



*Dinámica:*

*Fuerzas y Representación*

*Hector Santana Gallardo*

*Física*

*profectorsg@gmail.com*

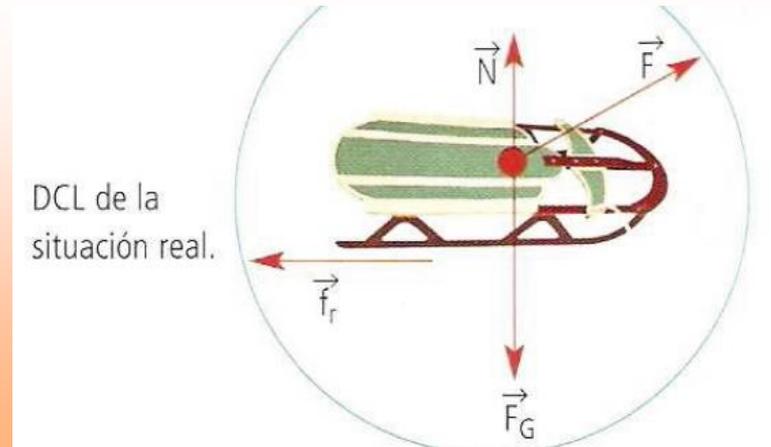
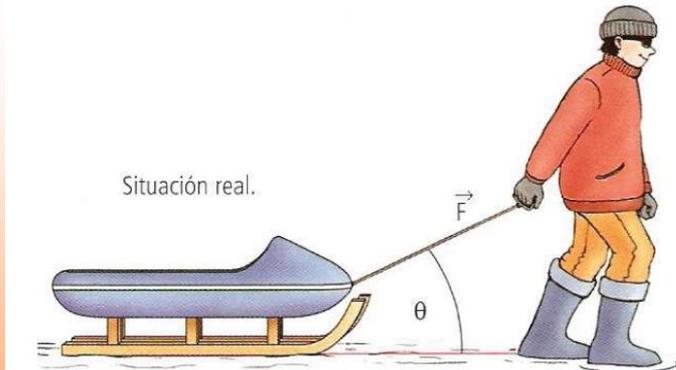


# DIAGRAMAS DE CUERPO LIBRE (DCL)

Es una técnica que se utiliza para representar todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo, respetando el módulo y la dirección de cada una de ellas.

Se llama de cuerpo libre, ya que solo se consideran las fuerzas que actúan sobre el cuerpo en estudio.

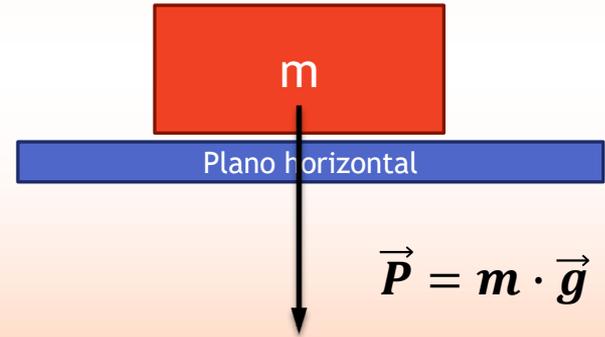
El cuerpo se representa como una masa puntual, es decir, un punto donde la masa se encuentra concentrada, de esta forma ésta permanece inalterada.





