



MECÁNICA IV

- Multiplicación de vectores
- **Fuerza de roce**
- Impulso
- Momentum
- Torque
- Trabajo
- Potencia

Disipación de energía y roce. Coeficientes de roce estático y dinámico. Magnitud y dirección de la fuerza de roce en cada caso. Dependencia con respecto a la fuerza normal y la superficie de contacto.

Multiplicación de vectores

- Producto Punto

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = |\vec{a}| |\vec{b}| \cos \alpha$$

- Producto Cruz

$$\vec{a} \times \vec{b} = \vec{c}$$

Coseno y seno

- El coseno de un ángulo determinado tiene siempre un valor determinado
- Igual para el seno
- Así, por ejemplo:

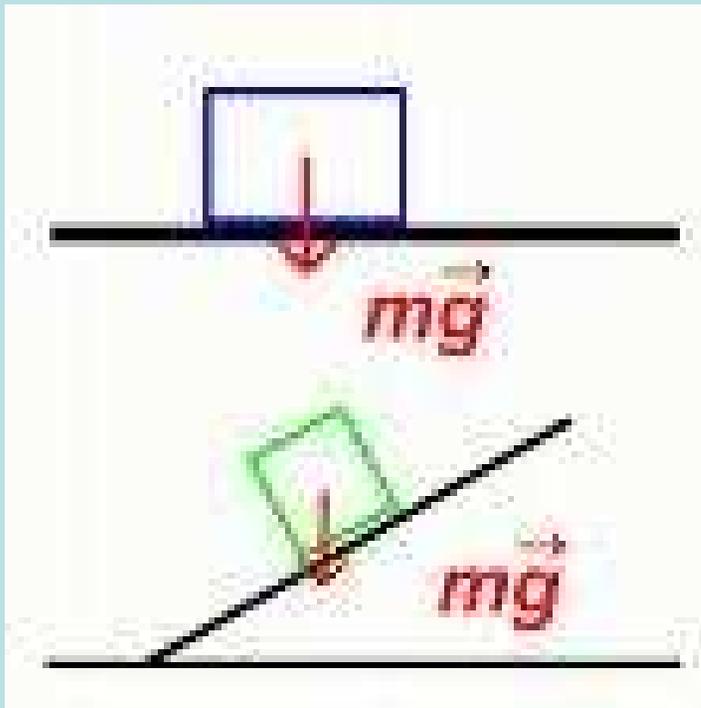
ángulo	coseno	seno
0°	1	0
45°	$\sqrt{2}/2$	$\sqrt{2}/2$
90°	0	1
180°	-1	0

Como vimos en el plan común:

Algunos tipos de fuerza son

- Peso
- Fuerza normal
- “Fuerza aplicada”
- Fuerza de roce
- Fuerza elástica
- Fuerza de tensión

Peso

 \vec{P} 

Fuerza con que la tierra atrae a un cuerpo.

No necesita contacto con el cuerpo.

 \vec{N}

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

Fuerza normal

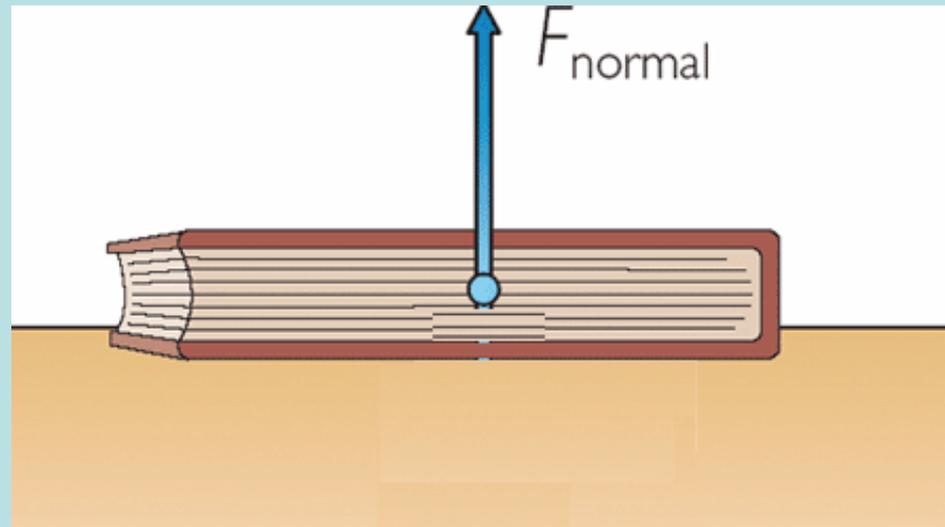
$$\vec{F}_N$$

[N]

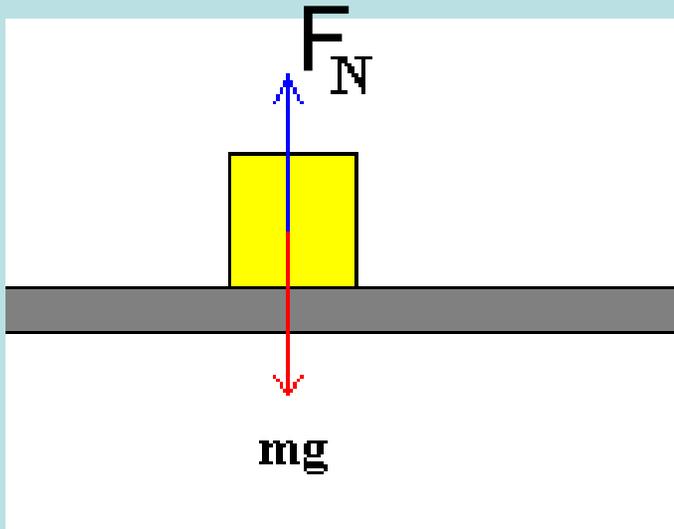
Fuerza elástica desde la superficie hacia el cuerpo, perpendicular a la superficie

¡Opuesta al peso!

