

# Guía 3

## EL EQUILIBRIO DE LOS CUERPOS



### Indicadores de logros

- ✓ Diferencia las condiciones bajo las cuales un cuerpo está en equilibrio de rotación y/o traslación.
- ✓ Aplica las condiciones de equilibrio en el análisis de situaciones de la vida diaria.
- ✓ Analiza las ventajas y desventajas de las alternativas posibles, para elegir la más adecuada. (**TOMA DE DECISIONES**).
- ✓ Asume responsabilidad por las decisiones tomadas.
- ✓ Comunica sus decisiones en forma oportuna.
- ✓ Toma decisiones en forma oportuna.



## Hagamos un análisis del siguiente texto

Las actividades a realizar en esta guía están orientadas hacia el desarrollo de la competencia toma de decisiones, que es uno de los procesos esenciales en la planeación, para analizar, elegir y poner en marcha alternativas de solución, con el fin de buscar resultados en forma acertada y oportuna.

La competencia toma de decisiones es una competencia intelectual asociada a capacidades y habilidades del pensamiento que exige en la persona compromiso, responsabilidad y riesgo.

La toma de decisiones es algo que se presenta a diario en la vida de cada persona.

Esta competencia trae beneficios, pues en la toma de decisiones se busca el bien común y el uso adecuado de los recursos disponibles.

La toma de decisiones es también muy importante para fortalecer procesos de grupo a nivel, familiar, de empresa, social y educativo.



**Leo con atención el siguiente fragmento y hago un comentario con los compañeros de subgrupo.**

La gente del circo son artistas del equilibrio. Naturalmente, los acróbatas de circo no estudian Física para aprender cómo guardar el equilibrio. Adquieren por intentos la “sensación” de un estado de equilibrio, lo mismo que un bebé aprende a mantenerse de pie cuando anda o como nosotros conseguimos sostenernos sobre patines o caminar por un palo al cruzar una quebrada.

**Contesto en mi cuaderno el siguiente interrogante:**

Si se intenta saltar de un vehículo en movimiento, ¿en qué dirección debe lanzarse para conservar el equilibrio?

## **Actividad 1. “El Viento en Los Sauces”**

Formamos grupos de 3 ó 5 estudiantes. Voluntariamente uno de ellos pasará al centro; tomará la posición firme y los otros lo empujarán suavemente, mientras lo protegen de no dejarlo caer. Si se quiere otros estudiantes tomarán la decisión de repetir la actividad.

## **Actividad 2. “El Tesoro Escondido”**

En el patio del colegio amarramos una soga a unos 100 cm por encima del suelo. Algunos estudiantes, de acuerdo a sus capacidades y condiciones físicas deciden si pueden o no caminar sobre la soga, conservando su equilibrio, hasta cruzar en su totalidad y hallar el premio sorpresa.( pueden apoyarse en ayudas externas).

En plenaria y con la ayuda del profesor socializamos la actividad, destacando fortalezas y debilidades.



**Analizo la siguiente información y según mi criterio decido cuáles de los siguientes ejemplos consigno en mi cuaderno. Los ejercicios propuestos los resuelvo y los presento a mi profesor.**

### **Estática**

Es la parte de la MECÁNICA que se encarga del estudio de los cuerpos sólidos en equilibrio.

La estática ha sido de gran importancia en la ingeniería por la utilidad en la construcción de puentes, edificaciones, fabricación de grúas, cables elevadores, ganchos y otras máquinas.

### **Equilibrio**

Un cuerpo está en equilibrio cuando la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre él es cero y por tanto la aceleración es cero. Es importante diferenciar este concepto con el concepto de reposo, ya que cuando un cuerpo está en reposo su velocidad es cero.



## Clases de Equilibrio

Si consideramos sólo el reposo, un cuerpo puede encontrarse equilibrado en tres condiciones diferentes:

### a. Equilibrio Estable

Si al separarlo ligeramente de su posición de equilibrio tiende a recuperarlo por sí mismo.



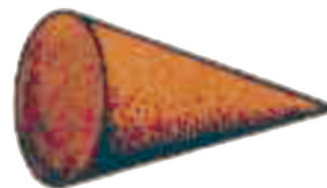
### b. Equilibrio Inestable

Si al separarlo de su posición de equilibrio la pierde definitivamente.



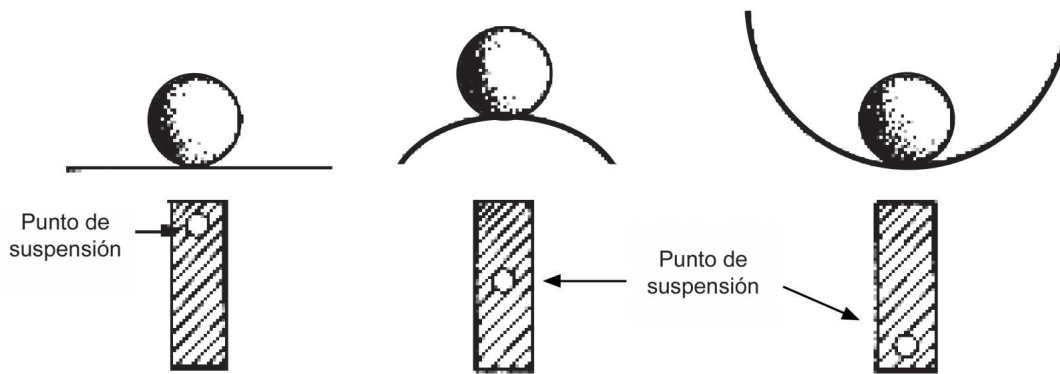
### c. Equilibrio Indiferente

Si al separarlo de su posición de equilibrio siguen en equilibrio.



## EJERCICIO PROPUESTO:

En mi cuaderno construyo las gráficas siguientes y escribo debajo de cada una de ellas la clase de equilibrio que se observa.



