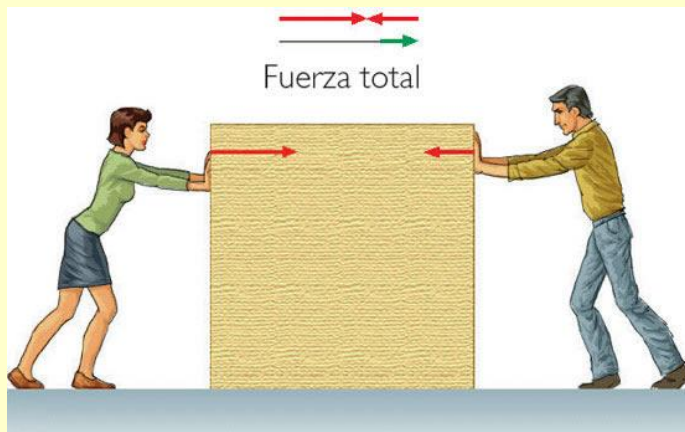
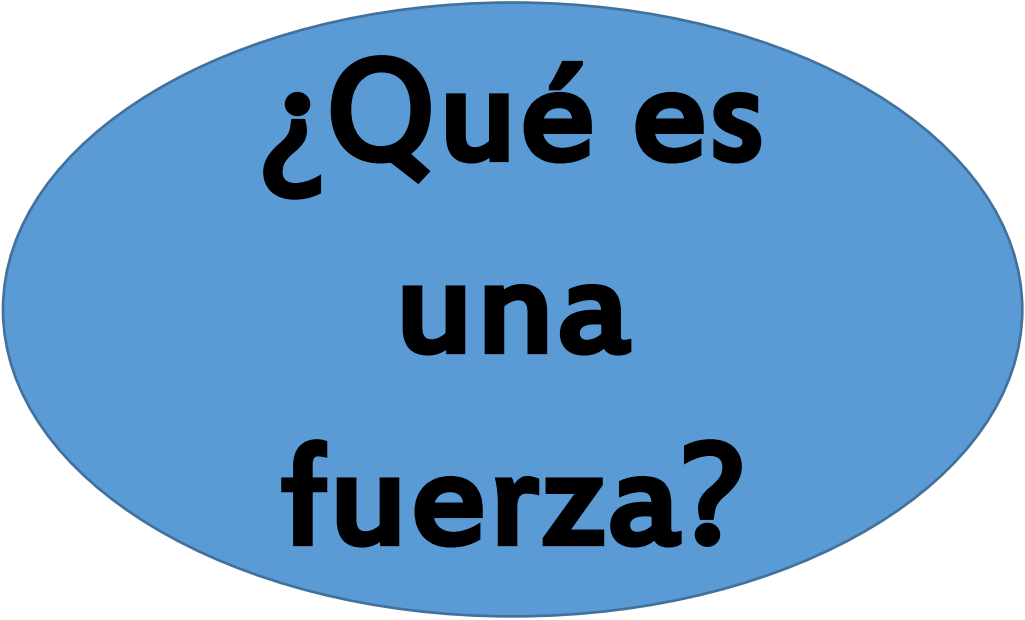




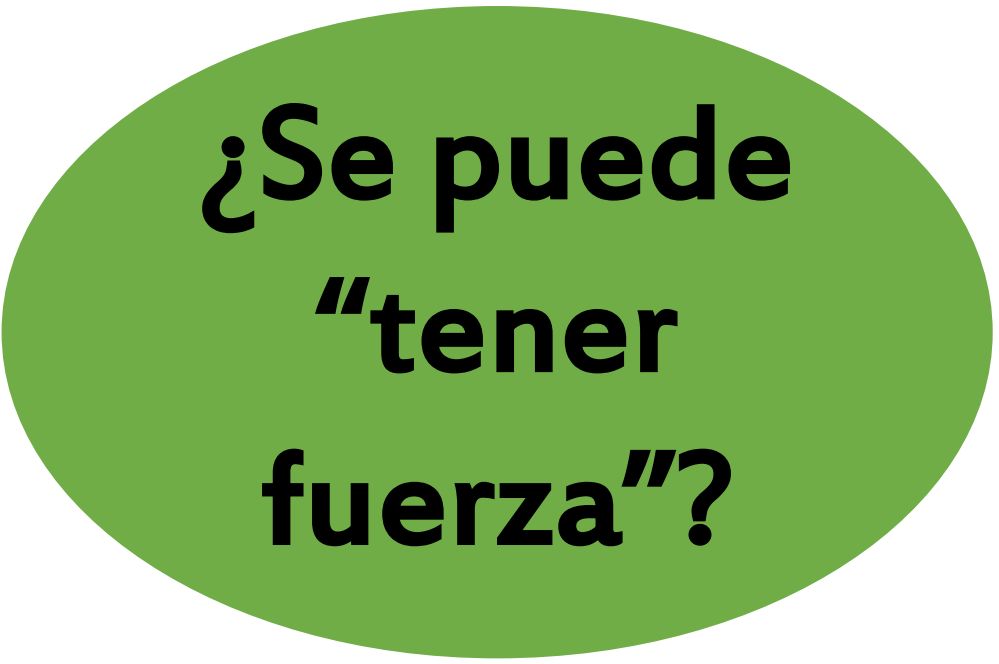
FUERZAS



Preguntas iniciales



**¿Qué es
una
fuerza?**



**¿Se puede
“tener
fuerza”?**

Concepto de Fuerza

La fuerza es la manifestación de una interacción o acción mutua entre dos o más cuerpos.

Esta no es una propiedad intrínseca de ellos, ya que un cuerpo no posee fuerza por sí solo, sino que tiene la capacidad de aplicar fuerza.

8. LAS FUERZAS

1. Fuerzas que actúan sobre los cuerpos

- ☞ **Fuerza** es la medida de la intensidad de una interacción.
- ☞ En cualquier interacción aparecen dos fuerzas iguales y de sentido contrario, aplicadas a cuerpos distintos.



- ☞ Las fuerzas tienen **efectos estáticos** (deformaciones) y **efectos dinámicos** (cambian el estado de reposo o movimiento).



- ☞ La fuerza es una **magnitud vectorial**.
- ☞ La unidad de fuerza en el SI es el **Newton**.
- ☞ Se pueden medir con el **dinamómetro**.



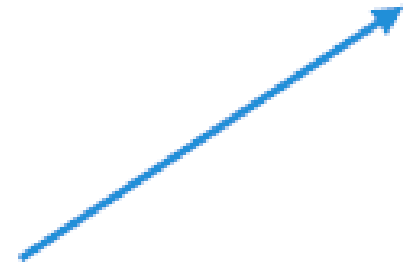
Las Fuerzas. son agentes externos a los cuerpos, o sistemas, y actúan sobre estos modificando su estado.

Gráficamente se representa con un vector. Esto es, un segmento con módulo, dirección y sentido, para indicar la dirección y sentido en que actúa dicha fuerza.

Ejemplo

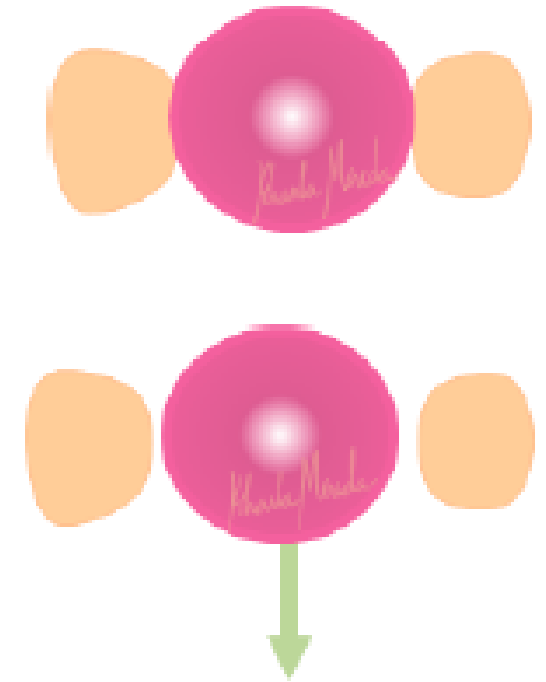
Si abrimos una gaveta, ¿cómo debemos dibujar el vector que representa la fuerza que aplicamos para abrirla?

Nota: El vector debe indicar para donde se aplica la fuerza, en este caso hacia la derecha.



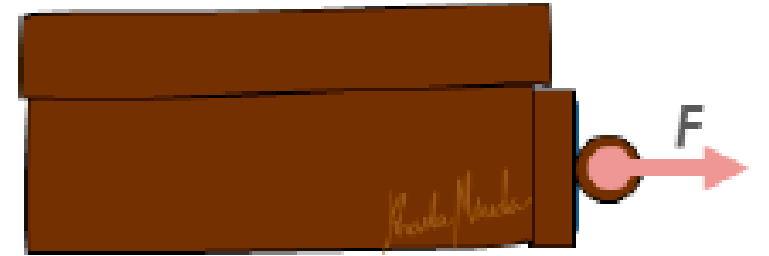
Si sostenemos una pelota entre los dedos y de pronto la liberamos, **¿Cómo debemos representar el vector correspondiente a la fuerza que hizo caer la pelota?**

Como la pelota estaba en reposo, el desplazamiento es causado exclusivamente por la fuerza externa que actúa sobre ella. Entonces, la fuerza y el desplazamiento tiene la misma dirección y sentido, que en este caso es verticalmente y hacia abajo.

