

# FQ1 - Tema 5.1: Dinámica: Fuerzas y leyes de la Dinámica



## Dinámica: Fuerzas y leyes de la Dinámica

### Física y Química

1.º Bachillerato

Contenidos

Dinámica

Fuerzas y leyes de la Dinámica

# 1. Introducción: Fuerzas y leyes de la Dinámica

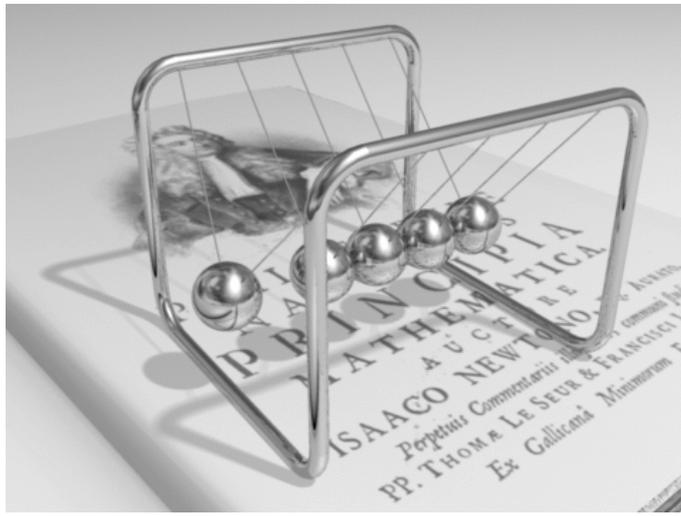
---

En la anterior unidad has estudiado el movimiento de los cuerpos. En esta unidad vas a estudiar las causas del movimiento y de sus cambios. Es decir, ¿por qué se mueven los cuerpos?

En la antigua Grecia, Aristóteles distinguía entre el mundo celeste, en el que el movimiento era perfecto, uniforme y sin fin, y el mundo terrestre, en el que el estado natural de los cuerpos es el reposo. Los movimientos terrestres son: violentos, si los cuerpos son sacados de su lugar natural por contacto con otros cuerpos, o naturales, si el cuerpo trata de recuperar su lugar cuando cesa el contacto con otros cuerpos (el humo asciende y las piedras caen). Los movimientos violentos eran consecuencia de fuerzas que tiraban (un buey de una carreta) o empujaban (el viento a la vela del barco).

Galileo Galilei (1564-1642), midiendo todo lo que observaba, estableció que no era necesaria la intervención de otro cuerpo para mantener el movimiento del primero. Por tanto, no era necesaria una fuerza para mantener el movimiento de un cuerpo.

Posteriormente, Isaac Newton (1642-1727) escribió su "Philosophiæ naturalis principia mathematica", donde estableció, basándose en los trabajos de Galileo, los principios del movimiento conocidos como leyes de Newton.



[Imagen](#) de DemonDeLuxe en Wikimedia. [CC](#)

## 2. Las fuerzas como interacción

---

Cuando empujas un cuerpo, golpeas una pelota o estiras un muelle estás interaccionando con el cuerpo, la pelota o el muelle. Esta interacción hace que se desplace el cuerpo, cambie su velocidad la pelota o se deforme el muelle.

Para que un cuerpo interaccione es necesario que exista otro cuerpo; es decir, las interacciones tienen un origen material.

Seguro que has visto cómo un imán atrae a un clavo de hierro o cómo cae un objeto. Las interacciones entre dos cuerpos no solo se producen por contacto, ya que también se producen a distancia.

Si observas los efectos que produce una interacción, notarás que son distintos según sea la intensidad de la misma, la dirección en que se produce, su sentido y el punto donde se aplica. Por esto, una interacción debe representarse mediante una magnitud vectorial.



### Importante

---

Una fuerza es una magnitud vectorial, manifestación de una interacción entre dos cuerpos, que puede producirse por contacto entre ellos o a distancia. Su efecto es o deformarlo o cambiar el estado de movimiento del cuerpo.

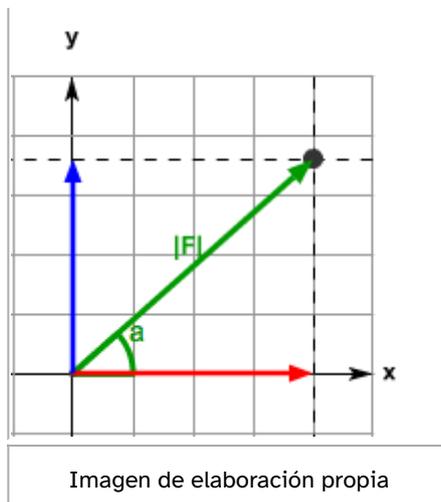
Cada interacción se mide por una fuerza. Matemáticamente las magnitudes vectoriales se representan por un vector, como ya sabes.

La unidad de fuerza en el Sistema Internacional de Unidades (S.I.) es el newton (N). Un Newton

es la fuerza capaz de producir una aceleración de  $1 \text{ m/s}^2$  a un cuerpo con una masa de  $1 \text{ kg}$ .

En muchas ocasiones interesa expresar la fuerza en sus componentes cartesianas:

$$\vec{F} = F_x \vec{i} + F_y \vec{j} = F \cos \alpha \vec{i} + F \operatorname{sen} \alpha \vec{j}$$



En la siguiente animación puedes variar una fuerza  $\vec{F}$ , moviendo el punto azul podrás variar tanto el módulo como el ángulo que forma con los ejes de coordenadas cartesianas. Intenta mantener el módulo de la fuerza en  $4 \text{ N}$  y varía el ángulo. Podrás comprobar cómo a medida que el ángulo va creciendo desde  $0$  hasta  $90^\circ$ , la componente  $F_x$  va menguando y la componente  $F_y$  va aumentando. Al pasar de  $90^\circ$ , el proceso se invierte pero ahora la componente  $F_x$  apunta en el sentido contrario.

<https://www.geogebra.org/material/iframe/id/RpwEtZwP/width/471/height/554/border/888888/sf:>

Animación de [Pedro José](#) en Geogebra. [CC](#)



## Ejercicio Resuelto

Dos operarios empujan un cajón aplicando cada uno una fuerza paralela al suelo. El primero hace una fuerza de  $50 \text{ N}$  y el segundo de  $40 \text{ N}$ , formando entre ellos un ángulo de  $37^\circ$ .

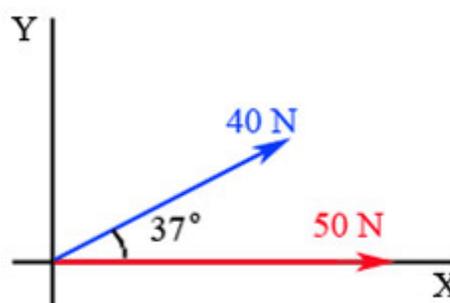


Imagen de elaboración propia

¿Cuál es la fuerza neta sobre el cajón?

Primero: Debes elegir los ejes cartesianos. Para ello haces coincidir uno de ellos con una de las fuerzas, por ejemplo con la de 50 N. El otro será perpendicular.

Segundo: Descompones las dos fuerzas según estos ejes y calculas sus componentes.

$$F_{1x} = 50 \text{ N} \quad F_{1y} = 0 \text{ N}$$

$$F_{2x} = 40 \cos 37^\circ = 32 \text{ N}$$

$$F_{2y} = 40 \sin 37^\circ = 24 \text{ N}$$

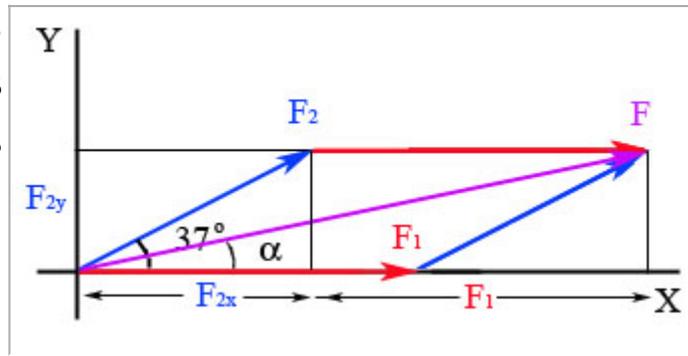


Imagen de elaboración propia

Tercero: Obtienes la fuerza resultante.

$$\vec{F} = (50 + 32)\vec{i} + (0 + 24)\vec{j} = 82\vec{i} + 24\vec{j}$$

$$|\vec{F}| = F = \sqrt{82^2 + 24^2} = 85,4 \text{ N}$$

$$\alpha = 16,3^\circ$$



## Comprueba lo aprendido

Un barco que tiene el motor averiado es ayudado por dos remolcadores para entrar en el puerto. Cada uno de ellos tira de él con una fuerza de 10000 N y ambas forman un ángulo de 60°. El módulo de la fuerza neta que actúa sobre el barco es:

- 10000 N
- 20000 N
- 17320 N
- 5000 N

Incorrecto

Incorrecto

Opción correcta

Incorrecto

Solución

1. Incorrecto
  2. Incorrecto
  3. Opción correcta
  4. Incorrecto
-

## 2.1. Tipos de fuerzas

---

Podemos clasificar las fuerzas de varias formas: atendiendo a si hay contacto entre los cuerpos, atendiendo a si se dan entre las partes de un objeto o provienen de elementos externos o incluso atendiendo al origen que las provoca.

Nosotros vamos a utilizar el criterio más sencillo para clasificarlas, si existe contacto entre los cuerpos que interaccionan o no. Así podemos hablar de:

- Fuerzas de contacto
- Fuerzas a distancia

Las **fuerzas de contacto** más comunes son:

- la **tensión** de una cuerda (fuerza que ejerce una cuerda tensa sobre un objeto al que esté atado);
- la fuerza **normal** (fuerza que ejerce una superficie sobre el cuerpo que se encuentra sobre ella y que es perpendicular a dicha superficie);
- la fuerza de **rozamiento** (fuerza existente entre dos cuerpos en contacto cuando uno de ellos intenta deslizar sobre el otro; es paralela a la superficie de contacto);
- la fuerza **elástica** (fuerza ejercida por un muelle sobre un objeto al que se encuentre unido debido a que se encuentre estirado o comprimido).

