# FUERZAS

## 1. CONCEPTO

### ¿Qué es una fuerza?

Con mucha frecuencia utilizas el término "**fuerza**", aunque seguramente no tienes muy claro su significado.

Fíjate en las imágenes siguientes y en las frases que se relacionan con ellas: "las bolas de billar golpean con mucha fuerza y salen en todas las direcciones con gran velocidad", "el ciclista tiene mucha fuerza en las piernas y mueve la bicicleta con soltura", "como tengo poca fuerza no puedo arrastrar el baúl", "la levantadora de pesas tiene mucha fuerza", etc.









"Fuerza es toda causa capaz de modificar el estado de movimiento o de reposo de un cuerpo o de producir en él una deformación".

**Efectos de las fuerzas**

Las fuerzas producen dos tipos de efectos a escala macroscópica: **cambios en el estado de movimiento de los objetos** y **deformaciones**.

Parece claro que para poner en movimiento un objeto que está en reposo hace falta una fuerza, lo mismo que para detener un objeto que se mueve.

En cuanto a las deformaciones y los giros, la situación es más clara: si quieres moldear un trozo de plastilina o estirar un muelle, solamente tienes que aplicar la fuerza necesaria tal y como te interese, y también debes realizar una fuerza para abrir una puerta.

**La fuerza como interacción**

Para que la bicicleta se mueva o mantenga su movimiento, el ciclista debe realizar una fuerza sobre ella al pedalear. Para que el baúl se mueva, alguien debe empujarlo o tirar de él. Fíjate en que hace falta que alguien o algo realice la fuerza sobre un objeto para que se manifieste algún tipo de efecto.



Importante

Las **fuerzas son una medida de la interacción entre dos cuerpos**, de manera que uno realiza la fuerza sobre el otro, que puede dar lugar a cambios en:

- Su velocidad.

- Su forma.

- La dirección en la que se mueven.

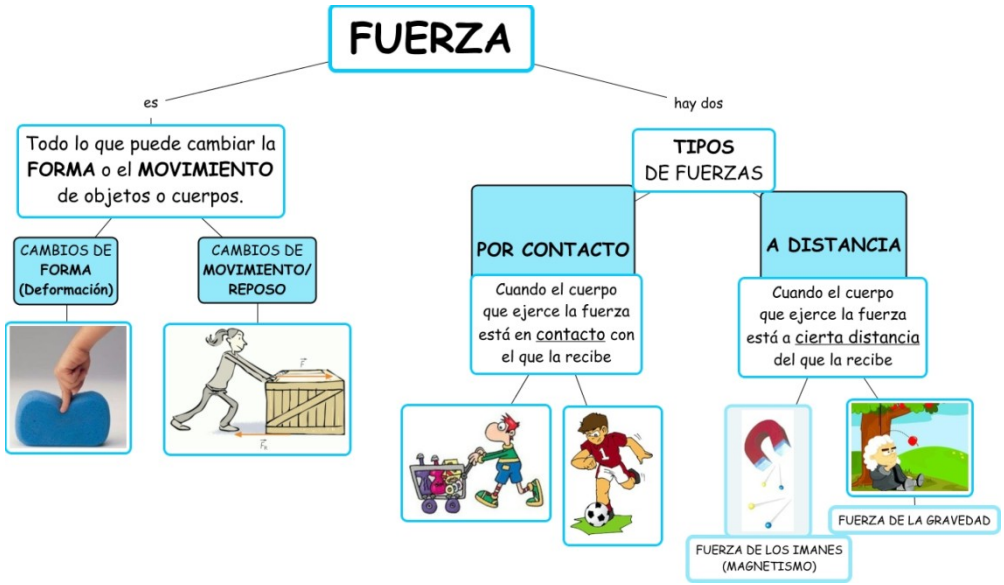
## 2. TIPOS DE FUERZAS

Las fuerzas se pueden clasificar de varias formas.

Si hay contacto directo entre la causa de la fuerza y el cuerpo sobre el que actúa, se llaman **de contacto**: Por ejemplo, cuando hay un choque o cuando empujas una caja o. si quieres arrastrar una maleta, no hay forma de hacerlo si no tiras directamente de ella

Pero hay fuerzas que se manifiestan sin contacto directo. Por ejemplo, la fuerza de atracción de un imán hacia algo metálico, o la propia fuerza de la gravedad que la Tierra ejerce sobre la luna, y viceversa, las cargas eléctricas del mismo signo se repelen, y más cuanto más cerca se encuentran: se trata de fuerzas **a distancia**.