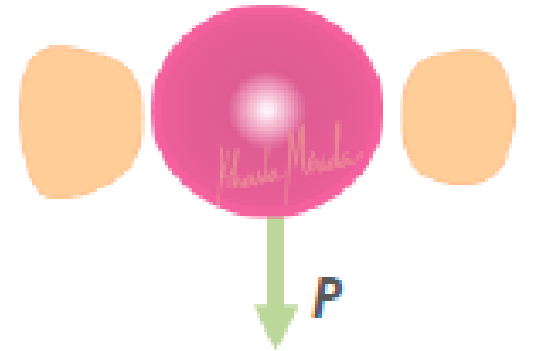


Reflexión sencilla para cada caso

Caso de la gaveta. El agente externo debe estar en contacto con ella para poder aplicar la fuerza que abre la gaveta. **Fuerza de Contacto.**



Caso de la pelota. El agente externo no está en contacto con la pelota para actuar sobre ella, a consecuencia de lo cual se mueve en dirección al suelo. **Fuerza de Campo.**

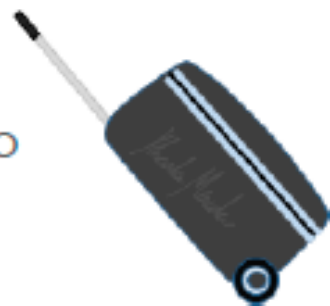


Tipos de Fuerza

Las fuerzas de Contacto. Son aquellas para las que el agente externo debe estar en contacto con el cuerpo o sistema para poder actuar sobre él.

Ejemplos

halar una maleta o dar un batazo



Las fuerzas de Campo. Son aquellas para las que el agente externo no necesita estar en contacto con el cuerpo o sistema para poder actuar sobre él

Ejemplos



Una pelota cayendo por
la fuerza gravitatoria



metales atraídos por un imán
por la fuerza magnética.

¿Cómo se reconoce la acción de una fuerza?

Cambios en
la forma



Permanentes



No
permanentes

Cambios en el estado de movimiento

Incremento de su rapidez



Disminución de su rapidez

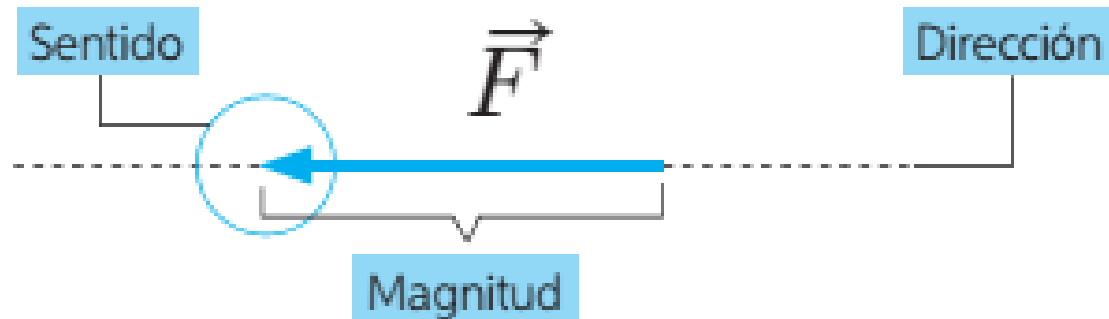


Cambios de dirección



Representación de las fuerzas

- Las Fuerzas poseen características vectoriales, por lo tanto tienen magnitud, dirección y sentido.



IMPORTANTE

La unidad en la que se mide el módulo de una fuerza en el Sistema Internacional es el **newton**, llamado así en honor al físico y matemático inglés Isaac Newton. Un newton representa la fuerza necesaria para cambiar, en un segundo, la rapidez de un cuerpo de 1 kg de masa en 1 m/s. Esta unidad equivale a:

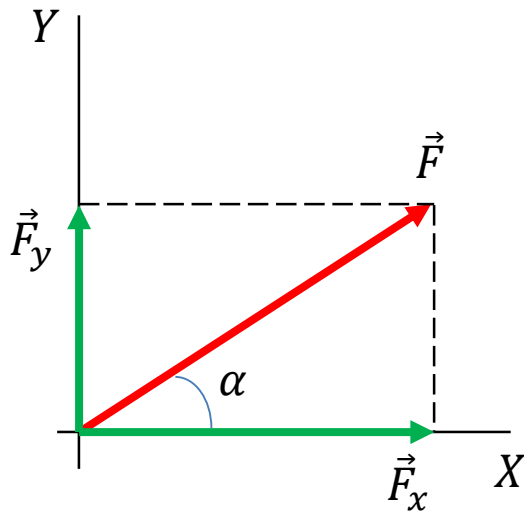
$$1 \text{ newton} = 1 \text{ N} = \frac{1 \text{ kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$$

8. LAS FUERZAS

1. Fuerzas que actúan sobre los cuerpos

- ☞ Un cuerpo puede estar sometido a la acción de una o varias fuerzas.
- ☞ Cuando actúan varias habrá que calcular la **fuerza resultante** de todas ellas.

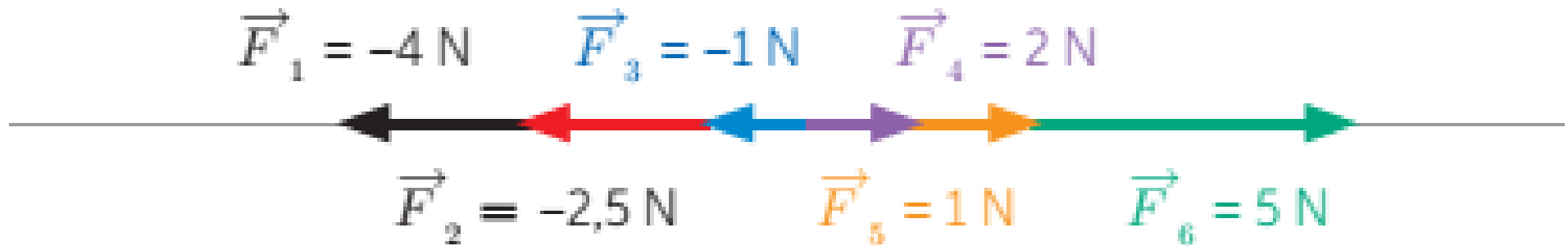
Calculo de las componentes de una fuerza



$$\cos\alpha = \frac{F_x}{F} \rightarrow F_x = F \cdot \cos\alpha$$

$$\operatorname{sen}\alpha = \frac{F_y}{F} \rightarrow F_y = F \cdot \operatorname{sen}\alpha$$

Fuerza Neta



La fuerza neta es la SUMA
VECTORIAL de todas las
fuerzas que actúan sobre un
cuerpo o sistema.

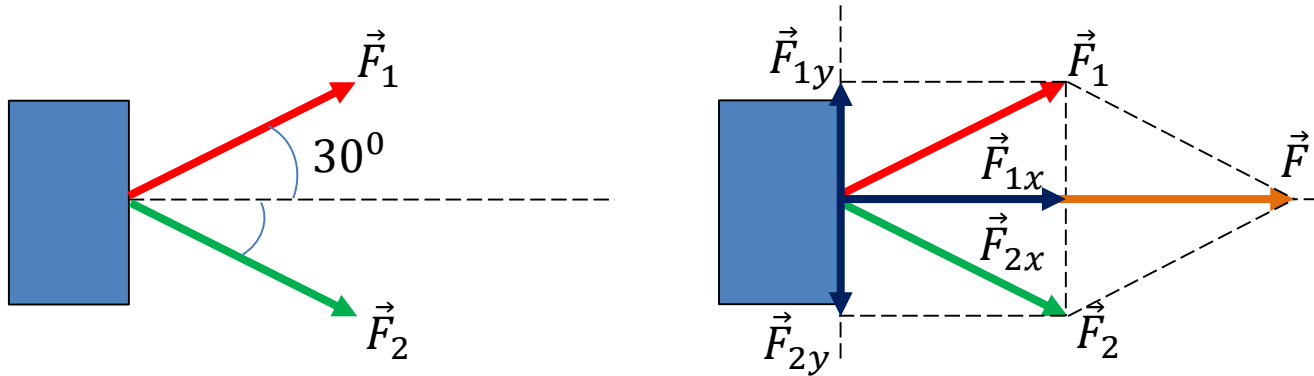
8. LAS FUERZAS

1. Fuerzas que actúan sobre los cuerpos

Ejemplo resuelto

Dos personas tiran de un cuerpo con una fuerza de 8 N y formando el mismo ángulo de 30° con la horizontal, según el esquema.

- Calcula las componentes de las fuerzas e indica como influyen en el movimiento.
- Calcula y dibuja la fuerza resultante. ¿Coincide con la suma aritmética de las dos fuerzas?