# PESO $\vec{P}$

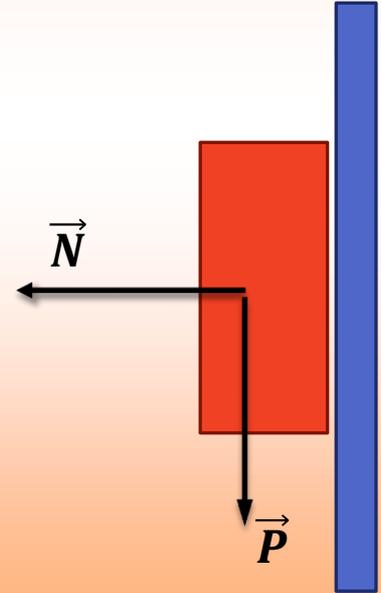
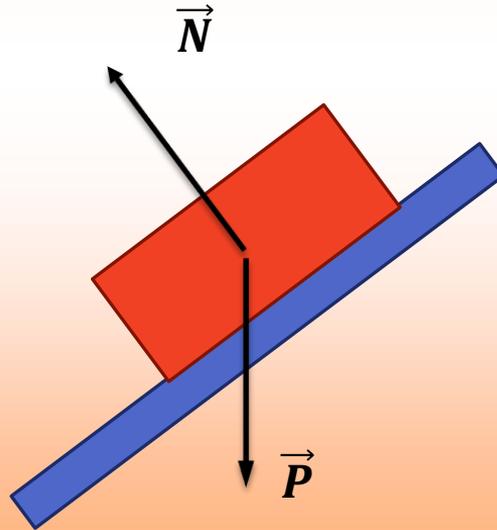
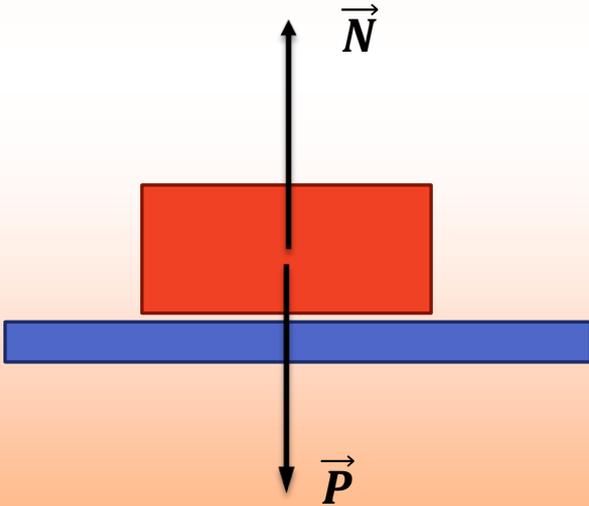
El peso ( $\vec{P}$ ) de un cuerpo es la magnitud de la fuerza gravitatoria, la cual se define como la fuerza de atracción ejercida por la tierra sobre un cuerpo. Esta fuerza está dirigida hacia el centro de la tierra.





# FUERZA NORMAL $\vec{N}$

Es la fuerza de reacción que ejerce una superficie sobre un cuerpo, cuando este se apoya sobre ella. Se manifiesta perpendicular a la superficie y apunta en sentido contrario a ella.





# FUERZA DE ROCE

Si un objeto está en movimiento interactuará con su entorno (superficie sólida o un fluido). Esta interacción se traduce en una resistencia al movimiento del objeto conocida como **fuerza de roce** o **fuerza de fricción**.

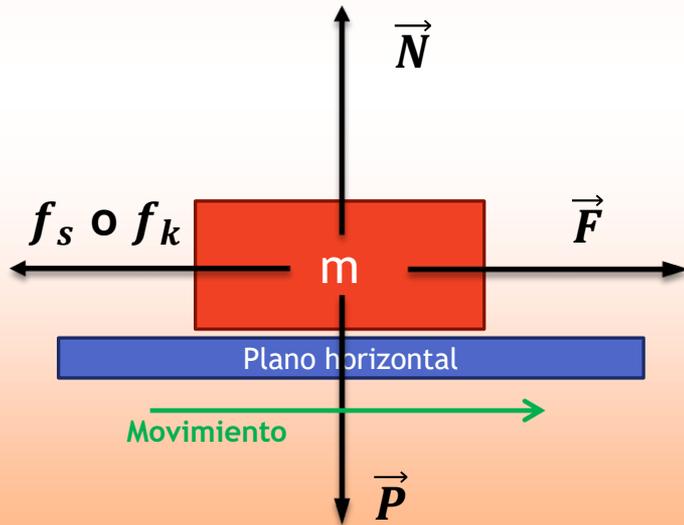
¿Cómo se produce?

- Para sacar un cuerpo del reposo se le debe aplicar una fuerza  $\vec{F}$ .
- La fuerza que se opone al movimiento del cuerpo se conoce como **fuerza de roce estática** ( $f_s$ ). Mientras no se mueva  $\vec{F} = f_s$ , si una aumenta la otra también.
- Cuando el cuerpo está a punto de deslizarse,  $f_s$  tiene su máximo valor  $f_{smax}$ .
- Cuando la fuerza aplicada supera a  $f_{smax}$ , entonces el cuerpo comienza a moverse acelerando en la dirección de  $\vec{F}$ .