Demos ahora algunos ejemplos de **fuerzas a distancia**:

- la **fuerza gravitatoria**. Se da siempre entre dos masas. Permite explicar por ejemplo el movimiento de la Tierra en torno al Sol. En nuestro planeta, el peso de un cuerpo es la fuerza con que la Tierra lo atrae. Tiene dirección vertical y apunta hacia el centro de la Tierra. Demos ahora algunos ejemplos de **fuerzas a distancia**:

- la **fuerza magnética** que explica la atracción entre el hierro y un imán.
- la **fuerza eléctrica** que hace que un globo frotado en el pelo atraiga trocitos de papel.



## Comprueba lo aprendido

---

Indica si los siguientes enunciados son verdaderos o falsos:

Para que exista una fuerza es imprescindible que exista un contacto entre dos cuerpos.

- Verdadero     Falso

**Falso**

Siempre que hablamos de fuerzas podemos afirmar que intervienen al menos dos cuerpos, uno que ejerce la fuerza y otro que la recibe.

- Verdadero     Falso

**Verdadero**

La fuerza de atracción entre el Sol y la Tierra provoca el movimiento de rotación de la segunda entorno al primero.

- Verdadero     Falso

**Verdadero**

Dado su carácter escalar, la suma de dos fuerzas igual de intensas nunca puede dar como resultado el valor cero.

Verdadero     Falso

**Falso**



## Ejercicio Resuelto



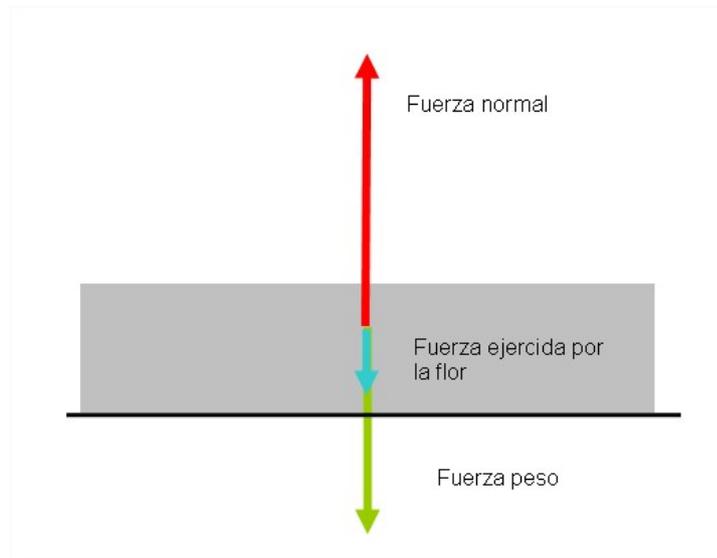
[Imagen](#) de SparkCBC en flickr. [CC](#)

Haz un esquema de las fuerzas que actúan sobre el libro de la fotografía.

Piensa en qué cuerpos interactúan con nuestro libro:

1. Por encontrarse en el campo gravitatorio terrestre sufre la atracción de la Tierra. Esa fuerza se llama peso, es vertical y apunta hacia abajo.

2. Por estar encima del banco, está sujeto a la fuerza normal que es perpendicular a la superficie de contacto y apunta hacia arriba.
3. Por soportar encima suya a la flor está sujeto a una fuerza vertical y hacia abajo ejercida por esta.
- 4.



## Ejercicio Resuelto



[Imagen](#) de . en flickr. CC

Haz un esquema y señala las fuerzas que intervienen sobre un balón de fútbol que se encuentra sobre una superficie plana:

1. En reposo.
2. Rodando después de haber sido golpeado.

1. En el primer caso solo actúan dos fuerzas. El peso (ejercida por la Tierra) hacia abajo y la normal de la superficie que sostiene al balón (hacia arriba).

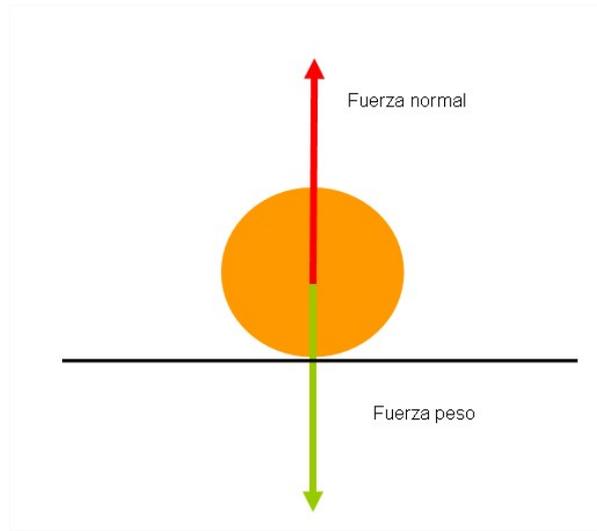
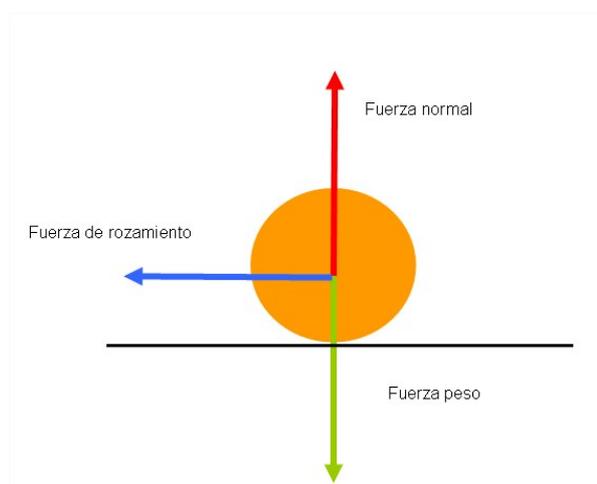


Imagen de elaboración propia

2. En el segundo caso una fuerza más. Como el balón está rodando, una fuerza paralela a la superficie de contacto se opone al deslizamiento. Esta fuerza es el rozamiento y precisamente es la responsable de que el balón ruede y de que termine parándose. Apunta en sentido contrario al deslizamiento. Si suponemos que el balón es lanzado hacia la derecha, las fuerzas presentes son las que aparecen en la siguiente figura.





## Para saber más

---

### Interacciones fundamentales

Hemos clasificado las interacciones como por contacto o a distancia y por tanto las fuerzas como de contacto o a distancia. Actualmente los físicos consideran que todas las interacciones pueden reducirse a cuatro básicas o fundamentales: la gravitatoria, la electromagnética, la nuclear fuerte y la nuclear débil.

La interacción **gravitatoria** es muy débil, atractiva, de alcance infinito y actúa sobre los cuerpos por el hecho de tener masa. Para que sea observable es necesario que uno de los cuerpos tenga masa muy grande. Es la responsable de los movimientos de los astros y de la caída de los cuerpos.

La interacción **electromagnética** es mucho más intensa que la gravitatoria, atractiva o repulsiva, de alcance infinito y actúa entre cuerpos cargados eléctricamente. Es la responsable de la estructura de la materia.

La interacción **nuclear fuerte** es la más intensa, atractiva, de corto alcance y actúa en el interior de los núcleos. Es la responsable de la estabilidad del núcleo ya que mantiene unidos a los protones y los neutrones.

La interacción **nuclear débil** es la responsable de algunos fenómenos radiactivos (desintegración  $\beta$ ). De muy corto alcance, actúa en el interior del núcleo.

