

# LEYES DE LA DINÁMICA

## Introducción.



¿Se requiere una fuerza para que exista movimiento? ¿Qué o quién mueve a los planetas en sus órbitas? Estas preguntas, que durante años se hizo el hombre, fueron contestadas correctamente por Newton hacia el año 1700. En términos históricos, hace muy poco tiempo.

Utilizando las Leyes de la Dinámica y las Leyes de Kepler dedujo también las leyes de la Gravitación.

Desde Newton sabemos que una fuerza resultante neta (no neutralizada por otras) actuando sobre un cuerpo (una masa) produce siempre una aceleración.

Si una fuerza actúa sobre un objeto en reposo y lo acelera hasta que alcanza una velocidad dada, aunque deje de actuar y sobre el cuerpo no actúe ninguna otra fuerza (por supuesto tampoco la de rozamiento), el cuerpo se moverá indefinidamente con esa velocidad.

Aristóteles se equivocaba al afirmar que los cuerpos necesitaban una fuerza para moverse (aunque fuera uniformemente). Él observaba que una carreta para moverse con velocidad constante necesitaba la fuerza de los bueyes y esta fuerza no la hacía acelerar. Pero Aristóteles no tenía en cuenta las fuerzas de rozamiento que neutralizaban la fuerza de arrastre de los bueyes, excepto en los pequeños tirones.

Las cuestiones relativas a las fuerzas y el movimiento las estudia la rama de la Física llamada **Dinámica**.

**Lee los temas de 4º ESO relacionados: Estática, Momento lineal y Campo gravitatorio.**

## Objetivos

Pretendemos que al finalizar el estudio del tema seas capaz de:

- Saber cómo se originan y representan las fuerzas y cómo se suman y se restan.
- Comprender que las fuerzas se originan en las interacciones y cuántas surgen en cada una.
- Conocer las Leyes de Newton.
- Conocer la importancia que tuvieron en el origen y prestigio de la Física y también como columna vertebral de la Mecánica.
- Resolver ejercicios de aplicación de las Leyes de Newton.
- 

## Representación de las fuerzas

Las fuerzas se representan por medio de vectores. Un vector es un segmento orientado.

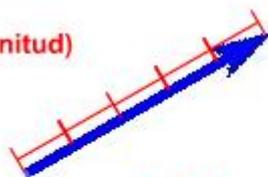
### La Fuerza



Para medir la masa sólo necesitamos conocer su valor (un número ) y sus unidades: 3 kg

Pero **para medir la fuerza** necesitamos conocer, además de su valor y sus unidades, dónde se aplica y en que dirección se aplica.

Valor de la fuerza (magnitud)

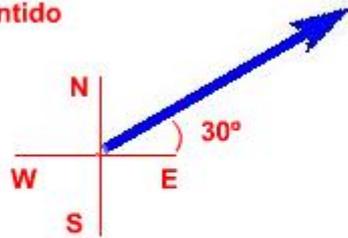


$F = 5 \text{ N}$



1 N

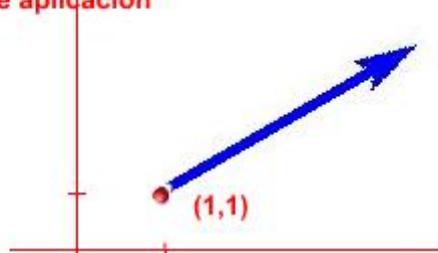
### Dirección y sentido



La fuerza tiene **dirección noreste** formando un ángulo de 30° con la dirección este.

El **sentido** se indica por la punta de la flecha.

### Punto de aplicación



Siempre es necesario un sistema de referencia.

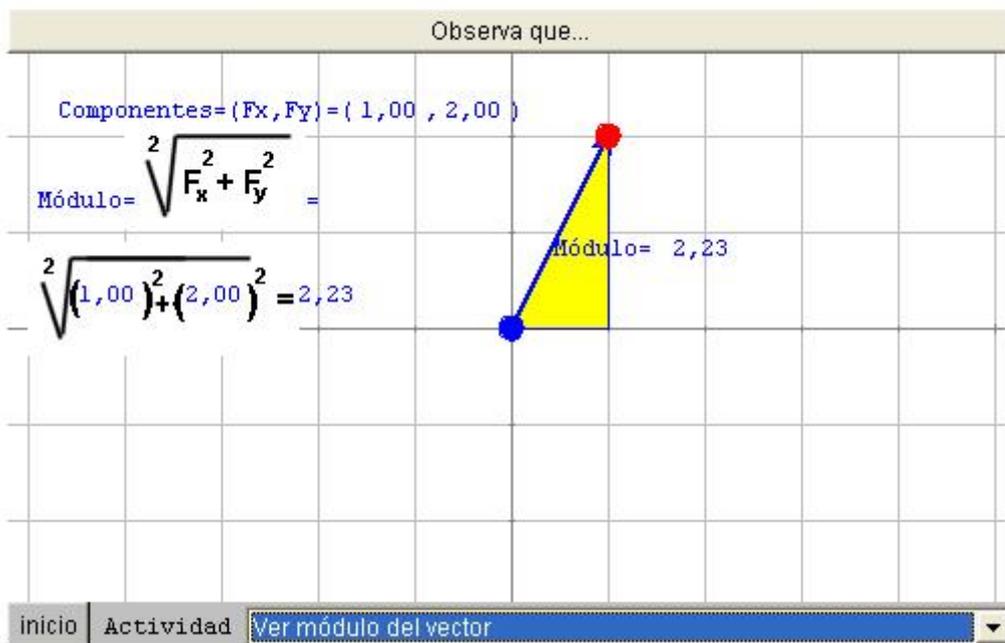
Al aplicar una fuerza debemos indicar dónde se aplica (las **asas** de las maletas son puntos de aplicación, están pensadas para aplicar la fuerza en ellas).