# FUERZA DE ROCE

- Cuando el cuerpo está en movimiento, la fuerza de roce se denomina **fuerza de roce cinética** ( $f_k$ ) la cual es menor que  $f_{smax}$ . Si (en módulo)  $\vec{F} = f_k$ , el cuerpo se mueve a velocidad constante, pero si  $\vec{F} > f_k$ , el cuerpo se acelerará en la misma dirección de la fuerza resultante.



Ventajas del roce:  
Frenos de vehículos.  
Pulir objetos (fabricación de lentes)

Desventajas del roce:  
Desgaste de neumáticos.  
Desgaste de ropa y zapatos.



# FUERZA DE ROCE

La fuerza de roce se genera a partir de la naturaleza de las superficies en contacto, debido a la rugosidad de ambas. La explicación se encuentra a nivel atómico, siendo estas fuerzas de origen eléctrico.

El valor de la fuerza de roce estática máxima entre dos superficies cualquiera en contacto es:

$$f_s = \mu_s N$$

El valor de la fuerza de roce cinética que actúa entre las superficies de contacto es:

$$f_k = \mu_k N$$

Donde:

$\mu_s$ : coeficiente de roce estático.

$\mu_k$ : coeficiente de roce cinético.

$N$ : magnitud de la fuerza normal.





# FUERZA DE ROCE

La siguiente tabla muestra los coeficientes de roce estáticos y cinéticos para distintos materiales en contacto. Los valores son aproximados.

La fuerza de roce sobre un objeto es opuesta a su movimiento o movimiento inminente, respecto a la superficie.

Materiales	$\mu_s$	$\mu_k$
Madera sobre madera	0,25 – 0,5	0,2
Madera encerada sobre nieve húmeda	0,14	0,1
Madera encerada sobre nieve seca	–	0,04
Cobre sobre acero	0,53	0,36
Aluminio sobre acero	0,61	0,47
Acero sobre acero	0,74	0,57
Vidrio sobre vidrio	0,94	0,4
Metal sobre metal	0,15	0,06
Hielo sobre hielo	0,1	0,03
Teflón sobre teflón	0,04	0,04
Caucho sobre concreto	1,0	0,8



# FUERZA DE ROCE

Ejemplo 1:

Una caja de 20 [kg] descansa sobre una mesa horizontal. Determinar la fuerza mínima que es preciso ejercer para ponerla en movimiento, si sabe que el coeficiente de roce entre las superficies es de 0,4.

La fuerza mínima será la fuerza de roce

La fuerza Normal es igual al peso de la caja

$$N = m \cdot g$$

$$N = 20 \cdot 9,8$$

$$N = 196 [N]$$

$$f_s = \mu_s \cdot N$$

$$f_s = 0,4 \cdot 196$$

$$f_s = 78,4 [N]$$

R: la fuerza mínima que hay que aplicar a la caja para que se mueva es  $> 78,4 [N]$



# FUERZA DE ROCE

Ejemplo 2:

$$m = 20 \text{ [kg]}$$

$$N = 196 \text{ [N]}$$

Determinar la fuerza necesaria de aplicar a la caja del problema anterior para que se mueva con una aceleración de  $0,5 \text{ [m/s}^2\text{]}$ , sabiendo que  $\mu_k = 0,2$ .

Equilibrando las fuerzas en el eje x

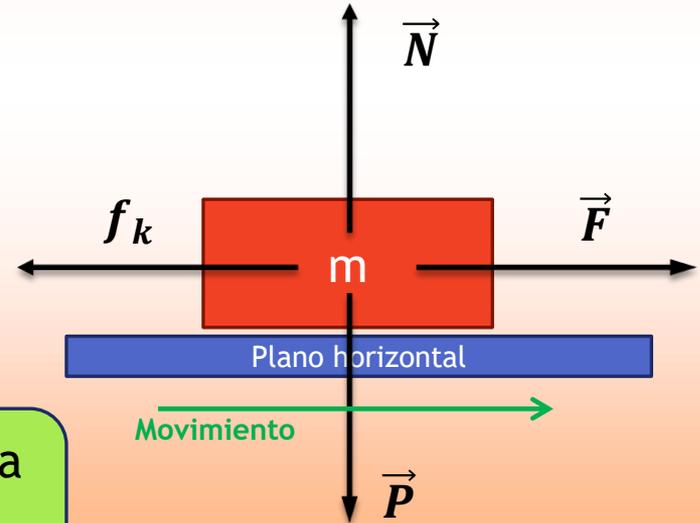
$$\vec{F}_{neta} = m \cdot \vec{a}_{neta}$$

