



Torque y Equilibrio

Torque o momento de torsión

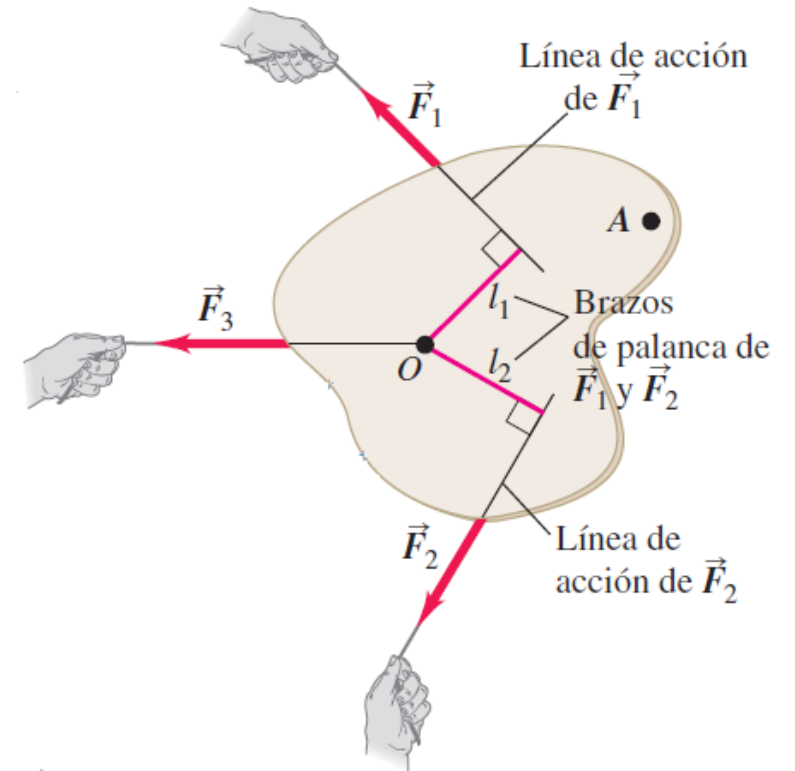
Una definición bastante común para el torque es: que “el producto de la fuerza aplicada por el «brazo», donde el brazo es la distancia perpendicular a la línea de acción de la fuerza aplicada”.

Es decir,

$$\tau = bF$$

Donde $b = r \sin \theta$ es el brazo y r es la distancia entre el eje de rotación y el punto de aplicación de la fuerza.

$$\tau = rF \sin \theta$$



Torque o momento de torsión $\vec{\tau}$

Para efectos de este curso vamos a usar una definición más general.

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$

Donde,

$\vec{r}$: vector posición que va desde el eje de rotación al punto de aplicación de la fuerza.

$\vec{F}$: Fuerza

Torque o momento de torsión $\vec{\tau}$

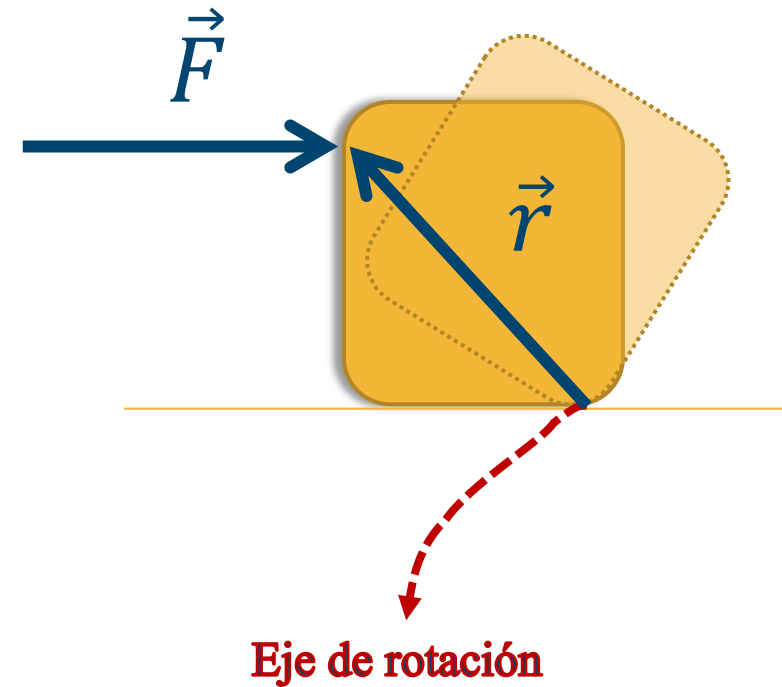
$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$

Donde,

$\vec{r}$: vector posición que va desde el eje de rotación

al punto de aplicación de la fuerza.

