

## Bloque 12. Tema 7.

# Movimientos y fuerzas

---

### ÍNDICE

#### INTRODUCCIÓN

- 1) MOVIMIENTO.
  - 1.1. Sistema de referencia.
  - 1.2. Magnitudes.
  - 1.3. Unidades.
  - 1.4. Trayectoria.
- 2) MRU.
  - 2.1. Fórmulas.
  - 2.2. Gráficas.
  - 2.3. Problemas.
- 3) MRUA.
  - 3.1. Fórmulas.
  - 3.2. Gráficas.
  - 3.3. Problemas.
- 4) MCU.
  - 4.1. Fórmulas.
  - 4.2. Relación entre magnitudes lineales y angulares.
  - 4.3. Problemas.
- 5) CONCEPTO DE FUERZA.
  - 5.1. Composición de fuerzas.
  - 5.2. Descomposición de fuerzas.
- 6) TIPOS DE FUERZAS.
  - 6.1. Peso.
  - 6.2. Normal.
  - 6.3. Fuerza de rozamiento.
- 7) LEYES DE NEWTON.
  - 7.1. Principio de inercia.
  - 7.2. Principio fundamental de la dinámica.
  - 7.3. Principio de acción y reacción.
- 8) LEY DE LA GRAVITACIÓN UNIVERSAL.
- 9) PRESIÓN.

## INTRODUCCIÓN

En este tema vamos a tratar dos partes fundamentales de la Física: la Cinemática y la Dinámica y cómo se aplican en la vida real.

La **Cinemática** estudia el **movimiento**, desde el que realiza una simple hormiga que se mueve por una mesa, hasta el que sigue La Tierra alrededor del Sol.

La **Dinámica** se encarga de analizar las causas de esos movimientos, es decir de las **fuerzas**. Entender las fuerzas significa saber por qué se mueven las cosas y sus efectos cubren todo un abanico de intensidades, porque tanto un terremoto como un parpadeo son consecuencia de fuerzas. En cada una de estas dos situaciones también podemos detectar movimiento.

## 1) MOVIMIENTO

**Un cuerpo se mueve** si cambia su posición respecto al sistema de referencia, en caso contrario decimos que está en reposo. Por comodidad, a un objeto que se mueve, **le vamos a llamar "móvil"**, aunque no coincida exactamente con el concepto de móvil que estás pensando.

Por lo tanto, lo primero que tenemos que definir es el **sistema de referencia**. A continuación veremos las **magnitudes** que intervienen en el estudio del movimiento, acompañadas de sus correspondientes **unidades**. Por último veremos las **trayectorias** que puede seguir un móvil, que dan lugar a los diferentes tipos de movimientos que trataremos en las siguientes preguntas.

### 1.1) SISTEMA DE REFERENCIA

La **posición** es el lugar que ocupa un cuerpo en el espacio con respecto a un punto que consideramos fijo. El sistema de referencia es el marco con respecto al cual vamos a indicar la posición de un cuerpo.

Antes de comenzar el estudio de los movimientos, es preciso indicar que se dice que un cuerpo está en **reposo** cuando su posición no varía con respecto a un punto fijo y que se toma como referencia a medida que transcurre el tiempo. En caso contrario se dice que el objeto está en **movimiento**. Es de interés resaltar que no existen puntos de referencia fijos y que todos están dotados de movimiento. Los cuerpos que aparecen en reposo con respecto a nosotros, tales como un árbol o una casa, se mueven con la Tierra y ésta, como los demás planetas, alrededor del Sol, el cuál, a su vez, se mueve en el Universo. En consecuencia, resulta evidente que el concepto de reposo es relativo.

En Física, un sistema de referencia es un punto y un sistema de ejes, que suponemos fijos en el Universo, y que se toman como referencia para medir la distancia a la que se encuentra el objeto.

Entre los puntos que forman el sistema de referencia hay que destacar el origen de coordenadas (O). Es el punto donde se cruzan los ejes de coordenadas. Es el punto de origen de las medidas por lo que le corresponden las coordenadas.

Se utilizan tres sistemas de referencia, dependiendo de las dimensiones necesarias para describir el movimiento:

- Una dimensión - Movimientos Lineales
- Dos dimensiones - Movimientos en el Plano
- Tres dimensiones - Movimientos en el Espacio

A partir de ahora vamos a utilizar sólo una dimensión.

## 1.2) MAGNITUDES

Antes de comenzar con el estudio de los movimientos debemos conocer sus magnitudes y unidades.

**Magnitud física** es todo aquello que se puede medir (el tiempo, la masa, el espacio, el volumen, etc.). Hay otras cualidades que no se pueden medir, como el color, el olor, etc.

Hay dos tipos de magnitudes:

- **Fundamentales:** Son aquellas que se definen por si solas. Por ejemplo, la masa, el tiempo, el espacio, etc.
- **Derivadas:** Son aquellas que se definen a partir de otras; necesitan de otras para conocer su valor. Por ejemplo, la velocidad, la aceleración, la densidad, etc. Es decir, tenemos que hacer una operación matemática para conocer su valor.

En física hay muchas magnitudes, pero en cinemática emplearemos, como fundamentales espacio (e) y tiempo (t) y como derivadas velocidad (v) y aceleración (a).

- Velocidad (v): Es el espacio recorrido por un objeto en la unidad de tiempo. Hay que distinguir entre velocidad media y velocidad instantánea, pero esto lo iremos viendo poco a poco.
- Aceleración (a): Nos indica el ritmo o tasa con la que aumenta o disminuye la velocidad de un móvil en función del tiempo.

## 1.3) UNIDADES

**Unidad** es en lo que se mide una magnitud, en lo que se expresa. Todas las magnitudes físicas tienen muchas unidades con las cuales se pueden expresar. Conviene recordar el Sistema Métrico Decimal, así como el **Sistema Internacional de Unidades (S.I.)**, que se estudian en el Módulo 2.

Por ejemplo, una distancia se puede medir en metros (m), en centímetros (cm) o en kilómetros (km) y tienes que recordar cómo se pasa de una unidad a otra.

Las magnitudes que utilizaremos en Cinemática, con sus unidades son:

<u>MAGNITUDES</u>	<u>UNIDADES</u>
Espacio (e).....	metro (m)
Tiempo (t).....	segundo (s)
Velocidad (v).....	m/s
Aceleración (a).....	m/s <sup>2</sup>

#### 1.4) TRAYECTORIA

Para clasificar los movimientos debemos conocer su trayectoria.

Se define la **trayectoria** como la **sucesión de puntos por donde pasa un móvil**. Hay dos tipos de movimientos según sea su trayectoria:

- **Rectilíneo**: cuando su trayectoria es una recta.
- **Curvilíneo**: cuando su trayectoria es una curva. El más conocido es el **movimiento circular**.

**Espacio** recorrido es la longitud de la trayectoria descrita por un cuerpo. **Desplazamiento** es la diferencia entre la posición inicial y final de un cuerpo. Ambas magnitudes son longitudes y su unidad en el S.I. es el **metro (m)**.