$$F - f_k = m \cdot a$$

$$F = f_k + m \cdot a$$

$$F = 0,2 \cdot 196 + 20 \cdot 0,5$$

$$F = 49,2 \text{ [N]}$$



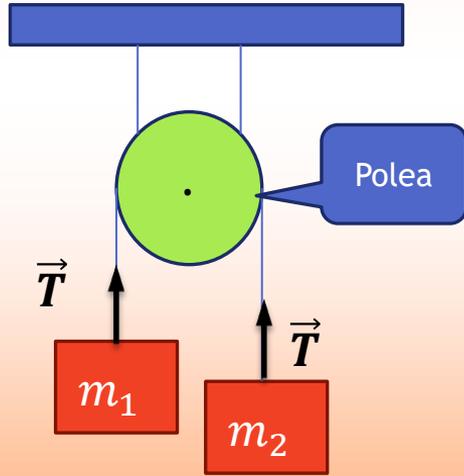
R: la fuerza necesaria que hay que aplicar a la caja para que se mueva con las condiciones anteriores es de  $49,2 \text{ [N]}$



# TENSIÓN $\vec{T}$

Es la fuerza transmitida a través de una cuerda inextensible y de masa despreciable, ejercida por un cuerpo ligado a ella. Se representa por un vector dirigido a lo largo de la cuerda.

$$m_1 = m_2$$



$$m_1 > m_2$$



# TENSIÓN $\vec{T}$

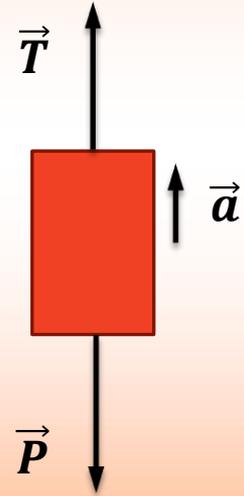
Ejemplo 1:

Un ascensor de  $400 [N]$  de peso se mueve verticalmente hacia arriba, acelerando a razón de  $4 [m/s^2]$ . Considerando  $g = 10 [m/s^2]$ :

- ¿Cuál es la fuerza neta que actúa sobre el ascensor?
- ¿Cuánto vale la tensión del cable del ascensor?

a)  $\vec{F}_{neta} = m \cdot \vec{a}_{neta} = 40 [kg] \cdot 4 [m/s^2] = 160 [N]$

b)  $\vec{T} - \vec{P} = m \cdot \vec{a}_y$   
 $\vec{T} = 40 \cdot 4 + 400$   
 $\vec{T} = 560 [N]$





# TENSIÓN $\vec{T}$

Ejemplo 2:

Una joven camina a través de una cuerda tendida horizontalmente entre dos edificios. La deflexión de la sogu cuando está en el punto medio forma un ángulo de  $12^\circ$ . Si la masa de la joven es de  $46 [kg]$ , ¿Cuál es la tensión  $\vec{T}$  de la sogu en ese punto?

No hay aceleración, por lo tanto la fuerza neta es nula  $\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a} = 0$

Descomponer las fuerzas en horizontales y verticales

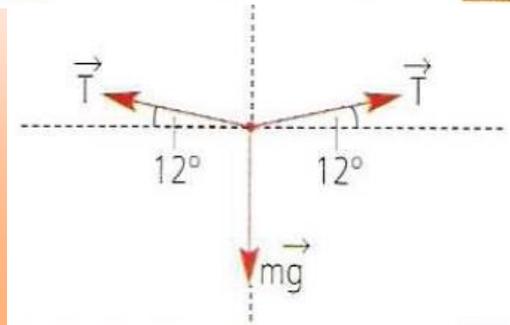
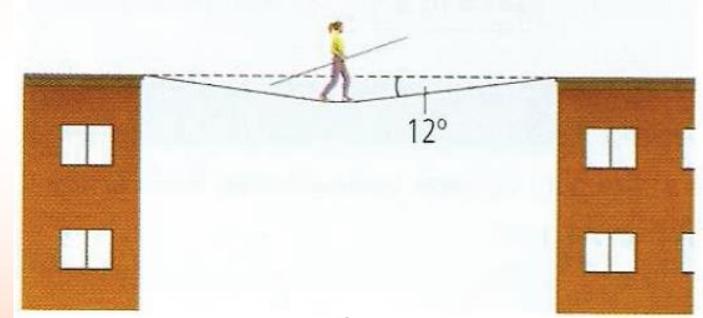
Horizontal: se anulan por ser iguales y opuestas

