

ESTÁTICA

En esta unidad analizaremos el equilibrio de un cuerpo grande, que no puede considerarse como una partícula. Además, vamos a considerar dicho cuerpo como un **cuerpo rígido**, es decir que no sufre deformaciones bajo la acción de fuerzas externas.

Centro de gravedad de un cuerpo (CG)

El Centro de Gravedad (CG) de un cuerpo es un punto que se puede considerar, como si todo el peso del cuerpo se aplicara ahí. No necesariamente será un punto que pertenezca al cuerpo.

Para cuerpos homogéneos y de forma geométrica definida se encuentra en el centro de simetría del cuerpo. Así para cuerpos de forma circular, esférica, etc., se encontrará en el centro geométrico del cuerpo.

El centro de gravedad de un objeto hecho de distintos materiales, es decir, cuya densidad varía por lo tanto no homogéneo, puede estar muy lejos de su centro geométrico, por ejemplo una esfera hueca y llena de plomo hasta la mitad, en este caso el CG no coincidirá con su centro geométrico sino que estará en algún lugar de la parte con plomo.

Los cuerpos rígidos con bases amplias y centros de gravedad bajos son más estables

y menos propensos a voltearse. Esta relación es evidente en el diseño de los automóviles de carrera de alta velocidad, que tienen neumáticos anchos y centros de gravedad cercanos al suelo. También la posición del centro de gravedad del cuerpo humano tiene efectos sobre ciertas capacidades físicas. Por ejemplo, las mujeres suelen doblarse y tocar los dedos de sus pies o el suelo con las palmas de sus manos, con más facilidad que los varones, quienes con frecuencia se caen al tratar de hacerlo; en general, los varones tienen centros de gravedad más altos (hombros más anchos) que las mujeres (pelvis grande), de modo que es más fácil que el centro de gravedad de un varón quede fuera de su base de apoyo cuando se flexiona hacia el frente.

Fuerzas Concurrentes

Cuando las fuerzas aplicadas (o las líneas de acción de estas) sobre un cuerpo concurren a un mismo punto se les llama fuerzas concurrentes.

Fuerzas no concurrentes

En la guía de dinámica nos hemos referido a las fuerzas que actúan en un sólo punto. Sin embargo, hay muchos casos en los cuales las fuerzas que actúan en un objeto no tienen un punto común de aplicación. Tales fuerzas se denominan *no concurrentes*.

Línea de acción de una fuerza

Se define como una línea imaginaria extendida indefinidamente a lo largo del vector fuerza.

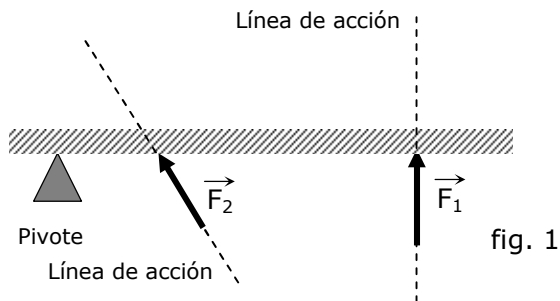


fig. 1

Nota: el pivote es un punto de apoyo, el cual permite que un cuerpo rígido pueda girar.

Brazo de palanca (b)

La distancia perpendicular del eje de rotación a la línea de acción de una fuerza recibe el nombre de **brazo de palanca de esa fuerza**. Este factor determina la eficacia de una fuerza dada para causar movimiento de rotación.

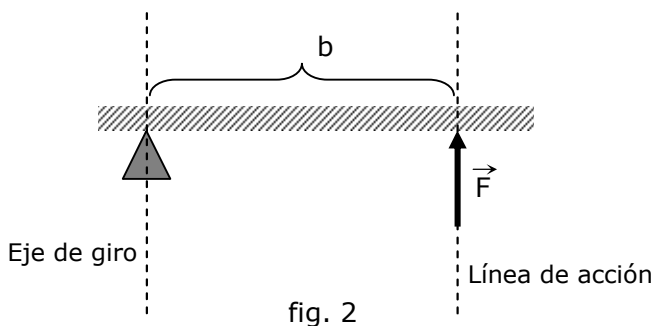


fig. 2

Momento de fuerza (torque)

El **momento de una fuerza o momento de torsión** ($\vec{\tau}$) se puede definir como la tendencia a producir un cambio en el movimiento de rotación. Como ya vimos, tanto la magnitud de una fuerza, $|\vec{F}|$, como

su brazo de palanca, **b**, determinan el movimiento de rotación. De esta manera, podemos definir el momento de una fuerza como sigue:

$$\text{Momento de Fuerza} = \text{Brazo de palanca} \times \text{fuerza}$$

La magnitud del torque realizado por una fuerza que es perpendicular al brazo es la siguiente.

$$|\vec{\tau}| = |\vec{F}_\perp| \cdot b$$

La unidad del momento de torsión en el SI es **metro · Newton (mN)**.

