

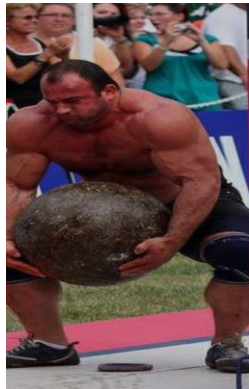
# DINÁMICA

Comprende el estudio del movimiento teniendo en cuenta las causas que lo produce

Como en el universo todos los objetos están sometidos a interacciones mutuas es muy importante establecer qué relación existe entre fuerza y movimiento. El estudio del movimiento tomando en cuenta las fuerzas de interacción entre el objeto que se mueve y los demás objetos que lo rodean recibe el nombre de **Dinámica**.

## CONCEPTO DE FUERZA

En la naturaleza nos encontramos con el concepto de fuerza, se puede señalar que las fuerzas se manifiestan en numerosos ejemplos de la vida diaria. Así al golpear un balón con el pie o levantar un objeto de mucha masa o golpear una pelota de tenis se aplica una fuerza. Es decir, Fuerza es toda causa capaz de modificar el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo o de producirle una deformación. Estas fuerzas se identifican ya que producen efectos observables sobre los objetos.



Por ejemplo, una fuerza puede

... poner en movimiento un cuerpo que estaba en reposo.	... detener un cuerpo que estaba en movimiento.	... cambiar la rapidez o la dirección de un movimiento.	... deformar un cuerpo.
			

De estas experiencias se deduce que, para que exista una fuerza tienen que interaccionar dos objetos. Una misma fuerza puede ocasionar diversos efectos sobre un mismo objeto. Así, un balón de fútbol

golpeado con el pie puede rodar sobre la hierba o salir impulsado hacia arriba. También, se puede parar o modificar su trayectoria y si se pisa, se deforma.

La fuerza es una magnitud de carácter vectorial, por lo tanto para quedar bien definidas se debe considerar su magnitud (intensidad), dirección –sentido.

Los objetos pueden interactuar de dos formas: entrando en contacto o estando a cierta distancia entre sí. Por tanto, las fuerzas se clasifican en: fuerzas por **contacto** y fuerzas a **distancia**.

En la vida diaria se manifiestan fuerzas de contacto como por ejemplo cuerdas, resortes, objetos apoyados en superficies, estructuras, etc. En los cuerpos sólidos se pueden encontrar fuerzas de atracción y repulsión, de fricción, nucleares y también fuerzas de tipo elásticas, entre otras.

**Decimos que dos o más fuerzas aplicadas a un mismo cuerpo están en equilibrio cuando neutralizan mutuamente sus efectos, es decir, cuando su resultante es nula.**

### CARÁCTER VECTORIAL DE LAS FUERZAS

En Física, para comprender mejor los fenómenos de la naturaleza, se realizan mediciones de dichos fenómenos. En las mediciones se pueden encontrar dos tipos de magnitudes: Escalares y vectoriales

**Magnitudes escalares:** Las magnitudes escalares quedan bien definidas únicamente con su intensidad, un número que representa una determinada cantidad. Es decir, aquellas que quedan definidas exclusivamente por un módulo, es decir, por un número acompañado de una unidad de medida. Es el caso de masa, tiempo, temperatura, distancia. Por ejemplo, 5 kg, 6,9 segundos, 400 °C y 8 km, respectivamente.

Por lo tanto, son aquellas que para quedar bien definidas se requiere su intensidad (valor numérico) y unidad. Ejemplo el tiempo: 20 segundos, estas se abrevian con una letra:  $t = 20 \text{ s}$

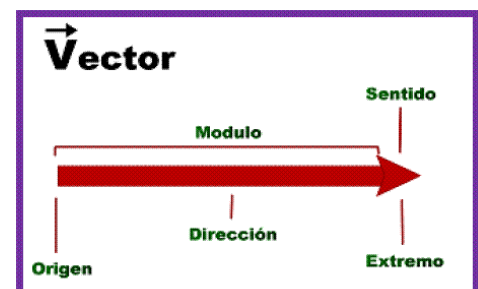


**Magnitudes vectoriales:** En muchos casos las magnitudes escalares no dan información completa. Para localizar con precisión la posición de los objetos, respecto de un sistema de referencia, hay que expresar además del valor numérico y la unidad de esa distancia, la dirección y el sentido en que se encuentran. Esa información la indican las magnitudes vectoriales. Por ejemplo, una fuerza de determinado valor puede estar aplicada sobre un cuerpo en diferentes sentidos y direcciones.

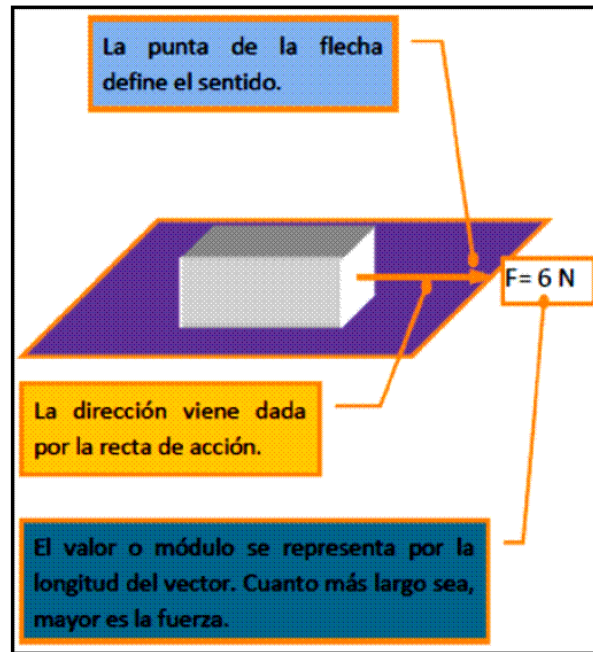
Por lo tanto, son aquellas que para quedar bien definidas se requiere su intensidad (valor numérico), unidad y además su dirección-sentido. Ejemplo la fuerza: 50 Newton hacia el norte, estas se abrevian con

una letra y sobre ella una flecha:  $\vec{F}$

Tenemos entonces las magnitudes vectoriales que, como su nombre lo indica, se representan mediante vectores, es decir que además de un módulo (o valor absoluto) tienen una dirección y un sentido. La dirección es la recta a la que pertenece el segmento de la flecha, y el sentido viene indicado por la punta de la flecha.



Los vectores se abrevian con una letra y sobre ella se coloca una flecha, ejemplo: Fuerza  $F = 6\text{ N}$



Ejemplos de magnitudes vectoriales son la velocidad y la fuerza. Ejemplo un vehículo se mueve con una velocidad de  $50\text{ km/h}$ , en la carretera, hacia el Sur de Chile.



Definimos una fuerza como toda causa capaz de modificar el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo, o de producir una deformación en él. Una fuerza es la interacción de un cuerpo con algo externo a él y es una magnitud vectorial caracterizada por poseer módulo, dirección, sentido y punto de aplicación o punto origen.

La unidad de medida en el Sistema Internacional de Unidades (S.I) es el Newton (N). En honor a Isaac Newton, un físico que realizó estudios sobre las fuerzas.

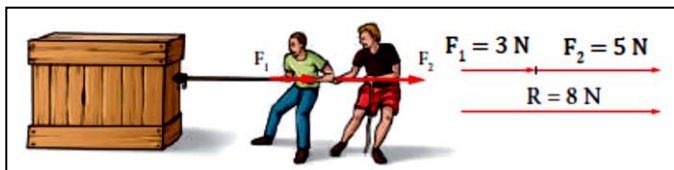
Las acciones que se ejercen sobre un cuerpo, además de ser más o menos intensas (valor o módulo de la fuerza) son ejercidas según una dirección: paralelamente al plano, perpendicularmente a éste, formando un ángulo de  $30^\circ$ ... y en determinado sentido: hacia la derecha, hacia la izquierda, hacia arriba, hacia abajo. Por estas razones las fuerzas para estar correctamente definidas tienen que darnos información sobre su valor (módulo), dirección y sentido. Por eso se representan por flechas (vectores)

### ¿Qué ocurre si sobre un cuerpo actúa más de una fuerza?

Podemos obtener sólo una que produzca el mismo efecto que todas actuando a la vez. Esto se consigue sumando las fuerzas actuantes. ¿Cómo?

