



## MOMENTO DE FUERZA (TORQUE)

Differentiated 3<sup>rd</sup> Senior

Name

En general un cuerpo puede tener tres tipos distintos de movimiento simultáneamente.

- De traslación a lo largo de una trayectoria
- De rotación mientras se está trasladando, en este caso la rotación puede ser sobre un eje que pase por el cuerpo, y si a la vez este eje está girando en torno a un eje vertical, a la rotación del eje del cuerpo rotante se le llama movimiento de precesión (por ejemplo, un trompo),
- De vibración de cada parte del cuerpo mientras se traslada y gira.

Por lo tanto, el estudio del movimiento puede ser en general muy complejo, por esta razón se estudia cada movimiento en forma independiente.

Cuando un cuerpo está en rotación, cada punto tiene un movimiento distinto de otro punto del mismo cuerpo, aunque como un todo se esté moviendo de manera similar, por lo que ya no se puede representar por una partícula. Pero se puede representar como un objeto extendido formado por un gran número de partículas, cada una con su propia velocidad y aceleración. Al tratar la rotación del cuerpo, el análisis se simplifica si se considera como un objeto rígido y se debe tener en cuenta las dimensiones del cuerpo.

### CUERPO RÍGIDO.

Se define como un cuerpo ideal cuyas partes (partículas que lo forman) tienen posiciones relativas fijas entre sí cuando se somete a fuerzas externas, es decir es no deformable. Con esta definición se elimina la posibilidad de que el objeto tenga movimiento de vibración. Este modelo de cuerpo rígido es muy útil en muchas situaciones en las cuales la deformación del objeto es despreciable.

El movimiento general de un cuerpo rígido es una combinación de movimiento de traslación y de rotación. Para hacer su descripción es conveniente estudiar en forma separada esos dos movimientos.

## TORQUE DE UNA FUERZA

Cuando se aplica una fuerza en algún punto de un cuerpo rígido, dicho cuerpo tiende a realizar un movimiento de rotación en torno a algún eje.

Ahora bien, la propiedad de la fuerza aplicada para hacer girar al cuerpo se mide con una magnitud física que llamamos **torque o momento** de la fuerza.

Entonces, se llama **torque o momento** de una fuerza a la capacidad de dicha fuerza para producir un giro o rotación alrededor de un punto.



La puerta gira cuando se aplica una fuerza sobre ella; es una fuerza de torque o momento.

Para explicar gráficamente el concepto de **torque**, cuando se gira algo, tal como una puerta, se está aplicando una fuerza rotacional. Esa fuerza rotacional es la que se denomina **torque o momento**.

Cuando empujas una puerta, ésta gira alrededor de las bisagras. Pero en el giro de la puerta vemos que intervienen tanto la **intensidad de la fuerza** como su distancia de aplicación respecto a la línea de las bisagras.

Entonces, considerando estos dos elementos, intensidad de la fuerza y distancia de aplicación desde su eje, el momento de una fuerza es, matemáticamente, igual al producto de la intensidad de la fuerza (módulo) por la distancia desde el punto de aplicación de la fuerza hasta el eje de giro.

La capacidad de una fuerza de hacer girar un objeto se define como torque.

Torque: capacidad de giro que tiene una fuerza aplicada sobre un objeto.

¿De qué factores depende el torque?