$\vec{F}$: Fuerza

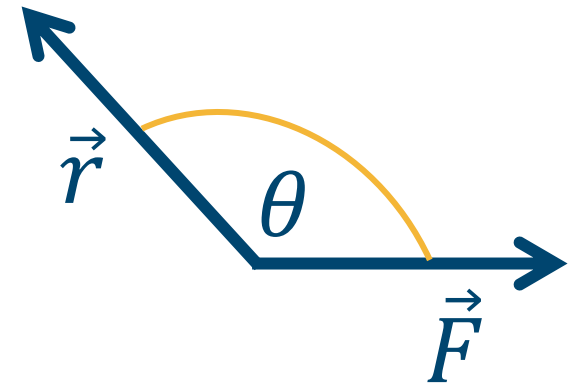


Torque o momento de torsión, $\vec{\tau}$

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$

Como ya vimos, al ser el torque el resultado de un producto cruz, también podemos obtenerlo mediante,

$$\tau = r \cdot F \cdot \text{sen}\theta$$

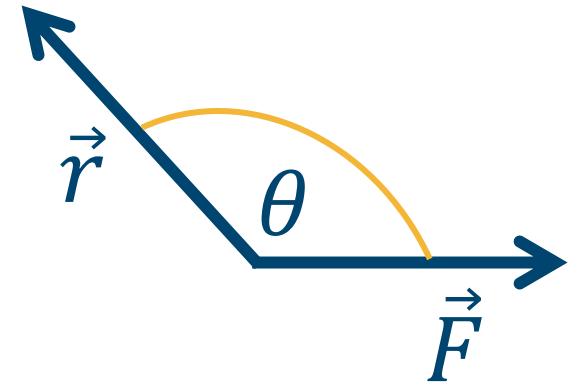


Torque o momento de torsión, $\vec{\tau}$

$$\tau = r \cdot F \cdot \text{sen}\theta$$

Unidad de medida...

[N · m] para el S.I.



Magnitud y dirección del torque

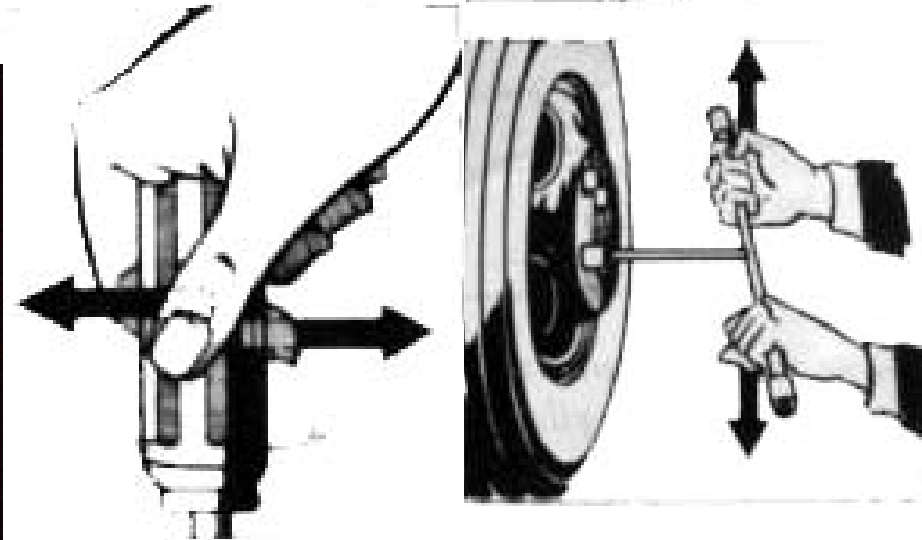
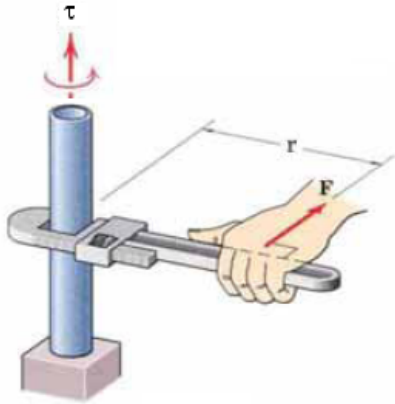
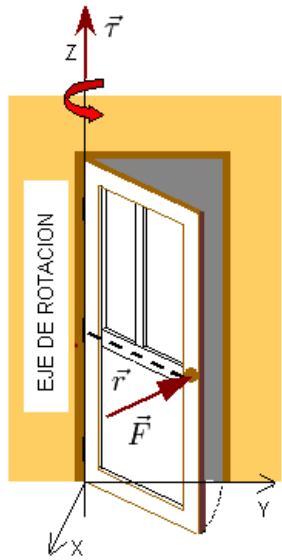
En el lenguaje cotidiano, suele utilizarse el término “palanca” para referirse al torque.

¿qué ejemplos conocen donde se haga “palanca”?

¿Torque o palanca?



¿Torque o palanca?



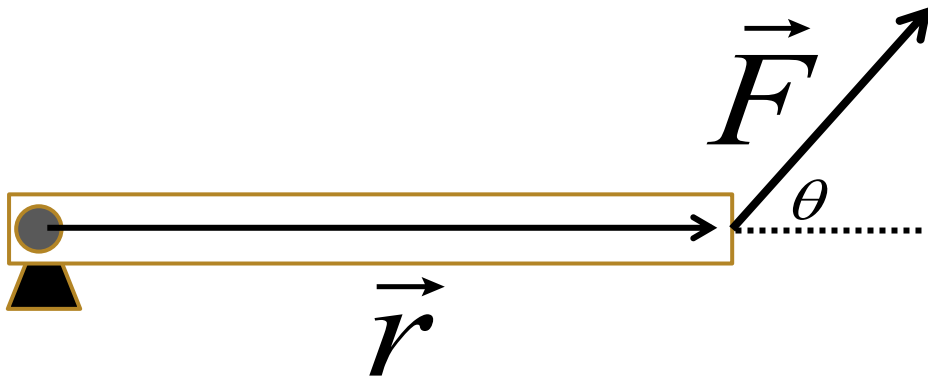
¿Torque o palanca?