## Condiciones de Equilibrio

Según la primera Ley de Newton, un cuerpo está en equilibrio o en movimiento rectilíneo uniforme si la suma de las fuerzas aplicadas sobre él es igual a cero, es decir,  $\Sigma F = 0$

Dicha expresión se descompone en dos ecuaciones, así:

$$\Sigma fx = 0 ; \Sigma fy = 0$$

Cuando esto sucede, se dice que el cuerpo se encuentra en equilibrio de traslación. (Primera condición de equilibrio).

La segunda condición de equilibrio, es el equilibrio de rotación, es decir, cuando la suma algebraica de los Torques (momentos) de las fuerzas aplicadas al cuerpo, respecto a un punto cualquiera es cero. Por lo tanto:  $\Sigma \tau = 0$

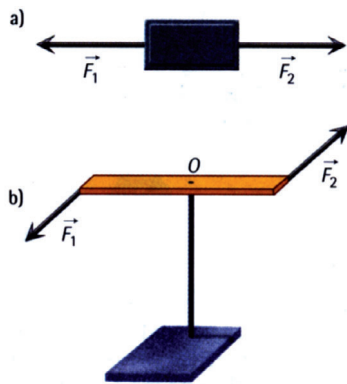
Cuando un cuerpo se encuentra en equilibrio de traslación y en equilibrio de rotación, se dice que está en equilibrio completo.

## Cuerpos Rígidos

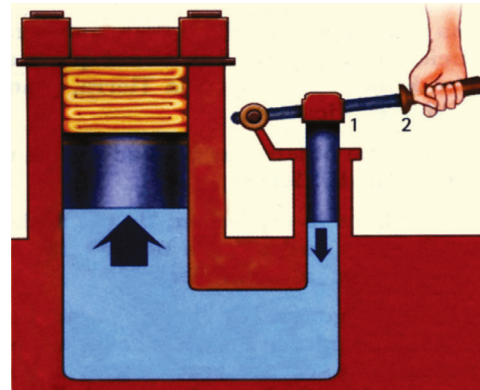
Es un cuerpo que tiene forma definida, pues las partículas que lo conforman se encuentran en posiciones fijas unas con respecto a otras.

Los cuerpos rígidos se pueden girar, (gato hidráulico)

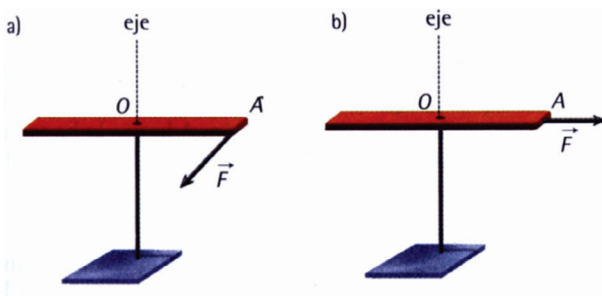




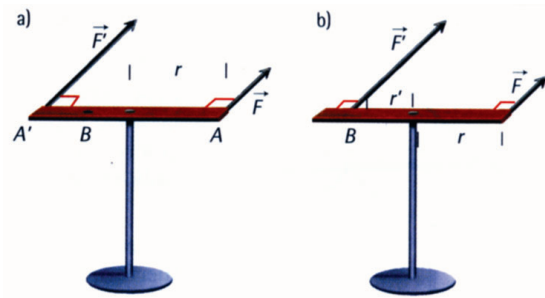
Las fuerzas  $F_1$  y  $F_2$  en las dos situaciones son de igual módulo y sentido contrario



La fuerza que debe aplicarse a la barra para que esta gire, es mayor en el punto 1, que en el 2.



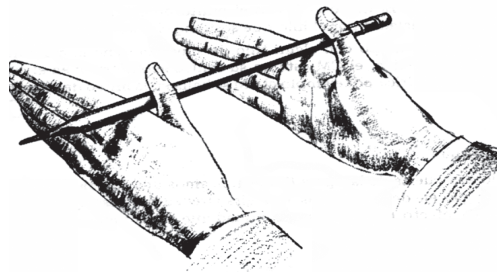
a) Las fuerzas perpendiculares a la barra producen Efecto de rotación. b) Las fuerzas paralelas a la barra no producen efecto de rotación.



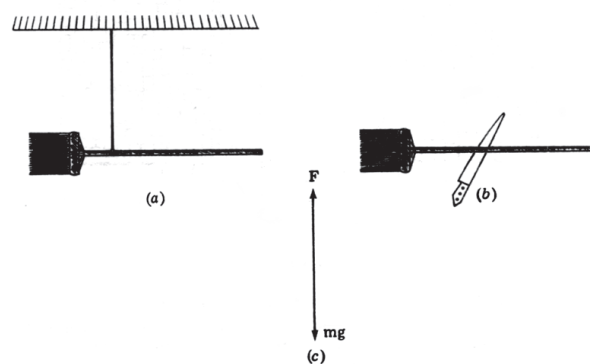
a) La fuerza  $F_1$  contrarresta el efecto de rotación producido por la fuerza  $F$ . b) la fuerza  $F_1$ , de mayor intensidad  $F$ , contrarresta el efecto de rotación producido por la fuerza  $F$ .

## Centro de Masa y Centro de Gravedad

Tome un lápiz y coloque cada uno de sus extremos sobre los índices, como se muestra en la figura, después muévalos lentamente hasta juntarlos; luego sepárelos y repita el proceso con escobas, martillos, libros, etc.



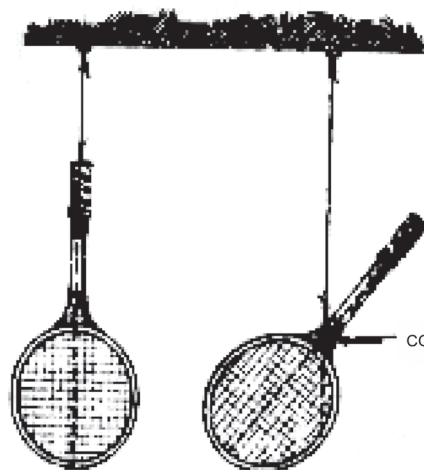
Después de realizada esta actividad, quizás esté sorprendido ya que el objeto siempre se mantiene en equilibrio; con sumo cuidado señale el sitio del objeto donde se encuentran las manos; coloque allí un cuchillo o una cuerda y suspenda el objeto como se esquematiza en la parte (a) o (b) de la siguiente figura; sabemos que el soporte aplica fuerza al objeto en el punto de contacto, y que por otra parte, la Tierra atrae a cada una de sus partículas; la suma de los pesos de todas ellas



es su peso total, el cual actúa en un punto llamado centro de gravedad (CG). El diagrama de fuerzas de los casos (a) y (b) de la figura, es idéntico, y lo indicamos en el caso (c).

