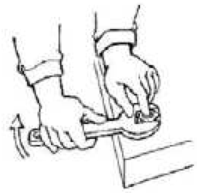
Momento de una fuerza

Tengamos en cuenta que cuando aplicamos una fuerza a un cuerpo, además de un movimiento de traslación podemos provocar un movimiento de rotación. Por ejemplo, si aplicamos una fuerza sobre la manija de una puerta podemos hacer que rote sobre el eje de las bisagras. Si la aplicamos en el extremo de una llave inglesa, podemos hacer que la tuerca rote entorno al tornillo.



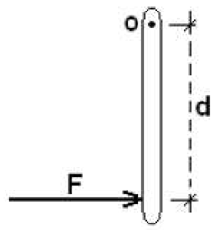
Todos sabemos que si la longitud de la llave as mayor, será más fácil apretar o aflojar la tuerca.

Pero ¿por qué?: La respuesta está en el estudio de una magnitud física llamada Momento. Justamente las estática también estudia el "momento de las fuerzas", en la definición de esta magnitud, están involucradas tanto la fuerza que se aplica a un cuerpo como la distancia que la separa del eje de rotación.

Definición de Momento (módulo)

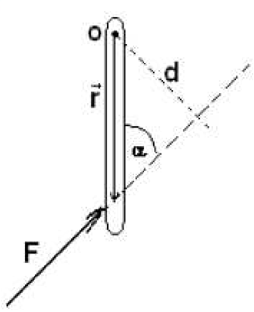
El momento de una fuerza F respecto de un punto de rotación "o" es una magnitud vectorial cuyo módulo es igual al producto del módulo de la fuerza aplicada a un cuerpo por la distancia más corta medida desde la recta de acción de la fuerza hasta el punto "o".

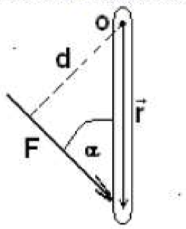
$$\boxed{\left|\vec{M}_{F,o}\right| = \left|\vec{F}\right| \cdot d}$$

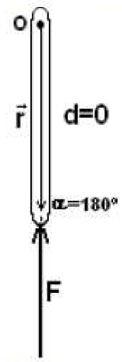


Observen que la distancia que se debe tomar para calcular el momento es la más corta, es decir, la perpendicular a la recta de acción de la fuerza que pasa por el punto "o"

Si la fuerza no es perpendicular a la barra, la distancia es la que se muestra en los siguientes casos:







Si definimos el vector $\vec{r}$ como un vector que va desde el centro "o" hasta el punto donde se aplica la fuerza, podremos definir el momento con la siguiente expresión:

$$\boxed{\left|\vec{M}_{F,o}\right| = \left|\vec{F}\right| \cdot \left|\vec{r}\right| \cdot \operatorname{sen}\alpha}$$

Prof. Esquivel Jorge
Mail: jorge_esquivel_85@hotmail.com

Queda claro que el momento de una fuerza aplicada a una barra rígida será máximo cuando la dirección de la fuerza sea perpendicular a la barra y será cero si la fuerza se encuentra en una dirección que pasa por el punto "o" ya que la distancia que la separa de dicho punto será nula.

Unidades:

En el sistema internacional de unidades la fuerza se mide en Newton (N) y la distancia en metros (m) por lo tanto la unidad de momento será:

$$[M] = N \cdot m$$

Signo del momento:

Debido a la definición necesitamos una convención para distinguir al momento que produce el giro en un sentido del que lo produce en sentido contrario.
La convención será la siguiente:
Diremos que el momento que provoque una rotación en el sentido de giro de las agujas del reloj es negativo.
Por lo tanto si provoca un giro en el sentido contrario al que rotan las agujas del reloj el momento es positivo.

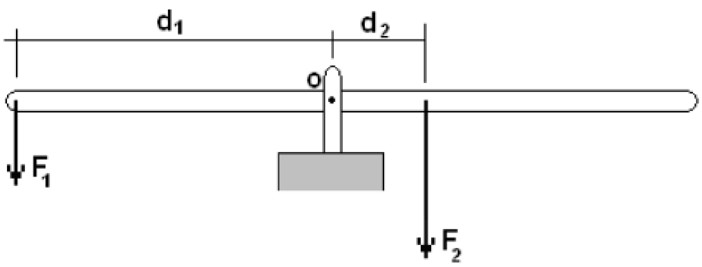
Segunda condición de equilibrio:

Para que un cuerpo se encuentre en equilibrio la suma de los momentos de todas las fuerzas que sobre él actúan, tomados con respecto a un mismo punto, debe ser igual a cero.

$$\boxed{\sum \bar{M}_{F,o} = 0}$$

Ejemplo 2:

Supongamos que tenemos una barra rígida como la de la figura que puede girar alrededor de un eje "o" y se le aplica del lado izquierdo una fuerza $F_1 = 50$ N a una distancia de 2 m respecto del eje, a la que llamaremos d_1. ¿Qué fuerza F_2 habrá que aplicar a 0.5 m a la derecha del eje (d_2) para ponerla en equilibrio?