$$\vec{P} = -\vec{F}_N$$

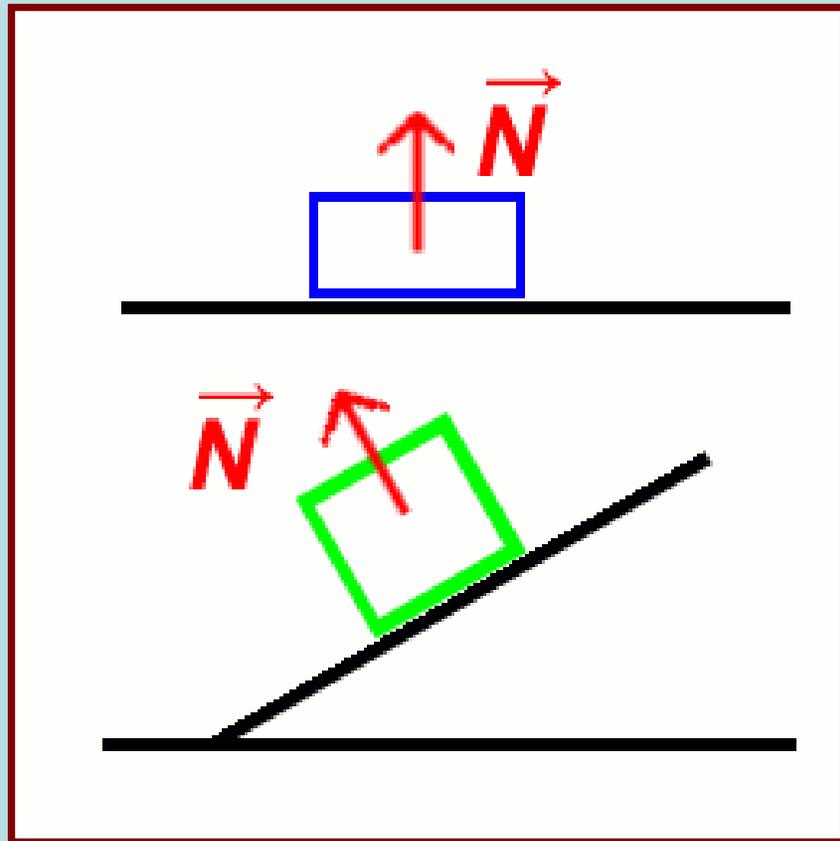


Fuerza normal



$$P = -F_N$$

$$mg = -F_N$$

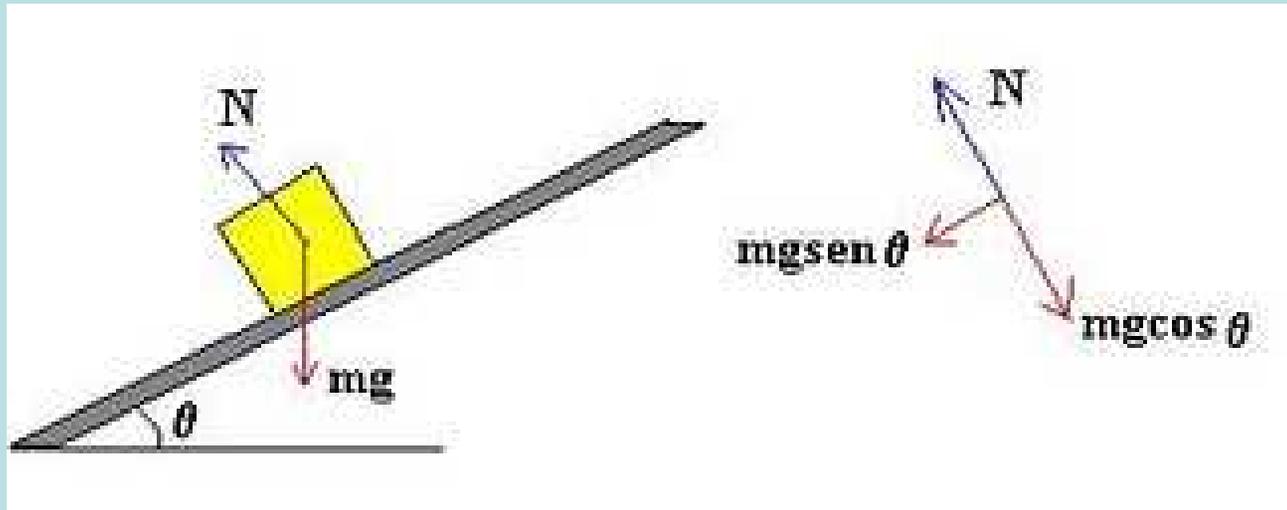


Fuerza normal

Perpendicular a la superficie

*Superficie inclinada

$$mg \cos \theta = -F_N$$

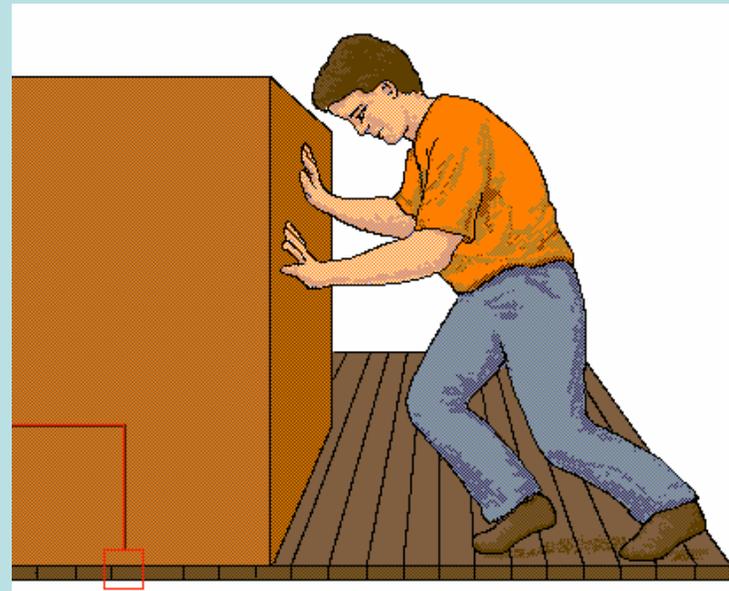


Fuerza de roce

Al aplicar una fuerza horizontal sobre un cuerpo, existe una **FUERZA DE ROCE** que se opone al movimiento.

