# ASIGNATURA

# FÍSICA GENERAL

*Profesor: Jesus Alvarado Huayhuaz*

Agosto 2024

Sesión 03

## OBJETIVOS

- ✓ Al finalizar el cadete estará en facultad de comprender el equilibrio de traslación y de rotación.

# CONTENIDO

- ✓ DESCRIPCIÓN DE LA PRIMERA CONDICIÓN DE EQUILIBRIO O EQUILIBRIO DE TRASLACIÓN.
- ✓ TORQUE O MOMENTO DE FUERZA.
- ✓ DESCRIPCIÓN DE LA SEGUNDA CONDICIÓN EQUILIBRIO.

# PRIMERA PARTE

## Primera condición de equilibrio

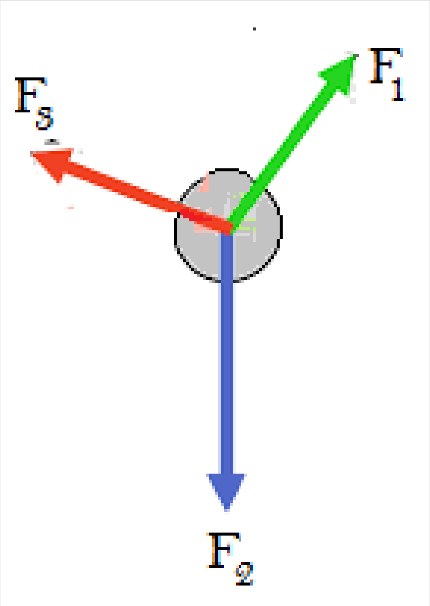
# Situación motivadora

Porque los trapecistas del circo en este acto no se caen, ¿podrías explicarlo?

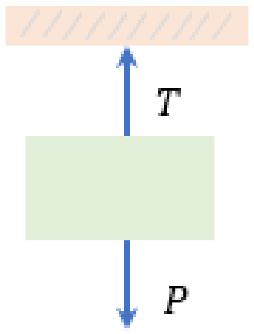
# PRIMERA CONDICIÓN DE EQUILIBRIO

Un cuerpo se encuentra en **equilibrio de traslación**, cuando la **resultante** de todas las fuerzas que actúan sobre él es **nula**.

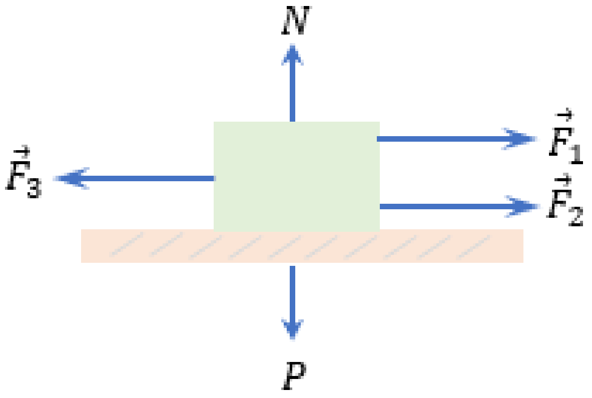
$$\boldsymbol{\Sigma F_i = 0}$$



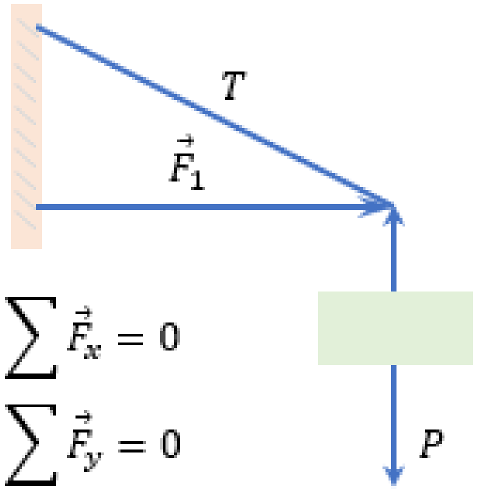
# Algunos ejemplos de equilibrio de traslación




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




$$\sum \vec{F}_x = 0 \qquad \sum \vec{F}_y = 0$$

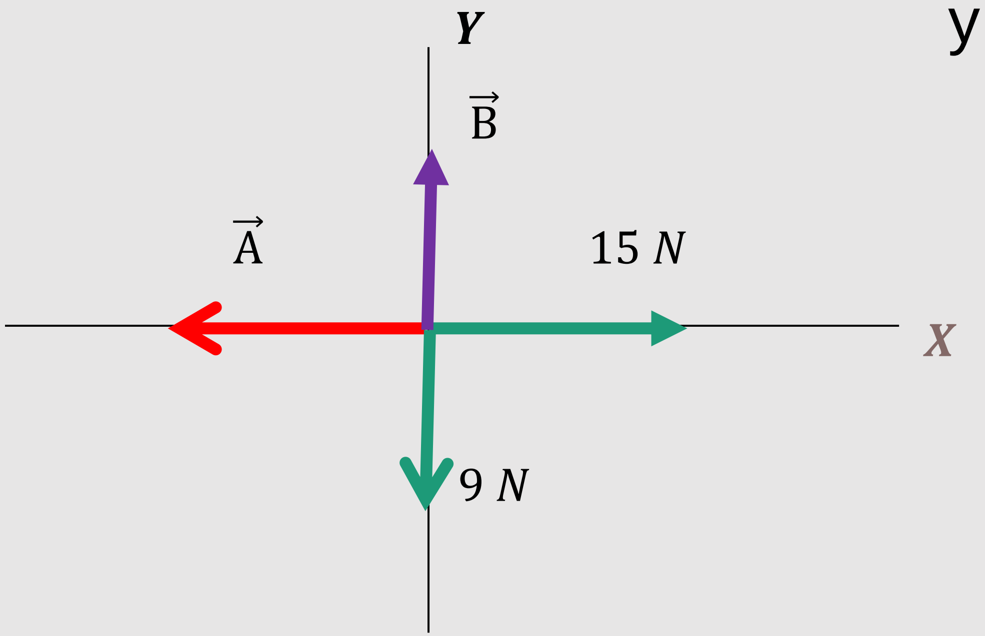



$$\sum \vec{F}_x = 0$$

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

# Equilibrio de traslación con fuerzas concurrentes

**Ejemplo 1:** Hallar las magnitudes de las fuerzas A y B en el siguiente sistema en equilibrio:




**Solución:** **(Por primera condición de equilibrio)**

Las fuerzas están sobre los ejes, y tenemos:

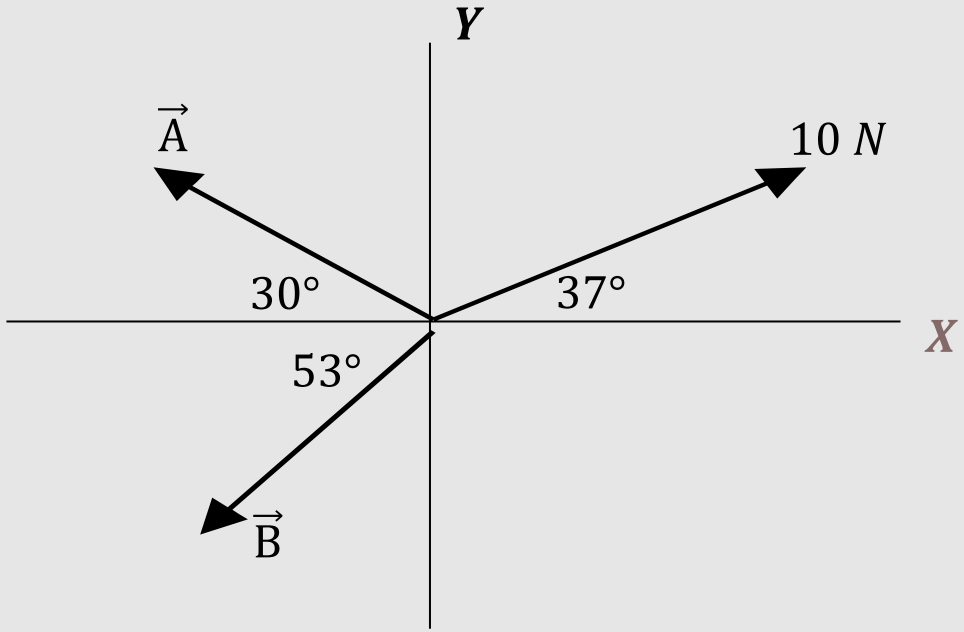
$$F_x = \sum_{i=1}^{n} F_{i_x} = 0 \quad , \quad F_y = \sum_{i=1}^{n} F_{i_y} = 0$$