Considerando que todo el peso de un cuerpo está aplicado en el centro de la gravedad, también se puede considerar que toda su masa está concentrada en ese punto, que ahora lo llamamos centro de masa (CM). En general, para un determinado cuerpo estos dos puntos coinciden.

Un método experimental para localizar el CG o CM se esquematiza en la figura siguiente. El CM o el CG es el punto de corte de dos verticales cualesquiera señaladas por el hilo que sostiene el cuerpo.



Cuando un cuerpo con algún tipo de simetría tiene su masa uniformemente distribuida, CM está en su centro geométrico: en el caso de una varilla cilíndrica por ejemplo el CM se halla en la mitad del eje central.

### **Torque o Momento de una Fuerza ( $\tau$ )**

Se llama Torque de una fuerza con relación a un eje o punto de rotación al producto de la fuerza por la distancia de su punto de aplicación al eje de giro.

$$\tau = F \cdot d$$

Siendo:  $\tau$  = Torque o momento de fuerza  
F = Fuerza Aplicada  
D = Distancia

El Torque o efecto de giro es positivo si lleva el sentido contrario al movimiento de las manecillas del reloj, y negativo si lleva igual sentido al movimiento de las manecillas del reloj.

El Torque o movimiento de una fuerza se mide en:

$$\begin{aligned} \tau &= \text{Dinas} \cdot \text{cm.} \\ \tau &= \text{N} \cdot \text{m.} \end{aligned}$$

LA TOMA DE DECISIONES TRAE VENTAJAS EN  
EL USO ADECUADO DE LOS RECURSOS DISPONIBLES.

### **Ejemplos de la Primera Condición de Equilibrio:**

Para resolver situaciones físicas empleando la primera condición de equilibrio, tenga en cuenta las siguientes recomendaciones:

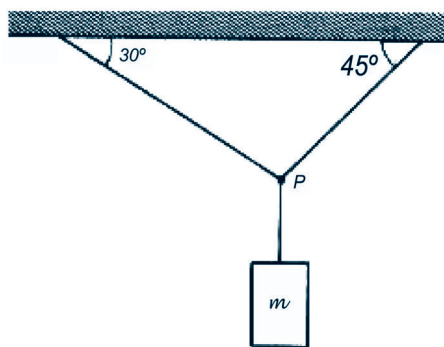
- Se ilustra la situación descrita en el problema con una gráfica.
- Se realiza un diagrama de cuerpo libre, es decir, un diagrama vectorial que describe todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo. Si las fuerzas son concurrentes se determina el punto donde concurren.
- Se hallan la componente horizontal (x) y vertical (y) de las fuerzas que actúan.



- d. Se aplica la primera condición de equilibrio:  $\Sigma F_x = 0$  y  $\Sigma F_y = 0$  para plantear dos ecuaciones en función de las fuerzas desconocidas.
- e. Se resuelven por álgebra dichas ecuaciones.

**A continuación encontramos varios ejercicios y su respectiva solución. Analicémoslos.**

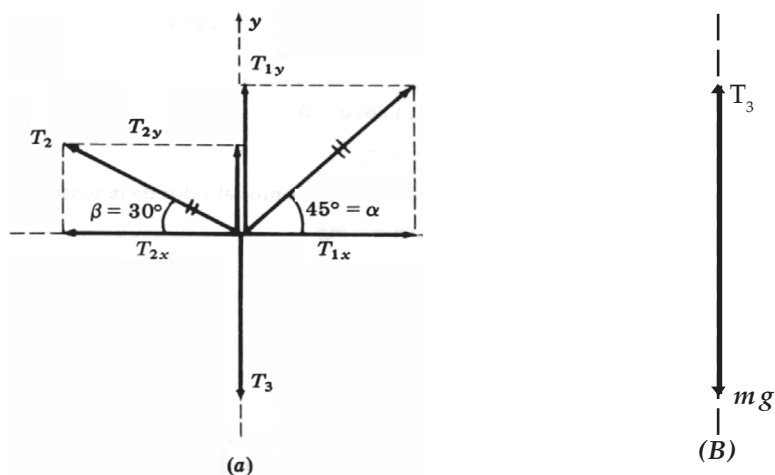
A. El bloque de la figura tiene una masa de 100 kg. Calcular la tensión sobre las cuerdas.



**SOLUCIÓN:**

El punto donde se encuentran las tres cuerdas puede considerarse como una partícula en equilibrio sobre la cual actúan las fuerzas debidas a las cuerdas.

Las siguientes gráficas indican los diagramas del cuerpo libre.