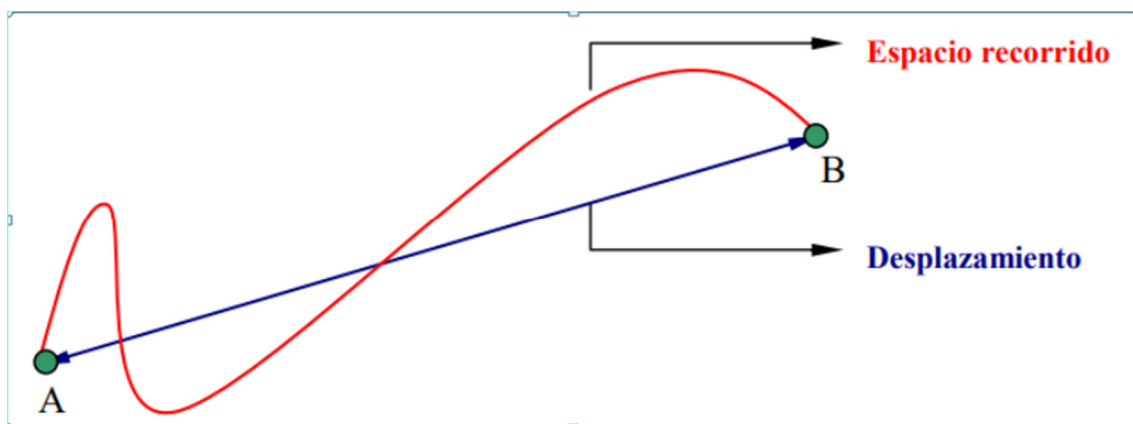


Imagen 1: Trayectoria. Fuente: Elaboración propia.

Autor: Desconocido. Licencia: Desconocida.

Sólo coincidirá espacio recorrido y desplazamiento en el caso de que la trayectoria sea rectilínea y el móvil no cambie de sentido

## 2) MRU

El movimiento rectilíneo y uniforme (MRU) es aquel cuya trayectoria es la línea recta y **su velocidad** (módulo, dirección y sentido) **permanece constante**, no varía, durante todo el recorrido.

### 2.1) FÓRMULAS

La ecuación que usaremos para resolver los problemas de este tipo de movimiento es:

$$v = \frac{e}{t}$$

Y las que se obtienen despejando el espacio y el tiempo:

$$\left\{ \begin{array}{l} e = v \cdot t \\ y \\ t = \frac{e}{v} \end{array} \right.$$

En este movimiento, coinciden la velocidad instantánea con la velocidad media, ya que la velocidad, siempre es la misma.

### 2.2) GRÁFICAS

Existen dos graficas:

#### A) Gráfica espacio-tiempo (e - t):

En esta gráfica se representa el espacio en el eje de ordenadas y el tiempo en el eje de abscisas. Hay que dar valores al tiempo, y mediante la ecuación se calcula el espacio recorrido en cada tiempo, completándose así, la tabla de valores.

Ejemplo:

Un hombre va a una velocidad constante de 2 m/s. Representa su grafica e - t.

Lo primero que hay que hacer es la tabla de valores que corresponde a la función:  
 $e = 2 \cdot t$

t	0	1	2	3
e	0	2	4	6



Imagen 2: Gráfica e-t. Fuente: Elaboración propia.  
 Autor: Desconocido. Licencia: Desconocida.

Características de la gráfica:

- Siempre sale una línea recta.
- Siempre pasa por el punto (0,0).
- La pendiente de la recta viene dada por la velocidad, cuanto mayor sea la velocidad del móvil, mayor es la pendiente.

### B) Gráfica velocidad-tiempo (v - t):

En esta gráfica se representa la velocidad en el eje de ordenadas y el tiempo en el eje de abscisas. Como la velocidad no varía, se trata de una función constante, ya que para cualquier valor del tiempo la velocidad siempre vale lo mismo.

Ejemplo:

Un hombre va a una velocidad constante de 2 m/s. Representa su grafica v - t.

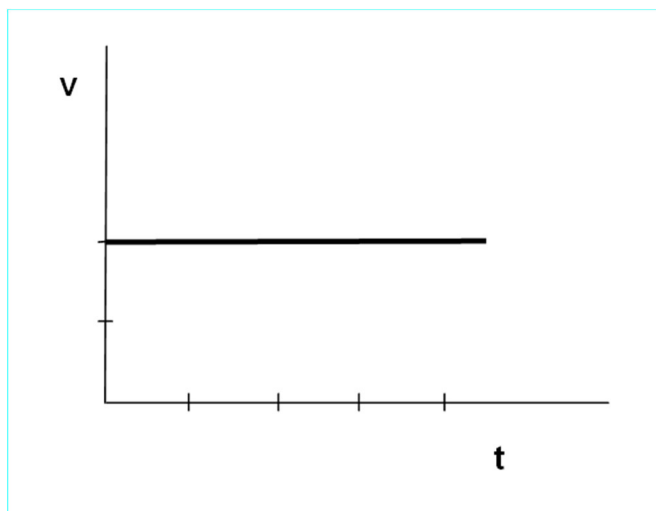


Imagen 3: Gráfica v-t.  
Fuente: Elaboración propia.  
Autor: Desconocido.  
Licencia: Desconocida.

### 2.3) PROBLEMAS

Para resolver un problema se recomienda seguir los siguientes pasos:

- 1º) Se ponen los datos conocidos, con sus correspondientes unidades.
- 2º) Se revisan las unidades y en caso necesario se cambian, para que todas estén en el S.I.
- 3º) Se elige la fórmula a utilizar.
- 4º) Se calcula la incógnita pedida.
- 5º) Se analiza el resultado obtenido.

Veámoslo con el siguiente ejemplo:

Si un coche va a una velocidad de 25 m/s, calcular que espacio recorrerá en 2 h.

- 1º) Datos:  $v = 25 \text{ m/s}$ ,  $t = 2 \text{ h}$
- 2º) Unidades: hay que pasar las horas a segundos,  $2 \text{ h} \cdot 3600 \text{ s/h} = 7200 \text{ s}$
- 3º) Fórmula:  $e = v \cdot t$ ,
- 4º) Cálculos:  $e = 25 \cdot 7200 = \mathbf{180000 \text{ m}}$ .
- 5º) Análisis: Es correcto, ya que si recorre 25 m en un segundo, en 7200 s, recorrerá 180000 m.

### 3) MRUA

Es aquel cuya trayectoria es una línea recta, y **su velocidad** no permanece constante, **varía con el tiempo**, es decir, es aquel que tiene aceleración y que además es constante.

#### 3.1) FÓRMULAS

Las ecuaciones que verifican este tipo de movimiento son:

$$e = v_0 \cdot t + 1/2 \cdot a \cdot t^2 \quad v = v_0 + a \cdot t$$

Donde:

$e \rightarrow$  es el espacio recorrido en metros

$v_0 \rightarrow$  es la velocidad inicial en m/s

$t \rightarrow$  es el tiempo en segundos

$a \rightarrow$  es la aceleración en  $m/s^2$

$v \rightarrow$  es la velocidad en un determinado momento del recorrido en m/s, es decir, es la velocidad instantánea.