En este ejemplo el punto de aplicación es el (1,1)

Las fuerzas también se representan por la suma de sus componentes :

$$F_x = F \cdot \cos \alpha$$

$$F_y = F \cdot \sin \alpha$$

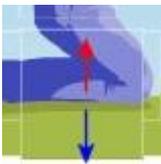


**Observa que...** puedes variar la posición y el origen del vector con lo que variarás el módulo y la dirección. Realiza las actividades seleccionando en la caja de texto inferior.

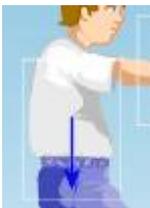
### ¿Cómo se originan las fuerzas?

Una interacción entre dos objetos produce dos fuerzas iguales y opuestas, aplicadas una en cada objeto.

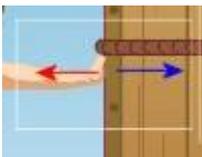
Las interacciones pueden ser **Interacción a distancia** como la electromagnética o por contacto, como las originadas en un choque.



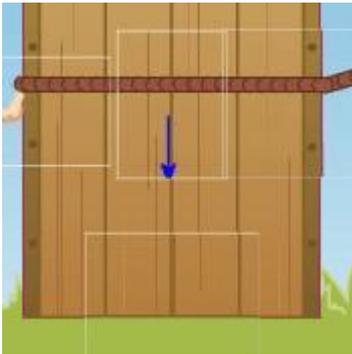
El suelo empuja al muchacho y el muchacho empuja al suelo. Las dos fuerzas son iguales, opuestas y aplicadas cada una en uno de los cuerpos de la interacción



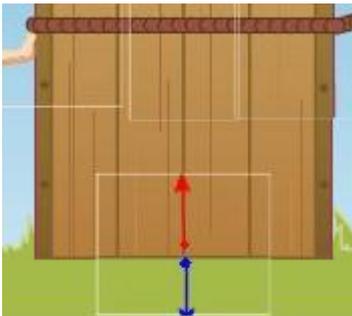
El peso del muchacho se aplica en su centro de gravedad y es la fuerza que surge de la interacción muchacho con la Tierra. La fuerza opuesta al peso está aplicada en el centro de la Tierra. La suma de las fuerzas verticales sobre el muchacho es cero: el peso se iguala con el empuje del suelo sobre él.



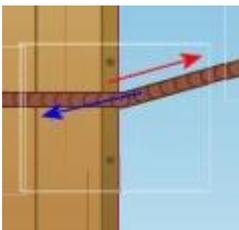
Al empujar aparecen dos fuerzas iguales y opuestas una aplicada sobre la mano y otra sobre la caja



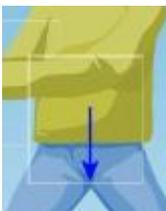
La tierra tira de la caja con una fuerza llamada peso aplicada en su centro de gravedad y dirigida hacia el centro de la Tierra.  
El peso es la suma de las fuerzas con las que la tierra tira de los átomos que componen la caja.



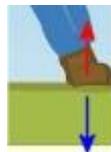
El suelo empuja la caja con una fuerza aplicada a la caja que es igual al peso de esta.  
La caja empuja al suelo con la misma fuerza que su peso.  
La fuerza vertical resultante sobre la caja será cero, porque el peso de la caja lo anula la fuerza de reacción del suelo sobre la caja.



Al tirar aparecen dos fuerzas iguales y opuestas una aplicada sobre la cuerda y otra sobre la caja.

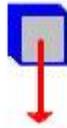


El peso del muchacho se aplica en su centro de gravedad y es la fuerza que surge de la interacción muchacho con la Tierra.  
La fuerza opuesta al peso está aplicada en el centro de la Tierra.  
La suma de las fuerzas verticales sobre el muchacho es cero: el peso se iguala con el empuje del suelo sobre él.



El suelo empuja al pie del muchacho y el pie del muchacho empuja al suelo.  
Las dos fuerzas son iguales, opuestas y aplicadas cada una en uno de los cuerpos de la interacción.

## Interacción a distancia



### Fuerzas a distancia (atracción gravitatoria)

La masa es la cualidad de la materia que crea una **interacción** entre los cuerpos.

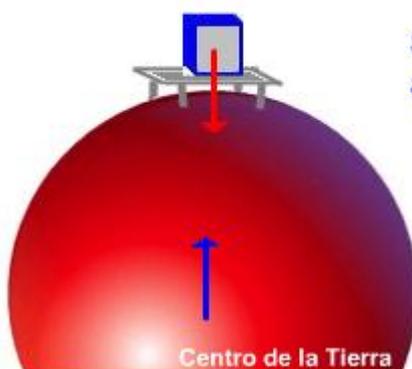
Toda **interacción** da lugar a **2 fuerzas**.

La Tierra atrae a todos los cuerpos que la rodean y estos también atraen a la Tierra.



Las fuerzas que crean una interacción son iguales y de sentido contrario.

Sobre cada cuerpo que interactúa aparece una de las fuerzas.