- **Fuerzas con la misma dirección y sentido:** se suman los módulos. La fuerza resultante tiene la misma dirección y sentido y su módulo es la suma de las actuantes.

Ejemplo 1:



— Módulo: la suma de los módulos de las fuerzas componentes.

$$R = F_1 + F_2$$

— Dirección: la misma que las fuerzas componentes.

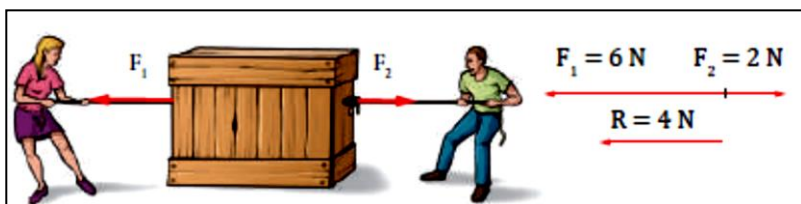
— Sentido: el mismo que las fuerzas componentes.

Ejemplo 2:



- **Fuerzas de la misma dirección y sentido contrario:** se restan los módulos. La fuerza resultante tiene la misma dirección y su sentido viene dado por el signo resultante: si es positivo apunta en el sentido que se ha considerado como tal y si es negativo en sentido contrario.

Ejemplo 3:



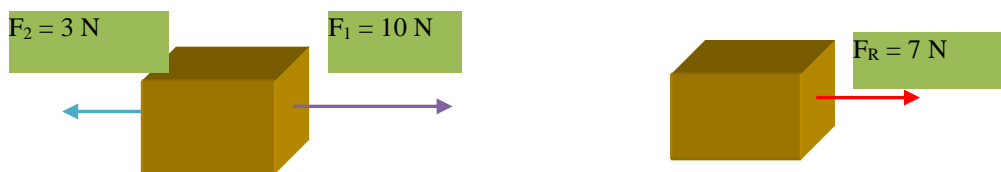
— Módulo: la diferencia, en valor absoluto, entre los módulos de las fuerzas componentes.

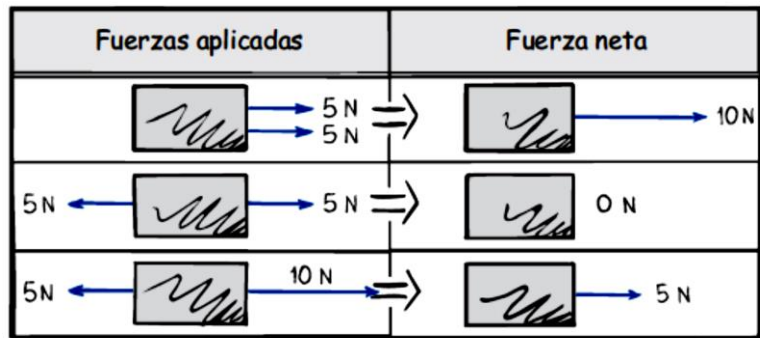
$$R = |F_1 - F_2|$$

— Dirección: la misma que las fuerzas componentes.

— Sentido: el mismo que la fuerza de mayor módulo.

Ejemplo 4





## EL ORIGEN, LA CAUSA DEL MOVIMIENTO

El inglés Isaac Newton formuló y desarrolló una potente teoría acerca del movimiento, según la cual las fuerzas que actúan sobre un cuerpo producen un cambio en el movimiento de dicho cuerpo.

Newton, uno de los más grandes físicos de la historia, formuló tres leyes, enunciadas en 1687 y hacen referencia al movimiento de los cuerpos. La primera es la ley de inercia, la segunda es la relación entre fuerza y aceleración, y por último la ley de acción y reacción. Para los fenómenos de la vida diaria, esas tres leyes del movimiento son la piedra angular de la **dinámica**.

### Fuerza y Movimiento

Desde la antigüedad la relación entre fuerza y movimiento fue objeto de estudio. En el siglo IV (a. C), el filósofo griego Aristóteles, fundamentándose únicamente en la “observación”, manifestaba que para poner un cuerpo en movimiento, o para mantenerlo en dicho estado una vez iniciado, era necesario que sobre el cuerpo actuara de manera constante una fuerza. Si ésta dejaba de actuar, el cuerpo adquiriría su “estado natural”, es decir, el “reposo”.

No se preocupó Aristóteles de hacer la comprobación experimental de sus ideas y, debido a su enorme prestigio, las mismas se mantuvieron hasta el siglo XVI, sin que nadie se animara a contradecirlas, ya que tales comportamientos se consideraban como “naturales” y sin ninguna discusión, hasta que surge el físico italiano **Galileo Galilei**, quien enfrentó el pensamiento aristotélico basado en una serie de razonamientos lógicos.

*Si se suponen nulas las fuerzas de fricción o roce, puede un cuerpo moverse sin que exista ninguna fuerza aplicada sobre el mismo. Galileo*

**Galileo, que introduce el método experimental en el estudio de los fenómenos físicos realizó una serie de experimentos que lo llevaron a conclusiones diferentes de las de Aristóteles.**



## LEYES DE NEWTON

La Dinámica comprende tres leyes que generalmente reciben el nombre de Leyes del movimiento de Newton:

1. **Ley de Inercia**
2. **Ley del Movimiento**
3. **Ley de Acción y Reacción**

Aunque estas leyes son llamadas comúnmente Leyes de Newton, por haber sido este físico quien primero las enunció en forma correcta y la aplicó a casos concretos. Debe tenerse presente que el descubridor de la Ley de Inercia fue el físico italiano Galileo Galilei, y la Ley de la Fuerza era conocida por el astrónomo alemán Johannes Kepler.

### PRIMERA LEY DE NEWTON O PRINCIPIO DE INERCIA:

En primer lugar, se debe señalar que en Física el concepto de Inercia hace referencia a la condición inicial en la que se encuentra un cuerpo: puede estar en **reposo** (detenido) o moverse con **velocidad constante**.

La idea aristotélica de que un objeto en movimiento debe estar impulsado por una fuerza continua fue demolida por Galileo, quien dijo que en *ausencia* de una fuerza, un objeto en movimiento continuará moviéndose. La tendencia de las cosas a resistir cambios en su movimiento fue lo que Galileo llamó *inercia*. Newton refinó esta idea de Galileo, y formuló su primera ley, que bien se llama ley de la inercia.

En los *Principia* de Newton (traducido del original en latín):

***Todo objeto continúa en su estado de reposo o de movimiento uniforme en línea recta, a menos que sea obligado a cambiar ese estado por fuerzas que actúen sobre él.***

La palabra clave de esta ley es *continúa*: un objeto *continúa* haciendo lo que haga a menos que sobre él actúe una fuerza. Si está en reposo *continúa* en un estado de reposo. Esto se demuestra muy bien cuando un mantel se retira con habilidad por debajo de una vajilla colocada sobre una mesa y los platos quedan en su estado inicial de reposo. La propiedad de los objetos de resistir cambios en su movimiento se le llama inercia.

La primera ley de Newton o Principio de Inercia de Galileo como también se le conoce es un enunciado de un experimento idealizado (Porque no existe roce).

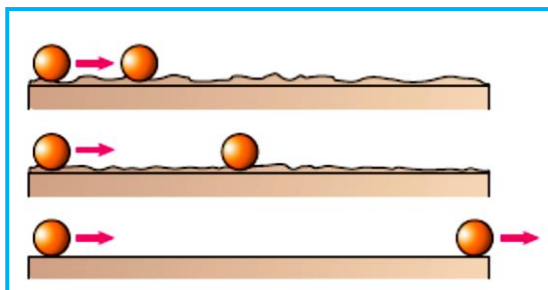


**Primera ley de Newton: En ausencia de la acción de fuerzas (si existen, su resultante es nula), un cuerpo en reposo continuará en reposo, y uno en movimiento se moverá en línea recta y con velocidad constante, es decir Movimiento rectilíneo uniforme (MRU).**

La tendencia de un cuerpo a oponerse a un cambio en su movimiento es lo que Galileo denominó **Inercia**.

