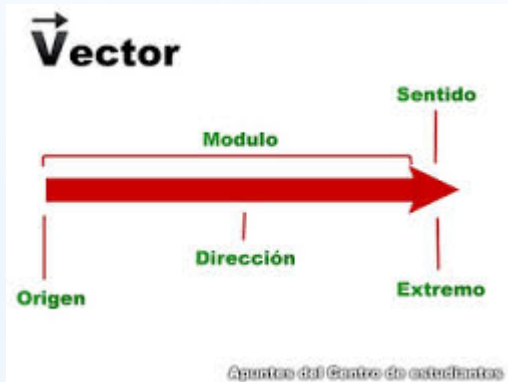


Fuerza $\longrightarrow$ Tipo de interacción

Magnitud vectorial $\longrightarrow$ Representamos mediante vectores

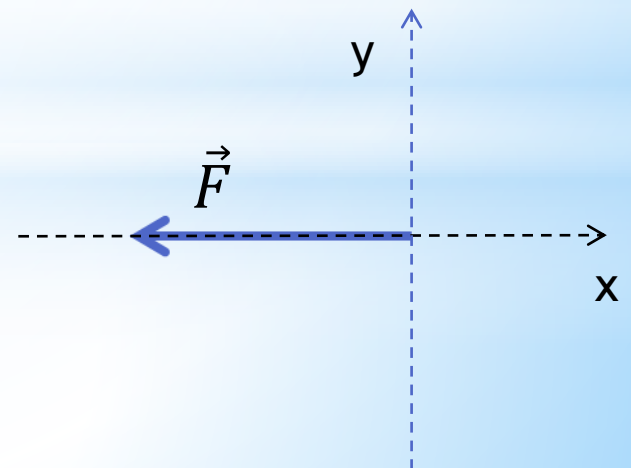


Características
Punto de aplicación
Dirección
Sentido
Módulo

$\vec{F}$

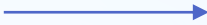


D.C.L.

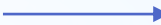


CONSIDERACIONES IMPORTANTES

NOTACIÓN

Cuando nos referimos al vector fuerza 

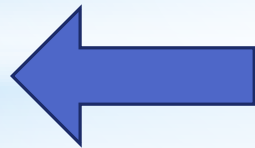
$\vec{F}$

Cuando no referimos al módulo del vector 

F

La unidad de medida de las fuerzas en el sistema internación de unidades y medidas (S.I.) es: N (Newton)

$$1N \sim 1kg \cdot m/s^2$$



Se define como la fuerza necesaria para proporcionar una aceleración de **1** m/s² a un objeto cuya masa es **1** kg.

SUMA DE FUERZAS

```
graph TD; A[SUMA DE FUERZAS] --> B[SUMA DE FUERZAS COLINEALES]; A --> C[SUMA DE FUERZAS NO COLINEALES]; B --> D[Las fuerzas tienen la misma dirección]; C --> E[Las fuerzas tienen distinta dirección];
```

SUMA DE FUERZAS
COLINEALES

Las fuerzas tienen la
misma dirección

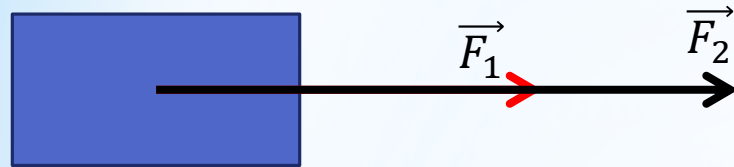
SUMA DE FUERZAS
NO COLINEALES

Las fuerzas tienen
distinta dirección

SUMA DE FUERZAS COLINEALES

Vamos a suponer que actúan dos fuerzas con la misma dirección sobre una caja.

$$F_1 = 60 \text{ N} \quad F_2 = 80 \text{ N}$$



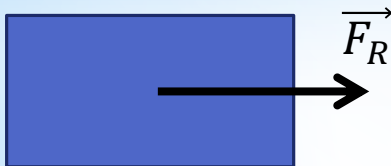
$$\begin{aligned} \vec{F}_R &= \vec{F}_1 + \vec{F}_2 \\ F_R &= F_1 + F_2 \end{aligned} \quad \left. \begin{aligned} F_R &= 60\text{N} + 80\text{N} \\ F_R &= 140\text{N} \end{aligned} \right\}$$



Representación
del vector
resultante



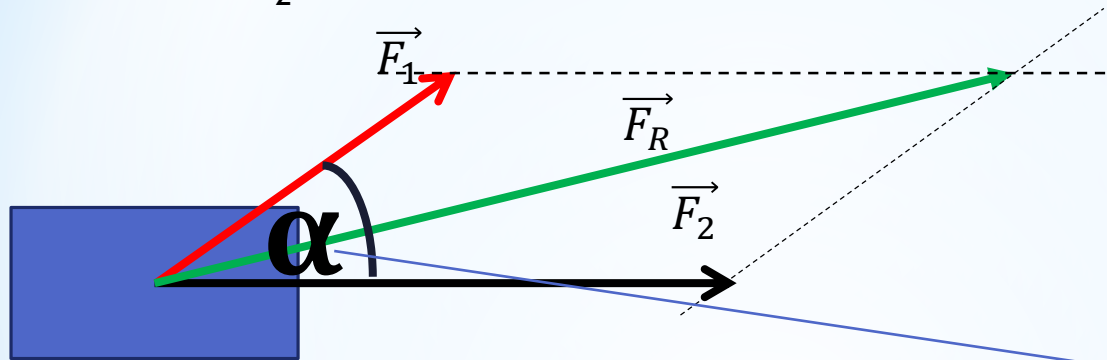
$$\begin{aligned} \vec{F}_R &= \vec{F}_1 + \vec{F}_2 \\ F_R &= F_2 - F_1 \end{aligned} \quad \left. \begin{aligned} F_R &= 80\text{N} - 60\text{N} \\ F_R &= 20\text{N} \end{aligned} \right\}$$



SUMA DE FUERZAS NO COLINEALES

Vamos a suponer que actúan dos fuerzas con distinta dirección sobre una caja.

$$F_1 = 60 \text{ N} \quad F_2 = 80 \text{ N}$$



$\vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$

Para determinar el módulo de la fuerza resultante debemos aplicar un teorema llamado “TEOREMA DEL COSENO”

$$F_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos \alpha}$$

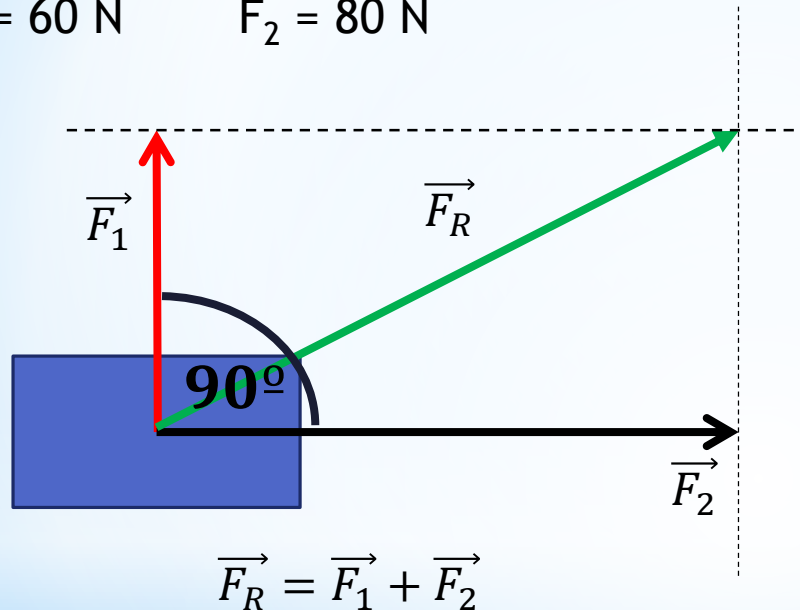
Ángulo que forma las fuerzas entre sí

Comprueba que en este caso $\longrightarrow F_R = 122 \text{ N}$
(supongan que el ángulo es de 60°)

SUMA DE FUERZAS NO COLINEALES

Vamos a suponer que actúan dos fuerzas perpendiculares entre sí, sobre una caja.

$$F_1 = 60 \text{ N} \quad F_2 = 80 \text{ N}$$



EN ESTE CASO PARTÍCULAS
PODEMOS UTILIZAR EL TEOREMA
DE PITÁGORAS..

$$F_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$

$$F_R = 100 \text{ N}$$

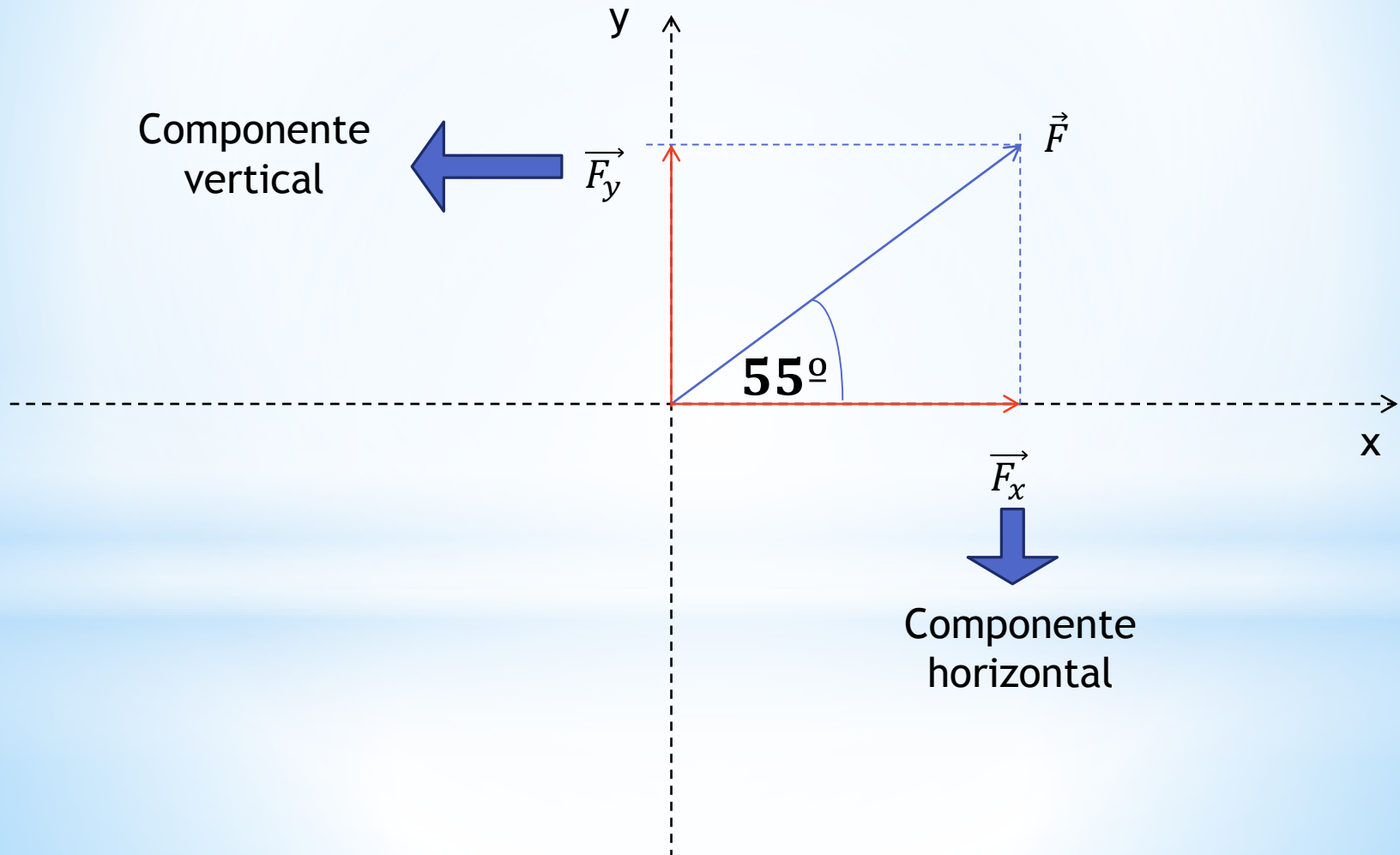
IMPORTANTE!!!