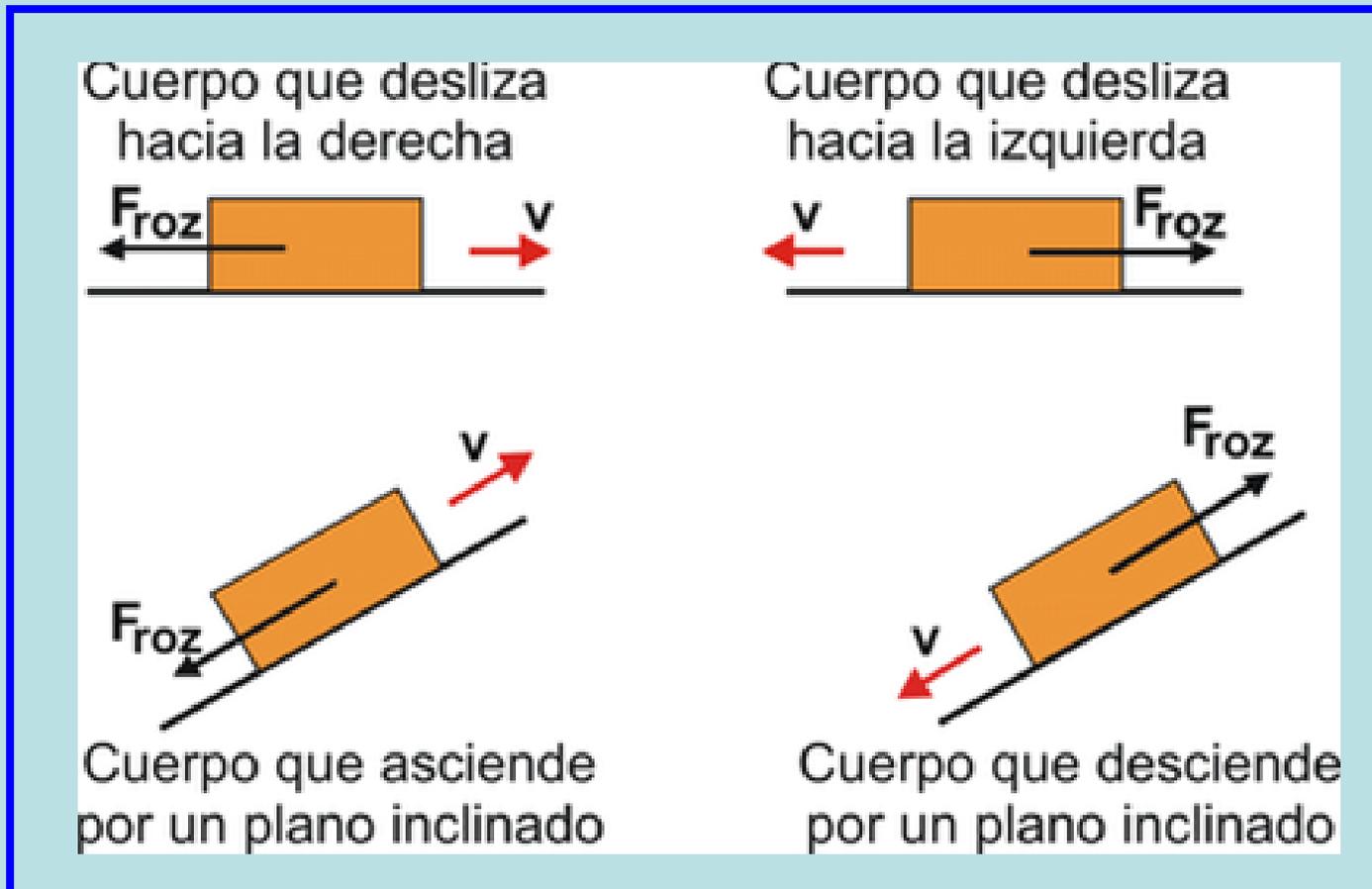
Debida a fricción entre superficies.

\vec{f}_{roce}



Fuerza de roce

En sentido distinto a “fuerza aplicada”



Fuerza de roce

- f_{roce} estática
- f_{roce} dinámica

$$f_{\text{roce}} = \mu \cdot F_N$$

* μ depende de superficies; puede ser estático o dinámico

Tabla de coeficientes de roce

Materiales en contacto	Coefficiente roce estático	Coefficiente roce cinético
Hielo / Hielo	0.1	0.03
Vidrio / Vidrio	0.9	0.4
Madera / Cuero	0.4	0.3
Madera / Piedra	0.7	0.3
Madera / Madera	0.4	0.3
Acero / Acero	0.74	0.57
Caucho / Cemento	1.0	0.8

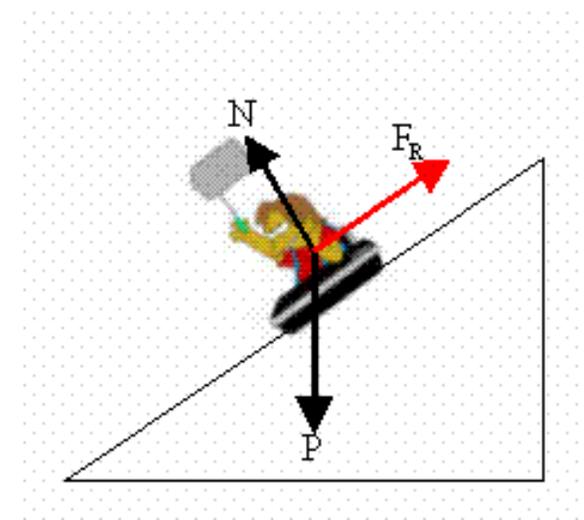
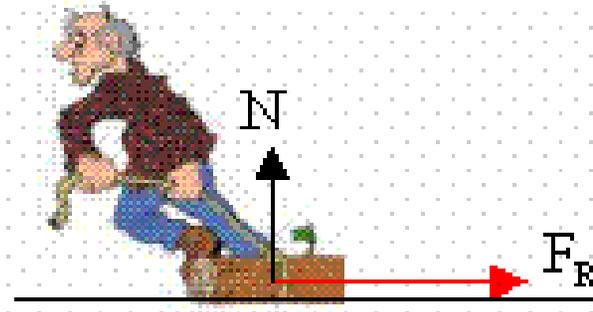
FUERZA DE ROCE

FUERZA DE ROCE



Es una fuerza que se opone al movimiento, depende de las superficies en contacto (coeficiente de roce) y del peso del cuerpo.

