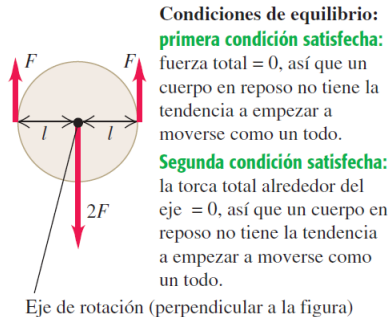


Equilibrio

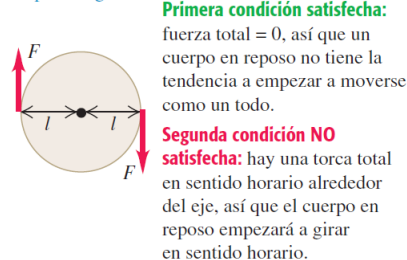
Tenemos dos condiciones de equilibrio para un cuerpo, que hablan de la traslación y la rotación:

$$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0} \quad \sum \vec{\tau}_{ext} = \vec{0}$$

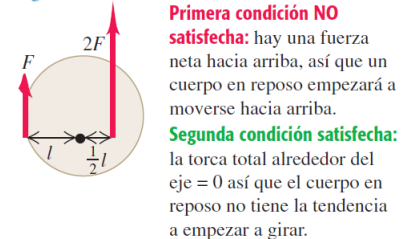
a) Este cuerpo está en equilibrio estático.



b) Este cuerpo no tiene la tendencia a acelerar como un todo, pero tiene una tendencia a empezar a girar.



c) Este cuerpo tiene la tendencia a acelerar como un todo, pero no tiene una tendencia a empezar a girar.



Recordar que $\sum \vec{F} = 0$ no significa que necesariamente el cuerpo esté quieto. Puede viajar a velocidad constante. Decimos **equilibrio estático** cuando el cuerpo se encuentra en reposo, sin traslación ni rotación.

Centro de gravedad

Como la aceleración de la gravedad cambia con la altura, el centro de gravedad de un objeto muy extenso no necesariamente coincide con el centro de masa. (Torres Petronas, Malasia). Pero en los casos usuales son indistinguibles. Por lo tanto el torque del peso lo pensamos aplicado en el centro de masa del cuerpo.

Localización del centro de gravedad

Cuando un cuerpo se apoya en un solo punto o se cuelga de él, el centro de gravedad está directamente arriba o abajo del punto de suspensión. De lo contrario el peso haría un torque y el cuerpo no estaría en equilibrio rotacional.

Llamamos equilibrio estable: cuando cualquier apartamiento de esa situación genera fuerzas restitutivas el cuerpo hacia la posición de equilibrio.

Llamamos equilibrio inestable: cuando cualquier apartamiento produce que el objeto se aleje de la situación inicial.

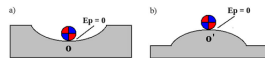


Figura 1: Equilibrio estable vs inestable

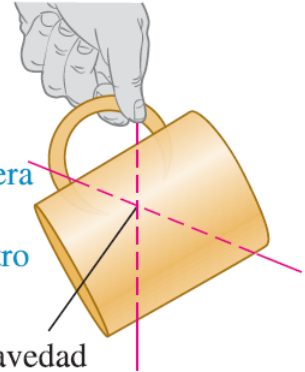
El centro de gravedad está directamente abajo del punto de suspensión.

¿Cuál es el centro de gravedad de esta taza?

① Haga que la taza cuelgue desde cualquier punto. Una línea vertical que se extiende hacia abajo desde el punto de suspensión pasa por el centro de gravedad.



② Ahora cuelgue la taza desde un punto diferente. Una línea vertical que se extiende hacia abajo desde este punto interseca la primera línea en el centro de gravedad (que está dentro de la taza).



Centro de gravedad

Figura 2: Cómo encontrar el centro de gravedad

Varios puntos de apoyo

11.5 En a), el centro de gravedad está dentro del área delimitada por los soportes y el automóvil está en equilibrio. El automóvil en b) y el camión en c) se volcarán porque sus centros de gravedad están fuera del área de soporte.

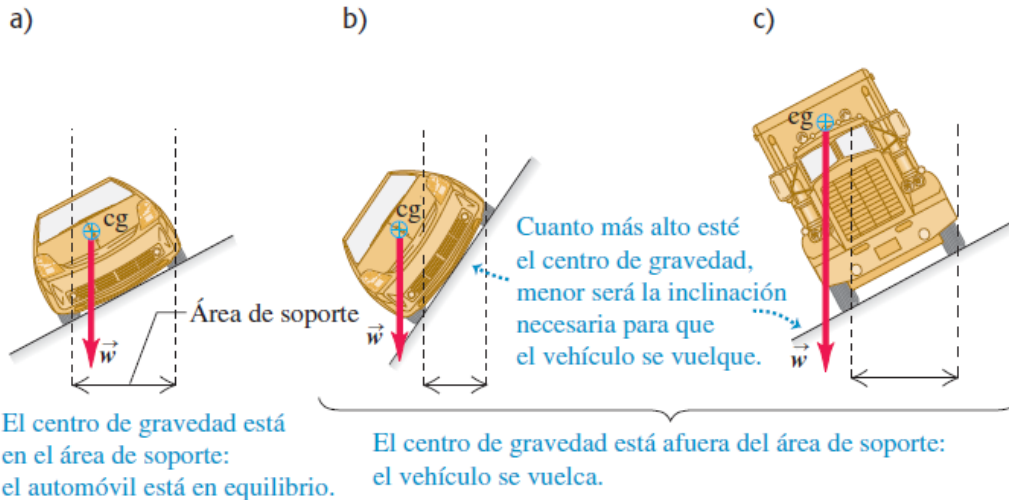
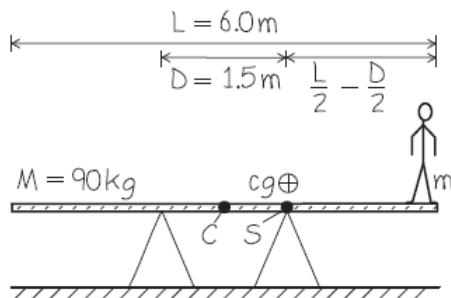