También se pueden clasificar según su naturaleza: **elásticas** (muelles), **gravitatorias** (el peso de los cuerpos), **eléctricas** (entre cargas del mismo o distinto signo) y **magnéticas** (imanes).






### Importante

LA UNIDAD EN EL SISTEMA INTERNACIONAL DE LA FUERZA ES EL **NEWTON (N)**. Un Newton es la fuerza que, al aplicarse sobre una masa de un kilogramo (Kg), le provoca una aceleración de un metro por segundo al cuadrado ($m/s^2$).

Además del newton, existen otras unidades menos utilizadas:

- **dina (dyn)**. Se trata de la fuerza que, aplicada a una masa de un gramo, le proporciona una aceleración de un centímetro por segundo al cuadrado ($cm/s^2$) o Gal. Es una unidad del Sistema Cegesimal de Unidades. **1 d = $10^{-5}$ N**
- **kilopondio (kp)** o **kilogramo-fuerza ($kg_f$)**. Es lo que pesa una masa de 1 kg en la superficie terrestre. Dicho de otro modo, es la fuerza ejercida sobre una masa de 1 kg por la gravedad en la superficie terrestre (9,81 $m/s^2$). Es la unidad del Sistema Técnico de Unidades.

  **1 kp = 9.8 N**



## 3. CARÁCTER VECTORIAL DE LAS FUERZAS

Fíjate en el saque de Rafa Nadal: según sea la intensidad del impacto de la raqueta con la pelota, su dirección, sentido y punto de aplicación, el efecto producido será diferente, y podrá significar un punto a favor o en contra en el desarrollo del partido de tenis.

Sucede lo mismo en todos los casos: no es lo mismo aplicar 10 N a un muelle en el sentido de alargamiento que en el de compresión, porque en un caso el muelle se estira y en el otro se comprime.

Es decir, **las fuerzas son magnitudes vectoriales**, ya que además de su **magnitud** (¡hacer más o menos fuerza!) hay que detallar otras características como la **dirección**, el **sentido** y el **punto de aplicación**.



**Importante**

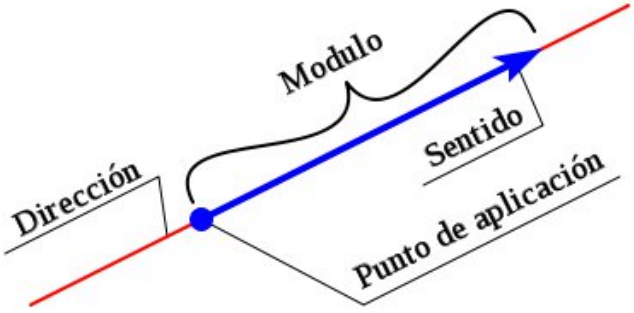
**Las fuerzas son magnitudes vectoriales**

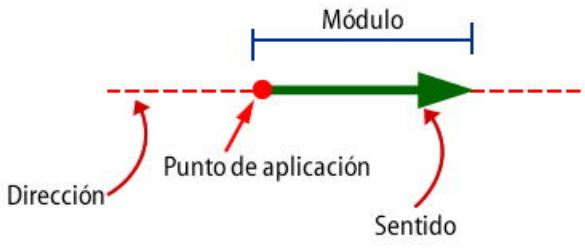
Las fuerzas se representan mediante un vector, que es una flecha:

En un vector se pueden distinguir los siguientes elementos:

- **Intensidad o módulo**: cuya longitud indica el valor numérico de la fuerza expresado en Newton.
- **Dirección** es la recta sobre la que actúa la fuerza.
- **Punto de aplicación:** es punto donde se aplica la fuerza, el origen de la fuerza.