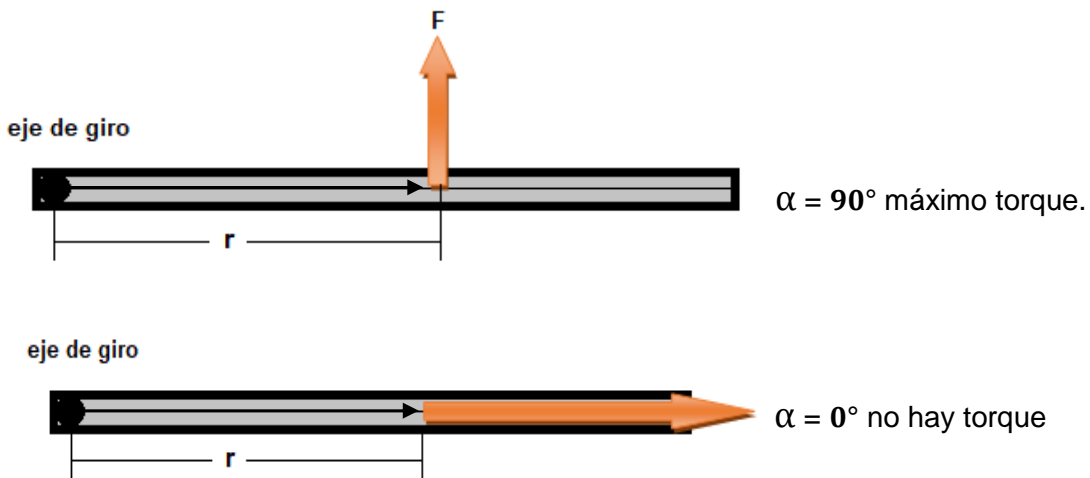
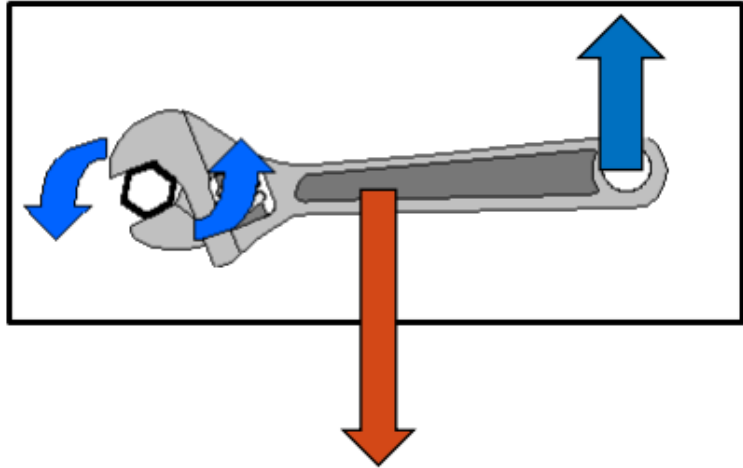
Distancia al punto de giro:  $d$

Magnitud de la fuerza:  $F$

Ángulo de aplicación de la fuerza:  $\theta$

Si  $\theta = 90^\circ$  máximo torque.

Si  $\theta = 0^\circ$  no hay torque.

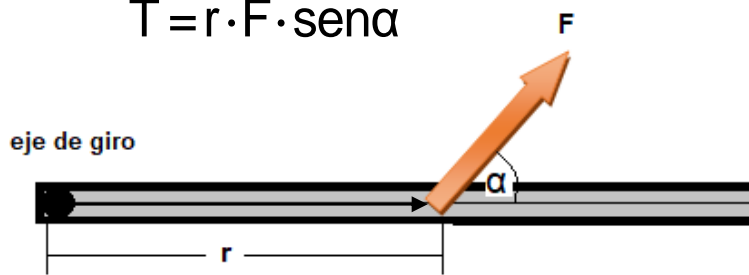


Se define el **torque**  $\tau$  de una fuerza  $F$  que actúa sobre algún punto del cuerpo rígido, en una posición  $r$  respecto de cualquier origen  $O$ , por el que puede pasar un eje sobre el cual se produce la rotación del cuerpo rígido, al producto vectorial entre la posición  $r$  y la fuerza aplicada  $F$ , por la siguiente expresión:

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

El *torque* es una magnitud vectorial, si  $\alpha$  es el ángulo entre  $r$  y  $F$ , su valor numérico, por definición del producto vectorial, es:

$$T = \vec{r} \cdot \vec{F} \cdot \text{sen}\alpha$$



La dirección del Torque es siempre perpendicular al plano de los vectores  $r$  y  $F$ , su sentido está dado por la regla del producto vectorial, la regla del sentido de avance del tornillo o la regla de la mano derecha.

En la regla de la mano derecha los cuatro dedos de la mano derecha apuntan a lo largo de  $r$  y luego se giran hacia  $F$  a través del ángulo  $\alpha$ , la dirección del pulgar derecho estirado da la dirección del torque y en general de cualquier producto vectorial.

**Por convención se considera el torque positivo si la rotación que produciría la fuerza es en sentido anti horario y será negativo si el giro es en el sentido horario. La unidad de medida del torque en el SI es el  $[Nm]$  (newton metro)**

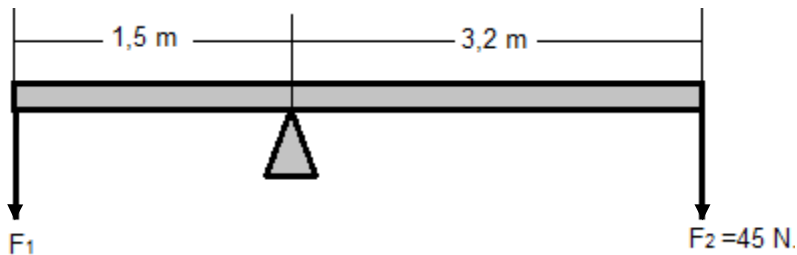
Para apretar una tuerca se requiere cierta cantidad de torque sin importar el punto en el cual se ejerce la fuerza. Si aplicamos la fuerza con un radio pequeño, se necesita más fuerza para ejercer el torque. Si el radio es grande, entonces se requiere menos fuerza para ejercer la misma cantidad de torque.