Convención de signos para el momento de una fuerza (torque)

Si el cuerpo tiende a girar contrario al movimiento de las manecillas de un reloj el momento de una fuerza será positivo, y al girar en el mismo sentido el momento será negativo. En el caso de que la línea de acción pase por el eje de giro, el torque realizado por esa fuerza será nulo.

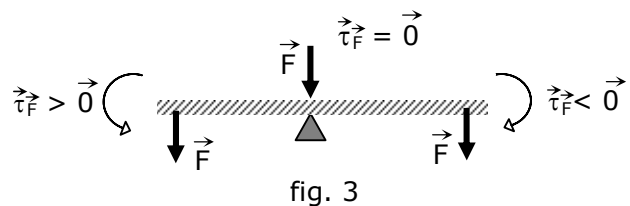


fig. 3

Condiciones para el equilibrio

Las dos condiciones necesarias para que un objeto esté en equilibrio son:

I) La fuerza externa resultante sobre el objeto debe ser igual a cero, es decir:

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

en este caso se dice que el cuerpo está en **equilibrio traslacional**.

II) El torque externo resultante sobre el objeto debe ser cero alrededor de cualquier origen, es decir:

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

en este caso se dice que el cuerpo está en **equilibrio rotacional**.

Nota: al analizar el momento de fuerza de un cuerpo rígido, es importante tener en cuenta su peso, ya que si éste no es despreciable, podría existir un torque más en el análisis del problema.

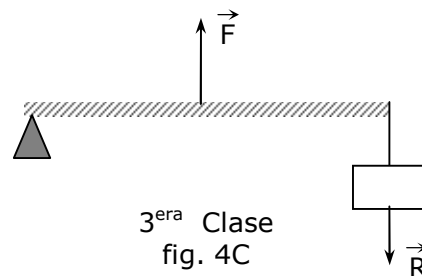
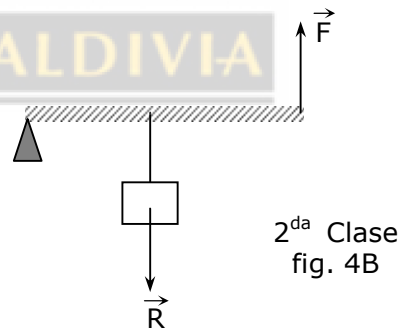
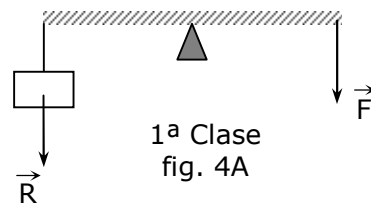
Máquinas

Las máquinas sirven para aliviar el trabajo de las personas de modo que para realizar un trabajo se necesite **menos esfuerzo haciendo el mismo trabajo**.

Existen máquinas simples y máquinas compuestas. Las máquinas simples son sencillos sistemas como palancas, planos inclinados, poleas, ruedas etc, y las máquinas compuestas están constituidas por dos o más máquinas simples como por ejemplo una bicicleta o una grúa, etc.

Palancas

Es una barra rígida sometida a dos esfuerzos y apoyada en un punto. Las fuerzas que soporta son: Fuerza aplicada (\vec{F}) y resistencia (\vec{R}). Según la posición del punto de apoyo las palancas pueden ser:



Equilibrio rotacional de una palanca

Tanto la resistencia \vec{R} como la fuerza \vec{F} constituyen una dupla de torques con respecto al punto de apoyo O , en la siguiente palanca de primera clase, la condición es que haya equilibrio rotacional, por lo tanto

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

es decir

$$\mathbf{R \cdot r - F \cdot b = 0 \Rightarrow R \cdot r = F \cdot b}$$

donde \vec{F} = Fuerza
 \vec{R} = Resistencia
 b = brazo de la Fuerza
 r = brazo de la Resistencia

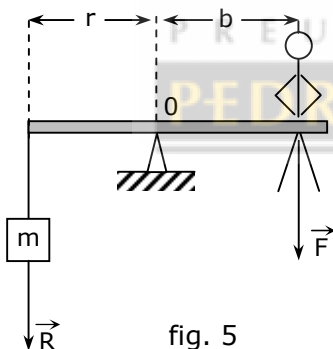


fig. 5

Nota: Esta condición de equilibrio se cumple para los tres tipos de palanca.