$$F_x = 15 - A = 0 \quad \longrightarrow \quad \boxed{\boldsymbol{A = 15}}$$

$$F_y = B - 9 = 0 \quad \longrightarrow \quad \boxed{\boldsymbol{B = 9}}$$

# Equilibrio de traslación con fuerzas concurrentes

**Ejemplo 2:** Hallar las magnitudes de las fuerzas A y B en el siguiente sistema en equilibrio:




**Solución:** **(Por primera condición de equilibrio)**

$$F_x = \sum_{i=1}^{n} F_i \, cos\alpha_i = 0 \quad , \quad F_y = \sum_{i=1}^{n} F_i \, sen\alpha_i = 0$$

$$F_x = 10 \, cos37 - A \, cos30 - B \, cos53 = 0$$

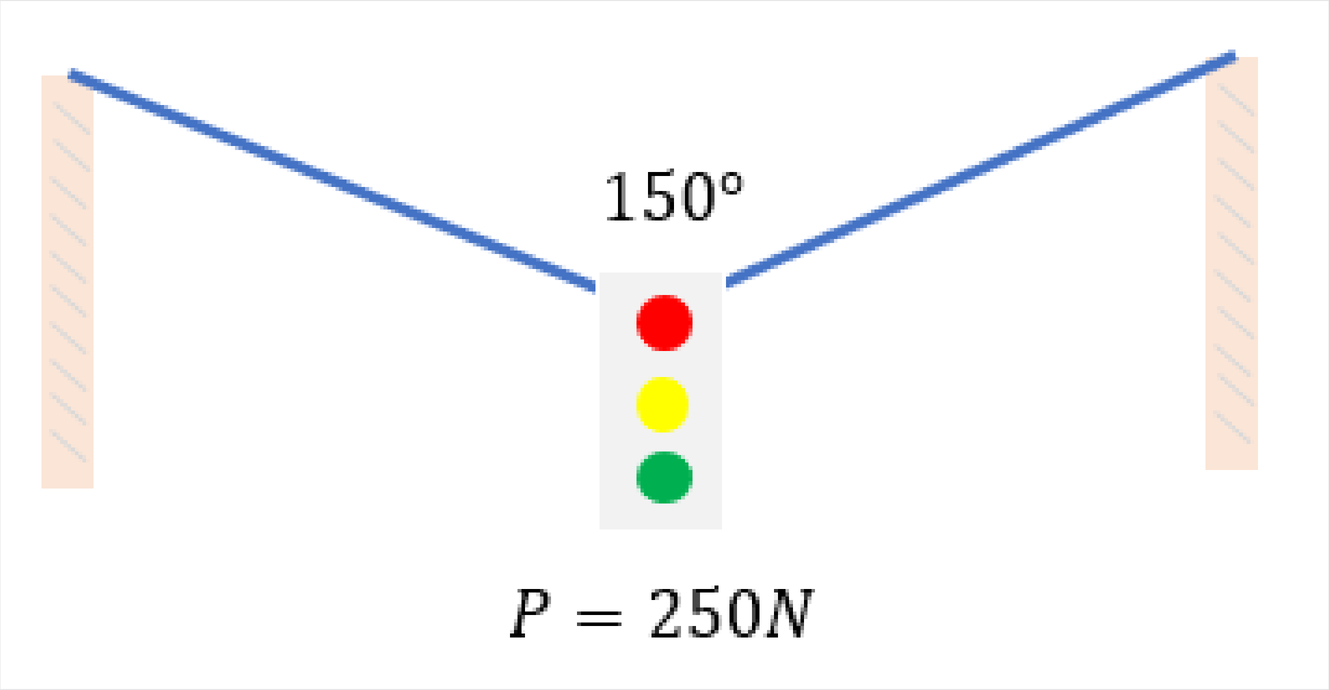
$$F_y = 10 \, sen37 + A \, sen30 - B \, sen53 = 0$$

$$\begin{aligned} A \, cos30 + B \, cos53 &= 10 \, cos37 \\ -A \, sen30 + B \, sen53 &= 10 \, sen37 \end{aligned} \quad \rightarrow \quad \begin{aligned} 0.866A + 0.6B &\approx 8 \\ -0.5A + 0.8B &\approx 6 \end{aligned}$$

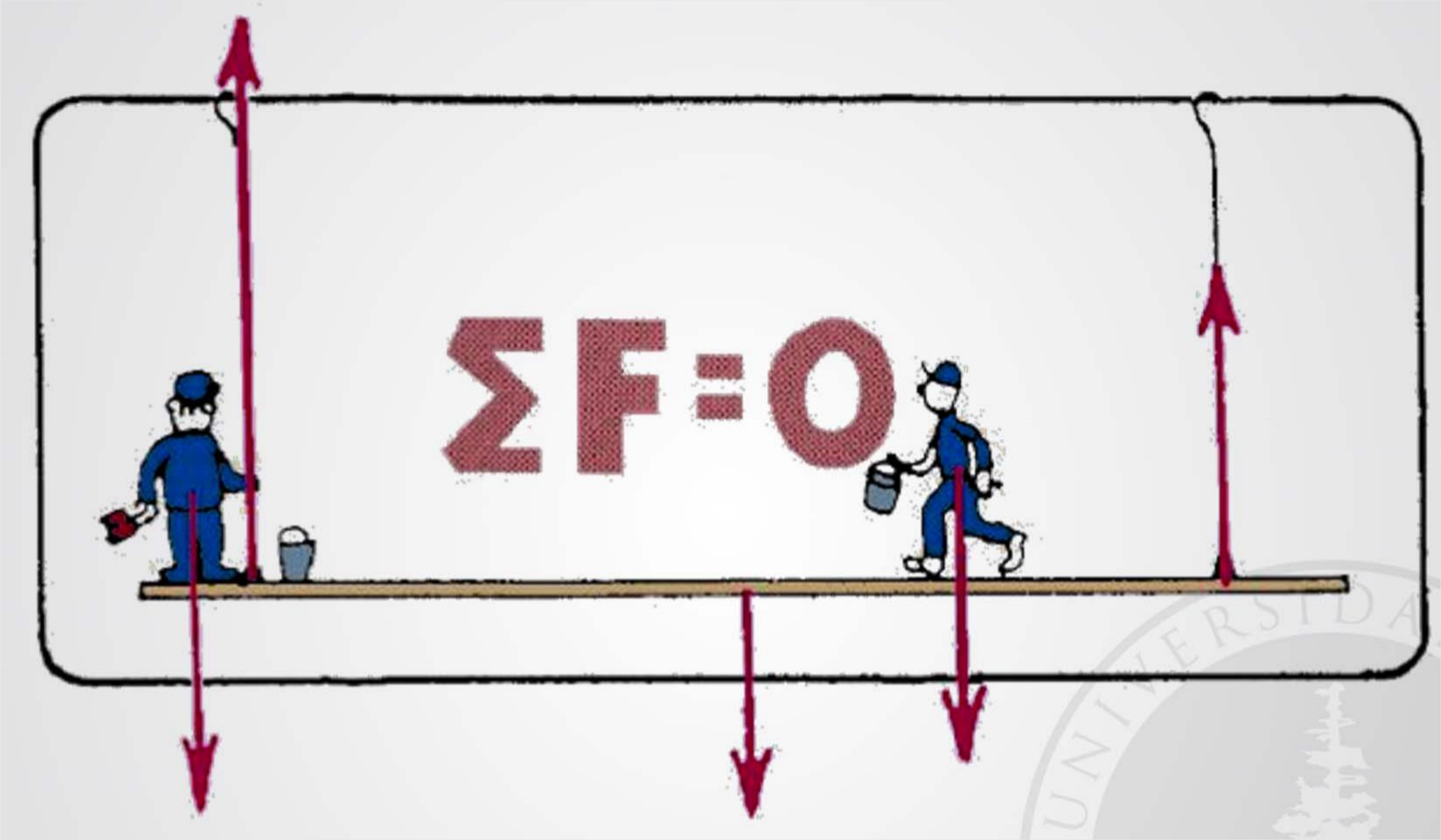
$$\boxed{A \approx 2.82 \, N} \; , \; \boxed{B \approx 9.26 \, N}$$

## Actividad 1

Hallar las tensiones en los cables que sostienen el semáforo de la figura.