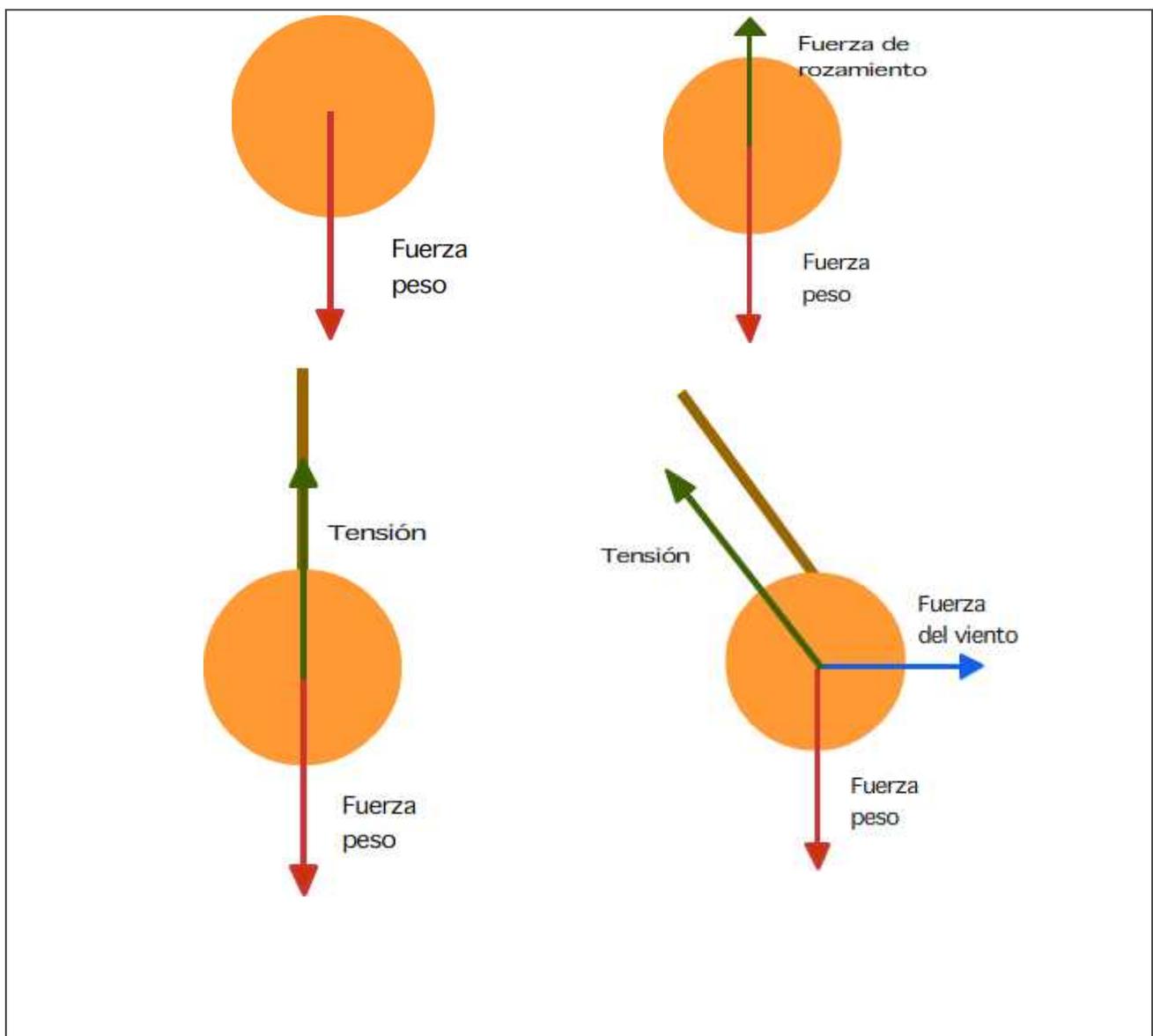
---

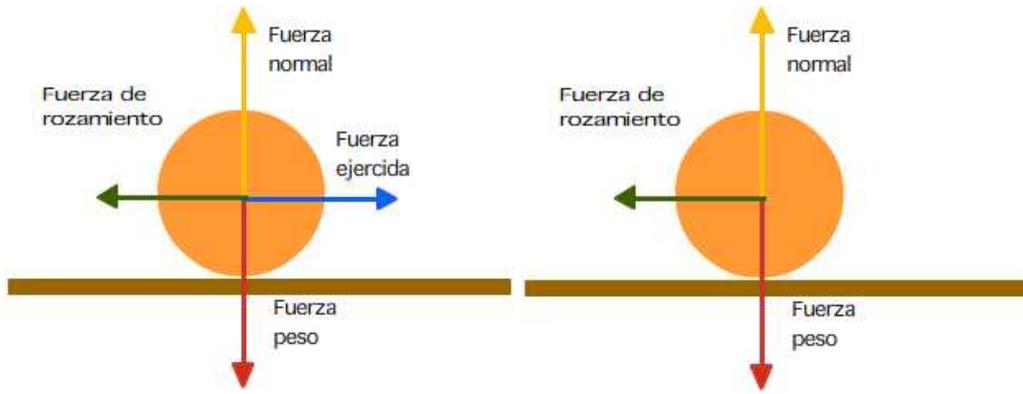


### Reflexiona

Dibuja las fuerzas que actúan sobre un cuerpo en las situaciones siguientes:

- a) Cae libremente.
- b) Cae verticalmente rozando con el aire.
- c) Cuelga de un hilo en reposo.
- d) Cuelga de un hilo y es empujado horizontalmente por el viento.
- e) Colocado sobre una mesa, es empujado horizontalmente. Ten en cuenta el rozamiento con la mesa.
- f) En la misma mesa que el apartado anterior, lo dejamos de empujar.





Imágenes de elaboración propia

## 2.2. La medida de las fuerzas

Los cuerpos elásticos, muelles o resortes, se deforman cuando se les aplica una fuerza, pero recuperan su forma original al dejar de actuar la fuerza. La deformación producida y la fuerza aplicada están relacionadas. Podemos utilizar esta relación para medir las fuerzas.

Utilizando el simulador siguiente vas a encontrar la relación entre la fuerza aplicada en el extremo de un muelle y el aumento de su longitud.

**Determinación de la constante elástica de un muelle**

| Masa (g) | Fuerza (N) | Posición (cm) | Elongación (cm) |
|----------|------------|---------------|-----------------|
|          |            |               |                 |

Simulación de [Jesús Peñas](#) en Educaplus



### Ejercicio Resuelto

Determinemos la relación fuerza/elongación.

Primero vamos a medir cuánto se deforma el muelle cuando colocamos sobre él diferentes masas. En primer lugar selecciona un muelle, cuelga el platillo, y anota los datos (pulsando el botón anotar). Seguidamente, añade las distintas pesas de forma que puedas completar la siguiente tabla:

|                 |    |    |    |    |
|-----------------|----|----|----|----|
| Masa (g)        | 20 | 25 | 30 | 35 |
| Fuerza(N)       |    |    |    |    |
| Elongación (cm) |    |    |    |    |

Con los datos de la tabla cumplimentada, representa gráficamente la fuerza aplicada frente a la elongación.

Recuerda que el peso de un cuerpo se puede calcular multiplicando la masa por la aceleración de la gravedad.

$$F = m \cdot g$$

Para el muelle 1, la longitud de este con el platillo colgado es de 5,78 cm. Al colocar las pesas las medidas del muelle son:

|              |      |      |      |      |      |
|--------------|------|------|------|------|------|
| Masa (g)     | 0    | 20   | 25   | 30   | 35   |
| Longitud(cm) | 5,00 | 5,78 | 5,98 | 6,18 | 6,37 |

Los datos de elongaciones calculados al restar son en cada caso:

|                |      |      |      |      |
|----------------|------|------|------|------|
| Masa (g)       | 20   | 25   | 30   | 35   |
| Elongación(cm) | 0,78 | 0,98 | 1,18 | 1,37 |

Si representamos la fuerza (la fuerza peso determinada pasando a kilogramos la masa de las pesadas y multiplicando por la

aceleración de la gravedad:  $P=m \cdot g$ ) frente a la elongación nos queda algo tal que así:

|               |        |        |       |       |
|---------------|--------|--------|-------|-------|
| Masa (kg)     | 0,020  | 0,025  | 0,030 | 0,035 |
| Fuerza(N)     | 0,196  | 0,245  | 0,294 | 0,343 |
| Elongación(m) | 0,0078 | 0,0098 | 0,118 | 0,137 |

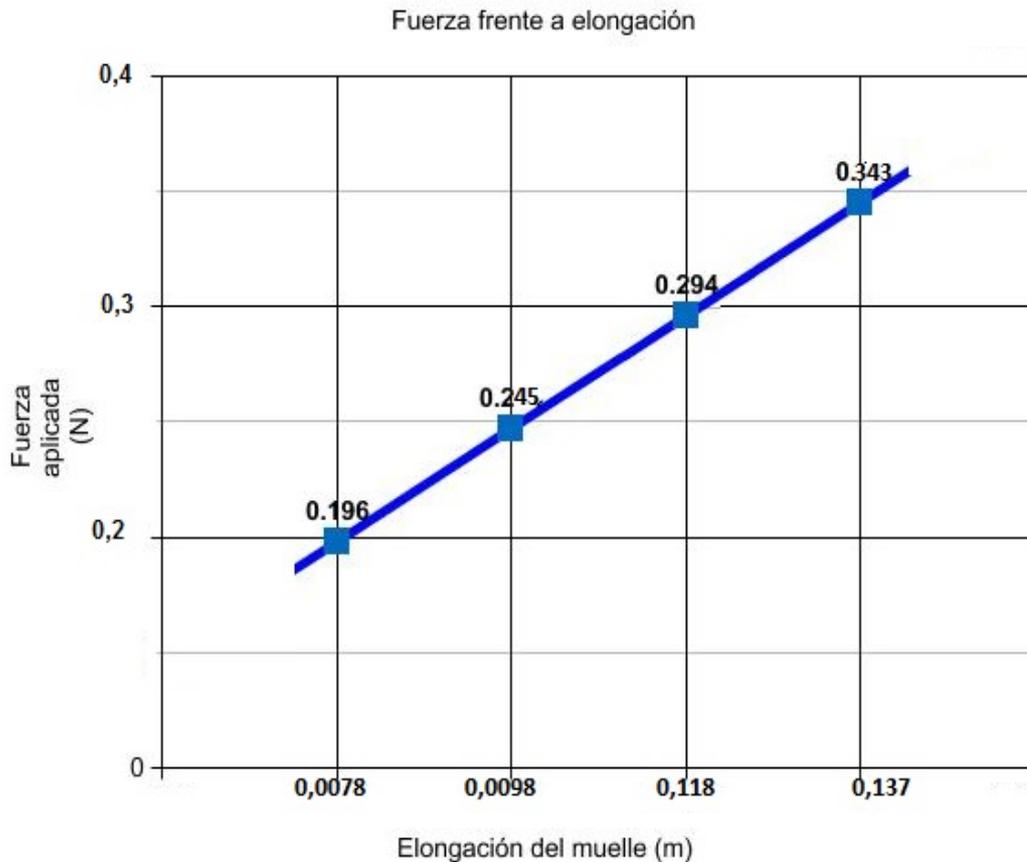


Imagen de elaboración propia

La gráfica que has obtenido en el ejercicio anterior es una recta que pasa por el origen de coordenadas. Esto significa que el alargamiento del muelle es directamente proporcional a la fuerza aplicada.

$$F = k\Delta L$$

Donde  $F$  es la fuerza aplicada,  $\Delta L$  es el alargamiento del muelle y  $k$  es la constante elástica o constante recuperadora del muelle. Este resultado se

conoce como **ley de Hooke**.

La constante elástica es una característica del muelle; su valor es la pendiente de la recta, representa la fuerza necesaria para alargarlo la unidad de longitud y se mide en N/m.

Para medir una fuerza puede utilizarse un aparato que se basa en la ley de Hooke y que recibe el nombre de dinamómetro.



Imagen de elaboración propia

Un dinamómetro es un tubo que contiene un muelle y una escala graduada. Al aplicar una fuerza en el extremo del muelle, éste se estira y en la escala se lee el valor de la fuerza.



## Comprueba lo aprendido

---

¿Cuánto se alargará un muelle si su constante elástica es 100 N/m y le aplicas una fuerza de 50 N?

- 100 cm
- 50 cm
- 0,5 cm
- 500 cm

¡Incorrecto! Por la ley de Hooke,  $F = k \Delta L$  ;  $\Delta L = F/k = 50/100 = 0,5 \text{ m} = 50 \text{ cm}$

¡Correcto! Por la ley de Hooke,  $F = k \Delta L$  ;  $\Delta L = F/k = 50/100 = 0,5 \text{ m} = 50 \text{ cm}$

¡Incorrecto! Por la ley de Hooke,  $F = k \Delta L$  ;  $\Delta L = F/k = 50/100 = 0,5 \text{ m} = 50 \text{ cm}$

¡Incorrecto! Por la ley de Hooke,  $F = k \Delta L$  ;  $\Delta L = F/k = 50/100 = 0,5 \text{ m} = 50 \text{ cm}$

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta
3. Incorrecto
4. Incorrecto

Si el muelle se alarga 65 cm, ¿qué fuerza has aplicado?

