

Bueno, es momento de repasar lo que has aprendido acerca de las fuerzas:

- Sabes que **siempre van en pareja**, ya que son interacciones entre dos cuerpos.
- También sabes que **son magnitudes vectoriales**, que puedes dibujarlas, pues no solo importa lo grandes que son, sino también sobre qué y hacia dónde actúan.
- Que **se miden en newton**.
- Y que **provocan cambios en el movimiento** de un cuerpo y/o en su **forma**.

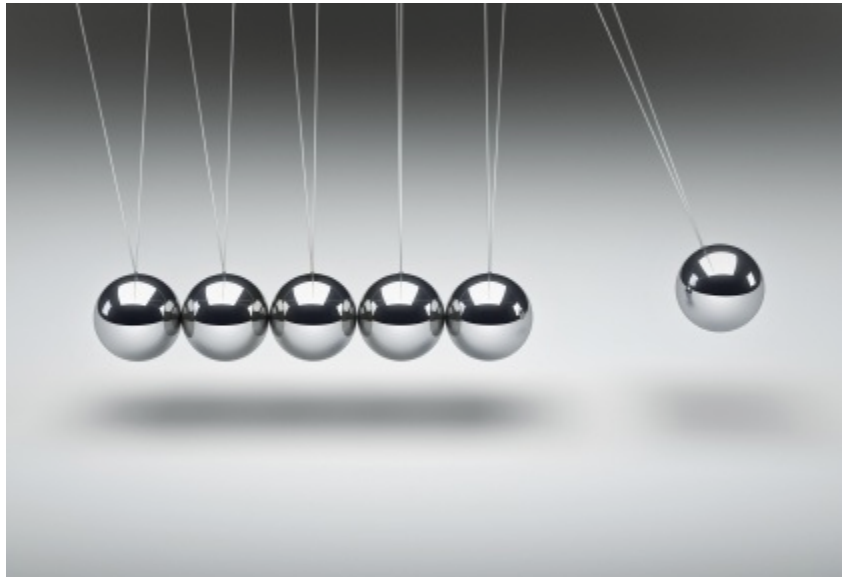


Imagen: [istockphoto](#)

¿Pero aún no entiendo qué tiene que ver con el movimiento?

Pues fue precisamente Newton quién estableció las propiedades de las fuerzas y la relación de éstas con el movimiento. No fue un trabajo fácil y para hacerlo tuvo que analizar cuidadosamente distintos fenómenos aparentemente sin relación entre sí, como el movimiento de los planetas, el de la Luna y la caída de los cuerpos.

1.- Las fuerzas y el movimiento

La



Imagen: [MEC-ITE](#)



Imagen: [flickr.com / Storm Crypt](https://www.flickr.com/photos/stormcrypt/)

base de su investigación fueron los trabajos de [Galileo](#).

Todo el trabajo se resumió en **tres leyes o principios**.

En el siguiente enlace tienes un vídeo que te introducirá en los conceptos básicos de las leyes de Newton, sería bueno que lo vieras antes de seguir:

 [Leyes de Newton](#)

Ejercicio resuelto

Estoy
en mi
casa,



Imagen: [dreamstime](#)

tranquila, viendo la tele tumbada en un sillón. No hay nadie más, es un momento de alegría.

De pronto me llaman por teléfono, ya me fastidia, tengo que moverme, descuelgo. Son los amigos, quieren que salga, han quedado en media hora.

Lo pienso, se que al final saldré, pero la verdad es que me cuesta mucho, me da pereza. ¿Me pasa solo a mí?, ¿es algo normal?

Newton nos dio la clave.

La primera ley de Newton, que se llama también **principio de inercia**, nos aclara perfectamente el tema: a todos los cuerpos, incluidos a nosotros, nos cuesta cambiar la situación en la que estamos.

¡Puf!, menos mal

Esto, relacionándolo con las fuerzas nos diría algo así:

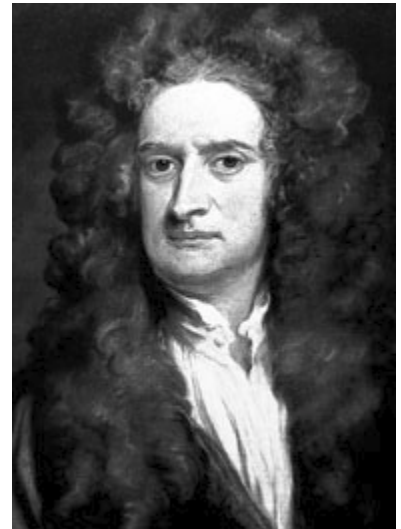


Imagen: [MEC-ITE](#)

Importante

«Si sobre un cuerpo no actúa ninguna fuerza o la suma de todas ellas es nula, el cuerpo mantendrá su estado de movimiento»

Esto es, si está parado sigue parado y si se está moviendo seguirá con movimiento uniforme, sin aceleración.