Calculando las componentes rectangulares de las fuerzas de tensión y aplicando la primera condición de equilibrio se obtiene:

$$\Sigma f_x = 0 \Rightarrow T_1 \cos 45^\circ - T_2 \cos 30^\circ = 0$$

$$f_y = 0 \Rightarrow T_1 \sin 45^\circ + T_2 \sin 30^\circ - T_3 = 0$$

NOTA:  $T_3$  corresponde al peso del bloque, es decir,  $T_3 = m \cdot g$

$$T_3 = (100 \text{ kg}) \left( 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) \Rightarrow T = 1.000 \text{ N} \quad \text{Tomando: } g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

**Resolviendo el sistema formado por dos ecuaciones obtenemos:**

$$T_1 \cos 45^\circ - T_2 \cos 30^\circ = 0 \Rightarrow 0.70 T_1 - 0.86 T_2 = 0$$

$$T_1 \sin 45^\circ + T_2 \sin 30^\circ - 1.000 = 0 \Rightarrow 0.70 T_1 + 0.5 T_2 = 1.000$$

Cambiando signo a una de las ecuaciones, eliminamos  $T_1$ .

$$\begin{array}{r} -0.70 T_1 + 0.86 T_2 = 0 \\ -0.70 T_1 + 0.5 T_2 = 1.000 \\ \hline \end{array}$$

$$1.36 T_2 = 1.000$$

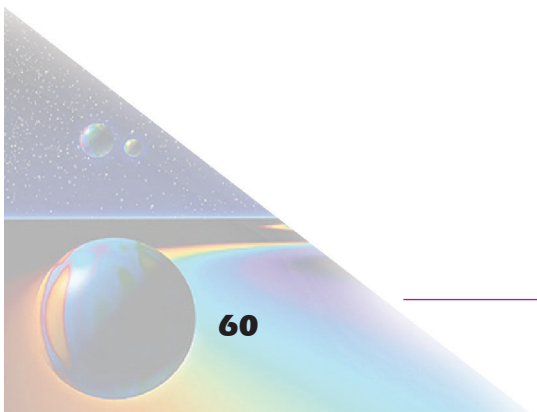
$$T_2 = \frac{1000}{1.36} \Rightarrow T = 735.29 \text{ N}$$

Reemplazo el valor de  $T_2$  y obtengo  $T_1$ .

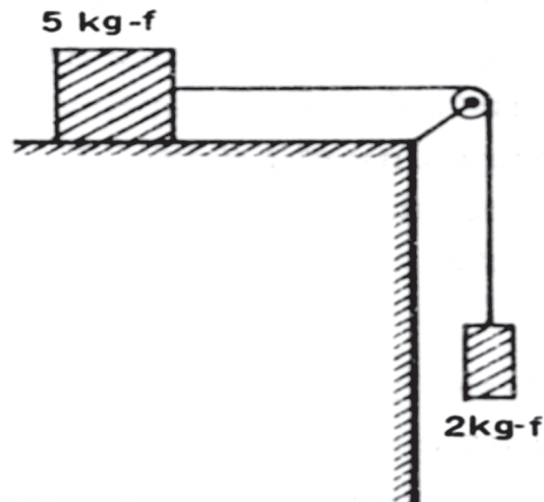
$$0.70 T_1 - 0.86 T_2 = 0$$

$$0.70 T_1 - 0.86 (735.29) = 0$$

$$0.70 T_1 = 632.35 \Rightarrow T_1 = \Rightarrow T = 903.35 \text{ N}$$

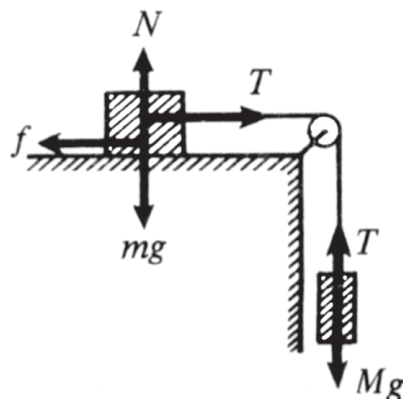


- B. El sistema de la figura se mueve con velocidad constante. Calcular el coeficiente de rozamiento entre uno de los bloques y el plano horizontal y la fuerza de tensión del hilo.



### SOLUCIÓN:

Planteamos las ecuaciones de acuerdo al diagrama de fuerzas que actúan sobre cada bloque y aplicamos la primera condición de equilibrio.



Para el bloque 1:  $m = 5 \text{ kg}$

$$\Sigma f_x = 0 \Rightarrow T - fr = 0 \Rightarrow T - \mu N = 0$$

$$\Sigma f_y = 0 \Rightarrow N - mg = 0 \Rightarrow N = mg \quad N = 5 \text{ kg} * 10 \text{ m/s}^2 \quad N = 50 \text{ Newtons}$$

Para el bloque 2:  $m = 2 \text{ kg}$

$$\Sigma f_y = 0 \Rightarrow mg - T = 0$$

$$\Rightarrow (2\text{kg})(10\frac{\text{m}}{\text{s}^2}) - T = 0$$

$$20 \text{ Newtons} = T$$

$$T = 20 \text{ N}$$

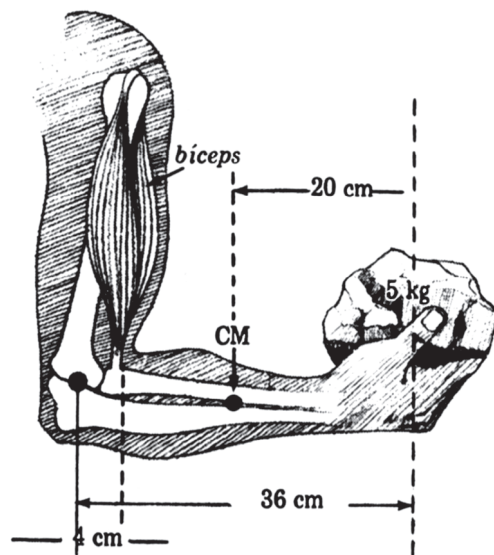
Para hallar el coeficiente de rozamiento reemplazo los datos conocidos en la ecuación 1.

$$T - \mu N = 0 \Rightarrow T = \mu N \Rightarrow \frac{T}{N} = \mu$$

$$\mu = \frac{20\text{N}}{50\text{N}} \Rightarrow \mu = 0.4$$

### Ejemplos de la segunda condición de equilibrio.

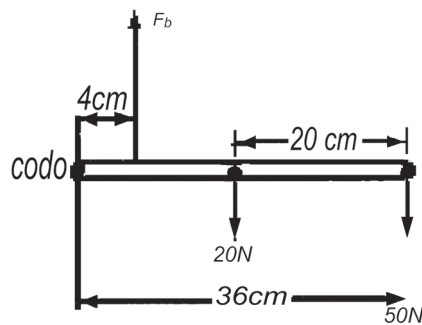
1. En la figura esquematizamos el brazo de una persona que sostiene en su mano un bloque de 5 kg. Calcule la fuerza que el bíceps aplica al brazo, cuya masa es de 2 kg, y cuyo CM se enseña en la misma figura.