- 65 N
- 0,65 N
- 100 N
- 650 N

¡Correcto! Por la ley de Hooke,  $F = k \Delta L = 100 \cdot 0,65 = 65 \text{ N}$

¡Incorrecto! Por la ley de Hooke,  $F = k \Delta L = 100 \cdot 0,65 = 65 \text{ N}$

---

¡Incorrecto! Por la ley de Hooke,  $F = k \Delta L = 100 \cdot 0,65 = 65 \text{ N}$

¡Incorrecto! Por la ley de Hooke,  $F = k \Delta L = 100 \cdot 0,65 = 65 \text{ N}$

Solución

1. Opción correcta
  2. Incorrecto
  3. Incorrecto
  4. Incorrecto
-

## 2.3. Momento de una fuerza

Los cuerpos que has considerado hasta ahora podías suponerlos como puntuales. Es decir, las fuerzas que actuaban sobre ellos tenían un punto de aplicación común. Sin embargo, los cuerpos son extensos y, en algunos casos, deberás tener en cuenta el punto de aplicación de cada fuerza que actúe sobre el cuerpo.

Como sabes, cuando un cuerpo se mueve lo hace de dos formas posibles: se traslada o gira. En la mayoría de los casos, se traslada y gira a la vez.

En la imagen, el ciclista realiza una fuerza sobre el pedal que hace girar el plato, de forma que el giro se transmite mediante la cadena a las ruedas, que al girar permiten que la bicicleta se desplace hacia adelante.

Si aplicas una fuerza sobre un cuerpo y lo haces girar, para describir este efecto se utiliza una magnitud llamada **momento de la fuerza**.



Imagen de Nicolas Ridoin en Wikimedia. [CC](#)

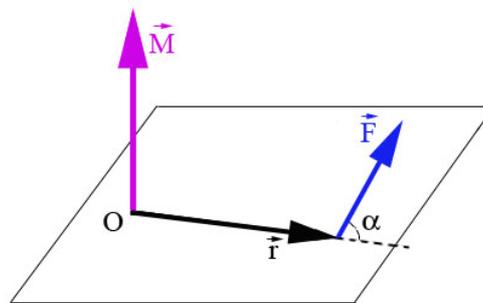


Imagen de elaboración propia

El momento  $\vec{M}$  de una fuerza  $\vec{F}$  respecto de un punto O es un vector de módulo  $M = r \cdot F \cdot \text{sen} \alpha$ , siendo  $\alpha$  el ángulo que forman los vectores  $\vec{r}$  y  $\vec{F}$ .

La dirección del vector  $\vec{M}$  es perpendicular al plano que forman los vectores  $\vec{r}$  y  $\vec{F}$  y su sentido es positivo si el giro que produce es contrario al de las agujas del reloj y negativo si el giro se produce en el mismo sentido de las agujas del reloj.

La unidad del momento de una fuerza en el S.I. es N.m (newton por metro).

Si utilizas una llave inglesa puedes obtener el mismo efecto (hacer girar una tuerca) con una fuerza menor aplicándola a una distancia mayor.

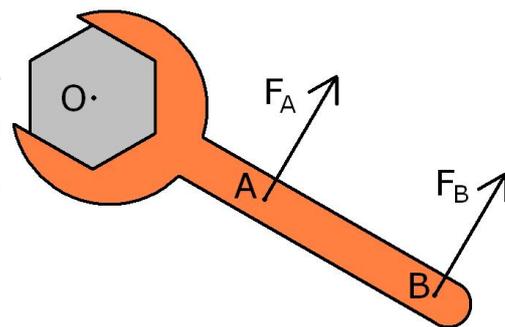


Imagen de elaboración propia

En la figura el momento de la fuerza depende de la distancia al punto de aplicación y es mayor cuanto mayor es ésta.

Por esta razón, para hacer girar una tuerca interesa utilizar una llave inglesa cuyo mango sea lo más largo posible, porque el efecto de giro será mayor al aumentar el momento de la fuerza. En la imagen,  $F_B$  será la mitad que  $F_A$ , ya que la distancia a O es el doble.

Seguro que ahora ya sabes por qué las manivelas de las puertas se colocan en el lado opuesto a las bisagras. ¡Intenta abrir una puerta empujando cerca de las [bisagras](#) y verás que te resulta casi imposible!



## Ejercicio Resuelto

Un volante de 30 cm de radio puede girar alrededor de su eje. Si aplicas una fuerza tangencial de 15 N en la periferia, ¿cuál es el momento de dicha fuerza respecto del centro del volante?

$$M = r \cdot F \cdot \text{sen}\alpha = 0,30 \cdot 15 \cdot \text{sen}90^\circ = 0,30 \cdot 15 \cdot 1 = 4,5N \cdot m$$

Si aplicas la misma fuerza igualmente, a 15 cm del eje, ¿cuánto vale el momento de la fuerza en este caso?

$$M = r \cdot F \cdot \text{sen}\alpha = 0,15 \cdot 15 \cdot \text{sen}90^\circ = 0,15 \cdot 15 \cdot 1 = 2,25\text{N} \cdot \text{m}$$



## Importante

Si sobre un cuerpo actúan simultáneamente varias fuerzas, el momento resultante del sistema es igual a la suma de los momentos de cada una de las fuerzas respecto del mismo punto.

$$\vec{M} = \Sigma \vec{M}_i = \vec{M}_1 + \vec{M}_2 + \dots + \vec{M}_n$$

El sistema formado por dos fuerzas paralelas del mismo módulo y sentido contrario, aplicadas al mismo cuerpo, constituye un **par de fuerzas**.

Un par de fuerzas es lo que aplicas al hacer girar: una llave para abrir una cerradura, un sacacorchos para abrir una botella o el manillar de la bicicleta para girar.

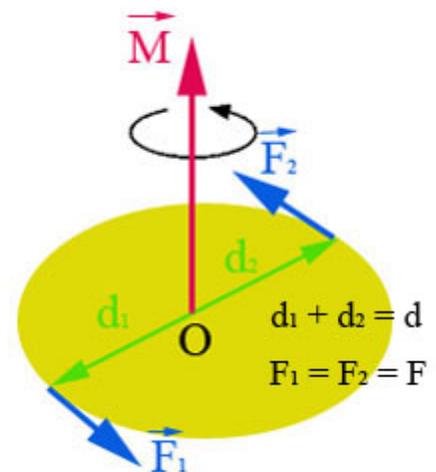


Imagen de elaboración propia

La fuerza resultante de un par de fuerzas es cero. Un par de fuerzas produce la rotación del cuerpo y se caracteriza por la magnitud momento del par.

El momento del par es la suma de los momentos de cada una de las fuerzas respecto al punto medio del segmento que une sus puntos de aplicación. Su módulo es el producto de una de las fuerzas por la distancia que las separa:

$$M = F \cdot d$$



## Comprueba lo aprendido

---

El tirador de una puerta se coloca en el centro de la puerta en vez de en un lado, ¿qué sucede con el valor de la fuerza necesaria para abrir la puerta?

- No varía.
- Se duplica.
- Se reduce a la mitad.
- Se cuadruplica.

¡Incorrecto! El momento de la fuerza debe ser el mismo. Como  $M = F d$ , si  $d$  se reduce a la mitad,  $F$  se debe duplicar.

¡Correcto! El momento de la fuerza debe ser el mismo. Como  $M = F d$ , si  $d$  se reduce a la mitad,  $F$  se debe duplicar.

¡Incorrecto! El momento de la fuerza debe ser el mismo. Como  $M = F d$ , si  $d$  se reduce a la mitad,  $F$  se debe duplicar.

---

¡Incorrecto! El momento de la fuerza debe ser el mismo. Como  $M = F d$ , si  $d$  se reduce a la mitad,  $F$  se debe duplicar.

Solución

1. Incorrecto
  2. Opción correcta
  3. Incorrecto
  4. Incorrecto
-

## 2.4. El equilibrio de los cuerpos

---

Un cuerpo está en equilibrio estático cuando no tiene movimiento de traslación ni de rotación. Para que un cuerpo esté en equilibrio estático debe cumplir dos condiciones: que no se traslade y que no gire.



### Importante

---

Primera condición de equilibrio: condición para que no haya movimiento de traslación.

La resultante de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo es igual a cero.

$$\Sigma \vec{F}_i = \vec{0}$$

Segunda condición de equilibrio: condición para que no haya movimiento de rotación.

La suma de los momentos de las fuerzas respecto de un punto del cuerpo debe ser nula.

$$\Sigma \vec{M}_i = \vec{0}$$

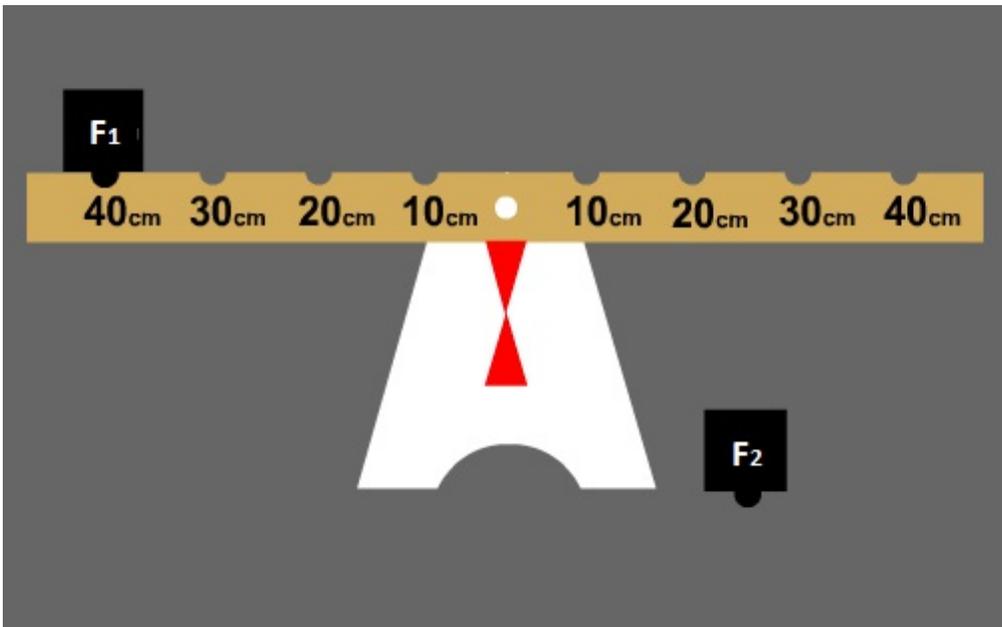
---

Con la siguiente animación se puede comprobar la segunda condición.



