

# Las Fuerzas y el Movimiento

## Introducción a la Física: ¿Qué es la Física?

Definición según la RAE: del lat. *physicus*, y este del gr. *φυσικός* physikós ‘relativo a la naturaleza’.

Ciencia que estudia las propiedades de la materia y de la energía, y las relaciones entre ambas.

Estudia los fenómenos de la naturaleza desde un punto de vista fundamental.

Produce modelos/teorías y emplea las matemáticas (ecuaciones-fórmulas) para representar relaciones entre diferentes magnitudes.

La Física es la ciencia dedicada al estudio de los fenómenos naturales. Estudia las propiedades del espacio, el tiempo, la materia y la energía, así como sus interacciones (wikipedia).

# Las Fuerzas y el Movimiento

## Introducción a la Física: Ramas de la Física

Grandes Áreas:

Fundamental / Aplicada / Clásica / Moderna (+Cuántica y +Relatividad) / Teórica / Experimental / Computacional

Mecánica: Cinemática, Dinámica – Movimiento, Fuerzas

Termodinámica – Temperatura, Energía

Electromagnetismo – Electricidad y Magnetismo

Óptica - Luz

Nuclear – Fenómenos radiactivos y del núcleo de los átomos

Atómica – Fenómenos a escala atómica (a veces atómica y molecular)

Estado Sólido – **Materiales** (principalmente sólidos)

Física de partículas – Materia subatómica, subnuclear

Astrofísica – Cuerpos celestes - Cosmología

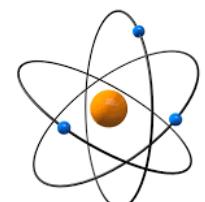
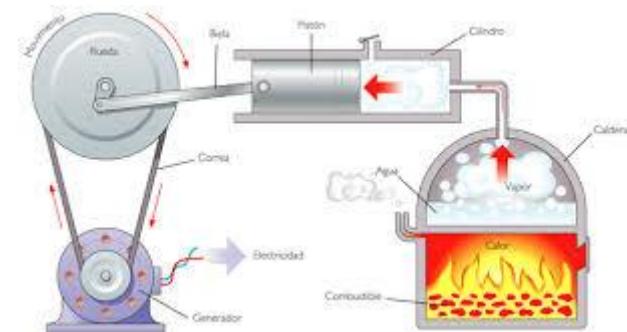
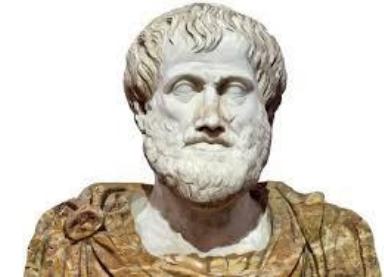
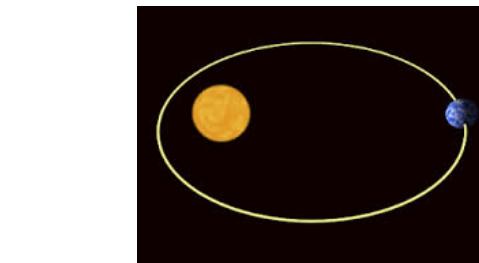
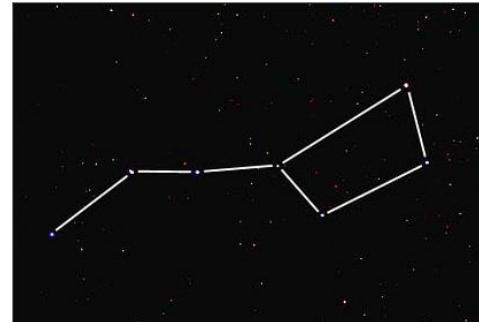
Geofísica – Física de la Tierra

Biofísica – Sistemas biológicos

Física estadística – Sistemas complejos, física matemática

# Las Fuerzas y el Movimiento

# Introducción a la Física: Origen de la Ciencia Física

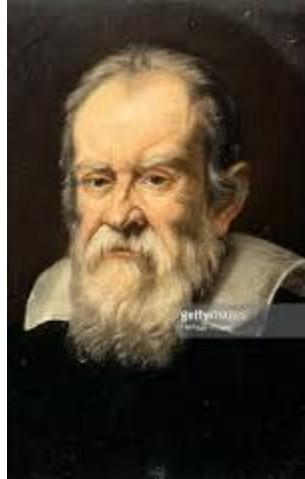


Grandes avances en ingeniería – facilitan la vida de las personas.

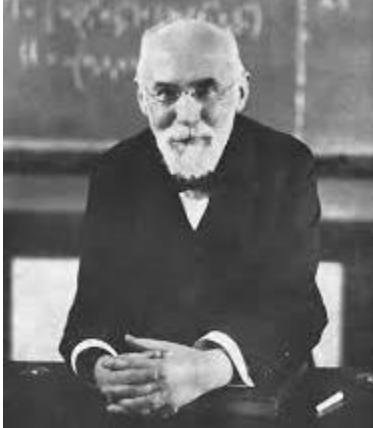
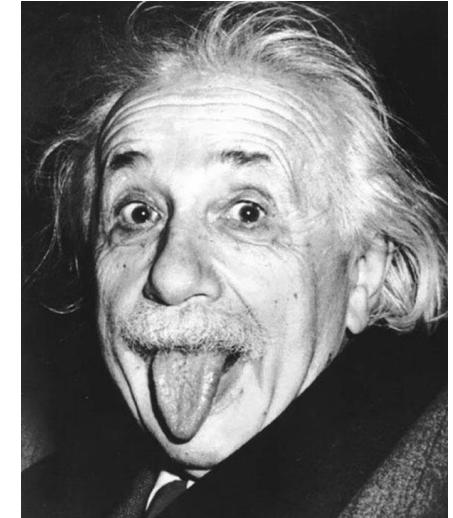
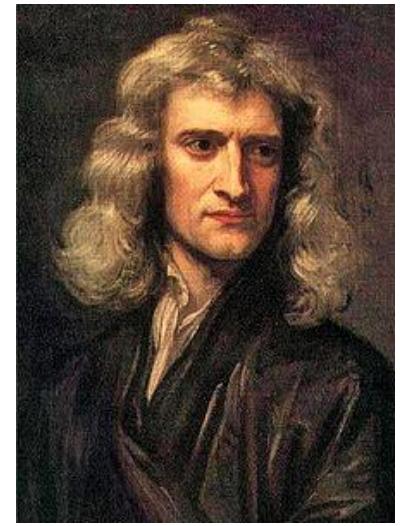
# Las Fuerzas y el Movimiento

## Introducción a la Física: Físic@s de renombre

- A veces se dedicaban a otras ciencias



$$\begin{aligned}\nabla \cdot \mathbf{D} &= \rho \\ \nabla \cdot \mathbf{B} &= 0 \\ \nabla \times \mathbf{E} &= -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \\ \nabla \times \mathbf{H} &= \mathbf{J} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}\end{aligned}$$



# Las Fuerzas y el Movimiento

## El movimiento

Cambio en la posición con el tiempo.

Ritmo de cambio de la posición: velocidad del móvil.

Si la velocidad  $v$  es constante en magnitud, dirección y sentido  $\Rightarrow$  Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU):  $x = x_0 + vt$ .

(velocidad positiva: en el sentido creciente de la posición)

(velocidad negativa: en el sentido decreciente de la posición)

La velocidad es un **vector**: Tiene un valor o magnitud (módulo), dirección y sentido. **MAGNITUDES VECTORIALES**.

Se representan con una flecha:



La dirección en el sistema de referencia dado viene dada por el trazo de la flecha. La longitud (módulo del vector) se entiende que es proporcional a la magnitud. El sentido positivo o negativo se representa con la punta de la flecha apuntando en relación al sistema de referencia. Coordenadas  $(v_x, v_y, v_z)$ .

La posición (vector posición) también se puede entender de forma vectorial en un sistema de referencia espacial.

# Las Fuerzas y el Movimiento

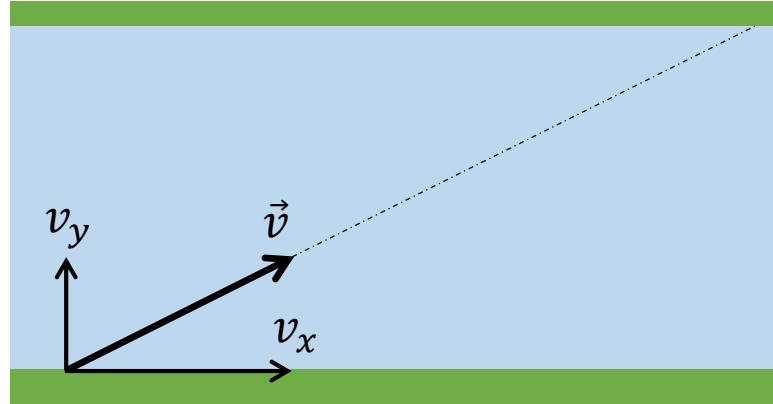
## El movimiento

La velocidad es un vector que, en general, se puede descomponer en sus tres componentes cartesianas (vector en 3 dimensiones), pero habrá casos más simples en los que se pueda representar en 1 o 2 dimensiones.

Ejemplo: Barco cruzando un río. Si el agua baja con una velocidad de 1 m/s y el río mide 10 m de ancho. Calcular el punto al que llegará una balsa que se mueve a 0.5 m/s en dirección perpendicular al cauce.

$$x = x_0 + v_x t$$

$$y = y_0 + v_y t$$



Cada coordenada es independiente. La velocidad es la suma vectorial, diferente de la suma aritmética de las componentes.

# Las Fuerzas y el Movimiento

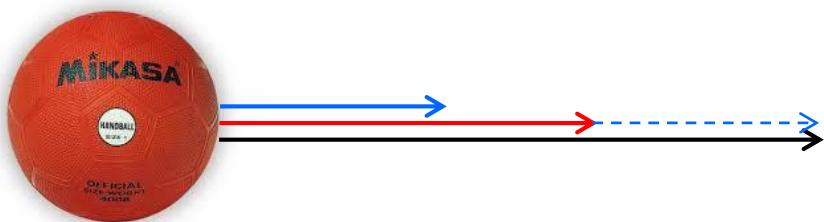
## Composición de velocidades:

Cuando son colineales.

Ejemplo: Jugador(a) de balonmano salta hacia una portería con  $v = 5 \text{ m/s}$ . Tira la pelota a  $25 \text{ m/s}$ . ¿A qué velocidad le llega la pelota al portero?

Velocidad en la dirección de movimiento.

Como son colineales  $V = v_1 + v_2 = 5 + 25 = 30 \text{ m/s}$ .



# Las Fuerzas y el Movimiento

## Suma/Resta de vectores en 2D-3D

Cuando hay magnitudes vectoriales (con direcciones y sentidos) en 2/3 dimensiones, éstas se pueden sumar/restar de forma vectorial:

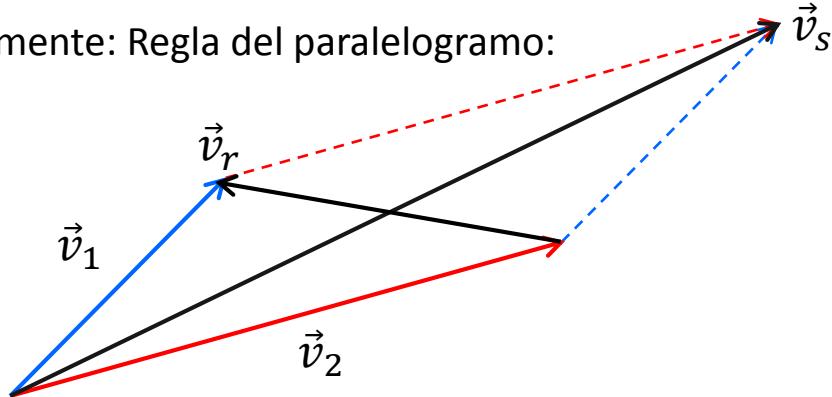
Suma:  $\vec{v}_s = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$ .

Resta:  $\vec{v}_r = \vec{v}_1 - \vec{v}_2$ .

Por componentes:

$$\begin{cases} v_{sx} = v_{1x} + v_{2x} \\ v_{sy} = v_{1y} + v_{2y} \\ v_{sz} = v_{1z} + v_{2z} \end{cases} \quad \begin{cases} v_{rx} = v_{1x} - v_{2x} \\ v_{ry} = v_{1y} - v_{2y} \\ v_{rz} = v_{1z} - v_{2z} \end{cases}$$

Gráficamente: Regla del paralelogramo:



Si son colineales (misma dirección):



Si son colineales y de sentidos puestos:



Magnitud resultante del vector suma:  $v_s = (v_{sx}^2 + v_{sy}^2 + v_{sz}^2)^{1/2} = [(v_{1x} + v_{2x})^2 + (v_{1y} + v_{2y})^2 + (v_{1z} + v_{2z})^2]^{1/2}$ .