EL TEOREMA DE PITÁGORAS **SOLO** LO PODEMOS
APLICAR SI EL ÁNGULO ENTRE LOS VECTORES ES DE
 90°

Comprueba
este
resultado

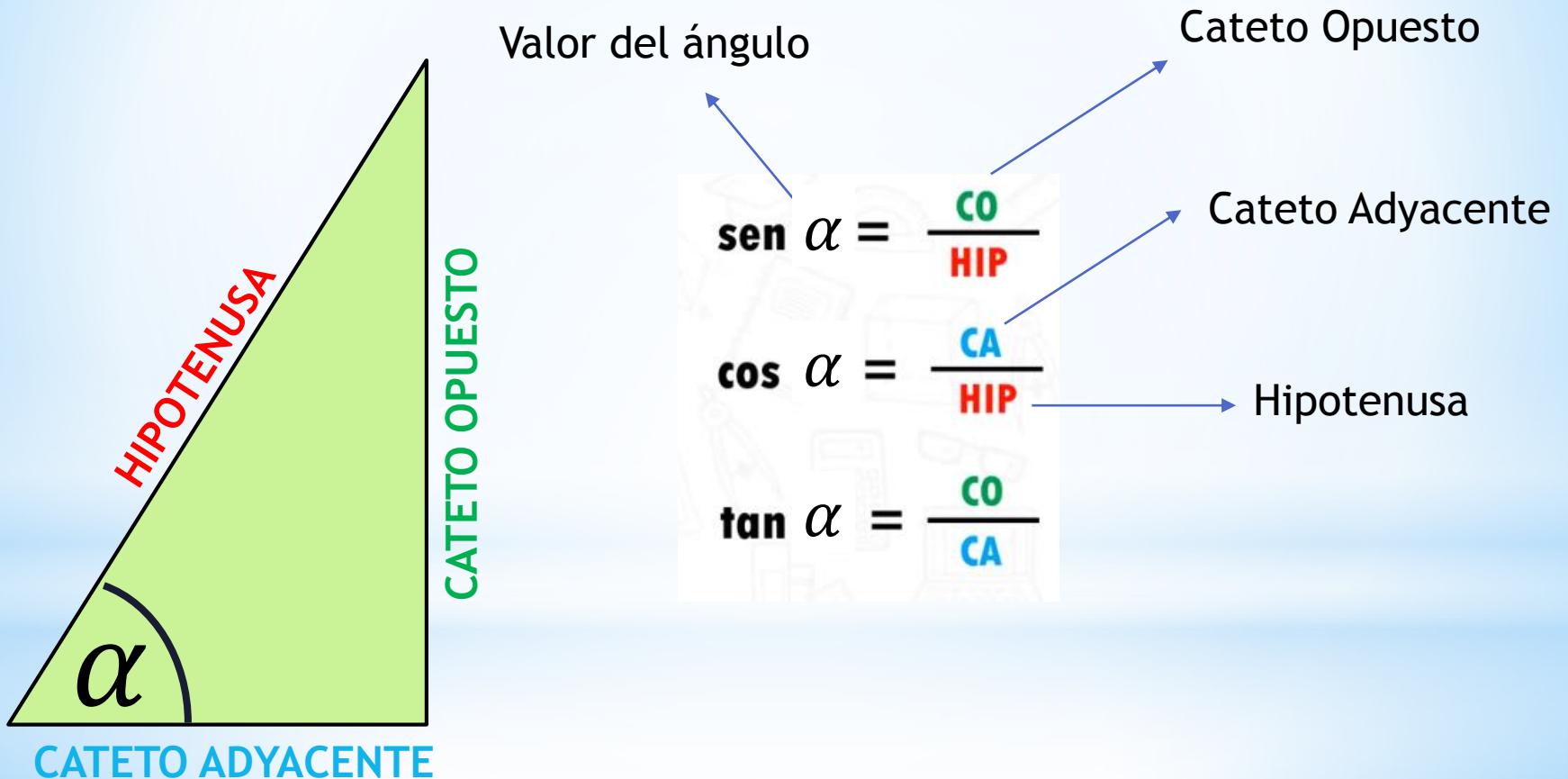
Descomposición vectorial

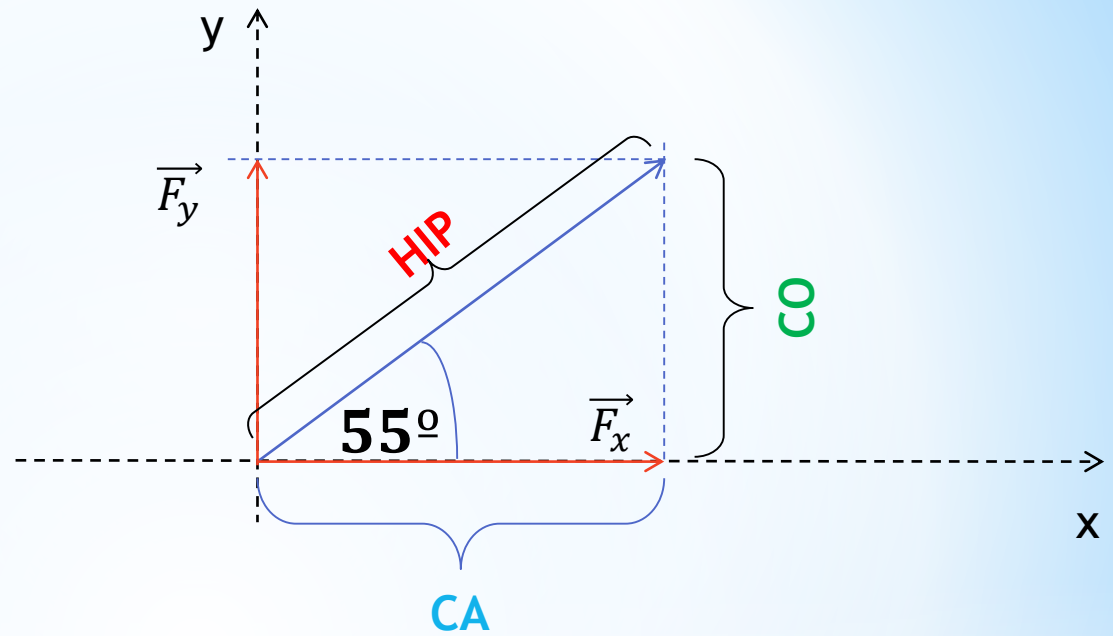
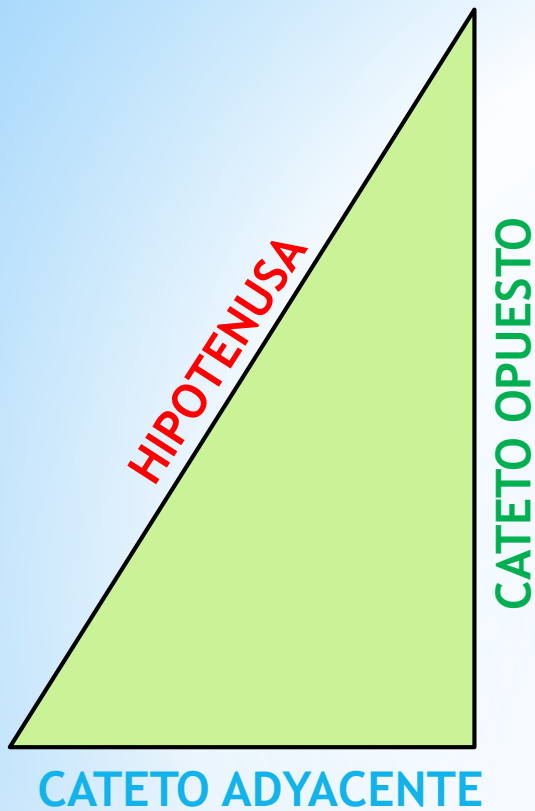
Representar una fuerza de módulo 40 N y que forme 55° con el eje horizontal.



ES IMPORTANTE REPASAR LO APRENDIDO SOBRE FUNCIONES TRIGONOMÉTRICAS

VIDEO





CA $\longrightarrow$ F_x $\longrightarrow$ $\cos \alpha = \frac{F_x}{F}$ $\longrightarrow$ $F_x = F \cdot \cos \alpha$

CO $\longrightarrow$ F_y $\longrightarrow$ $\sin \alpha = \frac{F_y}{F}$ $\longrightarrow$ $F_y = F \cdot \sin \alpha$

HIP $\longrightarrow$ F $\longrightarrow$ Aplicando el teorema de PITÁGORAS $\longrightarrow$ $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$

Fuerzas importantes

Peso ($\overrightarrow{P}$)

Normal ($\overrightarrow{N}$)

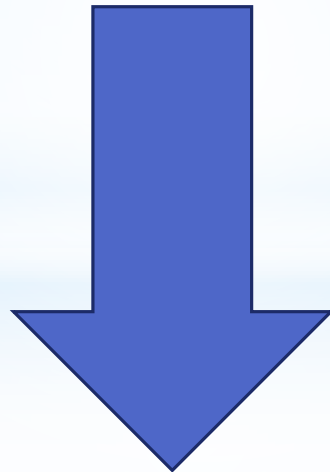
Tensión ($\overrightarrow{T}$)

Rozamiento ($\overrightarrow{F_{roz}}$)

Elástica ($\overrightarrow{E}$)

Empuje ($\overrightarrow{E}$)

**CONSIDERACIONES
IMPORTANTES PARA CADA
UNA DE LAS FUERZAS
IMPORTANTES**



Fuerza	Punto de aplicación	Dirección	Sentido	Módulo
PESO	Todos los cuerpos	Vertical	Hacia el centro de la tierra	Es proporcional a la masa y a la aceleración de la gravedad (g)
NORMAL	Todos los cuerpos que se encuentren apoyados sobre una superficie	Perpendicular a la superficie de apoyo	Hacia afuera de la superficie de apoyo	Si la superficie es horizontal, el módulo de la fuerza Normal es igual al módulo de la fuerza Peso. Si la superficie no es horizontal, el módulo de la fuerza peso mayor que el módulo de la fuerza Normal.
ROZAMIENTO	Todos los cuerpos que estén en movimiento	La misma que la del movimiento	Opuesta al movimiento	Depende de la rugosidad de la superficie.
TENSIÓN	Sobre el objeto de estudio	Es igual que la recta que contiene la cuerda	De forma que "tire" del cuerpo	Variable
ELÁSTICA	Sobre el cuerpo que genera la fuerza elástica (la deformación) sobre el cuerpo elástico.	La de la recta que contiene el cuerpo elástico	Opuesto al estiramiento o compresión	Depende de las características (rigidez), del cuerpo elástico y de la deformación realizada.
EMPUJE	Sobre el objeto que está sumergido en el fluido (corcho en el agua)	Vertical	Hacia arriba, contrario al Peso	Depende del volumen del fluido (agua) que fue desplazado y de su densidad

PESO

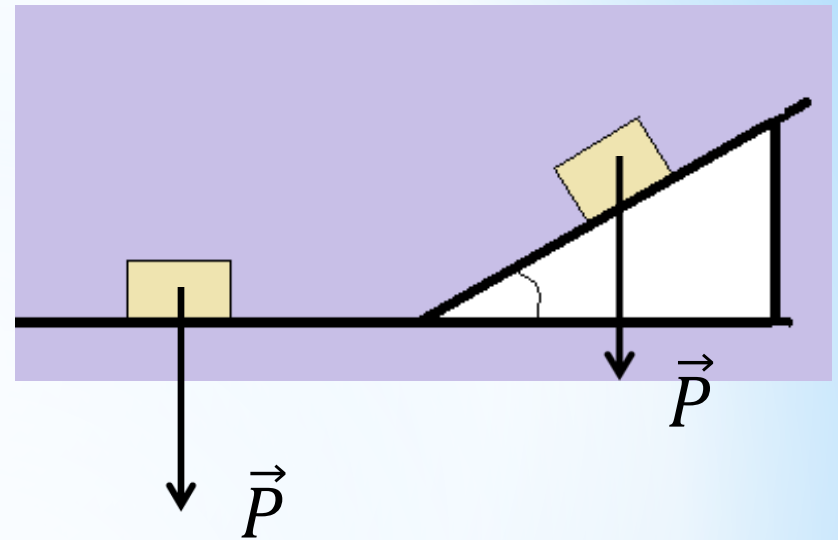
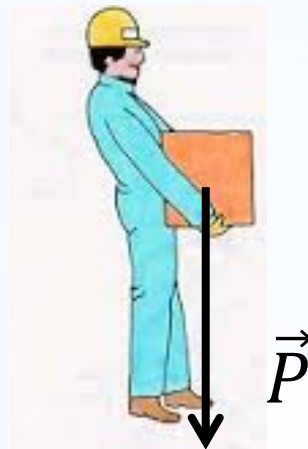
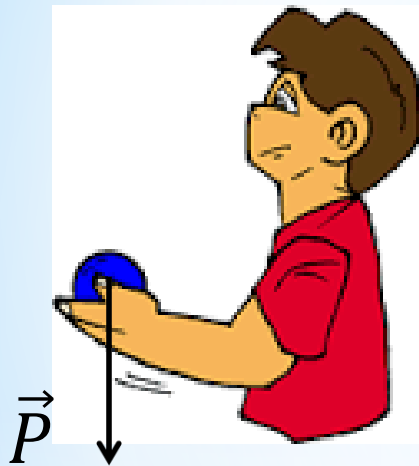
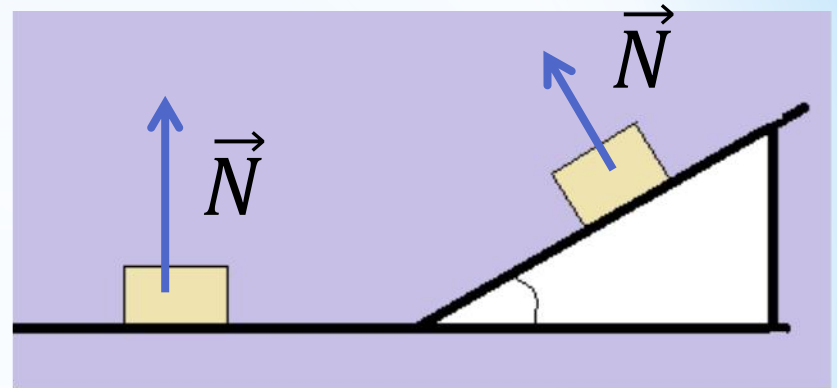
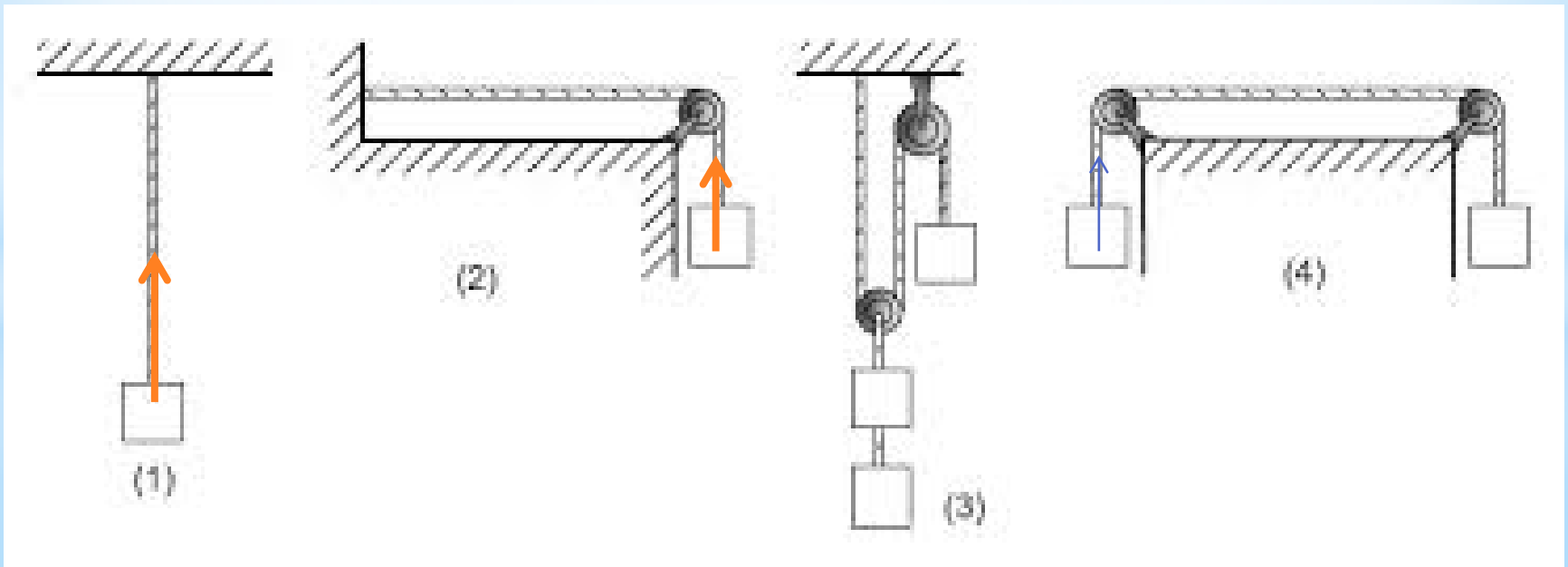
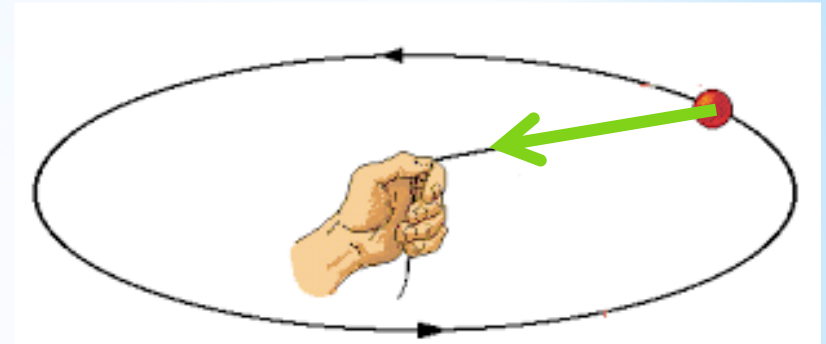
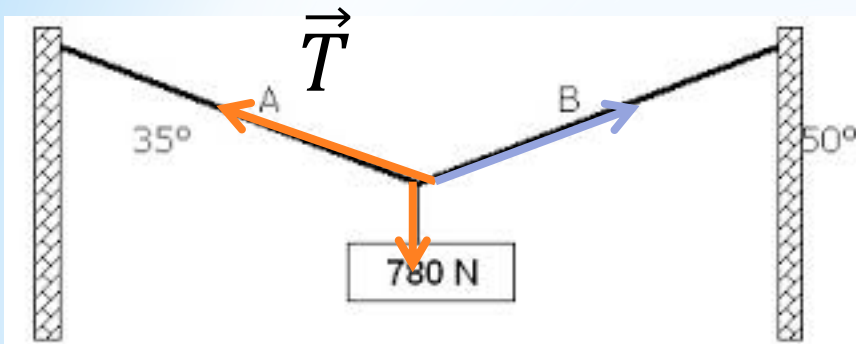