### SOLUCIÓN:

Las fuerzas que actúan sobre el brazo se muestran en la próxima figura, en donde  $F_b$  es la fuerza que el bíceps aplica al brazo.





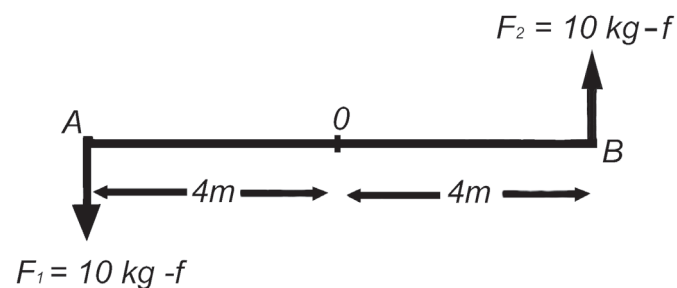
Calculando los torques de cada fuerza respecto al codo o y teniendo en cuenta que el torque resultante debe ser cero, obtenemos:

$$F_b (4 \text{ cm}) - (20\text{N}) (16 \text{ cm}) - (50\text{N}) (36\text{cm}) = 0$$

Luego, la fuerza que el bíceps ejerce vale:  $F_b = 530\text{N}$

Observe que el bíceps aplica una fuerza muy grande comparada con el peso del cuerpo que se sostiene; esta palanca no “multiplica” la fuerza, sino que permite “ganar” rapidez.

2. a. ¿Cuál es la suma de las fuerzas representadas en la figura?



La suma de las fuerzas es:  $\Sigma F_y = F_1 + F_2 = 10 + 10 = 0$

b. ¿Cuál es la suma de los momentos de las fuerzas con respecto a O?

En el momento de  $F_1$  con respecto a O es positivo (el sentido contrario a las agujas del reloj), lo mismo que el momento de  $F_2$ .

La suma de los momentos es:  $(F_1 * 4) + (F_2 * 4) = (10 * 4) + (10 * 4) = 80 \text{ kg-f/m}$

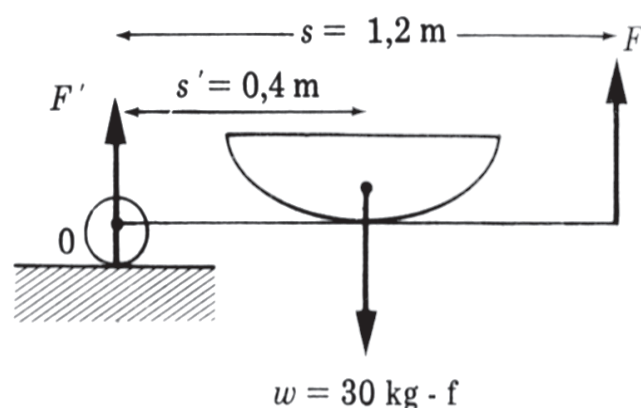
c. ¿Cuál es la suma de los momentos de las fuerzas con respecto a A?

Con respecto a A, la suma de los momentos es:  $(F_1 * 0) + (F_2 * 8) = 80 \text{ kg-f/m}$

d. ¿Cuál es la suma de los momentos de las fuerzas con respecto a B?

Con respecto a B, la suma de los momentos es:  $(F_1 * 8) + (F_2 * 0) = 80 \text{ kg-f/m}$

2. a. ¿Qué fuerza F debe hacer una persona, para levantar la carreta de la figura.



En equilibrio, la suma de los momentos de fuerza con respecto a 0, por ejemplo, debe ser cero, o sea:

$$\Sigma t_o = Fs - ws' = 0 \quad F = \frac{30 * 0.4}{1.2} = 10 \text{ kg-f}$$

b. ¿Cuál es la que el piso ejerce sobre la carreta en 0?

En equilibrio, la suma de las fuerzas debe ser cero, o sea:

$$\Sigma F = F' + F - w = 0 \\ F' = 30 - 10 = 20 \text{ kg-f}$$

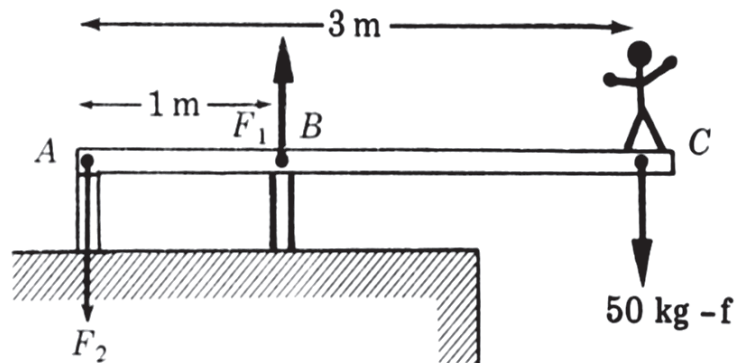
3. a. El brazo CB, de la balanza anterior, está graduado en kg-f. ¿Cuál es la distancia entre dos graduaciones?

### SOLUCIÓN:

La longitud CB mide 36 cm y permite calcular una variación de peso de  $20 - 2 = 18 \text{ kg-f}$ , o sea que 1 kg-f corresponde a:

$$\frac{36}{18} = 2 \text{ cm}$$

- b. El trampolín de la figura lo soportan las columnas A y B. Cuando una persona de 50 kg-f llega hasta el punto C, ¿qué fuerza ejerce el soporte B?



- c. En el problema anterior, la magnitud de la fuerza  $F_2$ , que ejerce el soporte A, es.

### SOLUCIÓN:

La suma de las fuerzas debe ser cero, o sea:

$$F_2 + F_1 - 50 = 0$$

$$F_2 = -150 + 50 = -100 \text{ kg-f}$$

$F_2$  está dirigida hacia abajo. Se puede resolver también de otra manera.