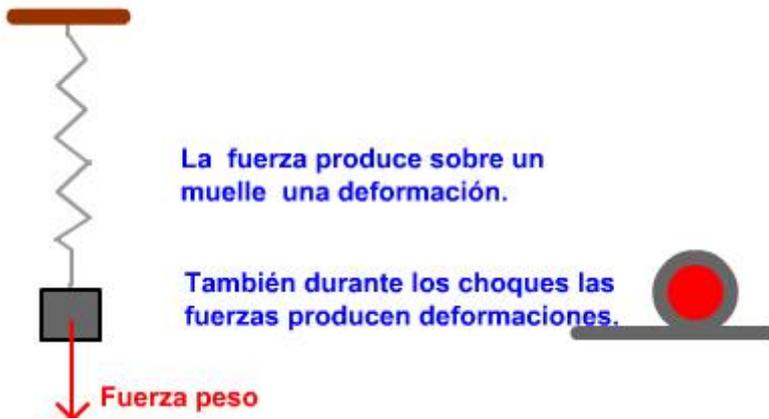


## Efectos de la fuerza aplicada a un objeto

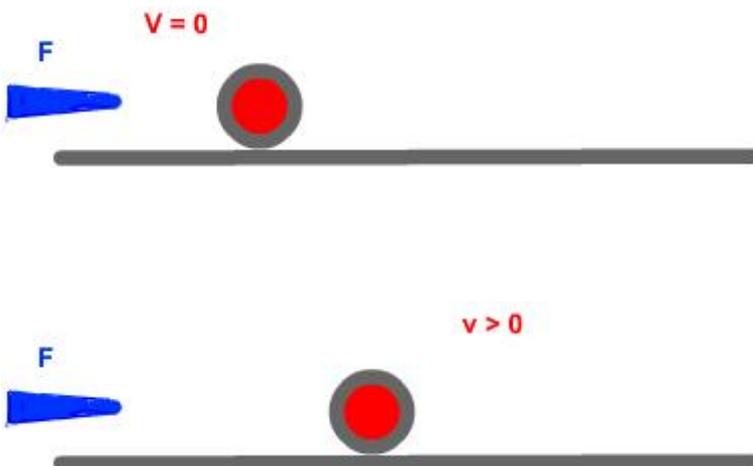
¿Qué efectos produce una fuerza ?

- Deformación
- Variación del valor de la velocidad
- Variación de la dirección de la velocidad

### Deformación



### Variación del valor de la velocidad



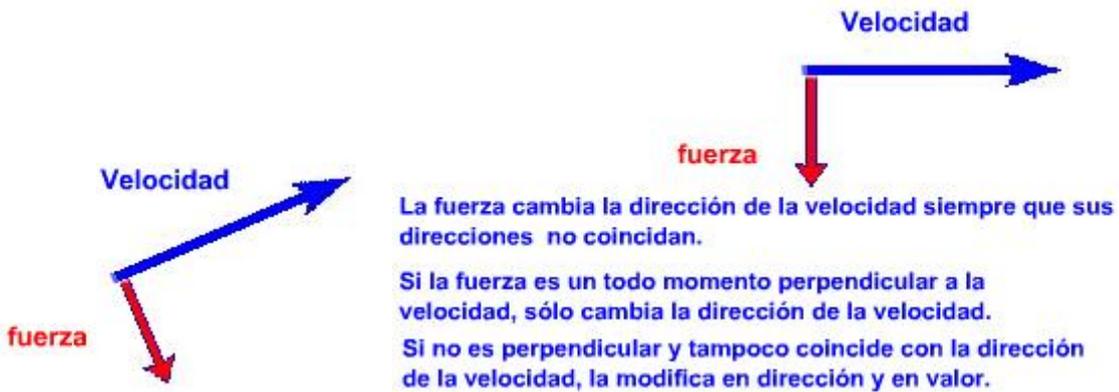
La fuerza produjo en la bola parada una aceleración que pasó su velocidad de 0 a "v"



Una bola que no roce con el suelo se mueve con la velocidad "v" (la que tenga al dejar de actuar la fuerza)

Si la bola se moviera en una dirección y la fuerza se aplicara en esa misma dirección y sentido, su velocidad aumentaría

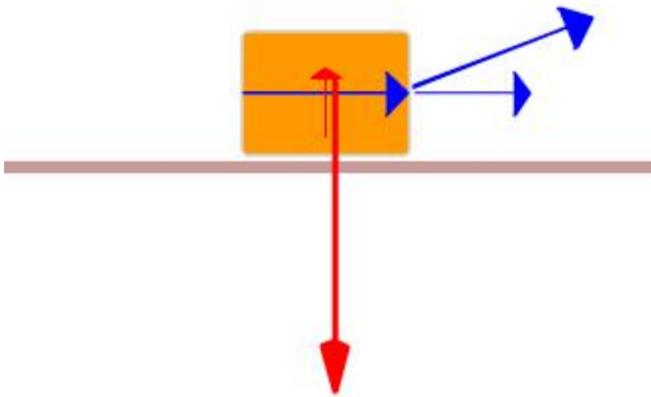
### Variación de la dirección de la velocidad



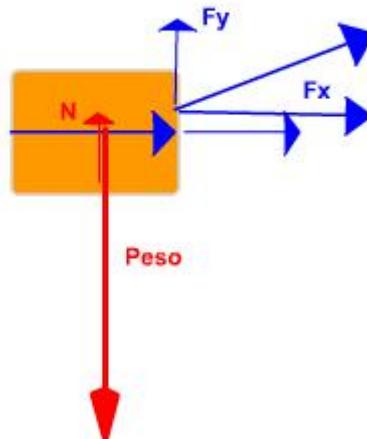
La fuerza cambió la dirección de la velocidad y su valor

## Suma de fuerzas

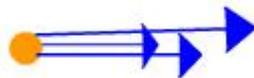
Para hallar la resultante de varias fuerzas que actúan sobre un objeto no se pueden sumar directamente sus módulos: deben sumarse como vectores.