## Caso práctico

Visualiza el vídeo anterior y, a la luz de lo visto, completa la tabla:



| $F_1$ (N) | $d_1$ (cm) | $F_2$ (N) | $d_2$ (cm) |
|-----------|------------|-----------|------------|
| 0,5       | 40         | 2         |            |
| 2         | 10         | 0,5       |            |
| 2         | 10         | 1         |            |
| 3         | 20         | 2         |            |
| 0,25      | 20         | 0,5       |            |

| $F_1$ (N) | $d_1$ (cm) | $F_2$ (N) | $d_2$ (cm) |
|-----------|------------|-----------|------------|
| 0,5       | 40         | 2         | 10         |
| 2         | 10         | 0,5       | 40         |
|           |            |           |            |

|      |    |     |    |
|------|----|-----|----|
| 2    | 10 | 1   | 20 |
| 3    | 20 | 2   | 30 |
| 0,25 | 20 | 0,5 | 10 |



## Caso práctico

Un cuadro se encuentra colgado de un clavo mediante un cordón como indica la figura. Si el peso del cuadro es de 50 N, ¿cuál es la tensión que soporta el cordón en cada extremo?

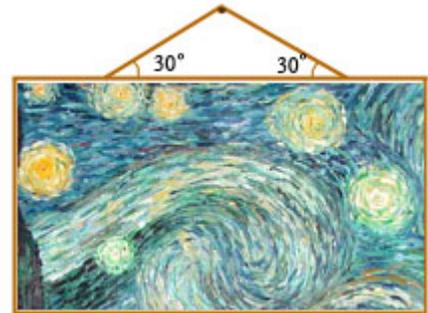


Imagen de elaboración propia

Descomponiendo las fuerzas en el eje X y el eje Y obtenemos:

$$T_x = T \cos 30 ; T_y = T \sin 30 ; T'_x = T' \cos 30 ; T'_y = T' \sin 30$$

Y aplicando la primera condición de equilibrio:

$\mathbf{T} + \mathbf{T}' + \mathbf{P} = \mathbf{0}$  (en negrita los vectores) o en componentes:

$$T_x - T'_x = 0 ; T \cos 30 = T' \cos 30 ; T = T'$$

$$T_y + T'_y - P = 0 ; T \sin 30 + T' \sin 30 - P = 0 ; 2T \sin 30 = P ; T = 50 \text{ N}$$

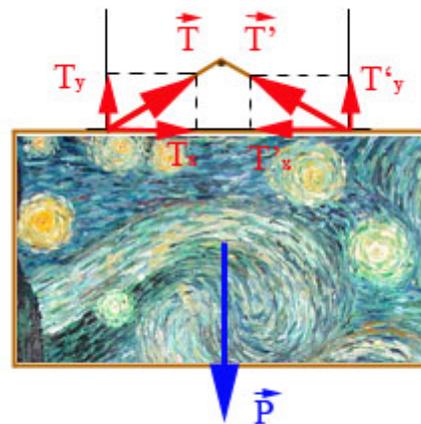


Imagen de elaboración propia



## Caso práctico

Calcula las fuerzas que deben soportar cada una de las patas de la mesa de la figura, si su peso es de 150 N y colocamos un cuerpo de 50 N en el punto indicado en la figura.

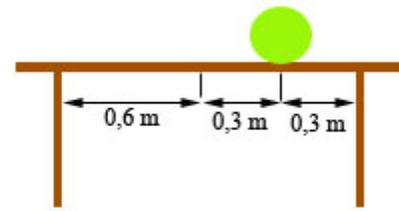


Imagen de elaboración propia

El tablero de la mesa debe de estar en equilibrio.

Suponemos que la mesa tiene dos patas.

La primera condición para el equilibrio es que la suma total de las fuerzas debe ser nula puesto que no hay aceleración:

$$\Sigma F=0$$

$$F+F'-P-P_1=0$$

$$F+F'=P+P_1$$

$$F+F'=150+50$$

$$F+F' = 200 \text{ (I)}$$

La segunda condición para que haya equilibrio es que el momento total sea también nulo:

$$\Sigma M=0$$

Calculamos los momentos respecto a O.

$$F' \cdot 0,6 - P_1 \cdot 0,3 - F \cdot 0,6 + P \cdot 0 = 0$$

$$0,6 F' - 50 \cdot 0,3 - 0,6 F = 0$$

$$0,6 F' - 15 - 0,6 F = 0$$

$$0,6 F' - 0,6 F = 15 \text{ (II)}$$

Las ecuaciones I y II forman un sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas. Despejando por ejemplo F de la ecuación I y sustituyendo su valor en la ecuación II podemos obtener F':

$$F = 200 - F' \text{ (III)}$$

$$0,6 F' - 0,6 (200 - F') = 15$$

$$0,6 F' - 120 + 0,6 F' = 15$$

$$1,2 F' = 135$$

$$F' = 135 : 1,2$$

$$F' = 112,5 \text{ N}$$

Ahora que ya conocemos F' podemos obtener el valor de F de III:

$$F = 200 - 112,5$$

$$F = 87,5 \text{ N}$$

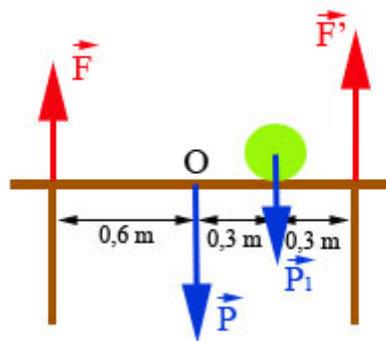
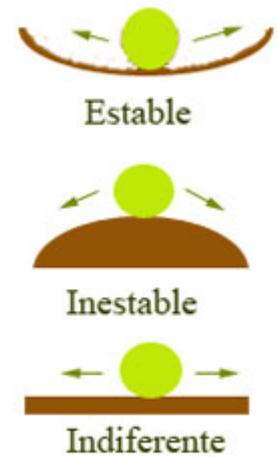


Imagen de elaboración propia

Si tratas de separar de su posición de equilibrio un cuerpo pueden suceder tres cosas:

- Que el cuerpo vuelva a la posición inicial (equilibrio estable),
- Que el cuerpo vuelque (equilibrio inestable), o
- Que permanezca en la nueva posición (equilibrio indiferente).



Si un cuerpo está apoyado sobre una superficie horizontal se encontrará en equilibrio si cumple las condiciones anteriores.

Observarás que el equilibrio es estable si la vertical del peso cae dentro de la base de apoyo del cuerpo y al desplazarlo ligeramente el centro de gravedad se eleva. Es inestable si la vertical del peso cae dentro de la base de apoyo del cuerpo y al desplazarlo ligeramente el centro de gravedad baja. Indiferente si su altura no varía. El punto de aplicación del peso se denomina **centro de gravedad**.

Imagen de elaboración propia

Cuanto más cercano a la superficie horizontal (más bajo) esté el centro de gravedad y más grande sea la base de apoyo, más estable será el equilibrio.



## Comprueba lo aprendido

Un niño de 35 kg de masa se coloca a 1,5 m del punto de apoyo de un balancín. ¿Dónde se debe colocar una chica de 25 kg de masa para equilibrar el balancín? El balancín está formado por una barra uniforme apoyada en su centro.

- 1,0 m
- 2,1 m
- 3,0 m
- No se puede calcular, faltan datos.

¡Incorrecto! La segunda condición de equilibrio aplicada a este caso se reduce a la igualdad  $35 \cdot g \cdot 1,5 = 25 \cdot g \cdot x$  ;  $x = 35 \cdot 1,5 / 25 = 2,1 \text{ m}$

¡Correcto! La segunda condición de equilibrio aplicada a este caso se reduce a la igualdad  $35 \cdot g \cdot 1,5 = 25 \cdot g \cdot x$  ;  $x = 35 \cdot 1,5 / 25 = 2,1 \text{ m}$

¡Incorrecto! La segunda condición de equilibrio aplicada a este caso se reduce a la igualdad  $35 \cdot g \cdot 1,5 = 25 \cdot g \cdot x$  ;  $x = 35 \cdot 1,5 / 25 = 2,1 \text{ m}$

¡Incorrecto! No hacen falta más datos. El balancín está en equilibrio antes de sentarse los niños.

La segunda condición de equilibrio aplicada a este caso se reduce a la igualdad  $35 \cdot g \cdot 1,5 = 25 \cdot g \cdot x$  ;  $x = 35 \cdot 1,5 / 25 = 2,1 \text{ m}$

Solución

1. Incorrecto
  2. Opción correcta
  3. Incorrecto
  4. Incorrecto
-

### 3. Fuerzas y movimiento. Leyes de Newton

---

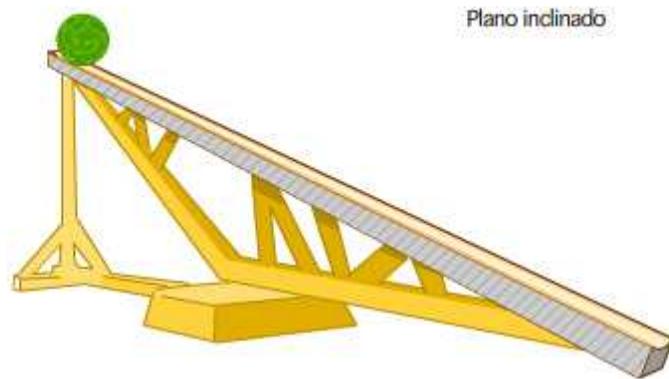


Imagen de elaboración propia

Hasta el siglo XVII, las enseñanzas de Aristóteles mostraban lo evidente: un cuerpo mantiene su estado de movimiento si sobre él actúa una fuerza constantemente. En ese siglo, **Galileo** formuló su **ley de inercia**.