- Calculamos las componentes de cada una de ellas:

$$F_{1x} = F_1 \cdot \cos\alpha = 8 \cdot \cos 30^\circ = 6,9 \text{ N}; F_{1y} = F_1 \cdot \sin\alpha = 8 \cdot \sin 30^\circ = 4 \text{ N}$$

$$F_{2x} = F_2 \cdot \cos\alpha = 8 \cdot \cos 30^\circ = 6,9 \text{ N}; F_{2y} = F_2 \cdot \sin\alpha = 8 \cdot \sin 30^\circ = 4 \text{ N}$$

$$\vec{F}_{1y} = -\vec{F}_{2y} \rightarrow \vec{F}_{1y} + \vec{F}_{2y} = 0 \text{ No influyen en el movimiento}$$

8. LAS FUERZAS

1. Fuerzas que actúan sobre los cuerpos

Ejemplo resuelto

b) La fuerza resultante:

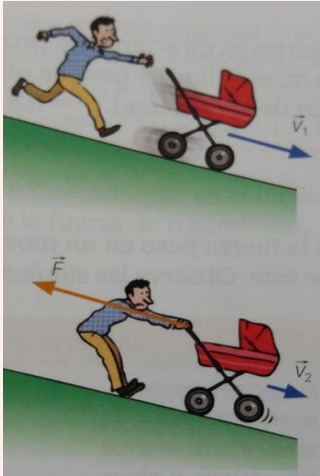
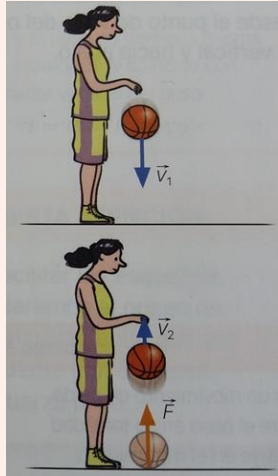
$$F = F_{1x} + F_{2x} = 6,9 + 6,9 = \mathbf{13,8\ N}$$

El resultado no coincide con la suma aritmética de las dos fuerzas que es 16 N.

8. LAS FUERZAS

1. Fuerzas que actúan sobre los cuerpos

1.1. Fuerzas y cambios en la velocidad

Cambio en el módulo de la velocidad		Cambio en la dirección de la velocidad	Cambio en el sentido de la velocidad
Aumento del módulo	Disminución del módulo		
			
La fuerza del pie impulsa al balón en la misma dirección y sentido del movimiento	La fuerza aplicada por los brazos tiene la misma dirección que el movimiento pero de sentido contrario	La fuerza aplicada por el pie cambia la dirección de la velocidad.	El suelo ejerce una fuerza perpendicular a la superficie y de sentido contrario al movimiento

8. LAS FUERZAS

1. Fuerzas que actúan sobre los cuerpos

ACTIVIDADES

1. Observa las siguientes situaciones:

- Indica qué cambios experimentan en su estado de movimiento:
 - Una pelota de tenis que se frena mientras sube.
 - Un carrito de la compra cuando se saca de su fila.
 - Un disco de hockey que choca contra la pared.
 - La Luna girando en torno a la Tierra.
- Dibuja la dirección y el sentido de la fuerza que los provoca.



Fuerza de gravedad (peso)

Es la fuerza de atracción que ejerce un cuerpo de gran masa (como la Tierra o el Sol) sobre un cuerpo en sus cercanías.

Es SIEMPRE atractiva, es decir, siempre tiene como consecuencia la atracción entre quienes interactúan.

Apunta siempre hacia el centro de la Tierra en nuestro caso.

Es la fuerza responsable del movimiento de los cuerpos celestes, tales como el sistema solar, cometas, movimiento de galaxias, etc.

Ley de gravitación universal

fuerza de atracción

constante de gravitación universal

masa del cuerpo 1

masa del cuerpo 2

$$F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

dividido entre

cuadrado

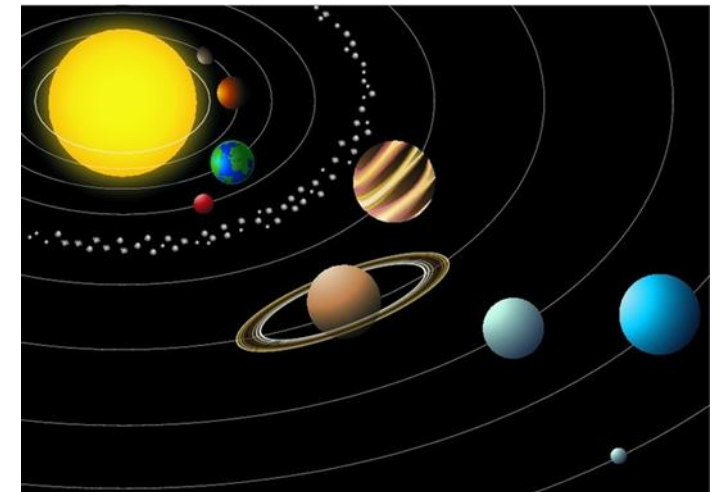
distancia entre los cuerpos

Peso del cuerpo

$$\vec{P} = m \cdot \vec{g}$$

Masa del cuerpo

Aceleración de gravedad



8. LAS FUERZAS

1. Fuerzas que actúan sobre los cuerpos

1.2. Las fuerzas sobre los cuerpos en movimiento

La fuerza peso



Llamamos **peso**, P , ala fuerza con que la Tierra atrae a los cuerpos.

$$P = m \cdot g$$

Cuerpo en caída libre		Cuerpo en un plano horizontal	
Quando el cuerpo sube, el peso disminuye la velocidad. Quando cae, el peso aumenta su velocidad,		El peso no interviene en el movimiento, aunque, como veremos, influye en la fuerza de rozamiento	

8. LAS FUERZAS

1. Fuerzas que actúan sobre los cuerpos

1.2. Las fuerzas sobre los cuerpos en movimiento

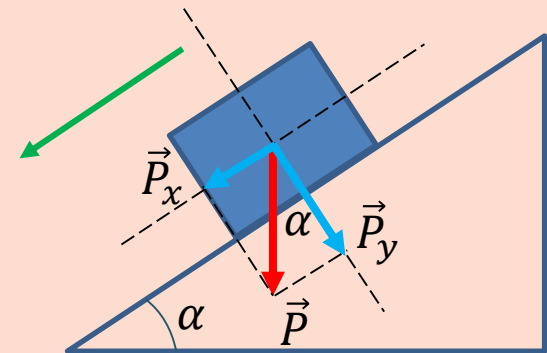
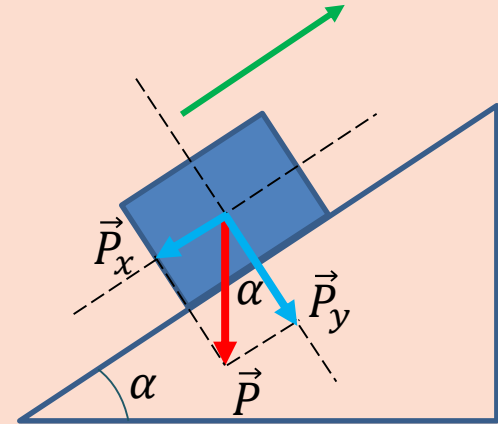
Cuerpo en un plano inclinado

El cuerpo puede subir o bajar por un plano inclinado. En ambos casos solamente la componente paralela al plano P_x influye en el movimiento.

$$\text{sen}\alpha = \frac{P_x}{P} \rightarrow P_x = P \cdot \text{sen}\alpha$$

Cuando sube, la componente P_x se opone al movimiento y el cuerpo irá frenando.

Cuando baja, la componente P_x es del mismo sentido que el movimiento y hará que aumente su velocidad



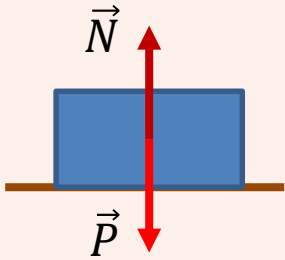
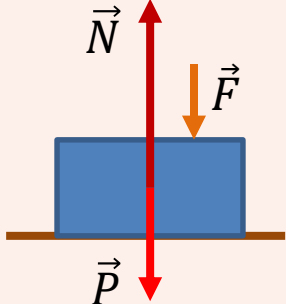
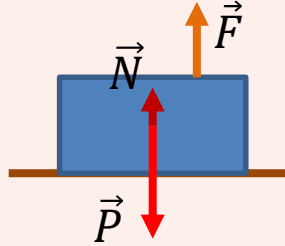
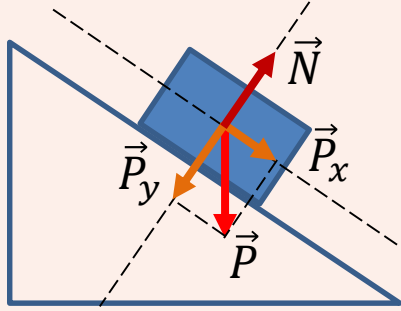
8. LAS FUERZAS

1. Fuerzas que actúan sobre los cuerpos

1.2. Las fuerzas sobre los cuerpos en movimiento

La fuerza normal

La **fuerza normal**, N , es la fuerza que ejerce una superficie sobre los cuerpos apoyados en ella. Es perpendicular a la superficie.

Cuerpo apoyado en un plano horizontal			Cuerpo apoyado en un plano inclinado
Sin otras fuerzas	Con otras fuerzas perpendiculares al plano de apoyo		
			
La normal tiene el mismo valor y la misma dirección que el peso y sentido contrario.	El valor de la normal coincide con el de la fuerza resultante. $N = P + F$		La normal y el peso no tienen la misma dirección. N coincide con la componente P_y del peso. $N = P_y = P \cdot \cos\alpha$

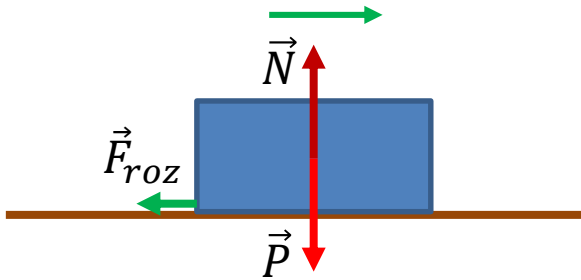
8. LAS FUERZAS

1. Fuerzas que actúan sobre los cuerpos

1.2. Las fuerzas sobre los cuerpos en movimiento

La fuerza de rozamiento

La **fuerza de rozamiento**, F_{roz} , es una fuerza que se opone al movimiento. Aparece siempre que un cuerpo trata de moverse o se mueve sobre una superficie o medio (aire, agua, etc.).