La suma de los momentos, con respecto a B, debe ser cero, o sea:

$$(F_2 * (-1)) - (50 * 2) = 0$$

$$F_2 = -100 \text{ kg-f}$$

Nótese que  $F_2$  debe ser vertical y dirigida hacia abajo, para producir un momento positivo con respecto a B.

La información obtenida en los ejemplos resueltos, me aportan elementos para resolver las actividades que se proponen.

## LABORATORIO

La experimentación en el laboratorio es un trabajo en equipo y el tomar decisiones adecuadas para comprobar las leyes físicas, conllevan al éxito de la práctica.

### Equilibrio en sólidos

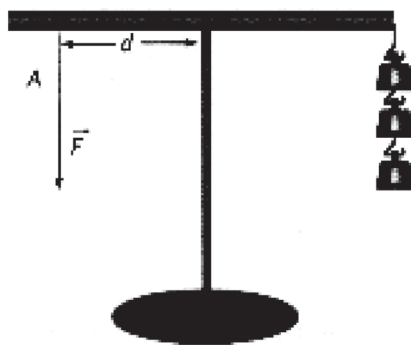
La condición para que un objeto, considerado puntual, se encuentre en el reposo es que la fuerza neta que actúa sobre él sea igual a cero. Sin embargo, cuando consideramos que los objetos tienen dimensiones y que pueden girar alrededor de un punto determinado, tenemos dos condiciones para que el cuerpo permanezca en equilibrio estático, la primera es que la fuerza neta que actúa sobre el cuerpo sea cero y la segunda que el torque neto (suma de los torques) con respecto a un eje de rotación sea cero.

En esta práctica vamos a verificar la segunda condición de equilibrio para cuerpos rígidos.

#### Materiales

- ❖ Regla uniforme.
- ❖ Soporte.
- ❖ 10 pesas de igual masa.

#### Procedimiento



1. Arme el montaje de la figura de tal manera que la regla pueda girar alrededor de su centro. En un extremo de la regla cuelgue tres pesas y asegúrese de que se mantengan fijas durante la experiencia.



- Determine la distancia  $r$ , respecto al eje de rotación, a la cual debes aplicar una fuerza  $F$  colgando tres pesas para que la regla se mantenga horizontal. Registre los datos en una tabla como la siguiente:

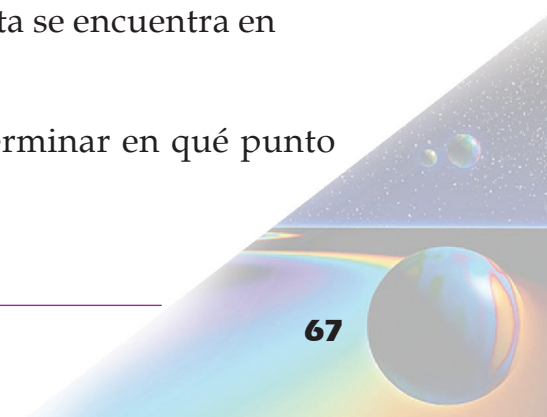
Fuerza $F$	Distancia al eje de rotación $r$	Torque

- Determine la distancia  $r$ , con respecto al eje de rotación, a la cual debe aplicar una fuerza  $F$  colgando cuatro pesas de manera que la regla se mantenga horizontal. Repita el experimento con cinco pesas, seis pesas y siete pesas. Registre los datos en la tabla.
- Calcule el torque producido por cada una de las fuerzas y escríbalo en la tabla.
- Calcule el torque de la fuerza ejercida por las tres pesas fijas del extremo.

#### Análisis:

Con los compañeros de equipo doy solución a los siguientes interrogantes con respecto a la práctica realizada. Tengamos en cuenta el criterio de todos los integrantes, con el fin de tomar decisiones acertadas al presentar el informe escrito al profesor.

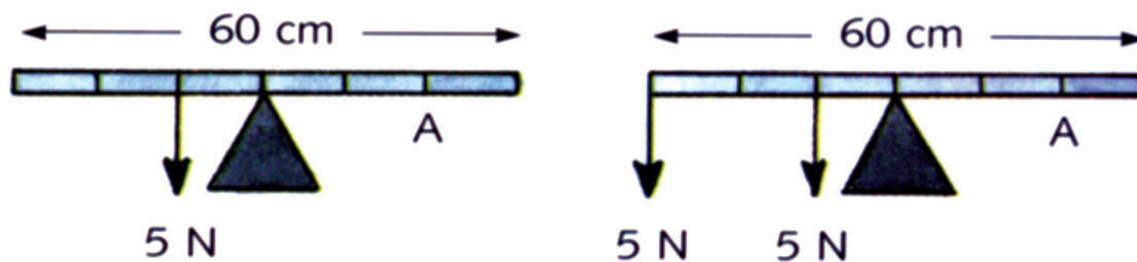
- ¿Qué relación encuentra entre el valor de la fuerza  $F$  y la distancia  $r$  al eje de rotación a la cual la ha aplicado?
- ¿Cómo son los valores de los torques obtenidos para cada una de las fuerzas que ha aplicado para equilibrar la regla?
- Compare el valor de los torques de las fuerzas aplicadas y el torque de la fuerza fija, aplicada con las tres pesas.
- ¿Cuál es el valor del torque neto aplicado sobre la regla?
- ¿Qué fuerza ejerce el soporte sobre la regla cuando ésta se encuentra en equilibrio?
- ¿Por qué, en este experimento, no tiene sentido determinar en qué punto ejercería una fuerza colgando dos pesas?



