta = 90°$, el plano inclinado se vuelve vertical y no hay interacción entre su superficie y m_2. En consecuencia, este problema se convierte en la máquina de Atwood del ejemplo 5.9. Si en las ecuaciones 6) y 7) se deja que $\theta \rightarrow 90°$, ¡ello hace que se reduzcan a las ecuaciones 3) y 4) del ejemplo 5.9!

¿Qué pasaría si? ¿Y si $m_1 = 0$?

Respuesta Si $m_1 = 0$, en tal caso m_2 simplemente se desliza hacia abajo por el plano sin interactuar con m_1 a través de la cuerda. En consecuencia, este problema se convierte en el problema del automóvil que se desliza en el ejemplo 5.6. Si en la ecuación 6) se deja que $m_1 \rightarrow 0$, ¡ello causa que se reduzca a la ecuación 3) del ejemplo 5.6!

Nueva edición de la ya conocida obra de Raymond A. Serway y John W. Jewett Jr. Esta séptima edición, además de conservar la gran capacidad didáctica que la ha caracterizado, cuenta con el soporte de herramientas tecnológicas que proveen de más apoyo al usuario durante el desarrollo del curso.

Características

- En el capítulo 2 permanece la sección sobre la estrategia para resolver problemas.
- A lo largo de los capítulos 3 a 5 se utiliza explícitamente dicha estrategia, para que el alumno aprenda a emplearla.
- Los capítulos 7 y 8 se reorganizaron completamente para preparar al estudiante para el planteamiento de energía que se hace a través del libro.
- Una nueva sección en el capítulo 9 enseña al estudiante cómo analizar sistemas deformables con la ecuación de la conservación de la energía y el teorema de impulso-momentum.
- Aproximadamente el 23% de los problemas son nuevos.
- Se mantiene la sección *¿Qué pasaría si?* en los ejemplos resueltos, para ofrecer una variación al ejemplo que estimule la capacidad de razonamiento del estudiante.

Estas características, entre muchas otras que descubrirá al interior del texto, aunadas al lenguaje claro y accesible con el que desarrolla los temas, lo harán sin duda alguna, su libro de física favorito; tanto si usted es docente como si es estudiante de alguna licenciatura en el área de ingeniería o ciencias.

CENGAGE Learning™

http://latinoamerica.cengage.com

ISBN-13: 978-607481357-9
ISBN-10: 607481357-4

9 786074 813579