Fig.1.3.10 - Dirección y sentido del peso.

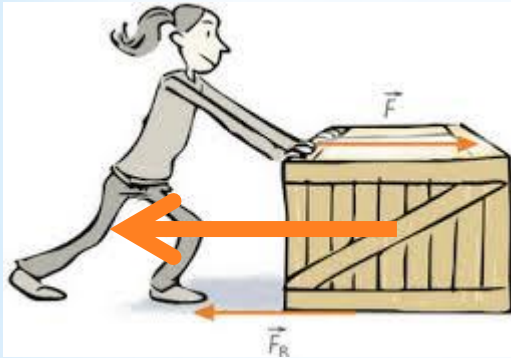
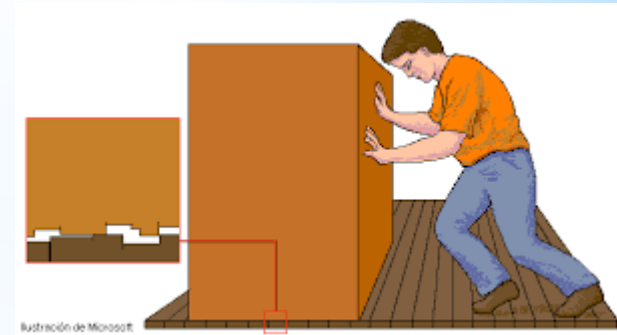
NORMAL



TENSIÓN



ROZAMIENTO



FUERZA DE ROZAMIENTO

Fuerza surge de la interacción entre dos cuerpos que están en contacto y que se resiste al movimiento relativo entre ellos.

ROZAMIENTO ESTÁTICO



ROZAMIENTO CINÉTICO



Reposo



Movimiento

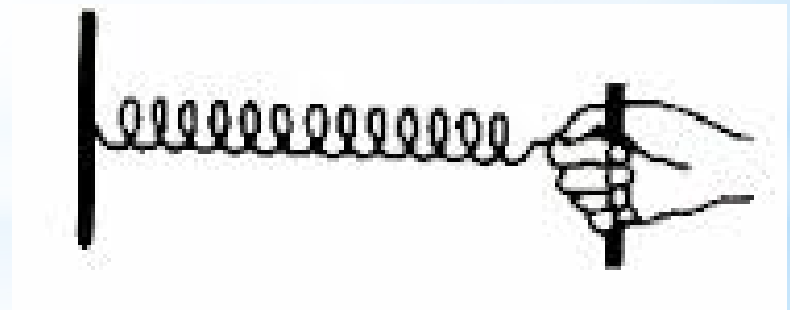
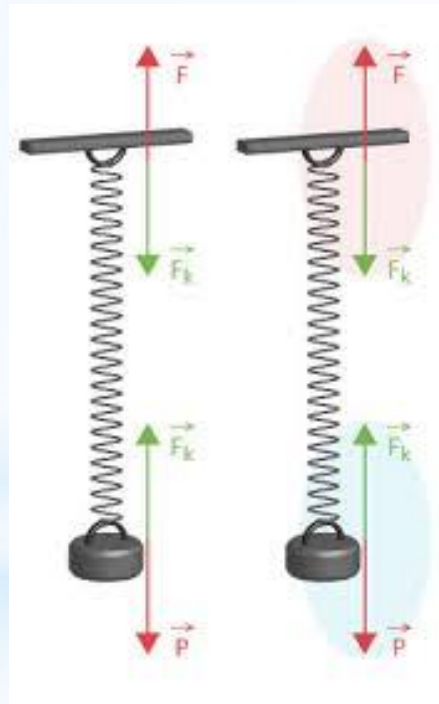
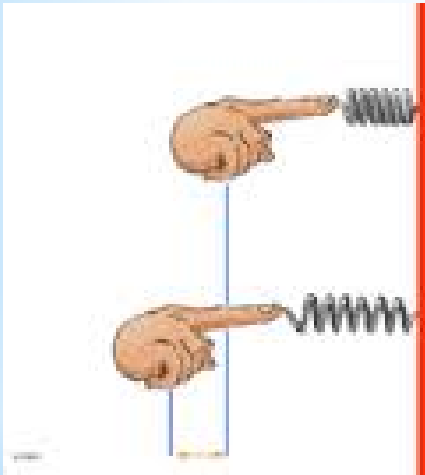
$$F_{roz} = \mu N$$

$$\mu_s > \mu_k$$

Coeficientes de rozamiento de algunas sustancias

Materiales en contacto	μ_e	μ_d
Articulaciones humanas	0,02	0,003
Acero // Hielo	0,03	0,02
Acero // Teflón	0,04	0,04
Teflón // Teflón	0,04	0,04
Hielo // Hielo	0,1	0,03
Esquí (encerado) // Nieve (0°C)	0,1	0,05
Vidrio // Madera	0,2	0,25
Caucho // Cemento (húmedo)	0,3	0,25
Madera // Cuero	0,5	0,4
Madera // Madera	0,7	0,4
Acero // Latón	0,5	0,4
Madera // Piedra	0,7	0,3
Acero // Acero	0,15	0,09
Vidrio // Vidrio	0,9	0,4

ELÁSTICA



Primera ley de Newton: LEY DE INERCIA

Todo cuerpo continúa en un estado de reposo o de **movimiento uniforme en línea recta**, excepto cuando se le obliga a cambiar ese estado debido a fuerzas que se le aplican.

Tercera ley de Newton: LEY DE ACCIÓN Y REACCIÓN

Para cada acción existe siempre una reacción igual. La interacción de dos cuerpos sucede siempre mediante una fuerza y otra fuerza contraria de igual magnitud y dirección, pero sentido contrario.

Segunda ley de Newton: Ley fundamental de la dinámica

Una fuerza neta aplicada a un objeto lo hace acelerar con una tasa que es inversamente proporcional a la masa del objeto

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \quad \Rightarrow \quad \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

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

La fuerza neta y la aceleración tienen la misma dirección y sentido.

La aceleración se define como la relación del cambio de su velocidad dividido por el tiempo transcurrido en ese tiempo.

$$\text{Aceleración media} = \frac{\text{cambio de velocidad}}{\text{tiempo transcurrido}}$$

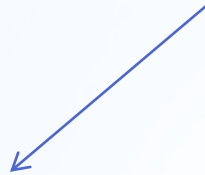
$$a = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$$

La unidad de la aceleración en el S.I. es m/s^2

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



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

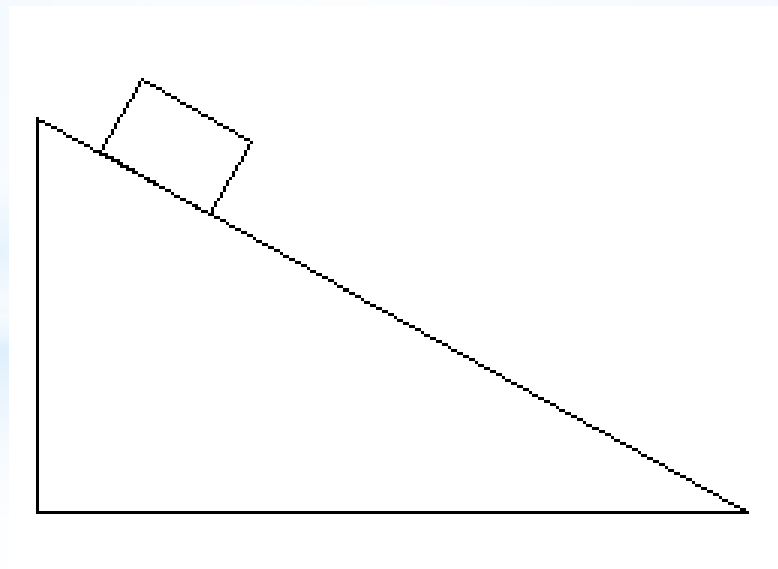
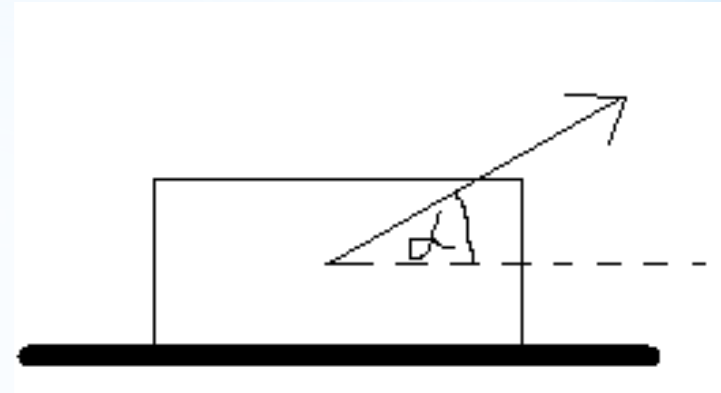
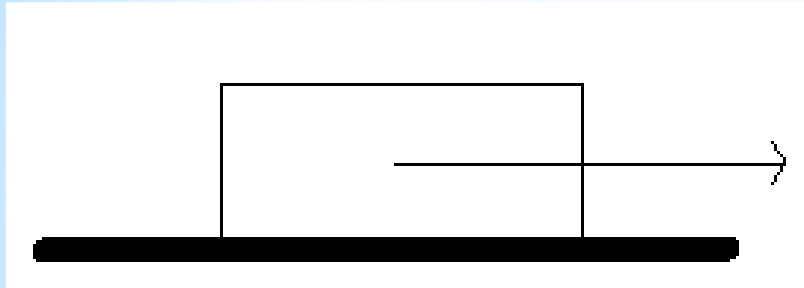