# Equilibrio de traslación con fuerzas NO concurrentes

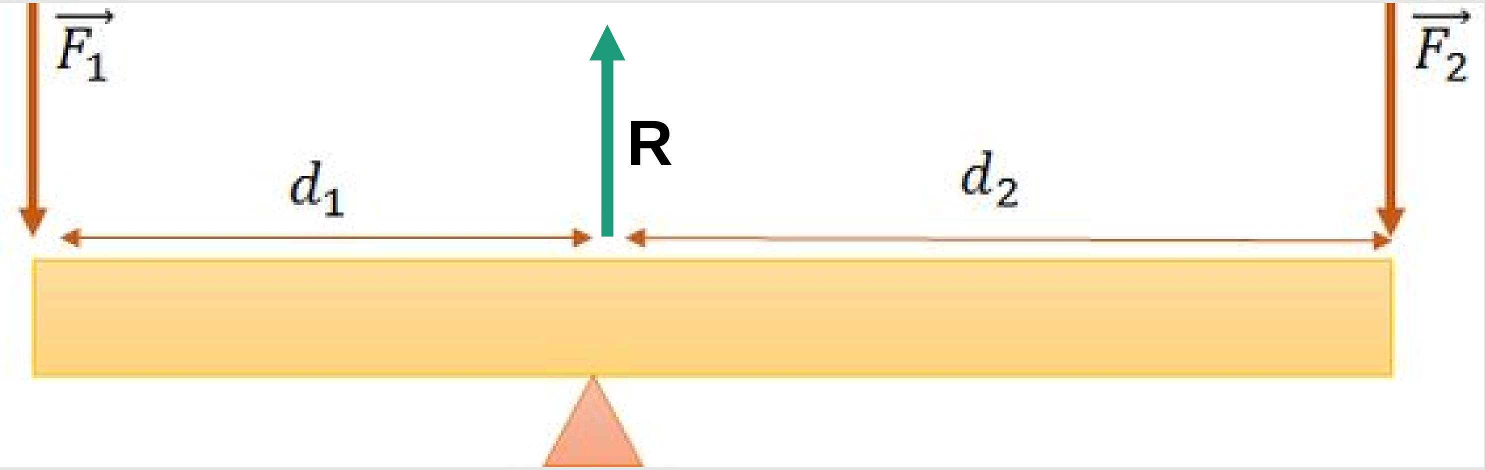



La suma de los vectores hacia arriba es igual a la suma de los vectores hacia abajo.

$\sum F = 0$, y la tabla está en equilibrio.

# Ejemplo 3:

En esta barra en equilibrio, hallar la magnitud de $F_2$ si $F_1$ mide 45 N y en el apoyo hay una reacción de 80 N.




**Solución:** **(Por primera condición de equilibrio)**

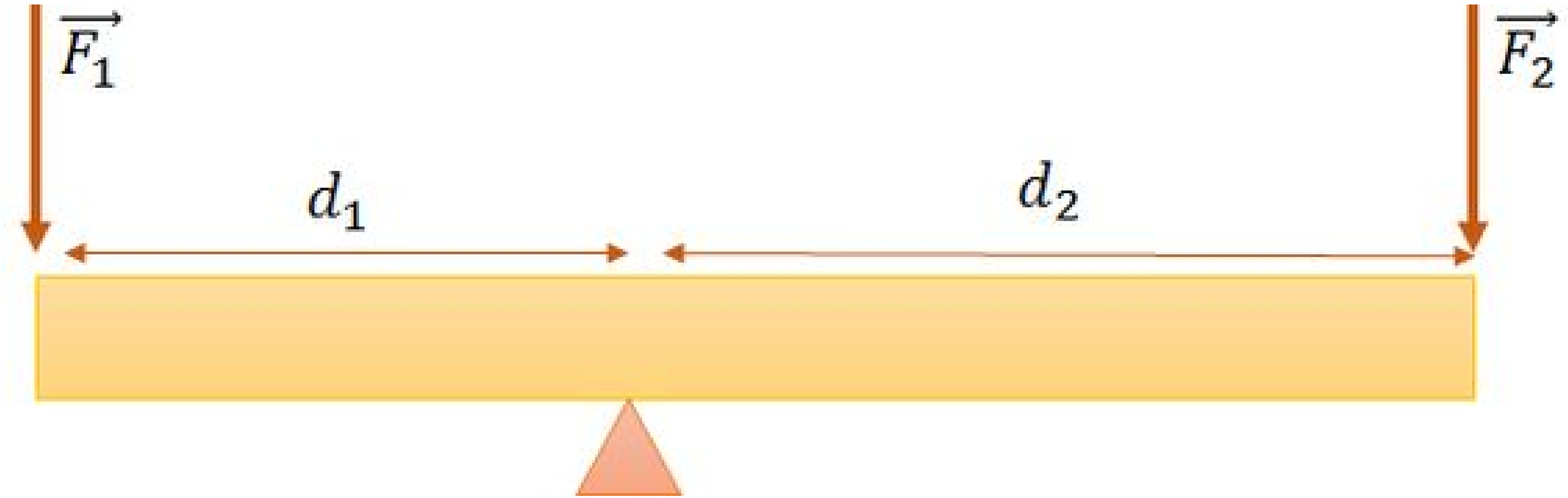
$$F_y = \sum_{i=1}^{n} F_i = 0 \quad \rightarrow \quad -F_1 - F_2 + 80 = 0$$

$$F_2 + 45 = 80$$

$$\boldsymbol{F_2 = 35\ \mathrm{N}}$$

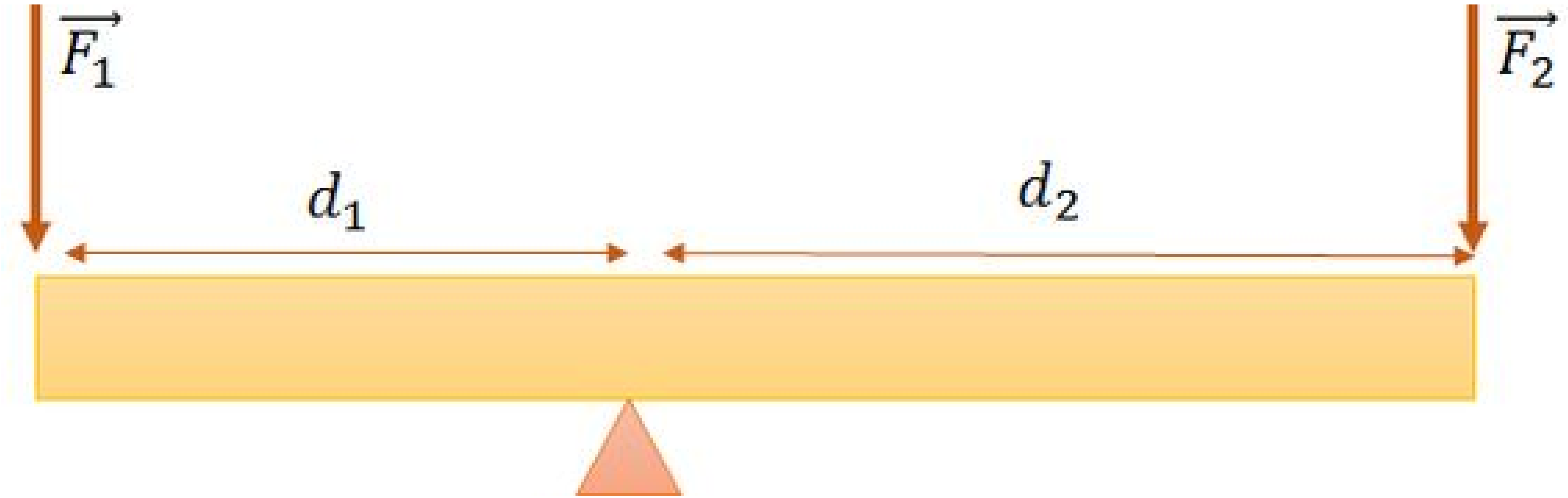
## Actividad 2:

En esta barra en equilibrio, hallar la magnitud de $F_1$ si $F_2$ mide 20 N y en el apoyo hay una reacción de 50 N.