Si quisiéramos calcular la velocidad media ( $v_m$ ) de todo el recorrido, aplicaríamos la ecuación:

$$v_m = e/t$$

Cuando un cuerpo cae por la acción de la gravedad, el movimiento que sigue es uniformemente acelerado y su aceleración es la gravedad ( $g$ ), quedando las siguientes fórmulas:

$$e = v_0 \cdot t + 1/2 \cdot g \cdot t^2 \quad v = v_0 + g \cdot t$$

Veremos más adelante cuánto vale la gravedad.

#### 3.2) GRÁFICAS

Existen dos gráficas:

##### A) Gráfica espacio-tiempo ( $e - t$ ) :

El tiempo se representa en el eje " x " y el espacio en el eje " y ". Se dan valores al tiempo y mediante la ecuación del espacio se calcula el espacio recorrido en cada tiempo.

Si queremos representar el espacio que recorre un móvil que lleva una velocidad inicial de 30 m/s y una aceleración de 20  $m/s^2$ , sustituimos estos datos en la fórmula del espacio:

$$e = 30 \cdot t + 1/2 \cdot 20 \cdot t^2 \quad \rightarrow \quad e = 30t + 10t^2$$

Resulta una función cuadrática, que para representar, completamos la siguiente tabla de valores:

t	0	1	2	3	4
e	0	40	100	180	280

Representando estos datos en unos ejes de coordenadas, obtenemos la siguiente gráfica:

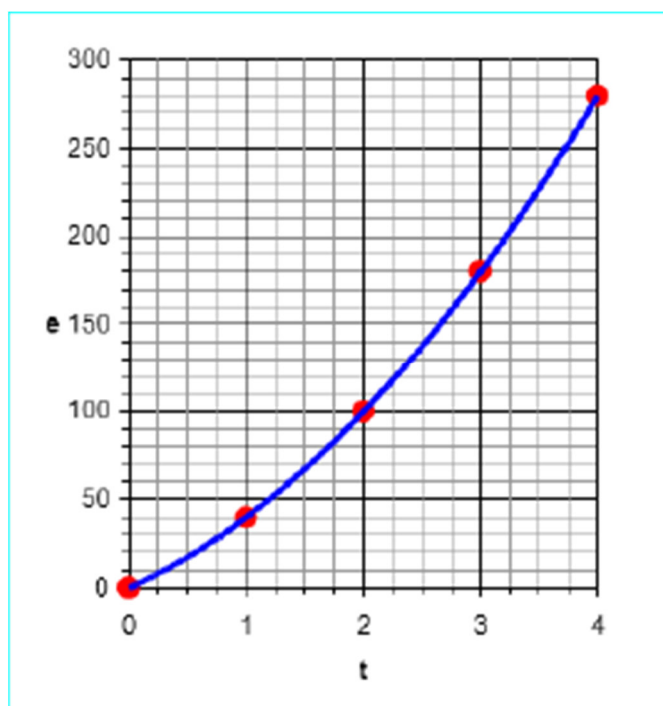


Imagen 4: Gráfica e-t. Fuente: Elaboración propia.  
Autor: Desconocido. Licencia: Desconocida.

Características de la gráfica:

- Siempre pasa por el punto (0,0).
- Siempre nos sale una parábola.
- La abertura de las ramas viene dada por la aceleración, cuanto mayor sea la aceleración menor es la abertura y viceversa.

### B) Gráfica velocidad-tiempo ( $v - t$ ) :

El tiempo se representa en el eje " x " y la velocidad en el eje " y ". Se dan valores al tiempo y mediante la ecuación de velocidad se calcula la velocidad en cada tiempo.

Para el mismo ejemplo anterior, la función a representar sería;

$$v = 30 + 20t$$

Y dándole valores al tiempo, resulta la siguiente tabla de valores:

t	0	1	2	3	4
v	30	50	70	90	110

Representando estos datos en unos ejes de coordenadas, obtenemos la siguiente gráfica:

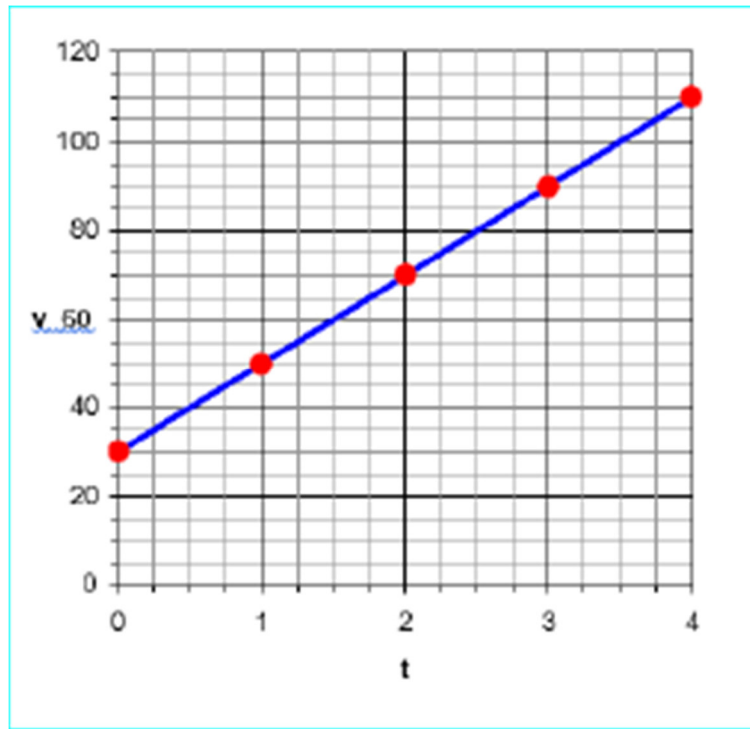


Imagen 5: Gráfica v-t. Fuente: Elaboración propia.  
Autor: Desconocido. Licencia: Desconocida.

Características de la gráfica:

- Siempre sale una línea recta.
- No siempre pasa por el punto (0,0).
- La pendiente de la recta viene dada por la aceleración, cuanto mayor es la aceleración mayor es la pendiente.
- Si el movimiento tuviera aceleración negativa, es decir, si disminuye la velocidad con el tiempo, la recta sería decreciente y el punto de corte de la gráfica con el eje del tiempo, nos daría el tiempo que tarda el móvil en pararse.

### 3.3) PROBLEMAS

Vamos a seguir los mismos pasos recomendados en el apartado "2.3", con el siguiente ejemplo:

Un ciclista se está moviendo a 12 m/s cuando tiene que frenar al cruzársele un gato a 2,5 m delante de él. Consigue detenerse transcurridos 0,4 segundos. Se pide:

- a) ¿Qué aceleración tuvo el ciclista?
- b) ¿Qué distancia recorrió antes de detenerse?
- c) ¿Atropelló al gato?

#### Resolución:

1º) Datos:  $v_0 = 12 \text{ m/s}$ ;  $v = 0$  (puesto que se detiene);  $t = 0,4 \text{ s}$ ; distancia del gato = 2,5 m

2º) Unidades: En este caso no hay que hacer cambios.