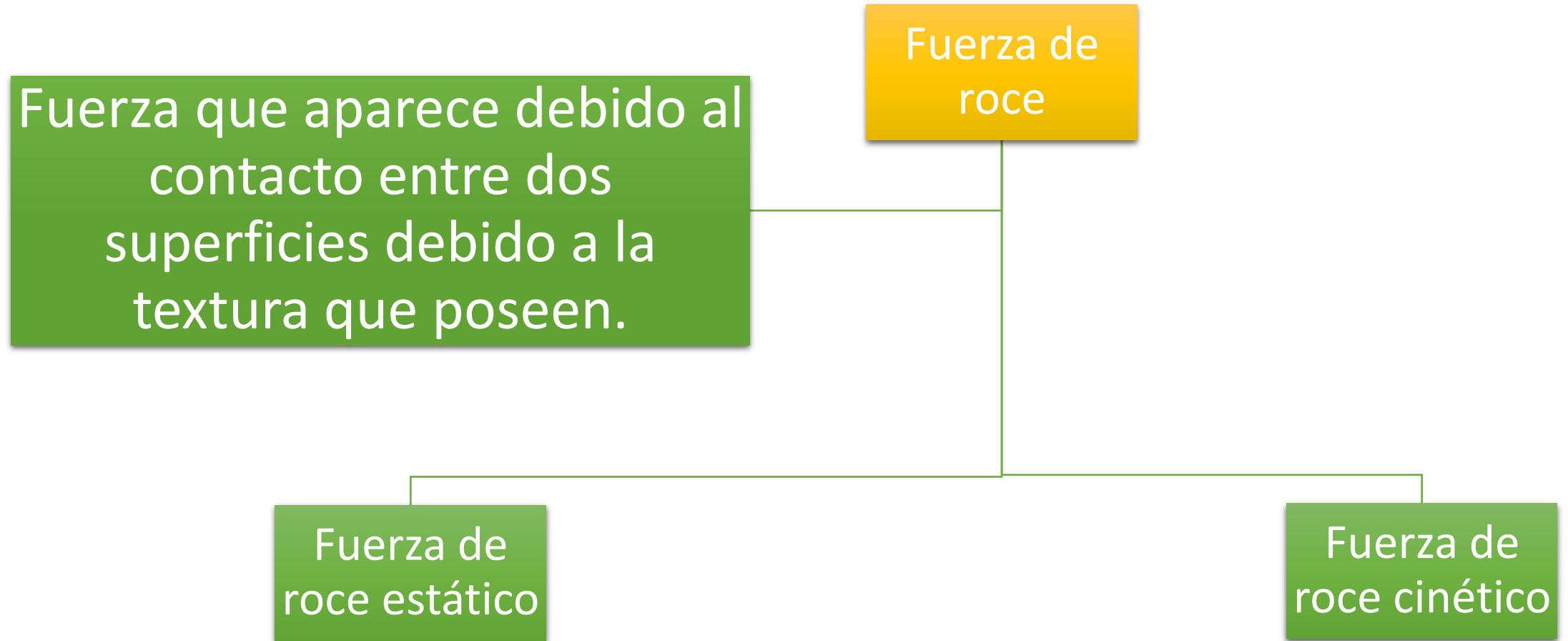
Su valor máximo vale:

$$F_{roz} = \mu \cdot N$$

μ es el **coeficiente de rozamiento**. Es un número cuyo valor depende de la naturaleza y estado de las dos superficies en contacto.

Algunos coeficientes de rozamiento	
Superficies	μ
Acero-acero	0,15
Acero-hielo	0,03
Metal-madera	0,3
Madera-madera	0,5
Piedra-madera	0,4
Madera-tierra seca	0,7
Rueda-asfalto seco	0,7
Rueda-asfalto húmedo	0,4

Fuerza de roce



Fuerza de roce estático

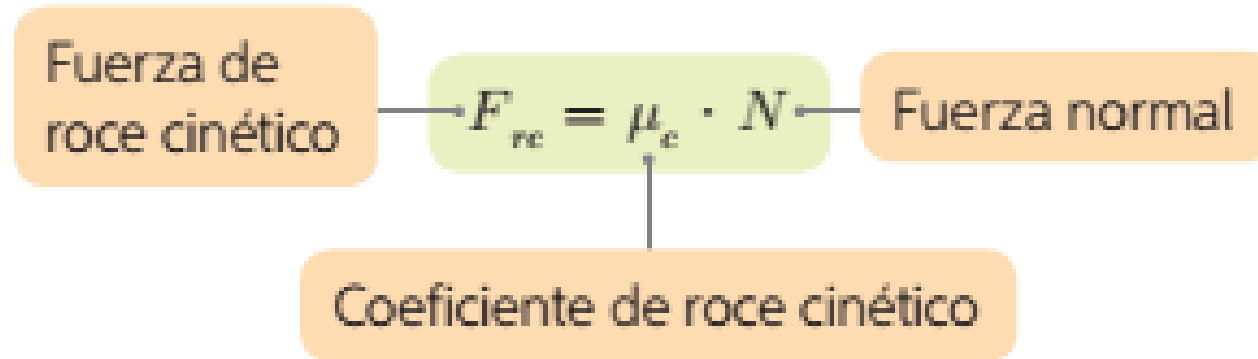
- Aparece cuando dos superficies están en contacto sin moverse entre ellas.
- Se opone al movimiento antes que se produzca y tiene un valor VARIABLE.
- Su valor máximo se puede calcular como

$$F_{re} = \mu_e \cdot N$$

The diagram illustrates the formula for maximum static friction force. It features a central green box containing the equation $F_{re} = \mu_e \cdot N$. Three orange boxes are connected to this equation by arrows: 'Fuerza de roce estático máximo' points to F_{re} , 'Fuerza normal' points to N , and 'Coeficiente de roce estático' points to μ_e .

Fuerza de roce cinético

- Aparece cuando hay dos superficies en contacto en movimiento y siempre se pone al movimiento.
- Tiene un valor constante.
- Depende exclusivamente de la fuerza normal sobre el cuerpo y el coeficiente de roce, no de la velocidad.



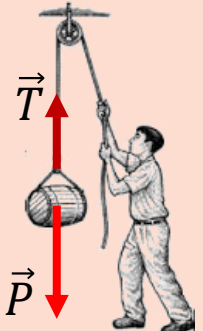
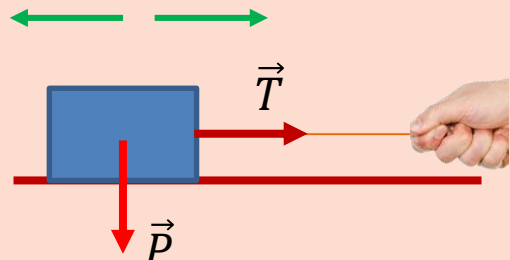
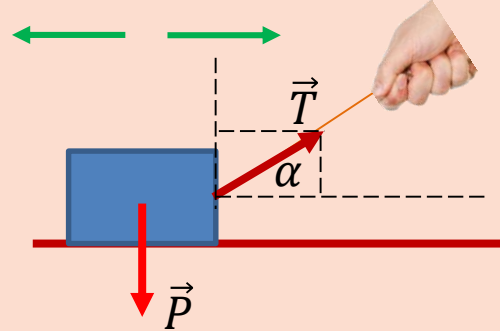
8. LAS FUERZAS

1. Fuerzas que actúan sobre los cuerpos

1.2. Las fuerzas sobre los cuerpos en movimiento

La fuerza tensión

Cuando un cuerpo está sujeto a una cuerda o cable y tiramos de él, sobre la cuerda o cable existe una **fuerza tensión, T**.

Cuerpo colgando	Cuerda en movimiento horizontal	Cuerda formando un ángulo con el plano del movimiento
 La tensión tiene el sentido opuesto al peso. Si $T > P$, sube. Si $T < P$, baja.	 La tensión tiene la misma dirección que el movimiento. Si tiene el mismo sentido, acelera. Si tiene sentido contrario, frena.	 En el movimiento interviene la componente paralela al plano del movimiento: $T_x = T \cdot \cos\alpha; T_y = T \cdot \sin\alpha$ La T_y afecta a la normal y por tanto al rozamiento.