**Actividad 3:**

En esta barra en equilibrio, hallar la magnitud de $F_1$ si esta fuerza mide el triple de la magnitud de $F_2$ y en el apoyo hay una reacción de 60 N.

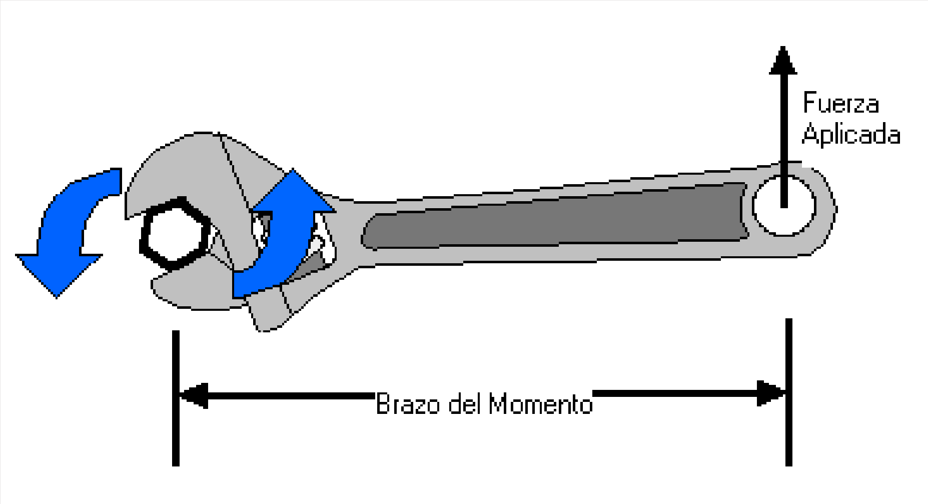


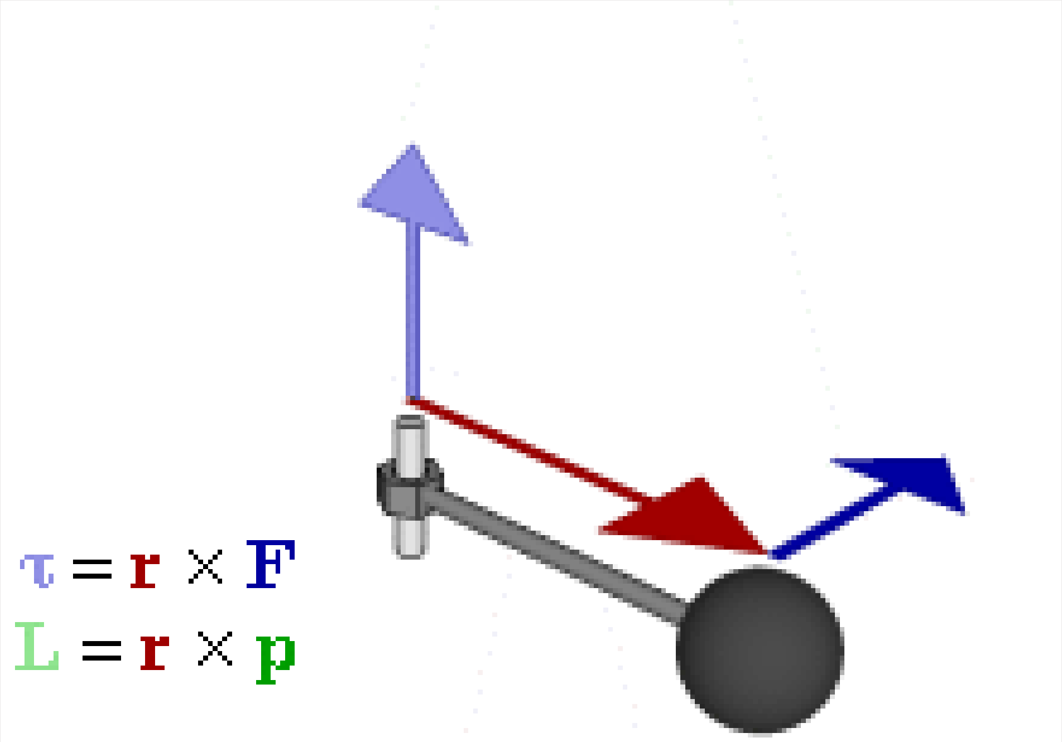
# SEGUNDA PARTE

## Torque o momento de fuerza

# TORQUE O MOMENTO DE FUERZA

El torque lo podemos como la capacidad de giro que tiene una fuerza aplicada sobre un objeto.



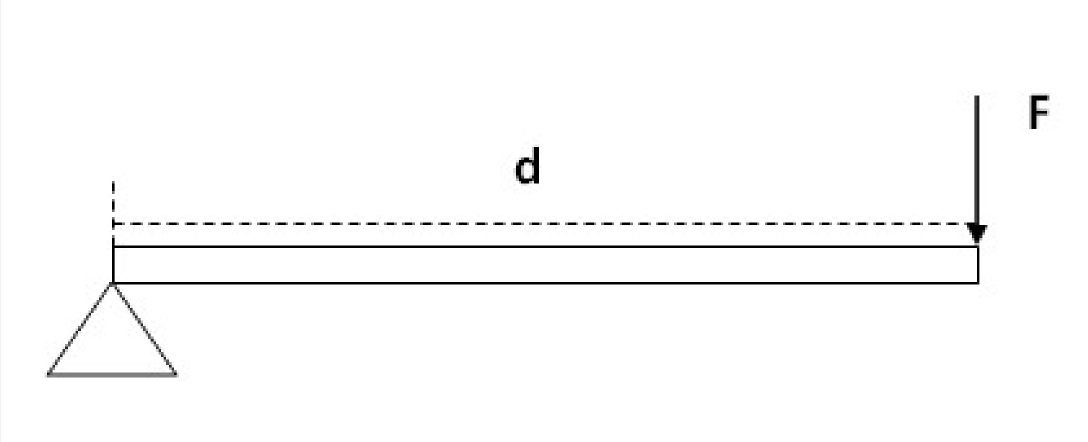
# Cálculo del torque o momento de fuerza

Si la fuerza se aplica en una dirección perpendicular al brazo de palanca, la magnitud del torque (o momento de fuerza) se calcula de esta forma:

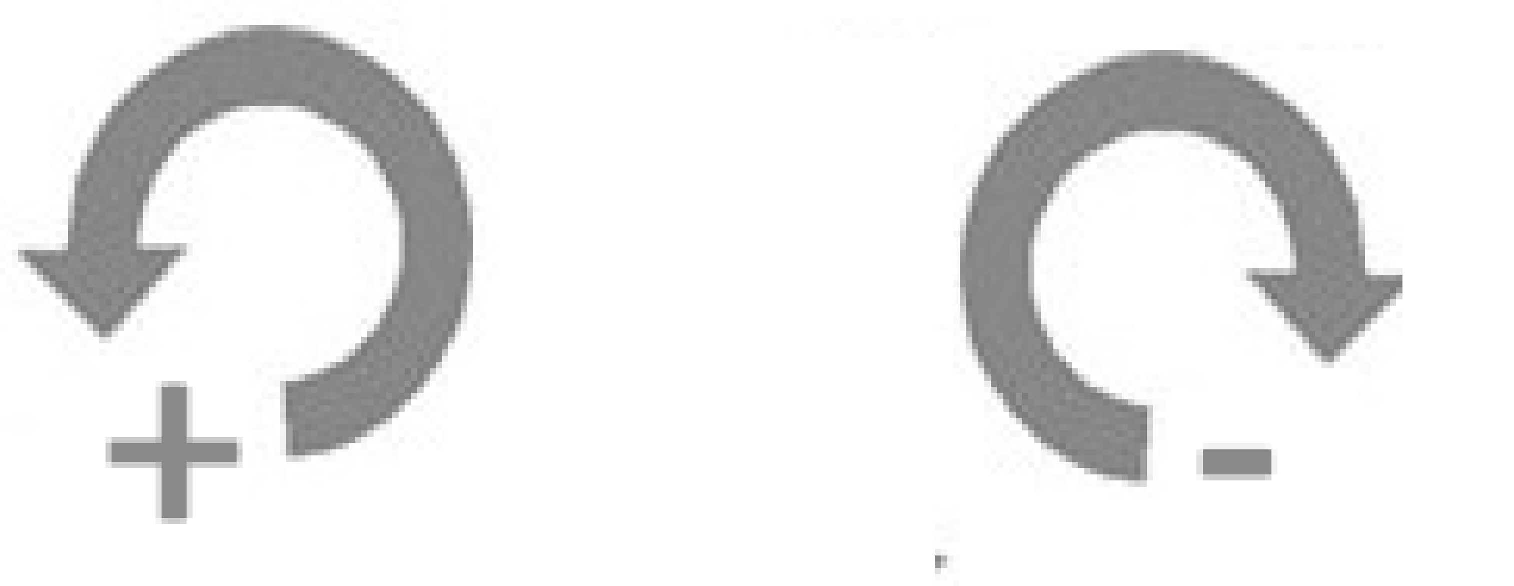
$$\tau = Fd \quad \text{o también escribimos:} \quad M = Fd$$

En donde:

$\boldsymbol{\tau}$ (o $\mathbf{M}$), $\mathbf{F}$ y $\mathbf{d}$ son las magnitudes de torque, fuerza y distancia (o brazo de palanca), respectivamente.

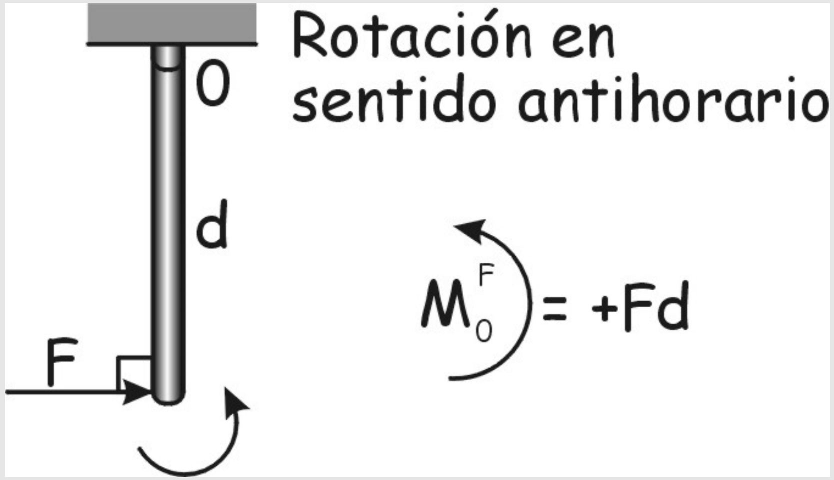


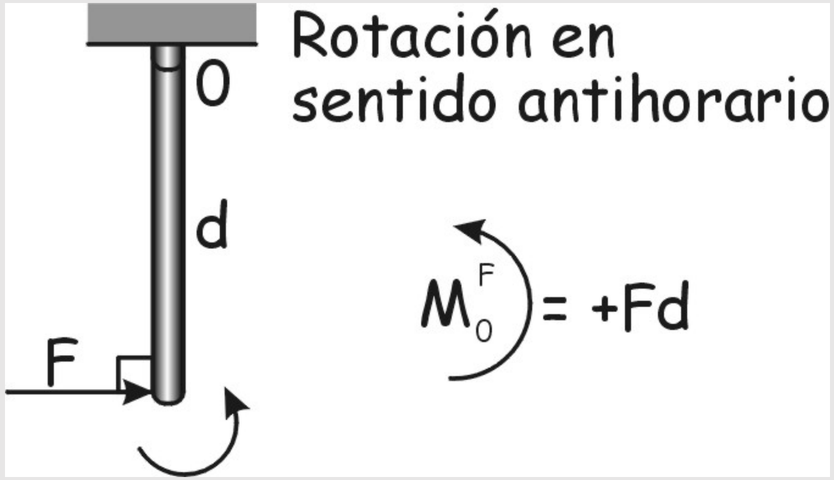
# Convención de signos para el momento de fuerza

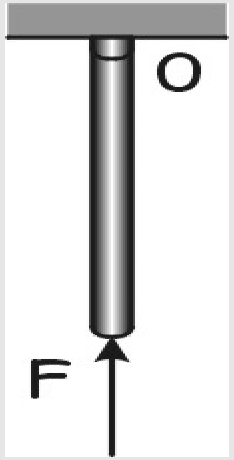



**Antihorario: POSITIVO** **Horario: NEGATIVO**

# Aplicación de la convención de signos



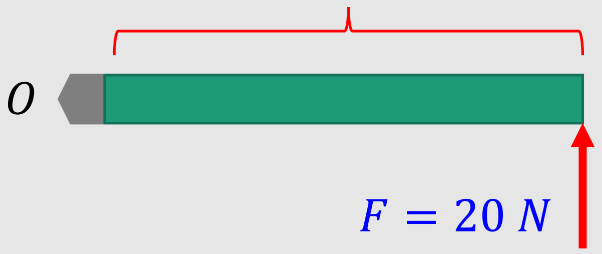

$$d = 0$$

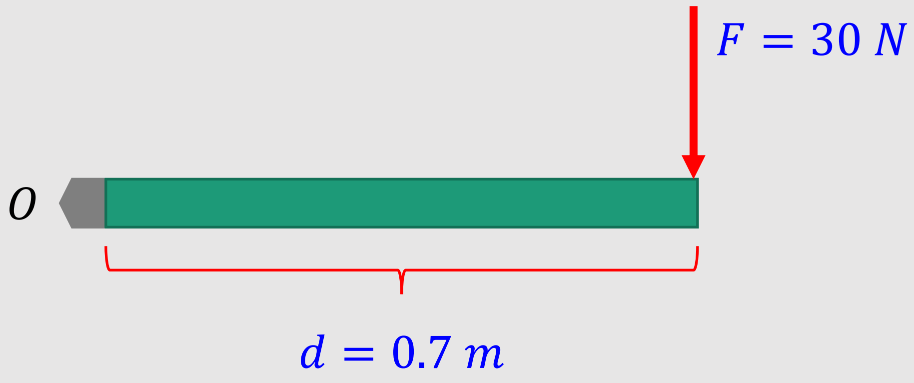
$$\tau = 0$$

**No produce rotación**

## Ejemplo 4:

Hallamos el torque en los siguientes casos: (observar el giro y el signo)