$$\sum F_x = m \cdot a_x$$

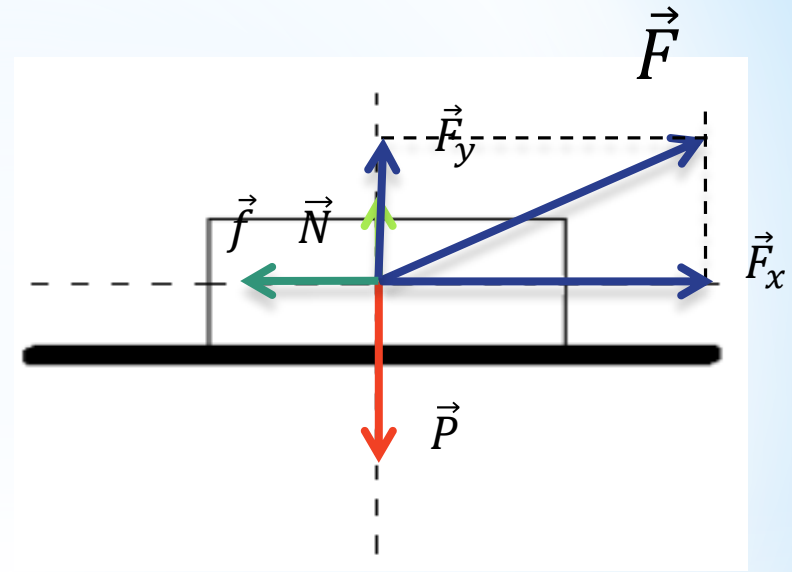
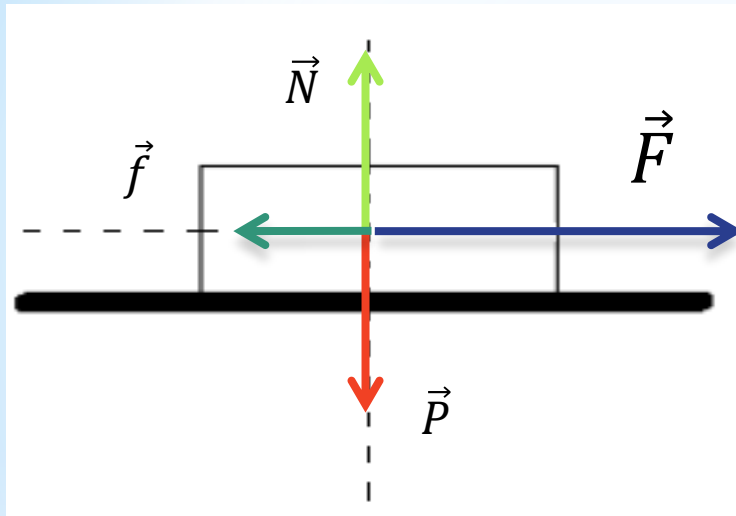


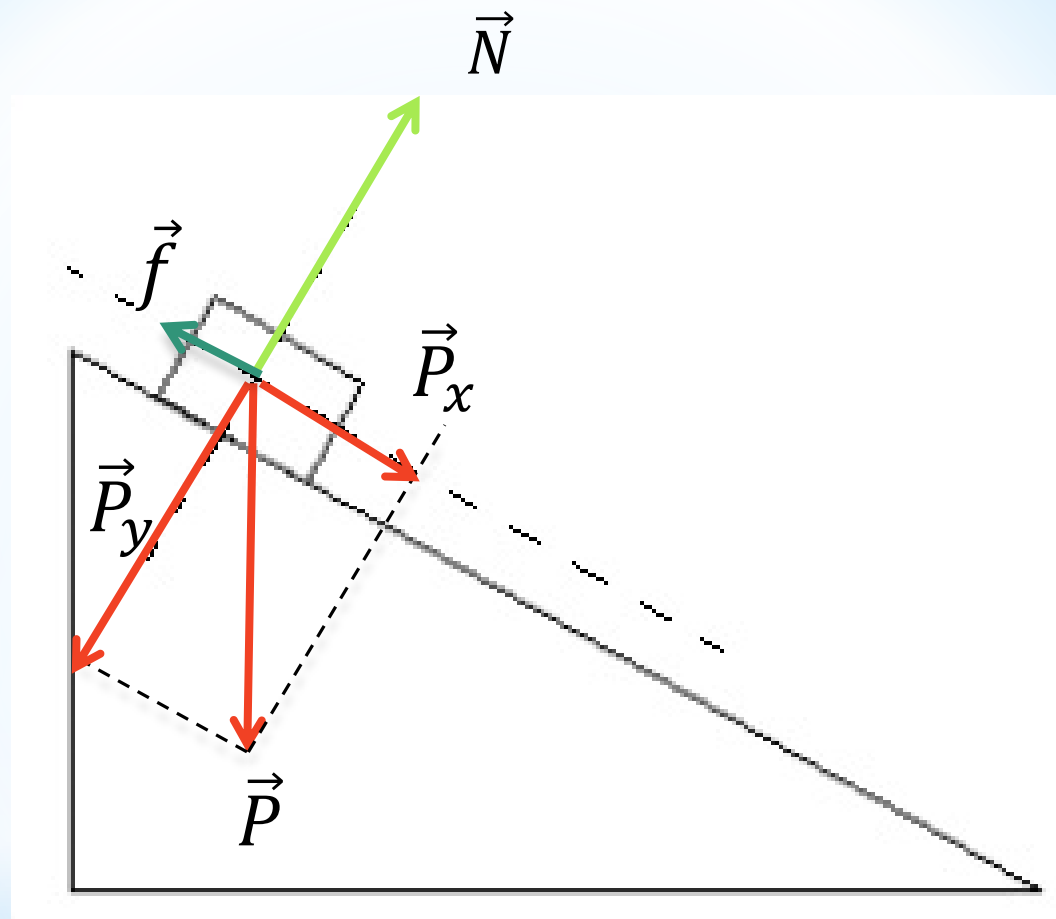
$$\sum F_y = m \cdot a_y$$

EJEMPLOS

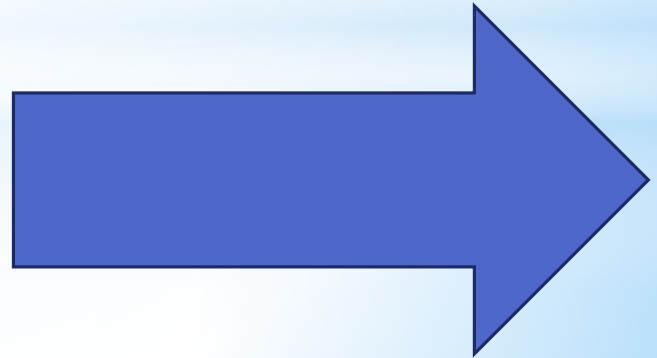


EJEMPLOS





**VOLVAMOS A LAS
LEYES DE
NEWTON...**



Primera ley de Newton: LEY DE INERCIA

Todo cuerpo continúa en un estado de reposo o de **movimiento uniforme en línea recta**, excepto cuando se le obliga a cambiar ese estado debido a fuerzas que se le aplican.

Tercera ley de Newton: LEY DE ACCIÓN Y REACCIÓN

Para cada acción existe siempre una reacción igual. La interacción de dos cuerpos sucede siempre mediante una fuerza y otra fuerza contraria de igual magnitud y dirección, pero sentido contrario.

Segunda ley de Newton: Ley fundamental de la dinámica

Una fuerza neta aplicada a un objeto lo hace acelerar con una tasa que es inversamente proporcional a la masa del objeto

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \quad \Rightarrow \quad \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

Primera ley de Newton: LEY DE INERCIA

Todo cuerpo continúa en un estado de reposo o de **movimiento uniforme en línea recta**, excepto cuando se le obliga a cambiar ese estado debido a fuerzas que se le aplican.

Tercera ley de Newton: LEY DE ACCIÓN Y REACCIÓN

Para cada acción existe siempre una reacción igual. La interacción de dos cuerpos sucede siempre mediante una fuerza y otra fuerza contraria de igual magnitud y dirección, pero sentido contrario.

Segunda ley de Newton: Ley fundamental de la dinámica

Una fuerza neta aplicada a un objeto lo hace acelerar con una tasa que es inversamente proporcional a la masa del objeto

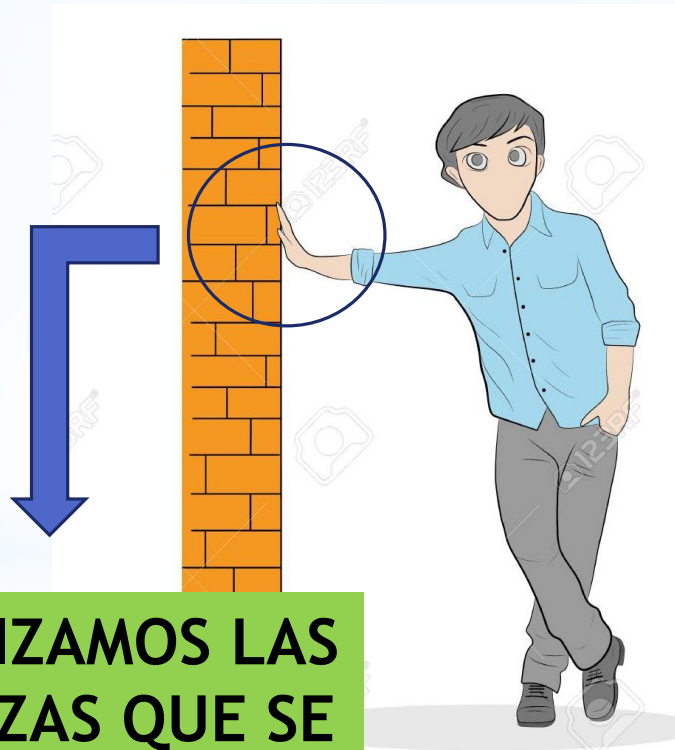
$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \quad \Rightarrow \quad \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

Tercera ley de Newton: LEY DE ACCIÓN Y REACCIÓN

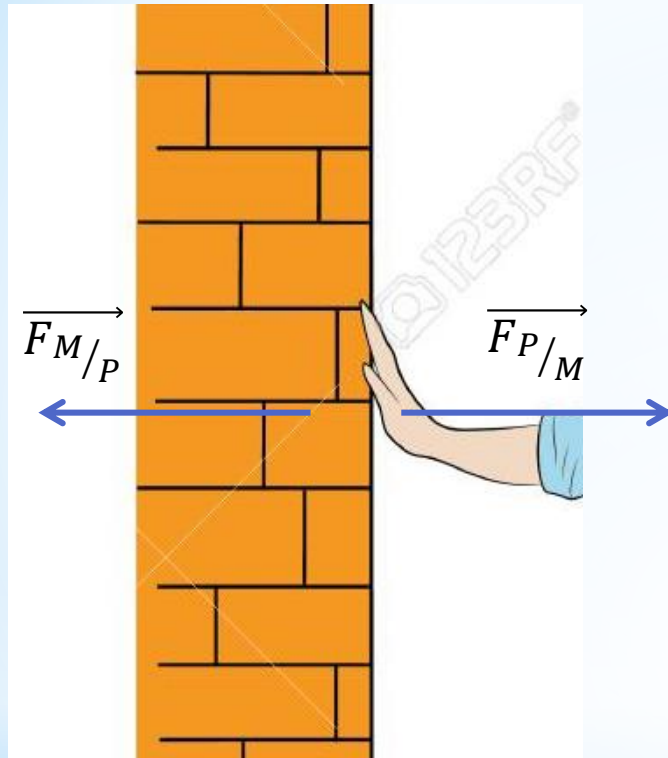
Para cada acción existe siempre una reacción igual. La interacción de dos cuerpos sucede siempre mediante una fuerza y otra fuerza contraria de igual magnitud y dirección, pero sentido contrario.

VIDEO 1

VIDEO 2



**ANALIZAMOS LAS
FUERZAS QUE SE
EJERCEN EN
ESTA SITUACIÓN**



Aquí observamos la interacción entre la MANO y la PARED.

En toda interacción existen DOS fuerzas

$\overrightarrow{F_{P/M}}$

Fuerza que ejerce la Pared sobre la Mano

$\overrightarrow{F_{M/P}}$

Fuerza que ejerce la Mano sobre la Pared

¿y por qué
no se
anulan?

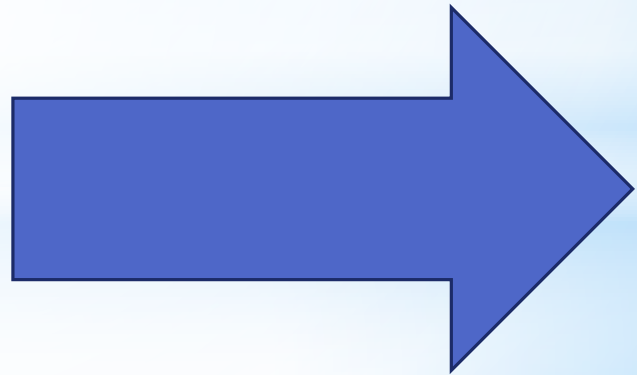
Estas fuerzas tienen igual módulo y dirección, pero su sentido es opuesto.