3º) Fórmulas: " $v = v_0 + a \cdot t$ " y " $e = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$ "

4º) Cálculos:

- a)  $v = v_0 + a \cdot t$ , utilizando esta fórmula y sustituyendo los datos que tenemos podemos calcular la aceleración del ciclista:

$$0 = 12 + a \cdot 0,4 \rightarrow \text{despejando: } a = -12/0,4 \rightarrow \mathbf{a = -30 \text{ m/s}^2}.$$

- b) De forma análoga pero con esta fórmula:  $e = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$   
 $e = 12 \cdot 0,4 + \frac{1}{2} \cdot (-30) \cdot 0,4^2 = 4,8 - 2,4 \rightarrow \mathbf{e = 2,4 \text{ m}}$

5º) Análisis: Es lógico que nos salga una aceleración negativa ya que el ciclista va frenando. El espacio que nos sale hasta que se para nos permita contestar a la tercera cuestión:

- c) Según el resultado obtenido en el apartado anterior vemos que el ciclista recorre 2,4 m antes de detenerse. Como el gato estaba a 2,5m del ciclista cuando éste comienza a frenar, podemos concluir que **el gato se salva por los pelos**.

#### 4) MCU

Los movimientos de trayectoria curvilínea son muchos más abundantes que los movimientos rectilíneos.

El movimiento circular uniforme está presente en multitud de situaciones de la vida cotidiana: las manecillas de un reloj, las aspas de un aerogenerador, las ruedas, el plato de un microondas, las fases de la Luna...

En el movimiento circular uniforme (MCU) el móvil describe una **trayectoria circular con velocidad constante**. Es decir, recorre arcos iguales en tiempos iguales.

##### 4.1) FÓRMULAS

La unidad de medida de **ángulo ( $\phi$ )** en el S.I. es el **radian (rad)**. Existe una relación matemática sencilla entre los arcos descritos y los ángulos que sustentan: "el ángulo es la relación entre el arco y el radio con que ha sido trazado".

Si llamamos  $\Delta S$  al arco recorrido e  $\Delta\phi$  al ángulo barrido por el radio:  **$\Delta\phi = \Delta S/R$**

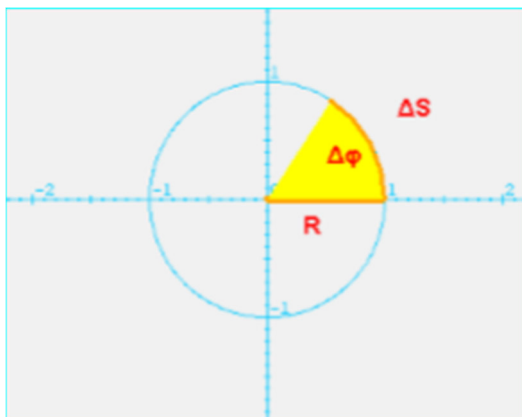


Imagen 6: MCU. Fuente: Desconocida.  
Autor: Desconocido. Licencia: Desconocida

El radian es el ángulo cuya longitud del arco es igual al radio.

Por lo tanto, una circunferencia completa equivale a  $2\pi$ rad.

La **velocidad angular ( $\omega$ )** en el MCU es el ángulo barrido,  $\Delta\phi$ , en un intervalo de tiempo,  $\Delta t$ .

$$\omega = \Delta\phi/\Delta t$$

La unidad de velocidad angular en el S.I es el radián por segundo (**rad/s**). La velocidad angular se expresa también en **revoluciones por minutos (rpm)**.

Su equivalencia es:  $1 \text{ rpm} = 2\pi/60 \text{ rad/s}$

#### 4.2) RELACIÓN ENTRE MAGNITUDES LINEALES Y ANGULARES

Cuando un disco gira, la velocidad lineal definida sobre la trayectoria y la velocidad angular definida sobre el ángulo barrido en un tiempo dado se producen de forma simultánea. Por lo tanto, es posible establecer una relación entre la velocidad lineal y la angular.

Para llegar a ello tenemos que recordar la primera fórmula del apartado anterior:  $\Delta\varphi = \Delta S/R$

Si despejamos el espacio lineal, tendremos:  **$\Delta S = \Delta\varphi \cdot R$**

Como por definición, la velocidad lineal es:  **$v = \Delta S/t$**

La relación entre ambas velocidades será:  **$v = \omega \cdot R$**

#### 4.3) PROBLEMAS

Veamos un ejemplo de problema de MCC:

*Una rueda de coche tarda 20 s en recorrer 500 m, si su radio es de 25 cm. Halla su velocidad lineal y su velocidad angular.*

Resolución:

1º) Datos:  $t = 20 \text{ s}$ ;  $\Delta S = 500 \text{ m}$ ;  $R = 25 \text{ cm}$

2º) Unidades: En este caso hay que hacer el siguiente cambio:  $R = 0,25 \text{ m}$

3º) Fórmulas: " **$v = \Delta S/t$** " y " **$v = \omega \cdot R$** "

4º) Cálculos:  $v = 500/20 = 25 \text{ m/s}$ ; luego ya tenemos la **velocidad lineal:  $v = 25 \text{ m/s}$**

Para calcular la **velocidad angular**, despejamos en la segunda fórmula:  $\omega = v/R$   
 $= 25/0,25 = \mathbf{100 \text{ rad/s}}$

5º) Análisis: Es lógico.

## 5) CONCEPTO DE FUERZA

La fuerza puede definirse como **toda acción o influencia capaz de modificar el estado de movimiento o de reposo de un cuerpo.**

La fuerza es una **magnitud vectorial** y se representan mediante un vector. Para definir un vector, y por lo tanto una fuerza, debemos conocer las siguientes características:

- Módulo: es el valor numérico de la fuerza, la cuantía de la fuerza. La unidad en que se miden las fuerzas es el Newton (N)
- Dirección: es la recta que incluye a la fuerza.
- Sentido: es la orientación que toma el vector (fuerza) dentro de su dirección. Todas las direcciones tienen dos sentidos.
- Punto de aplicación: es el punto donde se ejerce la fuerza. Salvo que se diga lo contrario, coincidirá con el centro de gravedad del cuerpo, que es su centro geométrico.

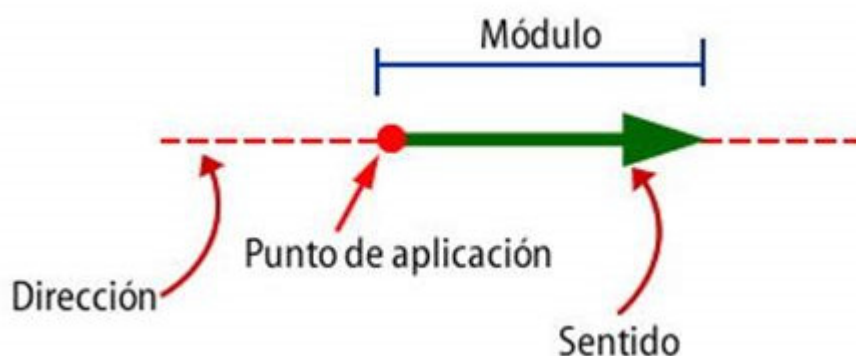


Imagen 7: Vector. Fuente: Elaboración propia.  
Autor: Desconocido. Licencia: Desconocida.

La unidad de fuerza en el S.I. es el **newton (N)**, aunque también se utiliza el **kilopondio (kp)**.

Más adelante veremos su definición y su relación.

### Ejercicio 1

En unas rebajas, dos personas intentan arrebatarse mutuamente un jersey que ambas sujetan, ¿Cuál de las dos logrará su objetivo?