Poleas

I. Polea fija

Es una rueda acanalada que gira alrededor de un eje fijo que pasa por su centro y por ella pasa una cuerda. El objetivo de una polea fija es invertir el sentido de aplicación de la fuerza.

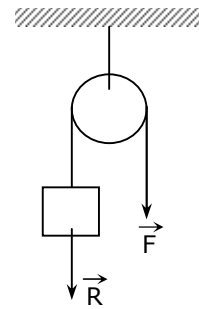


fig. 6

Para sostener el peso \vec{R} se debe aplicar una fuerza \vec{F} de magnitud igual a \vec{R} .

II. Polea móvil

La polea móvil se aprecia en la figura y para que esté en equilibrio, la suma de los momentos producidos por la fuerza motriz y la resistencia debe ser cero.

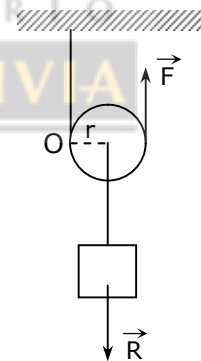


fig. 7

Si analizamos el equilibrio de esta polea con respecto al punto O (punto donde se ubica el eje de giro de una polea móvil) tenemos lo siguiente:

$$2 \cdot r \cdot F - r \cdot R = 0$$

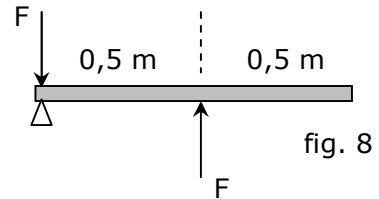
donde obtenemos $|\vec{F}| = \frac{|\vec{R}|}{2}$

Si el número de poleas móviles es n , entonces podemos hacer $|\vec{F}| = \frac{|\vec{R}|}{2^n}$

EJEMPLOS

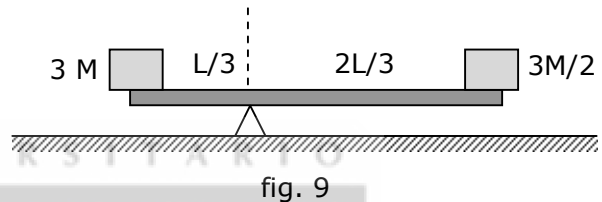
1. Sobre una barra horizontal de masa despreciable, pivotada en un extremo. Se ejercen dos fuerzas F , verticales, de 40 N cada una. Los puntos en los cuales se ejercen las fuerzas se indican en la figura adjunta a esta pregunta. El torque neto sobre la barra es

- A) 80 mN
 B) 40 mN
 C) 20 mN
 D) 2 mN
 E) 0 mN



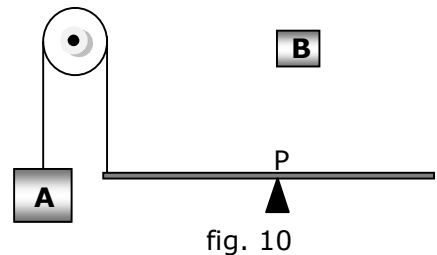
2. Una delgada barra de masa despreciable sostiene dos masas colocadas en sus extremos. A una distancia $L/3$ del punto de apoyo se ubica el cuerpo de masa $3M$ y a $2L/3$ se ubica el de masa $3M/2$. El momento de fuerza resultante respecto al punto de apoyo es

- A) 0
 B) $ML \cdot g$
 C) $2ML \cdot g$
 D) $ML \cdot g/2$
 E) $ML \cdot g/3$



3. Una barra homogénea de masa M y largo L está pivotada en el centro, en el punto P . Un extremo de la barra está amarrado a una cuerda la cual pasa por una polea fija. El otro extremo de la cuerda está sosteniendo un cuerpo A de masa $2M$. Considerando que la cuerda y la polea son ideales, ¿dónde ubicar un cuerpo B y de qué masa debe ser, para que la barra esté en equilibrio rotacional?