DETERMINACIÓN DE LA FUERZA DE ROCE



$$F_R = \mu \cdot N$$

Donde:

μ : Coeficiente de roce

N: Fuerza normal

EJERCICIO 1

- Un cuerpo de 2 kg es empujado sobre una superficie horizontal mediante la aplicación de una fuerza paralela al plano de magnitud 10 newton. Si el coeficiente de roce cinético de 0,2, ¿cuál es el valor de la aceleración alcanzada por el cuerpo, medida en m/s^2 ? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

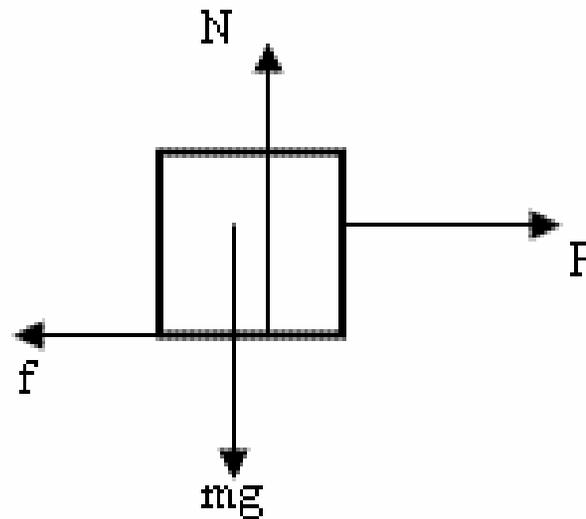
a)1

b)2

c)3

d)4

e)5



EJERCICIO 2

- Suponga el mismo bloque del problema anterior, pero ahora además de la fuerza paralela al plano, se aplica otra fuerza, también de 10 N, en dirección vertical y hacia arriba. Con estos datos, determinar la aceleración que alcanzará el cuerpo, en m/s^2 .
- a)1
b)2
c)3
d)4
e)5

EL ROCE PUEDE SER

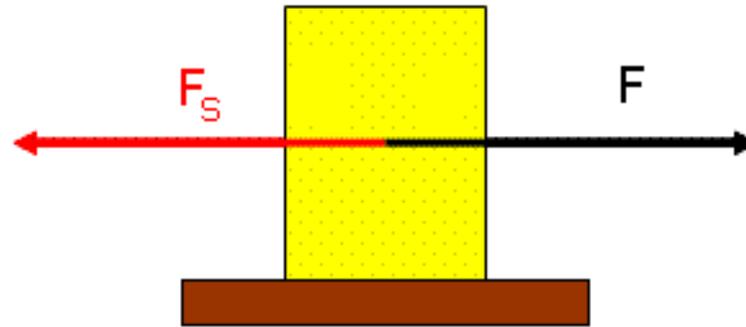
- ESTÁTICO

Actúa cuando el cuerpo está en reposo.

- CINÉTICO

Actúa cuando el cuerpo está en movimiento.

FUERZA DE ROCE ESTÁTICO



- La fuerza de roce estático es una fuerza variable, que equilibra las fuerzas que tienden a poner en movimiento al cuerpo.
- La fuerza de roce estático tiene un **valor límite**, que está dado por

$$F_s = \mu_s \cdot N$$

FUERZA DE ROCE CINÉTICO

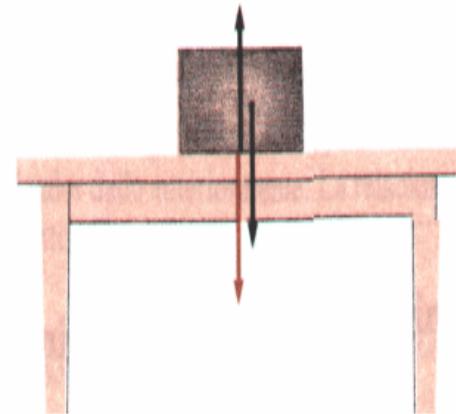
- Cuando un cuerpo está en MOVIMIENTO, en la zona de contacto entre el móvil y la superficie actúa la fuerza de roce cinético.
- El módulo de la fuerza de roce cinético es



$$F_K = \mu_K \cdot N$$

EJERCICIO 3

- Un cuerpo de peso P está en reposo sobre una mesa. El coeficiente de roce estático entre el cuerpo y la mesa es μ_s . Las fuerzas que actúan sobre el cuerpo son:
 - a) El peso y la fuerza de roce.
 - b) El peso y su reacción.
 - c) El peso, la normal y el roce.
 - d) Solamente el peso.
 - e) Ninguna de las anteriores.**



Si en un sistema aislado las energías se conservan...

¿cómo se explica que el roce haga disminuir la E_k ?

- La fuerza de roce, como toda buena fuerza que se jacte de tal, realiza un trabajo.

$$W_{\text{roce}} = - |F_{\text{roce}}| \cdot d$$

NOTA: Recuerden que la fuerza de roce siempre actúa paralela al desplazamiento y con sentido contrario, por eso la igualdad se multiplica por -1 ($\cos 180^\circ = -1$)

EJERCICIO 4

- Una persona arrastra un cuerpo de 50 kg de masa sobre un piso horizontal. Si el coeficiente de roce cinético es 0,2 y arrastra el baúl 3 metros, el trabajo realizado por la persona, en joules es:

a) 0

b) 300

c) 600

d) 3000

e) 6000



Como tenemos un trabajo negativo, hay una disminución de la Energía Mecánica del sistema.

¿Y qué pasa con esta energía que se pierde?...

