

EL MOVIMIENTO Y LAS FUERZAS

La cinemática es la ciencia que describe el movimiento de los objetos. Conoces muchas palabras que pueden ser usadas para describir el movimiento de un objeto: ir deprisa, ir despacio, parar... Usaremos estas palabras y aprenderemos algunas más como: desplazamiento, sistema de referencia, distancia, trayectoria, velocidad, aceleración...y veremos que estas palabras están asociadas a magnitudes medibles que serán usadas para describir el movimiento de los objetos.

Antes de comenzar vamos a diferenciar entre dos **tipos de magnitudes**: escalares y vectoriales.

Hay magnitudes que quedan completamente descritas con un valor numérico y una unidad. Son magnitudes escalares. La masa, el tiempo, la longitud...son magnitudes escalares.

Por el contrario, hay magnitudes que además de un valor numérico y unidad, necesitan una dirección y sentido para quedar completamente definidas. Son magnitudes vectoriales. La velocidad, la aceleración, la fuerza....son magnitudes vectoriales.

Veamos algunos ejemplos:

⑩ Magnitudes escalares: has comprado dos kilos de naranjas. Para definir la masa de naranjas que has comprado sólo necesitas el valor numérico (2) y la unidad (kg) . Si has tejido una bufanda de 120 cm, su longitud queda completamente definida con el número (120) y la unidad (cm).

⑩ Magnitudes vectoriales: Tenemos cuatro pelotas. Todas ellas se mueve a la misma velocidad de 10 m/s. Pero tienen diferentes direcciones y sentidos. La primera se mueve en dirección vertical y sentido ascendente. La segunda en dirección vertical y sentido descendente. La tercera en dirección horizontal (rueda sobre una superficie, por ejemplo) y sentido hacia la derecha y la cuarta en dirección horizontal y sentido hacia la izquierda. Como ves, con decir que la pelota se mueve a 10 m/s no queda definida por completo la magnitud velocidad.

1.- ¿CUANDO DECIMOS QUE UN OBJETO SE MUEVE?

Un objeto se mueve cuando cambia de posición respecto a un sistema de referencia que consideramos inmóvil, que suponemos en reposo.

Por ejemplo, si vamos en un coche, observamos que nuestros acompañantes no se mueven y que todo lo que nos rodea “retrocede”. Una persona parada en la calle, verá que todas las personas del interior del coche avanzan y que el entorno permanece en reposo. Estas diferencias en la apreciación del movimiento se debe a que los sistemas de referencia usados son distintos, en el primer caso se usó el coche como sistema de referencia y en el segundo la calle.



2.- ¿CÓMO DESCRIBIMOS EL MOVIMIENTO DE UN OBJETO?

Al objeto que se mueve le llamamos **móvil**.

El punto P en el que está el móvil en cada momento se denomina **posición**. Para poder señalar sin confundirnos la posición que ocupa móvil debemos referirla a un punto de referencia, que llamamos **origen**.

Salimos de nuestra casa hacia el Instituto. Tenemos que recorrer 1 kilómetro. Si queremos definir nuestra posición debemos elegir un punto de referencia. Si el punto de referencia que elegimos es nuestra casa, podemos decir que, en un momento determinado, nuestra posición es un punto P que está a 300 metros de nuestra casa. Pero si cambio el sistema de referencia y ahora tomo el Instituto, mi posición será un punto P que estará a 700 m del sistema de referencia.

La **trayectoria** seguida por un móvil es la línea que une los puntos correspondientes a las posiciones ocupadas por dicho móvil. Las marcas de los patines en una pista de hielo, indican la trayectoria seguida por el patinador.

Las formas de las trayectorias son variadas: rectilíneas, circulares, elípticas, parabólicas, curvilíneas....



La **distancia recorrida** es el espacio recorrido por un móvil, medido sobre la trayectoria. La unidad del Sistema Internacional en que se mide la distancia es el metro (m)

El **desplazamiento** es el espacio recorrido por el móvil, desde la posición inicial a la posición final.

Si llamamos “x” a las posiciones, el desplazamiento será : $d = x_{\text{final}} - x_{\text{inicial}}$

La unidad del Sistema Internacional en que se mide el desplazamiento es el metro (m).

Pueden utilizarse también múltiplos y submúltiplos para medir cualquier longitud.



Además de conocer la trayectoria de un objeto también nos interesa saber como se mueve de rápido en cada momento. Un coche durante un desplazamiento no siempre puede ir igual de rápido, unas veces va más deprisa y otras más despacio.

La **velocidad** de un móvil en cada instante es la **velocidad instantánea**.

