

Torque y Equilibrio

Física

RUTA DE APRENDIZAJE

- Con este documento se espera reforzar el contenido de torque y equilibrio.
- Este tema está inserto en la unidad de dinámica y en el siguiente esquema es posible ver la progresión.

Torque

Equilibrio

Inercia

Momento
angular

ÍNDICE

- Torque
- Equilibrio

INTRODUCCIÓN

Cuando observas letreros colgados o puentes construidos, te encuentras frente a un problema de física, pues previo a la instalación del letrero o la construcción del puente se debieron realizar algunos cálculos para estimar el peso que soportarían esas estructuras. En este documento se presentan problemas como los mencionados anteriormente y que se resuelven a través de los contenidos de torque y equilibrio.

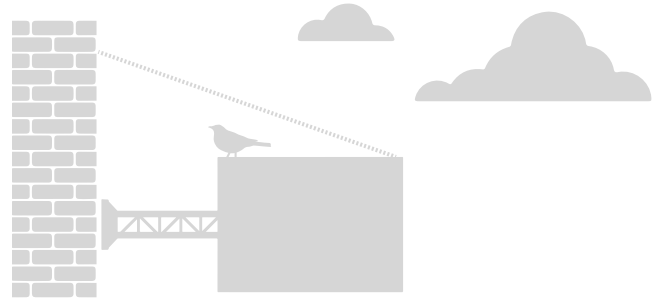


Torque y equilibrio

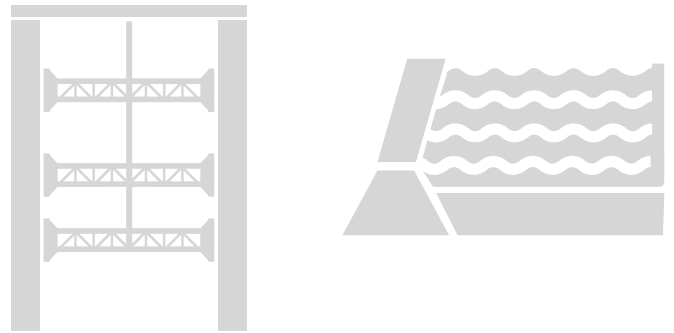
La estática se inventó para resolver problemas de ingeniería. Principalmente de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Civil.

Ejemplos

1. Los carteles que cuelgan en las calles suelen tener un cable o un alambre que los sostiene. El grosor de ese alambre se calcula en función de la fuerza que tiene que soportar. Esa fuerza depende del peso del cartel y se calcula por estática.



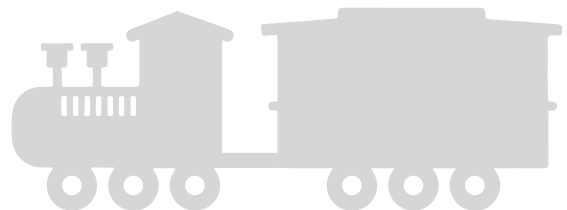
2. En los edificios, el peso de toda la construcción está soportado por las columnas. El grosor de las columnas va a depender del peso que tengan que soportar. En las represas, el agua empuja tratando de volcar la pared. La fuerza que tiene que soportar la pared se calcula por estática. El grosor de la pared y la forma de la pared se diseñan de acuerdo a esa fuerza que uno calculó.



3. El cálculo de las fuerzas que actúan sobre un puente es un problema de estática. A grandes rasgos, cuando uno quiere saber cómo tienen que ser las columnas y los cables que van a sostener a un puente, tiene que resolver un problema de estática.



4. En las máquinas, el cálculo de fuerzas por estática es muy importante. Por ejemplo, en los trenes hay un gancho que conecta un vagón con otro. El grosor de ese gancho se saca resolviendo un problema de estática. La Ingeniería Mecánica es la encargada de diseñar motores y piezas de máquinas.



Torque

Supongamos que intentas abrir una puerta y aplicas una fuerza de magnitud F , perpendicular a la superficie de la puerta cerca de las bisagras y luego a diferentes distancias desde las bisagras. Lograrás una relación de rotación más rápida para la puerta al aplicar la fuerza cerca de la perilla que al aplicarla cerca de las bisagras.