Vertical: la suma debe ser cero.

$$T \sin 12^\circ + T \sin 12^\circ - m \cdot g = 0$$

$$2T \sin 12^\circ = 46 \cdot 9,8$$

$$T = \frac{46 \cdot 9,8}{2 \sin 12^\circ} = 1084,1 [N]$$





# TENSIÓN $\vec{T}$

Ejemplo 3:

¿Cuánta tensión debe resistir un cable si se le utiliza para acelerar verticalmente hacia arriba, a  $0,6 \text{ [m/s}^2\text{]}$ , un contenedor de  $1.000 \text{ [kg]}$  en ausencia de roce?

$$\sum \vec{F}_y = m \cdot \vec{a}$$

$$T - mg = m \cdot \vec{a}$$

$$T = m \cdot \vec{a} + mg$$

$$T = 1.000 \cdot 0,6 + 1.000 \cdot 9,8$$

$$T = 10.400 \text{ [N]}$$

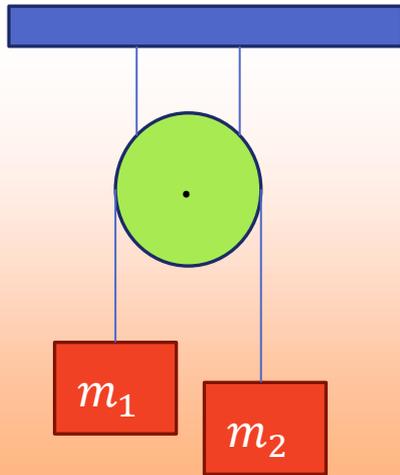




# EJERCICIOS



1. Describir el diagrama de cuerpo libre de cada masa descrita en la imagen y las ecuaciones que resultan de la segunda ley de Newton si la  $m_2 > m_1$ .



2. ¿Cuánta tensión debe resistir un cable si se le utiliza para bajar verticalmente un bloque de cemento con una aceleración de  $0,8 \text{ [m/s}^2\text{]}$ , de  $900 \text{ [kg]}$  en ausencia de roce?



# FUERZA DE ROCE

Ejemplo 3:

Dos bloques, el primero de  $m_1 = 10[kg]$  y el segundo de masa  $m_2 = 5[kg]$ , están conectados por un cordel fino que pasa sobre poleas sin fricción. La aceleración del bloque 2 es de  $5 [m/s^2]$  y la superficie es áspera. Determinar la tensión del cordel y el coeficiente de roce cinético entre el bloque y la superficie.

Masa 1: Va hacia abajo, se toma positivo ese movimiento

$$P_1 - T = m_1 \cdot a$$

$$T = m_1 \cdot g - m_1 \cdot a$$

$$T = 10 \cdot 9,8 - 10 \cdot 5 = 48 [N]$$

Masa 2 horizontal:

Va hacia la derecha, se toma positivo ese movimiento

$$T - f_k = m_2 \cdot a$$

$$f_k = T - m_2 \cdot a$$

$$f_k = 48 - 5 \cdot 5 = 23 [N]$$

Masa 2 vertical: No tiene movimiento, la aceleración es 0

$$N - P_2 = 0$$

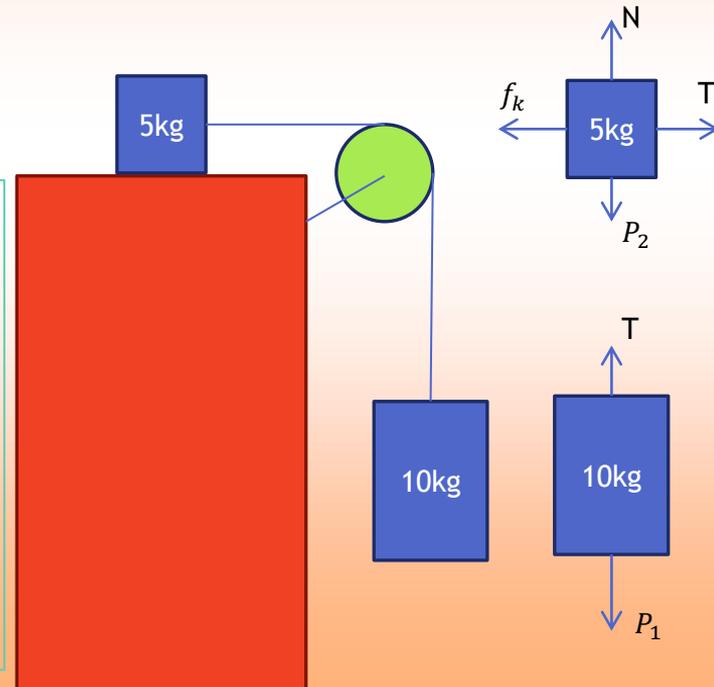
$$N - m_2 \cdot g = 0$$

$$N = m_2 \cdot g$$

$$N = 5 \cdot 9,8 = 49 [N]$$

$$f_k = \mu_k N$$
$$\mu_k = \frac{f_k}{N}$$
$$\mu_k = \frac{23}{49}$$
$$\mu_k = 0,47$$