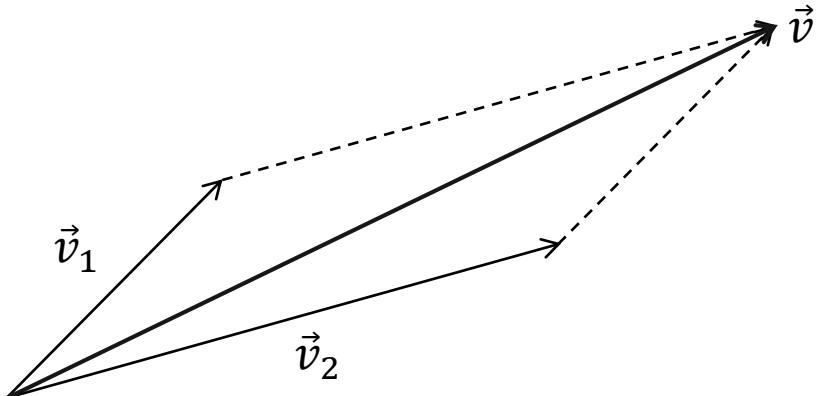
Magnitud resultante del vector resta:  $v_r = (v_{rx}^2 + v_{ry}^2 + v_{rz}^2)^{1/2} = [(v_{1x} - v_{2x})^2 + (v_{1y} - v_{2y})^2 + (v_{1z} - v_{2z})^2]^{1/2}$ .

# Las Fuerzas y el Movimiento

## Descomposición de velocidades (vectores) en coordenadas:

La magnitud vectorial en 2/3 dimensiones se puede descomponer en la base de sus coordenadas  $x$  e  $y$ .

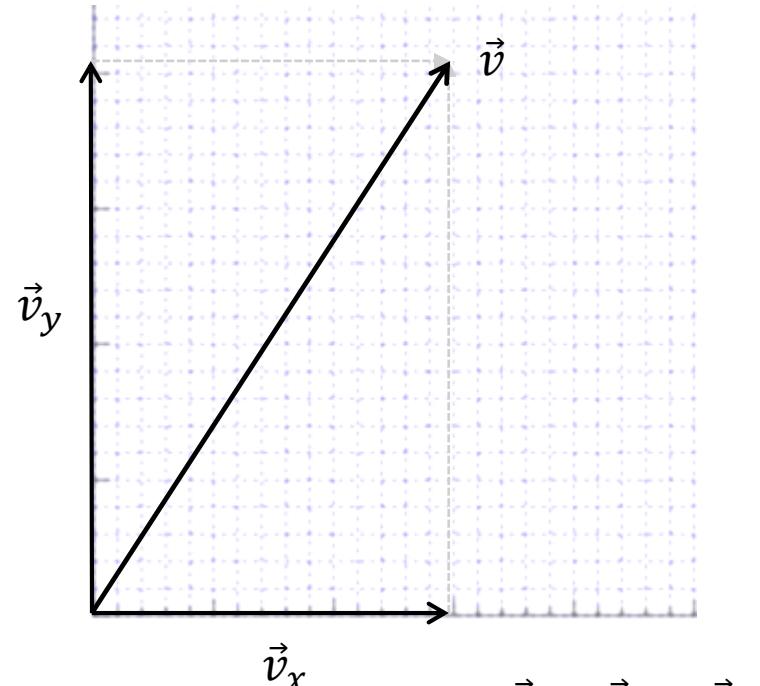
Cada coordenada es independiente.



$$\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$$

$$v^2 \neq v_1^2 + v_2^2$$

Si el ángulo que forman no es  $90^\circ$



$$\vec{v} = \vec{v}_x + \vec{v}_y$$

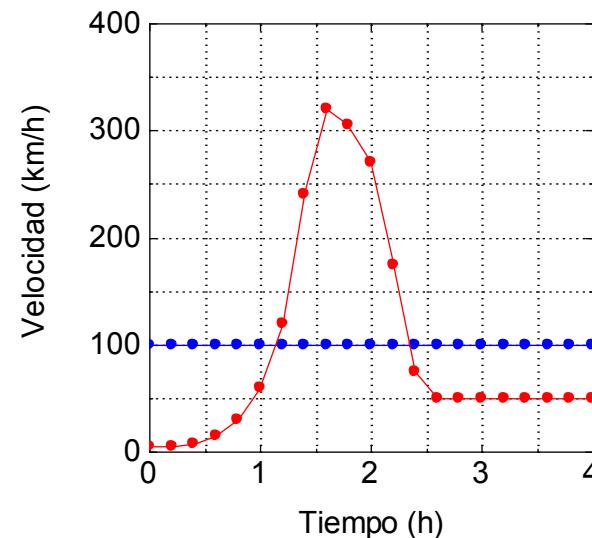
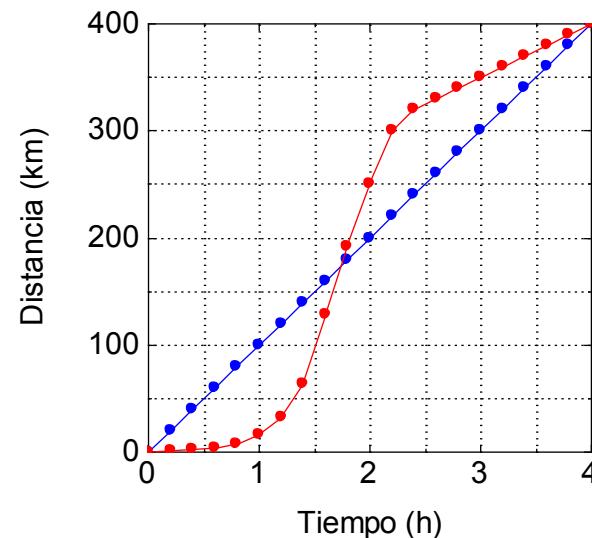
$$v^2 = v_x^2 + v_y^2$$

# Las Fuerzas y el Movimiento

## Velocidad media y velocidad instantánea

La velocidad se calcula dividiendo el espacio que recorre un cuerpo entre el tiempo que emplea en recorrerlo. Por ejemplo, la distancia entre Santander y Madrid es de 400 kilómetros. Si un automóvil tarda 4 horas en recorrer esa distancia, su **velocidad media** habrá sido de 100 kilómetros por hora:  $400 \text{ km} / 4 \text{ h} = 100 \text{ km/h}$ .

Pero esto no quiere decir que el automóvil haya circulado todo el tiempo a la misma velocidad; algunos momentos circulará a mayor velocidad y otros, a menor velocidad. Para saber la velocidad en un momento concreto, debemos mirar el velocímetro del coche (**velocidad instantánea**).



# Las Fuerzas y el Movimiento

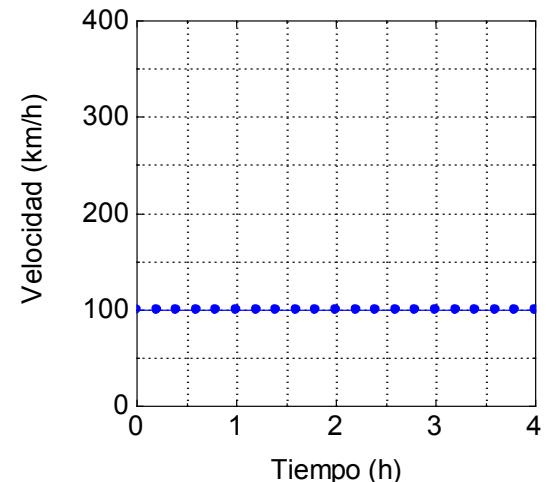
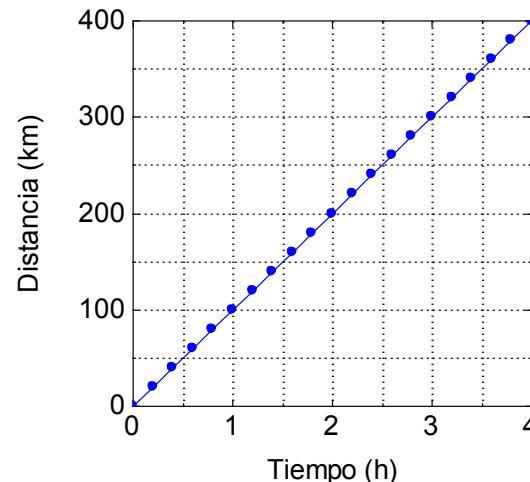
## Movimiento rectilíneo uniforme

La velocidad es constante, tanto en magnitud como en dirección.

$$v = \Delta x / \Delta t = \text{cte} \Rightarrow x = x_0 + vt$$

El espacio cambia de forma constante.

La velocidad instantánea es igual a la velocidad promedio.



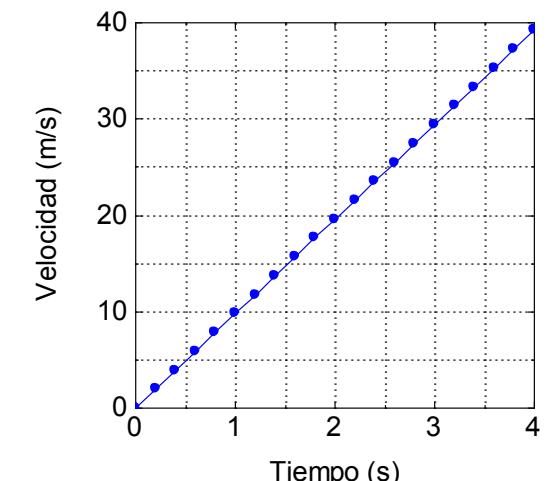
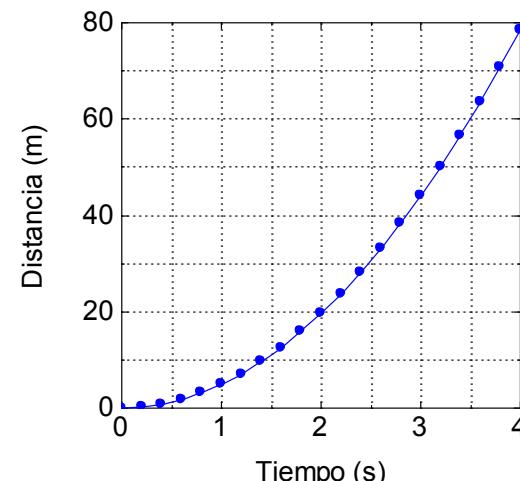
## Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado

La velocidad cambia de forma constante en magnitud, no en dirección.

$$v = v_0 + at \Rightarrow x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

Si  $v_0 = 0$  y se toma el origen  $x_0 = 0$ , se tiene que  $x = \frac{1}{2} a t^2$ .

Ejemplo: Caída libre bajo la acción de la gravedad:  $x = \frac{1}{2} g t^2$ .  
¿y si hay una velocidad inicial?



# Las Fuerzas y el Movimiento

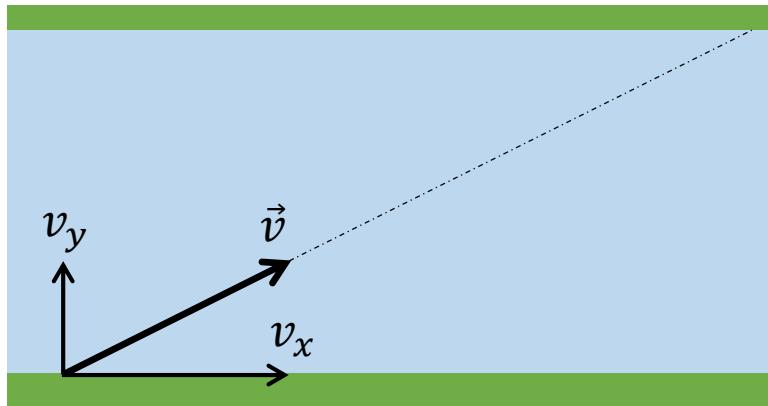
## Movimiento rectilíneo uniforme en 2D:

Ejemplo: Barco cruzando un río. Si el agua baja con una velocidad de 1 m/s y el río mide 10 m de ancho.

Calcular el punto al que llegará un barco que parte con una velocidad en dirección a la otra orilla de 0.5 m/s.  
Calcular la distancia total recorrida.