<input type="checkbox"/>	a) La que tenga más edad
<input type="checkbox"/>	b) La que tenga peor carácter
<input type="checkbox"/>	c) La que tire con más fuerza

### 5.1) COMPOSICIÓN DE FUERZAS

Componer varias fuerzas consiste en calcular una fuerza única (resultante) que haga el mismo efecto que todas ellas juntas.

Los principales casos que pueden darse son:

1.- Fuerzas de la misma dirección y sentido: La resultante es otra fuerza de la misma dirección y sentido, y de módulo, la suma de los módulos.

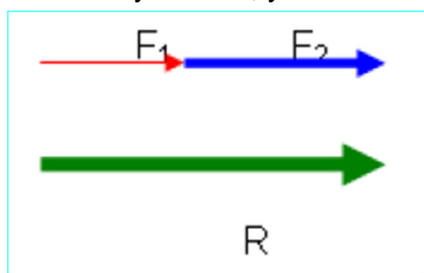


Imagen 8: Composición de vectores. Fuente: Elaboración propia. Autor: Desconocido. Licencia: Desconocida.

Ejemplo:  $F_1 = 3 \text{ N}$ ,  $F_2 = 4 \text{ N} \rightarrow R = 3 + 4 = 7 \text{ N}$

2.- Fuerzas de la misma dirección y sentido contrario: La resultante es otra fuerza de la misma dirección, sentido el de la mayor, y de módulo, la diferencia de los módulos.

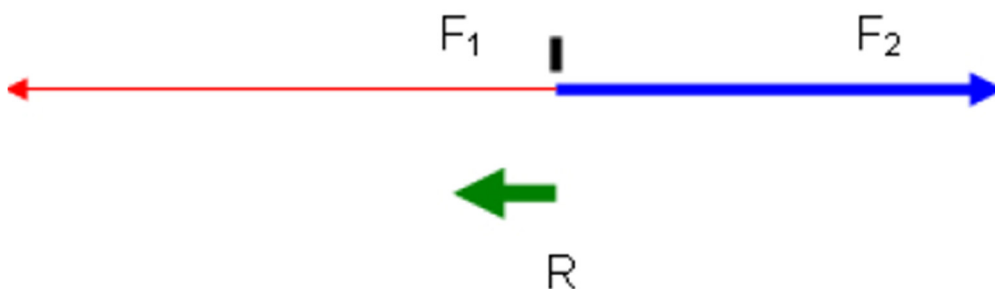


Imagen 9: Composición de vectores. Fuente: Elaboración propia. Autor: Desconocido. Licencia: Desconocida.

Ejemplo:  $F_1 = 3 \text{ N}$ ,  $F_2 = 4 \text{ N} \rightarrow R = 4 - 3 = 1 \text{ N}$

3.- Fuerzas perpendiculares: Para calcular gráficamente la resultante, se emplea la regla del paralelogramo:

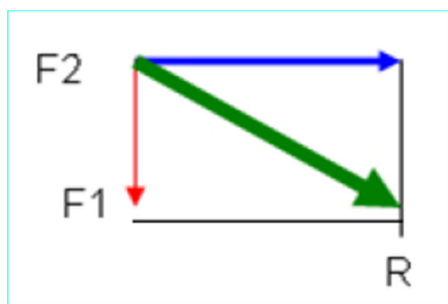


Imagen 10: Composición de vectores. Fuente: Elaboración propia. Autor: Desconocido. Licencia: Desconocida.

Para realizar el cálculo numérico se emplea el Teorema de Pitágoras.

Ejemplo:  $F_1 = 3 \text{ N}$ ,  $F_2 = 4 \text{ N} \rightarrow R = 5 \text{ N}$

### 5.2) DESCOMPOSICIÓN DE FUERZAS

Descomponer una fuerza en otras varias es hallar un sistema de fuerzas que produzcan el mismo efecto que la fuerza dada.

Un caso muy interesante es la descomposición de una fuerza en dos componentes que sean perpendiculares entre sí. Para facilitar su descomposición, se realiza sobre los ejes de coordenadas y a las componentes obtenidas se las llama  $F_x$  y  $F_y$  y se calculan aplicando las razones trigonométricas:

$$\text{sen } \alpha = \frac{F_y}{F} \Rightarrow F_y = F \cdot \text{sen } \alpha$$

$$\text{cos } \alpha = \frac{F_x}{F} \Rightarrow F_x = F \cdot \text{cos } \alpha$$

Imagen 11: Componentes de un vector. Fuente: Elaboración propia.  
Autor: Desconocido. Licencia: Desconocida.

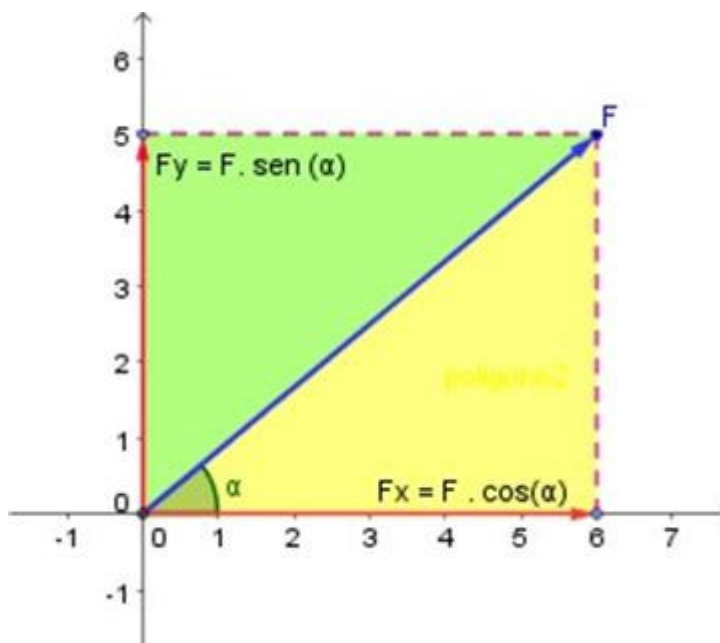


Imagen 12: Componentes de un vector. Fuente: Elaboración propia.  
Autor: Desconocido. Licencia: Desconocida.

## 6) TIPOS DE FUERZAS

Las fuerzas pueden ser interiores o exteriores:

- Fuerzas interiores: Son aquellas que se ejercen entre partes de un mismo cuerpo o sistema. Ejemplo. La fuerza que hace que un muelle recupere su forma después de estirarlo.
- Fuerzas exteriores: Son aquellas que se ejercen entre cuerpos o sistemas diferentes. Ejemplo. La fuerza que una persona hace al empujar un libro sobre una mesa.

Las fuerzas que se producen entre los cuerpos pueden actuar a distancia o por contacto entre ellos:

- Fuerzas a distancia: Son la atracción gravitatoria de los cuerpos en el Universo, la atracción o repulsión entre cargas o entre imanes...
- Fuerzas por contacto: Es la fuerza que hace un caballo tirando de un carro, una cuerda sujetando un objeto, la fuerza con que el suelo responde a un cuerpo apoyado en él...

Además de todas las fuerzas comentadas, vamos a ver con más detalle las tres siguientes: **peso**, **normal** y **fuerza de rozamiento**.