Esta energía se pierde como calor y deformación de los cuerpos y superficies.



$$W = \Delta E$$

Entonces tenemos que...

¿¿Por qué se suma??

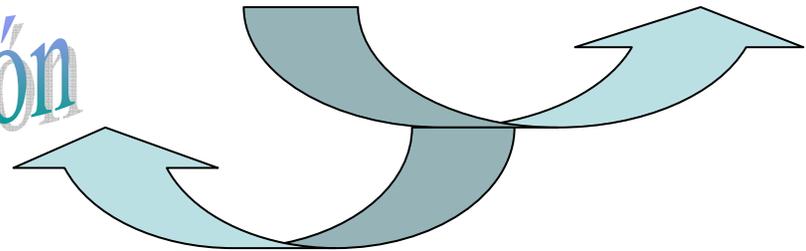
mmm...de veras que es negativa,

$$E_T = E_M + W_{\text{roce}}$$

$$\Rightarrow E_T = E_M + E_{\text{disipada}}$$

Calor

Deformación



EJERCICIO 5

- Se lanza horizontalmente un bloque con energía cinética K por una superficie rugosa y se detiene después de recorrer una distancia L . El trabajo realizado por la fuerza de roce es:
 - a) K
 - b) K/L
 - c) 0
 - d) $-K$
 - e) $-K/L$

- A partir de esto, definiremos una nueva clasificación de las fuerzas:

- Conservativas: Tienden a mantener la E_M del sistema

- No Conservativas: Disipan energía, haciendo disminuir la E_M

Fundamental!

Recordar

**conservación de la energía
en sistemas cerrados**

Por ejemplo, en choques



conservación del momentum

26. Un bloque que pesa 20 N se empuja sobre la cubierta horizontal de una mesa con una fuerza de 18 N. El coeficiente de roce cinético entre el bloque y la cubierta es 0,4. ¿Cuál es la aceleración del bloque? (Considere la aceleración de gravedad igual a $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)

A) $0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

B) $1,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

C) $5,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

D) $9,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

E) $10,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

38. Desde 5 m de altura respecto al suelo, a partir del reposo, un bloque de madera de **ME** 2 kg se desliza por un plano inclinado de 8 m de largo, llegando a nivel del suelo con una rapidez de $8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Considerando la aceleración de gravedad igual a $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, ¿cuál fue el trabajo efectuado por el roce después de recorrer todo el plano inclinado?

- A) - 36 J
- B) - 64 J
- C) -100 J
- D) -124 J
- E) -136 J

Repasando:

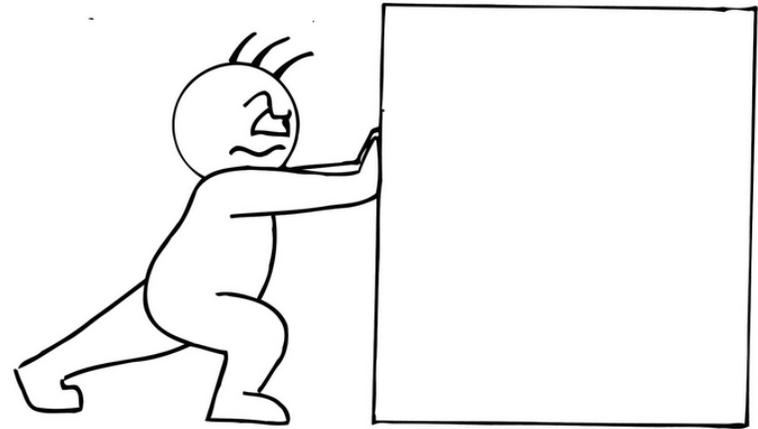
- Impulso
- Momentum
- Torque
- Trabajo
- Potencia

Impulso



Producto de la fuerza
por el intervalo de
tiempo en que actúa
la fuerza

[N·s]



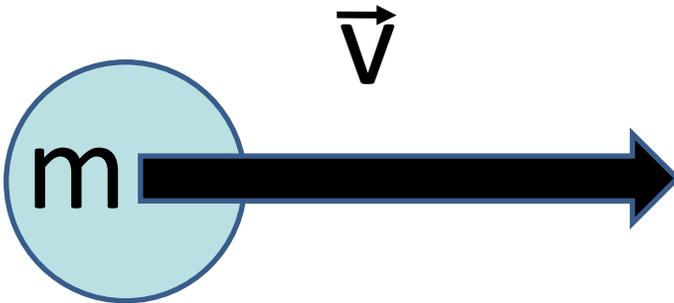
$$\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t$$

Momentum

\vec{p}

Cantidad de movimiento

Producto de la masa por la velocidad de un objeto



$$\vec{p} = m \cdot \Delta \vec{v}$$

[kg·m/s]