$$x = x_0 + v_x t$$

$$y = y_0 + v_y t$$



$$v_x = 1 \text{ m/s}$$

$$v_y = 0.5 \text{ m/s}$$

$$y = y_0 + v_y t$$

$$10 = 0 + 0.5 \cdot t \Rightarrow t = 10/0.5 = 20 \text{ s.}$$

$$x = x_0 + v_x t$$

$$x = 1 \cdot 20 = 20 \text{ m}$$

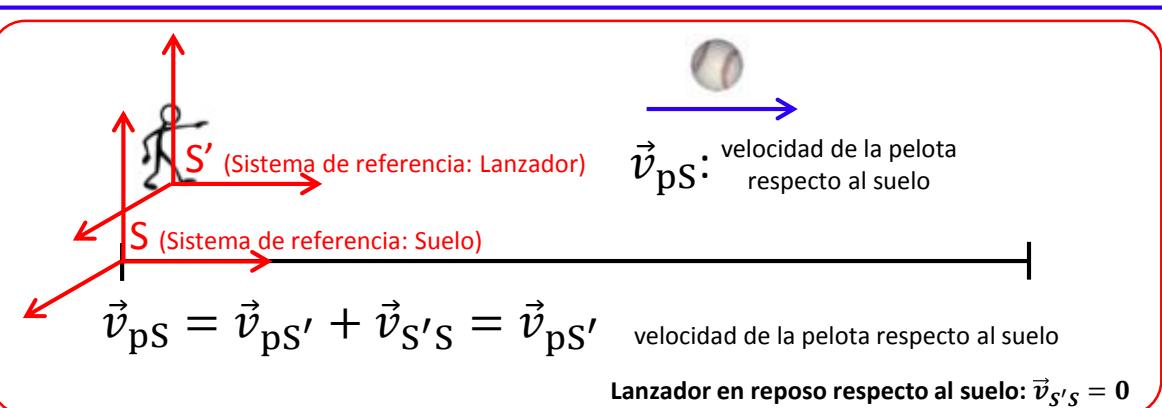
$$\text{Velocidad en la dirección de movimiento: } v^2 = v_x^2 + v_y^2 \Rightarrow v = 1.12 \text{ m/s}$$

$$d = v \cdot t = 1.12 \cdot 20 = 22.36 \text{ m}$$

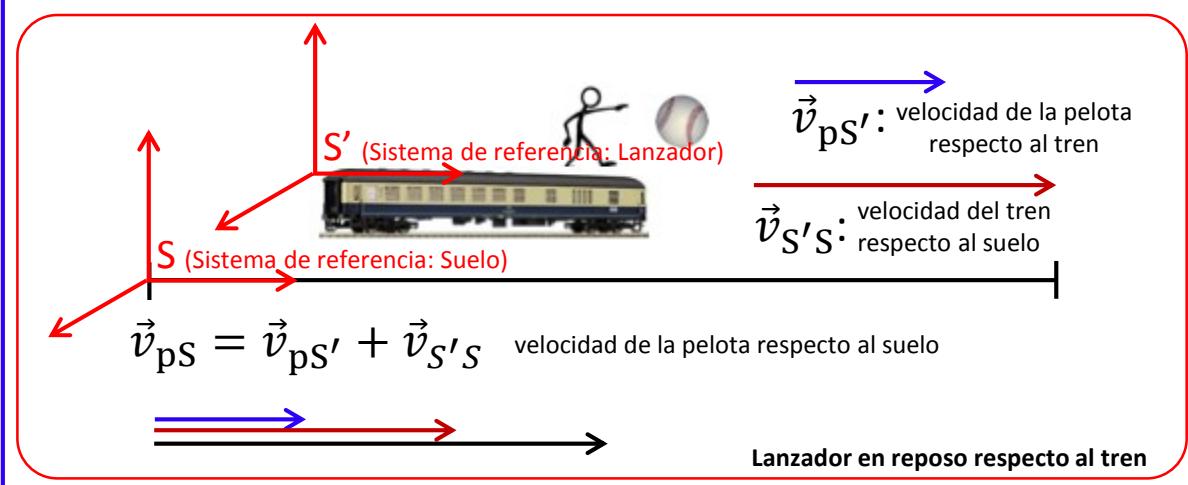
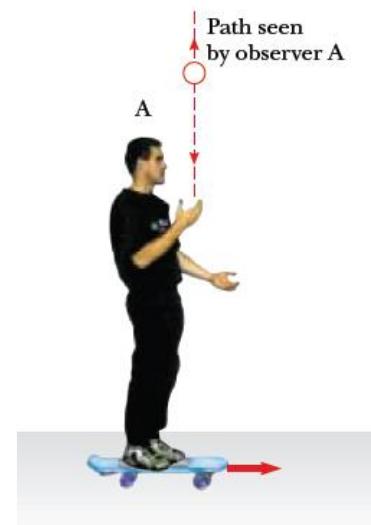
# Las Fuerzas y el Movimiento

## Movimiento relativo

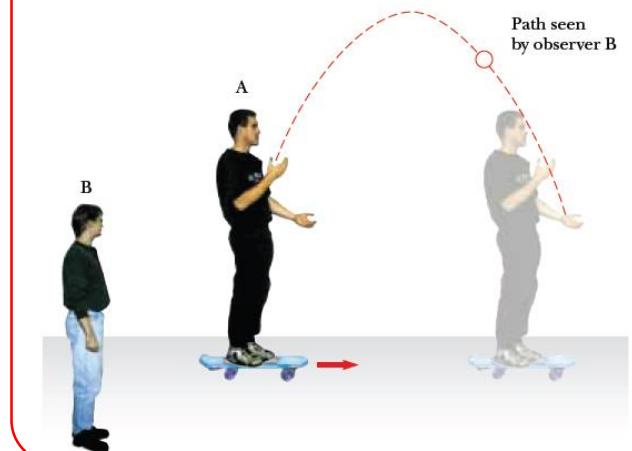
Un sistema de referencia es un sistema de coordenadas al que se refieren los desplazamientos, velocidades, etc del movimiento. Un sistema de referencia se denomina **inercial** cuando **no está acelerado**. Cuando se tienen en cuenta dos sistemas de referencia y uno se mueve respecto al otro, hay que tener en cuenta el movimiento relativo, a la hora de traspasar información de uno a otro.



**Observador A**, que está sobre el monopatín: Lanza la pelota de forma que, en su sistema de referencia, primero se mueve hacia arriba y luego hacia abajo.



**Observador B**, que está en el suelo: Ve la pelota moverse a lo largo de una parábola. La pelota tiene también una componente horizontal de la velocidad, además de la vertical.

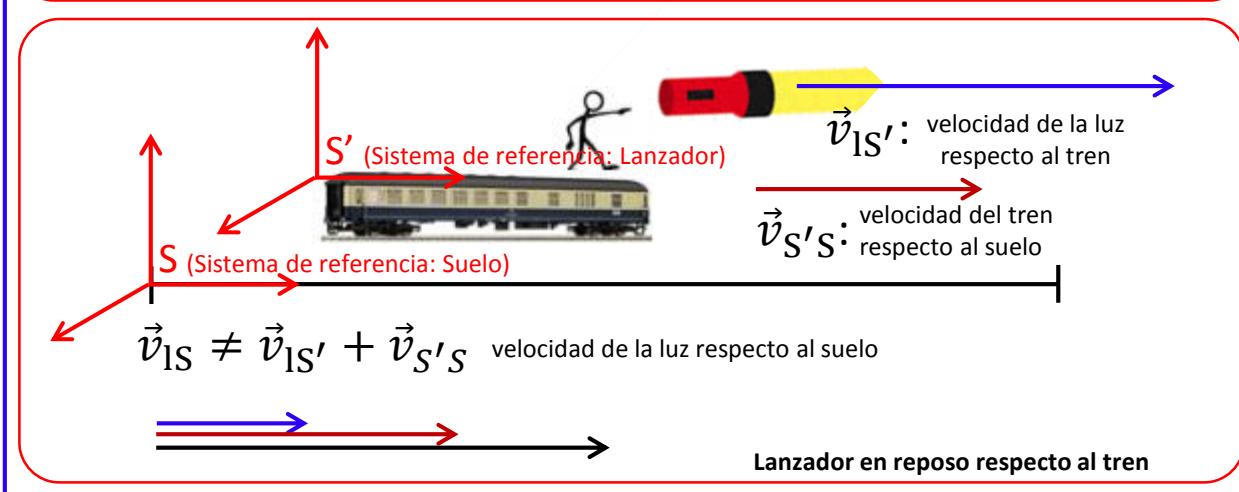
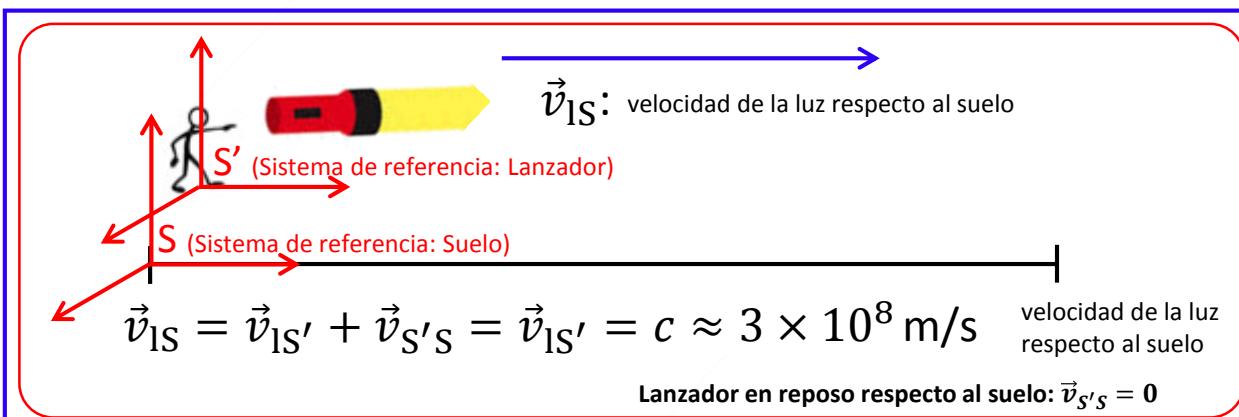


# Las Fuerzas y el Movimiento

## Movimiento relativo

Cuando se analiza el movimiento de la luz en diferentes sistemas de referencia la cosa cambia...

**CUIDADO:** La luz va siempre a la misma velocidad en cualquier sistema porque las leyes del electromagnetismo son las mismas.



**Relatividad Especial de Einstein:** Efectos no esperados (“raros”) con el espacio y el tiempo. Sólo son importantes a velocidades próximas a la de la luz.

Postulados de la **Relatividad Especial** de Einstein:

Primer postulado (principio de relatividad): “Las leyes del universo son las mismas sin que importe el marco de referencia inercial”.

Segundo postulado (invariabilidad de la velocidad de la luz): “La Luz siempre se propaga en el vacío con una velocidad constante  $c$  que es independiente del estado de movimiento del cuerpo emisor y del estado de movimiento del observador”.

# Las Fuerzas y el Movimiento

## Aceleración

La aceleración también es vectorial. Tiene una dirección y un sentido.

En un coche en movimiento rectilíneo, la aceleración es en la dirección y sentido de la marcha.

Frenado: aceleración negativa (signo negativo, dirección de la marcha, sentido contrario a la marcha).

Las aceleraciones también se pueden componer en las diferentes direcciones (descomponer y sumar,... por componentes).

Cada coordenada es independiente.

Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA) según el eje  $y$ :

$$y = y_0 + v_{y0}t + 1/2 a_y t^2$$

$$v_y = v_{y0} + a_y t$$

Aceleración de la gravedad  $a_g = g = 9.8 \text{ m/s}^2$

Un móvil en la dirección de la gravedad (generalmente el eje  $y$ ) sufre dicha aceleración, siempre de arriba hacia abajo.

$a_y = g = \pm 9.8 \text{ m/s}^2$ . El signo de  $g$  será positivo si el eje  $y$  tiene sentido hacia abajo y viceversa.

Tiramos un objeto hacia arriba con una velocidad inicial  $v_0$ . ¿Cuánto tiempo tardará en alcanzar la altura máxima? ¿Qué valor tendrá esa altura máxima?



# Las Fuerzas y el Movimiento

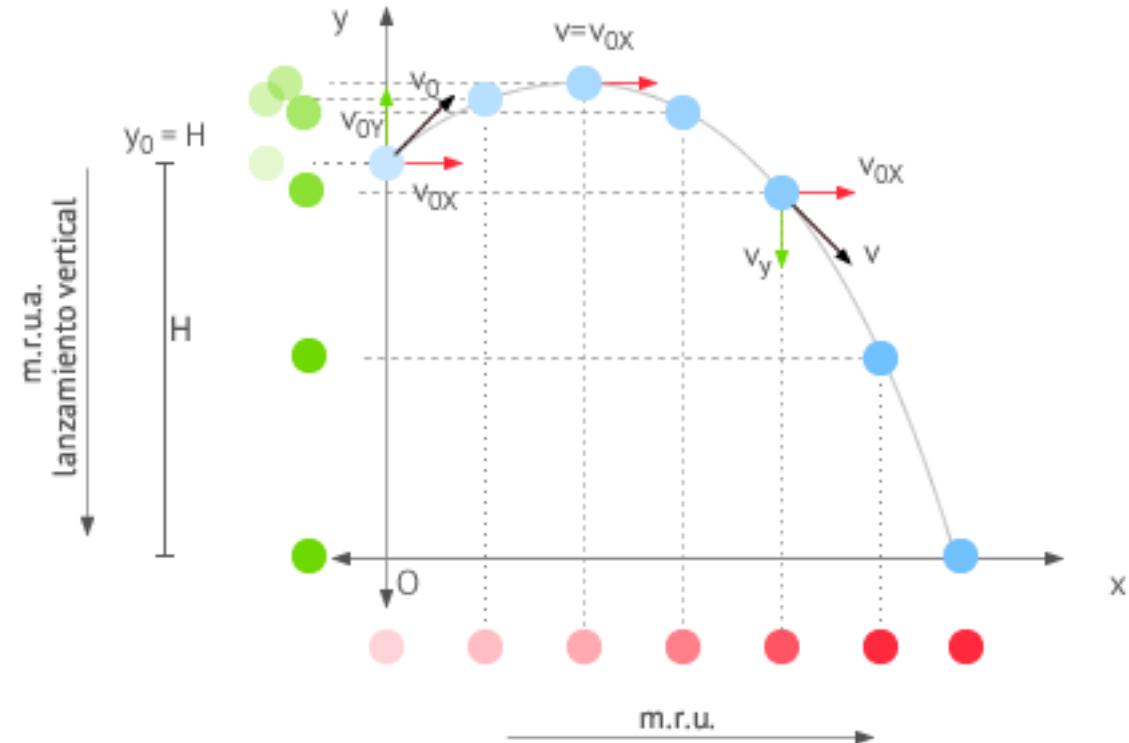
## Graves en 2D – Tiro Parabólico

Objetos que caen bajo la acción de la gravedad,  $g = \pm 9.8 \text{ m/s}^2$

Se trata de una combinación de dos movimientos: Según el eje horizontal se trata de un MRU y según el eje vertical se trata de un MRUA:

Eje horizontal:  $\begin{cases} a_x = 0 \\ v_x = \text{cte} \\ x = x_0 + v_x t \end{cases}$

Eje vertical:  $\begin{cases} a_y = -9.8 \text{ m/s}^2 \\ v_y = v_{y0} + a_y t = v_{y0} - 9.8t \\ y = y_0 + v_{y0} t + \frac{1}{2} a_y t^2 = H + v_{y0} t - 4.9t^2 \end{cases}$



TRAYECTORIA: forma del camino que recorren  $\Rightarrow$  Parábola

<https://www.fisicalab.com/>

# Las Fuerzas y el Movimiento

## Movimiento Circular Uniforme (MCU)

Objetos en movimiento cuya trayectoria es una circunferencia (radio constante).