Hay una forma más fácil de decir a qué velocidad ha ido un objeto. Si sabemos cuánto espacio ha recorrido y el tiempo que ha tardado en hacerlo, podemos calcular su **velocidad media**:

$$\text{velocidad} = \frac{\text{posición final} - \text{posición inicial}}{\text{tiempo}} = \frac{\text{espacio total recorrido}}{\text{tiempo}}$$

- ⑩ Si el espacio lo medimos en metros, y el tiempo en segundos, la velocidad media se expresa en metros recorridos por cada segundo que pasa, es decir, en “metros por segundo” (m/s).

- Ⓣ Si el espacio lo medimos en kilómetros, y el tiempo en horas, la velocidad media se expresa en kilómetros recorridos por cada hora que pasa, es decir, en “kilómetros por hora” (**km/h**).

Si un objeto que estaba en reposo comienza a moverse, ¿crees que varía su velocidad?

Es obvio que sí. Antes tenía una velocidad cero y al moverse pasa a tener una velocidad diferente de cero. Decimos entonces que el móvil ha acelerado.

El móvil ha pasado de una velocidad inicial (v_{inicial}) a una velocidad final (v_{final}) y lo ha hecho en un tiempo (t).

La **aceleración** se define como la diferencia entre la velocidad final y la velocidad inicial, dividida por el tiempo que tarda en realizar este cambio de velocidad:

$$\text{aceleración} = \frac{\text{velocidad final} - \text{velocidad inicial}}{\text{tiempo}}$$

La aceleración en el S. I. se mide en metros por segundo al cuadrado (m/s^2).

3.- ¿HAY DIFERENTES TIPOS DE MOVIMIENTOS?

Podemos comprobar fácilmente que los móviles no siempre se mueven de la misma manera. Una noria no se mueve de la misma manera que un tren. No tienen la misma trayectoria. La noria tiene un movimiento circular y el tren rectilíneo en la mayor parte de su trayecto.

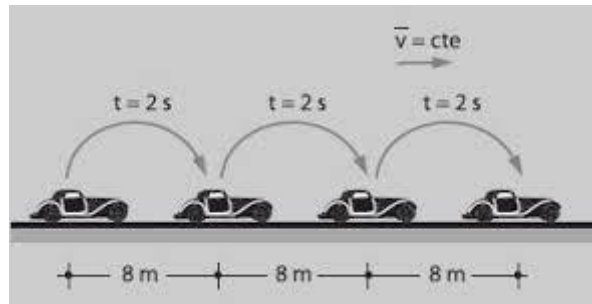
Si se mueve en línea recta diremos que tiene un movimiento rectilíneo, pero si describe un curva su movimiento será circular.

Vamos a estudiar dos tipos de movimiento, ambos con trayectoria recta.

3.1 MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME

Cuando la trayectoria de un móvil es recta y la velocidad no varía en el tiempo, es decir, se mantiene constante, llamamos al movimiento **movimiento rectilíneo uniforme. (MRU)**

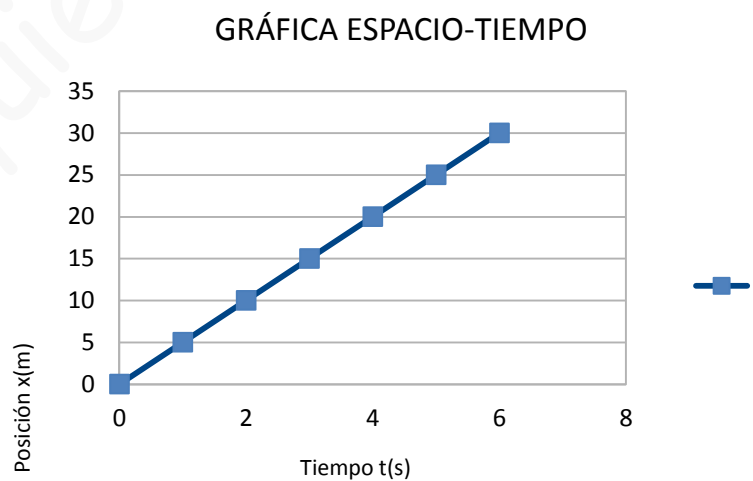
En un movimiento de este tipo se realizan desplazamientos iguales en tiempos iguales.