Esto demuestra que todos los cuerpos que están en movimiento tienden a seguir en movimiento; los cuerpos que están en reposo tienden a seguir en reposo. Esta es la **primera Ley de Newton**, que se enuncia así:

**“Todo cuerpo permanece en reposo o se desplaza con movimiento rectilíneo uniforme, siempre que no actúe sobre él una fuerza exterior que cambie su estado”.**



En ausencia de la fricción la pelota de la figura no se detendrá nunca.

Aunque Galileo fue quien introdujo el concepto de inercia, fue Newton quien valoró su importancia. La ley de la inercia define el movimiento natural e indica que clases de movimiento son el resultado de las fuerzas aplicadas.

Si piensa en todo lo que hace diariamente, no es difícil entender que para mover un cuerpo debe aplicar una fuerza,

y para detenerlo, también. La **inercia** es la resistencia de un cuerpo en reposo al movimiento, o de un cuerpo en movimiento a la aceleración, al retardo en su desplazamiento o a un cambio de dirección del mismo. Para vencer la inercia debe aplicarse una fuerza.

En consecuencia, tanto Galileo como Newton advirtieron que un cuerpo puede estar en movimiento sin que ninguna fuerza actúe sobre él.



**La materia de un cuerpo es la medida de inercia de dicho cuerpo.** Todo cuerpo posee inercia. Depende de la cantidad de materia en la sustancia de un cuerpo; a mayor cantidad de materia, mayor inercia. Al hablar de cuánta materia tiene un

cuerpo, se emplea el término masa. La masa es una medida de la inercia de un cuerpo. Ejemplo, un elefante posee mayor inercia que una hormiga



Cuando un vehículo arranca bruscamente las personas se mueven hacia atrás. Ello se debe a que tienden a conservar su estado de movimiento, que era estar en reposo.

De la misma forma, si el vehículo frena con brusquedad, los pasajeros se mueven hacia adelante, porque tienden a continuar con su estado de movimiento, que era de velocidad constante.



Cuando lanzas una moneda dentro de un avión que viaja a gran rapidez, se comporta como si el avión estuviera en reposo. La moneda sigue contigo. ¡Es la inercia en acción!



### SEGUNDA LEY DE NEWTON O PRINCIPIO DE MASA

La primera ley de Newton nos dice que le pasa a un cuerpo si sobre el no actúa ninguna fuerza. Ahora bien, ¿qué le pasará a un cuerpo si existe una fuerza resultante que actúa sobre él? La segunda ley de Newton resuelve esta cuestión.

En primer lugar, se debe explicar el concepto de aceleración.

En Física, **aceleración** es cuando cambia la velocidad de un cuerpo, en un intervalo de tiempo.

Es decir:

$$\vec{a} = \frac{\text{cambio de velocidad}}{\text{intervalo de tiempo}}$$

Es decir, la aceleración es una magnitud vectorial, posee magnitud, unidad y dirección-sentido.

La unidad de medida de la aceleración en el Sistema Internacional de Unidades es:

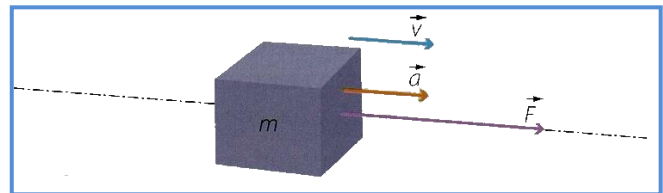
$$\vec{a} = \frac{m}{s^2}$$

Donde: m = metro    s = segundo

Una vez que se conocen las características del movimiento cuando no actúa una fuerza o cuando la fuerza resultante es cero, las preguntas que surgen naturalmente son: ¿Qué pasa si la suma de las fuerzas no se anula? ¿Cómo se mueve un sistema sujeto a la acción de una sola fuerza o de una fuerza resultante diferente de cero?

La observación, los experimentos y la reflexión llevaron a Newton a concluir que en estas condiciones la velocidad de un cuerpo no se mantiene constante. Si está en reposo, comenzará a moverse y si está en movimiento, su rapidez o la dirección y sentido de su movimiento cambiará; en pocas palabras, el cuerpo adquiere una aceleración.

Experimentalmente se comprueba que si actúa una fuerza sobre un objeto en reposo, entonces se mueve siguiendo la misma dirección y sentido que los de la fuerza aplicada y su velocidad aumenta. Si se mantienen constantes el módulo,



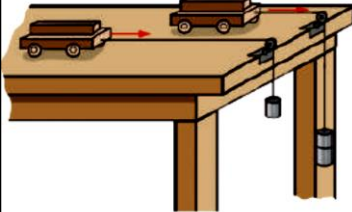


la dirección y el sentido de la fuerza aplicada, entonces el objeto se traslada en línea recta aumentando su velocidad de forma constante, o lo que es lo mismo, el objeto se desplaza siguiendo un movimiento rectilíneo con aceleración constante.

Ejemplo: Se aplica una fuerza  $F$  a un carrito en reposo. Este adquiere una aceleración  $a$  e inicia un MRUA. Fíjate en que la aceleración que adquiere depende de la fuerza aplicada.

La razón entre la fuerza resultante que actúa sobre un cuerpo y la aceleración que adquiere el cuerpo como consecuencia de dicha fuerza es una constante igual a la masa del cuerpo.

La constatación de este hecho constituye el enunciado de la segunda ley de Newton.



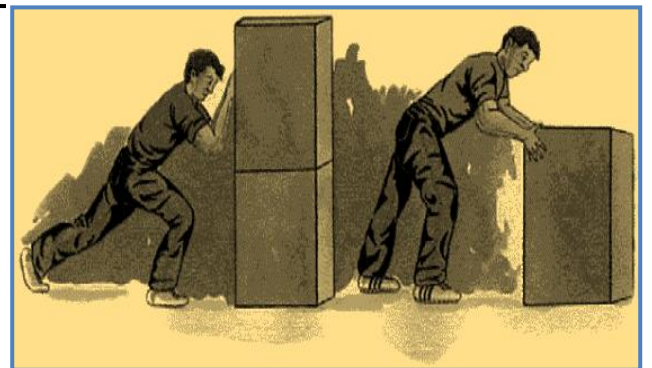
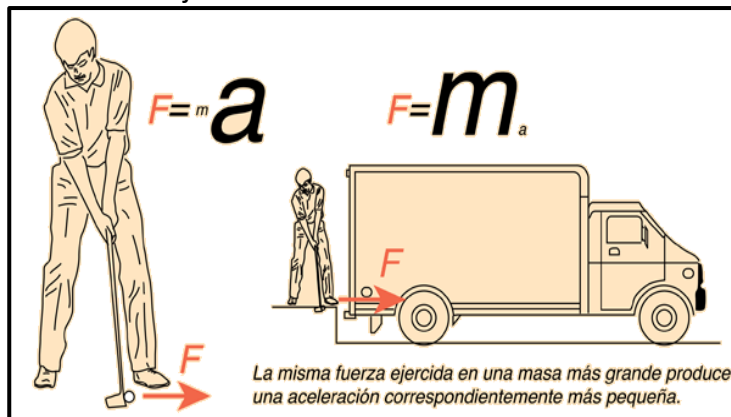
F (N)	a (m/s <sup>2</sup> )	$\frac{F}{a}$ (kg)
0,25	1	0,25
0,50	2	0,25
0,75	3	0,25
1	4	0,25

**La aceleración es directamente proporcional a la magnitud de la fuerza resultante.** Así, si se duplica la fuerza, la aceleración se duplica; si se triplica la fuerza, se triplica la aceleración.

Se concluye entonces que:

**La fuerza  $F$  que actúa sobre un cuerpo es directamente proporcional a la aceleración que produce.**

Por otro lado, **la aceleración es inversamente proporcional a la masa del cuerpo que se acelera.** Esto es, a mayor masa, menor aceleración. Si aplicas la misma fuerza sobre dos cajas, una con el doble de la masa que otra, la aceleración de la de mayor masa será sólo la mitad. La masa resulta ser una medida de la inercia del objeto o de su resistencia a ser acelerado.