Para conocer la magnitud del torque usaremos $\tau = r \cdot F \cdot \text{sen}\theta$

¿y su dirección?

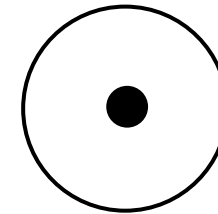
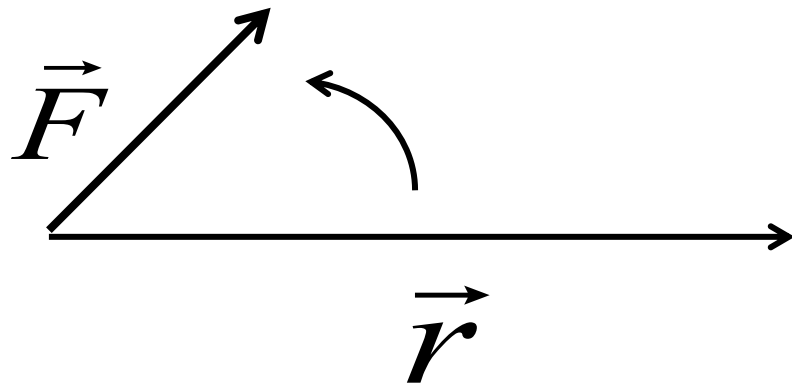
Recordemos que el producto cruz nos entrega un vector perpendicular al plano formado por los vectores multiplicados. La dirección de este vector perpendicular lo podemos determinar con la regla de la mano derecha

Dirección del torque

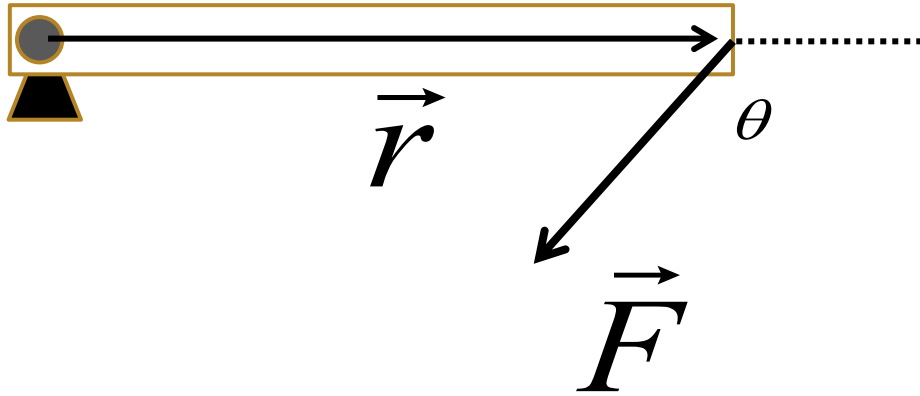


En este caso el torque apunta hacia fuera de la pantalla.

Regla de la mano derecha

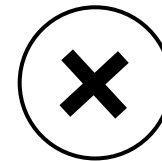
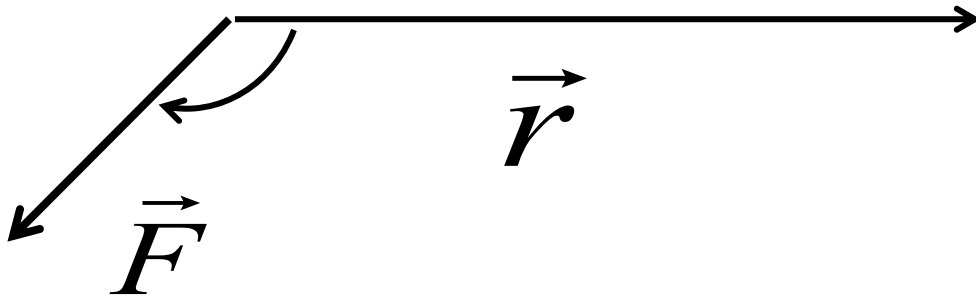