8. LAS FUERZAS

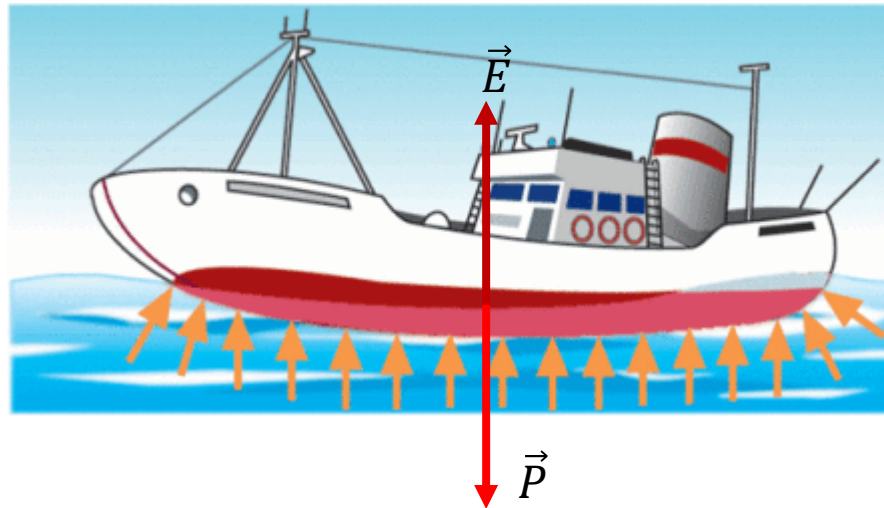
1. Fuerzas que actúan sobre los cuerpos

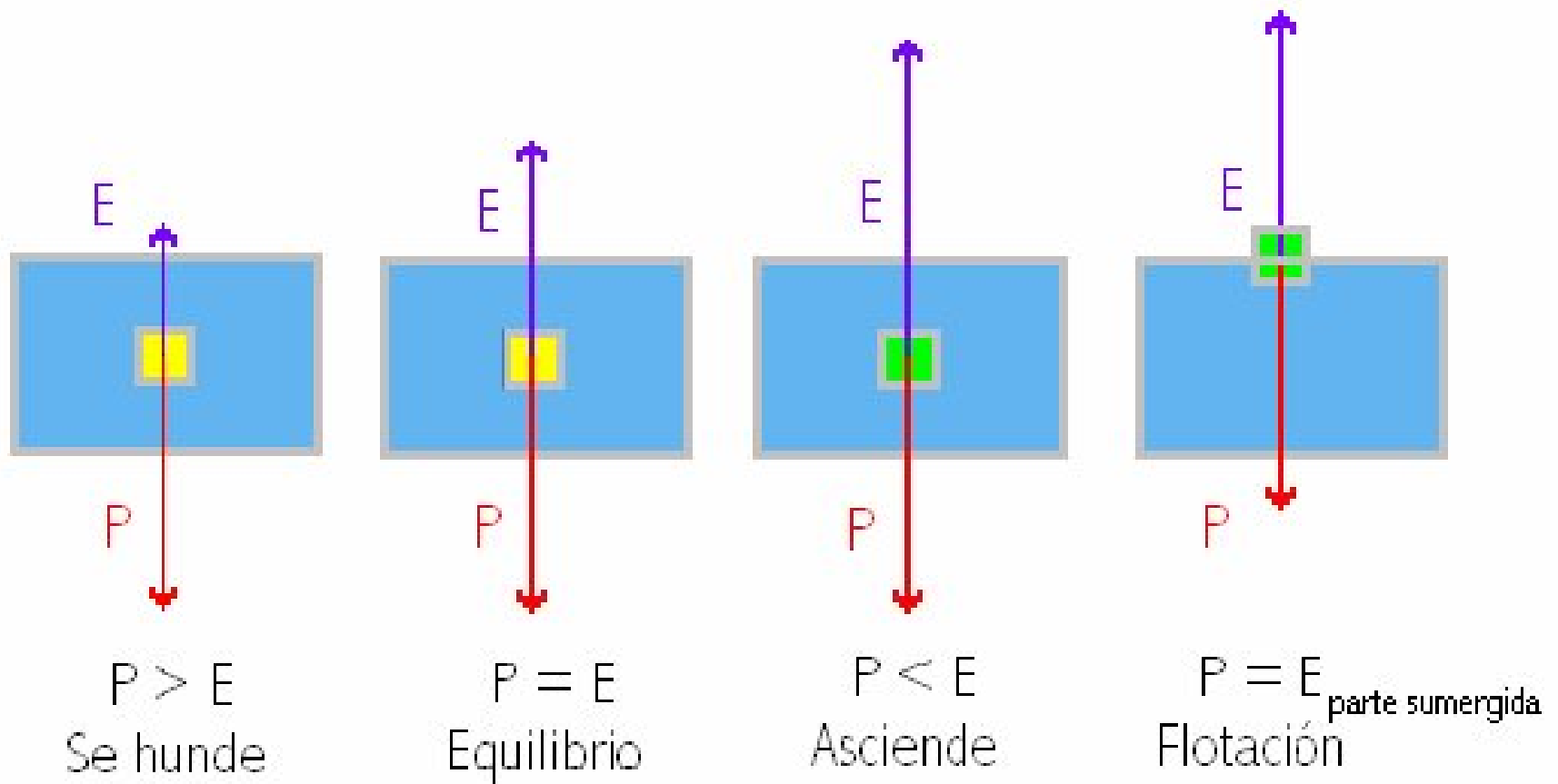
1.2. Las fuerzas sobre los cuerpos en movimiento

La fuerza de empuje

El **empuje** es la fuerza que experimenta un cuerpo inmerso en fluido (gas o líquido). Es perpendicular a la superficie del fluido.

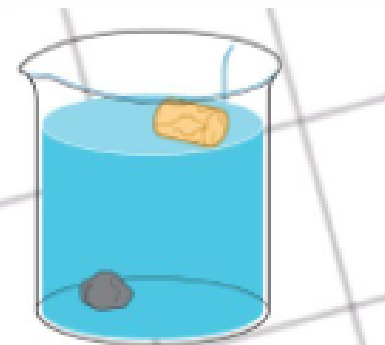
El valor del empuje es equivalente al peso del fluido desalojado por el cuerpo, por lo que será mayor cuanto mayor sea el volumen del cuerpo sumergido.





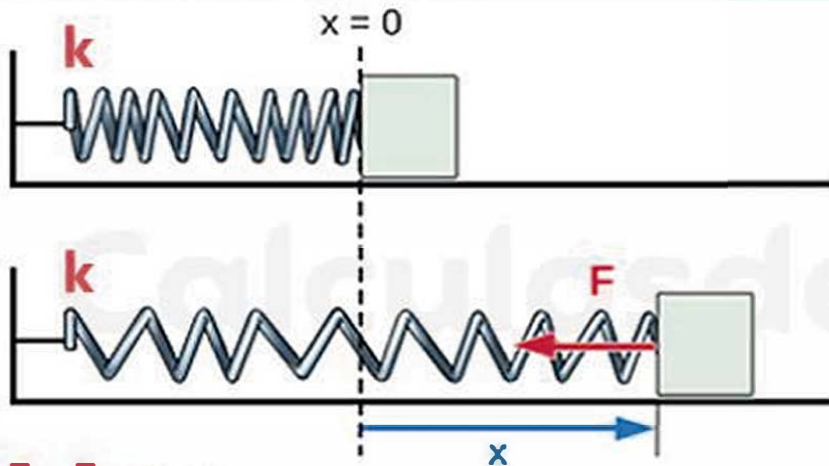
$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$E = \rho_f \cdot V_s \cdot g$$



Fuerza Elástica

- La fuerza elástica es la ejercida por objetos tales como resortes, que tienen una posición normal, fuera de la cual almacenan energía potencial y ejercen fuerzas.
- Todo cuerpo elástico (por ejemplo, una cuerda elástica) reacciona contra la fuerza deformadora para recuperar su forma original. Como ésta, según la ley de Hooke, es proporcional a la deformación producida, la fuerza deformadora tendrá que tener el mismo valor y dirección, pero su sentido será el contrario.



F = Fuerza

k = Constante del muelle

x = Alargamiento

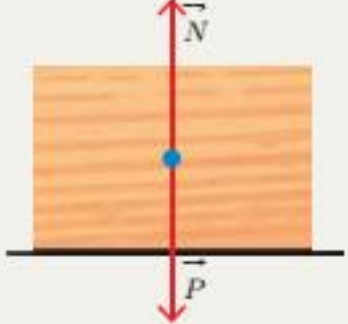
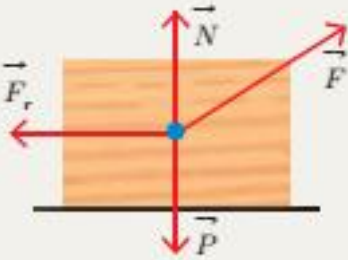
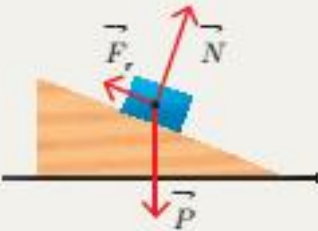
Δx = Longitud final - longitud inicial

$$F = k \cdot \Delta x$$

$$\Delta x = \frac{F}{k} \quad k = \frac{F}{\Delta x}$$

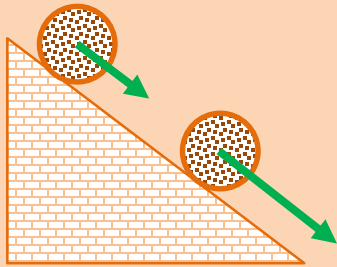
Diagrama de cuerpo libre (DCL)

- Corresponde a un modelo para representar fuerzas en un sistema o cuerpo a modo simplificado, para facilitar el estudio de estas.
- En él se deben representar todas las fuerzas aplicadas **SOBRE** un objeto, en ningún caso las fuerzas realizadas **POR** el cuerpo.

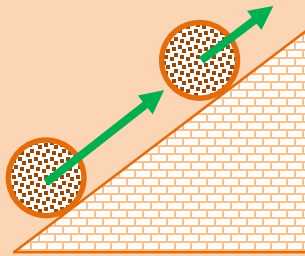
Situación	Diagrama de cuerpo libre
 Una caja apoyada sobre una superficie.	
 Una caja tirada por una cuerda en dirección oblicua.	
 Un cuerpo inmóvil sobre un plano inclinado.	

LAS FUERZAS

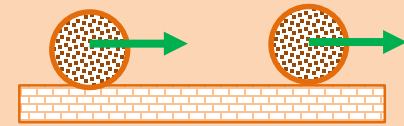
- ☞ En el siglo IV a.C., **Aristóteles** llegó a las siguientes conclusiones:
 - El estado natural de los cuerpos es el reposo.
 - Los cuerpos que se mueven lo hacen movidos por otros cuerpos.
- ☞ En el siglo XVII, **Galileo** realizó una serie de experiencias que le llevaron a cuestionarse estas ideas.