Cuando se ejerce una fuerza en un objeto rígido que se articula en torno a un eje, el objeto tiende a dar vuelta en torno a dicho eje.

La tendencia de una fuerza a dar vuelta un objeto en torno a cierto eje se mide mediante una cantidad llamada torque o momento de torsión $\vec{\tau}$. La magnitud del momento de torsión o torque se define mediante la expresión (Serway & Yewett, 2009):

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

siendo,

τ : torque [$N \cdot m$]

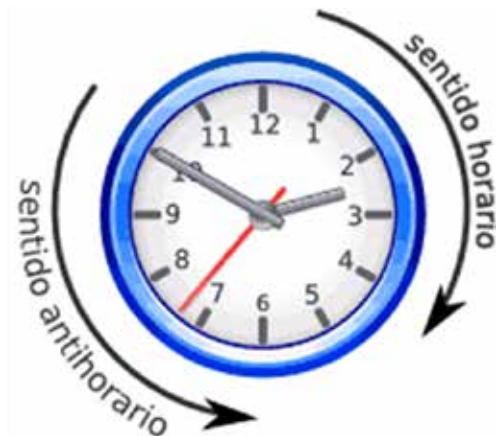
F : fuerza aplicada [N]

r : distancia al punto de giro [m]

α : ángulo de aplicación de la fuerza

Si el ángulo es de 90° , el torque es máximo y si el ángulo es de 0° , no existe torque.

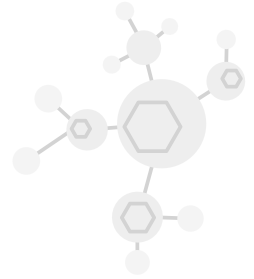
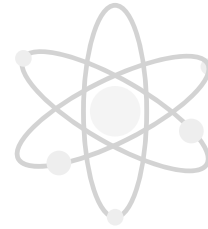
Se utiliza la convención de que el torque será positivo si el cuerpo gira en sentido antihorario y el torque será negativo si gira en sentido horario.



Fuente: www.goconqr.com

Equilibrio

Para que un objeto o cuerpo esté en equilibrio, debe estar en equilibrio traslacional y en equilibrio rotacional.



Equilibrio traslacional	Equilibrio rotacional
<p>La aceleración traslacional del centro de masa del objeto debe ser cero cuando se ve desde un marco de referencia inercial.</p>	<p>La aceleración angular en torno a cualquier eje debe ser cero.</p>
<p>La fuerza externa neta sobre el objeto debe ser igual a cero:</p> $\sum \mathbf{F} = \mathbf{0}$ <p>Si las fuerzas que actúan sobre el objeto están en los dos ejes cartesianos, entonces:</p> $\sum F_x = 0$ $\sum F_y = 0$	<p>El momento de torsión o torque externo neto sobre el objeto alrededor de cualquier eje debe ser cero:</p> $\sum \tau = 0$



Lee y analiza los siguientes problemas

Problemas resueltos

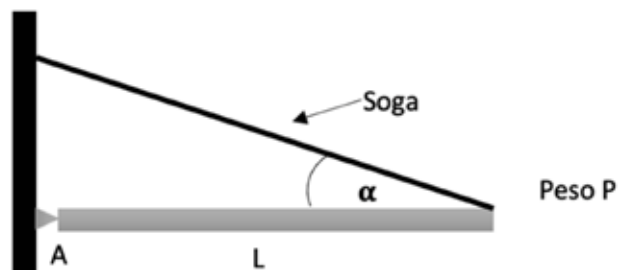
A continuación, se presentan tres problemas resueltos con sus procedimientos, en estos problemas se sugiere hacer lo siguiente:

- Lee comprensivamente.
- Revisa el paso a paso.
- Destaca lo que te resulte importante.
- Destaca lo que te genere dudas y luego consulta al tutor.