- A) a la derecha de P a una distancia $L/4$, y masa $4M$.
 B) a la derecha de P a una distancia $L/4$, y masa $2M$.
 C) a la izquierda de P a una distancia $L/4$, y masa $2M$.
 D) a la derecha de P a una distancia $L/2$, y masa $2M$.
 E) a la izquierda de P a una distancia $L/4$, y masa $4M$.



4. Una barra homogénea, de 3 m de largo y 1 kg de masa, cuelga del techo a través de una cuerda atada a uno de sus extremos, y en el otro extremo se apoya sobre un pivote. Sobre la barra se ubica un cuerpo P de 5 kg a una distancia de 0,6 m del pivote. Si existe equilibrio rotacional, la tensión presente en la cuerda es de magnitud

- A) 45 N
 B) 30 N
 C) 20 N
 D) 15 N
 E) 10 N

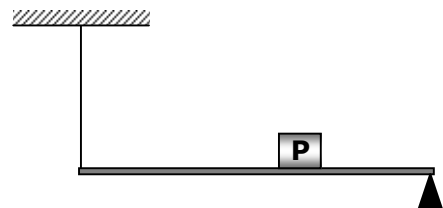


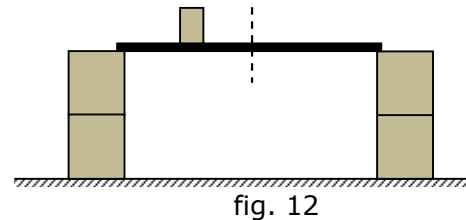
fig. 11

PROBLEMAS DE SELECCIÓN MÚLTIPLE

Use $|g| = 10 \text{ m/s}^2$, a menos que se especifique otro valor.

1. Una barra de largo L y masa despreciable está apoyada horizontalmente en ambos extremos sobre un par de cajas. Un cuerpo pequeño de masa M está ubicado sobre la barra a una distancia $L/4$ del centro de ésta, ver figura. ¿Qué fuerza se está ejerciendo, en el extremo derecho, sobre la barra?

- A) $4Mg$
 B) $2Mg$
 C) Mg
 D) $Mg/2$
 E) $Mg/4$



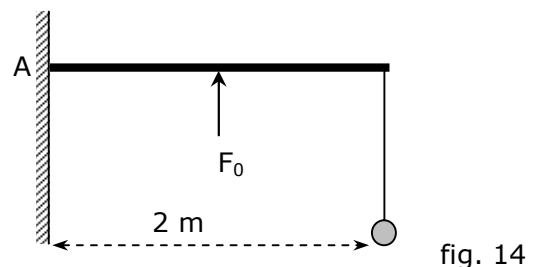
2. Una pelota de 500 g hecha de goma cae verticalmente, al llegar abajo, golpea un extremo de una barra de masa despreciable. En el otro extremo de la barra hay una caja de 10 kg ubicada a 40 cm del punto P, que es donde se apoya la barra, ver figura 13. Al chocar la pelota, su rapidez era de 30 m/s y el punto donde se produce el choque está a 30 cm de P. Considerando que el choque duró 0,1 s, el torque que hace la fuerza media sobre la barra es tal que se cumple que



- A) no logra levantar la caja porque ejerce un torque pequeño de 1,5 mN.
 B) logra levantar la caja, debido a que ejerce un torque de 45 mN.
 C) logra levantar la caja ya que la pelota ejerce un torque de 150 mN.
 D) el sistema entra en equilibrio rotacional.
 E) no logra levantar la caja, porque ésta ejerce un torque mayor en 5 mN, comparado con el que ejerce la pelota.

3. Una barra de 2 m de largo y masa despreciable, está empotrada, en uno de sus extremos, a un muro en el punto A. En el otro extremo de la barra cuelga un péndulo de masa 1 kg. ¿Qué fuerza y a qué distancia del punto A se debe aplicar la fuerza F_0 , ver figura 14, para que exista equilibrio rotacional?

- A) 5 N aplicado a 1 m.
 B) 40 N aplicado a 1,5 m.
 C) 30 N a 0,6 m.
 D) 40 N aplicado a 0,5 m.
 E) 80 N aplicado a 0,5 m.