Dirección del torque

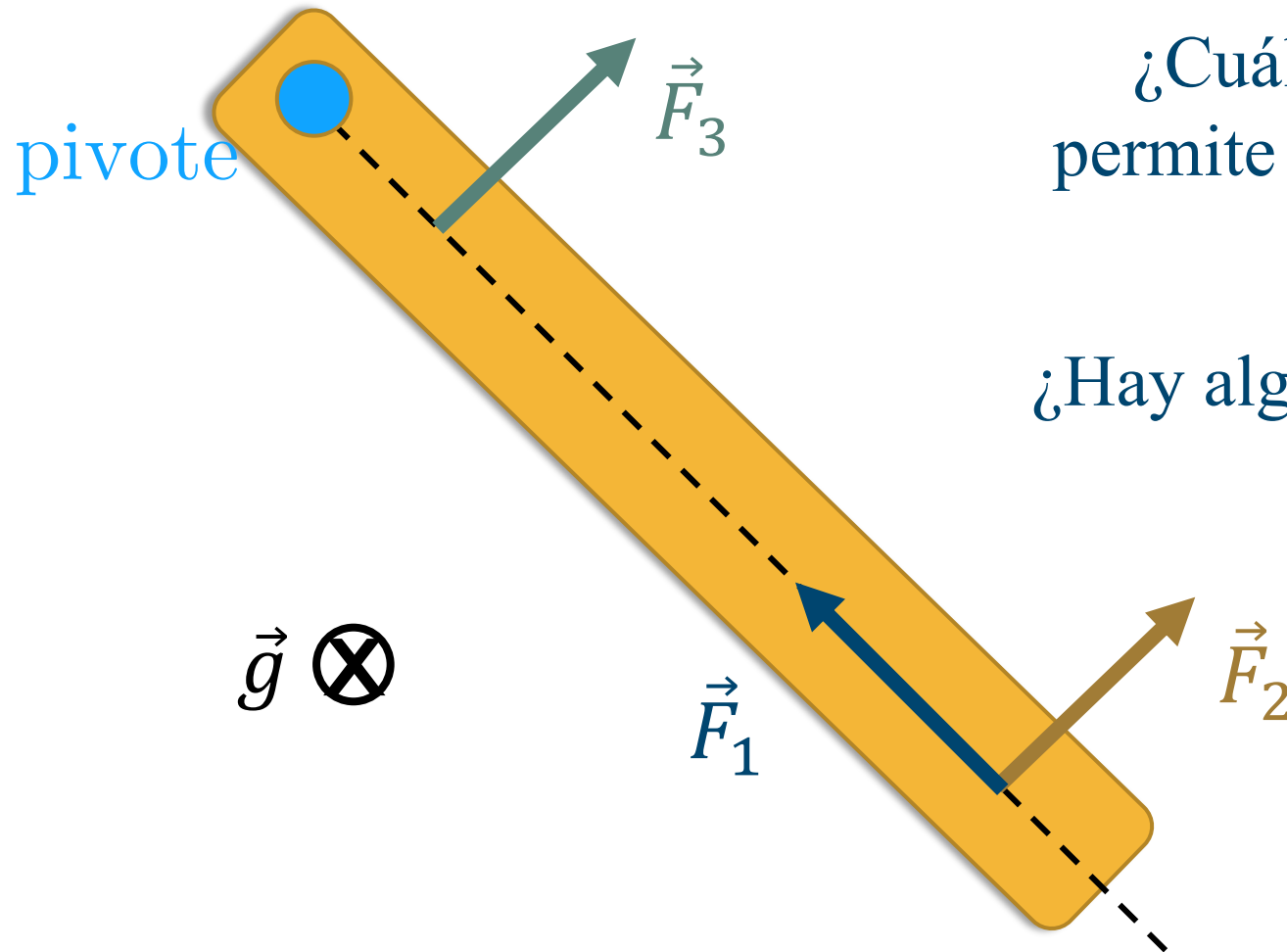


En este caso el torque apunta hacia dentro de la pantalla.

Regla de la mano derecha



Rotación de un cuerpo: una puerta (vista superior)



¿Cuál de todas estas fuerzas permite una rotación de la puerta?

¿Hay alguna que sea más eficiente?

Equilibrio de un sólido rígido

¿Qué es un cuerpo rígido?

Un cuerpo con forma y tamaño definidos que no sufre deformaciones (como un cuerpo real) por efecto de fuerzas que actúan sobre él.

Cuando un cuerpo rígido está en equilibrio, se cumple que

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$

(equilibrio traslacional)

$$\sum \vec{\tau} = \vec{0}$$

(equilibrio rotacional)

Modelación para resolver problemas de equilibrio

- Diagrama de cuerpo libre extendido (DCLE)
- Planteamiento de ecuaciones de equilibrio (sumatoria de torques y de fuerzas).
- Solución de ecuaciones y resultados.

* Opcionalmente, se puede realizar diagrama de interacciones e inventario de fuerzas antes del DCLE.