Si una bola desciende por un plano inclinado, su velocidad va aumentando



Si una bola asciende por un plano inclinado, su velocidad va disminuyendo



En consecuencia, si la bola se mueve por un plano horizontal, su velocidad debe permanecer constante

Principio de inercia de Galileo

Si un cuerpo que se mueve no sufre ninguna perturbación, continuará moviéndose eternamente con movimiento rectilíneo y uniforme.

Leyes de Newton



<https://www.youtube.com/watch?v=VXs4dpBwVHA>



1º Ley: Inercia

Un cuerpo permanecerá en estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme si no actúa ninguna fuerza sobre él o si la resultante de las fuerzas que actúan es nula.

La masa de un cuerpo es una medida de su inercia, ya que mientras mayor sea su masa, más fuerza se necesitará para modificar su estado de movimiento.



8. LAS FUERZAS

2. Leyes de Newton de la dinámica

2.1. Primer principio de la dinámica: principio de inercia

Cuando la resultante de todas las fuerzas que actúa sobre un cuerpo es cero, el cuerpo mantiene su estado de movimiento: si estaba en reposo, continúa en reposo, y si estaba en movimiento, seguirá moviéndose con MRU.

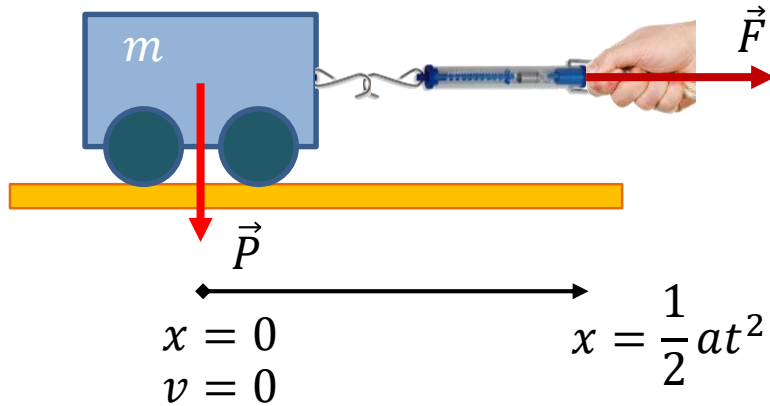


8. LAS FUERZAS

2. Leyes de Newton de la dinámica

2.2. Segundo principio de la dinámica: principio fundamental

Relación entre la fuerza aplicada a un cuerpo con su aceleración



Midiendo la distancia y el tiempo invertido podemos calcular la aceleración.

Cuerpo $m = 5 \text{ kg}$				
F(N)	5	10	15	20
a (m/s ²)	1	2	3	4

Cuerpo $m = 10 \text{ kg}$				
F(N)	5	10	15	20
a (m/s ²)	0,5	1	1,5	2

- ☞ La aceleración de la misma dirección y sentido que la fuerza.
- ☞ La aceleración es directamente proporcional a la fuerza.
- ☞ La aceleración es inversamente proporcional a la masa.

8. LAS FUERZAS

2. Leyes de Newton de la dinámica

2.2. Segundo principio de la dinámica: principio fundamental

Cuando la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo no es nula, el cuerpo adquiere una aceleración en la misma dirección y sentido que la fuerza.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \rightarrow \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

Un **newton (N)** es la fuerza que, al actuar sobre un cuerpo de 1 kg de masa, le comunica una aceleración de 1 m/s² en su misma dirección y sentido.

- ☞ El primer principio se puede considerar un caso particular del segundo principio cuando la fuerza neta que actúa es cero:

$$\vec{F} = 0 \rightarrow 0 = m \cdot \vec{a} \rightarrow \vec{a} = 0$$

- ☞ Un cuerpo está **en equilibrio** si la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre él es nula.

8. LAS FUERZAS

2. Leyes de Newton de la dinámica

2.2. Segundo principio de la dinámica: principio fundamental

La fuerza peso

Cuando un cuerpo se mueve bajo la acción de la gravedad, cae libremente con una aceleración $g = 9,8 \text{ m/s}^2$, por tanto la fuerza peso:

$$\vec{P} = m \cdot \vec{g}$$

El **kilogramo-fuerza** (kg-f) es otra unidad que se define como el peso de un cuerpo cuya masa es 1 kg.

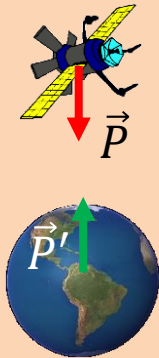
$$1 \text{ kg} - f = 1 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 9,8 \text{ N}$$

8. LAS FUERZAS

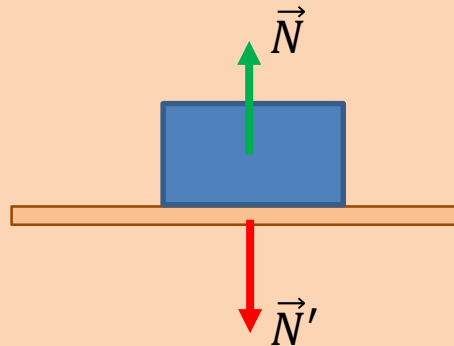
2. Leyes de Newton de la dinámica

2.3. Tercer principio de la dinámica: “acción y reacción”

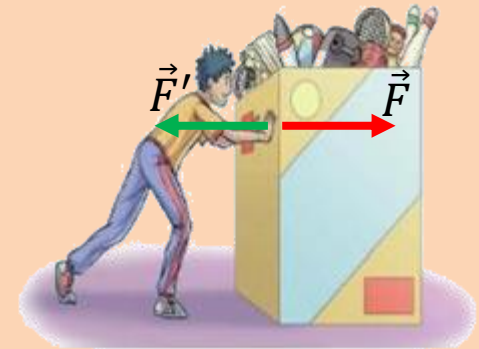
En cualquier interacción aparecen **dos fuerzas iguales y de sentido contrario** (“acción y reacción”) aplicadas a cuerpos distintos, ejercen, por tanto, efectos distintos.



La Tierra ejerce sobre el cuerpo una fuerza (peso). El cuerpo ejerce sobre la Tierra una fuerza igual y de sentido contrario



El cuerpo ejerce sobre el suelo una fuerza N' . El suelo ejerce una fuerza N sobre el cuerpo de la misma magnitud y dirección que N' en sentido contrario



La persona aplica una fuerza sobre el cuerpo y el cuerpo sobre la persona una fuerza igual en módulo y dirección pero de sentido contrario

8. LAS FUERZAS

3. Las fuerzas y el movimiento

3.1. Movimiento rectilíneo uniforme

Es el tipo de movimiento que adquiere un cuerpo cuando la resultante de las fuerzas es nula.

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} = 0 \quad \rightarrow \quad \vec{a} = 0$$

3.2. Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado

Es el tipo de movimiento que adquiere un cuerpo cuando la resultante de las fuerzas no es nula.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

- ☞ Si el sentido de la fuerza es el mismo que el del movimiento, el módulo de la velocidad aumentará.
- ☞ Si el sentido de la fuerza es contrario al del movimiento, el módulo de la velocidad disminuirá.

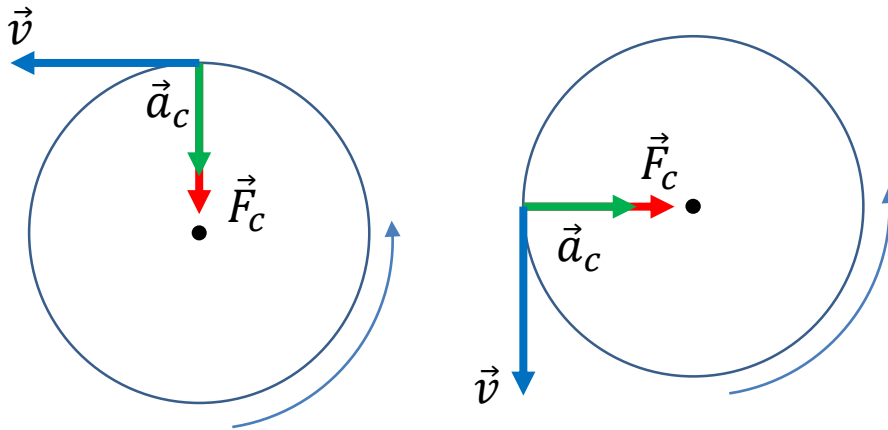
8. LAS FUERZAS

3. Las fuerzas y el movimiento

3.3. Movimiento circular uniforme

La **aceleración normal o centrípeta** ($\vec{a}_c$) mide la variación de la dirección de la velocidad con el tiempo. En un MCU:

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$



Según el segundo principio, el cuerpo debe estar sometido a una fuerza, en este caso la **fuerza centrípeta**:

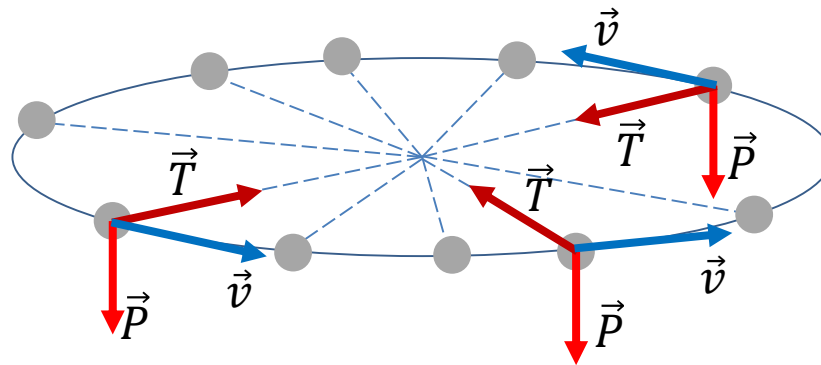
$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}_c \quad \rightarrow \quad F_c = m \cdot a_c \quad \rightarrow \quad F_c = m \cdot \frac{v^2}{r}$$

8. LAS FUERZAS

3. Las fuerzas y el movimiento

Ejemplo resuelto

Una cuerda de 50 cm hace girar una bola de 25 g con una velocidad de 6 m/s. La bola describe una circunferencia en un plano horizontal cuyo radio es la cuerda. ¿Cuál es la tensión de la cuerda?