4. La figura 15 muestra una barra homogénea de 4 kg y largo 2 m, que está apoyada sobre una caja en el punto E. Este punto se ubica a 0,8 m del extremo izquierdo de la barra. Con los datos entregados el momento de fuerza resultante, sobre la barra, es

- A) 80 mN
 B) 40 mN
 C) 24 mN
 D) 16 mN
 E) 8 mN

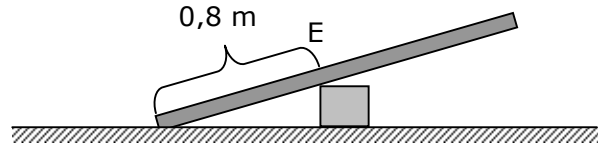


fig. 15

5. Una barra homogénea está apoyada en un muro tal como se muestra en la figura 16. La barra está quieta, es de largo 3 m y su masa es de 6 kg. El torque neto sobre ella, con las condiciones indicadas es

- A) 0 mN
 B) 9 mN
 C) 18 mN
 D) 90 mN
 E) 180 mN

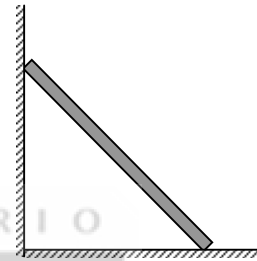


fig. 16

6. Sobre una rueda de doble radio se ejercen dos fuerzas tangentes. Una de ellas de 20 N y la otra de 40 N tal como se muestra en la figura 17. Los radios de la rueda son de 30 cm y 20 cm, por lo tanto el torque neto sobre ella es

- A) 18 mN
 B) 8 mN
 C) 6 mN
 D) -6 mN
 E) -2 mN

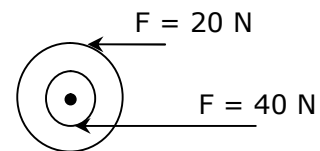


fig. 17

7. Una fuerza F se ejerce en un extremo de una cuerda de 1 m de largo, la cual pasa por una polea de 30 cm de diámetro. Del otro extremo de ella cuelga una masa de 5 kg, por lo tanto el sistema estará en equilibrio rotacional si F es de magnitud

- A) 50,0 N
 B) 25,0 N
 C) 7,5 N
 D) 5,0 N
 E) 2,5 N

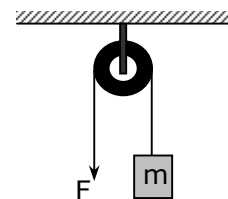


fig. 18

8. ¿Cuál debe ser la magnitud de la fuerza F para que el cuerpo de 40 kg suba con velocidad constante, en la situación mostrada en la figura 19?

- A) 10 N
 B) 50 N
 C) 100 N
 D) 200 N
 E) 400 N

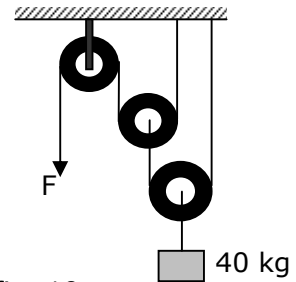


fig. 19

9. Sobre una placa cuadrada, que puede girar en torno al punto P , se ejercen 4 fuerzas que se muestran en la figura 20. De estas fuerzas las que no ejercen torque sobre el cuerpo son

- A) F_1 y F_2
 B) F_2 y F_3
 C) F_2 y F_4
 D) F_1 y F_3
 E) solo F_1



fig. 20

10. Una barra de 5 m de largo, sostiene una caja de 24 kg en uno de sus extremos y a 1 m del pivote en el cual se apoya la barra, ver figura 21. A la derecha del pivote hay cinco puntos con separación de 80 cm entre sí. Se tienen además 5 pequeñas cajitas de 5 kg cada una las que se irán colocando primero una en A, luego la segunda cajita se ubicará en B y así sucesivamente hasta que la barra quede en posición horizontal. Por lo tanto es correcto que se logrará el objetivo al colocar la cajita en la posición

- A) A
 B) B
 C) C
 D) D
 E) E

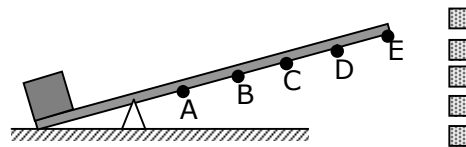


fig. 21

CLAVES DE LOS EJEMPLOS

1 C 2 A 3 E 4 D

DMDOFM-08

**Puedes complementar los contenidos de esta guía visitando nuestra web.
<http://www.pedrodevaldivia.cl/>**