Relación entre impulso y momentum

$$F = m \cdot a$$

3ª ley newton

$$a = \Delta v / \Delta t \quad F = m \cdot \Delta v / \Delta t$$

$$F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v$$

Impulso = momentum

$$F \cdot \Delta t = m (v_2 - v_1) \quad \Delta v = (v_2 - v_1)$$

$$F \cdot \Delta t = m \cdot v_2 - m \cdot v_1$$

Torque



Torque = fuerza x brazo de palanca

$$T = \vec{F} \times \vec{d}$$

Mayor distancia, menor fuerza para hacer el mismo torque

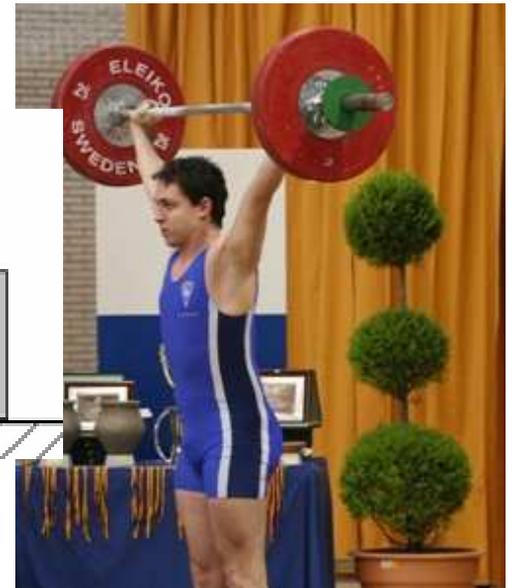
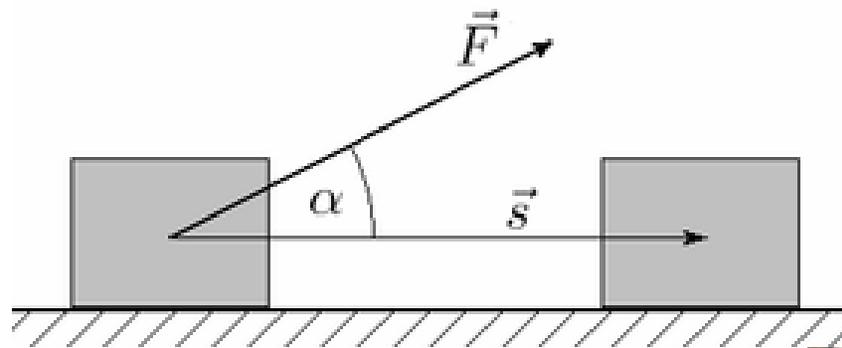
Mínimo esfuerzo ↔ Mayor palanca

Trabajo mecánico

Producto punto de la fuerza que se ejerce sobre un objeto por la distancia que recorre el objeto bajo la acción de la fuerza.

[Joules]

$$1\text{J} = 1\text{N}\cdot 1\text{m}$$



$$W = |F| \cdot |s| \cdot \cos \alpha$$

Potencia Mecánica

1. Cantidad de trabajo efectuado por unidad de tiempo
2. Velocidad con la que un objeto realiza un trabajo

[*watt*]

$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$$

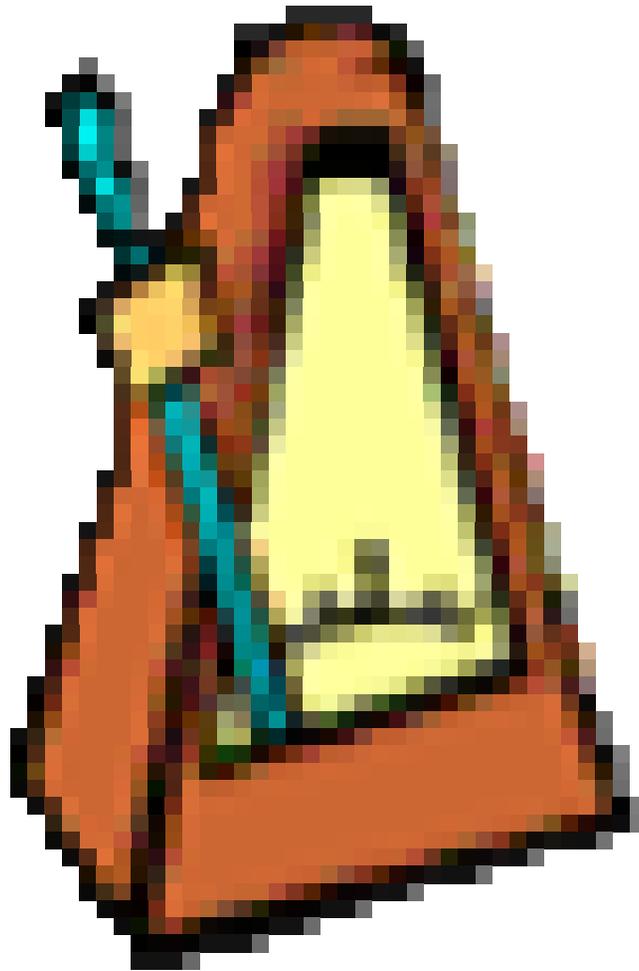
$$P = \frac{F \cdot d}{t} = F \cdot V$$

$$1 \text{ watt} = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ s}}$$

Movimiento armónico simple

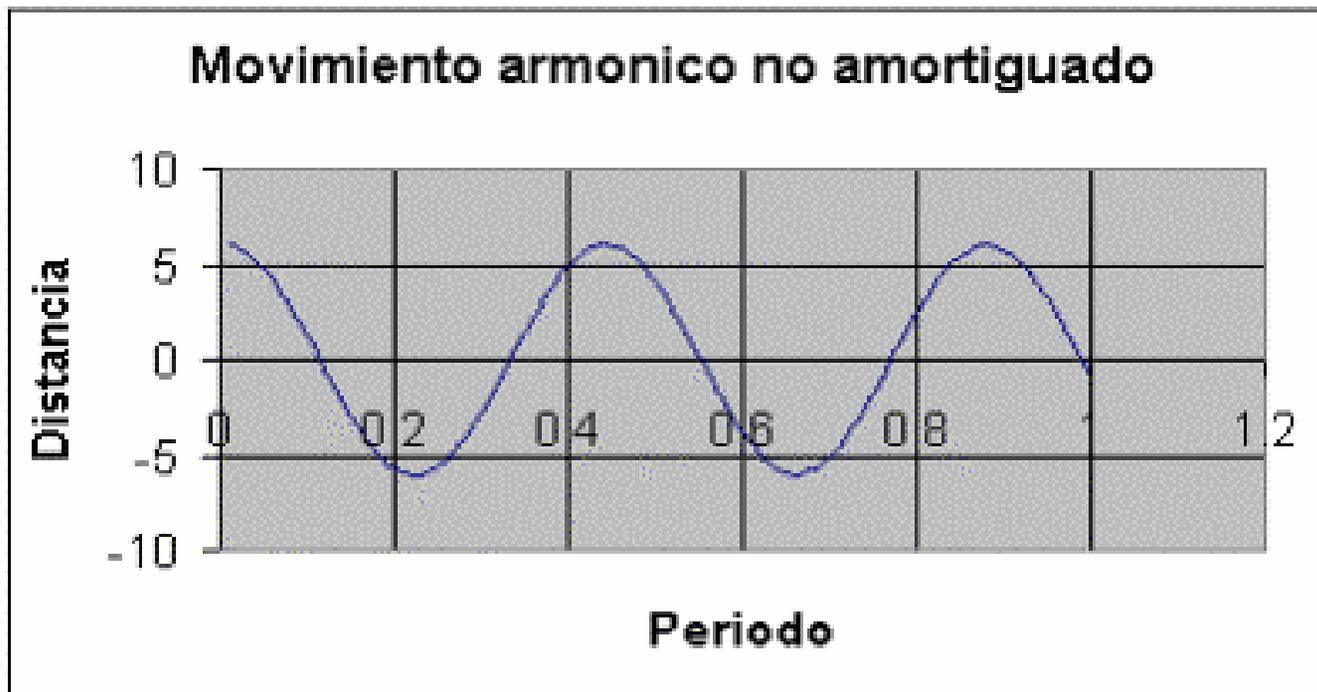
- Cuando un cuerpo realiza un movimiento en el que va y viene sobre una misma trayectoria, decimos que está oscilando o vibrando.
- En el caso en que la fuerza que actúa sobre el cuerpo es proporcional a su distancia de la posición de equilibrio, le denominaremos Movimiento Armónico Simple