- **Sentido**: es la punta del extremo de la flecha de la fuerza (Hay dos posibilidades sobre la flecha)



## 4. COMPOSICIÓN DE FUERZAS (FUERZA RESULTANTE)

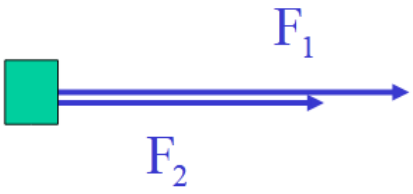
Es muy habitual que sobre un cuerpo actúen varias fuerzas, de forma que cada una de ellas por separado produciría un efecto diferente del que producen todas juntas.

Para saber el efecto que se manifestará cuando todas actúan a la vez se tiene que determinar cuál es la fuerza que aplicada al cuerpo produciría el mismo efecto que todas las que realmente se aplican, y que las sustituiría a todas ellas juntas. Es decir, establecer cuál es la **fuerza resultante**.

### 4.1 FUERZAS CON LA MISMA DIRECCIÓN Y SENTIDO

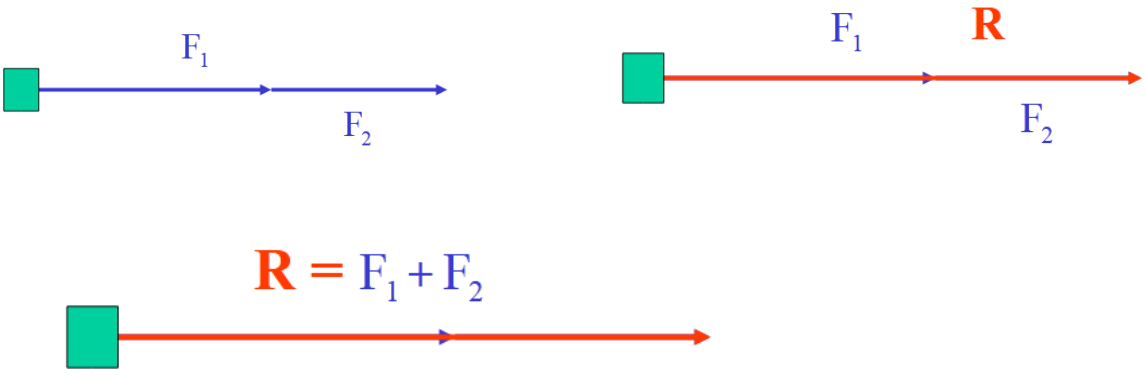
Si dos personas empujan un objeto en la misma dirección y sentido




Suman sus fuerzas

Por lo tanto, la fuerza resultante se obtiene sumando los módulos y dibujándola en la misma dirección y sentido

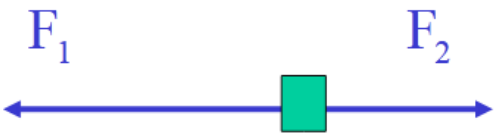


## 4.2 FUERZAS CON LA MISMA DIRECCIÓN Y DISTINTO SENTIDO

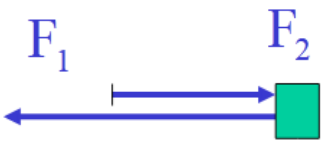
Si dos personas tiran de una cuerda en la misma dirección y sentido opuesto

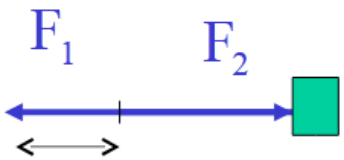





La resultante se calcula restando los módulos de ambas fuerzas y se dibuja en el sentido de la fuerza mayor




Diferencia entre los módulos

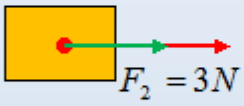
$$\mathbf{R} = F_1 - F_2$$

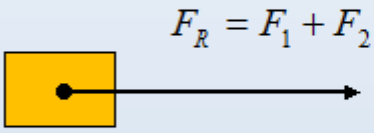


## A.1) Fuerzas concurrentes con la misma dirección:

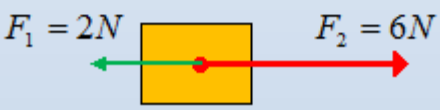
La $\vec{F}_R$ tiene la misma dirección que las fuerzas componentes. Distinguimos entre dos casos:

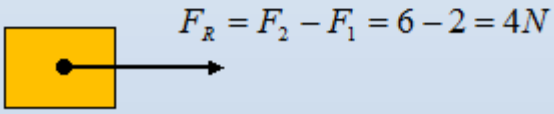
- Fuerzas con el **mismo sentido**: $\vec{F}_R$ tiene el mismo sentido que las fuerzas, y de módulo la suma de los módulos de las fuerzas