Ejercicio resuelto

Este principio es fundamental para el viaje que han hecho nuestros amigos extraterrestres. ¡Imagina el depósito de combustible necesario para un viaje tan largo!

Pues no, una vez que están en el espacio, como no hay nada que los frene no tienen que tener los motores encendidos para seguir hacia delante. Seguirán con la misma velocidad a la que pararon los motores.

¡¡Alucinante!!



Imagen: sxc.hu

¡Pero qué sencillo!. En realidad es algo que "casi" sabías ya. Si un cuerpo está parado y no se hace nada, el cuerpo sigue parado por más que lo miremos. Ya profundizaremos sobre el que un cuerpo siga en movimiento si ya lo estaba.

Piensa en la siguiente situación: ¿qué ocurre cuando vas en un autobús y este frena de pronto? La respuesta es clara, te vas hacia adelante. ¿Por qué?, pues porque **tendemos a seguir con la misma velocidad que teníamos**, el autobús se para y nosotros seguimos.

Comprueba lo aprendido

Autoevaluación

1. ¿Que ocurre cuando un autobús que está parado comienza a andar?

- Que nos vamos hacia adelante por la inercia.
- Que nuestro cuerpo se va hacia atrás por la inercia.
- No pasa nada.

2. Observa la siguiente imagen:



Si el coche va a 40 km por hora en el momento del choque:

- El hombre puede salir despedido con hasta 40 km/h de velocidad.
- No pasa nada salvo que vaya muy rápido.

Ejercicio resuelto

Finalmente la pereza me puede, no me muevo del sillón. Pero ... se oye el timbre, mi madre abre, son los amigos. Vienen, me cuesta, me dan la mano y me levanto. Si no llega esa mano habría estado tranquilo toda la tarde, alguien me empuja y ... me muevo.



Imagen: sxc.hu

La segunda ley está relacionada con las fuerzas, y nos explica **qué ocurre cuando actúa una fuerza sobre un cuerpo.**

Importante

- Que la suma de las fuerzas sea nula (cero) y entonces el cuerpo no cambia de estado (si estaba parado sigue parado, si se estaba moviendo sigue con el mismo movimiento). ¡Ya lo decía la primera ley ¿verdad?!
- O que la suma de las fuerzas que actúan sobre él no sea nula, entonces el cuerpo se acelera, más o menos dependiendo de la masa.

La suma de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo es igual al producto de la masa del cuerpo por la aceleración que provocan las fuerzas.

$$\sum F = m \cdot a$$

Donde: $\sum F$ es la suma de todas las fuerzas (N), **m** es la masa (en kg) y **a** es la aceleración (en m/s^2).

Por tanto ya conocemos como se da el otro movimiento que hemos estudiado:

- **Para que haya movimiento acelerado, tiene que actuar una fuerza. No puede haber aceleración sin fuerza.**

En la siguiente animación puedes ver como el cuerpo acelera mientras hay una fuerza neta, en este caso hasta los 7,5 segundos. Recuerda que las dos fuerzas verticales son iguales y de sentido contrario y por tanto se anulan.

Comprueba lo aprendido

1. Si sobre un cuerpo de 50 kg aplicamos una fuerza de 10 N, la aceleración será de $0,2 \text{ m/s}^2$.

Verdadero Falso

2. Si aplicamos una fuerza de 200 N y provocamos una aceleración de $0,5 \text{ m/s}^2$, es porque el cuerpo tiene una masa de 100 kg

Verdadero Falso

Ejercicio resuelto

Ya estoy en la calle, es tarde y mis amigos no tienen una idea mejor, invitar a unas amigas a pasear en barca en el estanque de los jardines. Vamos, subimos, no podemos, tenemos que sujetar la barca, cada vez que alguien se sube la barca se va, ¿qué pasará?



Imagen: [MEC-ITE](#)

Pero no es mejor el final, esa noche tengo pesadillas, me veo en un lago helado, intento andar pero no puedo, resbalo, así una y otra vez, al final, al final recuerdo la tercera ley de Newton, ¡menos mal! ya puedo dormir y descansar.