La componente  $F_y$  de la fuerza y la reacción normal  $-N$  del suelo neutralizan el peso y por lo tanto en el eje vertical se anulan las fuerzas: (Suma  $F_y = 0$ )



Se desprecia la fuerza de rozamiento que surge al deslizarse la caja.



Para idealizar el problema hemos reducido la caja a un simple punto sobre el que actúan las fuerzas.

Esto nos permite simplificar el problema:  
suponer que todas las fuerzas son concurrentes en ese punto...  
y evitar estudiar posibles rotaciones de la caja.



La suma de las fuerzas conduce a poder representar sus efectos por una única fuerza que se llama fuerza resultante.



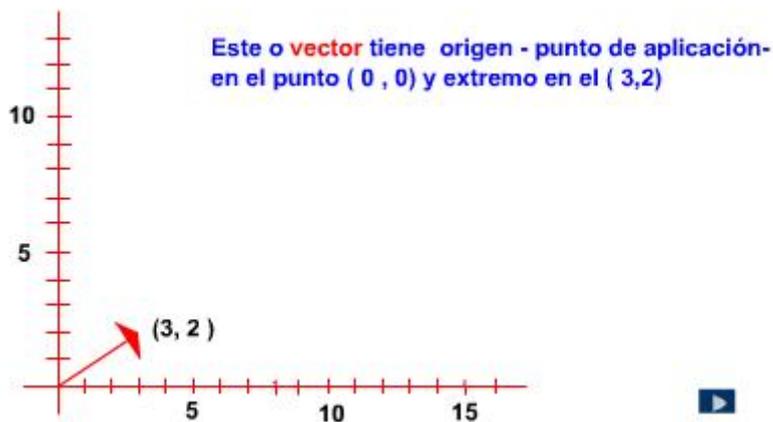
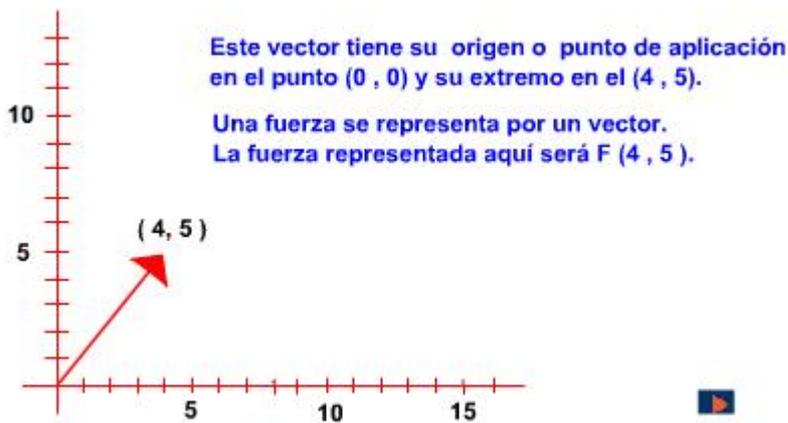
Las idealizaciones nos han permitido simplificar el problema.

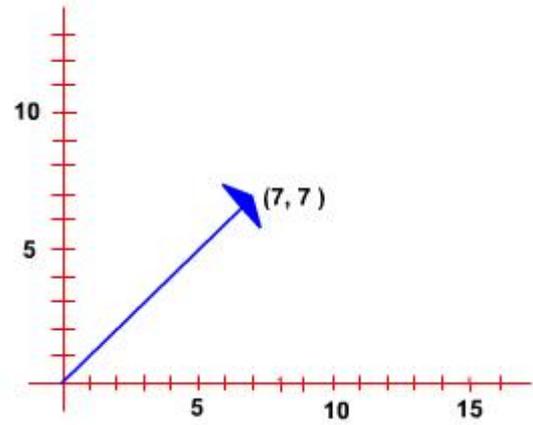
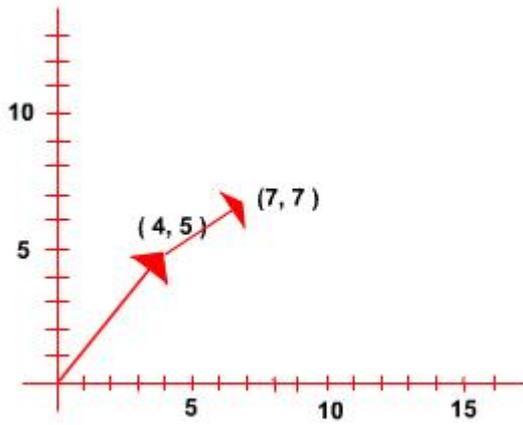
Ahora el problema se reduce a estudiar el efecto de una fuerza sobre un punto en el que se concentra toda la masa del cuerpo.

Ese punto (la caja) se moverá en la dirección y sentido de la fuerza con una aceleración.

### Expresión matemática de la suma de fuerzas

Realiza ejercicios de suma y resta de vectores.