### 6.1) PESO

El **peso** es la fuerza gravitatoria que actúa sobre un objeto. Está originado por la acción del campo gravitatorio que crea un planeta, en nuestro caso La Tierra, sobre todos los objetos que están en sus inmediaciones.

Por ser una fuerza, el peso se representa como un vector, definido por su módulo, dirección y sentido, aplicado en el centro de gravedad del cuerpo y dirigido aproximadamente hacia el centro de la Tierra (por eso siempre se dibuja vertical y hacia abajo). Por la misma razón, al ser una fuerza, se mide en el S.I. en **newton (N)**.

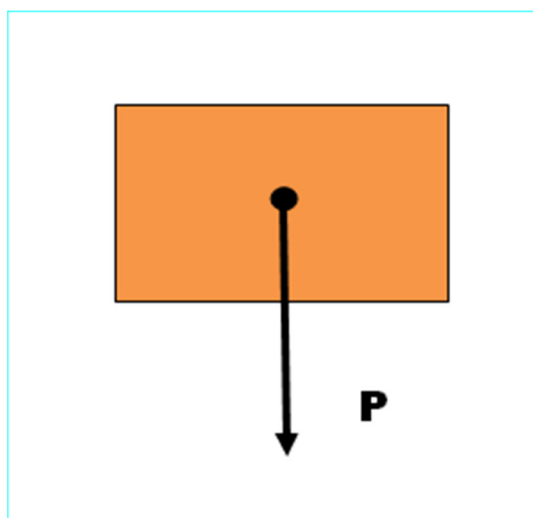


Imagen 13: Peso. Fuente: Elaboración propia.  
Autor: Desconocido. Licencia: Desconocida.

**Peso y masa** son dos 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 masa es una propiedad de la materia y es una magnitud escalar, es decir no necesita de vectores como el peso. Además, la masa de un objeto no varía con su posición, mientras que el peso depende de la gravedad del planeta en el que se encuentre, pudiendo incluso ser cero, cuando se aleja de ellos, lo que se conoce como ingravidez.

La relación entre peso y masa es la siguiente:

$$P = m \cdot g$$

Donde **P** es el peso del cuerpo en N, **m** es la masa en kg del cuerpo y **g** es la **gravedad**, que en nuestro planeta vale  $9,8 \text{ m/s}^2$ . Aunque en ocasiones se redondea a  $10 \text{ m/s}^2$ . Como ves, tiene unidades de aceleración, precisamente es la aceleración con la que los cuerpos caen debido a la atracción gravitatoria de La Tierra.

La gravedad en la Luna vale  $1,7 \text{ m/s}^2$ , por lo que los objetos allí pesan bastante menos, unas cinco veces menos.

## 6.2) NORMAL

La **normal (N)** es la fuerza que ejercen las superficies sobre los cuerpos colocados sobre ellas, ya que si no estuviera esa superficie, el objeto se caería debido a la acción del peso. La dirección de la normal siempre es perpendicular a la superficie y su sentido hacia arriba.

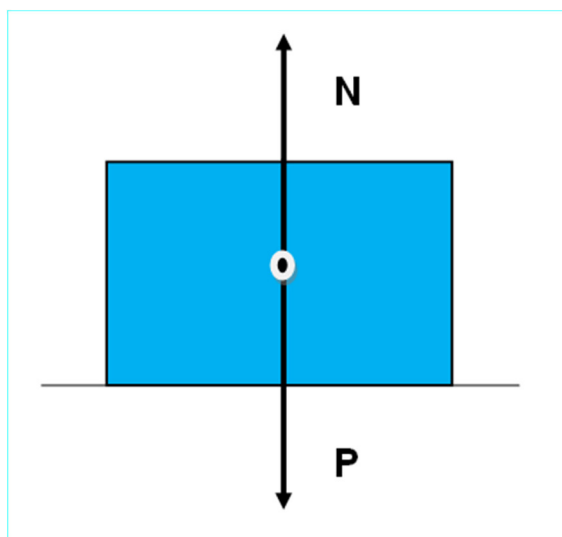


Imagen 14: Normal. Fuente: Elaboración propia.  
Autor: Desconocido. Licencia: Desconocida.

Cuando un cuerpo está apoyado en una **superficie horizontal**, la normal tiene que compensar al peso, ya que el objeto ni sube ni baja, por lo tanto, se calculará de la siguiente forma:

$$N = P = m \cdot g$$

### 6.3) FUERZA DE ROZAMIENTO

La **Fuerza de rozamiento** ( $F_r$ ) es la fuerza que aparece en la superficie de contacto de dos cuerpos cuando se intenta deslizar uno sobre otro. La fuerza de rozamiento siempre se opone al movimiento, por tanto siempre la dibujaremos en sentido contrario al movimiento. La fuerza de rozamiento entre dos cuerpos se debe a que la superficie de contacto nunca es perfectamente lisa, sino que presenta rugosidades.

Si sobre un objeto, por ejemplo un coche, actúa una fuerza horizontal y hacia la derecha ( $F$ ), por ejemplo la que hace el motor, se moverá con esa misma dirección y sentido y automáticamente aparecerá otra fuerza en sentido contrario, que es la fuerza de rozamiento ( $F_r$ ). El esquema de estas fuerzas es el siguiente:

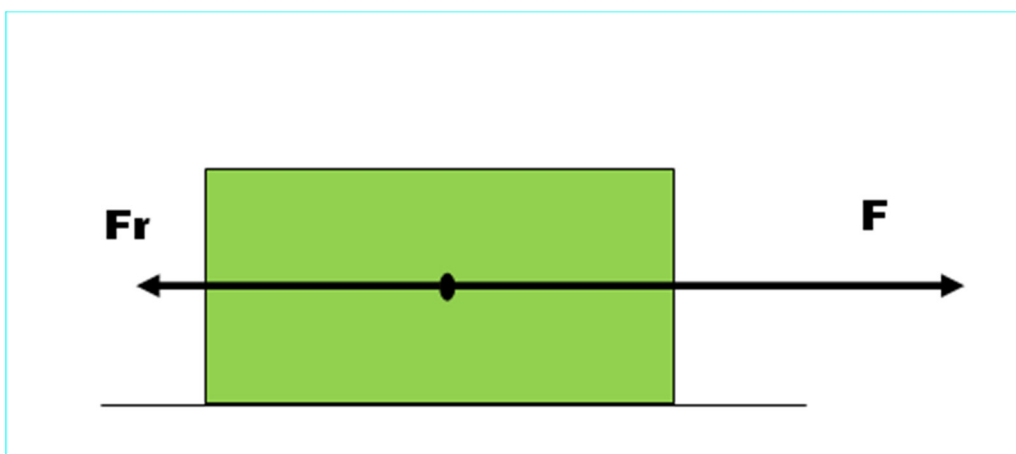


Imagen 15: Fuerza de rozamiento. Fuente: Elaboración propia.  
Autor: Desconocido. Licencia: Desconocida.

La fuerza de rozamiento se calcula con la ecuación:

$$F_r = \mu \cdot N$$

Donde " $\mu$ " es el **coeficiente de rozamiento**, que no tiene unidades y depende de las superficies en contacto, es mayor cuanto más rozan. Por ejemplo, es mucho mayor entre un neumático y el asfalto, que entre la cuchilla de un patín y el hielo.