Se concluye entonces que:

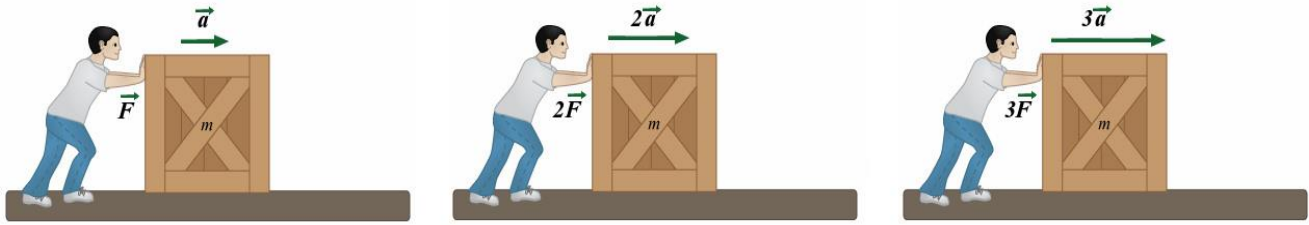
**Cuanto mayor es la masa de un cuerpo ( $m = F/a$ ), tanto mayor será su inercia (dificultad para que se altere su velocidad); esto es, la masa de un cuerpo es una medida de la inercia de éste.**

La Segunda Ley de Newton resume estas observaciones.

## SEGUNDA LEY DE NEWTON

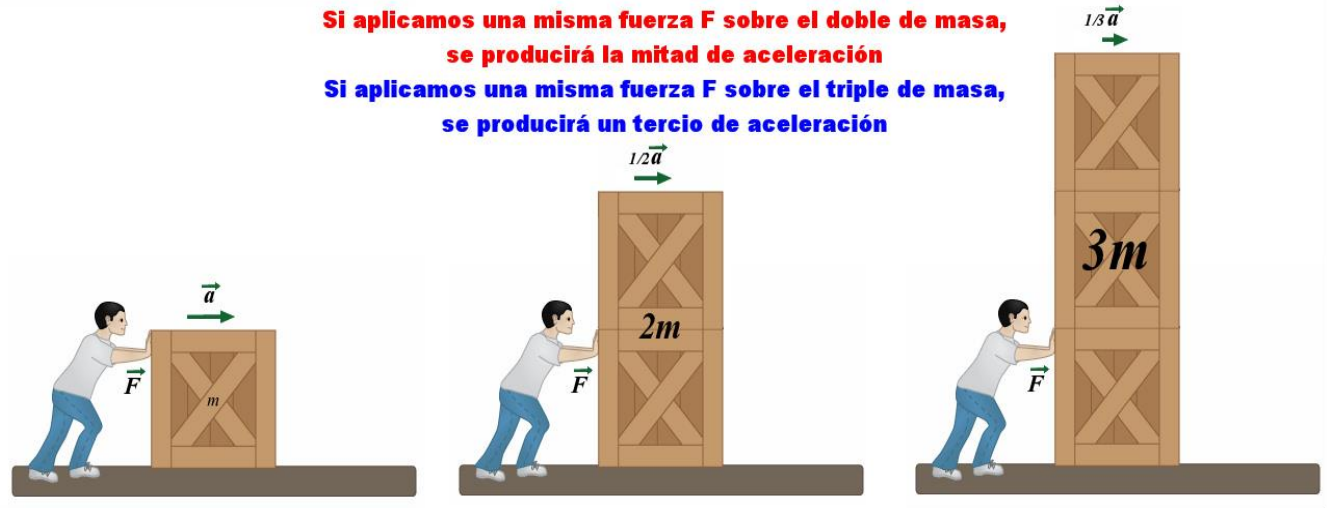
Si aplicamos el doble de fuerza sobre una caja, su aceleración se duplicará

Si aplicamos el triple de fuerza sobre una caja, su aceleración se triplicará



Si aplicamos una misma fuerza  $F$  sobre el doble de masa, se producirá la mitad de aceleración

Si aplicamos una misma fuerza  $F$  sobre el triple de masa, se producirá un tercio de aceleración



Por lo tanto, la segunda Ley de Newton señala:

La fuerza de la mano acelera el ladrillo

Si la fuerza es del doble, la aceleración también es el doble

Si la fuerza es del doble y la masa es del doble se produce la misma aceleración

*“La aceleración que adquiere una partícula sometida a una fuerza resultante que no es cero, es directamente proporcional a la fuerza resultante e inversamente proporcional a la masa de dicha partícula, y que tiene la misma dirección y sentido que esta resultante”.*

La fuerza que ejerce la mano acelera el ladrillo

La misma fuerza acelera 2 ladrillos a la mitad

Con 3 ladrillos, la aceleración es 1/3 de la original

La masa es una magnitud escalar y la fuerza y la aceleración son magnitudes vectoriales que tienen la misma dirección y sentido. Por tanto, la expresión que relaciona la fuerza aplicada, la masa y aceleración es:

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

Donde:

**F:** Fuerza, se mide en Newton

**m :** masa, se mide en kilogramos

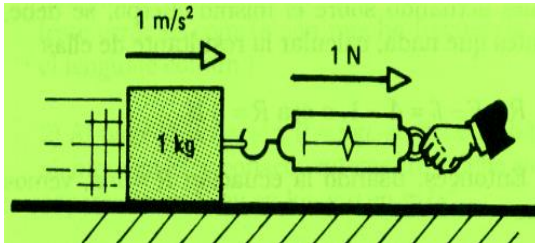
**a:** aceleración, se mide en  $m/s^2$

**Unidades de Fuerza:**

Al usar la Segunda Ley de Newton,  $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$ , debemos recordar que:

$$\vec{F} \text{ (en Newton)} = m \text{ (en kg)} \cdot \vec{a} \text{ (en } m/s^2)$$

Es decir, **1 kg • m/s<sup>2</sup> = 1 Newton**

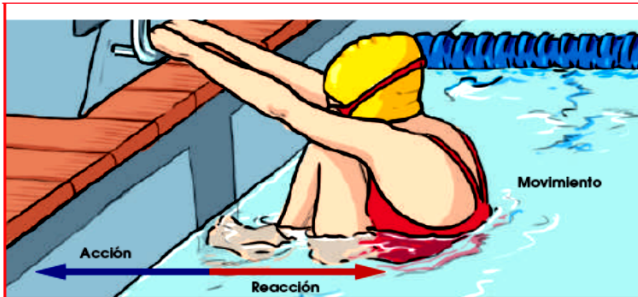


En resumen, se define que:

**1 Newton es la fuerza que provoca una aceleración de 1 m/s<sup>2</sup> en un cuerpo de 1 kg**

### TERCERA LEY DE NEWTON O PRINCIPIO DE ACCIÓN-REACCIÓN

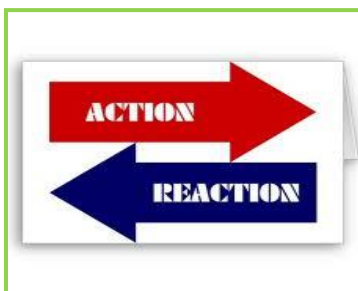
Cuando un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro, ¿cómo responde este segundo cuerpo?  
Para comprenderlo, observa estos ejemplos.



Al iniciar una carrera, una nadadora aplica una fuerza contra la pared. La nadadora recibe una fuerza de la pared que la impulsa hacia delante.



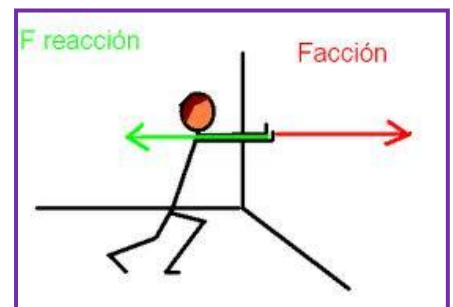
Una rana empuja la hoja con sus ancas. La rana también recibe una fuerza que hace que se eleve en el aire.



Los conocimientos sobre interacciones entre cuerpos son una buena base para estudiar la tercera ley de Newton. La acción de una fuerza sobre un cuerpo no se puede manifestar sin que haya otro cuerpo que la provoque. De esto se deduce que del resultado de una interacción aparecen dos fuerzas, es decir, que las fuerzas se presentan por pares, lo que hace imposible la existencia de una sola fuerza en la naturaleza.