La tercera ley de Newton nos describe una propiedad intrínseca a las fuerzas: **que son interacciones.**

Importante

Es un poco liado el enunciado, léelo despacito:

"Si un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro, éste, a su vez, ejerce una fuerza igual y de sentido contrario sobre el primero"

Cuidado, si son **dos fuerzas iguales** podríamos pensar que se anulan, pero **no se anulan**, ya que **se ejercen sobre cuerpos distintos** y, por tanto, **no pueden ni sumarse...** No tiene sentido sumarlas.

Ejercicio resuelto




Imagen: [flickr.com / Jannis Werner](https://www.flickr.com/photos/janniswerner/)



Imagen: [flickr.com / Antonio Pérez Rio](https://www.flickr.com/photos/antonio_perez_rio/)

Una de las primeras consecuencias de este principio es el **retroceso de las armas**. *La fuerza que empuja a la bala hacia adelante es igual a la que empuja hacia atrás al arma correspondiente.*

A continuación tienes enlaces a un par de animaciones donde explican este principio:

-  [retroceso arma](#)
-  [astronauta](#)

Otro ejemplo es el la de la **discusión del hombre con el burro**.

Comprueba lo aprendido

Autoevaluación

Una pelota de golf tiene una masa de 45 gramos y es golpeada con una fuerza de 200 N. Marca la respuesta más correcta de las siguientes:



Imagen: [morguefile](#)

- La bola adquiere una aceleración de $4,4 \text{ m/s}^2$ y sobre el palo se ejerce una fuerza de 200 N en sentido contrario a la de la pelota.
- La bola adquiere una aceleración de $4444,4 \text{ m/s}^2$ y sobre el palo se ejerce una fuerza de 200 N en sentido contrario a la de la pelota.
- La bola adquiere una aceleración de $4444,4 \text{ m/s}^2$ y sobre la bola se ejerce una fuerza contraria de 200 N.

2.- Conociendo las fuerzas que nos rodean



Las fuerzas nos rodean. Como has visto, pueden romper, deformar, hacer que algo se mueva, parar algo que se mueve... También has aprendido que nunca actúan solas siempre van en parejas, y que la suma de todas las fuerzas que actúan sobre un objeto es la que va a conseguir que ese objeto se rompa, deforme, se mueva o se pare.

Pues lo que vamos a hacer ahora es identificarlas

Gravitatorias	Normal	Tensión	R

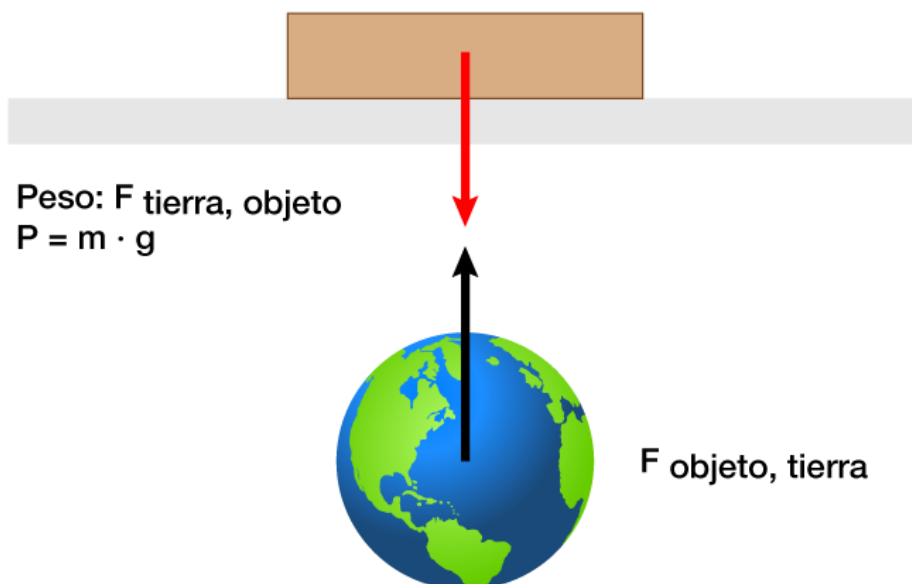


Imagen: NASA

Una de las fuerzas fundamentales es la **gravitatoria** ¿lo recuerdas? Es la fuerza **con la que se atraen dos cuerpos cualesquiera, por el simple hecho de tener masa**. Estas fuerzas, como todas, van en parejas, cada una de las cuales actúa sobre uno de los cuerpos.