Como ya hemos visto antes, " $N$ " es la **normal**.

## 7) LEYES DE NEWTON

**Isaac Newton** (1643-1727), científico y matemático inglés, promulgó las denominadas “Leyes de la Dinámica”, en las cuales expuso los principios sobre los que se basa el estudio de las fuerzas.



Imagen 16: Newton. Fuente: Wikipedia.  
Autor: Desconocido. Licencia: Desconocida.

Son tres leyes, en las que se fundamenta toda la Física clásica, que siguen siendo aplicables a la mayoría de los casos. Tan sólo a nivel microscópico o cuando nos acercamos a la velocidad de la luz, es necesario acudir a la Física moderna que inició Einstein.

### 7.1) PRINCIPIO DE INERCIA

También conocida como 1ª Ley de Newton, dice lo siguiente: “**Sí sobre un cuerpo no actúa ninguna fuerza o la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre él es cero, el cuerpo estará en reposo o se moverá con movimiento rectilíneo y uniforme**”.

## Primera Ley de Newton

### Inercia

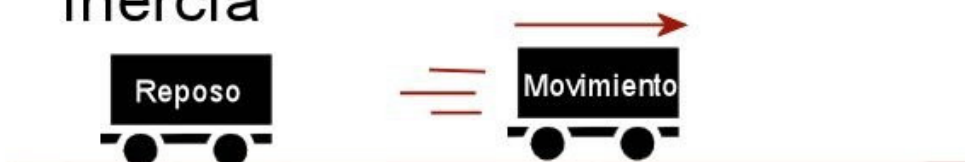


Imagen 17: 1ª Ley de Newton. Fuente: Wikipedia.  
Autor: Desconocido. Licencia: Desconocida.

Las principales conclusiones de esta ley son:

- 1ª. Todo cuerpo en reposo seguirá en reposo mientras no se le aplique una fuerza.
- 2ª. Todo cuerpo libre (no sometido a interacciones) en movimiento, seguirá moviéndose con velocidad constante en trayectoria recta.
- 3ª. La tendencia de los cuerpos a conservar su estado de reposo o de movimiento se llama inercia. La inercia es la propiedad de un cuerpo que mide la resistencia del mismo a variar su estado de reposo o de movimiento. Cuanto mayor sea la masa de un cuerpo, mayor será su inercia.

## 7.2) PRINCIPIO FUNDAMENTAL DE LA DINÁMICA

También conocida como 2ª Ley de Newton, es la más importante de las tres y dice: **“Existe una relación constante entre las fuerzas aplicadas a un cuerpo y las aceleraciones que se producen en el mismo, siendo la constante de proporcionalidad la masa del cuerpo.”**

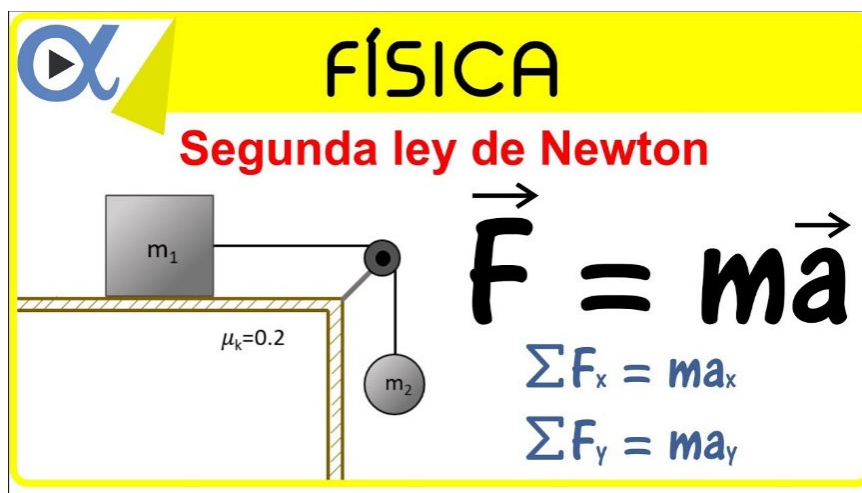


Imagen 18: 2ª Ley de Newton. Fuente: Wikipedia.  
Autor: Desconocido. Licencia: Desconocida.

Matemáticamente se expresa:  $\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}$

Es decir, la fuerza resultante (suma vectorial de todas las fuerzas) que actúa sobre un cuerpo es igual al producto de su masa por la aceleración.

Las consecuencias de esta ley son:

- La unidad de fuerza en el S. I. es el **Newton (N)**

$$1 \text{ Newton} = 1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s}^2$$

Se define el Newton como la fuerza que aplicada a 1 kg de masa le produce una aceleración de 1 m/s<sup>2</sup>.

- Se justifica el concepto de peso de un cuerpo, como un tipo de fuerza. Como el peso de un cuerpo es la fuerza con que la Tierra lo atrae:  $\mathbf{P} = \mathbf{m} \cdot \mathbf{g} \leftrightarrow \mathbf{F} = \mathbf{m} \cdot \mathbf{a}$  vemos que ambas ecuaciones son muy similares, ya que  $a = g = 9,8 \text{ m/s}^2$
- Otra unidad de fuerza es el **kilopondio (kp)**, que es la fuerza con que la Tierra atrae a 1 kg de masa:

$$1 \text{ kp} = 1 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 9,8 \cdot 1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s}^2 = 9,8 \text{ N}; \text{ es decir: } \mathbf{1 \text{ kp} = 9,8 \text{ N}}$$

### 7.3) PRINCIPIO DE ACCIÓN Y REACCIÓN

Es la 3ª Ley de Newton: “**Si un cuerpo actúa sobre otro con una fuerza (acción), éste reacciona contra el primero con una fuerza igual y de sentido contrario (reacción)**”.

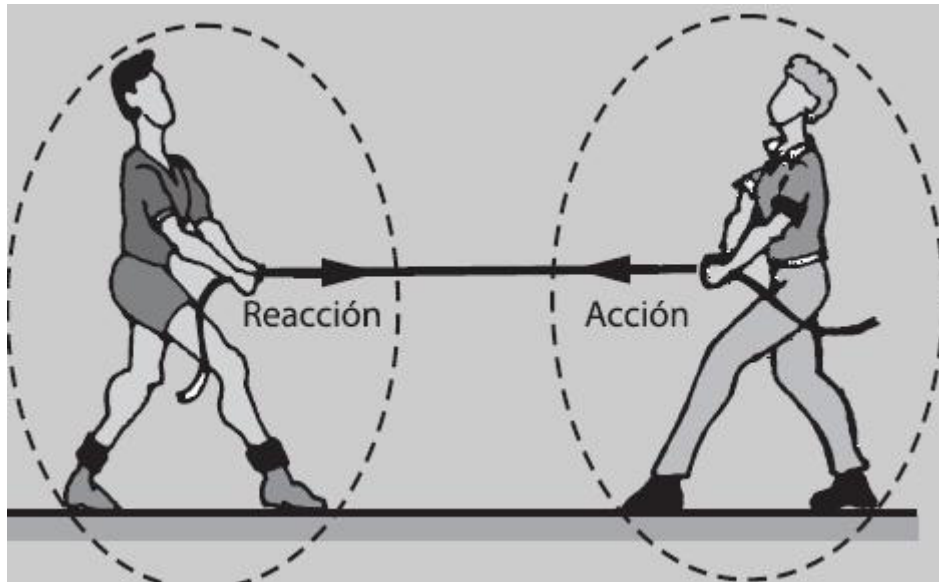


Imagen 19: 3ª Ley de Newton. Fuente: Wikipedia.  
Autor: Desconocido. Licencia: Desconocida.