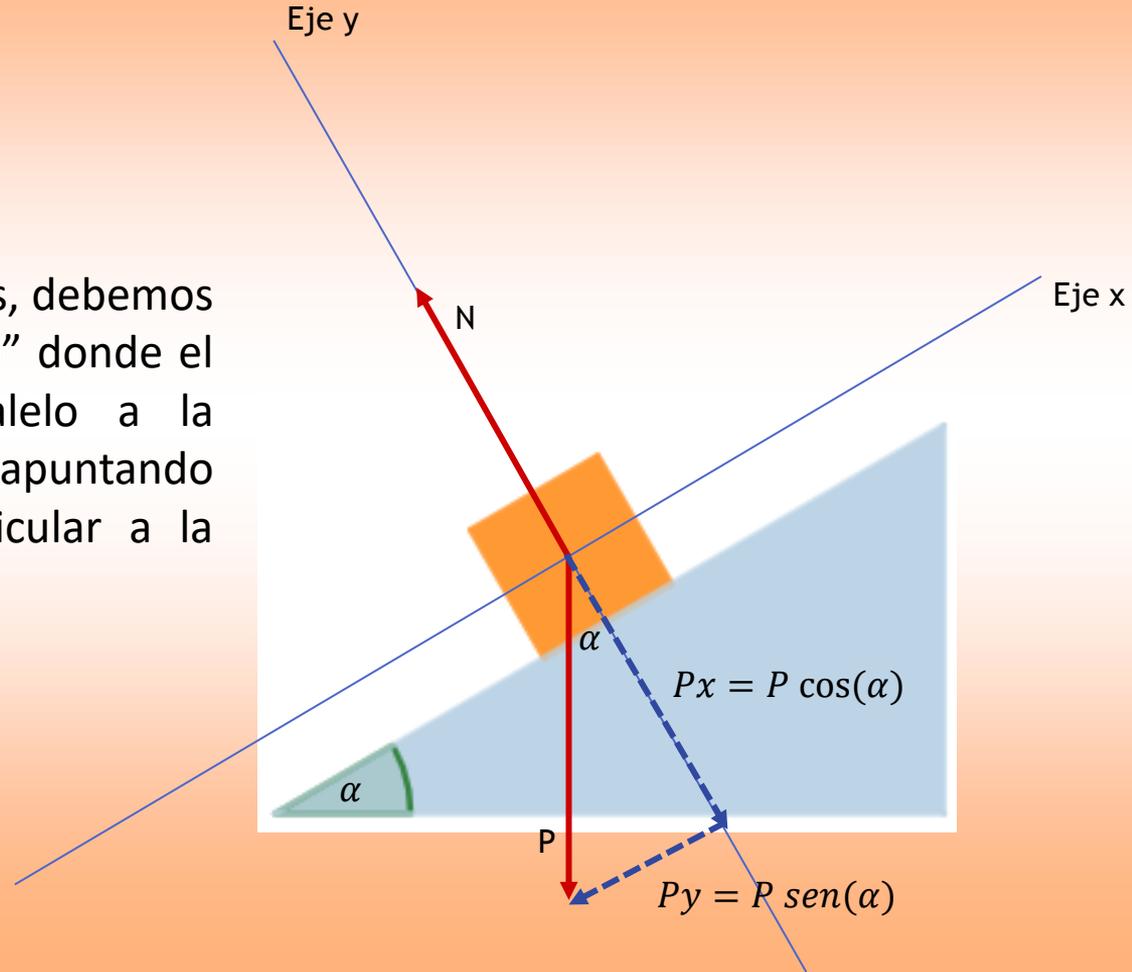
Aluminio con  
acero





# PLANO INCLINADO

Para abordar este tipo de situaciones, debemos crear un “plano cartesiano inclinado” donde el eje horizontal (eje x) será paralelo a la superficie. El Peso será una fuerza apuntando hacia abajo y la Normal perpendicular a la superficie.





# PLANO INCLINADO

Una caja de 20 kg se desliza por una superficie inclinada  $30^\circ$ . El coeficiente de roce entre la superficie y la caja es de 0.48. Calcular la fuerza normal, fuerza de roce y aceleración de la caja.

Vertical:

$$\sum F = 0$$

$$N - Px = 0$$

$$N - P \cdot \cos(\alpha) = 0$$

$$N = m \cdot g \cdot \cos(\alpha)$$

$$N = 20 \cdot 9.8 \cdot \cos(30^\circ)$$

$$N = 169.74 \text{ [N]}$$

Fuerza de roce:

$$f_k = \mu_k \cdot N$$

$$f_k = 0.48 \cdot 169.74$$

$$f_k = 81.48 \text{ [N]}$$

Horizontal:

$$\sum F = ma$$

$$Py - f_k = ma$$

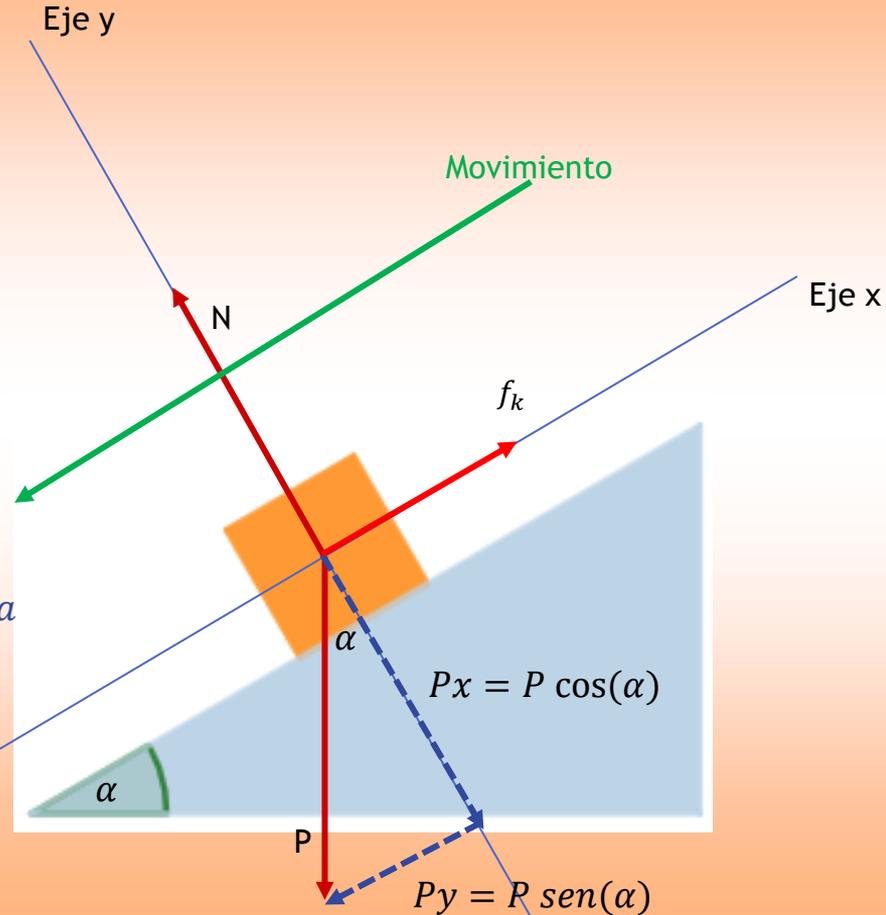
$$P \cdot \sin(\alpha) - f_k = ma$$

$$m \cdot g \cdot \sin(\alpha) - f_k = ma$$

$$20 \cdot 9.8 \cdot \sin(30^\circ) - 81.48 = 20 \cdot a$$

$$\frac{20 \cdot 9.8 \cdot \sin(30^\circ) - 81.48}{20} = a$$

$$0.83 \left[ \frac{m}{s^2} \right] = a$$





# FUERZA ELASTICA: LEY DE HOOKE

Es una fuerza que ejercen los cuerpos con propiedades elásticas (resorte, elásticos, cuerda de bungee, etc.). Su magnitud depende de las características propias del material elástico y de la elongación del cuerpo desde la posición de equilibrio.

Todo cuerpo elástico reacciona con una fuerza contraria a la fuerza deformadora para volver a su estado natural. Esta fuerza es proporcional a la deformación producida, con la misma magnitud pero en sentido contrario.

Ley de Hooke

$$F_R = -k x$$

Donde:

$F_R$  es la fuerza restauradora

$k$  es la constante de elasticidad o rigidez

$x$  es la longitud de deformación

El signo negativo significa que la fuerza que ejerce el resorte tiene sentido contrario al movimiento del cuerpo



# FUERZA ELASTICA: LEY DE HOOKE

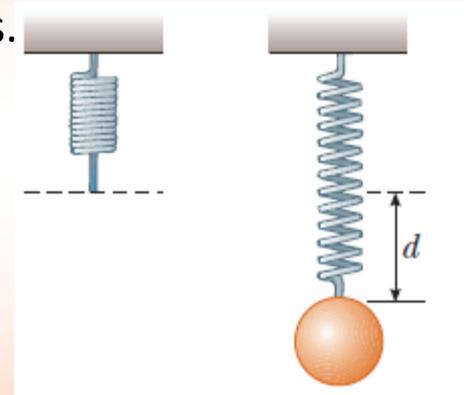
Existen situaciones donde el resorte está dispuesto en forma vertical, donde se le agrega una masa en un su extremo produciéndose un estiramiento.

Esta masa con la gravedad forma un peso, provocando un estiramiento.

El resorte produce una fuerza de reacción al peso de magnitud iguales.

Ejemplo:

Si un resorte se estira  $2 [cm]$  al agregarle un objeto de masa  $0,55 [Kg]$ , ¿Cuál es la constante del resorte?



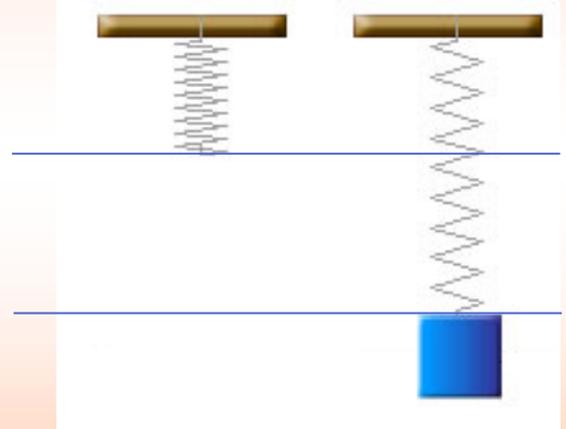
$$269,5 [N/m]$$



# EJERCICIO



En un resorte de constante  $k = 350 \text{ [N/m]}$  se cuelga una masa de  $20 \text{ [kg]}$ , como muestra la figura. Calcular el estiramiento del resorte desde su posición de equilibrio hasta su nueva posición.



0,56 [m]



## EJERCICIO



Una carga de 50 [N] unida a un resorte que cuelga verticalmente, lo estira 5 [cm]. Ahora el resorte es colocado horizontalmente sobre una mesa y se estira 11 [cm]. ¿Qué fuerza se necesita para estirar el resorte esta longitud?

Para obtener la fuerza necesaria, hay que saber el valor de la constante del resorte

$$F = kx$$
$$k = \frac{F}{x} = \frac{50}{0,05} = 1000 \left[ \frac{N}{m} \right]$$

Entonces la fuerza necesaria para estirar el resorte 11 cm es:

$$F = kx$$
$$F = 1000 \cdot 0,11 = 110 [N]$$



*Dinámica:*

*Fuerzas y Representación*

*Hector Santana Gallardo*

*Física*

*profectorsg@gmail.com*