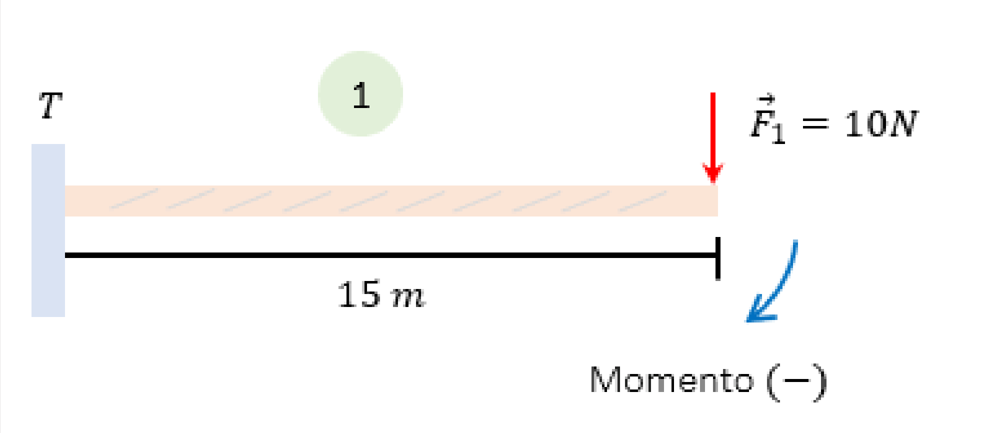


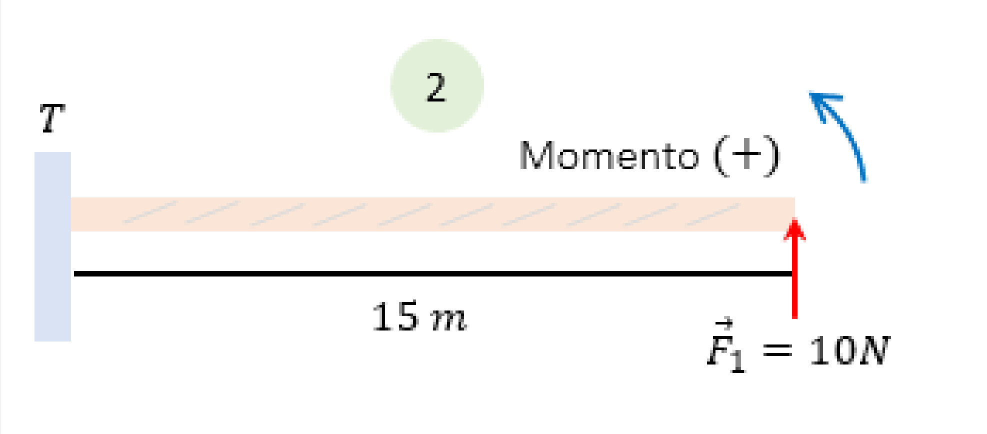



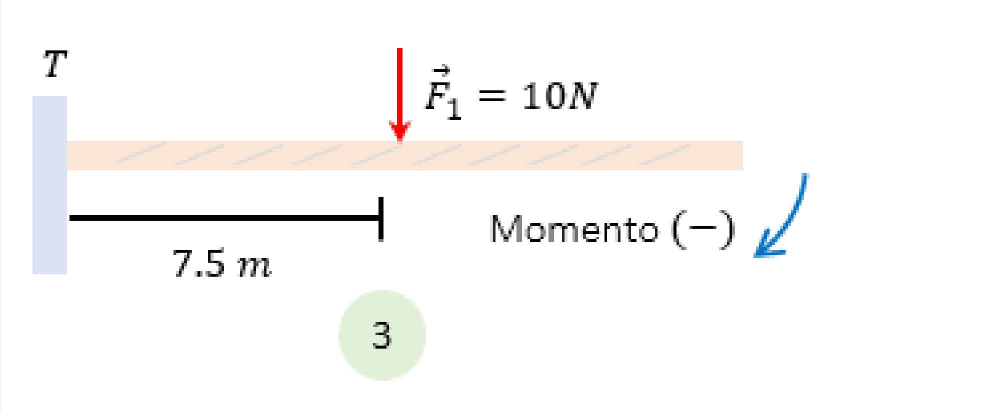

$$\tau = (20N)(0.4m) = \boldsymbol{+8\ Nm}$$

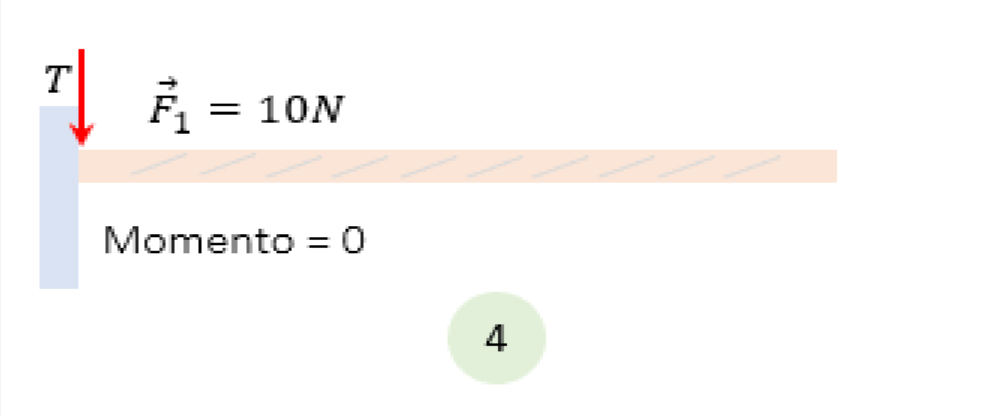
$$\tau = (30N)(0.7m) = \boldsymbol{-21\ Nm}$$

**Actividad 6:** Hallar el momento de fuerza para cada caso:



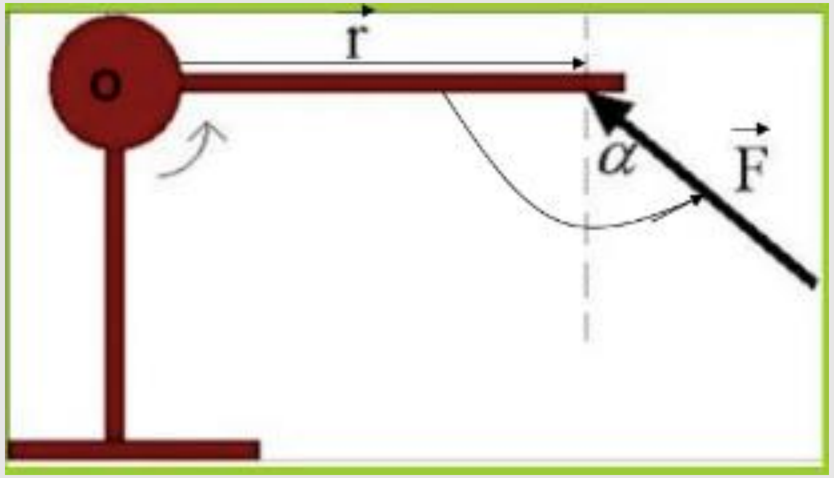



# FÓRMULA VECTORIAL DEL TORQUE

Para expresiones vectoriales, la fórmula para hallar el torque $\vec{\tau}$ es el producto vectorial del vector brazo de palanca y el vector fuerza, es decir:



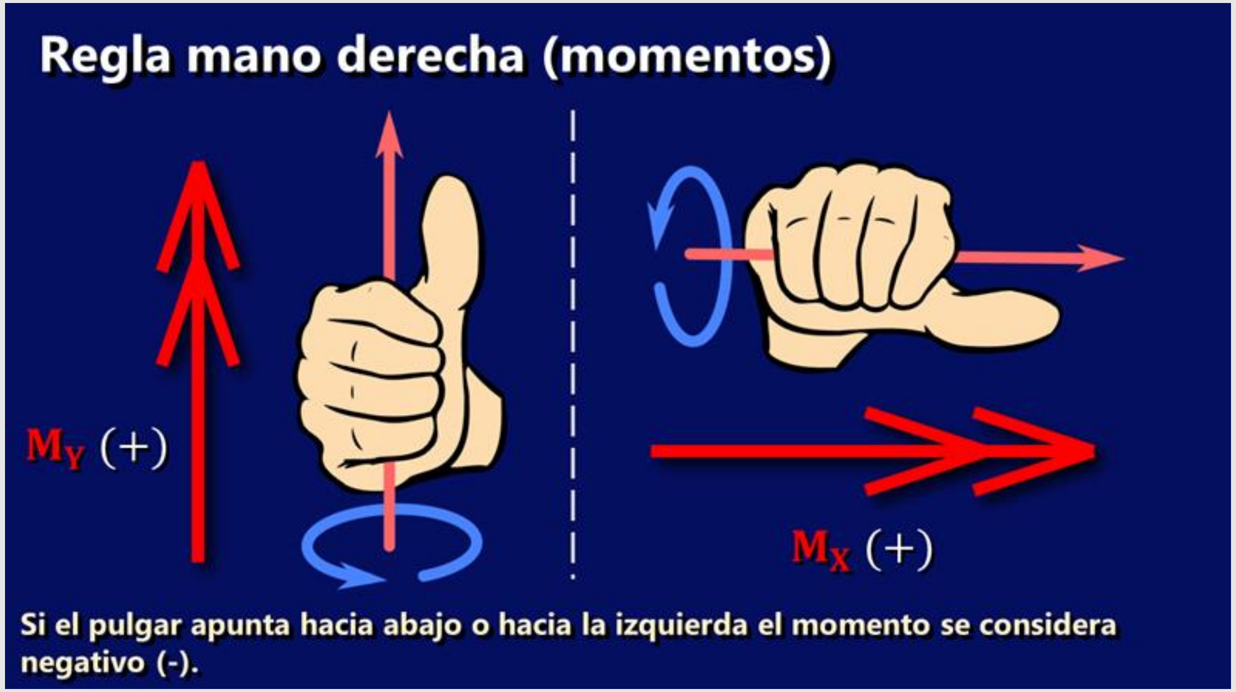

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$ **(ecuación vectorial)**

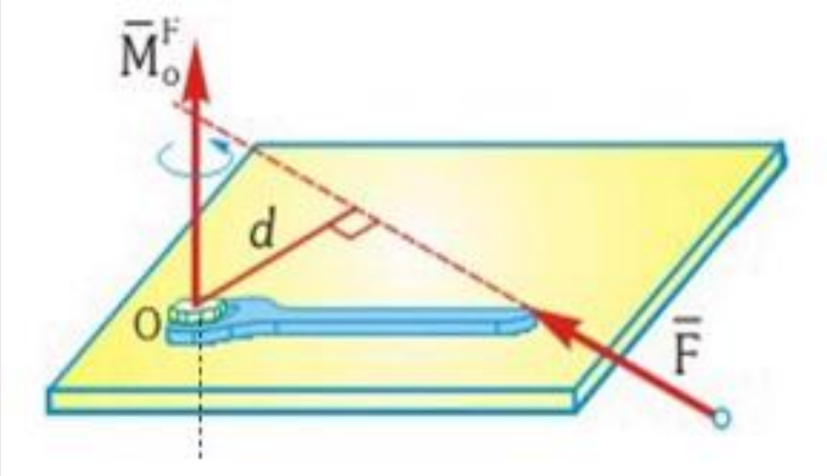
$\alpha$: ángulo formado por la fuerza $\vec{F}$ y el radio vector $\vec{r}$.

# DIRECCIÓN Y SENTIDO DEL TORQUE

## Regla de la mano derecha.

El momento de fuerza que resulta es un vector perpendicular al plano de rotación, y que toma la dirección y sentido dados por la regla de la mano derecha.



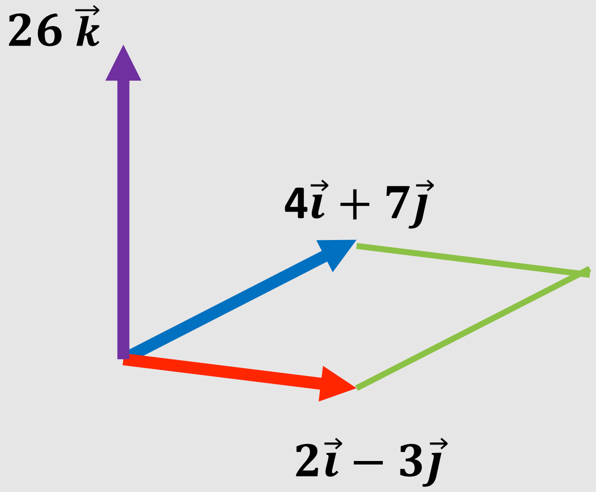
# Ejemplo 5:

**Hallar el torque para los vectores brazo – fuerza (unidades *m*, *N*):**

$$\vec{r} = 2\vec{\imath} - 3\vec{\jmath}, \quad \vec{F} = 4\vec{\imath} + 7\vec{\jmath}$$

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F} = [(2)(7) - (-3)(4)]\,\vec{k}$$

$$\boxed{\vec{\tau} = \mathbf{26}\,\vec{\boldsymbol{k}} \text{ N-m}}$$



## Actividad 7:

**Hallar los torques para cada caso (unidades *m*, *N*):**

1. $\vec{r} = 3\vec{\imath} + 4\vec{\jmath},\ \vec{F} = 2\vec{\imath} + 5\vec{\jmath}$
2. $\vec{r} = -6\vec{\imath} + \vec{\jmath},\ \vec{F} = 3\vec{\imath} + 2\vec{\jmath}$
3. $\vec{r} = 7\vec{\imath} - 9\vec{\jmath},\ \vec{F} = \vec{\imath} - 5\vec{\jmath}$
4. $\vec{r} = 2\vec{\imath} + 3\vec{\jmath},\ \vec{F} = 4\vec{\imath} + 6\vec{\jmath}$