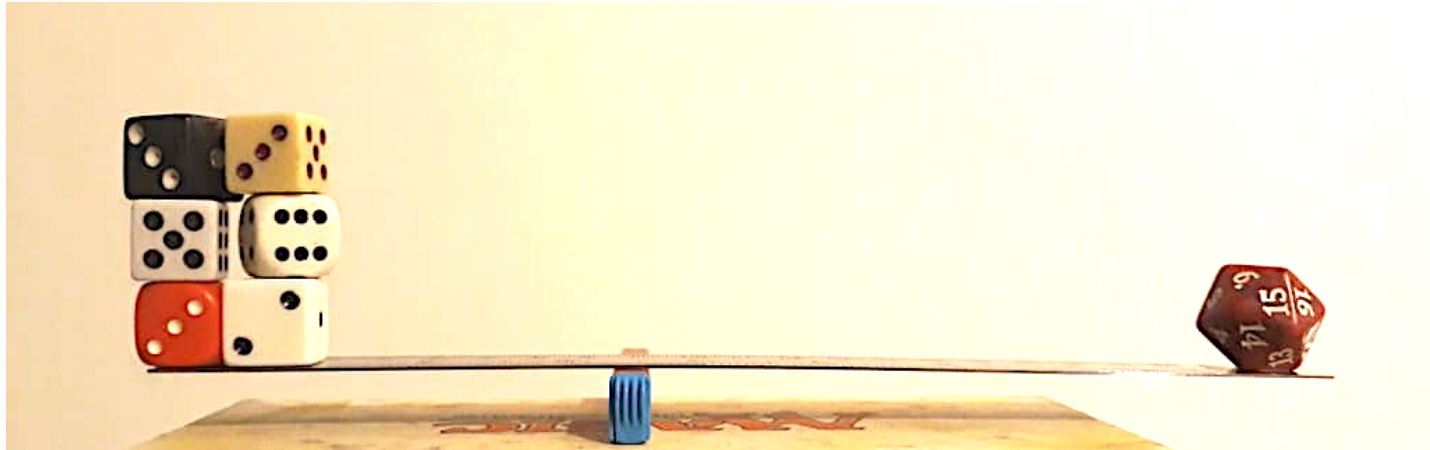
¿Qué es un diagrama de cuerpo libre extendido?

Hasta el momento el uso de Diagrama de Cuerpo Libre ha sido suficiente para describir/modelar el movimiento de los cuerpos, ello es debido a que dichos cuerpos los hemos descrito como cuerpos puntuales, en donde todas las fuerzas actúan en el centro(punto) del cuerpo.

Para poder describir/modelar las rotaciones debidas a fuerzas que realizan torque, es necesario introducir el concepto de Diagrama de Cuerpo Libre Extendido.

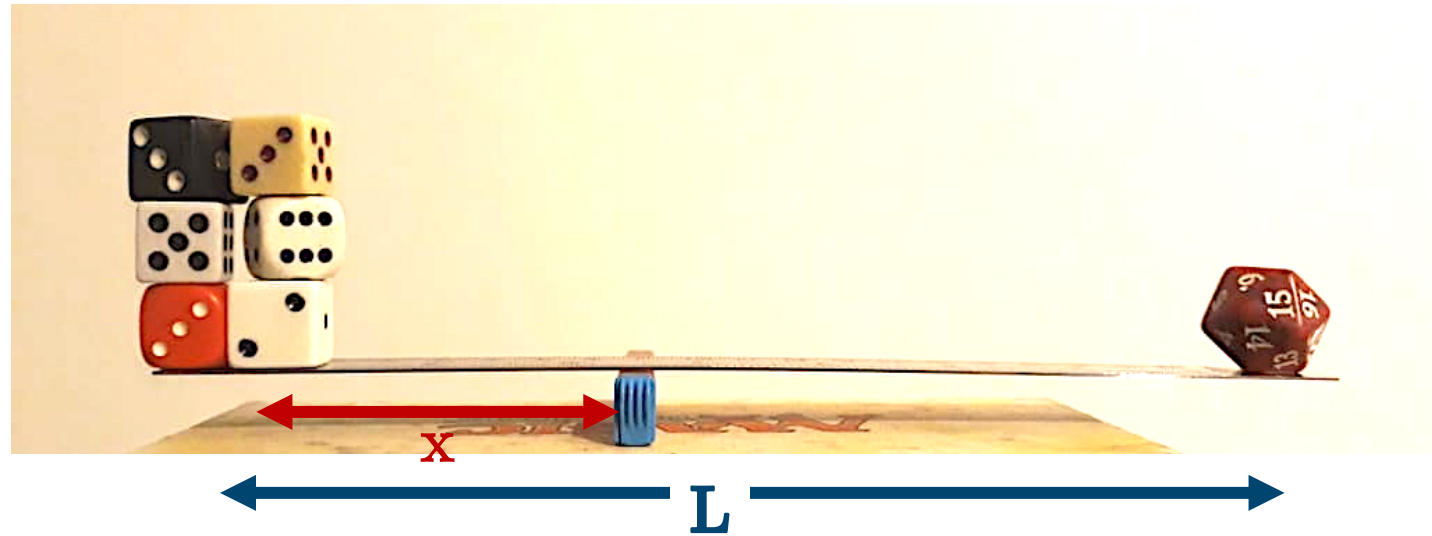
Usemos el siguiente ejemplo para realizar un DCLE

¿Dónde tendría que estar el punto de apoyo para que este sistema se mantenga en equilibrio?