**Cambia el ángulo** con el movimiento de forma constante.

La aceleración es constante en magnitud, pero cambia de dirección.

La **velocidad angular**  $\omega$ , cuantifica el cambio del ángulo por unidad de tiempo, y se mide en radianes por segundo (rad/s).

$$\varphi = \varphi_0 + \omega t$$

La velocidad lineal se relaciona con la velocidad angular por medio del radio de la trayectoria:

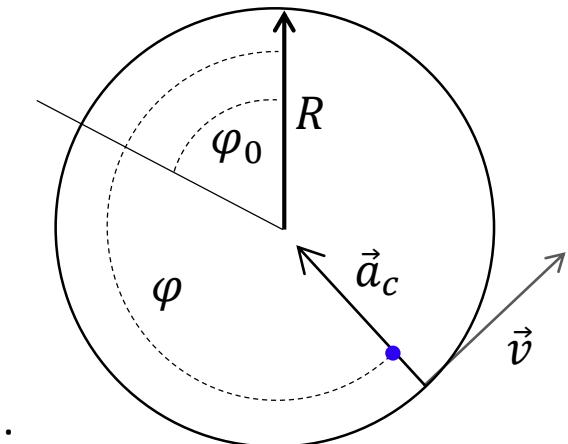
$$v = \omega R \quad \text{La velocidad lineal es siempre paralela a la trayectoria.}$$

Periodo ( $T$ ): Tiempo que tarda en dar una vuelta.

Frecuencia ( $f$ ): Número de revoluciones que da el objeto en la unidad de tiempo ( $s^{-1}$  o Hz).

¿Qué dirección tiene la aceleración?

ACELERACIÓN CENTRÍPETA:  $a_c = v^2/R$



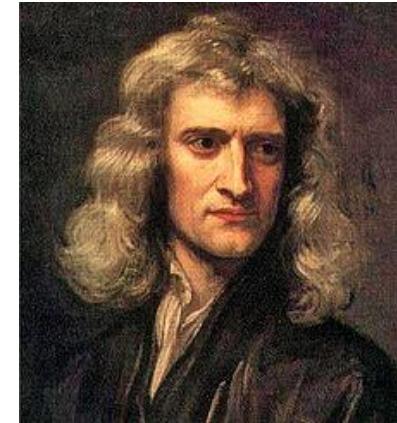
# Las Fuerzas y el Movimiento

## Las fuerzas

Fuerza: interacción entre cuerpos que cambia sus estados de movimiento.

La fuerza es una magnitud vectorial. Varias fuerzas pueden actuar sobre un objeto.

Hay que tener en cuenta las direcciones y sentidos para la suma (se suman como vectores).



### Primera ley de Newton: LEY DE LA INERCIA

Un cuerpo conserva su estado de movimiento si la fuerza neta actuando sobre él es nula.

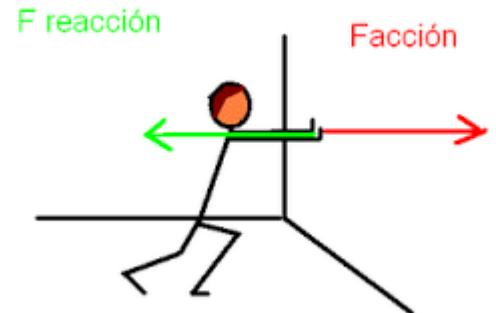
La unidad de Fuerza en el S.I. es el Newton (N)

### Segunda ley de Newton: LEY FUNDAMENTAL DE LA DINÁMICA

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

### Tercera ley de Newton: PRINCIPIO DE ACCIÓN Y REACCIÓN

Cuando un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro (acción), éste ejerce otra fuerza sobre el primero (reacción), que es igual en magnitud, pero de sentido opuesto.



# Las Fuerzas y el Movimiento

## Las fuerzas

Ejemplo de la bicicleta: Cuando una bicicleta está parada, no actúa ninguna fuerza sobre ella que la haga moverse.

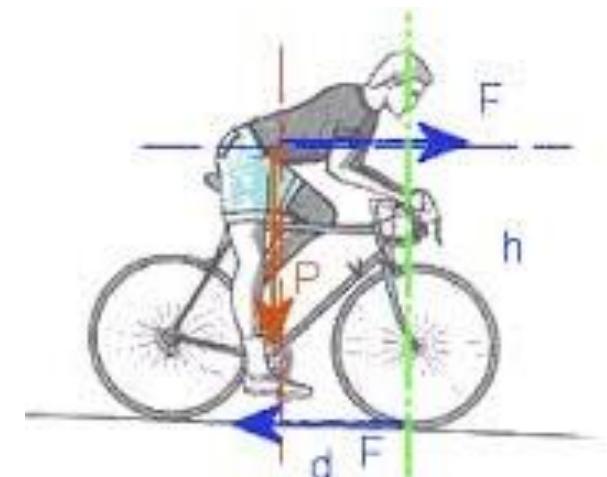
Si queremos que se mueva, deberemos ejercer una fuerza sobre los pedales, que se transmitirá a través de la cadena hacia las ruedas. Esta fuerza hará que la bicicleta comience a moverse, aumentando su velocidad.

A la velocidad deseada, ya no será necesario aumentar la velocidad, pero aun así, deberemos ejercer la fuerza necesaria para contrarrestar la **fuerza de rozamiento** que ejerce tanto el aire contra nuestro cuerpo como el suelo contra las ruedas.

De esta forma, la bicicleta seguirá moviéndose con la misma velocidad  $\sum \vec{F} = 0 \Rightarrow a = 0$ .

Rozamiento: siempre negativo: contrario al movimiento.

Frenado: se aumenta la fuerza de rozamiento: aceleración negativa (fuerza en sentido contrario de la marcha).



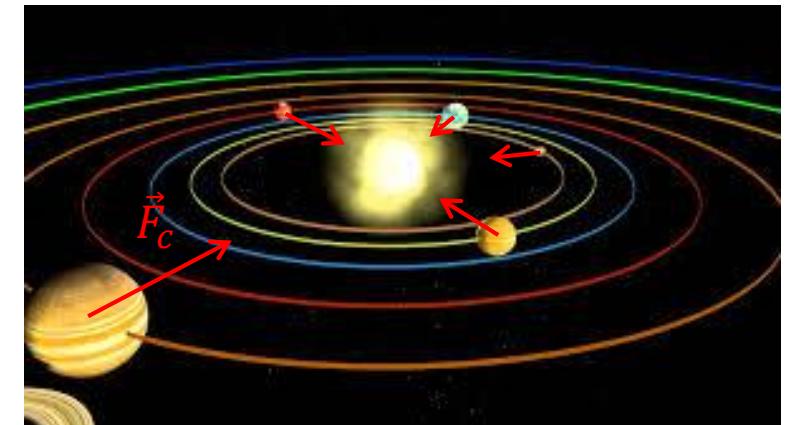
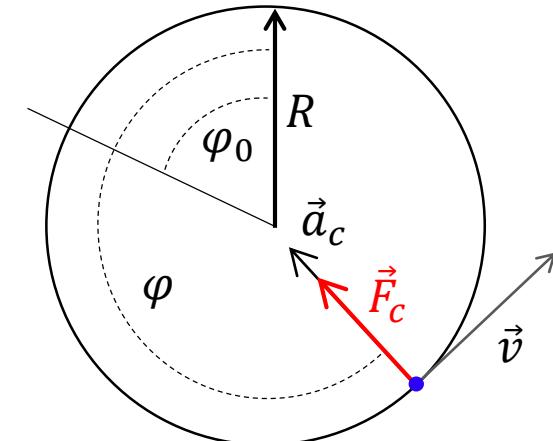
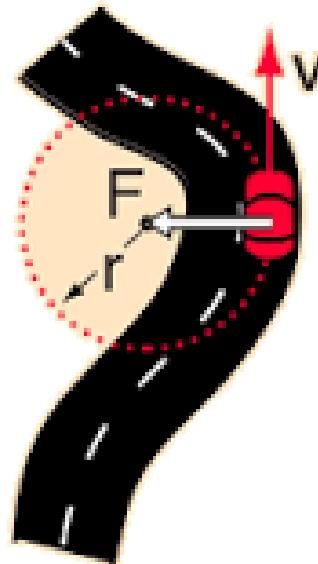
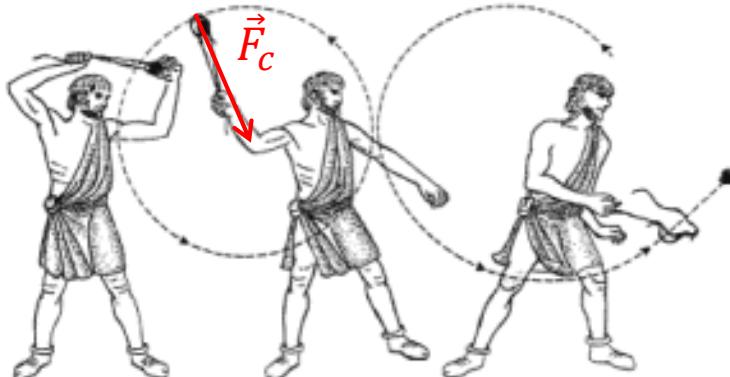
# Las Fuerzas y el Movimiento

## Fuerza centrípeta (MCU)

Son las fuerzas que causan la aceleración centrípeta,  $a_c = v^2/R$ .

Modifican constantemente la dirección del movimiento, fijando la trayectoria en una circunferencia.

$$F_c = ma_c = \frac{mv^2}{R}$$



# Las Fuerzas y el Movimiento

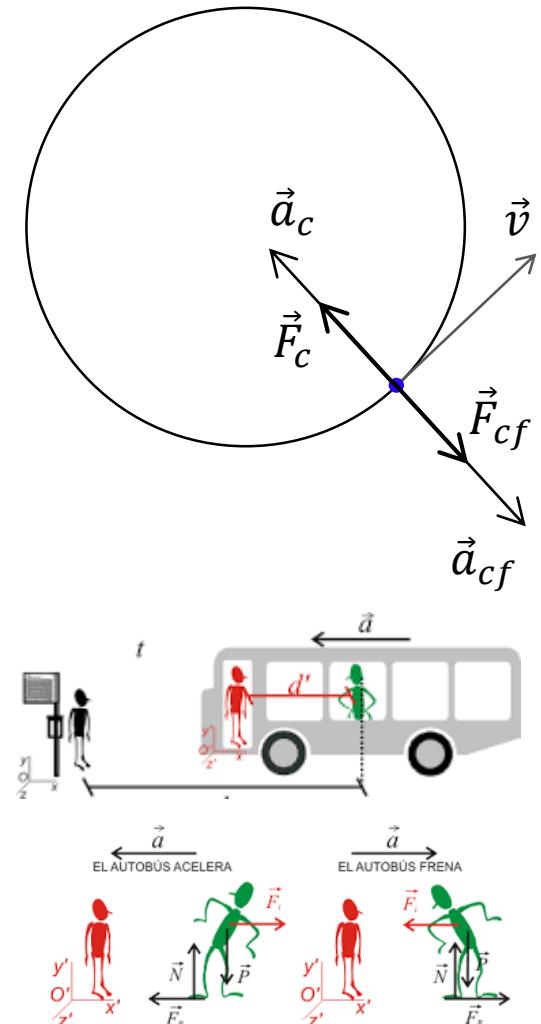
## Las fuerzas de inercia (sistemas de referencia no iniciales)

En **sistemas de referencia no iniciales** aparecen **fuerzas ficticias** (de inercia) debidas a que el propio sistema está acelerado. Estos sistemas de referencia no verifican la 1<sup>a</sup> Ley de Newton (**Ley de la Inercia**).

En el sistema de referencia del móvil que gira en un MCU, la fuerza centrífuga hace que el móvil permanezca en reposo en ese sistema  $\Rightarrow$  La **fuerza centrífuga** es igual en magnitud y dirección, pero de sentido contrario a la **fuerza centrípeta**.

Fuerza de inercia en un autobús: La fuerza que siente el pasajero al acelerar, frenar o en una curva.

En el sistema de referencia del pasajero, ¿el cuerpo cambia su estado de movimiento? Si es que sí, es porque siente una fuerza neta. Si es que no, es porque todas las fuerzas se compensan  $\Rightarrow$  Fuerzas de inercia (iguales en magnitud y dirección que las que sufre el autobús, pero de sentido contrario).



# Las Fuerzas y el Movimiento

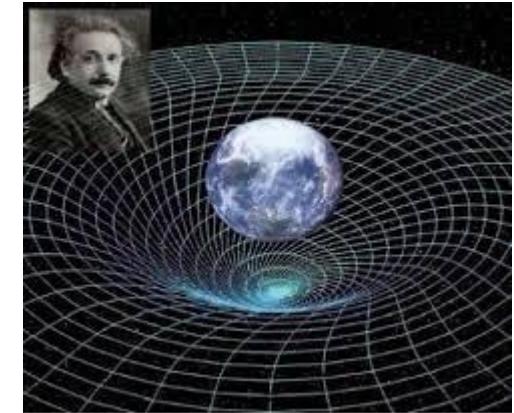
## La Fuerza de la Gravedad: El Peso

La gravedad es una fuerza o interacción **a distancia** (no es de contacto), cuyo origen es la masa de los cuerpos. Es una fuerza atractiva, cuya dirección viene dada por la línea que une a los dos cuerpos en cuestión, y el sentido es el que lleva de un cuerpo hacia el otro.