**Un sistema se encuentra en equilibrio si la suma de todos sus torques es nula**

$$\sum T = 0$$

## Ejemplos

1. En la barra de la figura, actúan las fuerza  $F_1$  y  $F_2$ , ¿Cuál debe ser el valor de  $F_1$ , para que la barra esté en equilibrio.

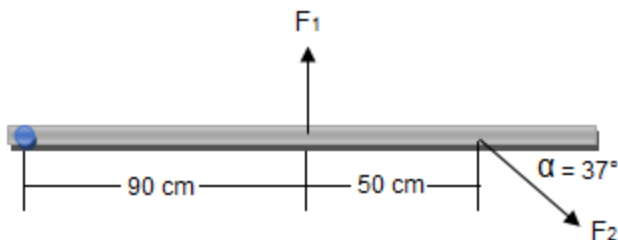


**Solución:**

$$T_1 = 1,5 \cdot F_1 \cdot \text{sen}(90^\circ) = 1,5 \cdot F_1$$
$$T_2 = -3,2 \cdot F_2 \cdot \text{sen}(90^\circ) = -3,2 \cdot 45 \quad \Rightarrow \sum T_1 + T_2 = 0 \Rightarrow 1,5F_1 - 3,2 \cdot 45 = 0$$

$$\text{Entonces: } 1,5F_1 = 3,2 \cdot 45 \Rightarrow F_1 = \frac{3,2 \cdot 45}{1,5} = 96 \text{ [N]}$$

2. En la figura  $F_1 = 65 \text{ [N]}$  y  $F_2 = 36 \text{ [N]}$ , ¿cuál es el torque final sobre la barra?



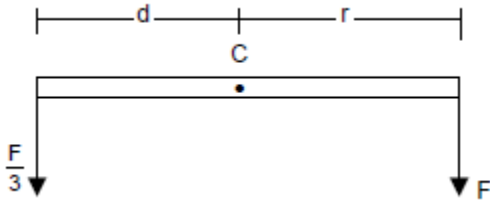
**Solución:**

$$T_1 = 0,9 \cdot F_1 \cdot \text{sen}(90^\circ) = 0,9 \cdot 65 = 58,5 \text{ [Nm]}$$
$$T_2 = -1,4 \cdot F_2 \cdot \text{sen}(37^\circ) = -1,4 \cdot 36 \cdot 0,6 = -52,92 \text{ [Nm]}$$
$$\Rightarrow \sum T_1 + T_2 = 58,5 - 52,92 = 5,58 \text{ [Nm]}$$

## Ejercicios propuestos

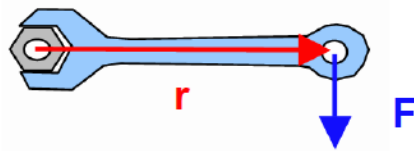
1. Sobre la barra horizontal fija en el punto C de la figura a una distancia  $r$  se aplica una fuerza  $F$ . ¿A qué distancia  $d$  del punto C se debe aplicar una fuerza  $F/3$  para que la barra permanezca horizontal?

**R:  $3r$**



2. Se coloca una tuerca con una llave como se muestra en la figura. Si el brazo  $r$  es igual a 30 cm y el torque de apriete recomendado para la tuerca es de 30 Nm, ¿cuál debe ser el valor de la fuerza  $F$  aplicada?

**R: 100 N**



3. Calcular el torque o momento de las siguientes fuerzas.

a)  $F = 12 \text{ N}$ ,  $r = 5\text{m.}$ ,  $\alpha = 60^\circ$

**R: 51,96 Nm**

b)  $F = 6,5 \text{ N}$ ,  $r = 8\text{m.}$ ,  $\alpha = 90^\circ$

**R: 32,5 Nm**

c)  $F = 25 \text{ N}$ ,  $r = 15\text{m.}$ ,  $\alpha = 20^\circ$

**R: 128,3 Nm**

- d) El momento de una fuerza vale 60 [Nm]. Si la fuerza mide 4 N, calcular el brazo de la fuerza.

**R: 15 m**

- e) El momento de una fuerza vale 125 [Nm]. Calcular el valor de la fuerza si su brazo mide 15 m.

**R: 8,33 N**