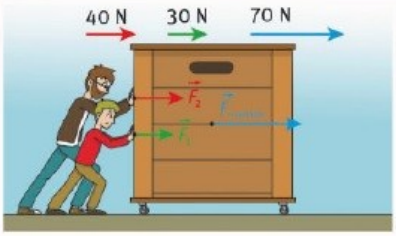




- Fuerzas con **sentidos contrarios**: $\vec{F}_R$ tiene el sentido de la fuerza mayor, y de módulo la resta de los módulos de las fuerzas.






| Fuerzas con el mismo sentido | Fuerzas con distinto sentido |
|---|---|
|   |   |
| La intensidad de la fuerza resultante será la suma de las intensidades de las fuerzas, tal y como se muestra en el dibujo. $F_T = (40 + 30)\ \text{N} = 70\ \text{N}$ | La resultante será una fuerza en el sentido de la fuerza mayor y la intensidad será la resta de las intensidades. $F_T = (40 - 30)\ \text{N} = 10\ \text{N}$ |

# FUERZA DE ROZAMIENTO

## ¿Qué es la fuerza de rozamiento?

La **fuerza de rozamiento**, también llamada **fuerza de fricción**, es una fuerza de contacto que aparece cuando se intenta mover un cuerpo sobre la superficie de otro cuerpo.
En concreto, la fuerza de rozamiento es una fuerza de dirección paralela y sentido opuesto al movimiento.

## Características de la fuerza de rozamiento

Ahora que ya sabemos la definición de la fuerza de rozamiento (o fuerza de fricción), vamos a ver cuáles son las características de este tipo de fuerza:
➢La fuerza de rozamiento es una fuerza de contacto, es decir, solo actúa si dos superficies están en contacto.

➢Además, la fuerza de rozamiento solo aparece cuando se mueve o se intenta mover un cuerpo sobre otro.

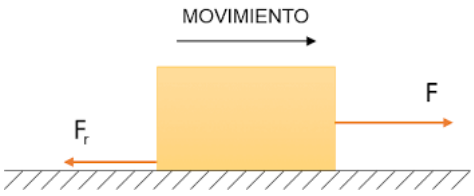
➢La dirección de la fuerza de rozamiento es paralela a la dirección del movimiento.

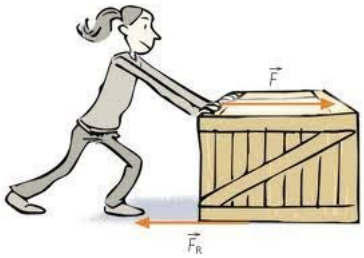
➢El sentido de la fuerza de rozamiento es opuesto al movimiento.

➢La fuerza de rozamiento no depende de la velocidad a la que se deslicen los cuerpos.

➢La fuerza de rozamiento no depende de la dimensión de la superficie en contacto.

➢Pero la fuerza de rozamiento sí que depende de los materiales que están en contacto, de su acabado y de la temperatura.



# CUANDO LAS FUERZAS PRODUCEN DEFORMACIONES
# FUERZA ELÁSTICA

Cuando tiras del extremo de un muelle, se alarga. Es algo que todo el mundo sabe. Pero ¿los muelles se estiran por igual si se les aplica la misma fuerza? ¿Depende el estiramiento de la fuerza aplicada?

## LA LEY DE HOOKE

A partir de datos experimentales al estirar un muelle colgando diferentes masas, la ley de Hooke afirma que el estiramiento producido al aplicar una fuerza F a un muelle es directamente proporcional al valor de la fuerza y al tipo de muelle, de acuerdo con la expresión

También se puede expresar diciendo que la fuerza necesaria para producir un alargamiento ΔL es proporcional al valor del alargamiento, y entonces se expresa como

Al deformar un muelle. La deformación producida es directamente proporcional al valor de la fuerza ejercida.

$$F=k\Delta L \qquad F=k(L-L_o)$$

**k= es la constante de elasticidad.**

**F= fuerza ejercida sobre el muelle.**

**ΔL= es el incremento de elasticidad o deformación de un muelle.**
**L=longitud final del muelle.**
**$L_0$ = longitud inicial del muelle.**



# EJEMPLO LEY DE HOOKE

Un muelle cuya longitud es 25cm, se estira hasta 28cm cuando tiramos de él con una fuerza de 2,4N. Calcula:
a) Su constante de elasticidad.