La fuerza con la que la Tierra atrae a un cuerpo es su **peso**:

$P = m \cdot g = 9.8 \cdot m$ . Si la masa se da en kilogramos, el peso tiene unidades de Newton (N). Otra unidad para el peso es el kilopondio (kp) o kilogramo-fuerza (kgf), que equivalen a una fuerza de 9.8 N, y es justamente la fuerza con la que la Tierra, debido a su gravedad, atrae a un cuerpo de 1 kg de masa.

La fuerza de la gravedad que la Tierra ejerce sobre la Luna hace que ésta gire en torno a la primera (en realidad ambas giran en torno a su centro de masas). Igualmente sucede con el Sol y cualquier planeta.



Ley de la gravitación universal:

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

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$$

(Constante de gravitación universal)

# Las Fuerzas y el Movimiento

## Cuestiones

¿Podemos decir que siempre que se mueve un cuerpo es porque una fuerza lo está empujando?

Define la fuerza de rozamiento e indica un ejemplo en el que se vea cómo actúa esta fuerza.

Si Diego recorre en su bicicleta doce kilómetros en 20 minutos, ¿cuál habrá sido su velocidad?

Explica por qué la velocidad de un cuerpo que cae va aumentando desde que comienza a caer.

Explica por qué cuando lanzamos un cuerpo hacia delante sigue una trayectoria curva.

Calcula el tiempo que tarda en caer un objeto de un edificio de 20 m en caída libre sin rozamiento.

Un halcón se lanza hacia abajo (en dirección vertical) con una velocidad inicial de 10 m/s: Calcula la velocidad con la que impacta con una paloma a la que alcanza al cabo de 2 segundos. ¿A qué distancia estaba la paloma del halcón? No consideres el rozamiento del aire.

Tiras una piedra hacia adelante desde una altura de 3 metros, con una velocidad inicial de 2 m/s. ¿Qué distancia recorre hacia abajo? ¿Cuánto tarda en hacerlo? ¿Qué distancia recorre hacia adelante? No consideres el rozamiento del aire.

# Las Fuerzas y el Movimiento

## La Fuerza de la Gravedad, los planetas, los satélites y los graves

Una masa crea un **campo gravitatorio** – una región del espacio en el que otra masa sufrirá sus efectos gravitatorios (a distancia infinita, pero con dependencia  $1/r^2$ ).

Los planetas están influenciados, básicamente, por el campo gravitatorio del Sol.

Los satélites están influenciados, básicamente, por el campo gravitatorio de los planetas.

Acción y reacción: los planetas atraen al sol, **con la misma fuerza**, que el Sol atrae a los planetas, pero esa misma fuerza afecta mucho más a los planetas al ser mucho menos masivos que el Sol  $\Rightarrow$  El cambio en el movimiento de los planetas es mucho mayor  $\Rightarrow$  Los planetas y satélites orbitan.

En realidad, planeta y Sol giran en torno al **centro de masas** (baricentro):

$$r_{cm} = \frac{m_1 r_1 + m_2 r_2}{m_1 + m_2}$$

El peso de un objeto de masa  $m$  sobre la Tierra es por tanto:

$$\begin{aligned} M_T &= 6 \times 10^{24} \text{ kg} \\ R_T &= 6370 \text{ km} \end{aligned} \quad \Rightarrow \quad F = G \frac{M_T \cdot m}{R_T^2} = 6.67 \times 10^{-11} \frac{6 \times 10^{24} \cdot m}{(6.37 \times 10^6)^2} \approx 9.8 \cdot m \text{ N}$$



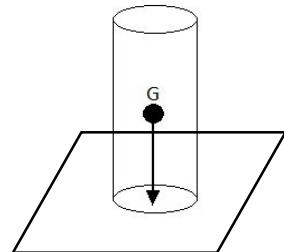
# Las Fuerzas y el Movimiento

## Centro de Masas (CM) de un cuerpo

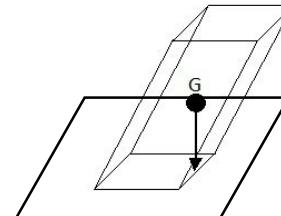
Es el punto geométrico que dinámicamente se comporta como si en él estuviera aplicada la resultante de todas las fuerzas externas al sistema. El sistema formado por toda la masa concentrada en el centro de masas es un sistema equivalente al original.

### Centro de gravedad:

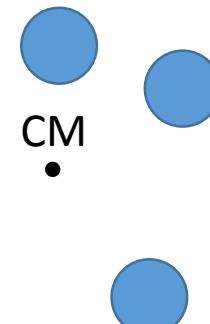
Si es un sólido rígido las distancias internas no pueden modificarse



El peso lo compensa la fuerza normal del plano

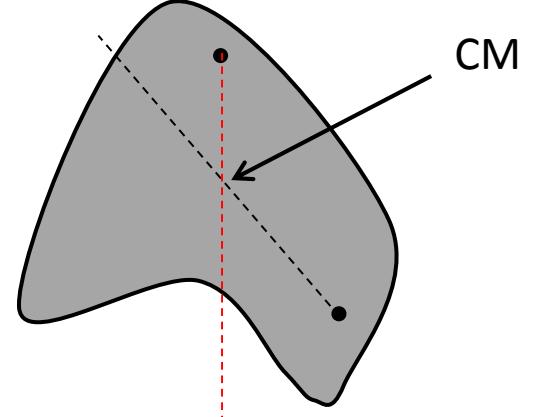
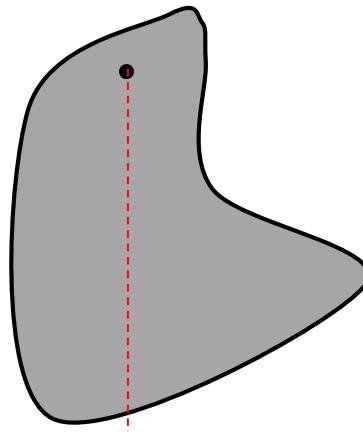


Se cae si el centro de gravedad queda fuera de la base



$$\vec{r}_{CM} = \frac{\sum_i m_i \vec{r}_i}{\sum_i m_i} = \frac{1}{M} \sum_i m_i \vec{r}_i$$

Se obtiene suspendiendo en gravedad de dos puntos no colineales respecto al CM



# Las Fuerzas y el Movimiento

## Movimiento de la Tierra - COPÉRNICO

Antiguamente se pensaba que todo giraba alrededor de la tierra: **Geocentrismo**.

Existían teorías que describían el movimiento alrededor del sol: **Heliocentrismo**.

El movimiento de astros era comúnmente descrito de forma geocéntrica.

Apoyado por la religión: Hombres-centro.

Nicolás Copérnico: Revolución copernicana:

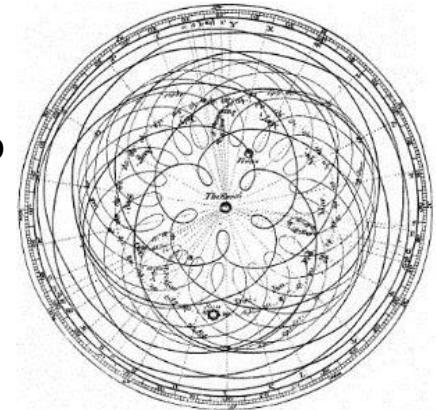
Se describía sencillamente con el Sol en el centro.

Hoy se entienden las leyes generales:

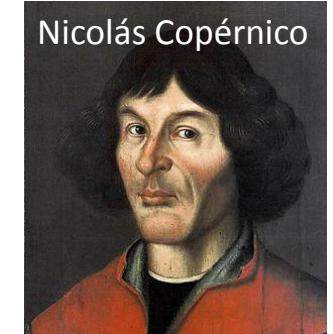
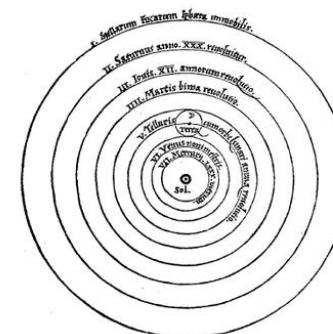
Sol: Centro del sistema solar (no la Tierra).

Lo que permite describir el movimiento de los astros con gran precisión

geocentrismo



heliocentrismo



Afianzado por Kepler y Galileo  
con la oposición de la iglesia.



Galileo: "eppur si mouve"

# Las Fuerzas y el Movimiento

## Movimiento de la Tierra

La Tierra no sólo se traslada alrededor, sino que también gira sobre sí misma. **Movimiento de rotación**.

Periodo de rotación: tiempo que tarda en dar una revolución sobre sí misma ⇒ día.

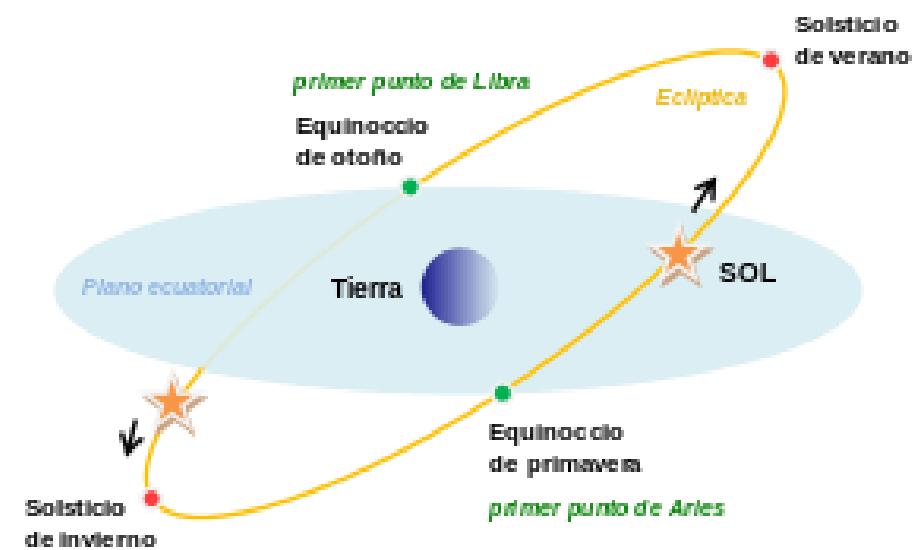
Debido a esta rotación, la altura del sol vista desde un punto de la Tierra cambia a lo largo del día.

## Rotación + Traslación

El eje de rotación de la Tierra está inclinado respecto de la eclíptica ⇒ La altura del sol a cierta hora cambia a lo largo del año.

**Solsticio:** la duración del día y la altitud del Sol a las 12h son máximas (verano) o mínimas (invierno). 20-21 de junio (comienzo verano/invierno en el HN/HS) y 21-22 de diciembre (comienzo invierno/verano en el HN/HS).

**Equinoccio:** Son los momentos del año en los que el Sol está situado en el plano del ecuador celeste (el día y la noche tiene la misma duración en todos los puntos de la Tierra). 20-21 de marzo (comienzo primavera/otoño en el HN/HS) y 22-23 de septiembre (comienzo otoño/primavera en el HN/HS).



# Las Fuerzas y el Movimiento

## Movimiento de los planetas alrededor del Sol

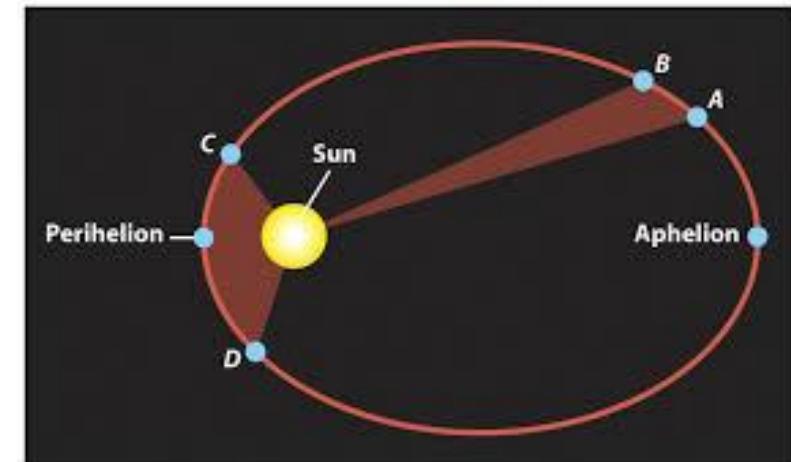
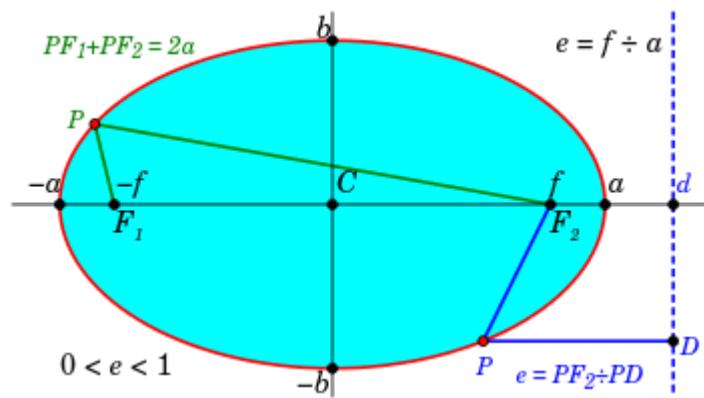
Tres leyes describen el movimiento (en translación) de los planetas en sus órbitas alrededor del Sol (Leyes de Kepler):

**Primera Ley de Kepler:** Todos los planetas se mueven alrededor del Sol siguiendo órbitas **elípticas**. El Sol está en uno de los **focos** de la elipse.