Problema 1 (Asimov, 2010, p. 40)

Una barra de longitud 2 m y 100 kg de masa está sostenida por una soga que forma un ángulo de 30° como indica la figura. Calcular la tensión de la cuerda y el valor de las reacciones en el apoyo A. Suponer que el peso de la barra está aplicado en el centro de la misma. Considerar $g=10 \text{ m/s}^2$



Solución

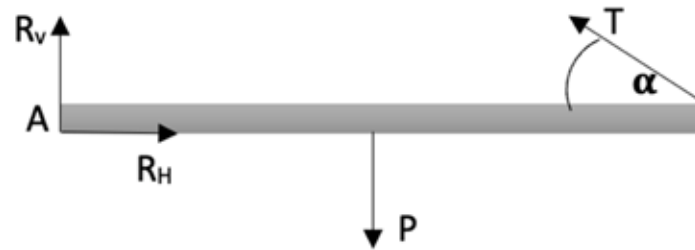
Paso 1: registrar los datos.

$$L=2 \text{ m}$$

$$m=100 \text{ kg}$$

$$\alpha=30^\circ$$

Paso 2: realizar el diagrama de cuerpo libre con las fuerzas que actúan sobre la barra.



Paso 3: realizar la sumatoria de torques, respecto del punto A, para encontrar la tensión en la soga.

$$\begin{aligned} \sum \tau &= 0 \\ T \cdot L \cdot \text{sen} \alpha - P \cdot \frac{L}{2} \cdot \text{sen} \alpha &= 0 \\ T \cdot 2 \cdot \text{sen} 30 - 100 \cdot 10 \cdot 1 \cdot \text{sen} 90 &= 0 \\ T - 1000 &= 0 \\ T &= 1000 \text{ N} \end{aligned}$$

Paso 4: descomponer la tensión en los ejes x e y (utilizar las razones trigonométricas).

$\begin{aligned} T_x &= T \cos 30 \\ T_x &= 1000 \cos 30 \\ T_x &= 866 \text{ N} \end{aligned}$	$\begin{aligned} T_y &= T \sin 30 \\ T_y &= 1000 \sin 30 \\ T_y &= 500 \text{ N} \end{aligned}$
---	---

Paso 5: realizar la sumatoria de fuerzas en los ejes x e y para determinar las reacciones en A.

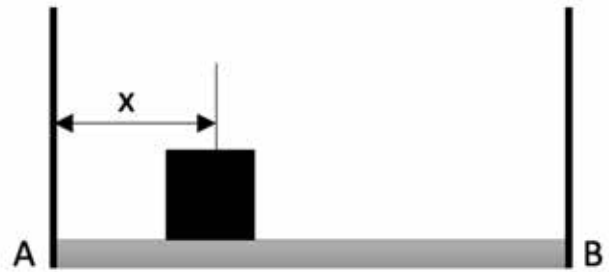
$\begin{aligned} \sum F_x &= 0 \\ R_H - T_x &= 0 \\ R_H &= T_x \\ R_H &= 866 \text{ N} \end{aligned}$	$\begin{aligned} \sum F_y &= 0 \\ T_y + R_V - P &= 0 \\ R_V &= P - T_y \\ R_V &= 100 \cdot 10 - 500 \\ R_V &= 500 \text{ N} \end{aligned}$
---	--



Problema 2 (Asimov, 2010, p. 41)

Una tabla AB que mide 4 m de longitud y que pesa 600 N está sostenida en equilibrio por medio de dos cuerdas verticales unidas a los extremos A y B. Apoyada sobre la tabla a 1 m de distancia del extremo A hay una caja que pesa 600 N.

- Calcular la tensión en ambas cuerdas.
- Si la cuerda A resiste como máximo una tensión de 850 N, ¿cuál es la distancia mínima x entre la caja y el extremo A?

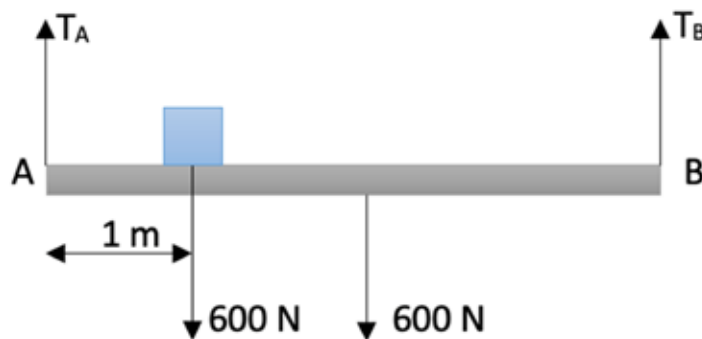


Solución letra a

Paso 1: registrar los datos.

$$\begin{aligned}L_T &= 4 \text{ m} \\P_T &= 600 \text{ N} \\L_C &= 1 \text{ m} \\P_C &= 600 \text{ N} \\T &= 800 \text{ N}\end{aligned}$$

Paso 2: realizar diagrama de cuerpo libre.