Su valor depende de la masa de ambos cuerpos y de la distancia a la que están. tienen el mismo módulo (valor) y dirección pero son de sentido contrario.

- Un tipo de estas fuerzas es el **peso**, la fuerza con que la tierra atrae a un cuerpo:



Donde **m** es la masa (kg) y **g** es la intensidad de la gravedad en la superficie terrestre (9,8 N/kg)

Para saber más

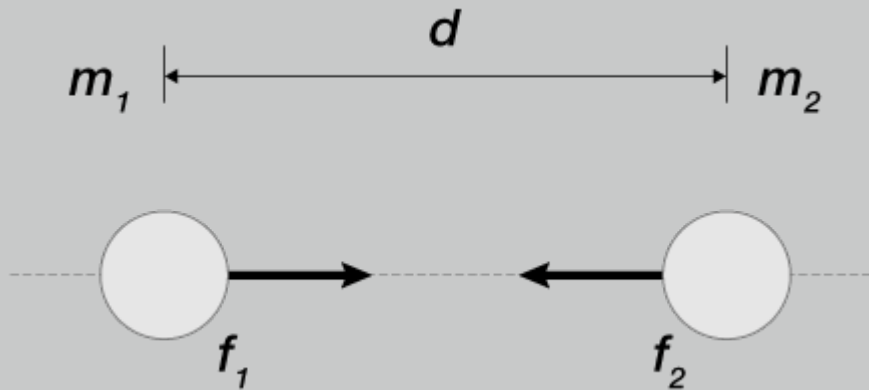
era porque una fuerza tiraba de ella en dirección al centro de la Tierra.

Y se le ocurrió pensar que esa fuerza era la misma fuerza que la que hacía caer los cuerpos hacia el suelo, y que la luna estaba dando vueltas en una órbita en un estado continuo caída libre.

Como resultado de todas estas cavilaciones y apoyándose en otros descubrimientos científicos enunció la **ley de gravitación universal**:

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

"Dos cuerpos se atraen con una fuerza directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa"



Donde **m** es la masa de los cuerpos (kg), **d** es la distancia entre los centros de masa de los cuerpos (m) y **G** es la constante de gravitación universal $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$.

Mira que fácil es calcular **la fuerza de interacción entre la Tierra y la Luna** conociendo:

la masa de la Tierra: $6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

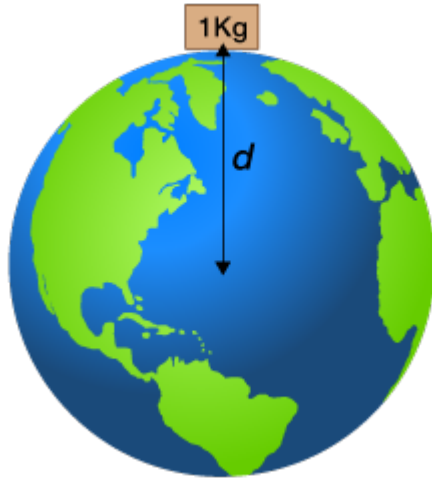
la masa de la Luna: $7,34 \cdot 10^{22} \text{ kg}$

y la distancia desde el centro de la Tierra al centro de la Luna: $384400 \text{ km} = 384400000 \text{ m}$,

ya solo nos queda sustituir los valores en la fórmula anterior:

$$F = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{6 \cdot 10^{24} \cdot 7,34 \cdot 10^{22}}{384400000^2} = 1,99 \cdot 10^{20} \text{ N}$$

Actividad de lectura



¿Lo intentas?

Ahora se trata de que calcules la fuerza de interacción entre la Tierra y por ejemplo una caja de 1 kg de masa que esté sobre su superficie. No te agobies, los datos que necesitas los tienes en el apartado anterior, masa de la Tierra, la distancia entre el centro de la Tierra y la caja, que va a ser el radio de la Tierra ($6371 \text{ km} = 6371000 \text{ m}$) porque el objeto se encuentra en su superficie, y el valor de G ($6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$)