La **acción** de un objeto sobre otro está siempre acompañada por una **reacción** del segundo cuerpo sobre el primero. La tercera ley de Newton

indica claramente como se relaciona las fuerzas en una interacción.



La tercera Ley del Movimiento de Newton es el principio de acción y reacción. Este postula que a cada acción corresponde una reacción igual y contraria. Es decir, si un cuerpo A ejerce una acción sobre un cuerpo B, el cuerpo B reacciona y ejerce una fuerza igual y contraria sobre el cuerpo A.

Los cohetes funcionan en base al mismo principio, ya que se aceleran al ejercer una gran fuerza sobre los gases que expulsan. Estos gases ejercen una fuerza igual y opuesta sobre el cohete, lo que finalmente lo hace avanzar.

La tercera ley de Newton se establece a menudo

Acción: el neumático empuja el pavimento Reacción: el pavimento empuja el neumático

Acción: el cohete empuja los gases Reacción: los gases empujan el cohete

Acción: el hombre tira de un resorte Reacción: el resorte tira del hombre

Acción: la Tierra tira de la pelota  
Reacción: la pelota tira de la Tierra



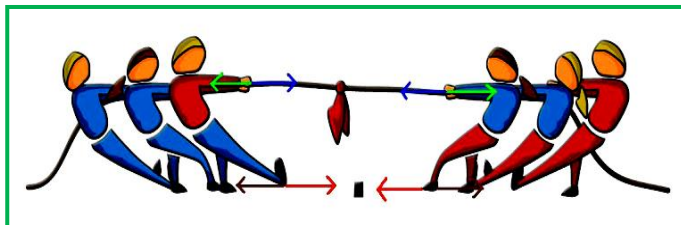
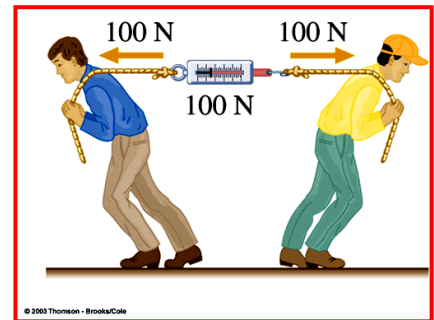
como sigue: “A **toda acción siempre se opone una reacción igual.**” Es importante insistir que las fuerzas de acción y reacción actúan sobre diferentes cuerpos. Nunca actúan sobre el mismo cuerpo. Las fuerzas de acción y reacción constituyen un par de fuerzas. Las fuerzas siempre ocurren en pares. Nunca existe una fuerza única en ninguna situación

Por todas partes se observa el cumplimiento de la tercera ley de Newton. Un pez empuja el agua hacia atrás con sus aletas y el agua a su vez empuja al pez hacia delante. El viento empuja contra las ramas de un árbol con lo que generan silbidos. Las fuerzas son interacciones entre cosas diferentes. Cada contacto requiere de por lo menos un dúo; no hay forma de que un cuerpo pueda ejercer una fuerza sobre nada. Las fuerzas, siempre ocurren en pares, y cada miembro del par es opuesto al otro. Así, no se puede tocar sin ser tocado.

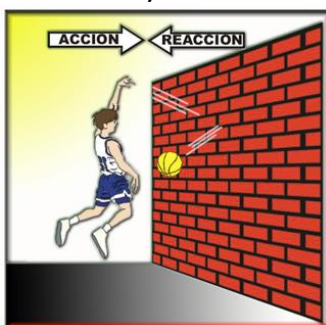


**OBSERVACIONES:**

- Para que se manifieste una fuerza tiene que haber más de un cuerpo como mínimo. Las fuerzas aparece de a pares.
- La acción y reacción no se anulan porque no actúan en el mismo cuerpo.
- En la acción-reacción, las fuerzas son de **igual magnitud y dirección, pero de sentido inverso.**



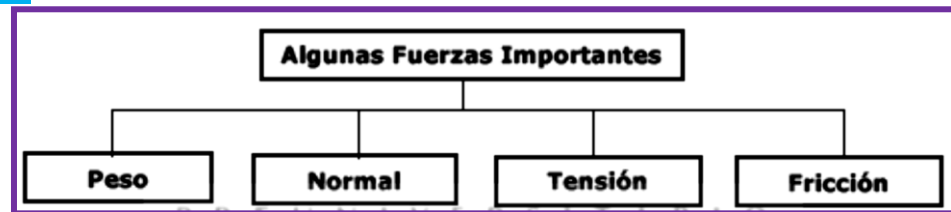
- La acción y reacción no necesariamente producen los mismos efectos.



¿Cuál de los dos zumos experimenta una mayor fuerza?



## TIPOS DE FUERZAS



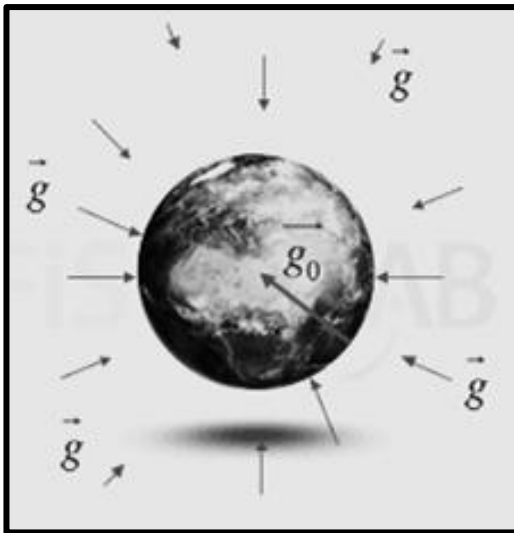
### 1.- Peso de un cuerpo:

Es la fuerza gravitatoria con la cual un cuerpo celeste (en nuestro caso la Tierra) atrae a otro, relativamente cercano a él.

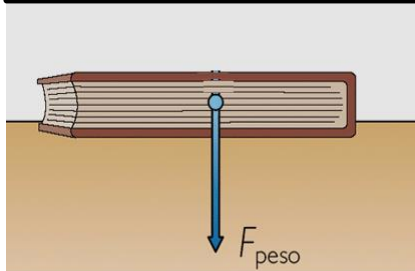
El peso en nuestro planeta es la fuerza con la que la Tierra atrae a dicho cuerpo. El peso es una magnitud vectorial, pues se trata de una fuerza.



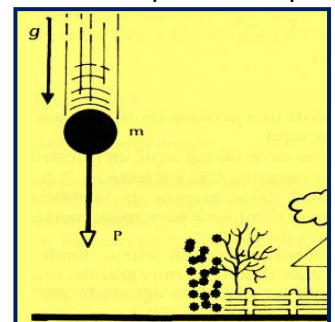
Se debe señalar que la razón de cambio asociada a la velocidad en un movimiento se conoce como aceleración de gravedad. Otra manera de ver esto es cuando tomas un lápiz y lo sueltas. Observarás que el lápiz cae cada vez más rápido en dirección al suelo, lo que significa que la velocidad del lápiz está variando.



Este fenómeno tiene que ver con la interacción gravitacional entre el lápiz y la Tierra. Usualmente se dice que el lápiz cayó por la fuerza de gravedad. La razón de cambio asociada a la velocidad en este movimiento se conoce como aceleración de gravedad. Su valor se puede asumir constante en cualquier localidad del planeta, por ejemplo, en Santiago. Sin embargo, no es igual en todos los lugares del globo, debido a que ésta depende de la distancia desde el punto donde te encuentres al centro de la Tierra, y como la Tierra no es completamente esférica, sino más bien achatada en los polos, esta distancia varía. También varía si nos alejamos de la superficie (si estamos en la cima de un cerro, por ejemplo), pues en este caso estamos aumentando la distancia que nos separa del centro de la Tierra.



El peso de un cuerpo es la fuerza que hace que éste caiga en las proximidades de la superficie de la Tierra, con la aceleración de la gravedad o gravitatoria "g"



Entonces, si usamos la Segunda Ley de Newton,  $F = m \cdot a$ , para determinar el peso

tenemos:  $P = m g$

*"el peso de un cuerpo no es constante, pues g varía de un lugar a otro"*

Peso y masa son dos conceptos y magnitudes físicas muy diferentes, aunque aún en estos momentos, en el habla cotidiana, el término “peso” se utiliza a menudo erróneamente como sinónimo de masa, la cual es una magnitud gravitacional. La propia Academia reconoce esta confusión en la definición de «pesar»: “Determinar el peso, o más propiamente, la masa de algo por medio de la balanza o de otro instrumento equivalente”.