Definición



Graficar MAS

Podemos graficar MAS, como posición en función del tiempo.



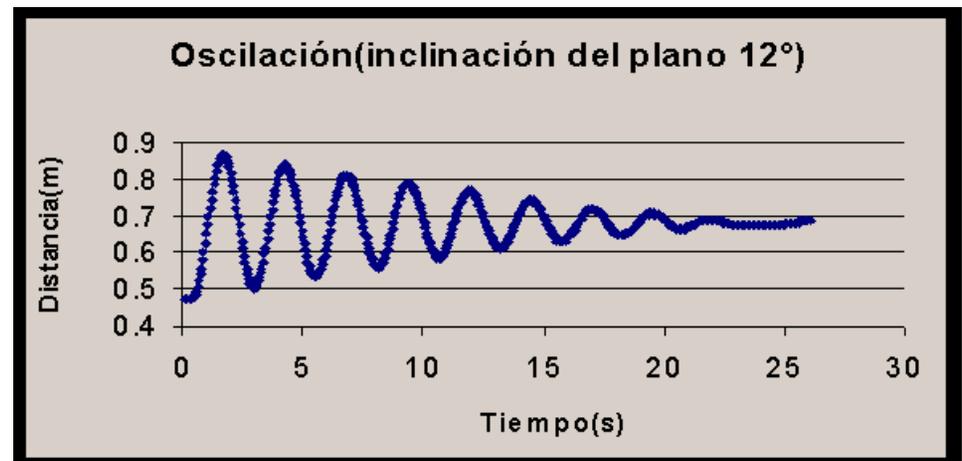
MAS

- En todos los casos de MAS (péndulo, resorte, barra metálica que oscila, etc.) al alejarse el cuerpo de su posición de equilibrio sufre cambios por la “**fuerza restauradora**”, que lo trata de llevar de vuelta al equilibrio.



Amplitud

- Es la distancia máxima que alcanza un objeto, con respecto al equilibrio.
- En MAS se mantiene constante a lo largo del tiempo.

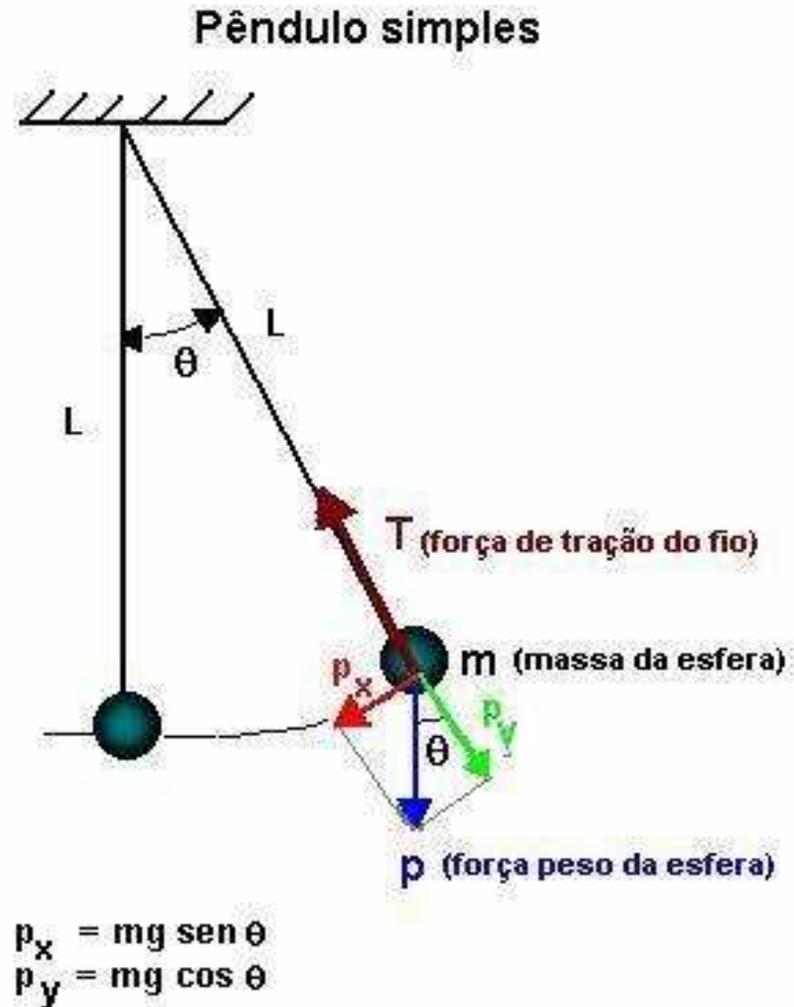


- El tiempo que tarda el cuerpo en realizar una vibración completa se denomina período (T). Se mide en segundos.
- El número de vibraciones completas que realiza en un tiempo determinado se llama frecuencia (f). Se mide en Hertz (1/s).

$$T = 1/f$$

Pêndulo Simple

- Cuerda de masa despreziable.
- La fuerza restauradora es la componente del peso tangente a la trayectoria.