*Primero se calcula el alargamiento del muelle*
*$\Delta L = L - L_0 = 28cm - 25cm = 3cm = 0,03m$*

*Ley de Hooke* $F = k \cdot \Delta L$ $\qquad K = \frac{F}{\Delta L} = \frac{2,4\,N}{0,03\,m} = 80\ N/m$

b) La longitud del muelle si tiramos de él con una fuerza de 4N.

*La constante de elasticidad es una característica del muelle. Calculamos cuánto se estira el muelle.*

$F = k \cdot \Delta L$ $\qquad \Delta L = \frac{F}{k} = \frac{4\,N}{80\,N/m} = 0,05m = 5cm$

# EL DINAMÓMETRO

Las fuerzas se miden con un **dinamómetro** que es un muelle calibrado, de forma que en lugar de indicar cuánto se estira marca el valor de la fuerza necesaria para producir ese estiramiento.

Si observas diferentes dinamómetros verás que si el muelle es poco consistente, se estira mucho aplicando poca fuerza, pero si se trata de un muelle hecho con cable grueso, necesita una fuerza muy intensa para estirarse.

Para saber el peso de un objeto, no tienes más que colgarlo y leer lo que marca el dinamómetro. Fíjate en el dibujo: el bloque de peso mg estira el muelle, que realiza una fuerza F para sostenerlo. Esta fuerza es la que marca el dinamómetro.






# EL PESO

En nuestra vida cotidiana, es común oír conversaciones donde se habla de peso y masa como si ambas fuesen la misma cosa. En realidad esto no es así y lo vamos a descubrir a continuación.

La **masa** es la cantidad de materia de los cuerpos. La **masa** se mide en kilogramos(kg).

El **peso** es la fuerza con que la Tierra atrae al cuerpo. El **peso** se mide en newtons(N).

Sobre un cuerpo actúa siempre al menos una fuerza: la atracción que la Tierra ejerce a distancia sobre él, llamada **peso**.

Todos los cuerpos a causa del efecto que produce sobre ellos la fuerza de atracción de la Tierra, están sometidos a una aceleración constante denominada gravedad:

Pues bien, sobre una masa de un kg la Tierra ejerce una fuerza de 9,8 newtons (9,8 N), donde **el newton es la unidad de fuerza en el Sistema Internacional**.

$$P = m \cdot g$$

**P= Peso (Newton)**

**m= masa (Kg)**

**g= aceleración de la gravedad ($m/s^2$)**

**g Tierra= 9,8 $m/s^2$**



Peso en la Tierra

El peso es la fuerza con que la Tierra nos atrae a su superficie. Esta se dirige hacia el centro de nuestro cuerpo celeste.

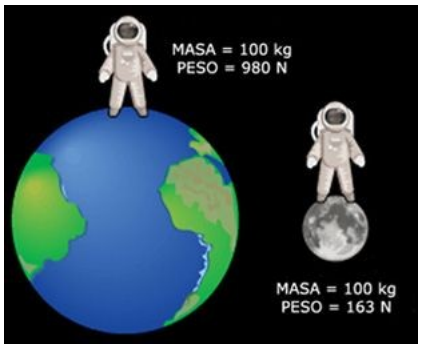
# EL PESO EN DISTINTOS PLANETAS

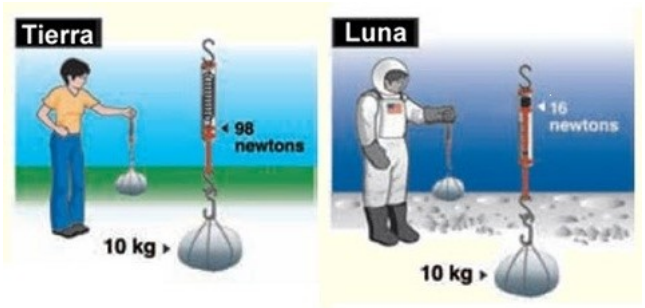
La aceleración de la gravedad es diferente en los distintos planetas, cuanto mayor es el planeta, con más fuerza atrae a los objetos por lo tanto mayor es la aceleración de la gravedad (g).