La masa de un cuerpo es una propiedad intrínseca del mismo, la cantidad de materia, independiente de la intensidad del campo gravitatorio y de cualquier otro efecto. Representa la inercia o resistencia del cuerpo a los cambios de estado de movimiento (aceleración, masa inercial), además de hacerla sensible a los efectos de los campos gravitatorios (masa gravitacional).

El peso de un cuerpo, en cambio, no es una propiedad intrínseca del mismo, ya que depende de la intensidad del campo gravitatorio en el lugar del espacio ocupado por el cuerpo. La distinción científica entre “masa” y “peso” no es importante para muchos efectos prácticos porque la fuerza gravitatoria no experimenta grandes cambios en las proximidades de la superficie terrestre. En un campo gravitatorio constante la fuerza que ejerce la gravedad sobre un cuerpo (su peso) es directamente proporcional a su masa. Pero en realidad el campo gravitatorio terrestre no es constante; puede llegar a variar hasta en un 0,5 % entre los distintos lugares de la Tierra, lo que significa que se altera la relación “masa-peso” con la variación de la fuerza de la gravedad.

### Variación del peso

El valor de la aceleración de la gravedad “g” varía de un lugar a otro de la superficie de la Tierra. Midiendo este valor, fue posible comprobar que “g” es mayor cerca de los polos que en las proximidades del Ecuador.

Por lo tanto, la ecuación  $P = m \cdot g$  permite concluir que un cuerpo es más pesado cerca de los polos, y más ligero en las proximidades del Ecuador.

Se nota también que el valor de g decrece a medida que la altitud aumenta. Así, el peso de un cuerpo decrece a medida que aumenta la altitud del punto en donde se encuentra. En la ciudad de México (donde  $g = 9.78 \text{ m/s}^2$ ), en Quito (en Ecuador), en La Paz (en Bolivia), etc., el valor del peso de un cuerpo, en virtud de la gran altitud de estas ciudades, es menor que al nivel del mar. Recuerda, sin embargo, que la masa del cuerpo tiene siempre el mismo valor en todos esos lugares.

<b>Variación de g con la latitud (a nivel del mar)</b>	
Latitud (grados)	g (m/s <sup>2</sup> )
<b>0 (Ecuador)</b>	<b>9,780</b>
<b>20</b>	<b>9,786</b>
<b>40</b>	<b>9,802</b>
<b>60</b>	<b>9,819</b>
<b>80</b>	<b>9,831</b>
<b>90 (Los Polos)</b>	<b>9,832</b>

Cuando nos trasladamos a otro lugar, por ejemplo, a la Luna, a otros planetas, la aceleración de gravedad en estos lugares posee valores muy diferentes.

En la superficie de la Luna tenemos que  $g = 1.6 \text{ m/s}^2$  (cerca de 6 veces menor que la de la Tierra). Por tanto, la fuerza con la que la Luna atrae un cuerpo, es decir, su peso en la Luna, es 6 veces menor que en la Tierra.

El aparato para medir una fuerza se denomina *dinamómetro*.



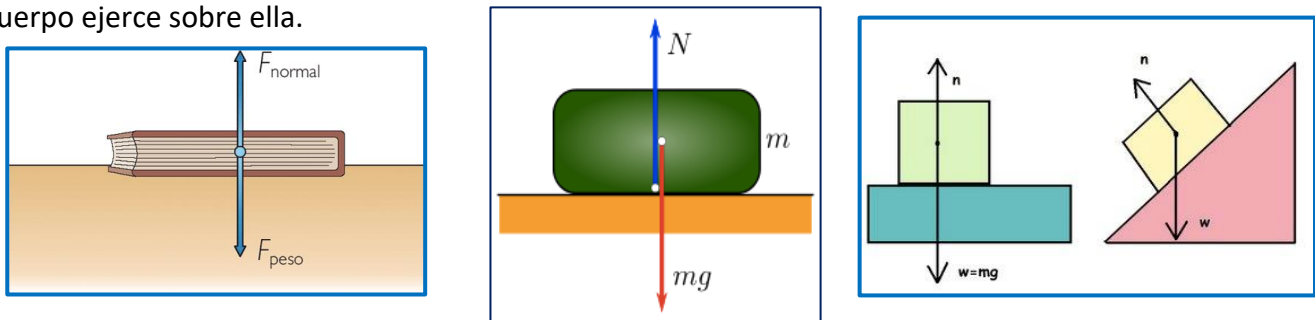
Variación de g con la altitud	
Altitud (km)	$g(\text{m/s}^2)$
0	9.81
20	9.75
40	9.69
60	9.63
80	9.57
100	9.51
200	9.22

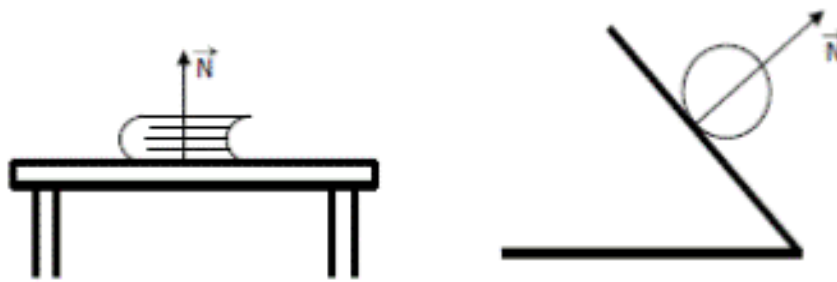
Masa	Peso
Es la cantidad de materia que posee un cuerpo	Es la medida de la fuerza de atracción. $P = m \cdot g$
Es constante	Varía según el valor de g
Es una magnitud escalar	Es una magnitud vectorial
Unidades son: de masa. Utm, múltiplos y submúltiplos del gramo	Unidades son: de fuerza. Newton, dina, kilopondio y pondio.
Se mide con la balanza de platillos	Se mide con el dinamómetro

## 2.- Fuerza Normal:

La fuerza normal es aquella que ejerce una superficie, en forma perpendicular sobre un cuerpo que está apoyado en dicha superficie. Si la superficie es horizontal y no hay otra fuerza actuando que la modifique (como por ejemplo la tensión de una cuerda hacia arriba), la fuerza normal es igual al peso pero en sentido contrario. En este caso una fuerza horizontal empujando el cuerpo no modifica la normal.

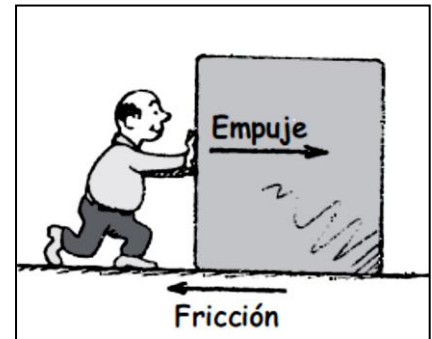
La fuerza normal no es un par de reacción del peso, sino una reacción de la superficie a la fuerza que un cuerpo ejerce sobre ella.





**3.- Fuerza de rozamiento:** es la fuerza que aparece en la superficie de contacto de los cuerpos, oponiéndose al movimiento de estos. Las características de esta fuerza son las siguientes:

- Siempre es paralela a la superficie de contacto y tiene sentido contrario al movimiento que efectúa el *cuerpo* o al que se pretende provocar en él.



- Depende de la naturaleza y del estado de las superficies de contacto de los cuerpos, pero no del área de contacto. Cuanto más lisas sean estas superficies, menor será la fuerza de rozamiento.

- La fuerza de rozamiento que se opone al inicio de un movimiento es mayor que la fuerza que existe cuando el cuerpo ya está en movimiento.

- En el caso de un cuerpo en movimiento, es proporcional a la fuerza normal que se ejerce entre las dos superficies en contacto.

- La fuerza de rozamiento no depende del área de contacto de los cuerpos, esto se ha comprobado experimentalmente.