Galileo experimentó con planos inclinados, haciendo rodar bolas por superficies planas inclinadas distintos ángulos con la horizontal. La conclusión a la que llegó es que, como las bolas bajaban cada vez más rápidas y subían perdiendo rapidez, al rodar en un plano horizontal lo harían con rapidez constante.

Galileo construyó dos planos inclinados y los colocó en ángulos opuestos. Desde lo alto del primero de los planos soltó una bola que bajó rodando. Al llegar al segundo plano la bola subió por él hasta cierta altura. Galileo observó que la bola trataba de alcanzar la altura inicial.

Galileo repitió la experiencia reduciendo el ángulo del segundo plano y encontró que la bola subía siempre hasta la misma altura, aunque recorría una distancia mayor. Se preguntó ¿qué pasaría si el segundo plano fuera horizontal? Y llegó a la conclusión de que la bola seguiría rodando sobre la superficie para siempre.

Si se quiere mantener un cuerpo en movimiento, se debe seguir empujando debido al rozamiento y no a la naturaleza del proceso. Galileo afirmó que **los cuerpos tienden a permanecer en su estado de**

**movimiento** y que, por consiguiente, oponen una resistencia a un cambio en su estado de movimiento.

## 3.1. Primera ley de Newton

---

Ahora toca experimentar un poco con un cohete. En la siguiente animación se representa el movimiento de un cohete en medio del espacio. Supondremos que la única fuerza ejercida por la propulsión de los gases que combustionan en sus motores.

Visualiza el vídeo: si te fijas, en ausencia de fuerzas nuestro cohete no cambia su estado de movimiento, sigue en reposo.

Cuando se pulsa el botón de fuerza, el cohete empieza a moverse y su velocidad crece a medida que pasa el tiempo. Al cabo de unos segundos se deja de pulsar. El cohete ya no estará sometido a ninguna fuerza y con sus motores parados, ¡sigue moviéndose! manteniendo constante su velocidad. Por lo tanto, cuando dejan de actuar fuerzas sobre un cuerpo, este no cambia su estado de movimiento. Si se movía a una velocidad, seguirá moviéndose a esa velocidad y en línea recta.

[Enlace a recurso reproducible >> http://www.youtube.com/embed/qifVKTMnb0s](http://www.youtube.com/embed/qifVKTMnb0s)

[Grabación de simulación](#) de Jesús Peñas en [Educaplus](#)

Observa que, según esta ley, no necesitas ninguna fuerza para mantener un cuerpo en movimiento, pero sí que la necesitas para cambiar su velocidad (módulo y/o dirección).

Así pues, los cuerpos se oponen a cambiar su estado de movimiento. Esta resistencia al cambio que presenta un cuerpo se denomina inercia. La inercia es la oposición que manifiesta un cuerpo a modificar su estado de reposo o de movimiento rectilíneo y uniforme.



**Importante**

---

**Primera ley de Newton o ley de la inercia:**

Todo cuerpo permanece en reposo o en movimiento rectilíneo y uniforme mientras no actúe ninguna fuerza neta sobre él.

---

La primera ley se cumple tanto si no actúa ninguna fuerza sobre el cuerpo como si la fuerza resultante es cero. En nuestra vida diaria observa que muchos cuerpos pierden velocidad y terminan parándose si no se les empuja. Esto nos lleva a la falsa conclusión de que es imprescindible la presencia de una fuerza neta para mantener el movimiento, pero en ese razonamiento hay un fallo: nos olvidamos de que la fuerza de rozamiento está actuando y es la responsable de que cambie la velocidad. Si elimináramos completamente ese rozamiento haciendo el vacío y puliendo la superficie de contacto, la velocidad se mantendría constante. Esto es lo que le ocurre a nuestro cohete en el espacio, en ausencia de rozamientos.



## Comprueba lo aprendido

---

Indica en qué casos actúa una fuerza neta sobre el cuerpo:

- Una piedra que deja caer un niño desde un puente al agua.
- Un ciclista que sube un puerto de montaña con velocidad constante.
- El ciclista anterior cuando comienza el descenso aumentando su velocidad.
- Al tomar una curva en ese descenso.

Solución

1. Correcto
2. Incorrecto
3. Correcto

4. Correcto

---

## 3.2. Segunda ley de Newton

---

En la primera ley de Newton has aprendido que los cambios en el movimiento de los cuerpos son debidos a la actuación de las fuerzas. Es decir, las fuerzas producen aceleraciones.

Vamos a comprobarlo con la simulación del cohete.

[Enlace a recurso reproducible >> http://www.youtube.com/embed/\\_pGbMfhtwig](http://www.youtube.com/embed/_pGbMfhtwig)



[Grabación de simulación](#) de Jesús Peñas en [Educaplus](#)

Mientras se aplica una fuerza, hay un aumento en la velocidad del cohete (es un movimiento acelerado), en el momento que se deja de aplicar una fuerza mantendrá su velocidad constante.

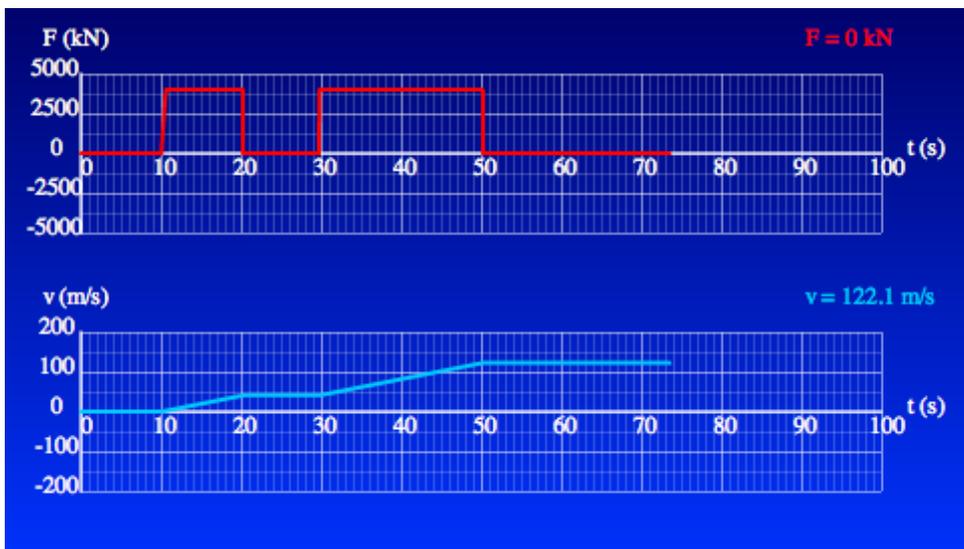


### Caso práctico

---

Vamos a calcular la aceleración del cohete.

Para ello suponemos que pulsamos el botón Fuerza y lo mantenemos pulsado un tiempo, repitiendo la operación una vez más. Esta es la gráfica representativa:



Los datos que de velocidad y tiempo son:

|                 |   |    |      |      |       |
|-----------------|---|----|------|------|-------|
| Tiempo (s)      | 0 | 10 | 20   | 30   | 50    |
| Velocidad (m/s) | 0 | 0  | 40,7 | 40,7 | 122,1 |

Para calcular la aceleración basta aplicar en ambos casos la expresión:

$$a = \frac{v_f - v_o}{t_f - t_o}$$

$$a = \frac{122,1 - 40,4}{50 - 30} = 4,07 \text{ m/s}^2$$

$$a = \frac{122,1 - 40,4}{50 - 30} = 4,07m/s^2$$

En ambos casos obtenemos la misma aceleración. Bien esto es lógico puesto que en ambas propulsiones la fuerza ha sido igual a 4000 kN. Observamos pues que una fuerza neta aplicada sobre un cuerpo provoca en este una aceleración.



## Importante

### Segunda ley de Newton:

Cuando sobre un cuerpo actúa una fuerza neta, la aceleración que adquiere es directamente proporcional a la fuerza resultante, en su misma dirección y sentido.

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

Al aumentar la fuerza, dejando la masa constante, la aceleración aumenta proporcionalmente a la fuerza (a doble fuerza, doble aceleración).

Al modificar la masa, manteniendo constante la fuerza, la aceleración y la masa son inversamente proporcionales (la aceleración disminuye al aumentar la masa).



## Caso práctico

---

Calcula la masa del cohete conociendo la fuerza que se le aplica y la aceleración con que se mueve.

Sabemos que la fuerza es de 4000000 N y la aceleración de 4.07 m/s<sup>2</sup>. Aplicando la segunda ley de Newton obtenemos que la masa del cohete es aproximadamente:

$$m = \frac{|\vec{F}|}{a} = \frac{4000000N}{4,07m/s^2} \simeq 982801kg$$



## Caso práctico

Un paquete que se encuentra sobre una mesa adquiere una aceleración de 2 m/s<sup>2</sup> cuando le aplicamos una fuerza de 4 N. ¿Qué aceleración adquirirá si le aplicamos una fuerza de 20 N?

$$F = m \cdot a ; 4 = m \cdot 2 ; m = 2 \text{ kg}$$

$$20 = 2 \cdot a ; a = 10 \text{ m/s}^2$$

Un fardo formado por 10 bloques iguales adquiere la aceleración de 1 m/s<sup>2</sup>, al aplicarle una fuerza. ¿Qué aceleración adquirirá si solo contiene 3 bloques y sobre él actúa la misma fuerza?

Cada bloque tiene una masa m.

$$F = m \cdot a ; F = 10 m \cdot 1 = 10m$$

$$10\text{m} = 3\text{m} \cdot a ; a = 3,3 \text{ m/s}^2$$

Un coche de 1500 kg arranca y alcanza los 72 km/h en 10 segundos. ¿Qué fuerza neta actúa sobre el coche?

$$72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s} ;$$

$$a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{20 - 0}{10} = 2 \text{ m/s}^2$$

$$F = m \cdot a ; F = 1500 \cdot 2 = 3000 \text{ N}$$

El coche del apartado anterior después de circular un rato con la velocidad de 72 km/h, frena y para tras recorrer 100 m. ¿Qué fuerza neta actuará en este caso?