**Segunda Ley de Kepler:** Los planetas se mueven con **velocidad areolar** constante, es decir, el vector posición  $\vec{r}$  de cada planeta con respecto al Sol barre áreas iguales en tiempos iguales. En consecuencia, la velocidad de los planetas es mayor cuando están próximos al Sol (**perihelio**) que cuando se mueven por las zonas más alejadas (**afelio**).

**Tercera Ley de Kepler:** La razón entre el periodo de revolución al cuadrado ( $T^2$ ) y el semieje mayor al cubo ( $r^3$ ) se mantiene constante. Esto es  $T^2/r^3 = \text{cte}$ .

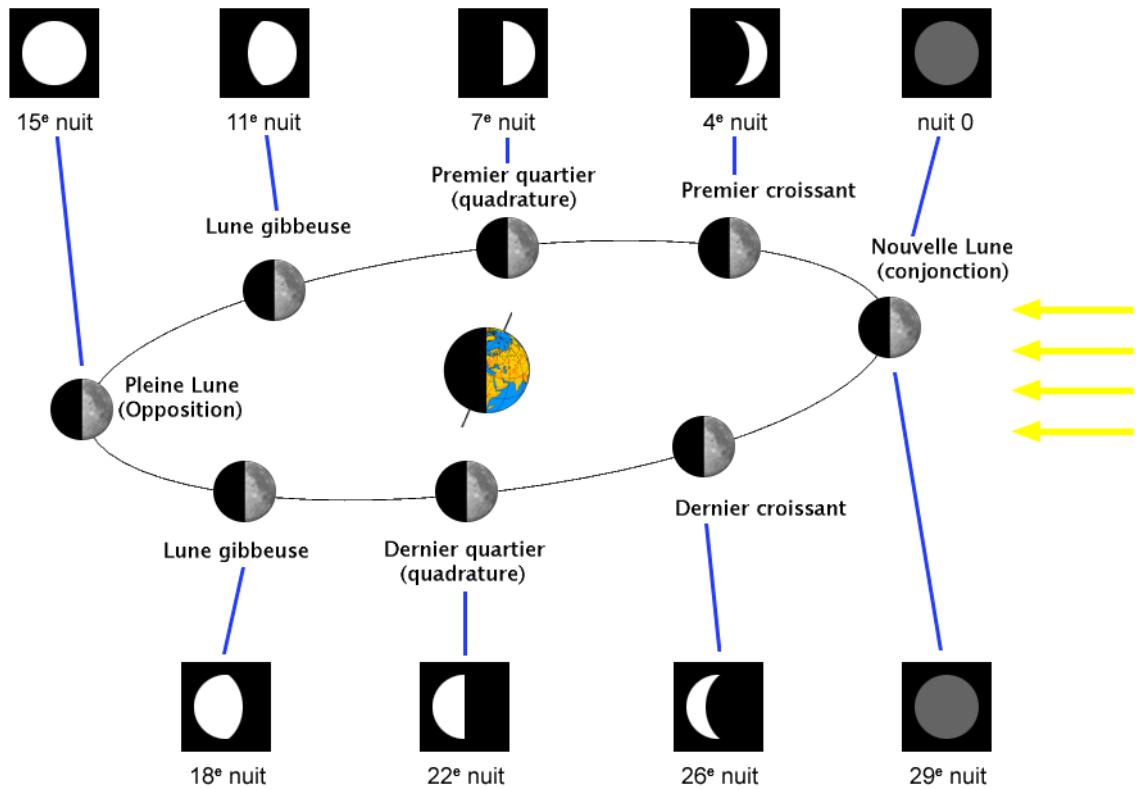
Una **elipse** es una curva plana y cerrada, simétrica respecto a dos ejes perpendiculares entre sí, el **semieje mayor** de longitud  $a$ , y el **semieje menor** de longitud  $b$ . Tiene dos focos,  $F_1$  y  $F_2$ , equidistantes del centro  $C$ , situados en el semieje mayor. La suma de las distancias desde cualquier punto  $P$  de la elipse a los dos focos es constante, e igual a la longitud del diámetro mayor:  $PF_1 + PF_2 = 2a$ .



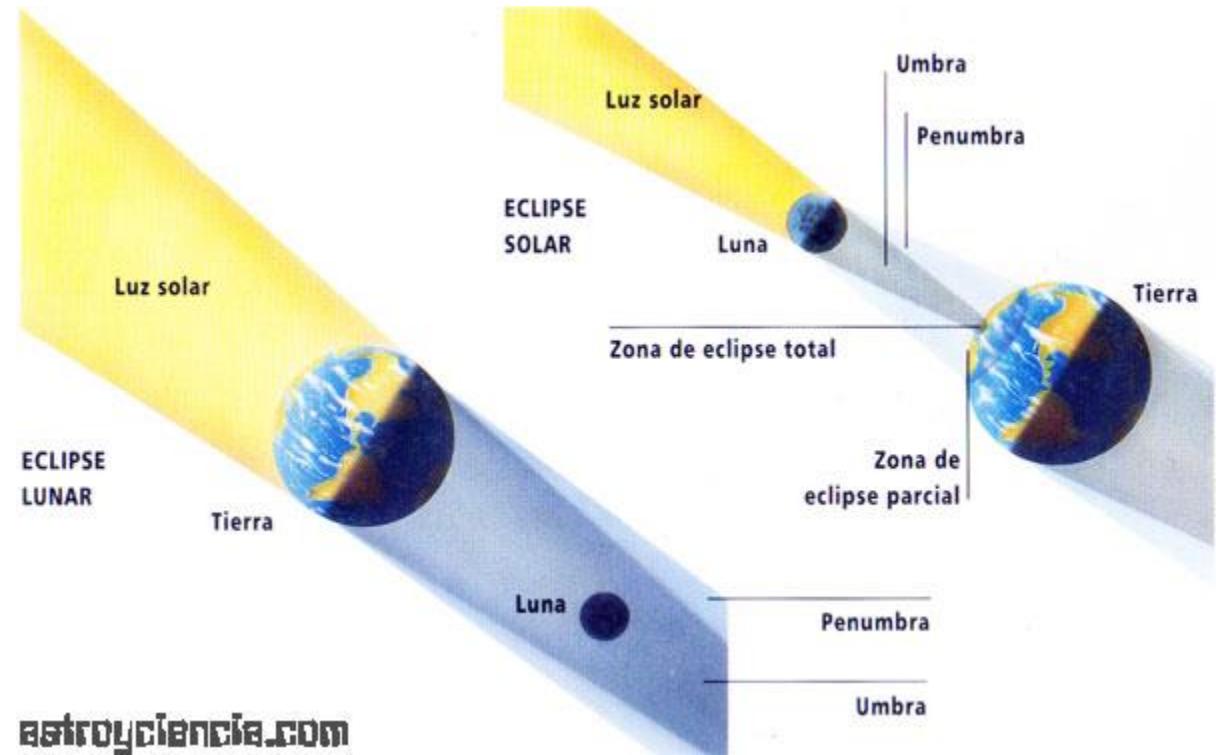
# Las Fuerzas y el Movimiento

## Sistema Sol-Tierra-Luna

### Las Fases de la luna



### Los eclipses



# Las Fuerzas y el Movimiento

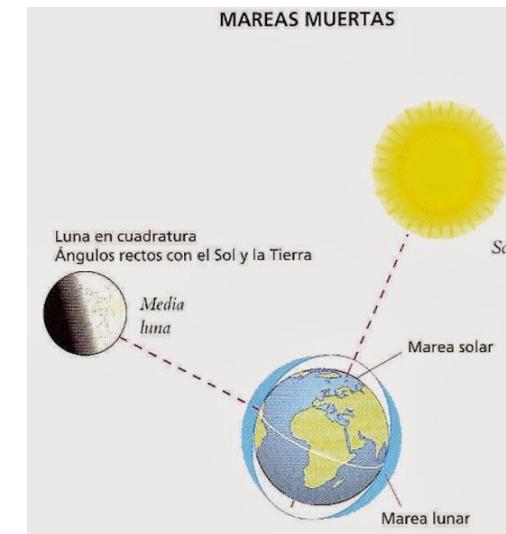
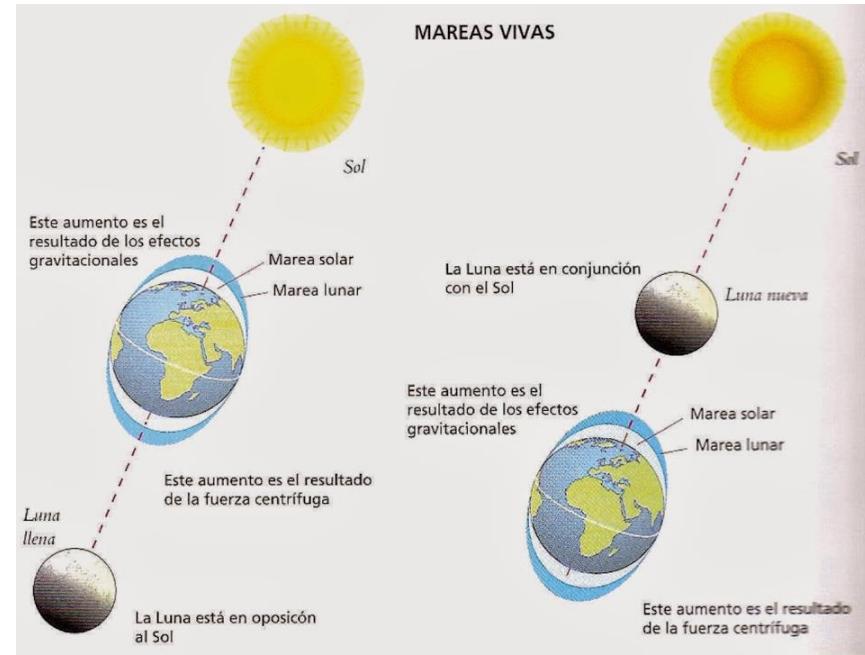
## Sistema Sol-Tierra-Luna

### Las Mareas

Al rotar la Tierra sobre sí misma y enfrentarse a la Luna, sufre la fuerza de la gravedad lunar. Así, la Luna atrae las masas cuando están cerca con más fuerza que cuando están lejos. Las grandes masas de agua (mares y océanos) sufren ese efecto y se ven más o menos atraídas.

El Sol, al igual que la Luna, también influye en las mareas, pero con menor intensidad. Así, cuando ambos efectos (los del Sol y la Luna) se suman, tenemos las **mareas vivas**. Por el contrario, cuando ambos efectos se restan, tenemos **mareas muertas** (depende de la fase lunar).

El efecto de las mareas vivas/muertas, se nota más cuando la Tierra está más cercana al Sol (perihelio).



# Las Fuerzas y el Movimiento

## El sistema solar

Es una zona de influencia (gravitatoria) ejercida por una estrella. En nuestro caso, la estrella es el Sol, que es muy masivo en relación al resto de planetas (99.8% del total).

El Sol emite luz y calor debido a las continuas reacciones de fusión nuclear que se producen en su interior. Está compuesto básicamente por la corona, la corteza y el núcleo.

Los planetas giran alrededor del sol, más o menos en el mismo plano, aunque hay excepciones y los satélites giran alrededor de los planetas.

Planetas interiores: Mercurio, Venus, Tierra y Marte (Telúricos o rocosos).