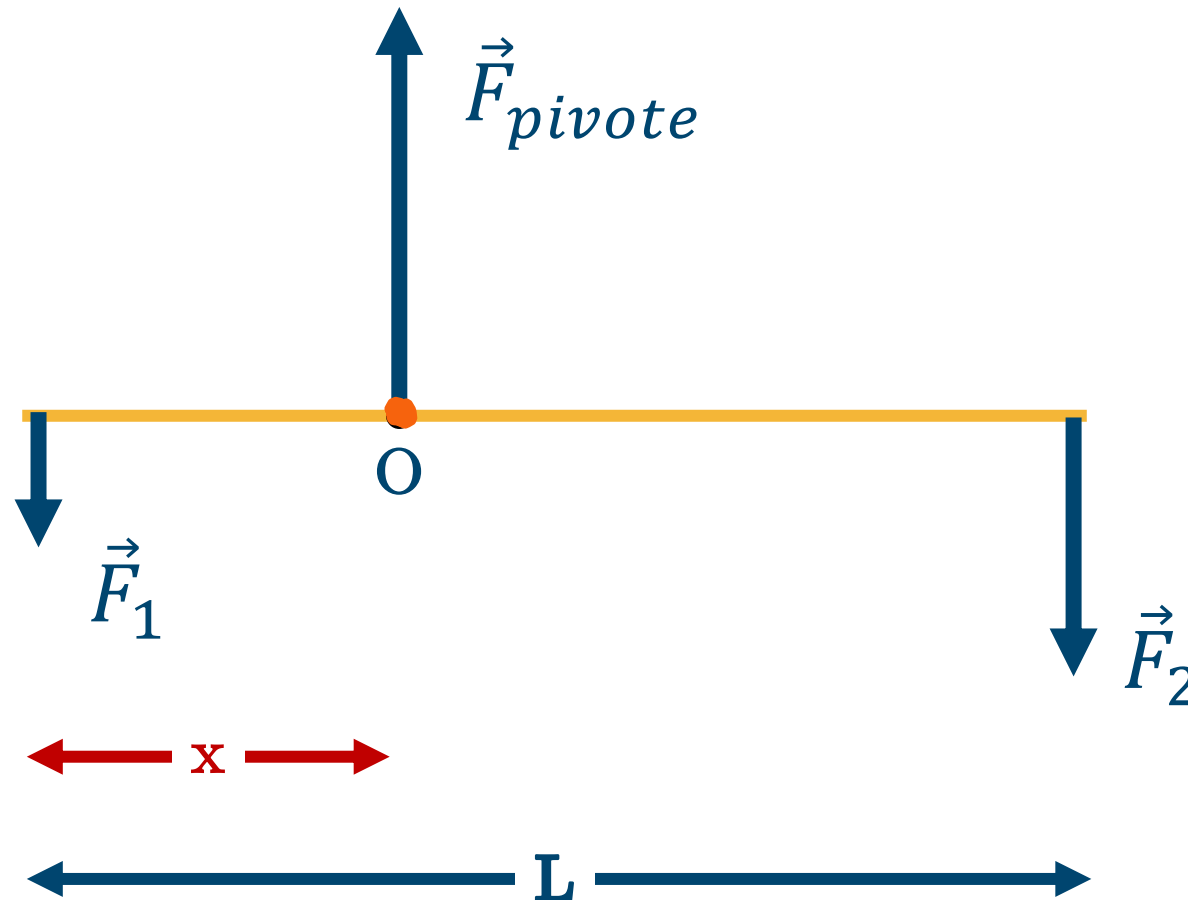
Usemos el siguiente ejemplo para realizar un DCLE

¿Dónde tendría que estar el punto de apoyo para que este sistema se mantenga en equilibrio?