Sabemos que lleva un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado del que conocemos: la velocidad inicial (72 km/h o 20 m/s), la velocidad final (0 m/s porque se para) y el espacio que recorre hasta pararse (100 m). Sustituyendo en las ecuaciones del MRUA obtenemos:

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 ; 100 = 20t + 0.5 a t^2$$

$$v = v_0 + a t ; 0 = 20 + a t$$

De la segunda ecuación despejamos la aceleración:

$$a = -20/t$$

y sustituimos en la primera obteniendo:

$$100 = 20t + 0.5(-20/t)t^2 ; 100 = 20t - 10t ; 100 = 10t ; t = 10\text{s}$$

Una vez que conocemos el tiempo que tarda en frenar, despejamos la aceleración:

$$a = -20/10 = -2 \text{ m/s}^2$$

Aplicando la 2ª ley de Newton obtenemos la fuerza:

$$F = m \cdot a ; F = 1500 \cdot (-2) = -3000 \text{ N}$$

El signo menos indica que la fuerza va en sentido contrario a la velocidad inicial.



## Comprueba lo aprendido

Un cuerpo de 1 kg puede moverse libremente. Si aplicamos una fuerza de 1 N, el cuerpo se moverá:

- Con una velocidad de 1 m/s.
- Con una aceleración de 1 m/s<sup>2</sup>.
- Con una velocidad de 10 m/s.
- Con una aceleración de 10 m/s<sup>2</sup>.

¡Incorrecto! Al aplicar una fuerza el movimiento será acelerado.

¡Correcto! La segunda ley de Newton dice que  $F=ma$  y con los datos que nos dan,  $a = 1 \text{ m/s}^2$ .

¡Incorrecto! Al aplicar una fuerza el movimiento será acelerado.

¡Incorrecto! La segunda ley de Newton dice que  $F=ma$  y con los datos que nos dan  $a = 1 \text{ m/s}^2$ .

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta
3. Incorrecto
4. Incorrecto



## Comprueba lo aprendido

Un libro de 350 g de masa está apoyado sobre una mesa. ¿Cuál es el valor de la fuerza neta que ejercemos sobre él, si tiene una aceleración de  $2 \text{ m/s}^2$ ?

- 0,7 N
- 700 N
- 175 N
- 7 N

Cierto. La segunda ley de Newton dice que  $F=ma$  y con los datos que nos dan  $F = 0,7\text{N}$ . Recuerda pasar los gramos a kg.

Falso. La segunda ley de Newton dice que  $F=ma$  y con los datos que nos dan  $F = 0,7\text{N}$ . Recuerda pasar los gramos a kg.

Falso. La segunda ley de Newton dice que  $F=ma$  y con los datos que nos dan  $F = 0,7\text{N}$ . Recuerda pasar los gramos a kg.

Falso. La segunda ley de Newton dice que  $F=ma$  y con los datos que nos dan  $F = 0,7\text{N}$ . Recuerda pasar los gramos a kg.

Solución

1. Opción correcta
2. Incorrecto
3. Incorrecto
4. Incorrecto



## Comprueba lo aprendido

---

Una caja adquiere una aceleración de  $3 \text{ m/s}^2$  cuando le aplicamos una fuerza neta de  $6 \text{ N}$ . La masa de la caja es:

- 18 kg
  - 2 kg
  - 0,5 kg
  - 9 kg
-

Falso. La segunda ley de Newton dice que  $F=ma$  y con los datos que nos dan  $m = 2 \text{ kg}$ .

Cierto. La segunda ley de Newton dice que  $F=ma$  y con los datos que nos dan  $m = 2 \text{ kg}$ .

Falso. La segunda ley de Newton dice que  $F=ma$  y con los datos que nos dan  $m = 2 \text{ kg}$ .

Falso. La segunda ley de Newton dice que  $F=ma$  y con los datos que nos dan  $m = 2 \text{ kg}$ .

Solución

1. Incorrecto
  2. Opción correcta
  3. Incorrecto
  4. Incorrecto
-

## 3.3. Tercera ley de Newton

---

Observa el movimiento del cochecito del siguiente vídeo.

[Enlace a recurso reproducible >> http://www.youtube.com/embed/VvUW8WbUpY](http://www.youtube.com/embed/VvUW8WbUpY)

Vídeo de [onio72](#) alojado en Youtube

¿Cómo podrías explicar el movimiento del cochecito? Para que cambie su estado de movimiento (del reposo a desplazarse con una determinada velocidad) es necesario que se vea sometido a una fuerza. ¿Quién ejerce esa fuerza? ¿Quién empuja hacia delante al cochecito? Es muy probable que ya estés pensando en el aire del interior del globo. Efectivamente, cuando soltamos el globo este expulsa el aire de su interior. ¿Cómo lo expulsa? Empujando al aire hacia detrás. Entonces, ¿por qué se mueve el cochecito hacia delante? La explicación nos la proporciona la tercera ley de Newton, también denominada ley de acción y reacción.



### Importante

---

#### Tercera ley de Newton:

Cada vez que un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro, este último ejerce sobre el primero una fuerza igual y opuesta.

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

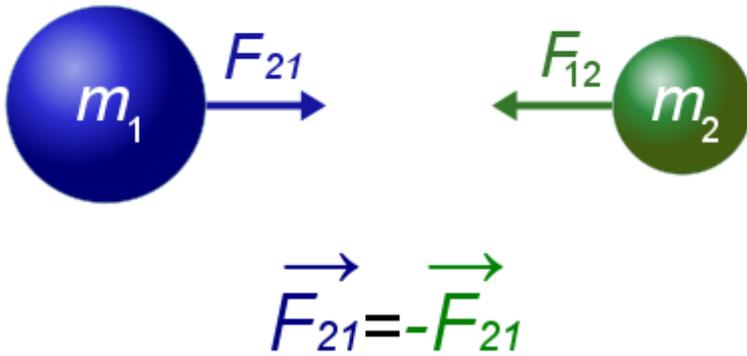


Imagen de [Onio72](#) en Wikimedia Commons. [CC](#)

La tercera ley de Newton es conocida también como Principio de acción y reacción.



Imagen de elaboración propia

Cuando dos cuerpos 1 y 2 interactúan, el cuerpo 1 hace una fuerza sobre el 2,

$\vec{F}_{12}$ , que se llama acción y el cuerpo 2 hace una fuerza sobre el 1,  $\vec{F}_{21}$ , que se llama reacción. Estas dos fuerzas cumplen la tercera ley de Newton:

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

La acción y la reacción están presentes en cada interacción. Ambas actúan simultáneamente, pero cada una lo hace sobre un cuerpo distinto.

Al calcular la fuerza resultante sobre un cuerpo, sólo debes considerar una de ellas, ya que la otra actúa sobre el otro cuerpo.



**Comprueba lo aprendido**

---

Golpeas un clavo con un martillo. De acuerdo con la tercera ley de Newton, el clavo:

- Ejerce una fuerza que equilibra la del martillo.
- Desaparece en la madera.
- Se mueve con una velocidad constante.
- Ejerce otra fuerza igual y opuesta sobre el martillo.

¡Incorrecto! Las fuerzas de acción y reacción actúan sobre cuerpos distintos y no se equilibran.

¡Incorrecto! El clavo puede o no introducirse en la madera.

¡Incorrecto! Al aplicar una fuerza se produce una aceleración.

¡Correcto! La tercera ley dice que las fuerzas de acción y reacción son iguales y opuestas y que actúan sobre cuerpos distintos.

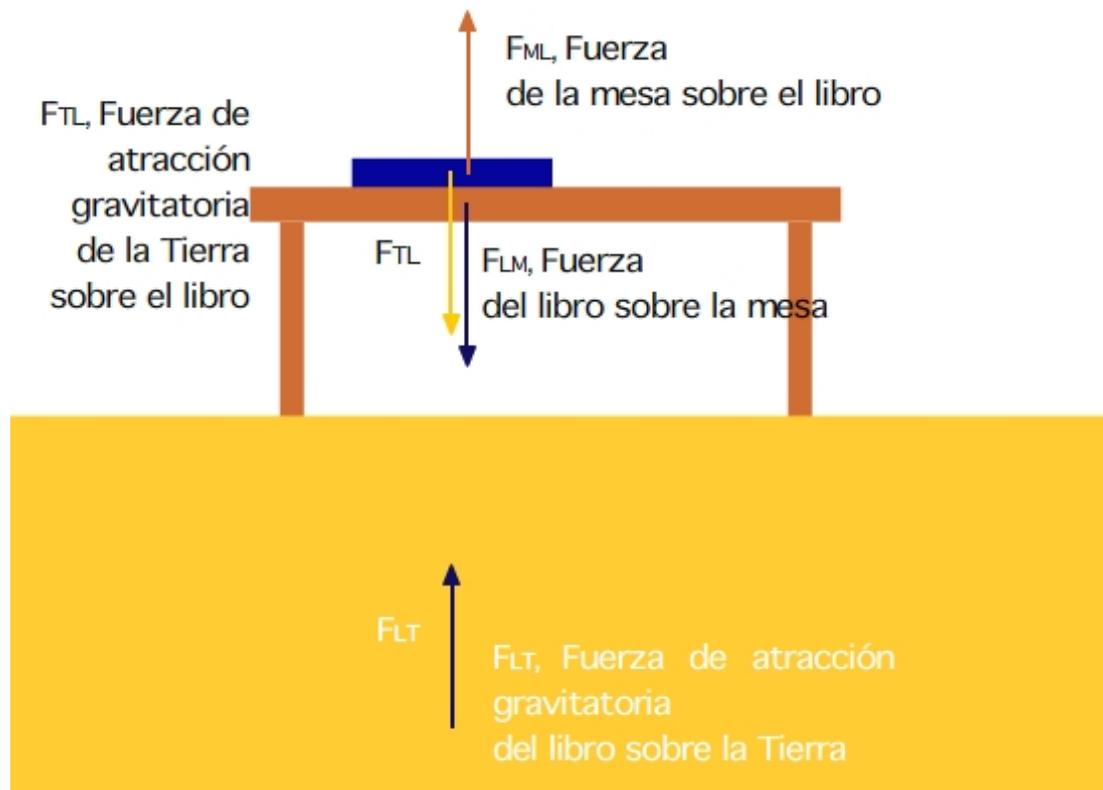
Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Incorrecto
4. Opción correcta



**Ejercicio Resuelto**

Dibuja las fuerzas que actúan sobre un libro apoyado encima de una mesa. ¿Cuáles son los pares acción-reacción?