Paso 3: realizar la sumatoria de torques respecto del punto A.

$$\begin{aligned}\sum \tau &= 0 \\ T_B \cdot L \cdot \text{sen}\alpha - P_T \cdot \frac{L}{2} \cdot \text{sen}\alpha - P_c \cdot L_c \cdot \text{sen}\alpha &= 0 \\ T_B \cdot 4 \cdot \text{sen}90 - 600 \cdot \frac{4}{2} \cdot \text{sen}90 - 600 \cdot 1 \cdot \text{sen}90 &= 0 \\ 4T_B - 1200 - 600 &= 0 \\ 4T_B - 1800 &= 0 \\ 4T_B &= 1800 \\ T_B &= \frac{1800}{4} \\ T_B &= 450 \text{ N}\end{aligned}$$

Paso 4: realizar la sumatoria de torques respecto del punto B.

$$\begin{aligned}\sum \tau &= 0 \\ T_A \cdot L \cdot \text{sen}\alpha - P_T \cdot \frac{L}{2} \cdot \text{sen}\alpha - P_c \cdot L_c \cdot \text{sen}\alpha &= 0 \\ T_A \cdot 4 \cdot \text{sen}90 - 600 \cdot \frac{4}{2} \cdot \text{sen}90 - 600 \cdot 3 \cdot \text{sen}90 &= 0 \\ 4T_A - 1200 - 1800 &= 0 \\ 4T_A - 3000 &= 0 \\ 4T_A &= 3000 \\ T_A &= \frac{3000}{4} \\ T_A &= 750 \text{ N}\end{aligned}$$

Solución letra b

Paso 1: realizar sumatoria de torque respecto del punto B.

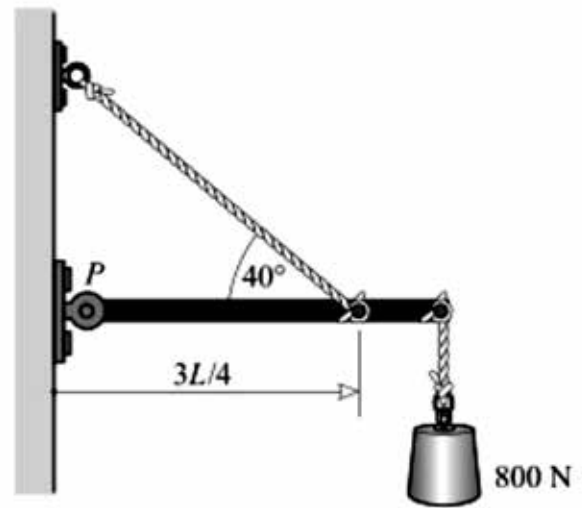
$$\begin{aligned}\sum \tau &= 0 \\ T_A \cdot L \cdot \text{sen}\alpha - P_T \cdot \frac{L}{2} \cdot \text{sen}\alpha - P_c \cdot L_c \cdot \text{sen}\alpha &= 0 \\ 850 \cdot 4 \cdot \text{sen}90 - 600 \cdot \frac{4}{2} \cdot \text{sen}90 - 600 \cdot L_c \cdot \text{sen}90 &= 0 \\ 3400 - 1200 - 600L_c &= 0 \\ 2200 - 600L_c &= 0 \\ 2200 &= 600L_c \\ \frac{2200}{600} &= L_c \\ L_c &= 3,7 \text{ m}\end{aligned}$$

$$L_{\min} = 4 - 3,7 = 0,3 \text{ m}$$



Problema 3 (Shaum & Hecht, 2007, p.56)

La viga uniforme de 600 N está sujeta a un gozne en el punto P. Calcule la tensión en la cuerda y las componentes de la fuerza de reacción que ejerce el gozne sobre la viga.