**$g_{Tierra} = 9{,}8\ m/s^2$**

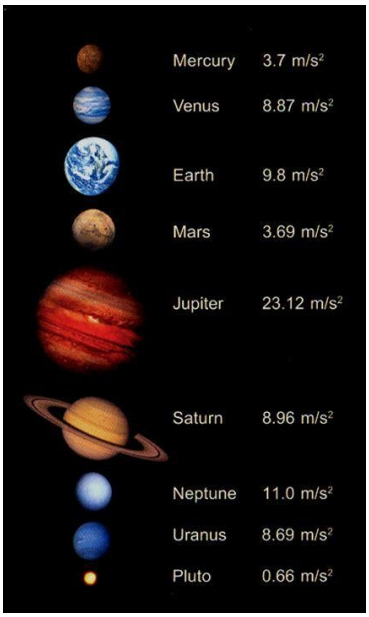
**$g_{Luna} = 1{,}6\ m/s^2$**

**$g_{Marte} = 3{,}7\ m/s^2$**




| Lugar | g ($m/s^2$) |
|---|---|
| Mercurio | 2,8 |
| Venus | 8,9 |
| Tierra | 9,8 |
| Marte | 3,7 |
| Júpiter | 22,9 |
| Saturno | 9,1 |
| Urano | 7,8 |
| Neptuno | 11,0 |
| Luna | 1,6 |




**Ejemplo:**

¿Qué peso tiene un hombre de 60Kg de masa en la Tierra y en la Luna?

$P_{Tierra} = m \cdot g$ $\qquad$ $P_{Luna} = m \cdot g$

$P_{Tierra} = 60kg \cdot 9{,}8m/s^2 = 588N$ $\qquad$ $P_{Luna} = 60kg \cdot 1{,}6m/s^2 = 96N$

¿Qué masa tiene un objeto si tiene un peso de 637 N en la tierra?

$$m = \frac{P}{g} = \frac{637}{9{,}8} = 65kg$$

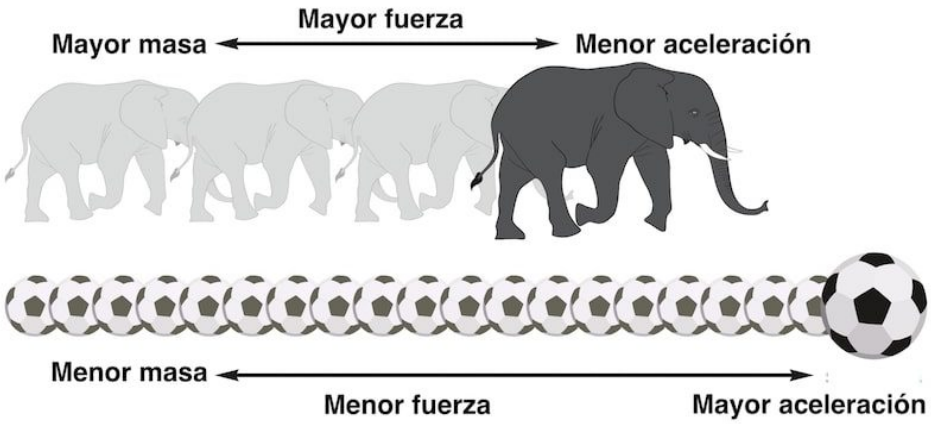
# SEGUNDA  LEY DE NEWTON. LEY FUNDAMENTAL

Las fuerzas producen aceleración en los objetos. Si el movimiento es rectilíneo, el efecto es un cambio del módulo de la velocidad: el objeto se mueve más deprisa (acelera) o más despacio (decelera).

Una bola que se mueve con velocidad constante,  si la impulsamos en el sentido del movimiento, aumentará la velocidad, y si la impulsamos en sentido opuesto, disminuirá su velocidad.