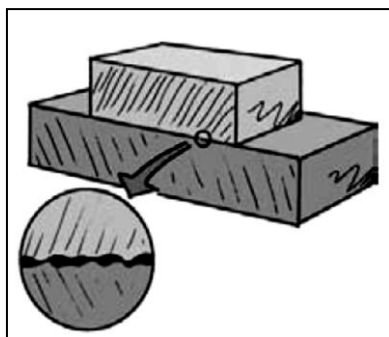
$$F_r = \mu \cdot N$$

La fuerza de rozamiento es **proporcional a la fuerza normal (N)**, la constante de proporcionalidad recibe el nombre de coeficiente de rozamiento,  $\mu$ . En el caso de un cuerpo en reposo, la fuerza de rozamiento estática, compensa exactamente la fuerza aplicada en la dirección paralela a la superficie de contacto, hasta llegar a un valor máximo. Cuando se alcanza este valor, el cuerpo comienza a deslizarse, y actúa sobre él una fuerza de rozamiento cinética.



donde  $\mu$  es lo que conocemos como **coeficiente de rozamiento**.

Hay dos coeficientes de rozamiento: el **estático**,  $\mu_e$ , y el **cinético**,  $\mu_c$ , siendo el primero mayor que el segundo:  $\mu_e > \mu_c$



La fuerza de rozamiento dinámica o cinética es siempre algo menor que la fuerza estática máxima que puede ejercer la superficie. Esto explica el hecho de que necesitamos más fuerza para comenzar a arrastrar una caja que para mantener el movimiento una vez iniciado.

La fricción (rozamiento) resulta del mutuo contacto entre las irregularidades en la superficie de los objetos que se deslizan.

Hasta las superficies que parecen muy lisas tienen irregularidades cuando se observan a escala microscópica.

Coeficientes de rozamiento de algunas superficies en contacto		
Superficies en contacto	Fricción estática $\mu_e$	Fricción dinámica $\mu_d$
Madera sobre madera	0,5	0,3
Acero sobre hielo	0,03	0,02
Teflón sobre teflón	0,04	0,04
Caucho sobre cemento seco	1	0,8
Vidrio sobre vidrio	0,9	0,4
Esquí (encerado) sobre nieve (0°C)	0,1	0,05
Madera sobre cuero	0,5	0,4
Aluminio sobre acero	0,61	0,47
Articulaciones humanas	0,02	0,003

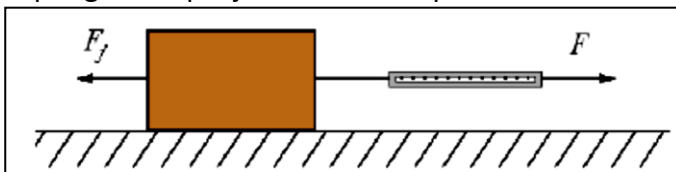
El coeficiente de rozamiento depende del tipo de materiales de las superficies en contacto.

El coeficiente de rozamiento cinético ( $\mu_k$ ) siempre es menor que el estático ( $\mu_e$ )

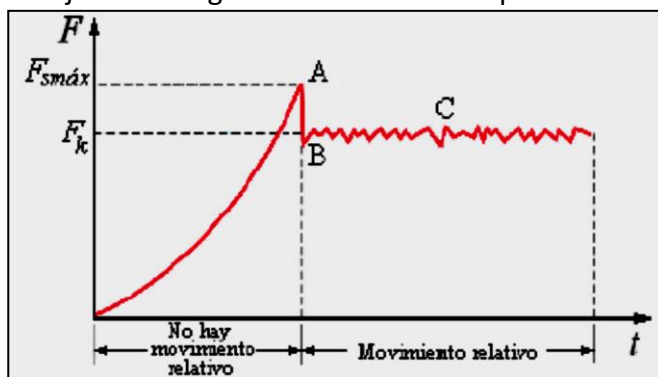
$$0 \leq \mu_k \leq \mu_e \leq 1$$

### Comportamiento de un cuerpo que descansa sobre un plano horizontal

Supongamos que jalamos un bloque con un dinamómetro, como se muestra en la figura.



Dibujemos una gráfica de la fuerza  $F$  aplicada sobre el bloque versus el tiempo  $t$

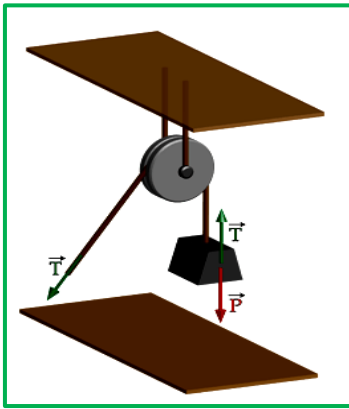


### 4.- Tensión (T):

La tensión es una fuerza que convencionalmente aparece siempre asociada a situaciones en las que se tira de un cuerpo con ayuda de un cable o de una cuerda. Cuando una cuerda está tensa, ejerce una fuerza sobre el cuerpo llamada tensión. Estos cables o cuerdas cumplen con dos condiciones esenciales, son de masa despreciables y se asumen como prácticamente inextensibles.







La tensión  $T$  es la fuerza que puede existir debido a la interacción en un resorte, cuerda o cable cuando está atado a un cuerpo y se jala o tensa. Esta fuerza ocurre hacia fuera del objeto y es paralela al resorte, cuerda o cable en el punto de la unión.



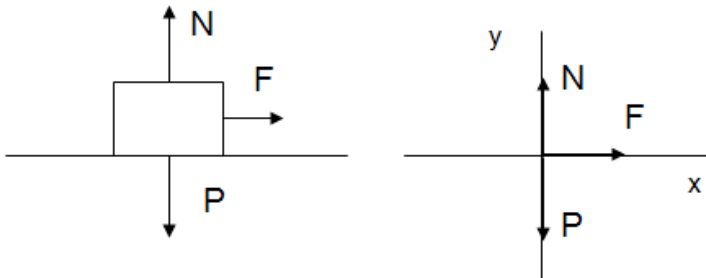
### Diagrama de Cuerpo Libre DCL

Un diagrama de cuerpo libre es un boceto de un objeto de interés despojado de todos los objetos que lo rodean y mostrando todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo. El dibujo de un diagrama de cuerpo libre es un paso importante en la resolución de los problemas mecánicos, puesto que ayuda a visualizar todas las fuerzas que actúan sobre un objeto simple.

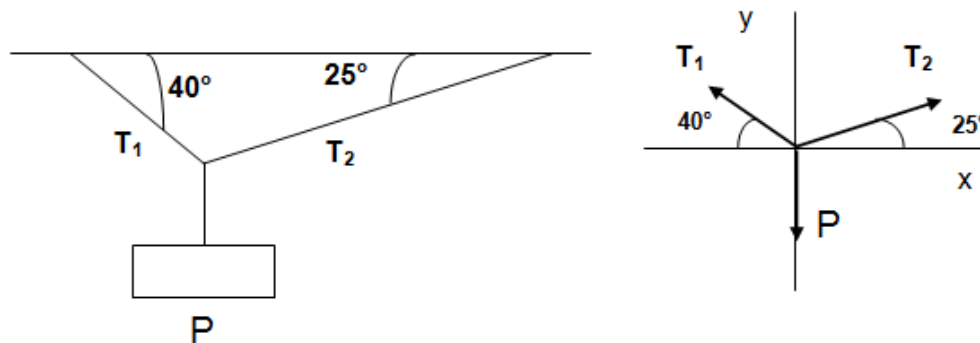
Un diagrama de cuerpo libre muestra a un cuerpo aislado con todas las fuerzas (en forma de vectores) que actúan sobre él (incluidas, si las hay, el peso, la normal, el rozamiento, la tensión, etc).