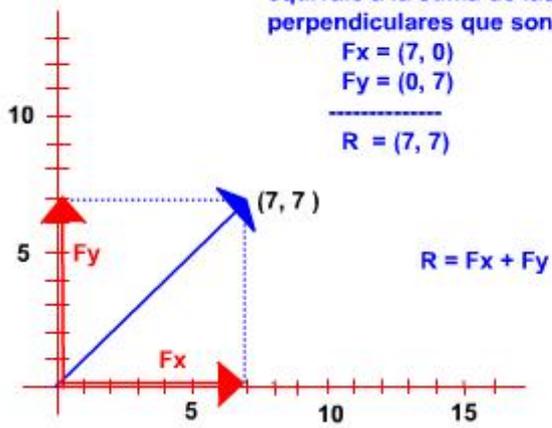
La fuerza resultante es  $R (7, 7)$  y equivale a la suma de las dos fuerzas perpendiculares que son sus componentes.

$$F_x = (7, 0)$$

$$F_y = (0, 7)$$

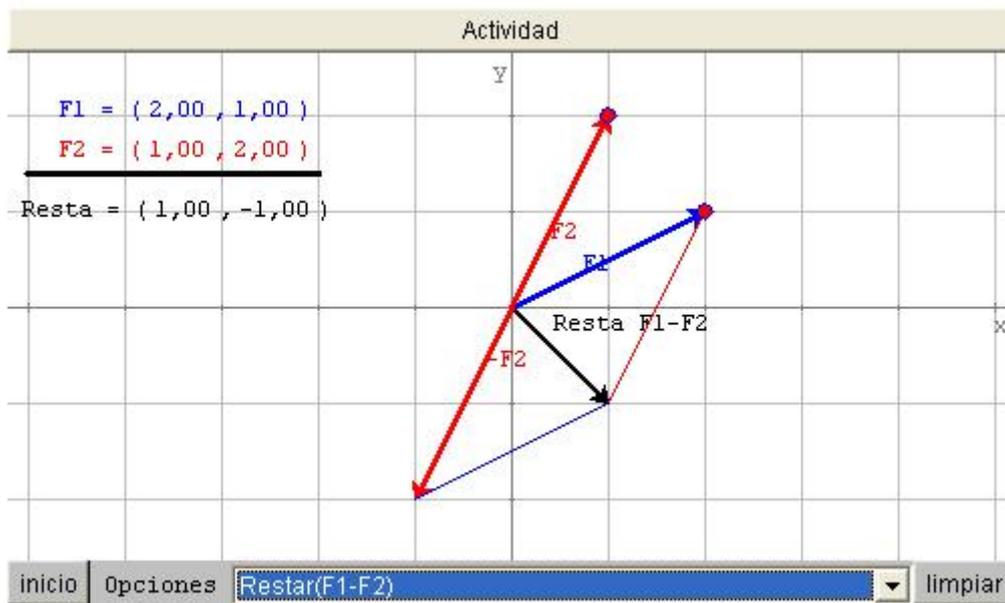
---


$$R = (7, 7)$$



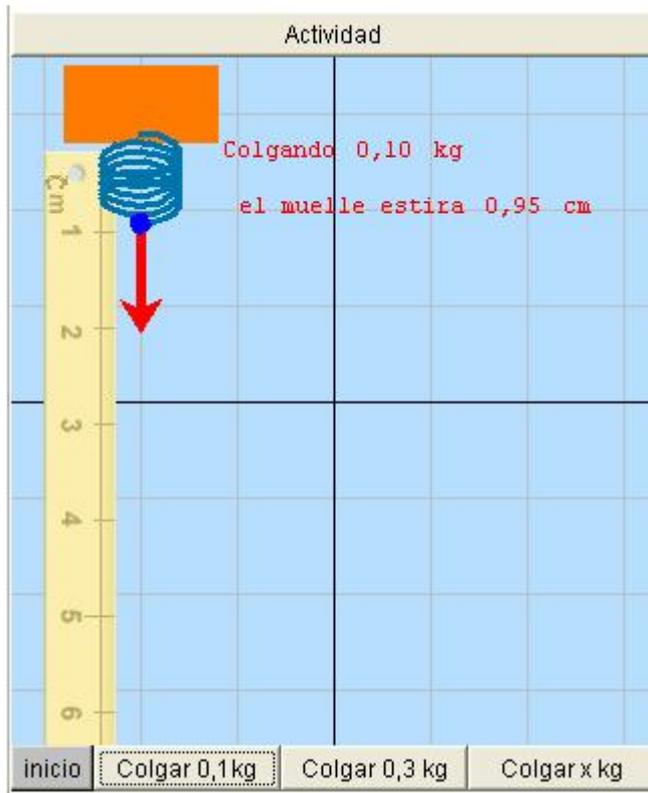
## Escena para dibujar vectores y practicar sumas y restas

Realiza ejercicios con esta escena construyendo con el puntero nuevos vectores.



**Actividad:** Mueve con el puntero del ratón los extremos de los vectores para construir otros nuevos. Selecciona en el cuadro inferior la opción de sumarlos o de restarlos.

## El dinamómetro se usa para medir fuerzas



Construimos los dinamómetros utilizando la propiedad que tienen los muelles de estirarse una distancia proporcional a la fuerza que se les aplica. Medimos las fuerzas a partir de la medida de las elongaciones (distancias).

Primero calibramos el dinamómetro: colgamos varias pesas conocidas y marcamos los alargamientos.

Si un kg, que pesa 9,8 N, lo estira 10 cm, dos kg lo estiran 20 cm, y una masa desconocida que lo estire 15 cm tendrá una masa de 1,5 kg (pesará  $1,5 \cdot 9,8$  N).

Por eso los dinamómetros están formados por un muelle y una escala que lleva marcadas las distancias hasta donde se estiró al colgarle pesos conocidos.

**Actividad:** Calibrado de un muelle.

Colgamos dos masas conocidas del extremo de un muelle y vemos lo que se alarga con ellas. Deducimos lo que se alarga con 100 g.

Ahora ya podemos saber a partir de la medida de longitud el peso y la masa de un cuerpo con sólo colgarlo del muelle.

¿Qué masa tendrá el cuerpo al que llamamos x?