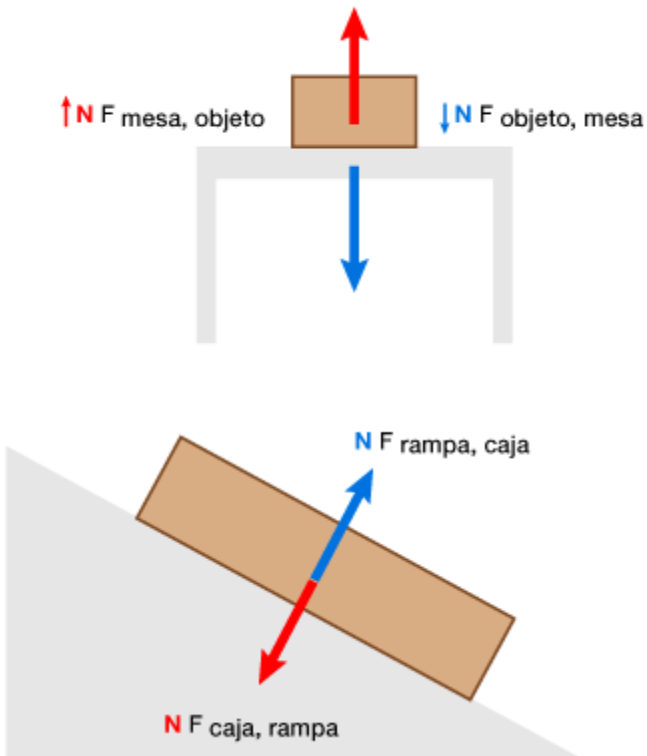
Inténtalo, y si no puedes... ya sabes, haz click y mira cómo se hace.

2.2.- Fuerza Normal



La fuerza que **impide que un cuerpo se meta dentro de otro**, se llama **normal** ¿sabes por qué? porque **siempre es perpendicular a la superficie de contacto entre los objetos**. Como todas las fuerzas, ésta también va en pareja, cada una actuando sobre uno de los objetos.

La superficie de la mesa ejerce una fuerza que impide que el objeto se meta dentro de ella, a su vez la superficie del objeto impide que la mesa se introduzca en él. En el otro ejemplo la fuerza ejercida por la superficie de la caja ($F_{\text{caja,rampa}}$) impide que la rampa se meta en la caja, y la fuerza ejercida por la superficie de la rampa ($F_{\text{rampa,caja}}$) que la caja se meta en la rampa ¿Complicado?

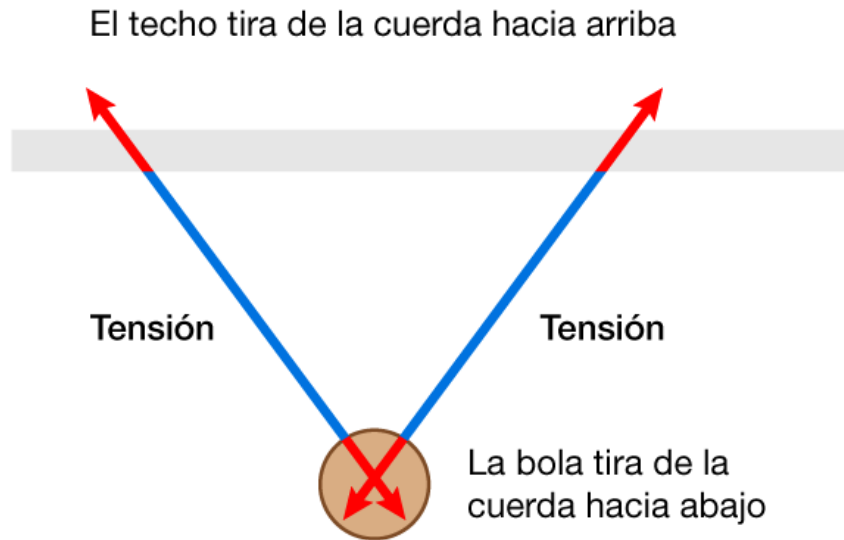


2.3.- Fuerzas de tensión



Pero tampoco nos podemos olvidar de otras fuerzas que usamos a diario en multitud de situaciones; siempre que tiramos de los dos extremos de un hilo, cuerda, alambre... para tensarlos. Estas fuerzas son la de **tensión**.

En la figur de más abajo, los extremos de la cuerda están por un lado sujetos al techo y por el otro al objeto, tanto tira de la cuerda el techo como el objeto que está colgando.