☞ La fuerza peso no influye en el movimiento por ser perpendicular.

☞ La tensión (T) hace el papel de fuerza centrípeta:

$$F_c = T = m \cdot \frac{v^2}{r}$$

$$T = 0,025 \cdot \frac{6^2}{0,5} = \mathbf{1,8\ N}$$

8. LAS FUERZAS

2. Leyes de Newton de la dinámica

Ejemplo resuelto

Calcula el valor de las fuerzas que existen entre la Tierra y un cuerpo de 2 kg de masa. Después, haz los cálculos que precises para justificar el efecto de esta fuerza sobre el cuerpo y sobre la Tierra.

Dato: $M_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$.

El módulo de cada una de las fuerzas coincide con el peso del cuerpo:

$$P = m \cdot g = 2 \cdot 9,8 = \mathbf{19,6 \text{ N}}$$

El efecto sobre el cuerpo es:

$$a = \frac{P}{m} = \frac{-19,6 \text{ N}}{2 \text{ kg}} = \mathbf{-9,8 \text{ m/s}^2}$$

El efecto sobre la Tierra es:

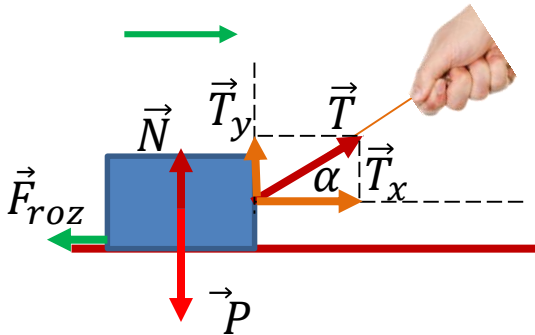
$$a = \frac{P}{m} = \frac{19,6 \text{ N}}{6 \cdot 10^{24} \text{ kg}} = \mathbf{3,27 \cdot 10^{-24} \text{ m/s}^2}$$

8. LAS FUERZAS

1. Fuerzas que actúan sobre los cuerpos

Ejemplo resuelto

Un cuerpo de 10 N de peso está apoyado en una superficie horizontal. Se tira de él con una cuerda que forma un ángulo de 30° con la horizontal y ejerce una tensión de 8 N. El coeficiente de rozamiento entre el cuerpo y la superficie es 0,2. Calcula la fuerza de rozamiento.



8. LAS FUERZAS

2. Leyes de Newton de la dinámica

ACTIVIDADES

4. Un cuerpo de 2 kg se apoya sobre un plano inclinado 45° con respecto a la horizontal.
- a) Dibuja el cuerpo y las interacciones a que se ve sometido.
 - b) Calcula el valor de cada una de las interacciones.
 - c) Dibuja el cuerpo y las fuerzas que actúan sobre él. ¿Estará en equilibrio?

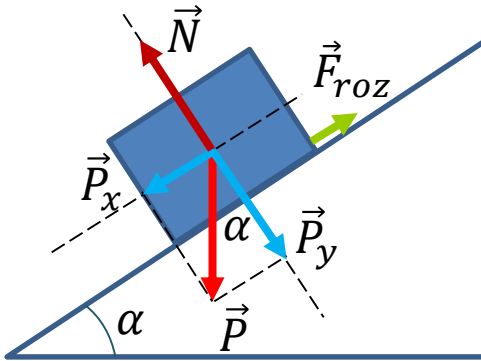
8. LAS FUERZAS

1. Fuerzas que actúan sobre los cuerpos

Ejemplo resuelto

Calcula la fuerza resultante de todas las fuerzas que actúan sobre el siguiente cuerpo en reposo sobre un plano inclinado. ¿Comenzará moverse?

Datos: $P = 20 \text{ N}$; $\mu = 0,5$; $\alpha = 30^\circ$



8. LAS FUERZAS

1. Fuerzas que actúan sobre los cuerpos

ACTIVIDADES

Un cuerpo de 10 kg de masa está apoyado sobre una superficie horizontal. Se tira de él hacia arriba con una cuerda que ejerce 20 N. Entre el cuerpo y la superficie hay un coeficiente de rozamiento de 0,2. Calcula el valor máximo de la fuerza de rozamiento.

8. LAS FUERZAS

1. Fuerzas que actúan sobre los cuerpos

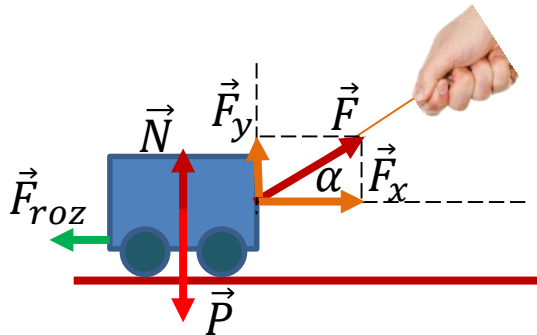
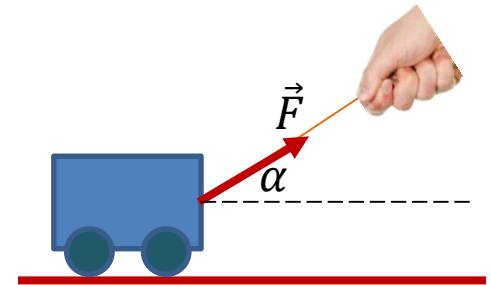
ACTIVIDADES

Un cuerpo de 10 N de peso está apoyado sobre un plano inclinado 30° con la horizontal. Calcula el valor máximo de la fuerza de rozamiento.

Dato: $\mu = 0,2$

1. El cochecito de la figura tiene una masa de 1,5 kg. Tiramos de él con una fuerza de 8 N mediante una cuerda que forma un ángulo de 30° con la horizontal. Entre el cochecito y el suelo hay un coeficiente de rozamiento de 0,2. Calcula:

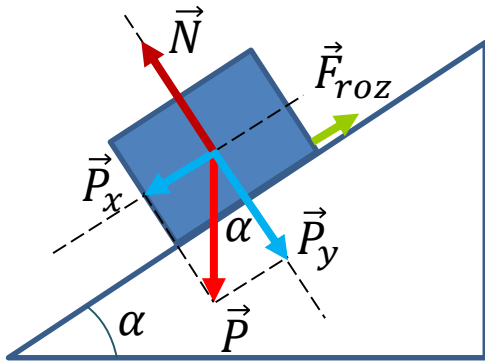
- a) La aceleración que adquiere.
- b) La distancia recorrida en 3 s, si inicialmente estaba en reposo.



Ejemplos resueltos

2. Un cuerpo de 8 kg de masa descansa sobre un plano inclinado 30° con respecto a la horizontal. Entre el cuerpo y el plano hay un coeficiente de rozamiento de 0,2. Calcula:

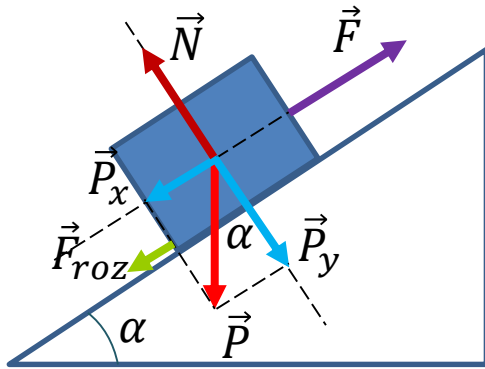
- a) La aceleración con la que desciende por el plano.
 - b) La distancia que recorre en 5 s y la velocidad en ese momento, si inicialmente estaba en reposo.
- a) Dibujamos las fuerzas que actúan.



8. LAS FUERZAS

3. Las fuerzas y el movimiento

3. Supongamos el mismo esquema del ejemplo anterior. Calcula la fuerza paralela al plano con la que debemos tirar del cuerpo para que suba con una aceleración de 1 m/s^2 .



8. LAS FUERZAS

3. Las fuerzas y el movimiento

ACTIVIDADES

5. Una caja de galletas de 500 g, que está encima de una mesa, es arrastrada con una cuerda que ejerce una fuerza de 5 N. El coeficiente de rozamiento entre la caja y la mesa es de 0,2. Calcula la aceleración de la caja si la cuerda:
- a) Es paralela a la superficie de la mesa.
 - b) Forma un ángulo de 45° con la mesa.
 - c) Forma un ángulo de 90° con la mesa.

8. LAS FUERZAS

1. Fuerzas que actúan sobre los cuerpos

ACTIVIDADES

Sobre un cuerpo de 10 kg que está en la parte inferior de un plano inclinado 30° con la horizontal se aplica una fuerza F paralela al plano y hacia arriba de 100 N. Calcula:

- a) La aceleración con la que sube.
- b) El valor de F para que suba con velocidad constante.
- c) Repite los cálculos anteriores si el coeficiente de rozamiento entre el cuerpo y el plano es de 0,2.