## 1ª Ley de Newton: Ley de la Inercia.

En ausencia de fuerzas externas un cuerpo permanece en reposo si su velocidad inicial es cero y se mueve con movimiento uniforme, con velocidad constante, si tiene velocidad inicial en el momento que observamos la ausencia de fuerzas.

La **inercia** expresa la tendencia de un cuerpo a mantenerse en el estado en que está. Si está en reposo y no actúan fuerzas sobre él, continúa en reposo.

$$\Sigma F = 0 \quad V_i = 0$$



Reposo

Si no actúan fuerzas pero estaba en movimiento, continúa con movimiento uniforme.  
Observa que la velocidad no cambia ni de valor, ni de dirección, ni de sentido.



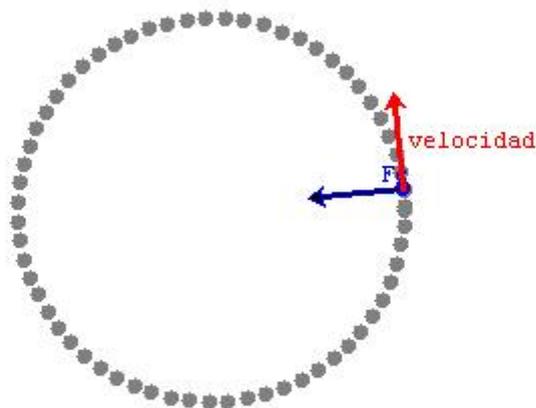
$$V_i > 0$$

Suma de fuerzas igual a cero

### 1ª Ley de Newton: animación interactiva

El cuerpo está atrapado en un movimiento circular porque una fuerza tira de él hacia el centro. ¿Qué pasará si suprimimos la fuerza?

Observa y piensa

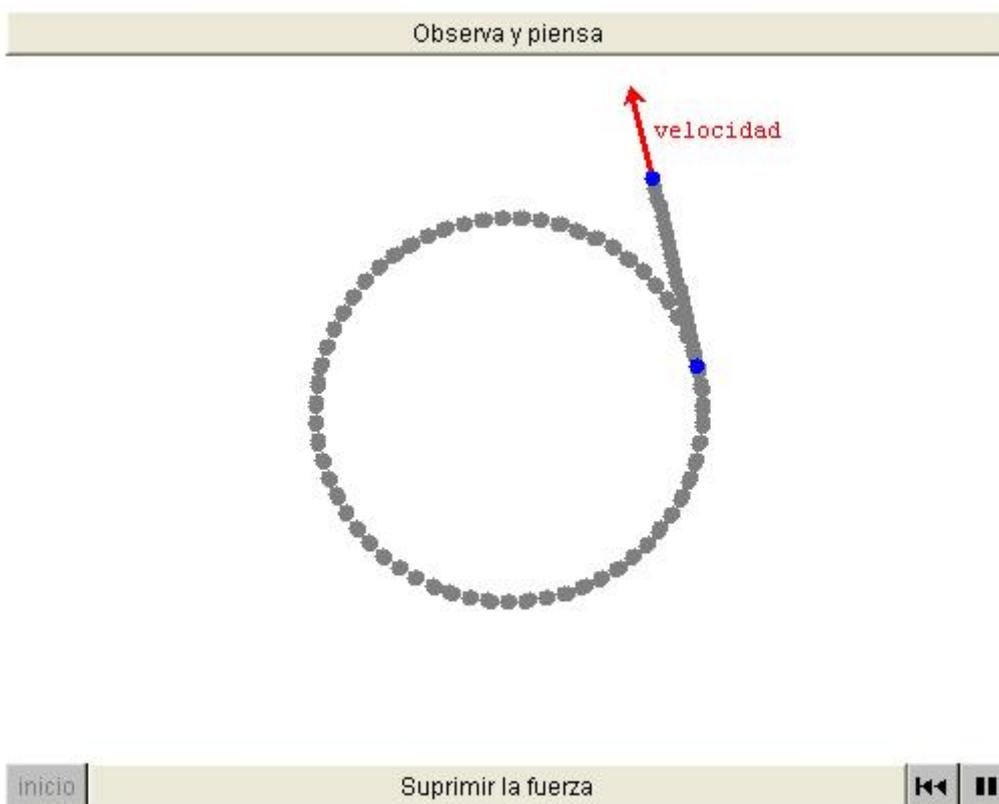


inicio  

**Observa y piensa:** Observa que al actuar una fuerza central constante la trayectoria se curva.

¿Qué ocurre al desaparecer la fuerza?

¿Se moverá el cuerpo con la velocidad y dirección que tiene en ese instante?



### 2ª Ley de Newton: $F = m \cdot a$

Es fácil deducir que aplicando suficiente fuerza se produce un movimiento. Pero hasta el siglo XVII no se comprendió el tipo de movimiento que origina una fuerza.

**Newton** define magnitudes, establece fórmulas y deja claro que si hay una fuerza resultante distinta de cero el cuerpo se mueve y su velocidad va aumentando mientras la fuerza se mantenga aplicada. Cuanto más tiempo actúe, más se incrementa la velocidad.

La aplicación de las fuerzas se estudia bajo dos puntos de vista:

Estudiando el tiempo que está aplicada ( $F \cdot t = \text{Impulso}$ )

Midiendo el camino que recorre el objeto mientras se aplica ( $F \cdot x = \text{Trabajo}$ )

El producto de la fuerza por el tiempo que actúa se llama IMPULSO y su valor es igual al producto de la masa por el incremento de velocidad que se produjo.