2.4.- Fuerzas de rozamiento

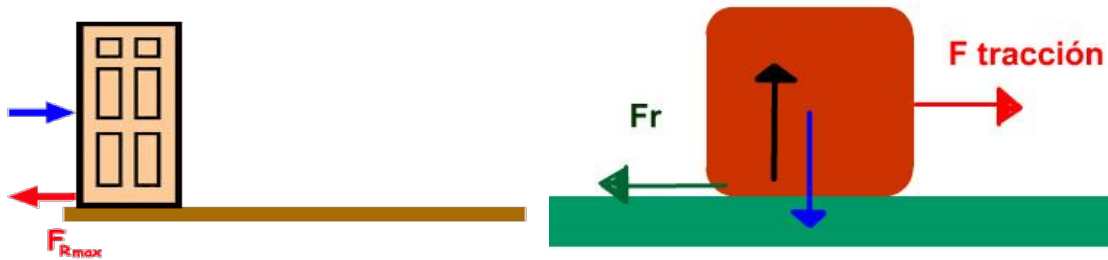


Y la última fuerza que vamos a ver es la fuerza de **rozamiento**.

¡No te imaginas lo importante que es esta fuerza a la hora de caminar!

En general el rozamiento es **la fuerza que se opone a que un cuerpo se deslice sobre otro**. No depende del tamaño de las superficies que están en contacto sino de sus características (si son lisas, rugosas) y de la fuerza con que las superficies se comprimen (fuerza normal).

Si pinchas sobre la imagen de la derecha verás una animación interesante sobre esta fuerza.



Pero también la fuerza de rozamiento **actúa a veces como fuerza responsable del movimiento**. Aunque te parezca mentira, verás como es así en los siguientes ejemplos:



Imagina que apenas existiera el rozamiento, como en una pista de hielo, por ejemplo ¿Verdad que te cuesta andar? Porque para poder andar necesitamos que nuestros pies hagan fuerza contra el suelo para que éste nos empuje ¿Te acuerdas de la discusión del hombre con el burro?



¿O cómo crees que un coche puede dar una curva?

Si no hay rozamiento por el motivo que sea (hielo, ruedas gastadas), al no existir el roce de la rueda con el asfalto, al no empujar la rueda al suelo, el suelo no hace que la rueda gire, no se produce movimiento de la rueda, y por lo tanto del coche tampoco. Pasa lo mismo que cuando intentamos andar en una pista de hielo, el coche también patina sin girar las ruedas.

¿Entiendes entonces por qué hay que usar cadenas para viajar cuando hay hielo? ¿Será para que haya rozamiento? Pues claro que sí.



Para saber más



se

Imagen: [flickr.com / dave.scriven](https://www.flickr.com/photos/dave.scriven/)

producen fuerzas de rozamiento entre objetos sólidos que se deslizan sobre otros, también actúan **fuerzas de rozamiento sobre objetos que se mueven en un fluido**. A este rozamiento se le llama **viscoso** y aumenta con la velocidad del objeto.

Por ejemplo, cuando vas en un coche y sacas la mano por la ventanilla notas el rozamiento con el aire, ¿Verdad? ¿Qué pasa si el coche va más deprisa? cuánto más rápido va el coche más notas esa fuerza de rozamiento.

Otro ejemplo, ¿Te has parado a pensar que ocurre por ejemplo en la caída libre?

Para aclararte un poco las ideas, deberías ver el siguiente vídeo, si pinchas [aquí](#). Ahora sí que puedes contestar a la pregunta anterior ¿verdad?

Viendo el vídeo te habrá quedado claro que si no hay aire (como pasa en el vacío) todos los cuerpos caen con la misma velocidad y al mismo tiempo, independientemente de su peso. Esto sucede porque no hay fuerza de rozamiento.

Pero si no estamos en el vacío, el aire ofrece una resistencia a la caída del cuerpo. Al principio esa resistencia es pequeña porque el cuerpo aún cae despacio. A medida que va aumentando la velocidad también aumenta la fuerza de rozamiento. Y así hasta que la fuerza de rozamiento se hace igual de grande que el peso. En ese momento la fuerza neta que actúa sobre el cuerpo que cae es cero (lo mismo tira de él el peso hacia abajo que el rozamiento hacia arriba) . Entonces según la primera ley de Newton el cuerpo debe moverse con movimiento rectilíneo uniforme a partir de ese instante.

Si esto no fuera así las gotas de lluvia al caer desde tan alto nos harían daño, sin embargo nos acarician. O las personas que practican la caída libre no bajan cada vez más rápido sino que a partir de un determinado momento caen con velocidad constante, eso sí muy grande pero constante.