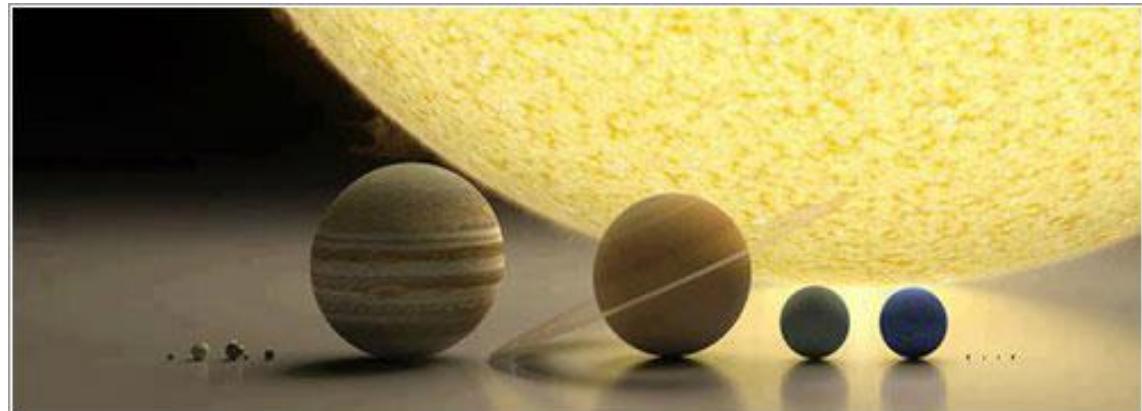
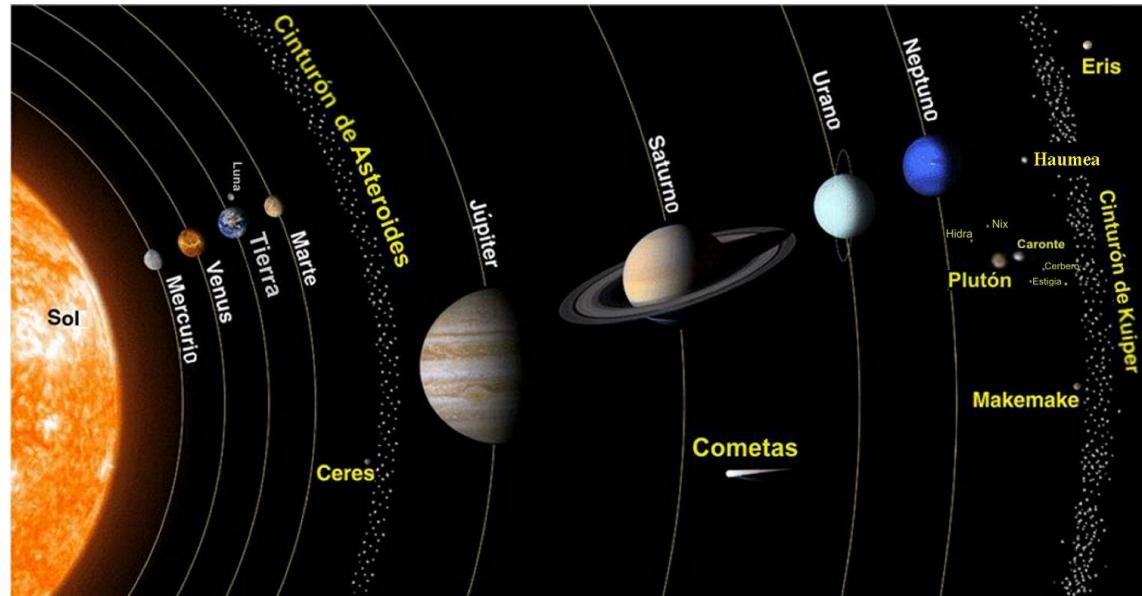
Planetas exteriores: Jupiter, Saturno, Urano y Neptuno (Jovianos o gaseosos).

Planetas enanos (planetoides): Plutón, Ceres,...

Cinturón de asteroides: Rocosos.

Anillos: Polvo y hielo.

Cometas: Mayormente agua. Tienen cola.



Sistema Solar a escala

# Las Fuerzas y el Movimiento

## Cuestiones

Calcula la velocidad lineal de un punto sobre la superficie de la tierra:  $R_T = 6370$  km.

Calcula el peso de una masa de 10 kg a 100 m de altura sobre la superficie de la tierra.

Calcula el peso de una masa de 10 kg en la superficie de Marte:  $R_M = 3390$  km,  $M_M = 6.4 \times 10^{23}$  kg.

Calcula la velocidad de traslación de Júpiter si el radio de giro (distancia Sol-Júpiter) es de 778.5 millones de km y el año de Júpiter equivale a 12 años terrestres.

# Las Fuerzas y el Movimiento

## Las máquinas simples

Las **máquinas simples** son dispositivos mecánicos que cambian la dirección o la magnitud de una fuerza.

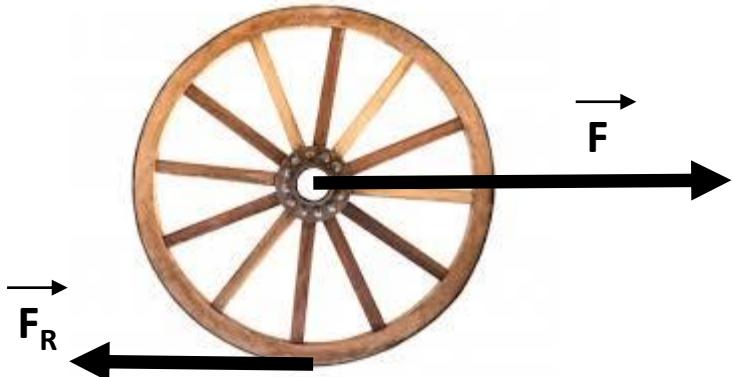
Por lo general, el término se refiere a las máquinas simples clásicas que fueron clasificadas y estudiadas por los científicos del Renacimiento.

### La rueda:

Es una máquina simple y un componente de las máquinas complejas.

Consiste en una pieza circular que gira en torno a un eje.

Permite disminuir la fuerza de rozamiento con el suelo (disminuye la superficie).



**Par de fuerzas** sobre un eje en diferente punto: giro.

Más distancia más par.

Cuanto mayor par, más fácil girar.



La rueda hace que disminuya la fuerza de rozamiento, haciendo más fácil transportar cargas.

# Las Fuerzas y el Movimiento

## Las máquinas simples

La polea: Una polea consiste en una rueda con un canal en su periferia por el que pasa una cuerda.

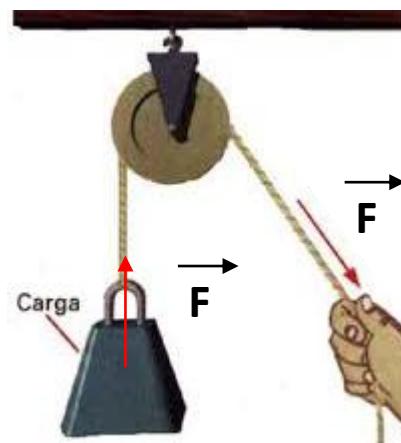
Se usa para elevar objetos pesados.

La polea cambia la dirección de en la que hay que aplicar la fuerza.

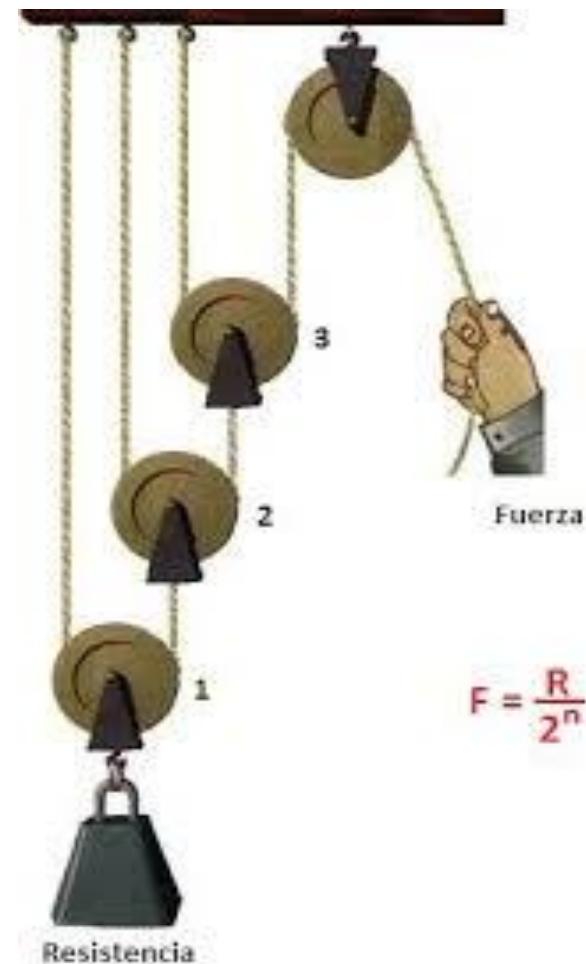
En los dos casos hay que hacer la misma fuerza, pero con la polea es más fácil ejercerla.



La polea permite cambiar la dirección de la fuerza.  
Hace que elevar objetos sea más cómodo.



Además, formando aparejos o **polipastos** de dos o más poleas es posible también aumentar la magnitud de la fuerza, a cambio de la reducción del desplazamiento producido.



# Las Fuerzas y el Movimiento

## Las máquinas simples

### El torno:

Es una máquina simple utilizada para mover en vertical grandes pesos.

Su configuración más sencilla consta de un cilindro, al que se fija una cuerda, atravesado longitudinalmente por un eje sujeto en sus extremos mediante dos argollas que permiten su giro en posición horizontal.

Al hacer rotar el cilindro sobre el eje mediante una manivela, se arrolla la cuerda a la que se ha atado el peso, haciéndolo subir.



Cuanto mayor sea el radio de la manivela y menor el del cilindro del torno, menor será la fuerza para izar la carga.

Efecto del **par** total de fuerzas: Fuerza sobre radio de giro grande + Fuerza sobre radio de giro pequeño

# Las Fuerzas y el Movimiento

## Las máquinas simples

### El tornillo:

Se trata de un elemento utilizado en la fijación

Está dotado de una caña roscada con rosca triangular.

Sobre él se ejerce una fuerza **de torsión** ejercida en su cabeza con una llave adecuada (destornillador) – Perpendicular al movimiento

Se enrosca en una rosca de la misma métrica)

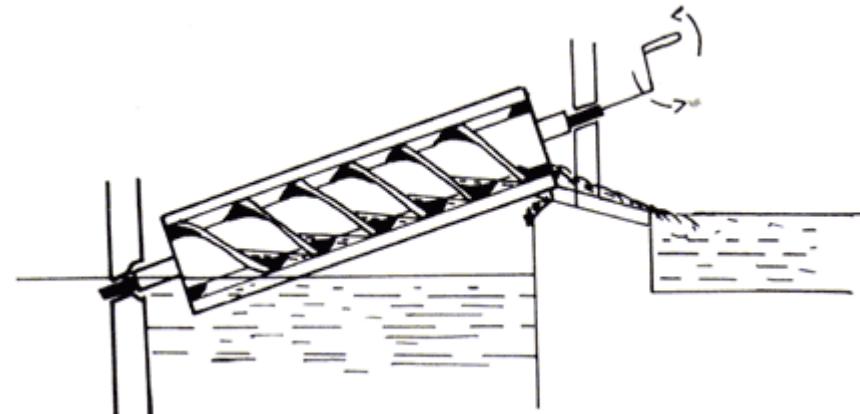


Tornillo con cabeza hexagonal y tuerca.

### Tornillo de Arquímedes:

El tornillo está fijo, y se mueve el fluido en la dirección Perpendicular a la fuerza (ejercida con una manivela).

Se empleaba para subir y trasladar líquidos.



# Las Fuerzas y el Movimiento

## Las máquinas simples

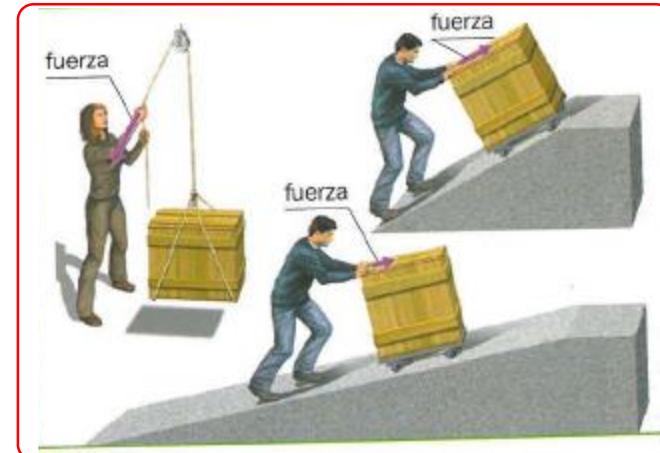
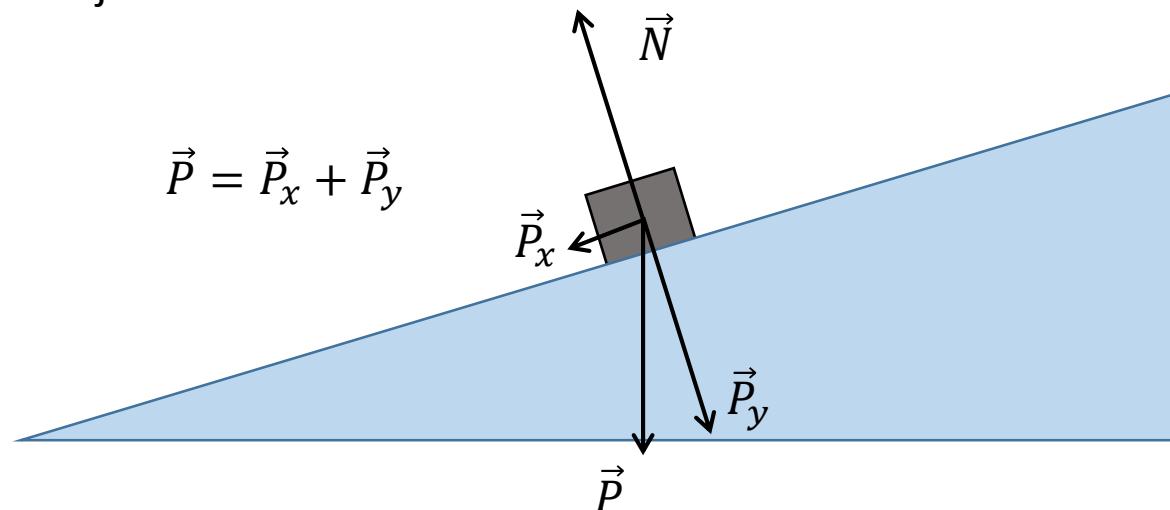
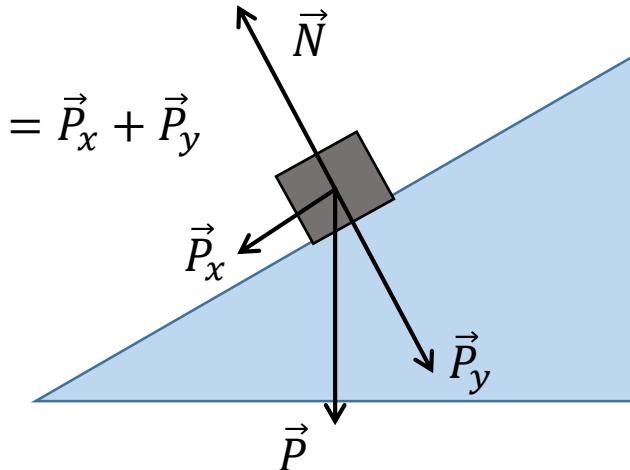
### El plano inclinado:

Es una rampa, o plano rígido a cierto ángulo sobre la horizontal.