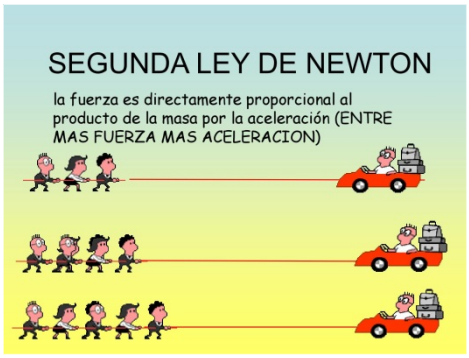
**UN CAMBIO DE VELOCIDAD= ACELERACIÓN**

"La acción de una fuerza produce un cambio de velocidad, es decir una aceleración"
La fuerza es la responsable del cambio de movimiento, este cambio viene caracterizado por la aceleración.




## Ejemplos:

A igual masa:
Mayor fuerza, mayor aceleración
Menor fuerza, menor aceleración
**F y a son directamente proporcionales**



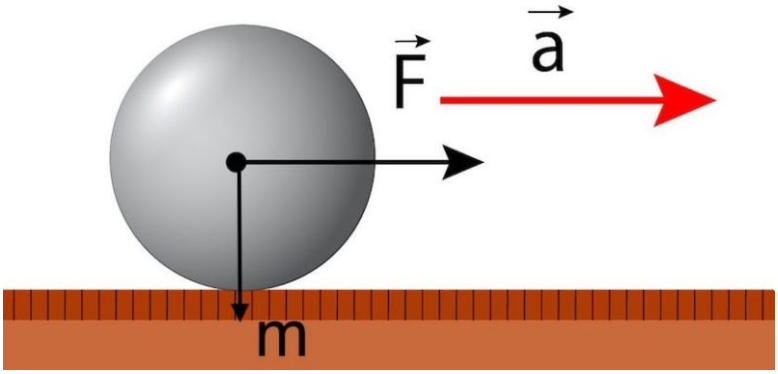

A igual fuerza:
Mayor masa, menor aceleración
Menor masa, mayor  aceleración
**m y a son inversamente proporcionales**




A igual aceleración:
Menor masa, menor fuerza
Mayor masa, mayor fuerza
**F y m son directamente proporcionales**




**La segunda ley de Newton define la relación exacta entre fuerza y aceleración matemáticamente. La aceleración de un objeto es directamente proporcional a la suma de todas las fuerzas que actúan sobre él e inversamente proporcional a la masa del objeto.**




La fórmula fundamental de este principio newtoniano es:

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

**F** es la fuerza. Unidades (N)

**m** es la masa del cuerpo. Unidades (Kg)

**a** es la aceleración. Unidades ($m/s^2$)

Con esto se deduce la siguiente ecuación:

# FUERZA RESULTANTE= MASA x ACELERACIÓN

$$F_R = m \cdot a$$

## UNIDADES: Kg ·m/s$^2$ = Newton (N)

**1 Newton es la fuerza necesaria para comunicar a 1 kg de masa, 1 aceleración de 1m/s$^2$**

De allí que pueda calcularse la aceleración de un objeto aplicando la fórmula:

$$\mathbf{a} = \frac{F}{m} \qquad\qquad \mathbf{m} = \frac{F}{a}$$

Esto significa que **si la fuerza ejercida sobre un objeto se duplica, también lo hará su aceleración**; mientras que **si la masa del objeto se duplica, su aceleración pasará a ser la mitad**

**EJEMPLO**

Un automóvil de 1800Kg se mueve con una velocidad de 45Km/h. Si dicho automóvil acelera uniformemente durante 5 segundos hasta alcanzar una velocidad de 90Km/h. ¿cuánto vale la fuerza aceleradora?

m= 1800kg

$v_{0=}$ 45km/h → v=90Km/h

$t_0$=0s t=5s

$$v = 45\frac{km}{h}\cdot\frac{1000\,m}{1\,km}\cdot\frac{1\,h}{3600\,s} = 12{,}5\,m/s$$

$$v = 90\frac{km}{h}\cdot\frac{1000\,m}{1\,km}\cdot\frac{1\,h}{3600\,s} = 25\,m/s$$

$$\text{aceleración} = \frac{vfinal - vinicial}{t\,final - t\,inicial} \qquad a = \frac{v - vo}{t - t\,o} = \frac{25 - 12{,}5\,m/s}{5 - 0\,s} = 2{,}5\text{m/s}^2$$

F= m·a F= 1800·2,5 = 4500N