#### Ejemplos

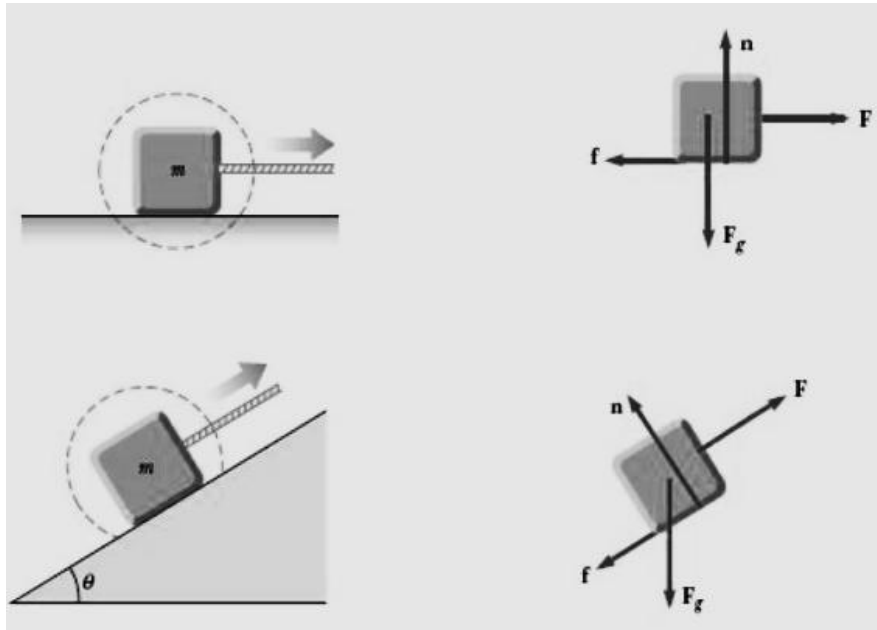
1) Cuerpo sobre el piso con una fuerza ejercida sobre el mismo, además del peso y su normal.



2) Cuerpo sostenido por cuerdas con el peso y las dos tensiones con diferente ángulo.

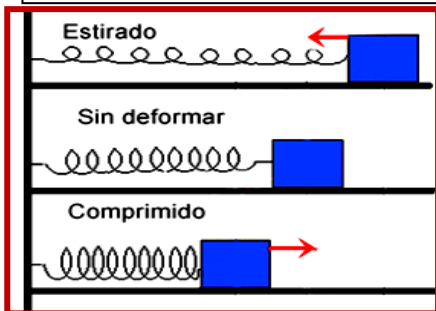
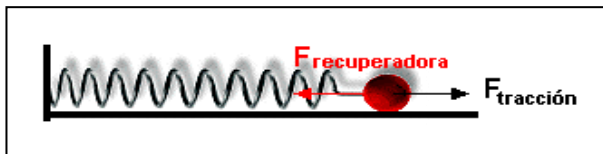


Otros ejemplos:



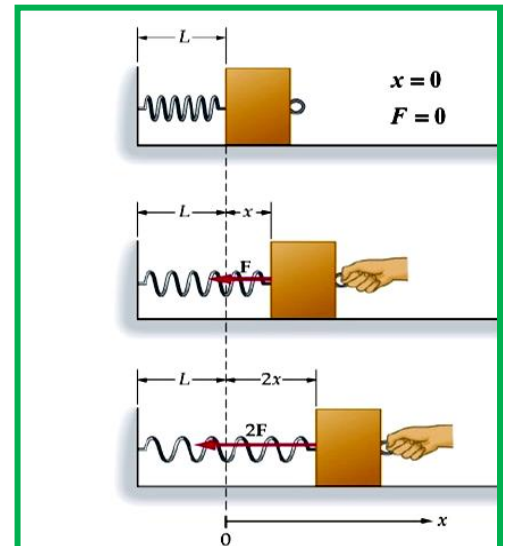
**FUERZA ELÁSTICA, LEY DE HOOKE**

Si un cuerpo después de ser deformado por una fuerza, vuelve a su forma o tamaño original cuando deja de actuar la fuerza deformadora se dice que es un cuerpo elástico. Las fuerzas elásticas reaccionan contra la fuerza deformadora para mantener estable la estructura molecular del sólido.

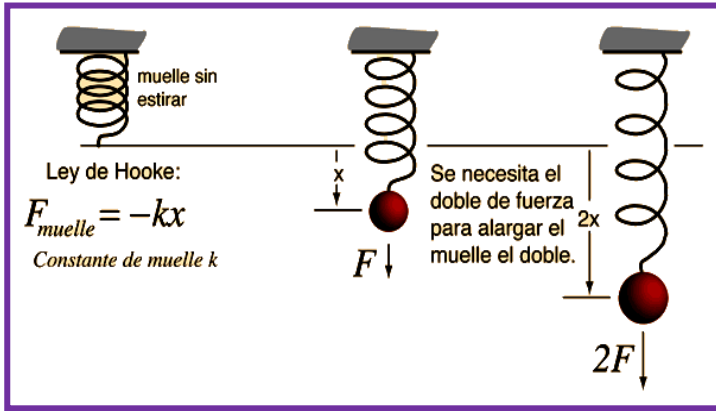


La ley de fuerza para el resorte es la **Ley de Hooke**.

Conforme el resorte está estirado (o comprimido) cada vez más, la fuerza de restauración del resorte se hace más grande y es necesario aplicar una fuerza mayor.



En las figuras, ya sea el eje horizontal o vertical, se aprecia que cuando la fuerza en el resorte es  $F = 0$ , el resorte no tiene elongación, o sea  $X = 0$ ; si se aplica una fuerza de módulo  $F$ , el resorte adquiere una elongación  $X$ ; ahora si se duplica la fuerza ( $2F$ ), se elongará el doble ( $2X$ ). Según lo anterior se encuentra que la fuerza aplicada  $F$  es directamente proporcional al desplazamiento  $X$  o al cambio de longitud del resorte.



Hooke estableció la ley fundamental que relaciona la fuerza aplicada y la deformación producida. Para una deformación unidimensional, la Ley de Hooke se puede expresar matemáticamente así:

$$\vec{F} = -K \vec{X}$$

Donde:

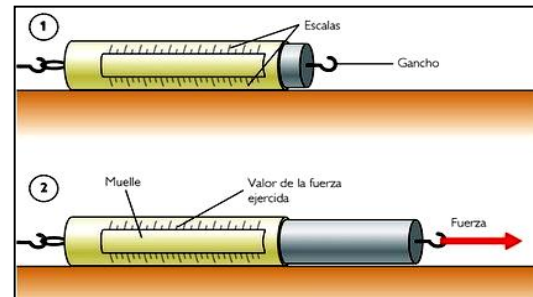
- **K** es la constante de proporcionalidad o de elasticidad, (Newton/ metro)
- $\vec{X}$  es la deformación, esto es, lo que se ha comprimido o estirado a partir del estado que no tiene deformación. Se conoce también como el alargamiento de su posición de equilibrio, (metro)
- $\vec{F}$  es la fuerza, (Newton)
- El signo (-) en la ecuación se debe a la fuerza restauradora que tiene sentido contrario al desplazamiento. La fuerza se opone o se resiste a la deformación.

### APLICACIONES DE LA FUERZA ELÁSTICA

El dinamómetro es un instrumento utilizado para medir fuerzas o para pesar objetos. El dinamómetro tradicional, inventado por Isaac Newton, basa su funcionamiento en el estiramiento de un resorte que



sigue la ley de elasticidad de Hooke en el rango de medición. Al igual que una báscula con resorte elástico, es una balanza de resorte, pero no debe confundirse con una balanza de platillos (instrumento utilizado para comparar masas). Estos instrumentos constan de un resorte, generalmente contenido en un cilindro que a su vez puede estar introducido en otro cilindro. El dispositivo tiene dos ganchos o anillas, uno en cada extremo. Los dinamómetros llevan



marcada una escala en el cilindro hueco que rodea al resorte. Al colgar pesos o ejercer una fuerza sobre el gancho exterior, el cursor de ese extremo se mueve sobre la escala exterior, indicando el valor de la fuerza. El dinamómetro funciona gracias a un resorte o espiral que tiene en el interior, el cual puede alargarse cuando se aplica una fuerza sobre él. Una aguja o indicador suele mostrar, paralelamente, la fuerza.

Otras aplicaciones indirectas de la ley de Hooke pueden ser observadas en todos los mecanismos que poseen resortes; como relojes analógicos, ellos poseen generalmente resortes de torsión, los que tienen forma de espiral, pero cumplen de igual forma con la ley de Hooke. En la suspensión de los automóviles se utilizan resortes de compresión los que tienen una constante elástica muy alta haciendo también que el valor de la fuerza restauradora sea grande ya que esta se opone al peso del automóvil.