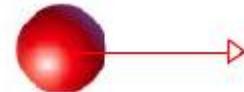
A partir de aquí se deduce la **2ª Ley de Newton:  $F = m \cdot a$**



t = 1 s ; V = 2 m/s



t = 2 s ; V = 4 m/s



$$F = M \cdot a$$

$$F \cdot t = M \cdot \Delta v$$

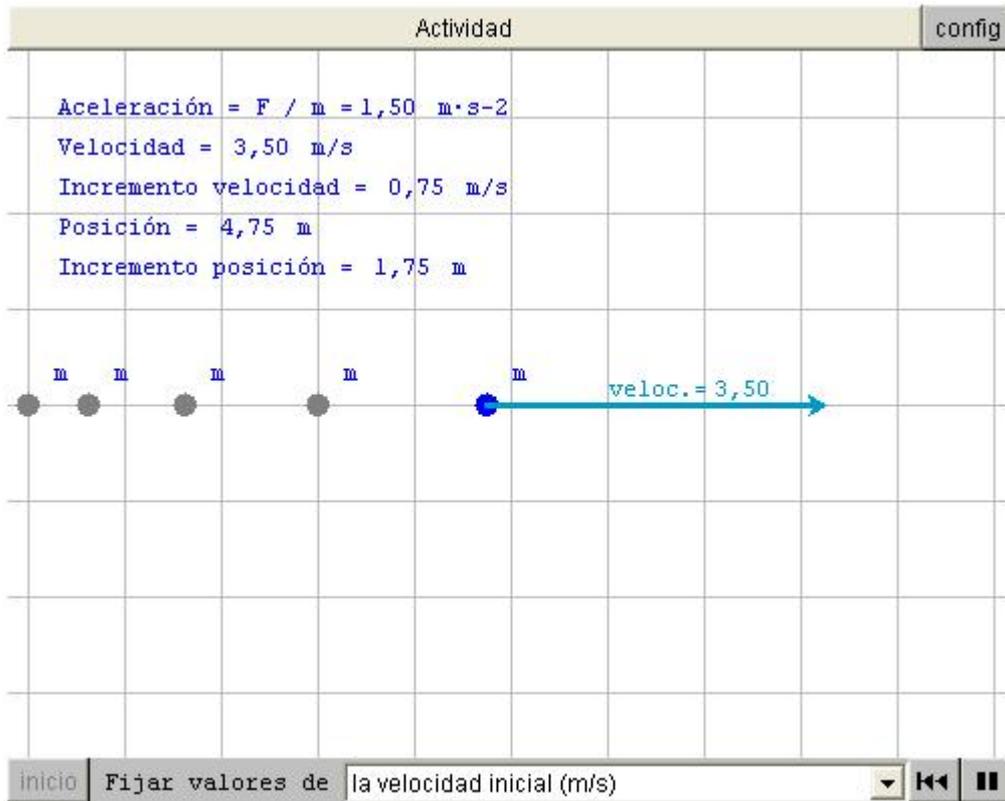
**Impulso igual a masa por incremento de velocidad**

Observa que la fuerza permanece aplicada en todo momento. ¿Se mueve siempre con la misma velocidad? ¿Cuál es el incremento de "v" en cada segundo? ¿Cuánto vale por tanto la aceleración? ¿Cuánto vale la fuerza aplicada?

La **masa** es la constante de proporcionalidad entre la fuerza y la aceleración que le produce

## 2ª Ley de Newton: animación 1

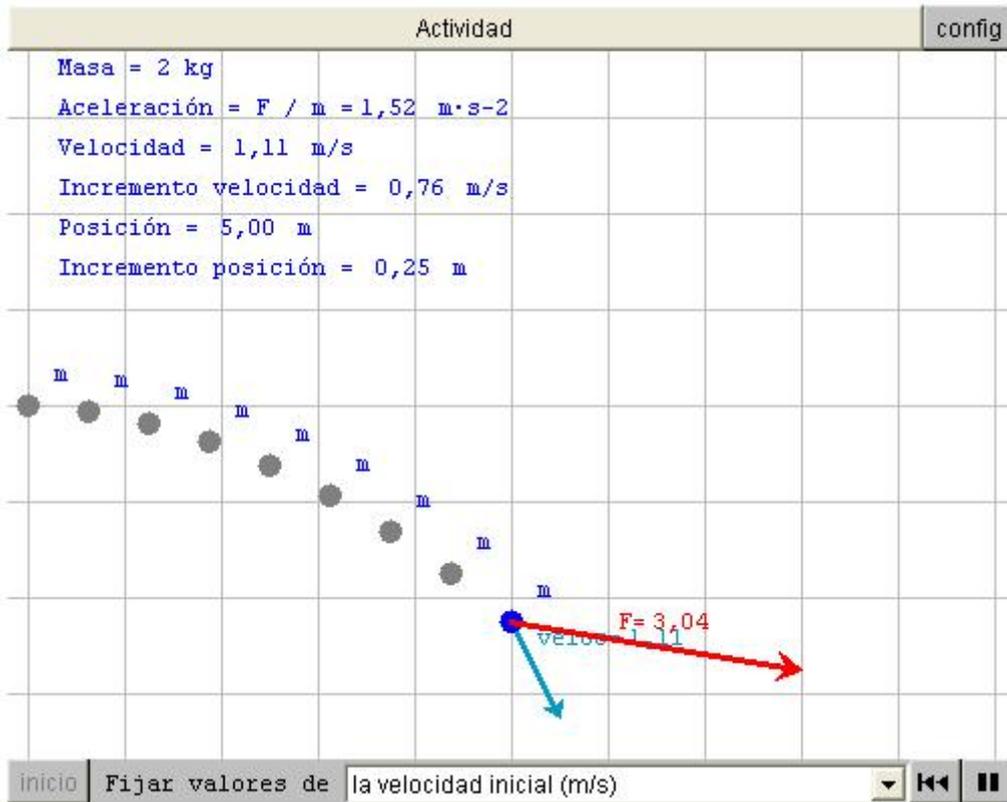
Si la dirección de la fuerza coincide con la de la velocidad, actuará variando el valor de la velocidad pero no cambiará su dirección.