La acción de la gravedad es reducida en la dirección del movimiento, lo que ayuda a subir el objeto (reduce la componente a lo largo del plano)

La componente perpendicular al plano la compensa la rigidez del plano (Fuerza normal)

Cuanto más largo, menor es la fuerza total para elevar el objeto.



El plano inclinado permite elevar un objeto con menos fuerza que la que se necesitaría con una polea. Cuanto menos inclinado sea el plano, menor es la fuerza que hay que emplear.

# Las Fuerzas y el Movimiento

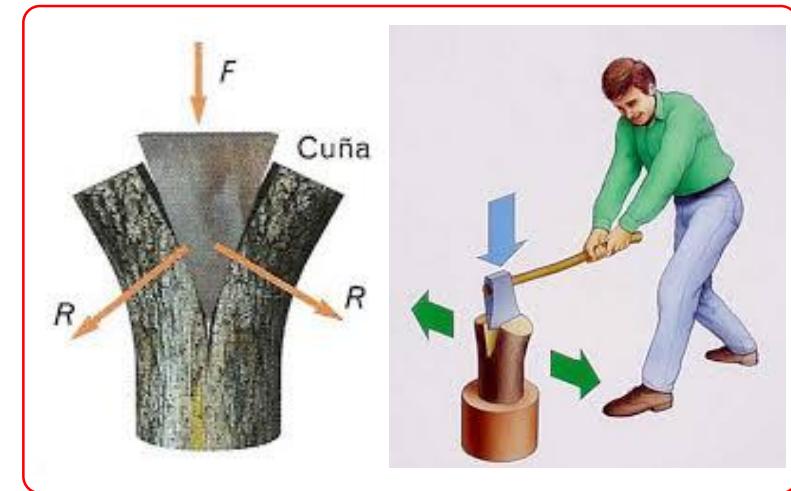
## Las máquinas simples

### La cuña:

Pieza de dura con forma de prisma triangular. Doble plano inclinado portátil.

Sirve para hender o dividir cuerpos sólidos, para ajustar o apretar uno con otro, para calzarlos o para llenar alguna raja o círculo.

El funcionamiento de las cuñas está relacionado con el plano inclinado.



La fuerza vertical descendente sobre la cuña produce una fuerza horizontal mucho mayor sobre el objeto.

Al moverse en la dirección de su extremo afilado, la cuña genera grandes fuerzas en sentido perpendicular a la dirección del movimiento.

Ejemplos cuña: hachas, cinceles y clavos. En general, cualquier herramienta afilada, como el cuchillo

# Las Fuerzas y el Movimiento

## Las máquinas simples

### La palanca:

Permite realizar una tarea empleando menos fuerza que sin ella.

La palanca más habitual es una barra rígida y necesita un punto de apoyo (fulcro).

Cada una de las partes que quedan a los lados del punto de apoyo se llama brazo.

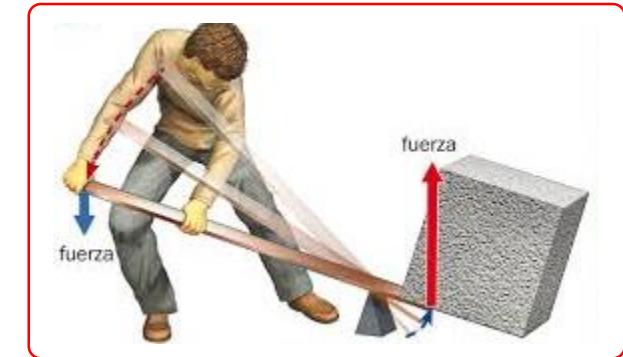
El brazo largo, sobre el que ejercemos la fuerza, hace un recorrido más largo que el brazo pequeño,

El brazo pequeño ejerce la fuerza sobre la carga.

La fuerza que ejerce el brazo corto es mucho mayor que la que aplicamos en el brazo más largo.

La acción del par de fuerzas permite mover un deslazamiento pequeño un peso grande con una fuerza pequeña que se mueve un desplazamiento grande.

$$\text{Fuerza} \cdot D = \text{Peso} \cdot d$$



El brazo más corto hace un recorrido menor que el largo y ejerce mucha más fuerza sobre el objeto.

# Las Fuerzas y el Movimiento

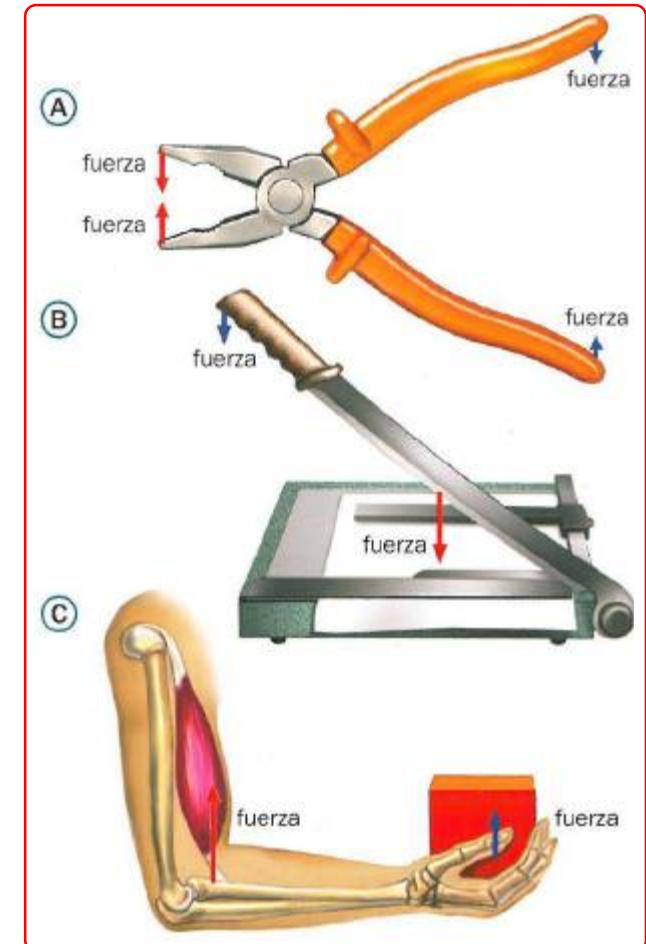
## Las máquinas simples

Tipos de palancas: Se pueden clasificar las palancas en función de las posiciones relativas del punto de apoyo, fuerza y resistencia:

A: Palancas de primer género: el punto de apoyo está entre la fuerza aplicada y la resistencia (alicate, tenazas).

B: Palancas de segundo género: el punto de apoyo está en un extremo y cerca de él se encuentra la resistencia (cascanueces, cizalla).

C: Palancas de tercer género: el punto de apoyo está en un extremo y cerca de él se encuentra la fuerza aplicada (nuestros brazos, algunas grúas).



Ejemplos de palancas de los tres géneros.

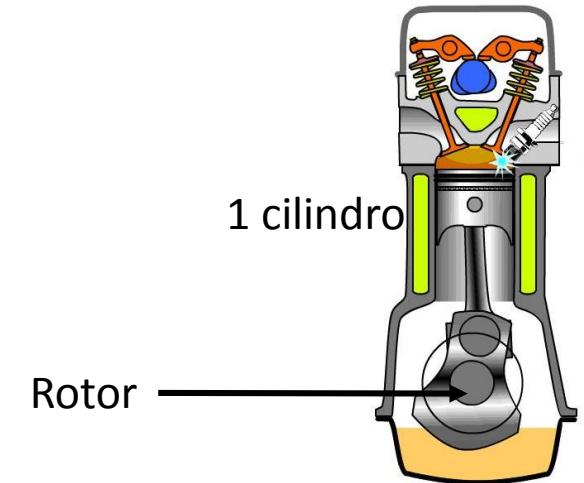
# Las Fuerzas y el Movimiento

## Máquinas no simples - El Motor

Un **MOTOR** hace girar un eje típicamente sujeto a una rueda.

Es un mecanismo que convierte cierta energía en movimiento de un eje.

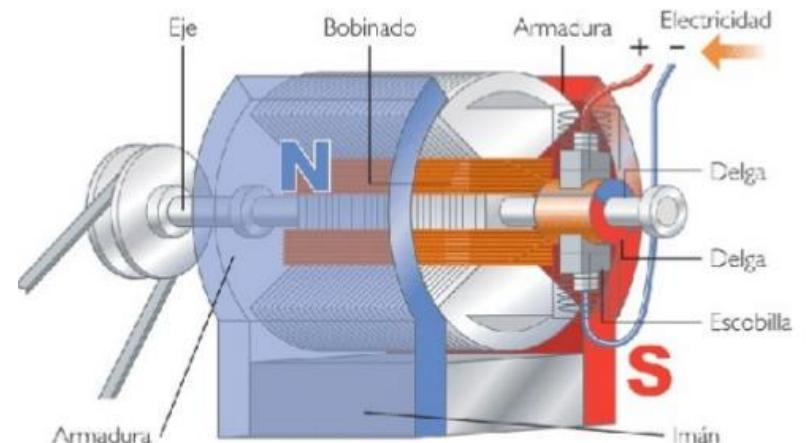
Se incorpora en máquinas complejas.



Cuanto mayor sea el par, es capaz de desarrollar más movimiento del eje de giro frente a resistencia.

Giro rápido vs **giro fuerte**

Eléctrico, de combustible (explosión, diésel), máquina de vapor,...



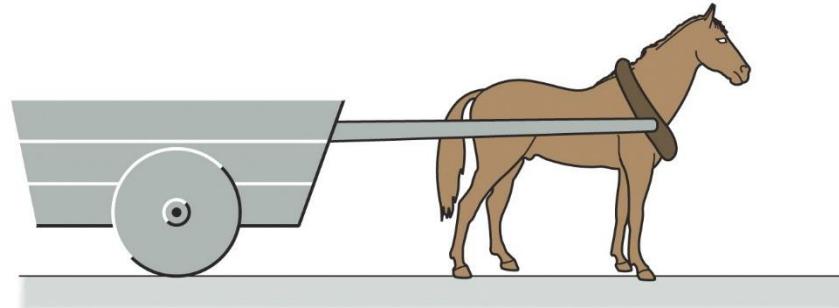
# Las Fuerzas y el Movimiento

## Cuestiones

¿Por qué los patines tienen ruedas?

Indica si el siguiente enunciado es correcto, explicando por qué: “La polea permite elevar objetos pesados con menor fuerza que si se hiciera sin ella.”

Copia el dibujo e indica las fuerzas que actúan sobre el carro y sobre el caballo.



# Las Fuerzas y el Movimiento

## Cuestiones

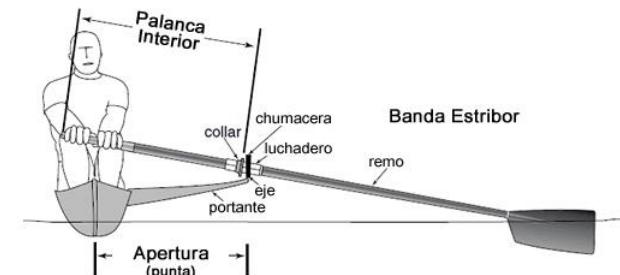
Enumera las máquinas simples que has visto en esta unidad y explica cuál es su utilidad.

Imagina que vas en un tren que se mueve a velocidad constante, con una pelota en la mano. Si lanzas la pelota hacia arriba, ¿te volverá a caer en la mano? Razona la respuesta.

Cuando vamos en un coche y gira rápidamente en una curva, nos aplastamos contra la puerta o la persona que va junto a nosotros. Explica por qué.

La distancia entre Santander y Tenerife es de unos 2000 km. Cuando Javier fue de vacaciones, el avión tardó dos horas y media desde que despegó en Santander hasta que aterrizó en Tenerife. ¿A qué velocidad hizo el avión el viaje?

El remo es una palanca. ¿De qué género es? ¿Cómo funciona?



# Las Fuerzas y el Movimiento

## Cuestiones



Se dispone de una tabla de madera de 45 centímetros de longitud, con marcas en su punto medio y cada 10 centímetros. En la tabla, hay pegados unos vasos de plástico a la altura de las marcas, sujetos con chinchetas y marcados con números. Bajo la marca central, hay colocado un boli redondo, que actúa como punto de apoyo, tal y como puede verse en la figura. La palanca está inicialmente equilibrada.

- a) Si se colocan 2 canicas iguales en el vaso 2, ¿cuántas canicas se deberán colocar en el vaso 3 para que se equilibre la palanca? ¿Y cuántas en el 4?
  
- b) Si se colocan 2 canicas en el vaso 1, ¿cuántas canicas se deberán colocar en el vaso 3 para que se equilibre la palanca? ¿Y cuántas en el 4?
  
- c) Si se coloca 1 canica en el vaso 1 y 2 en el vaso 2, ¿cuántas canicas se deberán colocar en el vaso 3 para que se equilibre la palanca? ¿Y cuántas en el 4?