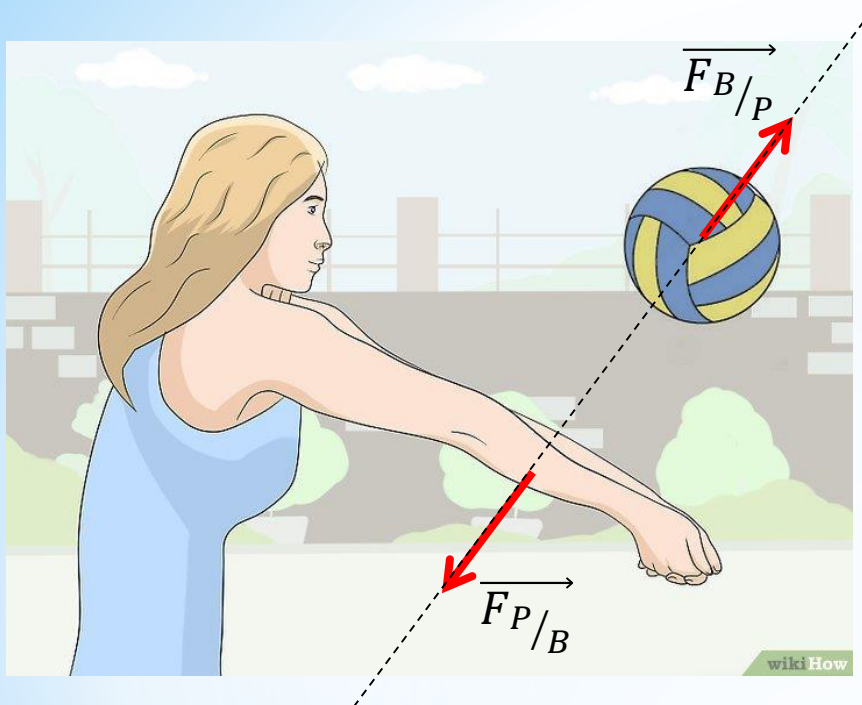
**El punto de aplicación
es diferente...**

Es importante observar que este principio de acción y reacción relaciona dos fuerzas que no están aplicadas al mismo cuerpo, produciendo en ellos aceleraciones diferentes, según sean sus masas.

Con esto vemos que aunque el módulo de las dos fuerzas sean iguales, **LOS EFECTOS SOBRE CADA UNO DE LOS CUERPOS ES DIFERENTE.**

EJEMPLOS





Aquí vemos que aunque el módulo de la fuerza que ejerce el brazo sobre la pelota es igual al módulo de la fuerza que ejerce la pelota sobre los brazos; el efecto que produce sobre ambos es **DISTINTO**...

EFFECTOS: → PELOTA

Puede cambiar de dirección y sentido. En este caso cambia el sentido del movimiento de la pelota

→ BRAZO

Aunque los brazos se mueven en el momento del impacto, este movimiento es imperceptible

AQUÍ QUEDA CLARO QUE EL EFECTO SOBRE LA PELOTA ES DIFERENTE AL EFECTO SOBRE LOS BRAZOS. EN PRINCIPIO PODRÍAMOS ARGUMENTAR QUE CUANTO MENOR SEA LA MASA, MAYOR ES EL EFECTO QUE PRODUCE UNA FUERZA

RAZONA Y EXPLICA CADA SITUACIÓN...

1- Explique, usando el principio de acción - reacción las siguientes situaciones:

- a- Por qué podemos nadar.
- b- Por qué podemos caminar.
- c- Por qué una nave espacial puede despegar.

2- En la edad media, un grupo de frailes ingleses observaron la colisión de un meteorito con la Luna. El meteorito tiene miles de veces menos masa que la Luna. ¿Cuál de los dos cuerpos ejerció más fuerza al otro? Fundamente.

3- ¿Por qué un pájaro puede volar?

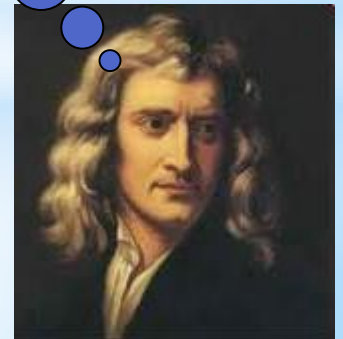
4- Si estamos en la ruta y una mariposa choca contra el parabrisas de un auto que recorre la ruta a 10 Km/h, ¿cuál es la fuerza más grande, la que siente la mariposa al chocar contra el parabrisas o la recibida por el parabrisas al chocar contra la mariposa?

5- Un futbolista esta pateando una pelota, ¿quién está empujando a quién?

El cuerpo humano tiene varias semejanzas estructurales con los edificios altos y con los puentes. Hace unos 500 años, Leonardo da Vinci descubrió que los huesos y músculos de los vertebrados forman un sistema de palancas.



Seguramente
esto debe
estar
relacionado





¿Relacionado con qué?

Estructura

Sistemas de
fuerzas

Equilibrio

Así que podrías decir que un puente es un estructura donde intervienen sistemas de fuerzas y que deben cumplir cierta condición para que se encuentren en equilibrio.

Recordemos:

¿Qué ley de Newton tenía
relación con el equilibrio?

Primera Ley de Newton:

Si la suma de la fuerzas que actúan sobre un cuerpo es cero, podemos afirmar que se encuentra en equilibrio de traslación. Esto implica que si el cuerpo está en reposo, permanecerá en reposo y si está moviéndose seguirá haciéndolo en línea recta y con velocidad constante (M.R.U.)

A diagram illustrating the decomposition of the net force equation. On the left, the equation $F_N = 0$ is shown. Two arrows originate from the right side of this equation, pointing towards the right. The upper arrow points to the equation $\Sigma F_x = 0$, and the lower arrow points to the equation $\Sigma F_y = 0$.

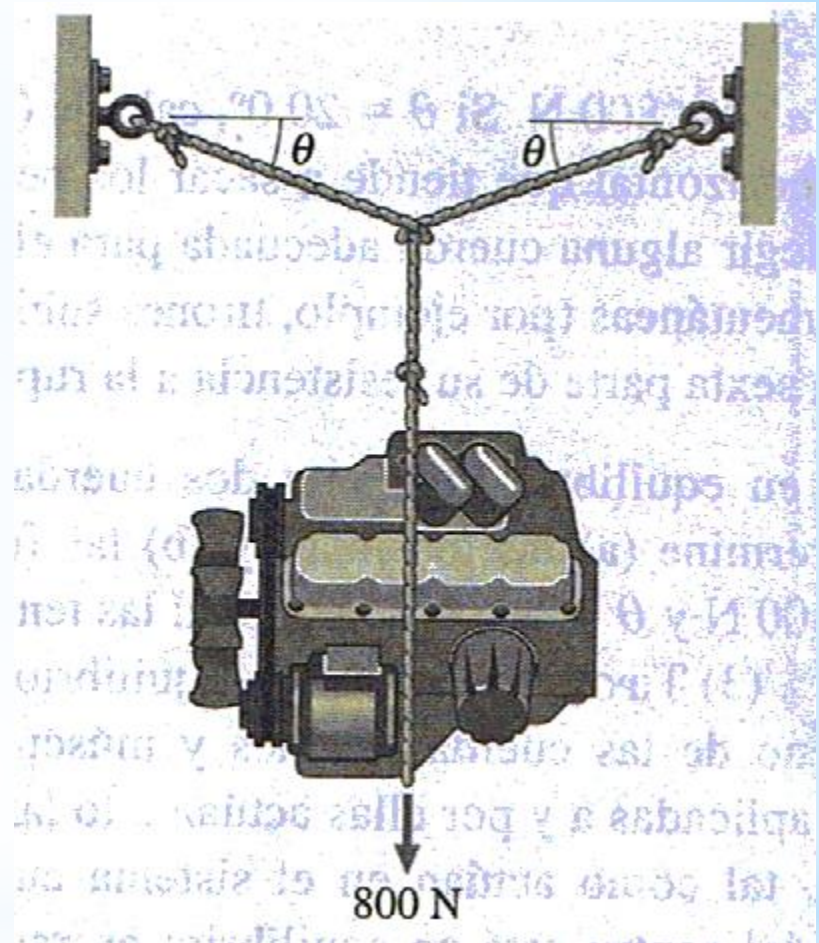
$$F_N = 0$$
$$\Sigma F_x = 0$$
$$\Sigma F_y = 0$$

Ejemplo: En el taller mecánico “La rueda floja” se tiene un motor colgado como muestra la figura

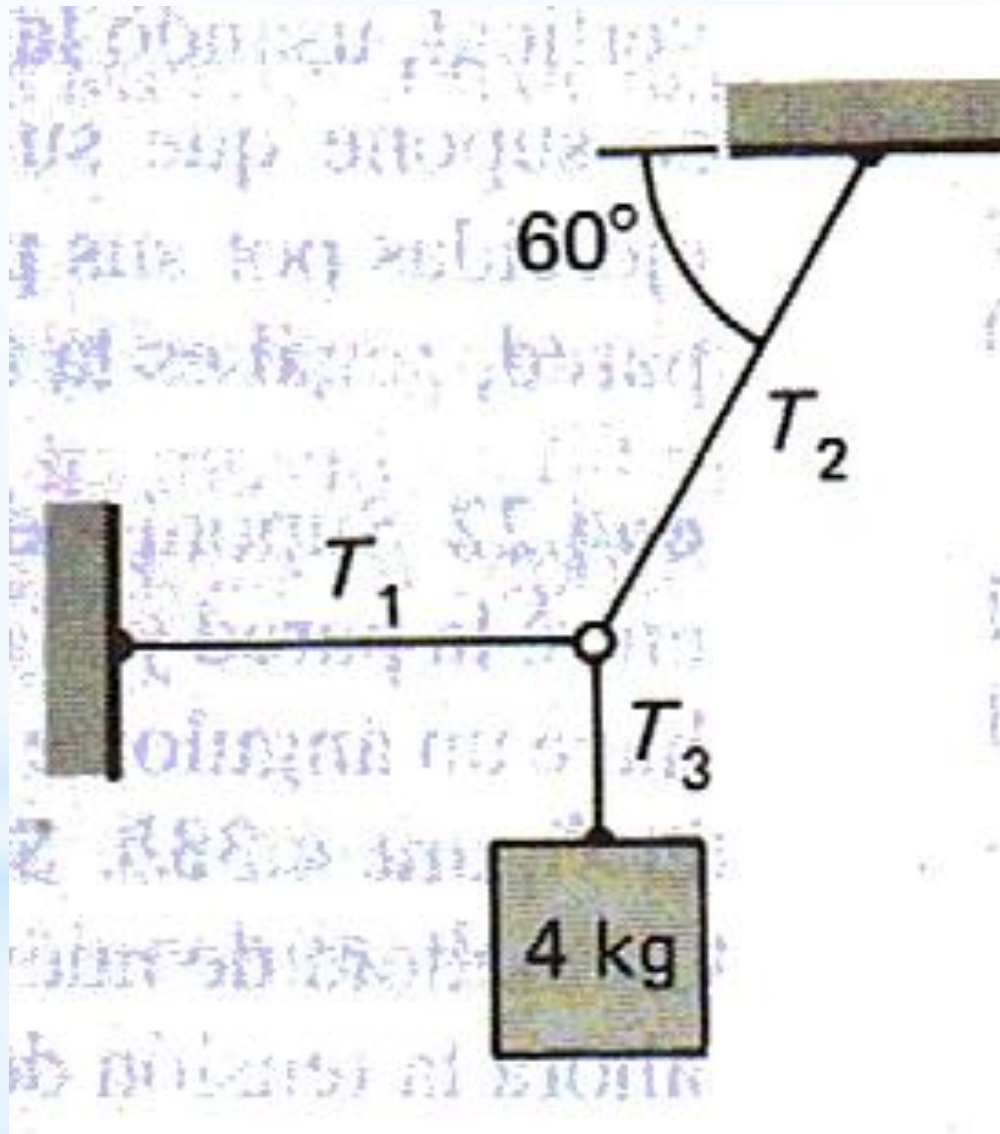
El motor que cuelga inmóvil en la figura tiene una masa de 82 kg. Además se sabe que los ángulos son iguales y tienen un valor de 20° .

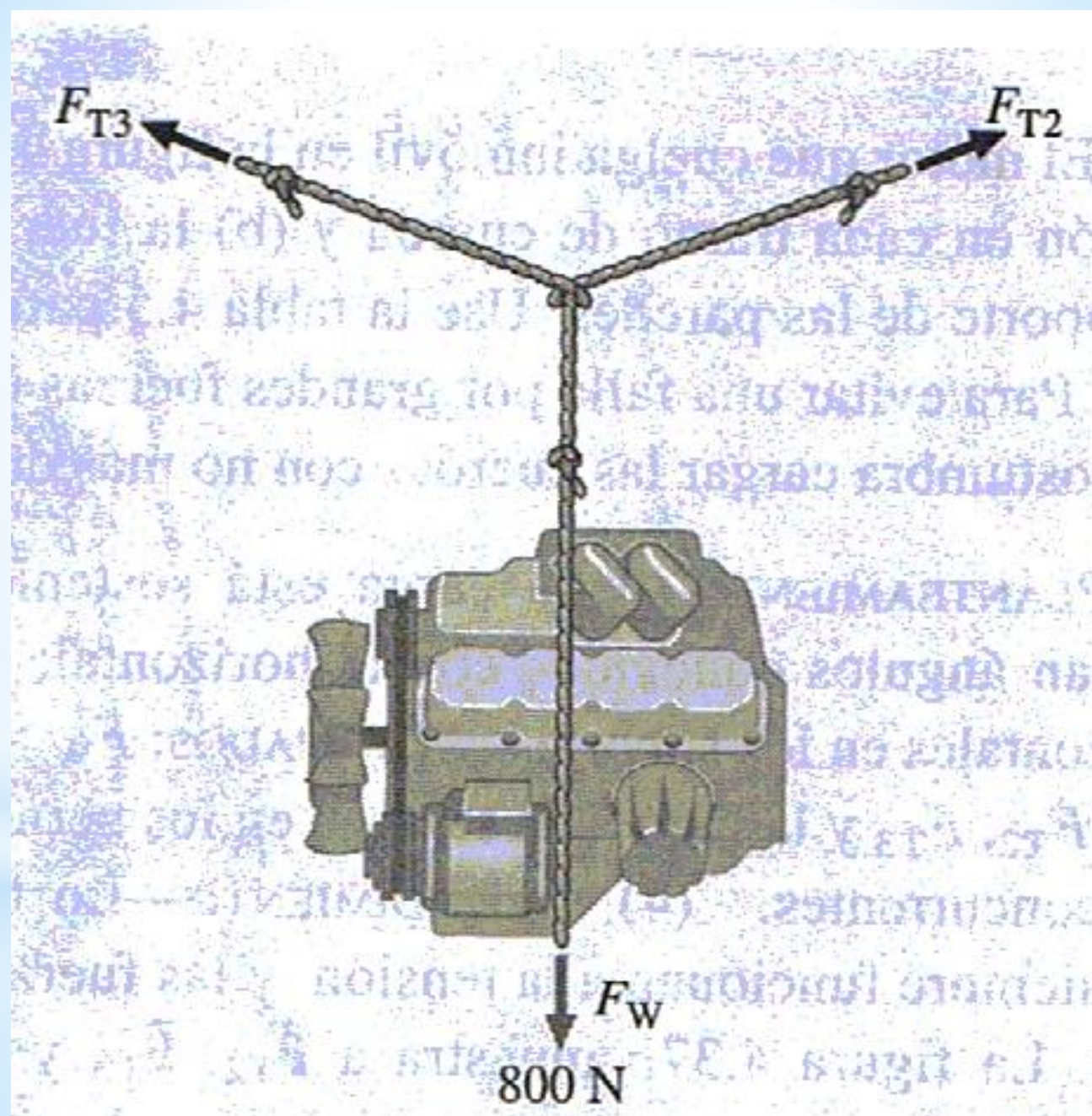
a) Calcular la tensión de los cables.