- Para este caso particular:

(solo si el ángulo es pequeño $\sim 53^\circ$)

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

Esta expresión nos indica que :

1) $> L$, $>$ período

2) $> g$, $<$ período

3) T no depende de m ni de A .

Ejercicio 4

Se tienen dos péndulos, A y B. La masa del péndulo A es el doble del péndulo B, es decir, $m_A = 2 m_B$. Respecto al largo, el péndulo A es $1/4$ del largo del péndulo B.

Con respecto a esto...

- I.- El periodo (T) del péndulo A es menor que el de B
- II.- La frecuencia (F) del péndulo B es menor que el de A
- III.- El periodo del péndulo A es $1/2$ del periodo de B

Son verdaderas:

- a) Sólo I
- b) Sólo III
- c) Sólo I y II
- d) Sólo I y III
- e) I, II y III

Resortes

- Si intentamos comprimir un resorte, veremos que reacciona a la compresión con una fuerza cuyo valor crece conforme se va comprimiendo.

Ley de Hook

$$F = k \cdot x$$

k = constante elástica

x = deformación

Ejercicio 5

Para un resorte que cumple la ley de Hook y que presenta como constante clásica de elasticidad el valor de 19.62 N/cm. Se le cuelga un objeto que causa una deformación de 58.86 cm. ¿Cuál es la masa del objeto? (considere $g = 9,81 \text{ m/s}^2$)

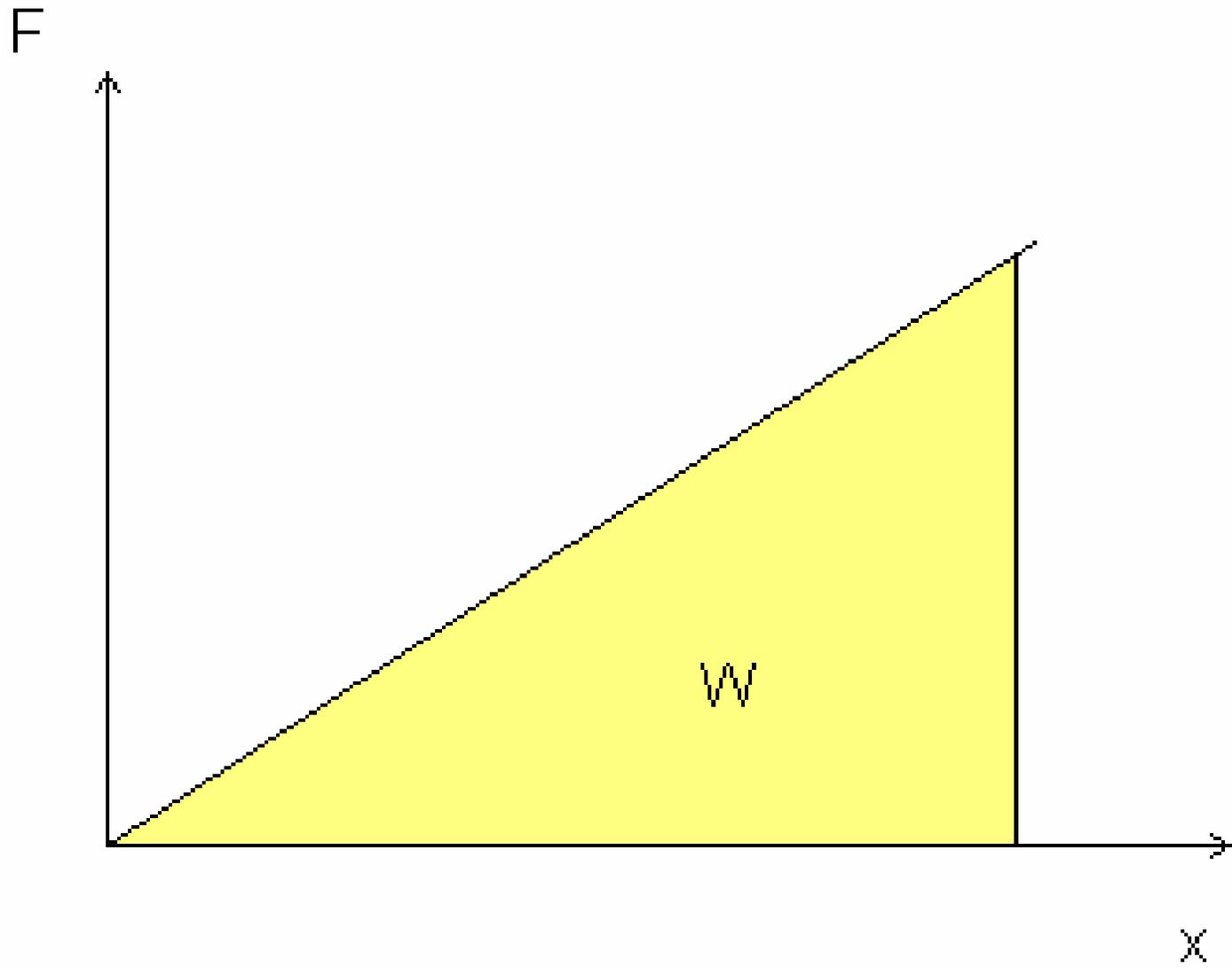
$$F = k x$$
$$m g = k x$$
$$m = (k x) / g$$

Resultado: $m = 117.72 \text{ Kg}$

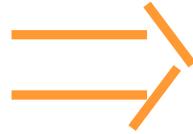


Ep elástica

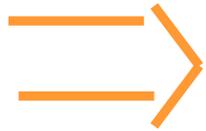
Se calcula a través del trabajo que realiza un resorte deformado para llevar el cuerpo al punto de reposo. (no se puede aplicar $W = F d \cos\theta$. F no cte)



$$W = \frac{x k x}{2}$$



$$W = \frac{kx^2}{2}$$



$$E_{pe} = \frac{kx^2}{2}$$

Ecuaciones de movimiento

- $F = -kx$
- $a = -kx/m$