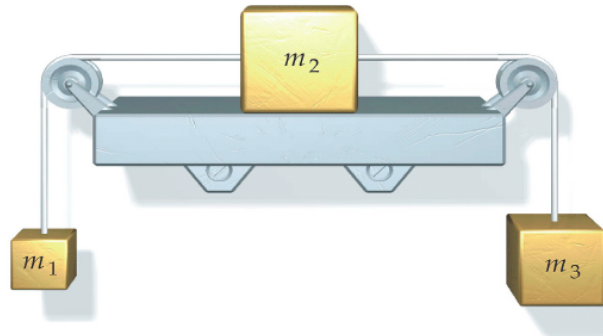
8. LAS FUERZAS

3. Las fuerzas y el movimiento

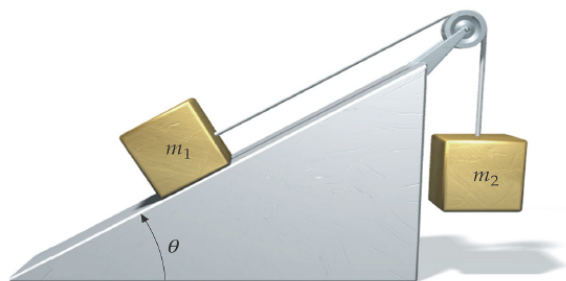
ACTIVIDADES

7. Se coloca una piedra de 600 g en una honda de 50 cm y se le hace girar a una velocidad de 4 m/s. Dibuja la fuerza que ejerce la honda y calcula su módulo. ¿Cómo afecta el peso a este valor? ¿Y su masa?
8. Ahora se coloca la piedra del ejercicio anterior en una honda de 1 m.
 - a) ¿Qué fuerza habrá que hacer para que gire a 4 m/s?
 - b) ¿A qué velocidad girará la piedra si ejercemos la misma fuerza que en la actividad anterior?

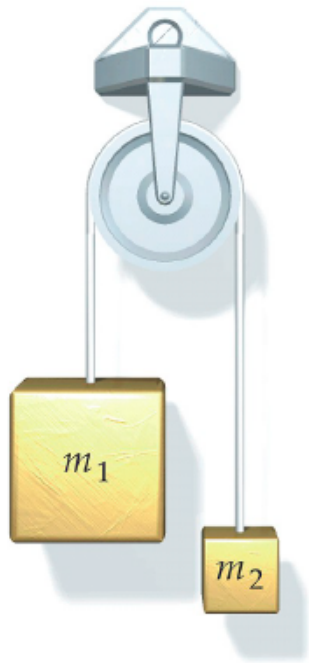
Un bloque de masa $m_2 = 3.5 \text{ kg}$ descansa sobre un estante horizontal sin rozamiento y está conectado mediante cuerdas a dos bloques de masas $m_1 = 1.5 \text{ kg}$ y $m_3 = 2.5 \text{ kg}$, que cuelgan libremente, como se muestra en la figura. Las poleas carecen de rozamiento y su masa es despreciable. El sistema se mantiene inicialmente en reposo. Cuando se deja en libertad, determinar: a) la aceleración de cada uno de los bloques, y b) la tensión de cada cuerda.



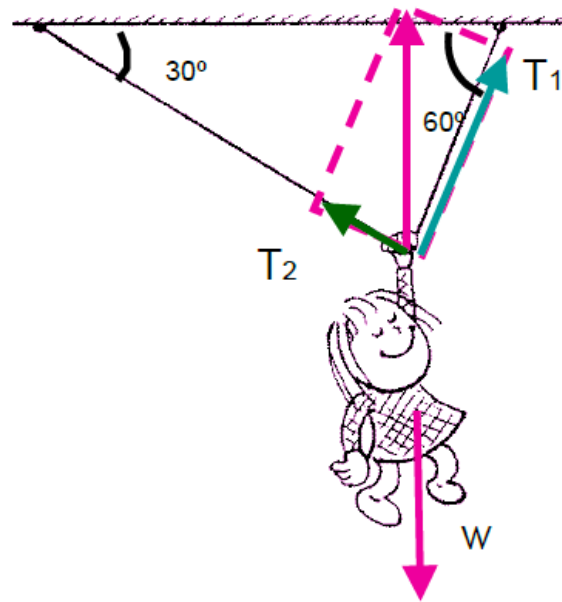
Dos objetos están conectados por una cuerda de masa despreciable, como se indica en la figura. El plano inclinado y la polea carecen de rozamiento. Determinar la aceleración de los objetos y la tensión de la cuerda para a) valores genéricos de θ , m_1 y m_2 , y b) $\theta=30^\circ$, $m_1=m_2=5$ kg.



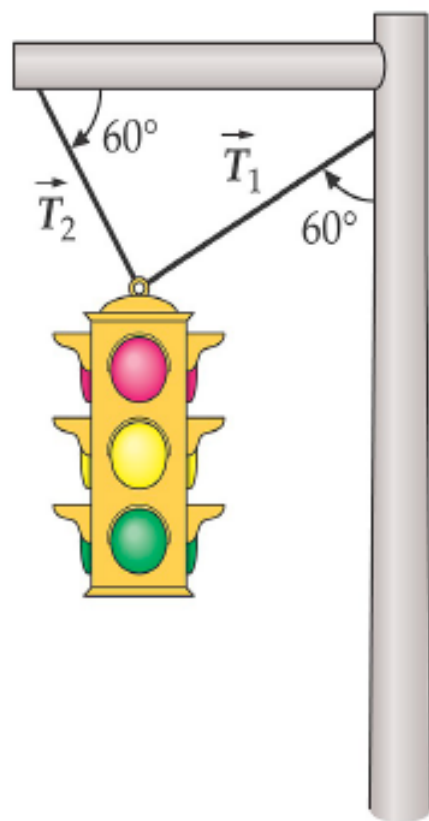
El aparato de la figura se denomina máquina de Atwood, y se utiliza para medir la aceleración debida a la gravedad a partir de la aceleración de dos bloques conectados por una cuerda que pasa por una polea. Supongamos que se suspenden dos cuerpos de masas $m_1=500\text{ g}$ y $m_2=510\text{ g}$, unidos por una cuerda de masa despreciable. Determinar la aceleración de cada masa y la tensión en la cuerda de la máquina.



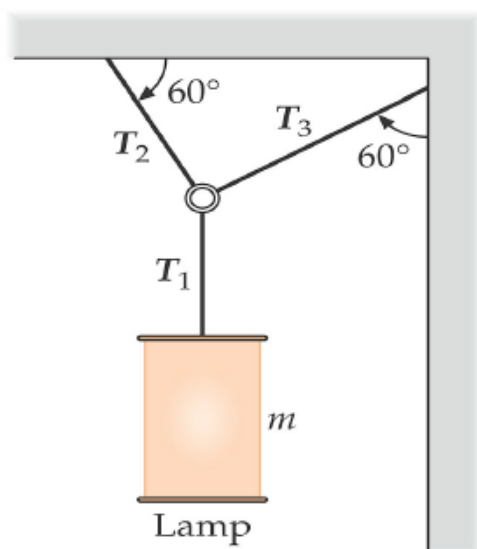
Una niña que pesa 8 N se aguanta mediante dos cables que ejercen tensiones T_1 y T_2 , tal como indica la figura. Determinar la tensión de los dos cables.



Un semáforo de 35 kg está colgado de un soporte tal como se muestra en la figura. Determinar la tensión de las cuerdas, razonando cuál de las dos es mayor.



Una lámpara de masa $m = 42.6 \text{ kg}$ cuelga de unos alambres como indica la figura 2. El anillo tiene masa despreciable. Calcula la tensión 2 y 3 del sistema.



1. Dada una cuerda capaz de soportar una fuerza máxima de 200 N, ¿cuál será la aceleración máxima que se podrá comunicar con ella a una masa de 10 kg cuando se encuentra sobre un plano horizontal sin rozamiento?

Sol: a) 20 m/s^2

4. Un cuerpo de masa 100 kg que se mueve a una velocidad de 30 m/s se para después de recorrer 80 m en un plano horizontal con rozamiento. Calcula el coeficiente de rozamiento entre el cuerpo y el plano.

Sol: a) $\mu=0,57$

11.- Un vehículo de 800 kg asciende por una pendiente que forma un ángulo de 15° con la horizontal, recorriendo 32 m sobre el plano en 5 s. Suponiendo despreciable el rozamiento, calcular la aceleración del vehículo y la fuerza que ejerce el motor.

Sol: 2.56 m/s^2 y 4077 N

Un bloque (partícula) de masa m inicia su movimiento hacia arriba de un plano inclinado con $\theta = 30^\circ$, cuya base mide $b = 4(m)$, con una rapidez inicial $v_0 = 10(m/s)$, tal como se muestra en la Fig. (3.5.1). El coeficiente de roce dinámico entre el bloque y el plano inclinado vale: $\mu_k = 0.5$.

- Hallar la aceleración del bloque en el plano inclinado.
- Hallar la velocidad del bloque al final del plano inclinado. En este tramo, el bloque ¿acelera o retarda?
- Al salir del plano, el bloque se mueve como proyectil. Hallar la aceleración del movimiento.
- Calcule el tiempo t_m que demora el bloque en llegar a la altura máxima y_m desde que salió del plano inclinado.
- Calcule la altura máxima y_m que alcanza el bloque desde que salió del plano inclinado.
- Calcule a qué distancia d , más allá del borde del plano, llega el bloque a tierra.
- Calcule el tiempo que demora el bloque en llegar a tierra desde que salió del plano inclinado.
- Calcule la velocidad del bloque al llegar a tierra.