Figura 3: Centro de gravedad dentro o fuera del area delimitada por los soportes.

¿Qué masa máxima puede tener la persona si la tabla no se mueve?

11.6 Nuestro esquema para este problema.



$$x_{\text{cg}} = \frac{M(0) + m(L/2)}{M + m} = \frac{m}{M + m} \frac{L}{2}$$

Si igualamos esto a $D/2$, la coordenada x del apoyo derecho, tenemos

$$\frac{m}{M + m} \frac{L}{2} = \frac{D}{2}$$

$$mL = (M + m)D$$

$$m = M \frac{D}{L - D} = (90 \text{ kg}) \frac{1.5 \text{ m}}{6.0 \text{ m} - 1.5 \text{ m}} = 30 \text{ kg}$$

Figura 4: ¿Hasta dónde puede llegar una persona de 60 Kg sin caerse?

Ejemplo planteo ecuaciones de equilibrio

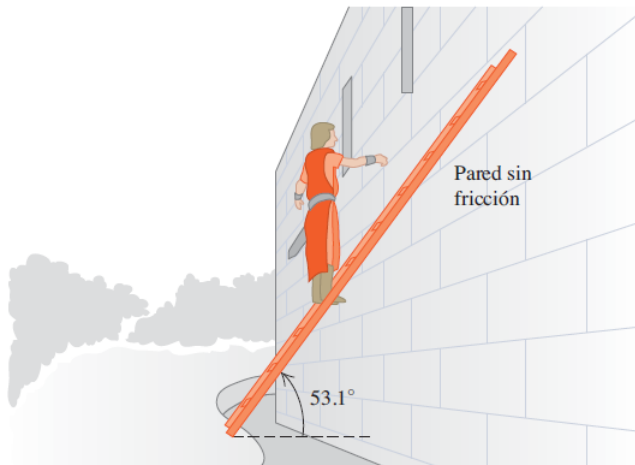
Ejemplo 11.3

Rescate heroico

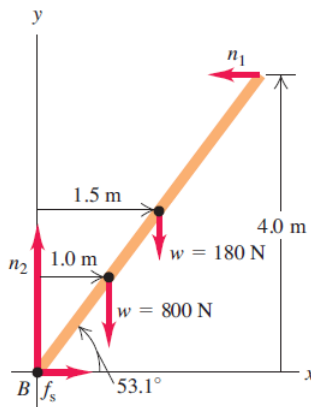
Sir Lancelot está tratando de rescatar a Lady Elayne del Castillo von Doom subiendo por una escalera uniforme de 5.0 m de longitud que pesa 180 N. Lancelot, quien pesa 800 N, se detiene después de subir un tercio de la escalera (figura 11.9a). La base de la escalera descansa en una cornisa de piedra horizontal y se recarga al otro lado del foso en equilibrio contra una pared vertical, que no tiene fricción a causa de una gruesa capa de musgo. La escalera forma un ángulo de 53.1° con la horizontal, siendo así la hipotenusa de un triángulo rectángulo 3-4-5. *a)* Calcule las fuerzas normal y de fricción que actúan sobre la base de la escalera. *b)* Obtenga el coeficiente de fricción estática mínimo que evita un deslizamiento en la base de la escalera. *c)* Calcule la magnitud y la dirección de la fuerza de contacto que actúa sobre la base de la escalera.

11.9 a) Sir Lancelot se detiene después de subir un tercio de la escalera, temiendo que resbalará. b) Diagrama de cuerpo libre del sistema escalera-Lancelot. c) La fuerza de contacto en B es la superposición de la fuerza normal y la fuerza de fricción estática.

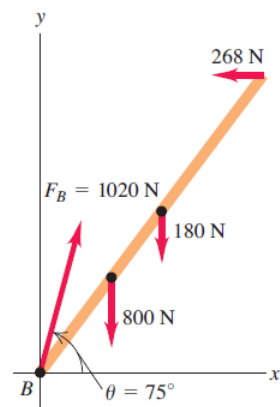
a)



b)



c)



$$\Sigma F_x = f_s + (-n_1) = 0$$

$$\Sigma F_y = n_2 + (-800\text{ N}) + (-180\text{ N}) = 0$$

$$\Sigma \tau_B = n_1(4\text{ m}) - (180\text{ N})(1.5\text{ m}) - (800\text{ N})(1.0\text{ m}) + n_2(0) + f_s(0) = 0$$