Ejemplos de dos fuerzas no se anulan porque actúan sobre cuerpos diferentes:

- Cuando una persona intenta saltar a tierra desde una barca, la persona empuja la barca hacia atrás (acción) para que la barca le empuje hacia adelante (reacción).
- Al disparar una bala con un rifle, el arma ejerce una fuerza sobre el proyectil (acción), mientras que la bala ejerce otra sobre el rifle (reacción), que se conoce como retroceso y que es fácilmente apreciable en el hombro al disparar.

### 8) LEY DE LA GRAVITACIÓN UNIVERSAL

La Ley de Gravitación Universal fue descubierta por Newton. Se puede enunciar de la siguiente forma:

**“Toda partícula material del universo atrae a cualquier otra partícula con una fuerza directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa”.**

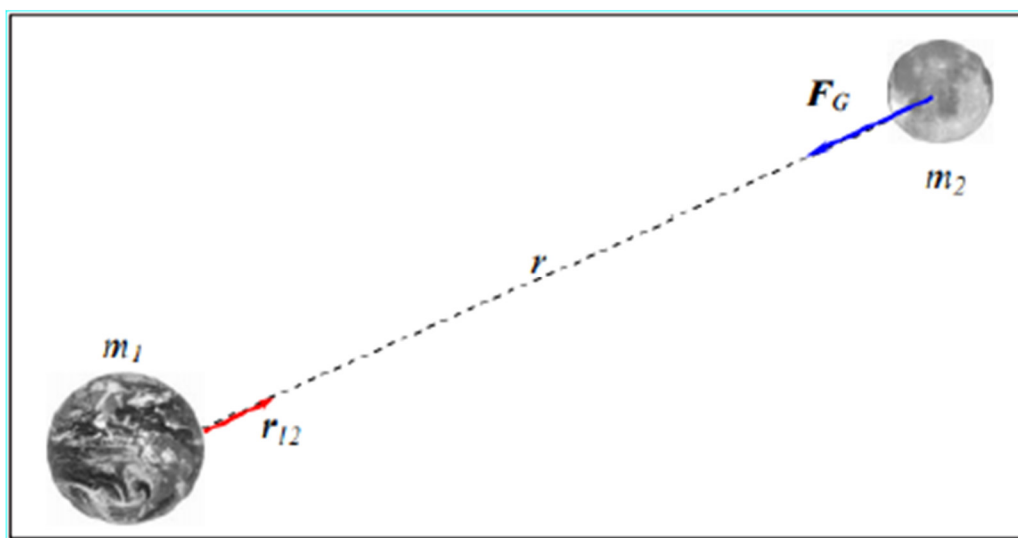


Imagen 20: Ley de Gravitación. Fuente: Elaboración propia.  
Autor: Desconocido. Licencia: Desconocida.

Si las partículas que tienen masas  $m_1$  y  $m_2$  están separadas una distancia  $r$  medida desde sus centros, como se ve en la figura, entonces, de acuerdo a la ley de gravitación universal, la fuerza de atracción gravitacional  $F_G$  ejercida por la masa  $m_1$  sobre la masa  $m_2$  es:

$$F_G = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Donde:

$G \rightarrow$  constante de gravitación universal  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$

$m_1$  y  $m_2 \rightarrow$  masas de los cuerpos que interactúan

$r \rightarrow$  distancia entre los cuerpos

$F_G \rightarrow$  fuerza de atracción entre los cuerpos

Como hemos visto en apartados anteriores, sabemos que el peso de un cuerpo lo calculamos como  $P = m \cdot g$ , y sabiendo que el peso en la Tierra de un cuerpo es la fuerza con que ésta atrae a dicho objeto, podríamos calcular el valor de la gravedad si sabemos el valor de la masa de la Tierra y su radio:

$$F = P = m_1 \cdot g = G \cdot \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Y despejando la gravedad ( $g$ ) nos queda:

$$g = G \cdot \frac{m_2}{r^2}$$

Donde  $m_2$  sería la masa de la Tierra y  $r$  su radio.

Esto mismo, lo podríamos extrapolar para cualquier planeta.

Ejemplo:

*Una masa de 800 kg y otra de 500 kg se encuentran separadas por 3 m, ¿Cuál es la fuerza de atracción entre dichas masas?*

$$F = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2 \cdot 800 \text{ kg} \cdot 500 \text{ kg} / 3^2 \text{ m}^2 = \mathbf{2,964 \cdot 10^{-6} \text{ N}}$$

Podemos comprobar que cuando las masas no son muy grandes, las fuerzas de atracción entre ellas no son significativas, por lo que la Ley de Gravitación Universal solo tiene aplicación real cuando hablamos de interacciones entre planetas, o entre un planeta y otro objeto cualquiera.

## 9) PRESIÓN

En nuestra vida cotidiana hablamos muchas veces de presión: "voy a revisar la presión de los neumáticos", "ten cuidado con la olla a presión", "hay que cuidarse la presión arterial"...



Imagen 21: Presión. Fuente: Wikipedia.  
Autor: Desconocido. Licencia: Desconocida.

Pero, ¿qué es realmente la presión. Pues la **presión** es una magnitud que mide el efecto deformador o capacidad de penetración de una fuerza y se define como la **fuerza ejercida por unidad de superficie**. Se expresa como:

$$p = F/S$$

La presión explica por qué un cuchillo afilado corta más, ya que al tener menos superficie de corte, ejerce más presión. También justifica el uso de los esquís, ya que al tener más superficie de contacto con la nieve, la presión es menor y el esquiador se hunde menos.

Su unidad de medida en el S.I. es el **N/m<sup>2</sup>**, que se conoce como **Pascal (Pa)**. Un pascal es la presión que ejerce una fuerza de un newton sobre una superficie de un metro cuadrado.

Como hemos comentado anteriormente la unidad de medida en el S.I. es el Pascal, sin embargo es común encontrar la presión expresadas en otras unidades.

- **kp/cm<sup>2</sup>** (Kilopondio por centímetro cuadrado): Muy utilizada en la Industria. 1 kp/cm<sup>2</sup> = 98000 Pa.
- **atm** (atmósfera): Es la presión que ejerce la atmósfera a nivel del mar. 1 atm = 101325 Pa. En ocasiones se redondea a 101300 Pa.
- **bar**: Muy utilizada en meteorología. 1 bar = 100000 Pa.
- **mmHg** (milímetro de mercurio): 760 mmHg = 1 atm = 101325 Pa.

### **Ejercicios resueltos**

#### **Ejercicio 1**

En unas rebajas, dos personas intentan arrebatarse mutuamente un jersey que ambas sujetan, ¿Cuál de las dos logrará su objetivo?

	a) La que tenga más edad
	b) La que tenga peor carácter
<b>X</b>	c) La que tire con más fuerza