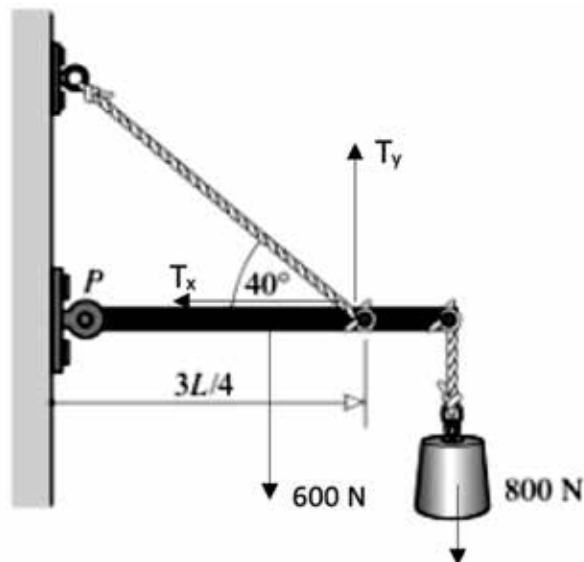


Solución

Paso 1: registrar los datos.

$$P_V = 600 \text{ N (peso de la viga)}$$
$$P_M = 800 \text{ N (peso del objeto)}$$
$$\alpha = 40^\circ$$

Paso 2: realizar diagrama de cuerpo libre.



Paso 3: realizar sumatoria de torques respecto del punto P.

$$\begin{aligned}\sum \tau &= 0 \\ T \cdot \frac{3L}{4} \cdot \text{sen}\alpha - P_m \cdot L \cdot \text{sen}\alpha - P_v \cdot \frac{L}{2} \cdot \text{sen}\alpha &= 0 \\ T \cdot \frac{3L}{4} \cdot \text{sen}40 - 800 \cdot L \cdot \text{sen}90 - 600 \cdot \frac{L}{2} \cdot \text{sen}90 &= 0 \\ 0,48 TL - 800L - 300L &= 0 \\ 0,48 TL - 1100L &= 0\end{aligned}$$

Simplificar L en ambos lados

$$\begin{aligned}0,48 T &= 1100 \\ T &= \frac{1100}{0,48} \\ T &= 2292 \text{ N}\end{aligned}$$

Paso 4: descomponer la tensión en los ejes x e y.

$\begin{aligned}T_x &= T \cos 40 \\ T_x &= 2292 \cos 40 \\ T_x &= 1756 \text{ N}\end{aligned}$	$\begin{aligned}T_y &= T \sin 40 \\ T_y &= 2292 \sin 40 \\ T_y &= 1473 \text{ N}\end{aligned}$
--	--

Paso 5: realizar sumatoria de fuerzas en el eje x y en el eje y.

$\begin{aligned}\sum F_x &= 0 \\ R_H - T_x &= 0 \\ R_H &= T_x \\ R_H &= 1756 \text{ N}\end{aligned}$	$\begin{aligned}\sum F_y &= 0 \\ T_y + R_V - P_m - P_v &= 0 \\ R_V &= P_m + P_v - T_y \\ R_V &= 800 + 600 - 1473 \\ R_V &= -73 \text{ N}\end{aligned}$
--	--



Pon a prueba tus conocimientos

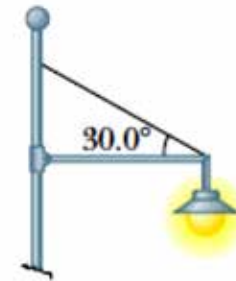
Problemas propuestos

A continuación, se presentan tres problemas propuestos para que puedas resolver y practicar, recuerda hacer lo siguiente:

- Resuélvelos siguiendo los pasos utilizados en los problemas resueltos.
- Si es necesario apóyate con los apuntes.
- Si surgen dudas, registrarlas para luego consultar con el tutor.
- ¡Buen trabajo!

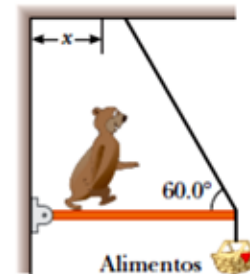
1. Un reflector de 20 kg en un parque está sostenido al final de una viga horizontal de masa despreciable que está articulada a un poste como se muestra en la figura. Un cable a un ángulo de 30° con la viga ayuda a sostenerlo. Considere el equilibrio de la viga y dibuje un diagrama de cuerpo libre de dicho objeto. Encuentre: (Serway & Yewett, 2008, p. 355)

- a. La tensión del cable.
- b. La fuerza resultante sobre el punto de apoyo de la viga.
- c. La dirección de la fuerza resultante.