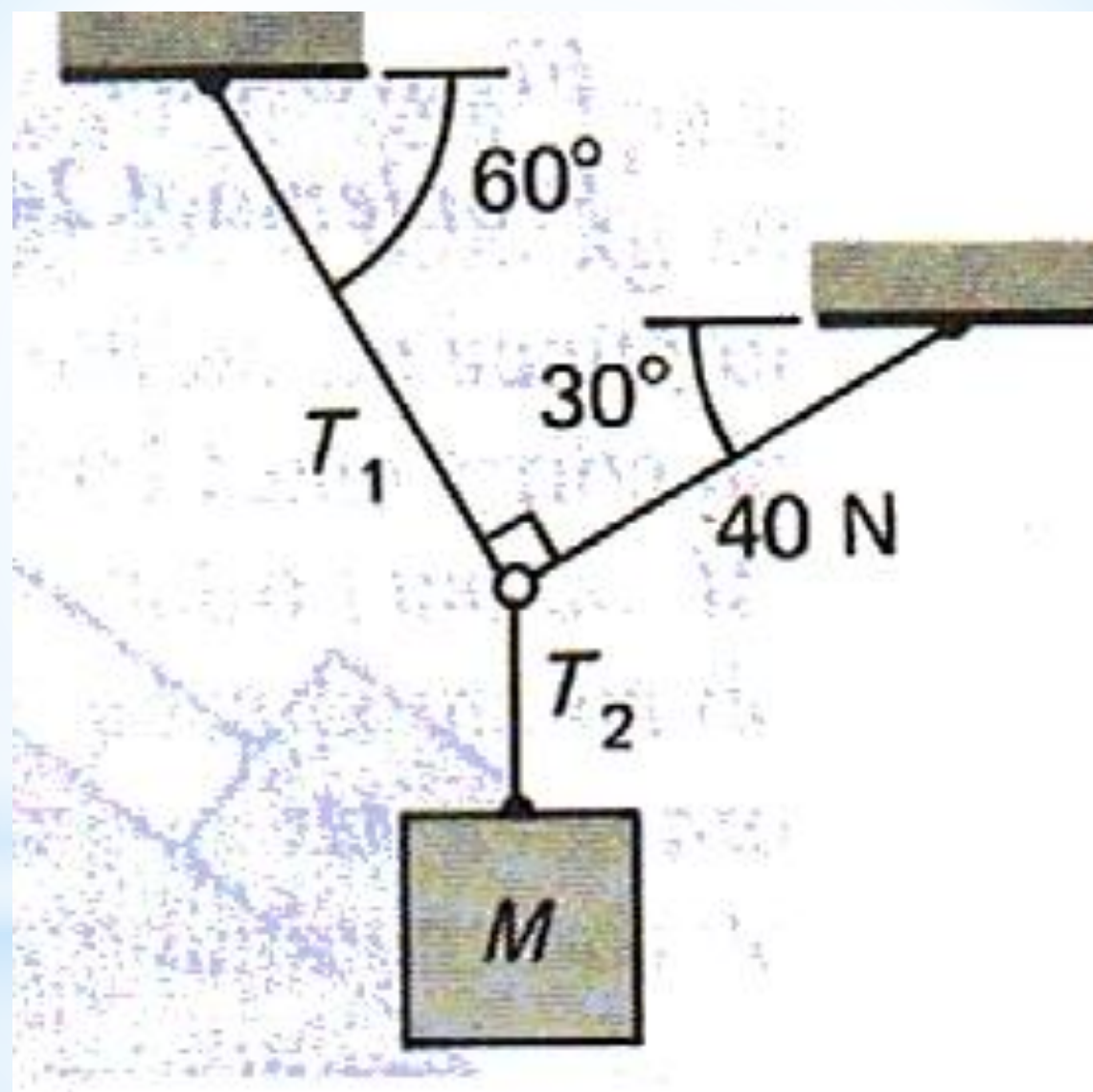
b) La fuerza horizontal que tiende a sacar los pernos de soporte de las paredes

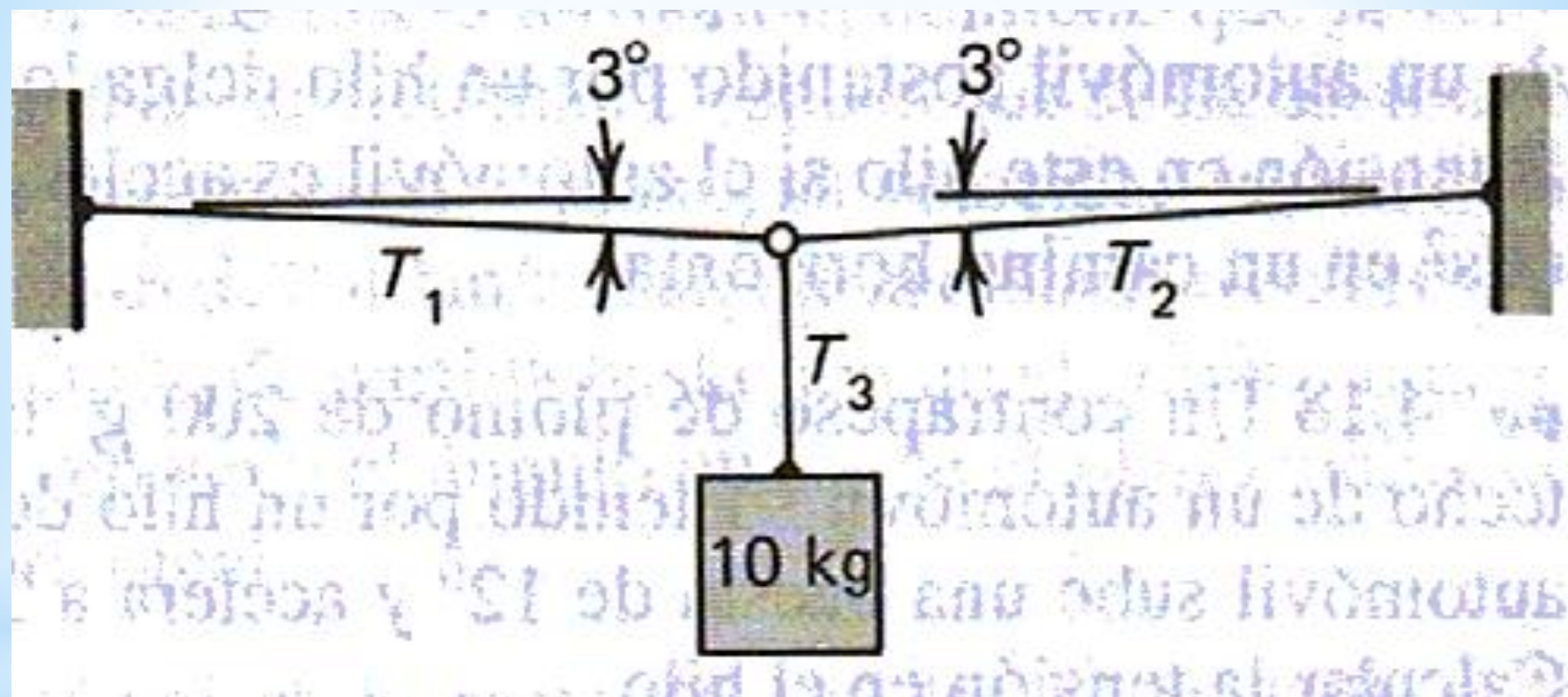


Calcule las tensiones para cada caso, sabiendo que el bloque permanece en reposo.