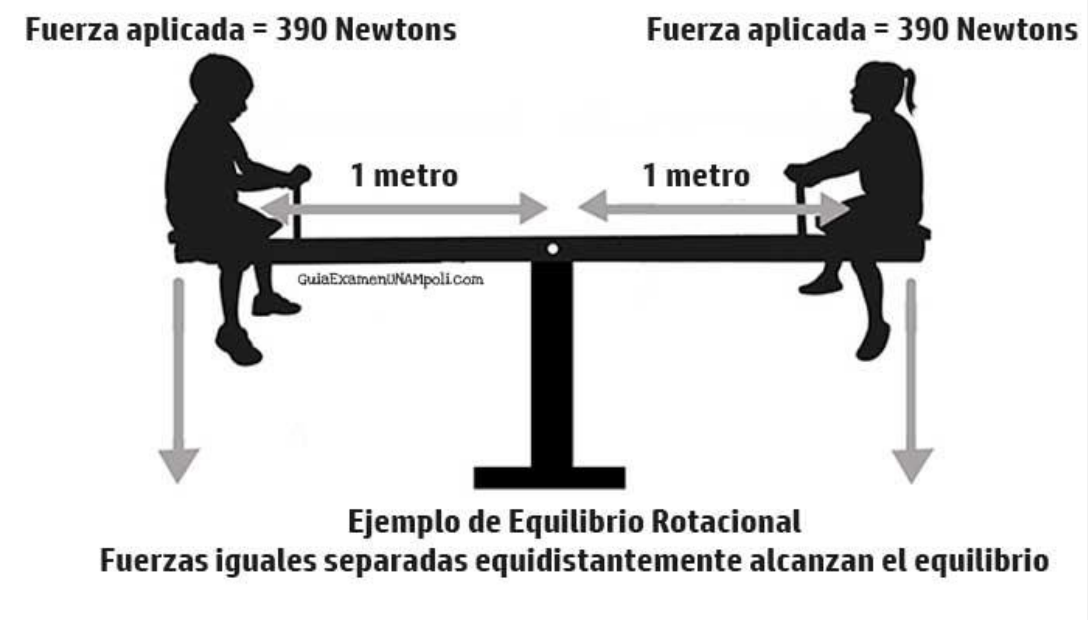
# TERCERA PARTE

## Segunda condición de equilibrio

# SEGUNDA CONDICIÓN DE EQUILIBRIO

## Equilibrio de rotación.

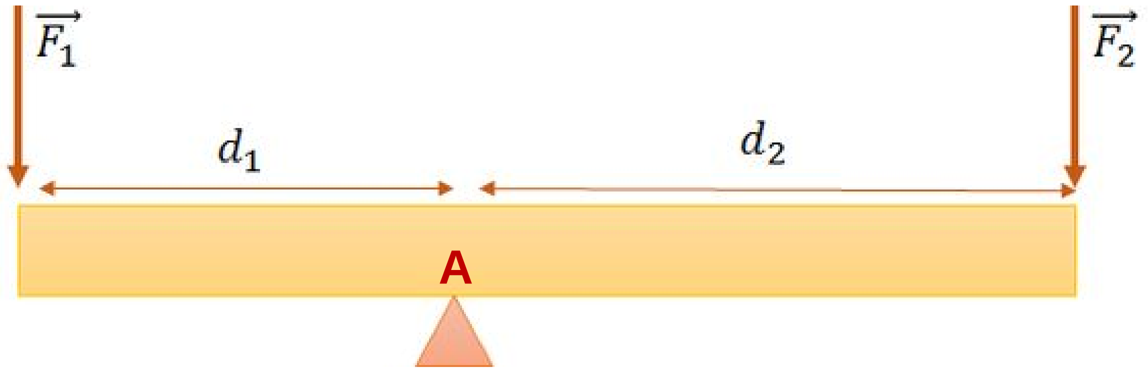
Un cuerpo se encuentra en **equilibrio de rotación** respecto a un punto, si la suma de torques respecto a ese punto es nula. El caso más común de equilibrio de rotación es cuando un cuerpo no experimenta giros.




$$\sum_{i=1}^{n} M_i = 0$$

# Ejemplo 6:

Esta barra de peso despreciable está en equilibrio, hallar las magnitudes de $F_1$ y $F_2$ si $d_1$ mide 3m, $d_2$ mide 4m y la reacción del apoyo en A es 70 N.




**Solución:**

Primera condición de equilibrio:

$$\sum_{i=1}^{n} F_i = 0 \rightarrow 70 - F_1 - F_2 = 0$$

Segunda condición de equilibrio:

$$\sum_{i=1}^{n} M_i = 0 \rightarrow F_1 d_1 - F_2 d_2 = 0$$

**Con respecto al punto de apoyo A**

Se forma el sistema de ecuaciones:

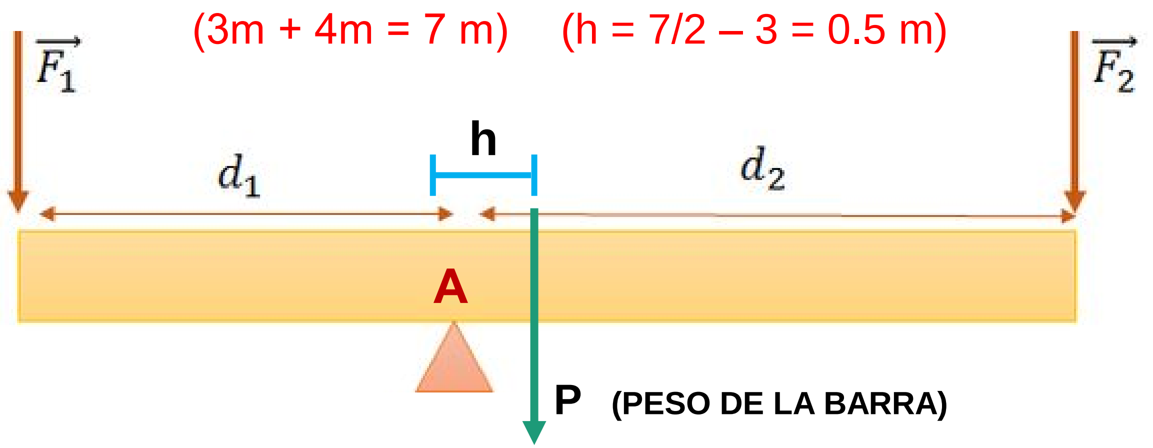
$$\begin{cases} F_1 + F_2 = 70 \\ 3F_1 - 4F_2 = 0 \end{cases} \rightarrow \boxed{F_1 = 40\text{ N}} \quad \boxed{F_2 = 30\text{ N}}$$

# Caso de una barra homogénea con peso propio

Para una barra homogénea con peso propio, se considera que el peso de la barra se concentra en el **centro de la barra.**

# Ejemplo 7:

Esta barra de 10 N de peso está en equilibrio, hallar las magnitudes de $F_1$ y $F_2$ si $d_1$ mide 3m, $d_2$ mide 4m y la reacción del apoyo en A es 70 N.




Se forma el sistema de ecuaciones:

$$\begin{cases} F_1 + F_2 = 60 \\ 3F_1 - 4F_2 = 5 \end{cases} \rightarrow \quad \boxed{F_1 = 35\text{ N}} \quad \boxed{F_2 = 25\text{ N}}$$

## Solución:

Primera condición de equilibrio:

$$\sum_{i=1}^{n} F_i = 0 \rightarrow 70 - 10 - F_1 - F_2 = 0$$

Segunda condición de equilibrio:

$$\sum_{i=1}^{n} M_i = 0 \rightarrow F_1 d_1 - Ph - F_2 d_2 = 0$$

$$F_1 d_1 - (10)(0.5) - F_2 d_2 = 0$$

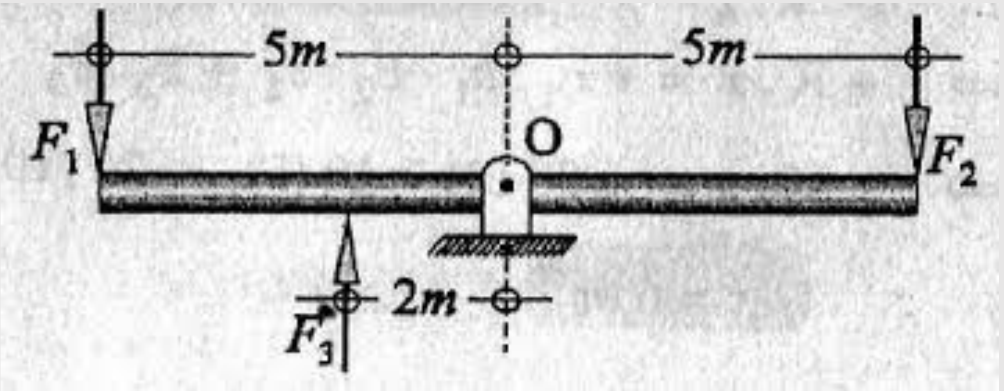
**Con respecto al punto de apoyo A**

# Actividad 8:

Hallar las reacciones en **A** y **B** para esta viga homogénea en equilibrio. El peso de la viga es 200 **N.**

## Actividad 9:

El siguiente sistema de fuerzas actúa sobre una barra homogénea con peso despreciable.




Con las magnitudes de las fuerzas $|\vec{F}_1| = 60N$, $|\vec{F}_2| = 50N$, determine el módulo de la fuerza $\vec{F}_3$, para que el sistema este en equilibrio de rotación.

# Lecciones Aprendidas

- ✓ Primera condición de equilibrio, torque de una fuerza, segunda condición de equilibrio.

# Bibliografía


- ✓ Young, H. D., Freedman, R. A., Ford, A. L., Flores, F. V. A., & Rubio, P. A. (2009). Sears-Zemansky, Física universitaria, decimosegunda edición, volumen 1. Naucalpan de Juárez: Addison-Wesley.
- ✓ Bedford, A. & Fowler, W. (2008). Mecánica para la ingeniería: Estática. México D.F.: Pearson Educación.
- ✓ Tippens, P. (2007). Física, Conceptos y Aplicaciones. Séptima edición. Mac Graw Hill interamericana.
- ✓ Serway, R. & Jewet, J. (2009). Física para ciencias e ingeniería. Sétima edición internacional. Thompson editores.