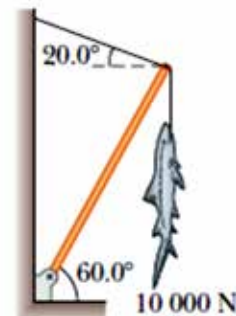


2. Un oso hambriento que pesa 800 N camina hacia afuera de una viga en un intento por recuperar una canasta de comida que cuelga en el extremo de la viga (ver figura). La viga es uniforme, pesa 150 N y mide 7 m de largo; la canasta pesa 70 N. Encuentre: (Serway & Yewett, 2008, p. 357)

- a. La tensión cuando el oso está en $x=2$ m.
- b. La fuerza resultante sobre el punto de apoyo de la viga.
- c. La dirección de la fuerza resultante.



3. Un tiburón de 10000 N está sostenido mediante un cable unido a una barra de 4.00 m que se articula en la base. Calcule la tensión en la soga entre la barra y la pared, si supone que la misma sostiene el sistema en la posición que se muestra en la figura. Encuentre las fuerzas horizontal y vertical que se ejercen sobre la base de la barra. Ignore el peso de la barra. (Serway & Yewett, 2008, p. 358)



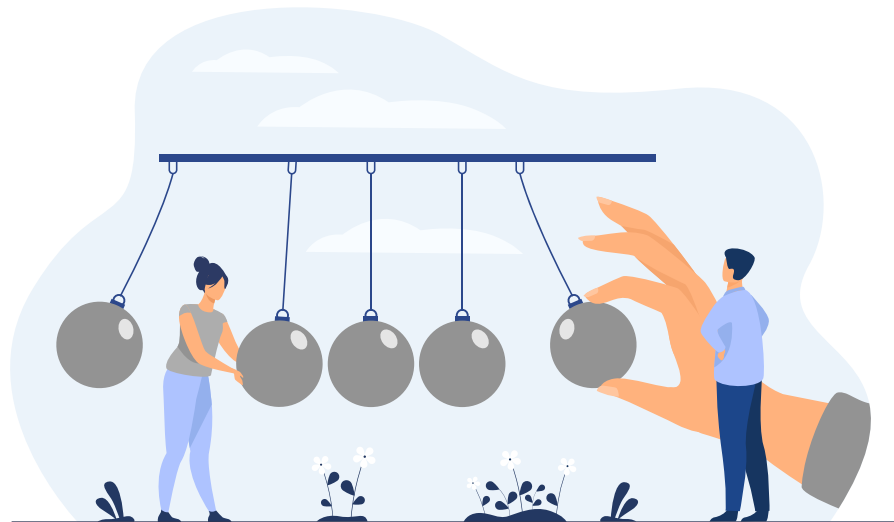
Solucionario

1. a. 392 N; b. 339 N; c. 0°
2. a. 429 N; b. 683 N; c. 72°
3. T=5000 N; R_H=4698 N; R_V=8290 N

Síntesis

En este documento se estudió el concepto de torque y equilibrio. Para que exista equilibrio, la sumatoria de los torques debe ser cero y la sumatoria de las fuerzas debe ser cero. A continuación se presentan las principales ecuaciones estudiadas.

Torque	$\tau = F \cdot r \cdot \text{sen}\alpha$
Equilibrio	$\sum \tau = 0$ $\sum F = 0$



REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Asimov. (2010). Física para el CBC. Buenos Aires: Asimov.
- Serway & Jewett, J. (2008). Física para ciencias e ingeniería. México: Cengage Learning.
- Shaum, F & Hecht, E. (2007). Física General. Décima edición. México: McGraw-Hill.

¿Quieres recibir orientación para optimizar tu estudio en la universidad?

CONTAMOS CON PROFESIONALES EXPERTOS EN EL APRENDIZAJE QUE TE PUEDEN ORIENTAR

[SOLICITA NUESTRO APOYO](#)



[Sitio Web de CIMA](#)



[Ver más fichas](#)



[Solicita más información](#)