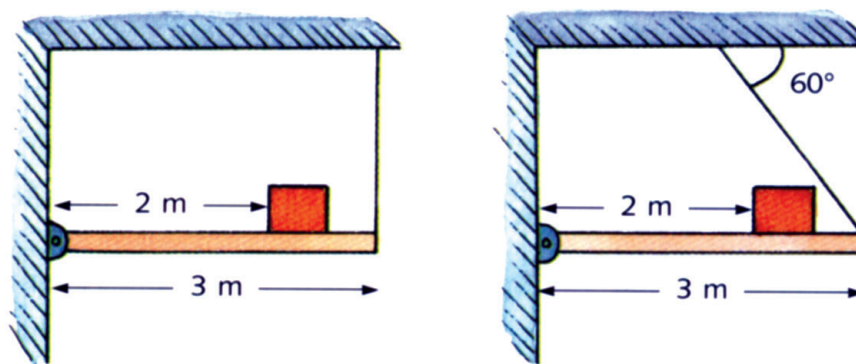


Con las aplicaciones aquí planteadas tengo la oportunidad de poner a prueba mi responsabilidad al darle solución a cada una de ellas. Decido si realizo el trabajo en grupo, individual y si considero necesario resuelvo todos los ejercicios planteados.

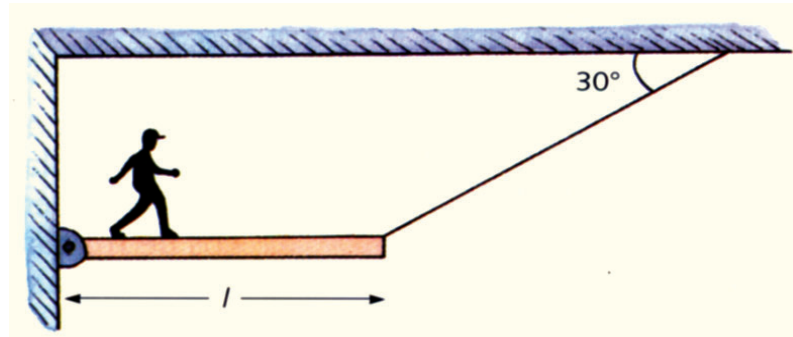
1. Para cada figura, ¿de qué intensidad y en qué sentido aplicarías una fuerza en el punto A, para que la barra uniforme permanezca horizontal en equilibrio estático?



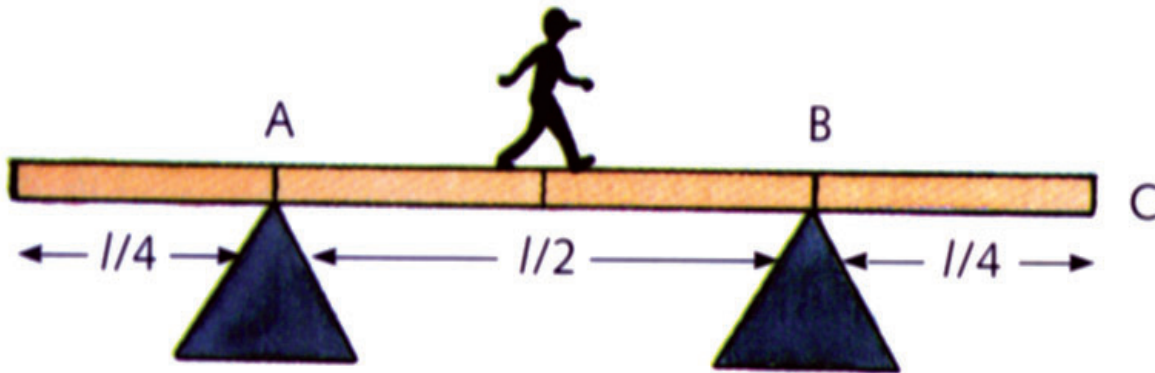
2. Para la situación de cada figura, determine la tensión de la cuerda y calcule la fuerza que ejerce el pivote para que la tabla uniforme de pesos 200N permanezca horizontal en equilibrio estático. El peso del objeto es de 600N.



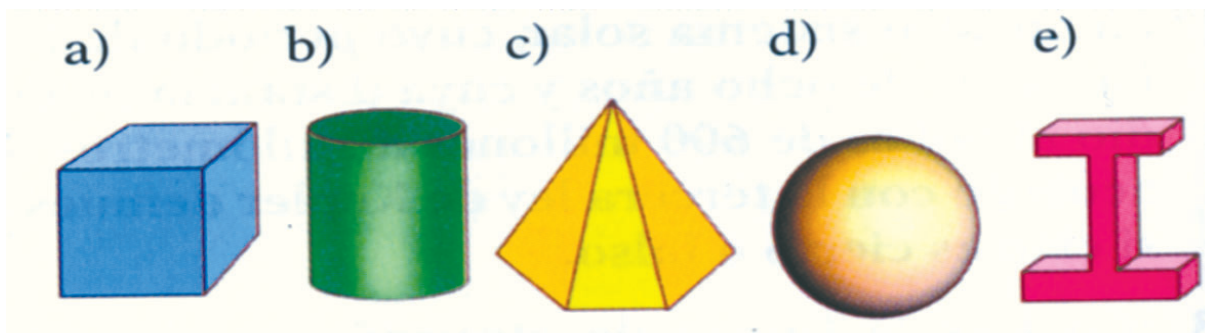
3. La cuerda soporta una tensión máxima de 600 N. ¿Cuál es la mayor distancia con respecto a la pared que puede alcanzar una persona de 600N de peso sobre la tabla uniforme de la figura, para que la cuerda no se reviente? (La tabla pesa 200N).



4. La tabla uniforme de la figura pesa 200 N y se encuentra apoyada sobre dos soportes separados 2 m de distancia. Una persona de 600 N de peso camina sobre la tabla hacia el extremo A. ¿Cuál es la mínima distancia a la cual el hombre se puede acercar al extremo sin que la tabla se voltee?



5. Indique la posición del centro de gravedad de los siguientes cuerpos rígidos homogéneos.



6. En cada una de las siguiente herramientas es necesario aplicar momentos de fuerza para operarlos. Describa los momentos de fuerza que se aplican en un cortaúñas, una carretilla, unas tijeras de podar el césped y unas pinzas.



7. Explica por qué el trapecista del dibujo no se cae.



8. Realice los siguientes ejercicios:

a. Un objeto se encuentra sobre una mesa.