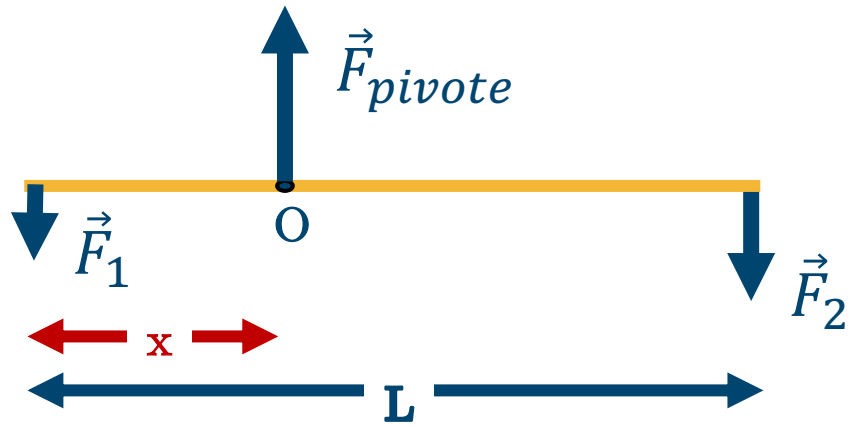


Usemos el siguiente ejemplo para realizar un DCLE

Realizaremos el DCLE para la regla de masa despreciable



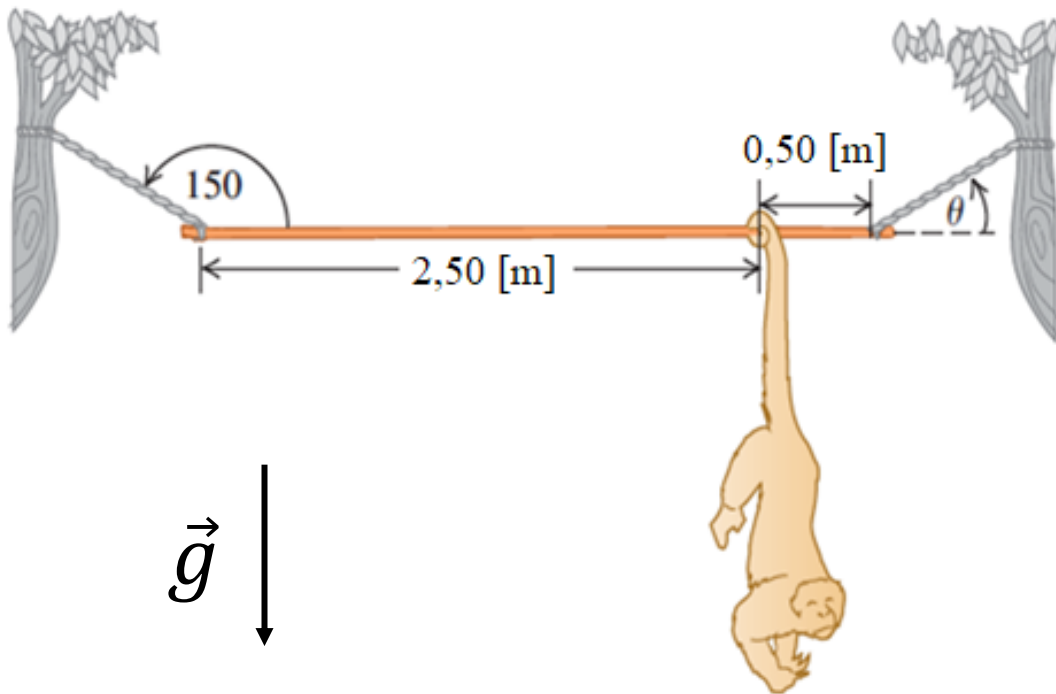
Con sus grupos discutan las siguientes preguntas



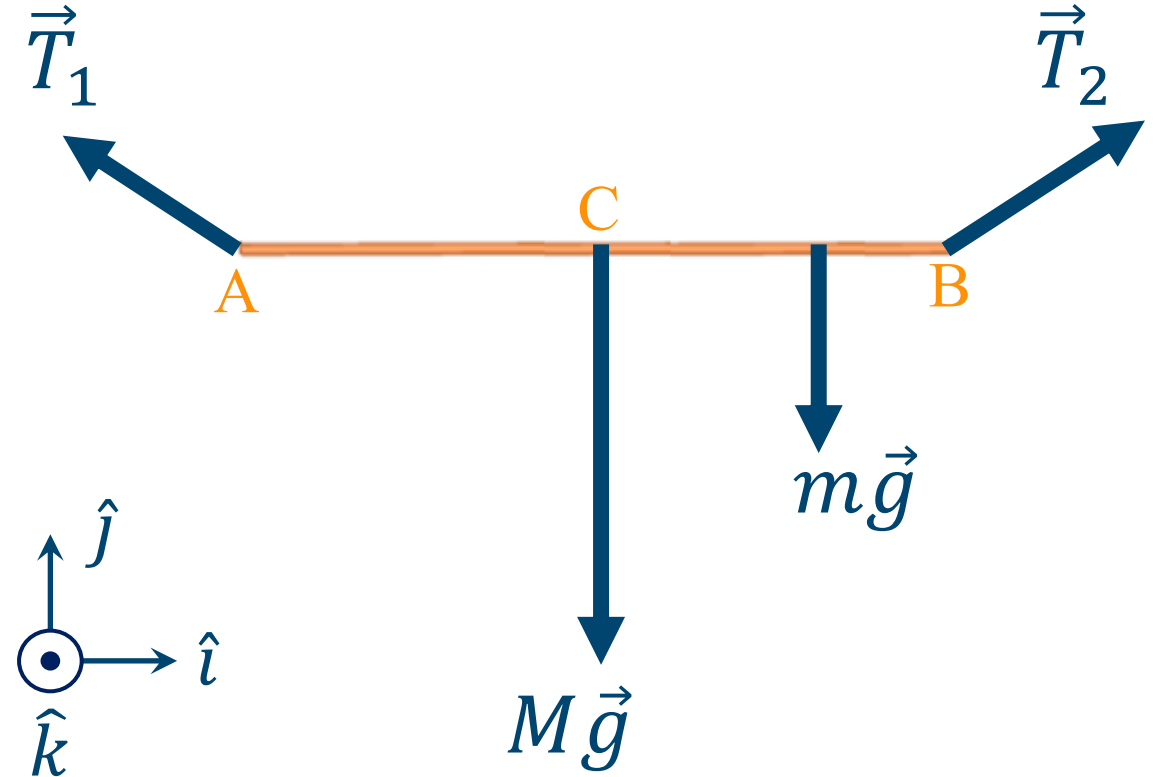
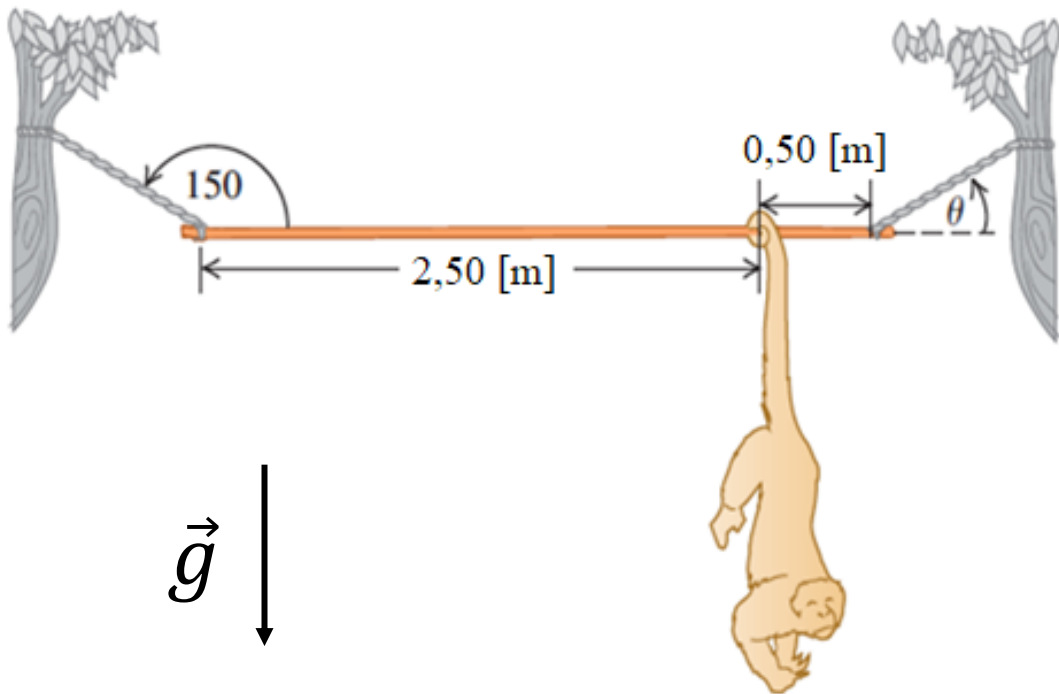
Recomendaciones en la modelación de problemas de equilibrio