Sobre un cuerpo apoyado sobre una mesa actúan dos fuerzas:

1. La fuerza peso debida a la atracción gravitatoria de la Tierra. Esta fuerza es vertical y apunta hacia abajo.
2. La fuerza normal que ejerce el plano de la mesa en dirección vertical y hacia arriba.

Dado que el libro se encuentra en reposo, ambas fuerzas deben ser iguales. Pero ojo, aunque sean iguales en módulo y de sentido contrarios, no son un par acción-reacción.

¿Por qué?

Pues porque la fuerza peso la ejerce la Tierra sobre nuestro libro y su reacción es una fuerza igual y de sentido contrario que ejerce el libro sobre el planeta Tierra. Esta fuerza no tiene efectos

apreciables porque aplicada sobre un objeto tan masivo como la Tierra no produce ninguna aceleración medible.

Por otro lado la fuerza normal es ejercida por la mesa sobre el libro. Su reacción será una fuerza ejercida por el libro sobre la mesa, igual y de sentido contrario.



## Caso práctico

Dos cajas de 20 y 30 kg de masa respectivamente, se encuentran apoyadas sobre una superficie horizontal sin rozamiento, una apoyada en la otra. Si empujamos el conjunto con una fuerza de 100 N.

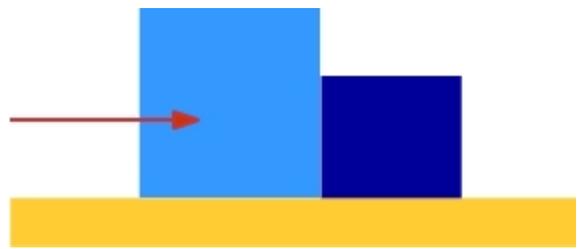
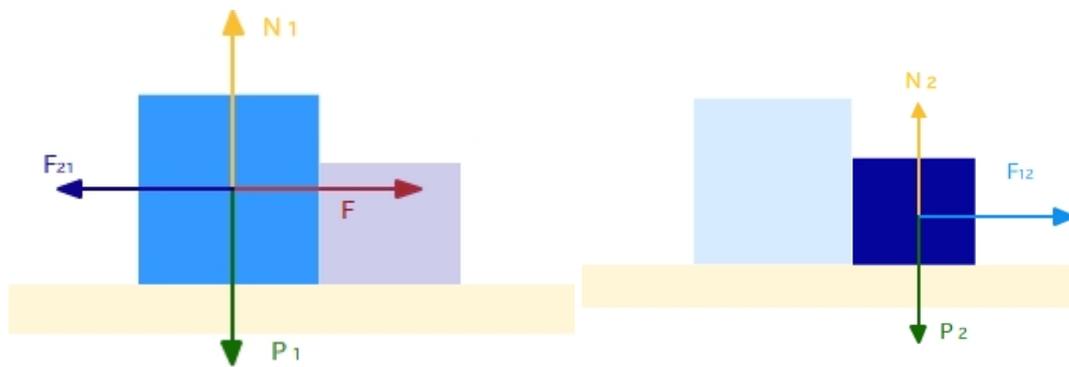


Imagen de elaboración propia

¿Cuál es la aceleración de cada masa? ¿Qué fuerza ejercerá cada caja sobre la otra?

Primero pensamos qué fuerzas actúan sobre cada cuerpo. Sobre el primer cuerpo actúa una fuerza externa de 100 N hacia la derecha, su fuerza peso verticalmente hacia abajo y la normal del plano hacia arriba. Sobre el cuerpo segundo actúa también el plano con otra fuerza normal, vertical y hacia arriba, y el peso. Pero cuando empujamos al cuerpo 1, este empuja al cuerpo 2 y según la 3ª ley de Newton el cuerpo 2 empuja en sentido contrario con una fuerza de igual intensidad al cuerpo 1.



Imágenes de elaboración propia

De acuerdo con la 3ª ley de Newton, en módulo  $F_{21}=F_{12}$ .

Aplicando la 2ª ley de Newton, a cada caja:

Eje horizontal:

$$1^{\text{a}} \text{ caja: } F - F_{21} = m_1 \cdot a$$

$$2^{\text{a}} \text{ caja: } F_{12} = m_2 \cdot a$$

Eje vertical:

$$1^{\text{a}} \text{ caja: } N_1 - m_1 \cdot g = 0$$

$$2^{\text{a}} \text{ caja: } N_2 - m_2 \cdot g = 0$$

Sumando las dos ecuaciones primeras podemos despejar la aceleración:

$$F = (m_1 + m_2) \cdot a ; 100 = (20 + 30) \cdot a$$

$$a = 2 \text{ m/s}^2$$

y sustituyendo en la segunda ecuación:

$$F_{12} = m_2 \cdot a = 20 \cdot 2 = 40 \text{ N}$$

Por lo tanto, la fuerza que ejerce la caja 1 sobre la 2 es de 40 N. La fuerza que ejerce la caja 2 sobre la 1 es igual en módulo y dirección y de sentido contrario.

# Resumen

---



## Importante

---

Una fuerza es una magnitud vectorial, manifestación de una interacción entre dos cuerpos, que puede producirse por contacto entre ellos o a distancia. Su efecto es o deformarlo o cambiar el estado de movimiento del cuerpo.

---



## Importante

---

Las **fuerzas de contacto** más comunes son:

- la **tensión** de una cuerda (fuerza que ejerce una cuerda tensa sobre un objeto al que esté atado);
  - la fuerza **normal** (fuerza que ejerce una superficie sobre el cuerpo que se encuentra sobre ella y que es perpendicular a dicha superficie);
  - la fuerza de **rozamiento** (fuerza existente entre dos cuerpos en contacto cuando uno de ellos intenta deslizarse sobre el otro; es paralela a la superficie de contacto);
  - la fuerza **elástica** (fuerza ejercida por un muelle sobre un objeto al que se encuentre unido debido a que se encuentre estirado o comprimido).
- 



## Importante

---

Si aplicas una fuerza sobre un cuerpo y lo haces girar, para describir este efecto se utiliza una magnitud llamada **momento de la fuerza**.

Si sobre un cuerpo actúan simultáneamente varias fuerzas, el momento resultante del sistema es igual a la suma de los momentos de cada una de las fuerzas respecto del mismo punto.

$$\vec{M} = \Sigma \vec{M}_i = \vec{M}_1 + \vec{M}_2 + \dots + \vec{M}_n$$



## Importante

---

**Primera condición de equilibrio:** condición para que no haya movimiento de traslación.

La resultante de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo es igual a cero.

$$\Sigma \vec{F}_i = \vec{0}$$

**Segunda condición de equilibrio:** condición para que no haya movimiento de rotación.

La suma de los momentos de las fuerzas respecto de un punto del cuerpo debe ser nula.

$$\Sigma \vec{M}_i = \vec{0}$$



## Importante

---

### **Primera ley de Newton o ley de la inercia:**

Todo cuerpo permanece en reposo o en movimiento rectilíneo y uniforme mientras no actúe ninguna fuerza neta sobre él.

### **Segunda ley de Newton:**

Cuando sobre un cuerpo actúa una fuerza neta, la aceleración que adquiere es directamente proporcional a la fuerza resultante, en su misma dirección y sentido.

### **Tercera ley de Newton:**

Cada vez que un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro, este último ejerce sobre el primero una fuerza igual y opuesta.

---

# Imprimible

---

Descarga aquí la versión imprimible de este tema.



1

### 1. Introducción Fuerzas y leyes de la Dinámica

En la actualidad, el estudio de la dinámica y el movimiento de los cuerpos es una de las áreas más importantes de la física. Este estudio se centra en comprender cómo se relacionan las fuerzas con el movimiento de los cuerpos.

En la siguiente sección, se abordarán los conceptos básicos de la dinámica, como el movimiento rectilíneo uniforme, el movimiento rectilíneo acelerado, el movimiento circular uniforme y el movimiento circular acelerado. Se explorarán las leyes de Newton y se analizarán ejemplos de movimiento en diferentes contextos.

Este estudio es fundamental para comprender el mundo que nos rodea y para aplicar estos conocimientos en campos como la ingeniería, la medicina y la astronomía.

2



3

### 2. Las fuerzas como interacción

Las fuerzas son interacciones que pueden ser atractivas o repulsivas. Se describen mediante vectores que indican su dirección y magnitud. Las fuerzas pueden ser contactuales o a distancia.

Las fuerzas de contacto actúan entre cuerpos que están en contacto físico. Ejemplos incluyen la fuerza normal, la fuerza de fricción y la fuerza elástica.

Las fuerzas a distancia actúan entre cuerpos que no están en contacto físico. Ejemplos incluyen la fuerza gravitacional y la fuerza eléctrica.

#### Importante

Las fuerzas son interacciones que pueden ser atractivas o repulsivas. Se describen mediante vectores que indican su dirección y magnitud. Las fuerzas pueden ser contactuales o a distancia.

Las fuerzas de contacto actúan entre cuerpos que están en contacto físico. Ejemplos incluyen la fuerza normal, la fuerza de fricción y la fuerza elástica.

Las fuerzas a distancia actúan entre cuerpos que no están en contacto físico. Ejemplos incluyen la fuerza gravitacional y la fuerza eléctrica.

4

En la siguiente sección, se abordarán los conceptos básicos de la dinámica, como el movimiento rectilíneo uniforme, el movimiento rectilíneo acelerado, el movimiento circular uniforme y el movimiento circular acelerado. Se explorarán las leyes de Newton y se analizarán ejemplos de movimiento en diferentes contextos.



Si quieres escuchar el contenido de este archivo, puedes instalar en tu ordenador el lector de pantalla libre y gratuito [NDVA](#).

---

# Aviso legal

---

Las páginas externas no se muestran en la versión imprimible

<http://www.juntadeandalucia.es/educacion/permanente/materiales/index.php?aviso#space>