- ❖ Represente mediante un diagrama las fuerzas que actúan sobre el objeto.
- ❖ ¿El cuerpo se encuentra en equilibrio? ¿Por qué?

b. Un cuerpo se encuentra sobre un plano inclinado.

- ❖ Haga un diagrama y dibuje las fuerzas que actúan sobre el cuerpo.
- ❖ Explique por qué el cuerpo se encuentra en equilibrio.

c. Para cada una de las figuras siguientes realice un diagrama de las fuerzas que actúan sobre la tabla.



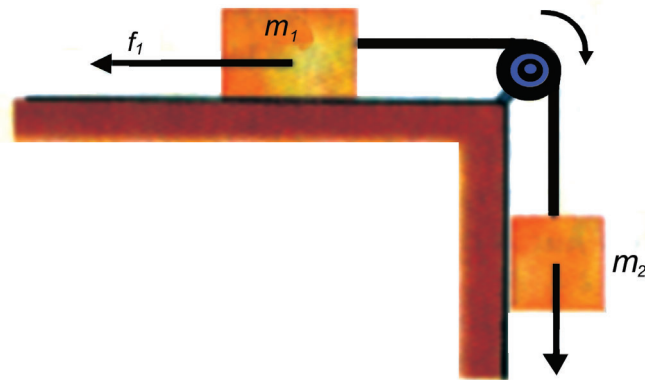
d. Un cuadro pende de una pared mediante dos hilos. Explique mediante diagramas la configuración que deben tener los hilos para que se hallen sometidos a una tensión mínima.

e. Un automóvil se mueve con velocidad constante sobre una carretera recta y plana.

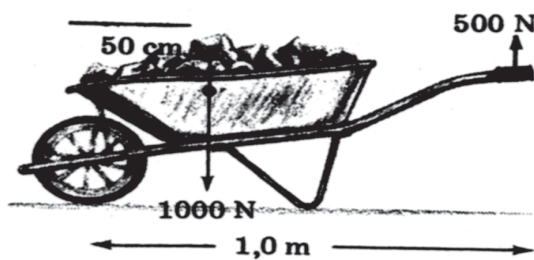
- ❖ Represente mediante un diagrama las fuerzas que actúan sobre el automóvil.
- ❖ ¿El cuerpo se encuentra en equilibrio de traslación? ¿Por qué?

9. Explique por qué es posible que un cuerpo pueda estar en movimiento y encontrarse en equilibrio.

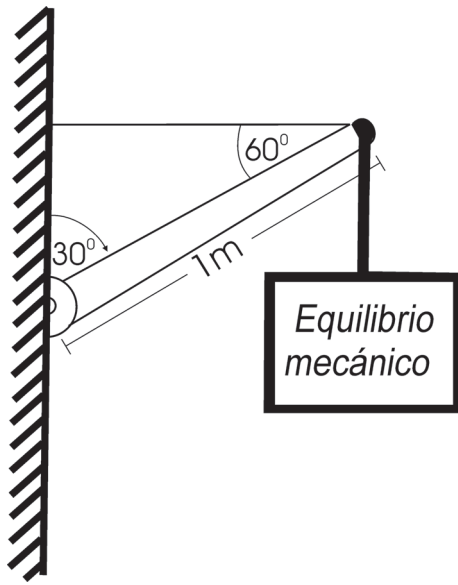
10. Dos bloques de masas  $m_1 = 5\text{ kg}$  y  $m_2 = 8\text{ kg}$ , respectivamente, están dispuestos como se muestra en la figura. ¿Cuál es la aceleración de los bloques si la fuerza de rozamiento que aplica la superficie es de  $30\text{ N}$ ?



11. Construyo figuras geométricas en cartulina (triángulos, cuadrados, rectángulos, cilindros, etc.) y determino el centro de gravedad y el centro de masa.

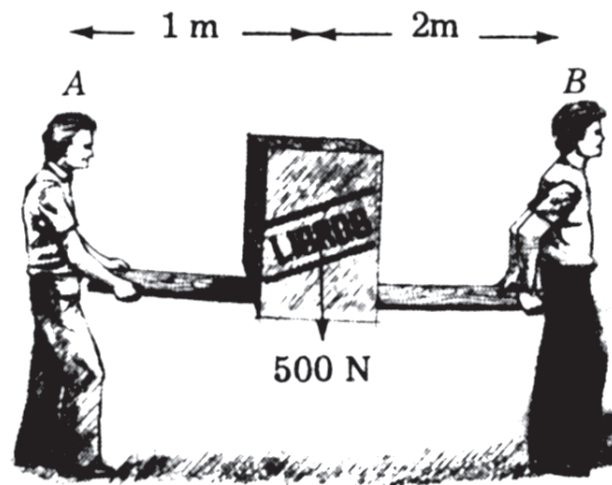


12. ¿Está en equilibrio de rotación la carretilla de la figura? ¿Qué fuerza normal ejerce el piso sobre la rueda? (No considere el peso de la carretilla).

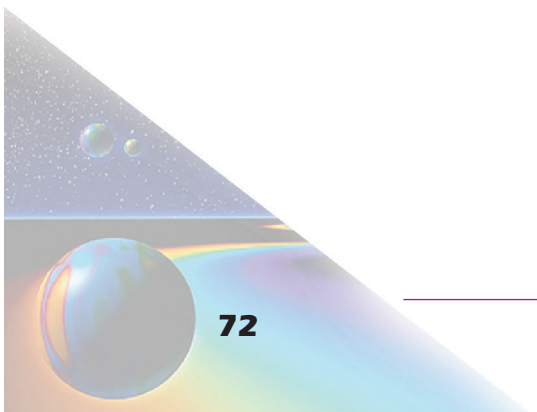


13. La viga de la figura es uniforme, pesa 100 N y sostiene un cartel de 300 N. Calcule la tensión en la cuerda.

14.



Dos hombres A y B llevan una caja de libros de 500 N de peso sobre una tabla uniforme de 100 N de peso, como se muestra en la figura. Calcule la fuerza que ejerce cada hombre.



## ESTUDIO Y ADAPTACIÓN DE LA GUÍA