Prof. Esquivel Jorge
Mail: jorge_esquivel_85@hotmail.com

Para resolver esta cuestión aplicaremos la segunda condición de equilibrio:

$$\sum \vec{M}_{F,o} = 0$$

$$\left|\vec{M}_{F_1,o}\right| - \left|\vec{M}_{F_2,o}\right| = 0$$

Observen que el momento producido por la fuerza 2 es negativo porque haría que la barra gire a favor de las agujas del reloj. Esto hace que la suma se transforma en una resta.
Por lo tanto, si pasamos uno de los términos al otro lado de la igualdad nos queda:

$$\left|\vec{M}_{F_1,o}\right| = \left|\vec{M}_{F_2,o}\right|$$

Expresamos ahora cada momento:

$$F_1 \cdot d_1 = F_2 \cdot d_2$$

Si despejamos F_2 llegamos a la siguiente expresión:

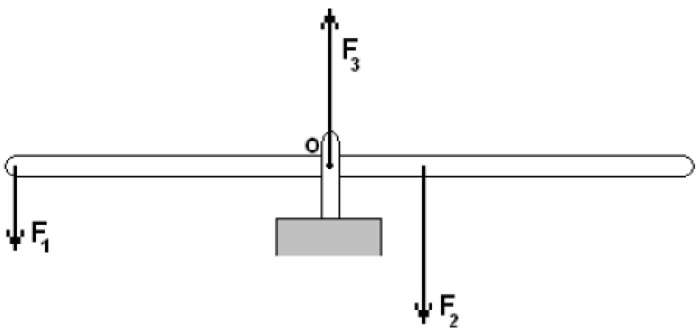
$$F_2 = \frac{F_1 \cdot d_1}{d_2} = \frac{50N \cdot 2\cancel{m}}{0,5\cancel{m}} = 200N$$

Claramente podemos ver que la fuerza que está más cerca del eje tiene que ser más grande para provocar el mismo momento.

Esta claro que para que un cuerpo esté en equilibrio deben cumplirse las dos condiciones estudiadas:

$$\boxed{\begin{array}{l} 1)\ \sum \vec{F} = 0 \\ 2)\ \sum \vec{M}_{F,o} = 0 \end{array}}$$

En el caso del ejemplo estudiado, debemos tener en cuenta que hay una fuerza más actuando sobre la barra, producida por el eje que la soporta. En el dibujo se representa por F_3.



Si bien esta fuerza actúa sobre la barra, no provoca momento respecto de "o" ya que su dirección pasa por el punto.
Para obtener el valor de F_3 Aplicamos la primera condición de equilibrio:

$$\sum \vec{F} = 0 \Rightarrow F_3 - F_1 - F_2 = 0$$

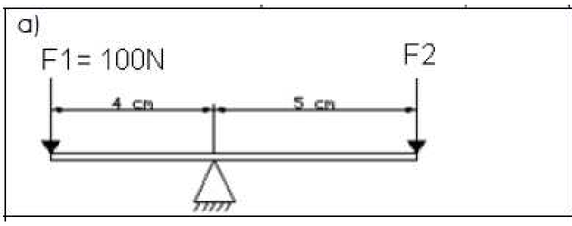
F_1 y F_2 restan a F_3 porque tienen sentido contrario.
Despejando:

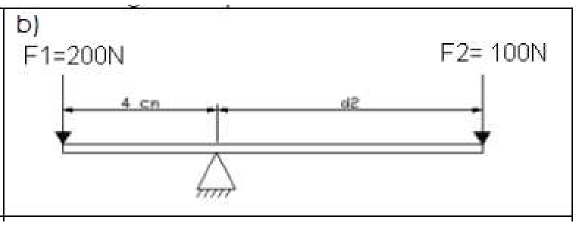
$$F_3 = F_1 + F_2 = 50N + 200N = 250N$$

Prof. Esquivel Jorge
Mail: jorge_esquivel_85@hotmail.com

401-402
Mecánica técnica

1- Escribir las expresiones correspondientes a las primera y segunda condiciones de equilibrio y explicar su significado.
2- ¿Por qué para asegurar que un cuerpo está en equilibrio deben cumplirse las dos condiciones? ¿Qué es lo que garantiza cada condición?
3- ¿Será posible en una máquina simple hacer menos fuerza sin que aumente el recorrido del punto de aplicación? Justificar la respuesta.
4- Mostrar cómo se deben cumplir las dos condiciones de equilibrio en una palanca. (hacer un dibujo para explicarlo)
5- Calcular el dato que falta en cada palanca para conseguir el equilibrio.





401-402
Prof. Esquivel Jorge
Mail: jorge_esquivel_85@hotmail.com