Curiosidad

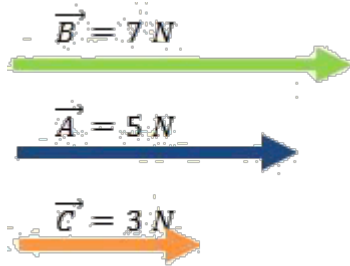
Repasa primero...

Antes de empezar a realizar cálculos, conviene que veas esta [animación](#)

Comprueba lo aprendido

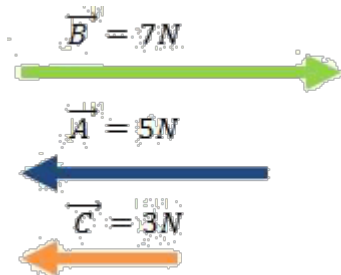
tendrás que realizar la suma de vectores ¿no?

1. Calcula la suma de estos vectores

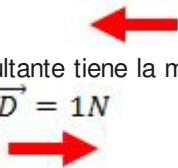


- La fuerza resultante siempre es la mayor, por eso en este caso es de 7N .
- La fuerza resultante es la suma de las tres fuerzas ya que tienen la misma dirección y sentido, es de 15 N .

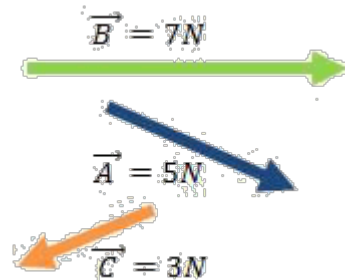
2. Ahora vas a calcular la fuerza resultante de:



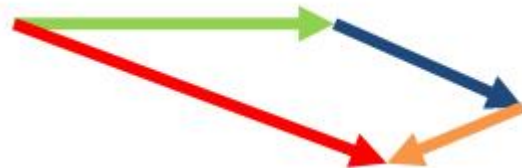
- La fuerza resultante tiene la misma dirección, el sentido es hacia la izquierda y el valor de la fuerza es de 1N $\vec{D} = 1N$
- La fuerza resultante tiene la misma dirección, pero el sentido es la del módulo mayor, y el valor de 1N $\vec{D} = 1N$



3. ¿Cuál sería la resultante de estas tres fuerzas?



- La fuerza resultante es un vector cuyo origen es el origen del primer vector y termina en el extremo del último (es el vector de color rojo)



Actividad de lectura

Y ahora un ejemplo fácil

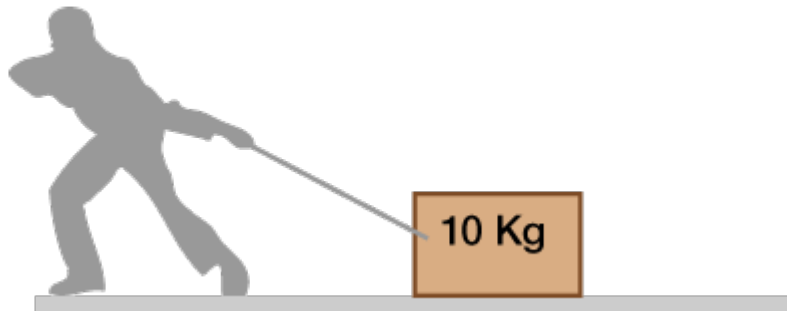
Imagina que tienes que arrastrar una caja de 10 kg.

a. En primer lugar vas a calcular el peso de la caja en newton.

b. Después vas a dibujar las parejas de fuerzas que intervienen,

suponiendo que no existe rozamiento.

c. Y por último vas a calcular la fuerza necesaria para que la caja se mueva con una aceleración de 5m/s^2



Importante

Es el momento de ver qué **relación tiene la fuerza con el movimiento**, para eso tenemos que conocer:

- Las tres **leyes de Newton**.
- Y cómo **las fuerzas** que nos rodean (gravitatorias, normal, rozamiento, tensión...) están relacionadas con el movimiento .

Leyes de Newton

Newton fue quién estableció las propiedades de las fuerzas y la relación de éstas con el movimiento a través de tres leyes:

Primera ley o principio de inercia

"Si sobre un cuerpo no actúa ninguna fuerza o la suma de todas ellas es nula, el cuerpo mantendrá su estado de movimiento».

Esto es, si está parado sigue parado y si se está moviendo seguirá con movimiento uniforme, sin aceleración.

Segunda ley

«La suma de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo es igual al producto de la masa del cuerpo por la aceleración que provocan las fuerzas».