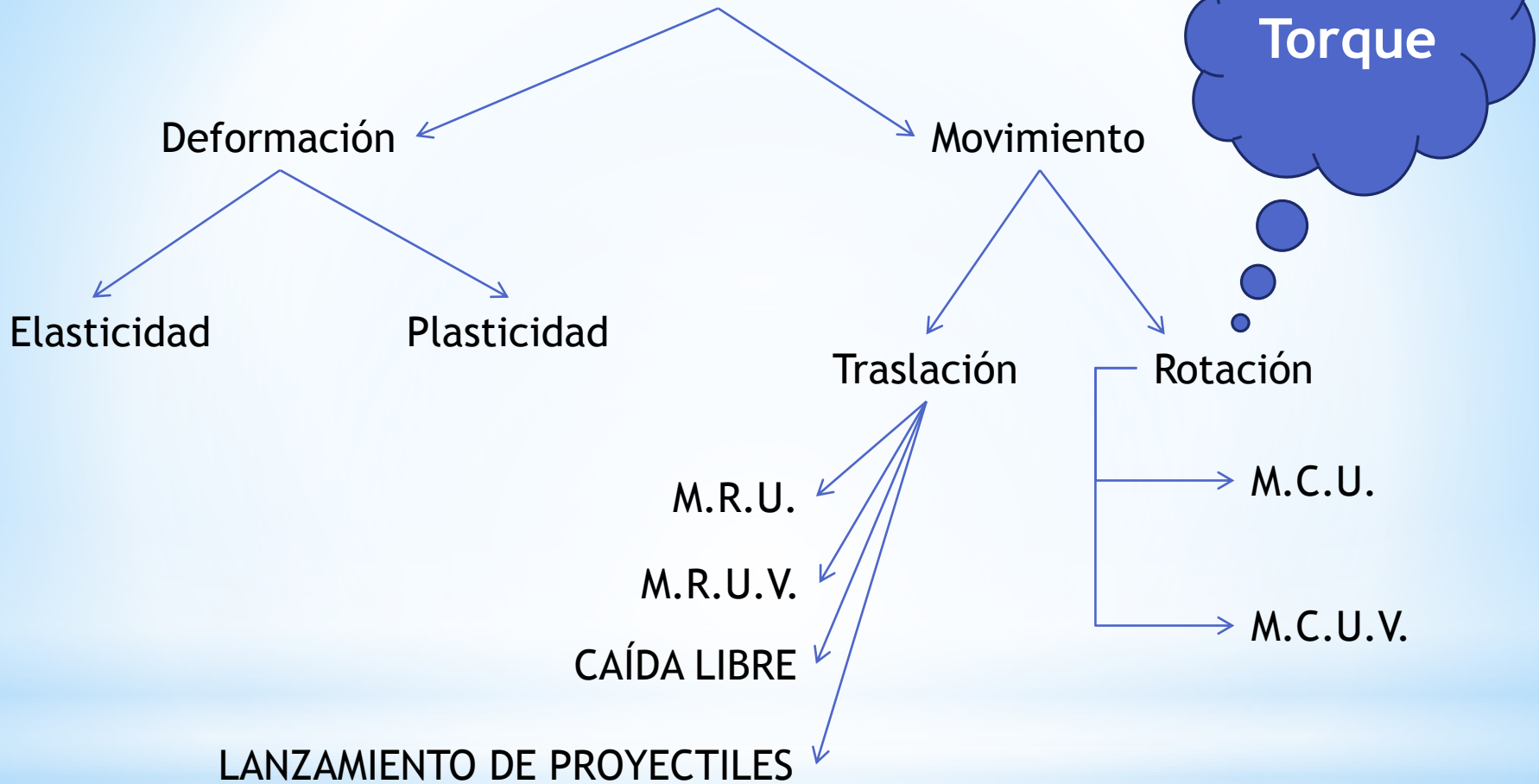




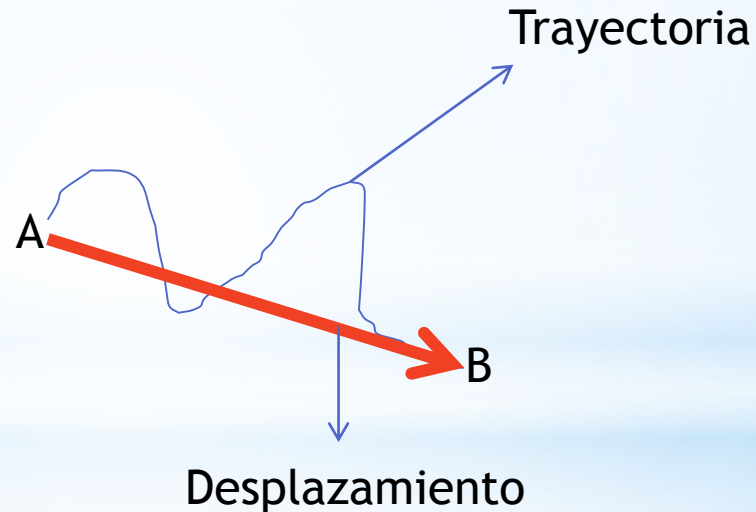
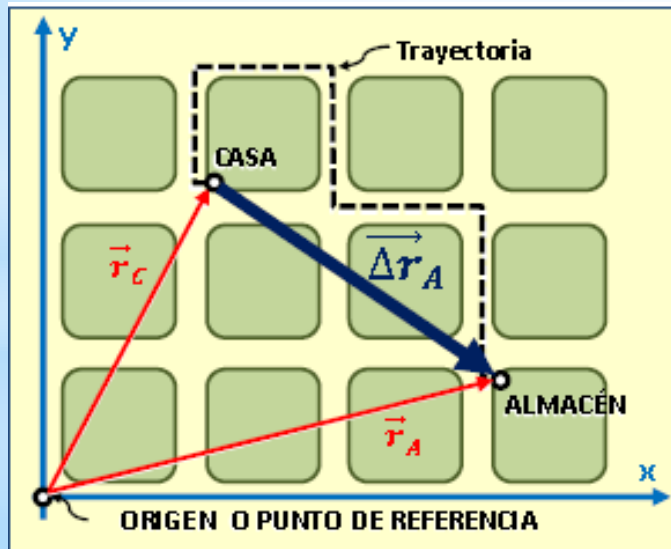
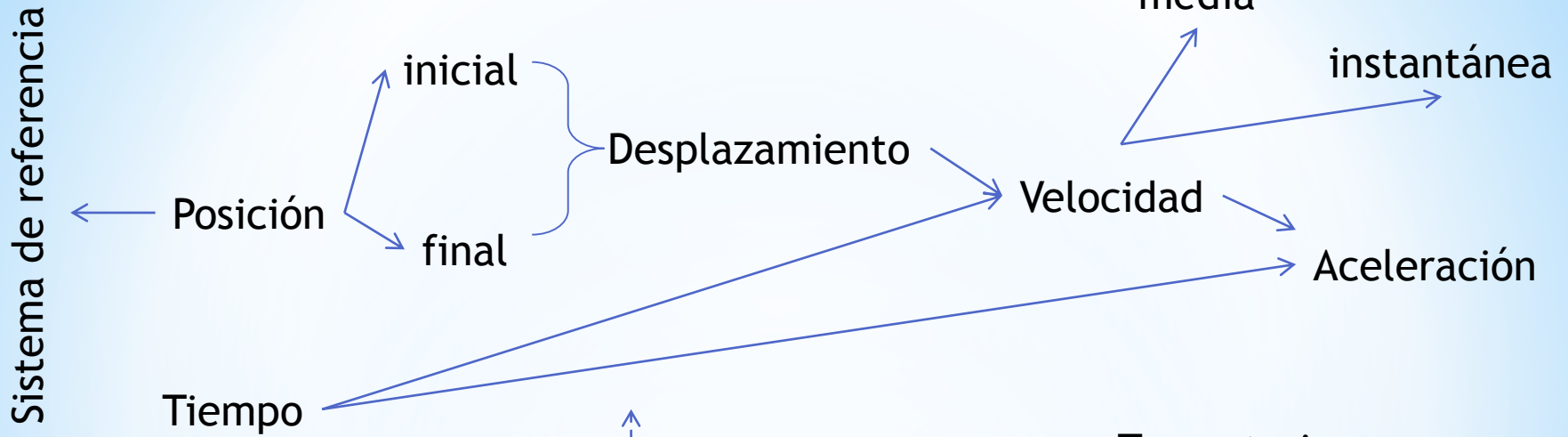


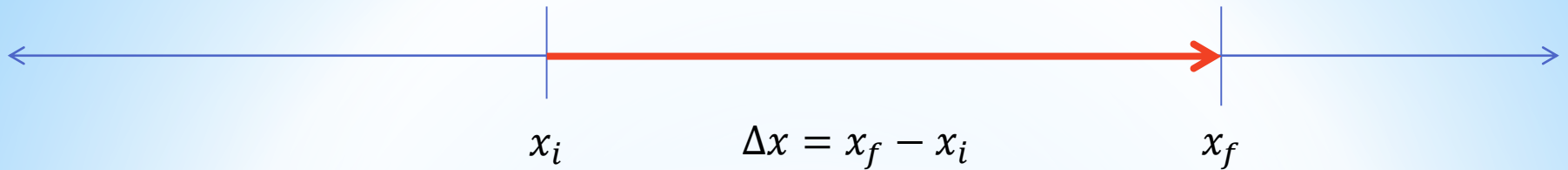


EFFECTOS DE LA FUERZAS



Movimiento de traslación





Cuando determinamos la razón de cambio de la posición en cada unidad de tiempo, estamos hablando de la **VELOCIDAD**

Velocidad media

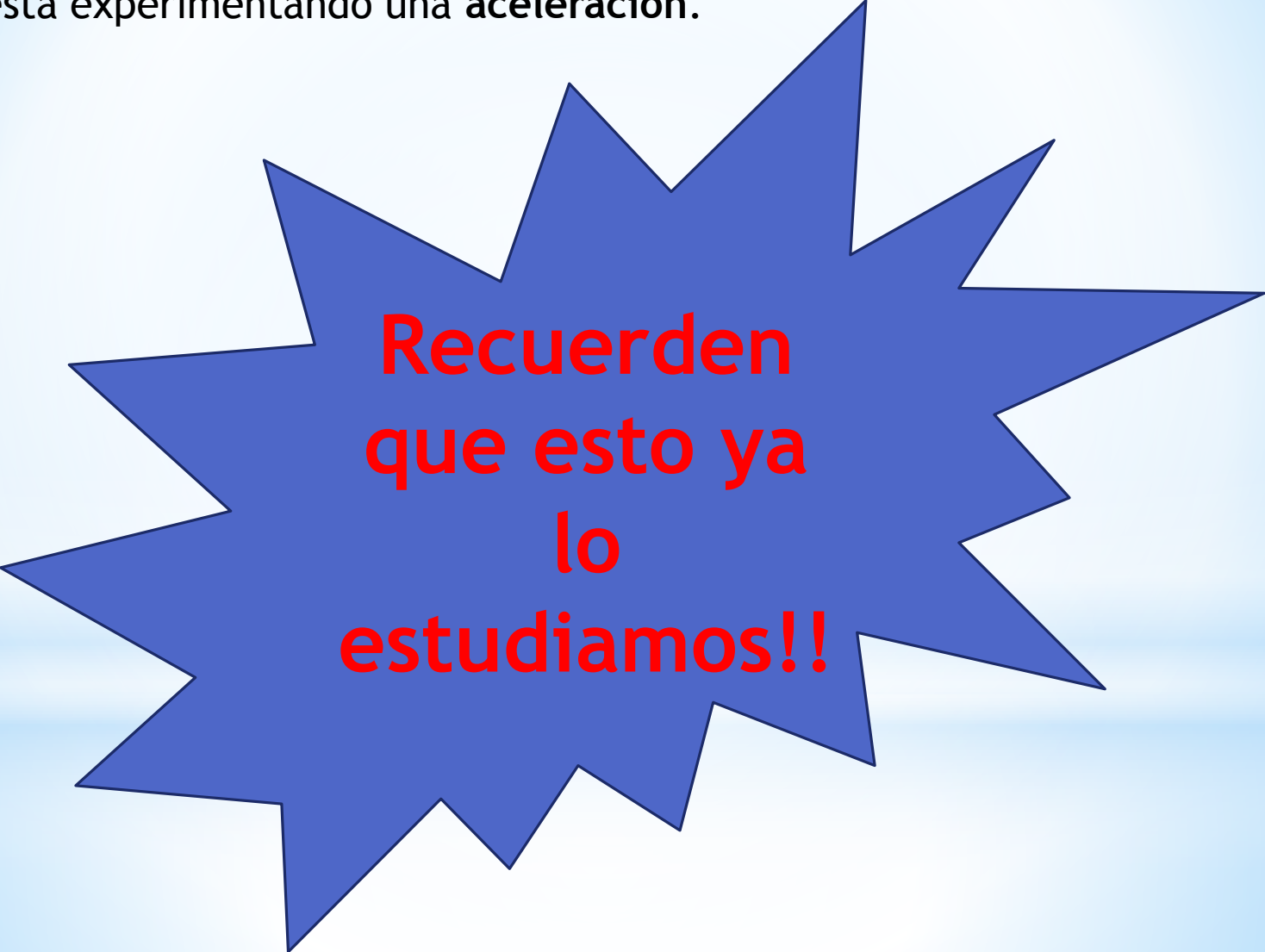
Se define como el cociente entre el VECTOR DESPLAZAMIENTO y el intervalo de tiempo en el que se realiza dicho desplazamiento.
Dicho de otra forma:

$$V_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow V_m = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i}$$

Velocidad instantánea

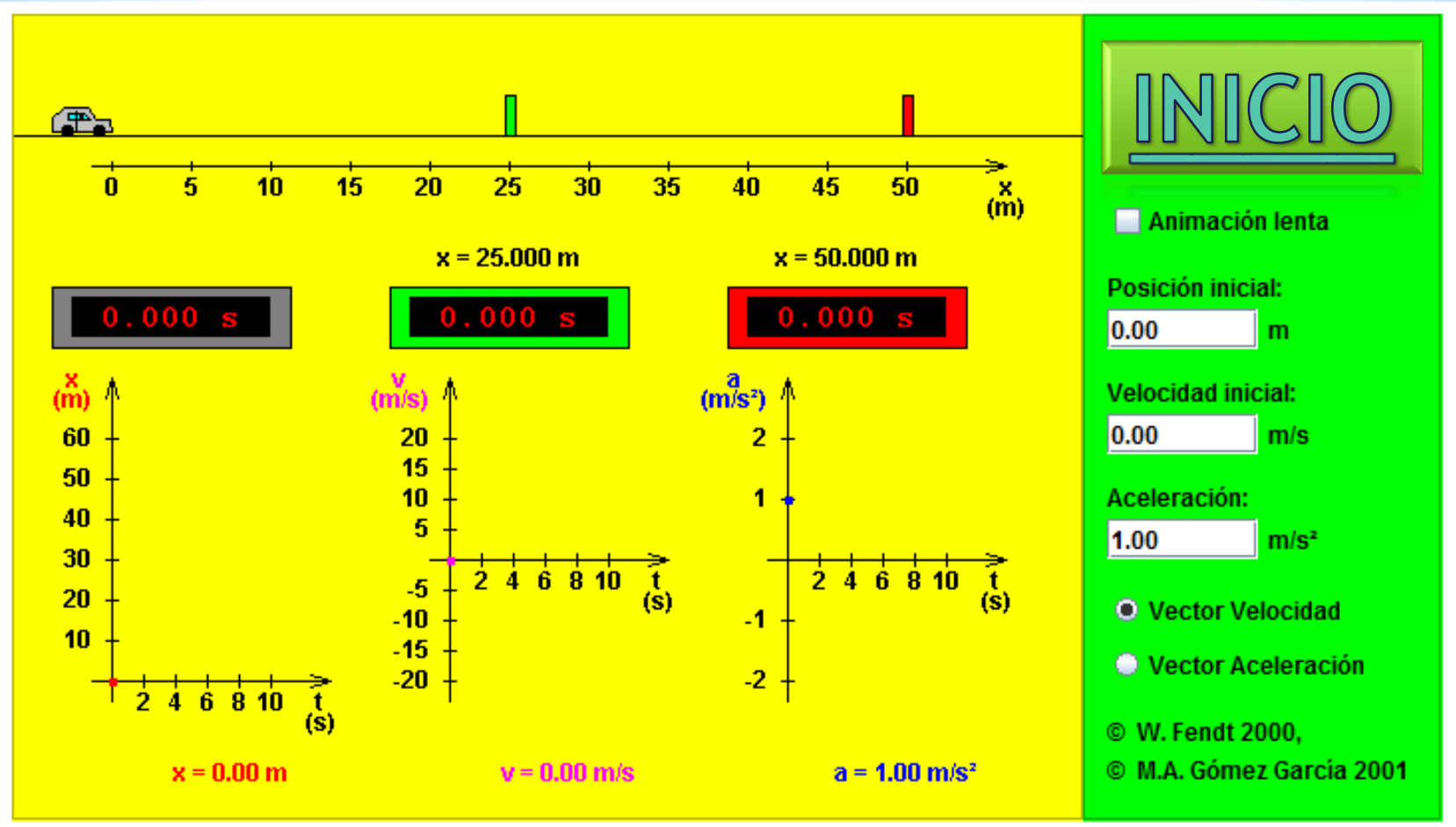
Velocidad a la que se mueve en cada instante

Cuando un cuerpo se mueve de forma tal que su velocidad en cada instante es diferente, es decir, que está cambiando su velocidad, decimos que está experimentando una **aceleración**.



**Recuerden
que esto ya
lo
estudiamos!!**

M.R.U.