Actividad:

## 2ª Ley de Newton: animación 2

Si la dirección de la fuerza no coincide con la de la velocidad inicial, actuará para variar el valor de la velocidad y también cambiará su dirección.



**Actividad:** Fija los valores de la velocidad inicial.

Para estudiar los efectos de la fuerza la descomponemos en dos, una aplicada en la dirección de la velocidad y otra perpendicular a ella. La componente perpendicular cambia la dirección de la velocidad y la otra cambia el valor de la velocidad.

Cambia la orientación de la fuerza respecto a la velocidad y observa cómo la curva más y cómo aumenta más su valor.

## El Newton es la unidad de fuerza

Aunque se usan diferentes unidades por países y ámbitos (dina, Kp, etc), la unidad recomendada es la del Sistema Internacional de Unidades: el Newton.

Se define como la fuerza que aplicada durante un segundo a una masa de 1 kg incrementa su velocidad en 1 m/s.

Es una definición obtenida de la aplicación de la 2ª Ley de Newton: Fuerza que aplicada a una masa de 1kg le comunica una aceleración de  $1 \text{ ms}^{-2}$

$$F = M \cdot a ; 1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$F = M \cdot a$$

$$F \cdot t = M \cdot \Delta v$$

$$F = M \cdot \frac{\Delta v}{t}$$

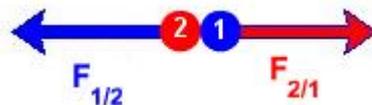
Es importante que distingas la masa del peso. La masa es una propiedad de la materia que expresa la forma en que un objeto se comporta frente a la fuerza (refleja su inercia)  $m = F/a$ . El peso es la fuerza de interacción entre la Tierra y un objeto (refleja la atracción entre masas).

### 3ª Ley de Newton: Ley de acción y reacción

Cuando dos partículas interactúan, la fuerza  $F$  que la primera ejerce sobre la segunda, es igual y opuesta a la fuerza  $F$  que la segunda ejerce sobre la primera, estando ambas sobre la recta que une las partículas. El proceso es simultáneo. Las fuerzas existen mientras dura la interacción.



Se escribe  $F_{1/2}$  para indicar la fuerza que el cuerpo 1 ejerce sobre el 2 y  $F_{2/1}$  para indicar la fuerza que el cuerpo 2 ejerce sobre el 1. Son iguales y opuestas. Están aplicadas en distinto cuerpo (de estar aplicadas las dos en el mismo se anularían).



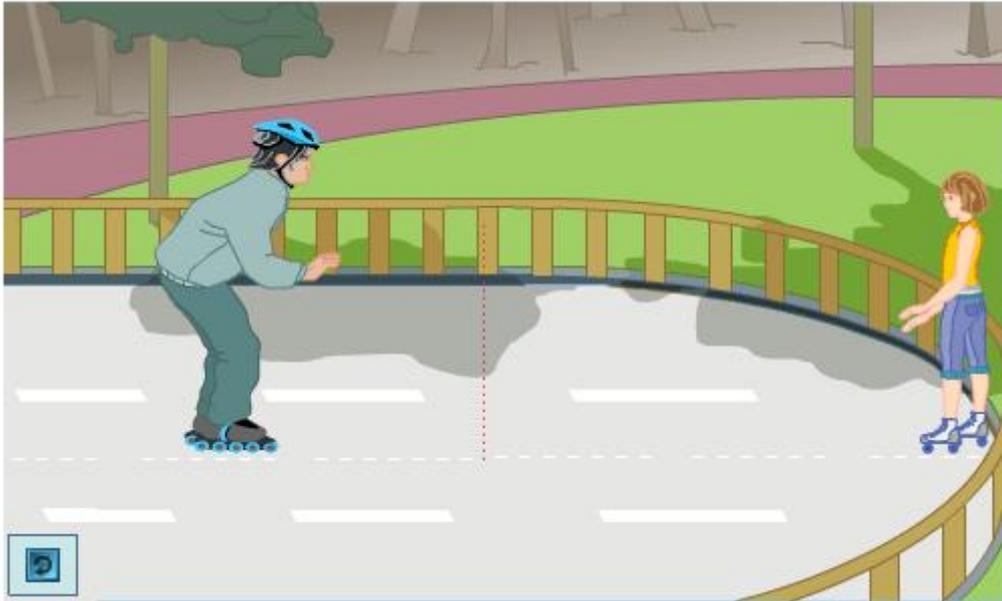
En los choques se producen múltiples situaciones en cuanto a velocidades de rebote según la masa de los objetos que interactúan y sus velocidades.



Los choques entre objetos con igual masa y distintas velocidades intercambian sus velocidades.

Ley de acción y reacción: ejemplo





Los patinadores están próximos y en reposo. **Ponen en contacto sus manos y aparece una interacción con dos fuerzas iguales y opuestas** (son la suma y resultante de otras muchas más pequeñas aplicadas en cada punto de las manos de los patinadores). Estas fuerzas, mientras actúan, aceleran a los patinadores: los pasan de velocidad cero a una velocidad distinta en cada uno debido a sus diferentes masas.

Al separarse desaparecen las fuerzas y los patinadores se mueven con la velocidad que tenían cuando desapareció la fuerza que actuaba sobre cada uno.