Si la **suma de las fuerzas** es **nula** (cero) entonces el **cuerpo no cambia de estado** (si estaba parado sigue parado, si se estaba moviendo sigue con el mismo movimiento). Si que la **suma de las fuerzas** que actúan sobre él **no es nula**, entonces **el cuerpo se acelera**, más o menos dependiendo de la masa.

Para que haya movimiento acelerado, tiene que actuar una fuerza. No puede haber aceleración sin fuerza.

$$\sum F = m \cdot a$$

Tercera ley

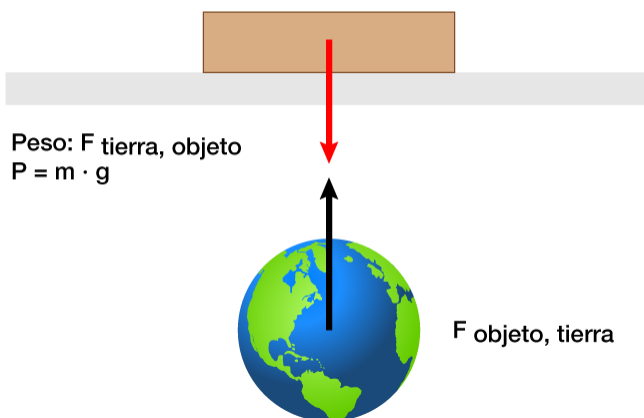
«Si un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro, éste, a su vez, ejerce una fuerza igual y de sentido contrario sobre el primero».

Las fuerzas que nos rodean

Fuerzas gravitatorias

Son las **fuerzas de atracción** que existen **entre dos cuerpos cualesquiera**, por el hecho de tener masa.

Un tipo de estas fuerzas es el **peso** es la **fuerza con que la tierra atrae a un cuerpo**.



Fuerza Normal

Es la fuerza que **impide que un cuerpo se meta dentro de otro**, la que comprime a un cuerpo contra otro. Siempre es perpendicular a las superficies que están en contacto.



Actividad de lectura

actividades sobre ellas, pero es muy difícil a veces, ver en las distintas situaciones qué ley es la que explicaría lo que está ocurriendo, por eso en esta actividad, vamos a procurar que por lo menos lo intentes y si lo ves muy complicado, puedas hacer click y ver la solución.

Vamos a empezar viendo este vídeo, está en inglés, pero no importa, ya que en lo que te debes fijar es en las imágenes, para poder explicar que está ocurriendo y por qué.

También deberás indicar en qué ley te has basado para explicarlo.

Ahora debes ver si las siguientes afirmaciones son **verdaderas** o **falsas**:

a.

Todas las situaciones se basan en la tercera ley de Newton: "Si sobre un cuerpo no actúa ninguna fuerza o la suma de todas ellas es nula, el cuerpo mantendrá su estado de movimiento".

b.

En la primera situación, intervienen la pared y la persona-patinete, la fuerza que hace la pared sobre la persona-patinete es mayor por eso se desplaza hacia atrás.

c.

Cuando el cuerpo patinete-persona tira una pelota grande, la fuerza que ejerce sobre la pelota es del mismo módulo y dirección pero de sentido contrario que la que la pelota ejerce sobre la persona-patinete.

d.

Al tirar una pelota pequeña, no se produce retroceso porque al ser las fuerzas del mismo módulo y dirección pero de sentido contrario se anulan.

e.

En la última secuencia, el conjunto extintor-persona-patinete ejerce una fuerza sobre los gases de la misma dirección y sentido contrario pero de menor módulo que la que ejercen los

Actividad de lectura

2. Seguimos con cálculos

Vamos a realizar una serie de cálculos sobre las situaciones vistas en el vídeo, concretamente cuando se dedica a lanzar las pelotas azules. Supongamos que la pelota azul que lanza tiene una masa de 200 gramos y se mueve con una aceleración de 5 m/s^2 .

En primer lugar vas a calcular la fuerza que el conjunto patinete-persona ejerce sobre la pelota. Suponemos que no existe nada de rozamiento.

¿Sería esa fuerza la misma que ejerce la pelota sobre el conjunto patinete-persona?

Considerando el valor de la fuerza calculado en el apartado anterior, si el conjunto persona-patinete, tiene una masa de 80 kg, ¿Con qué aceleración se moverá la persona con el patinete?
¿Será mayor, menor o igual que la aceleración de la pelota?