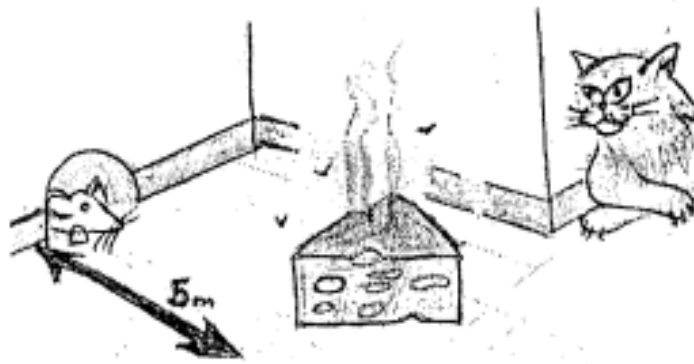
M R U

Movimiento en el cual su trayectoria es una línea recta y se mueve con velocidad constante

El módulo, la dirección y el sentido deben permanecer invariantes

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow v = \frac{\overbrace{x_f - x_i}^{\text{desplazamiento}}}{\underbrace{t_f - t_i}_{\text{Intervalo de tiempo}}}$$

Ejemplos



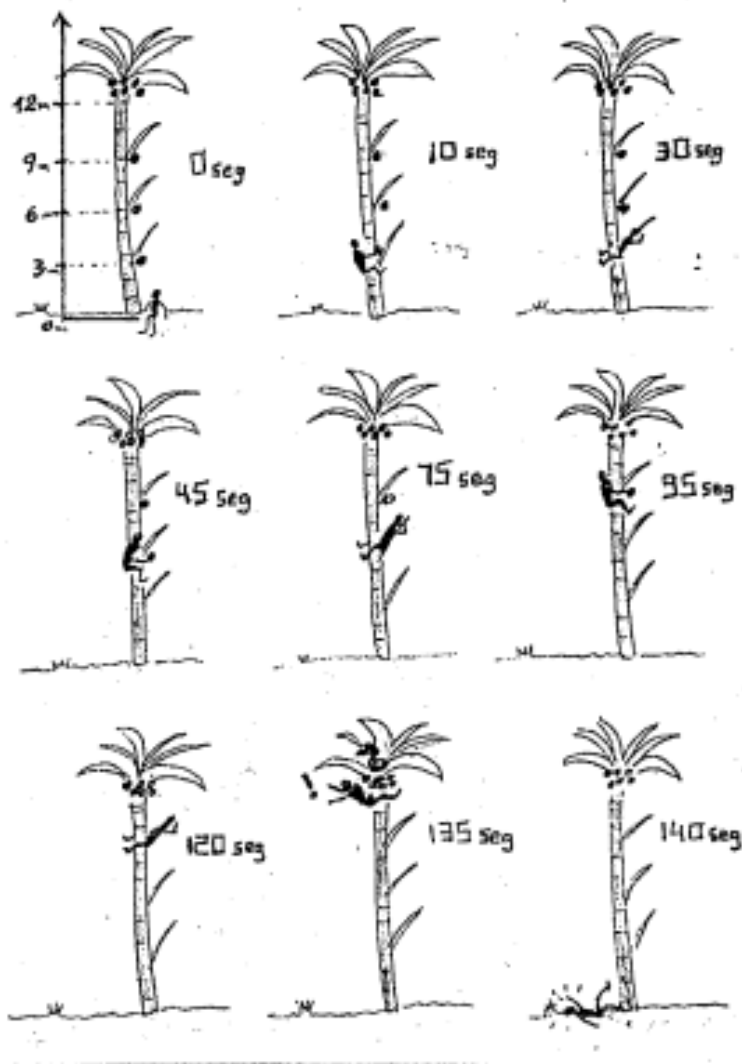
1 - El ratón atrevido

El ratón sale de su cueva hacia el queso, lenta y cuidadosamente, llegando a él en 30s. Queda comiendo allí quieto durante 15s. En eso se toca de la presencia del gato, y retrocede a su cueva, llegando a ella en 5s.

a- Elabore un sistema de referencia adecuado para registrar el movimiento del ratón. Indique origen de coordenadas, sentido positivo, unidad de medida.

b – Elabore una tabla de posición (x) en función de tiempo (t). Grafique $x(t)$.

c – Calcule, para cada etapa, la velocidad del ratón. Grafique $v(t)$.



2 - El mono Beto come fruta

Beto está junto a una palmera cargada de fruta. Sube a cada rama, y en cada una se queda un rato, comiendo y descansando.

Cuando llega a la copa de la palmera, ¡sácate! se encuentra con terrible víbora viviendo allí. Se desprende de la rama, aterrado, y cae, llegando rápidamente al suelo y dándose un coscorrón.

a- Utilizando el sistema de referencia mostrado registre el movimiento de Beto.

b - Elabore una tabla de posición (x) en función de tiempo (t). Grafique $x(t)$.

c - Calcule, para cada etapa, la velocidad de Beto. Grafique $v(t)$.

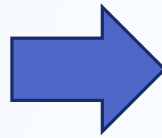
M R U V

Movimiento en el cual su trayectoria es una línea recta y su velocidad cambia uniformemente

La aceleración es constante

$$y = mx + n$$

$$a = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$$

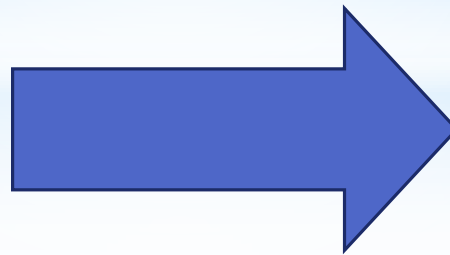


$$v_f = at + v_i$$



Velocidad instantánea

GRÁFICAS



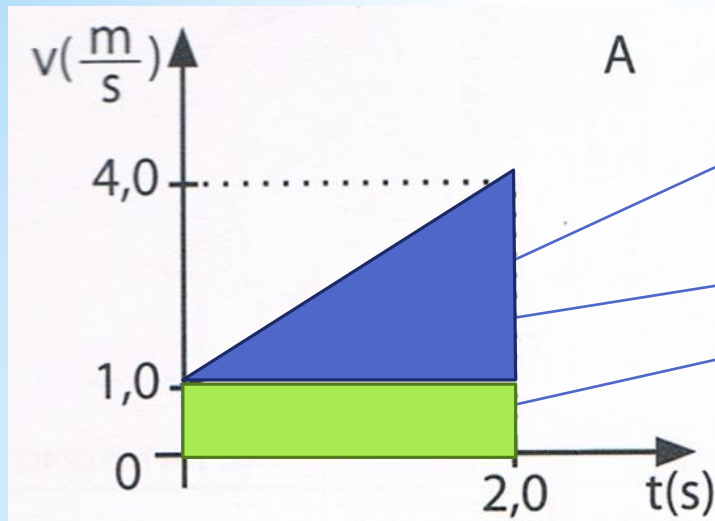
INICIO

Ecuaciones cinemáticas

$$v_f = at + v_i$$

$$x_f - x_i = v_i t + \frac{at^2}{2}$$

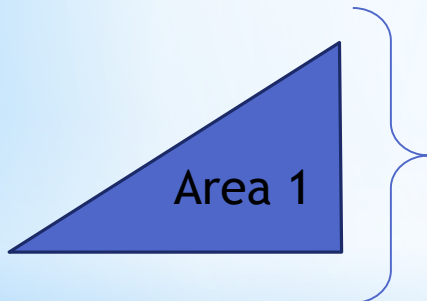
$$x_f - x_i = \frac{v_f^2 - v_i^2}{2a}$$



Área = desplazamiento

Area_{total} = Area 1 + Area 2

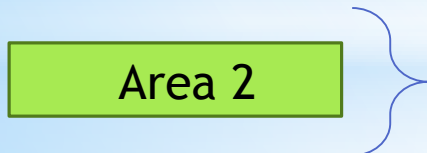
$$a = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i} \rightarrow v_f - v_i = a(t_f - t_i)$$



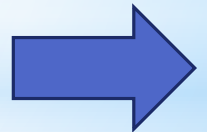
$$\frac{(t_f - t_i)(v_f - v_i)}{2}$$



$$\frac{(t_f - t_i)a(t_f - t_i)}{2}$$



$$(t_f - t_i)v_i$$



$$\Delta x = v_i(t_f - t_i) + \frac{(t_f - t_i)a(t_f - t_i)}{2}$$

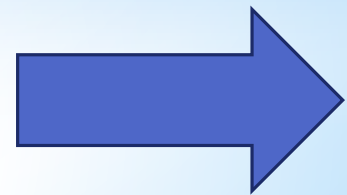
Ordenando los términos y considerando que $t_i = 0$ s

$$x_f - x_i = v_i t + \frac{at^2}{2}$$

$$v_f = at + v_i$$

$$x_f - x_i = v_i t + \frac{at^2}{2}$$

Despejamos el tiempo de la primera ecuación y lo sustituimos en la segunda



$$\begin{array}{l}
 v_f = at + v_i \longrightarrow \frac{v_f - v_i}{a} = t \\
 x_f - x_i = v_i t + \frac{at^2}{2}
 \end{array}
 \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} v_f = at + v_i \\ x_f - x_i = v_i t + \frac{at^2}{2} \end{array}} \right\}
 \quad x_f - x_i = v_i \frac{(v_f - v_i)}{a} + \frac{a \left[\frac{(v_f - v_i)}{a} \right]^2}{2}$$

$$x_f - x_i = \frac{v_i \cdot v_f - v_i^2}{a} + \frac{a \left[\frac{(v_f - v_i)(v_f - v_i)}{a^2} \right]}{2}$$

$$x_f - x_i = \frac{v_i v_f - v_i^2}{a} + \left(\frac{v_f^2 - v_f v_i - v_i v_f + v_i^2}{2a} \right)$$

$$x_f - x_i = \frac{2v_i v_f - 2v_i^2 + v_f^2 - 2v_i v_f + v_i^2}{2a}$$

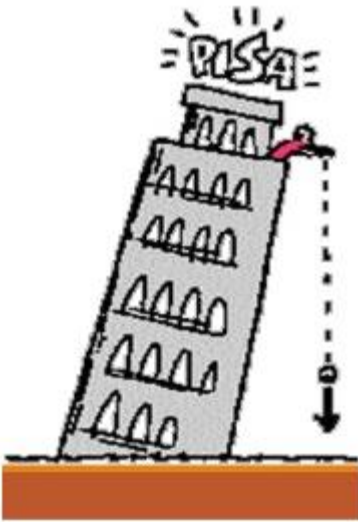
$$x_f - x_i = \frac{-2v_i^2 + v_f^2 + v_i^2}{2a}$$



$$x_f - x_i = \frac{-2v_i^2 + v_f^2 + v_i^2}{2a}$$

$$x_f - x_i = \frac{v_f^2 - v_i^2}{2a}$$

CAÍDA LIBRE



"Está claro que si una bola ligera tarda más tiempo en recorrer el plano que otra más pesada es debido a la resistencia que presenta el aire en su avance. Por eso, cuando las bolas rebasan cierto peso, la resistencia del aire es despreciable para ellas, y todas caen con idéntica rapidez"

"Desde la misma altura todos los cuerpos tardan el mismo tiempo en caer indiferente a la peso y la forma que posean"

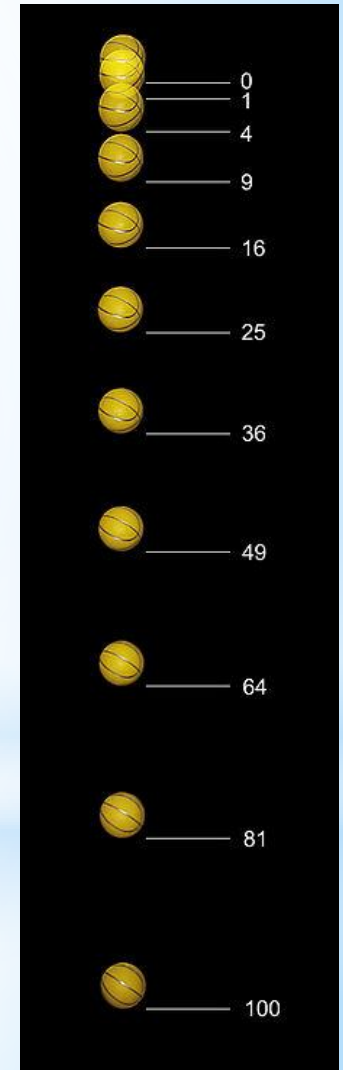


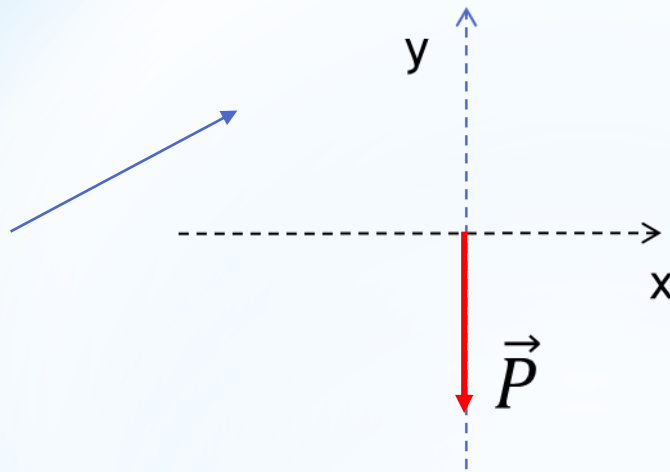
En el caso del paracaidista, ofrece más resistencia el aire cuando el paracaídas se encuentra abierto ya que aumenta la superficie donde aplica su acción. Pero, en el vacío (sin la resistencia del aire) sería igual lanzarse con el paracaídas cerrado que abierto.

Movimiento de un cuerpo bajo la acción exclusiva de un Campo Gravitatorio

El concepto es aplicable también a objetos en movimiento vertical ascendente sometidos a la acción desaceleradora de la gravedad, como un disparo vertical; o a cualquier objeto (satélites naturales o artificiales, planetas, etc.) en órbita alrededor de un cuerpo celeste.

Caída libre de una pelota. Se muestran, mediante [fotografía estroboscópica](#), las posiciones de la pelota a intervalos regulares de tiempo: para $t = 1, 2, 3, 4, 5, \dots$, el espacio recorrido es proporcional a $1, 4, 9, 16, 25, \dots$, etc.





$$F_n = m \cdot a$$
$$P = m \cdot g$$

$$v_f = at + v_i$$

$$y_f - y_i = v_i t + \frac{at^2}{2}$$

$$y_f - y_i = \frac{v_f^2 - v_i^2}{2a}$$

$$a = -9,8 \text{ m/s}^2$$