- Dado que el torque total debe ser nulo **con respecto a cualquier punto** de referencia, conviene elegir ese punto en el lugar donde tengamos fuerzas desconocidas que no produzcan torque.
- Identificar correctamente la dirección del torque para cada una de las fuerzas.

En un zoológico, una varilla uniforme de 240 [N] y $3,00 \text{ [m]}$ de longitud se sostiene en posición horizontal con dos cuerdas en sus extremos. La cuerda izquierda forma un ángulo de 150° con la varilla, y la derecha forma un ángulo θ con la horizontal. Un mono aullador de 90 [N] cuelga inmóvil a $0,50 \text{ [m]}$ del extremo derecho de la varilla y nos estudia detenidamente. Calcule θ y las tensiones en las dos cuerdas.



En un zoológico, una varilla uniforme de 240 [N] y 3,00 [m] de longitud se sostiene en posición horizontal con dos cuerdas en sus extremos. La cuerda izquierda forma un ángulo de 150° con la varilla, y la derecha forma un ángulo θ con la horizontal. Un mono aullador de 90 [N] cuelga inmóvil a 0,50 [m] del extremo derecho de la varilla y nos estudia detenidamente. Calcule θ y las tensiones en las dos cuerdas.

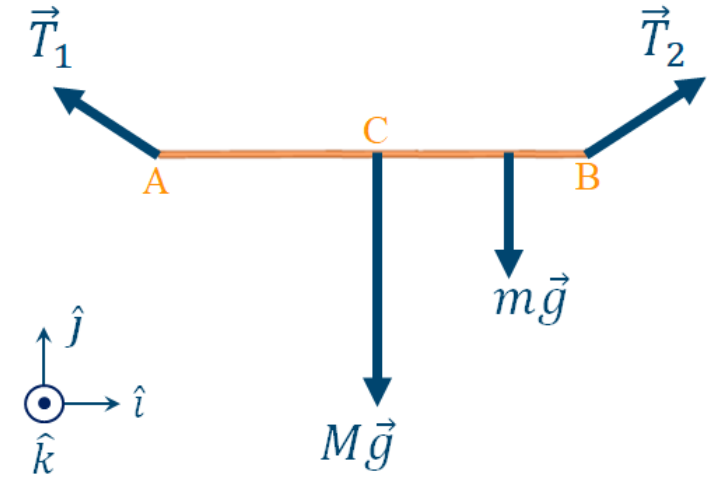


Aplicando sumatoria de fuerzas:

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$

Para el eje x : $-T_1 \cos 30^\circ + T_2 \cos \theta = 0$

Para el eje y : $T_1 \sin 30^\circ + T_2 \sin \theta - Mg - mg = 0$



Aplicando torque respecto a cualquier punto:

$$\tau_A = -1,5[\text{m}] \cdot 240[\text{N}] - 2,5[\text{m}] \cdot 90[\text{N}] + 3,0[\text{m}]T_2 \sin \theta = 0$$

$$\tau_B = -3,0[\text{m}]T_1 \sin 30^\circ + 1,5[\text{m}] \cdot 240[\text{N}] + 0,5[\text{m}] \cdot 90[\text{N}] = 0$$

$$\tau_C = -1,5[\text{m}]T_1 \sin 30^\circ - 1,0[\text{m}] \cdot 90[\text{N}] + 1,5[\text{m}] \cdot T_2 \sin \theta = 0 \quad \dots$$

Resolviendo el sistemas de ecuaciones:

$$T_1 = 270[\text{N}], T_2 = 303[\text{N}], \theta = 40^\circ$$