Podemos representar gráficamente la posición de un móvil respecto al tiempo (gráfica x-t) y la velocidad de un móvil en función del tiempo (v-t)

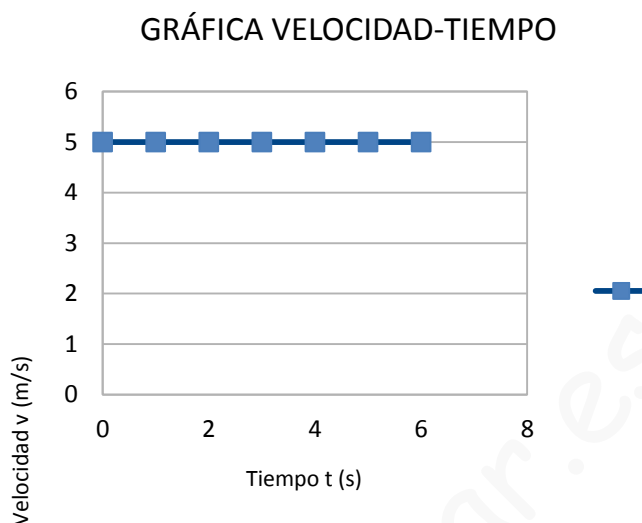
Un móvil se desplaza a 5 m/s. Sale desde una posición inicial que denominamos $x_0=0$, en un instante en el que el tiempo es $t_0=0$. Se mide la posición que ocupa el móvil a diferentes tiempos y se representa gráficamente.

Tiempo t (s)	Posición x (m)
0	0
1	5
2	10
3	15
4	20
5	25
6	30



Si ahora se representa la velocidad de ese móvil (5 m/s) en función del tiempo, con los mismos tiempos que en el ejemplo anterior, tendremos:

Tiempo t (s)	Velocidad v (m/s)
1	5
2	5
3	5
4	5
5	5
6	5



Como se puede ver, la velocidad no varía en el tiempo, siempre es la misma, es constante.

¿Cómo calcularíamos el espacio que ha recorrido el móvil que va a 5 m/s, en un tiempo de 15 segundos?

Como :
$$velocidad = \frac{posición\ final - posición\ inicial}{tiempo} = \frac{espacio\ total\ recorrido}{tiempo}$$

Podemos despejar el espacio recorrido = velocidad · tiempo = 5 m/s · 15 s = 75 m

El espacio recorrido por el móvil sería de 75 metros.

Podrías hacer lo mismo con el resto de las magnitudes.

- ⑩ Si conoces el espacio recorrido por el móvil y el tiempo empleado puedes hallar la velocidad
- ⑩ Si conoces la velocidad y el espacio recorrido puedes calcular el tiempo empleado en recorrerlo.

¡Practica con los ejercicios que tienes al final de la unidad !

3.2 MOVIMIENTO UNIFORMEMENTE ACCELERADO

Cuando la trayectoria del móvil es recta, pero la velocidad varía en el tiempo, llamamos al movimiento **movimiento rectilíneo uniformemente acelerado. (MRUA)**. En este tipo de movimiento la aceleración es constante.

Si la velocidad aumenta con el tiempo se dice que el móvil acelera y si la velocidad disminuye con el tiempo el móvil está frenando y se habla de deceleración o aceleración negativa.

Veamos algún ejemplo

Si un ascensor parte del reposo (está parado, su velocidad inicial es cero) y en 2 segundos alcanza una velocidad de 6 m/s ¿qué aceleración experimenta?

Recordamos la definición de aceleración

$$\text{aceleración} = \frac{\text{velocidad final} - \text{velocidad inicial}}{\text{tiempo}}$$

Sustituyendo los valores dados tendremos que la aceleración será $a = 3 \text{ m/s}^2$

Otro ejemplo:

Un taxi circula por una calle a una velocidad de 12 m/s cuando pasa por un cruce. Entonces reduce la velocidad hasta pararse (velocidad final = 0 m/s). En ello emplea un tiempo de 8 segundos. ¿Que deceleración experimenta)

$$\text{deceleración} = 0 - 12 / 8 = -1,5 \text{ m/s}^2$$

Nuevamente, si conocemos tres magnitudes podemos determinar la cuarta

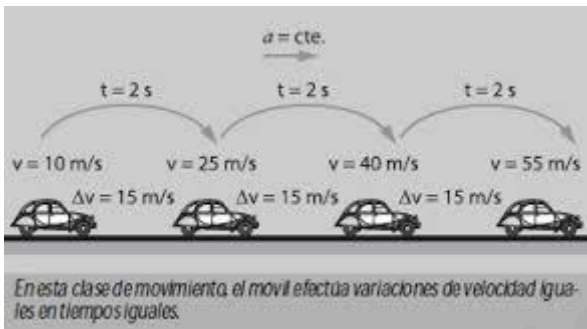
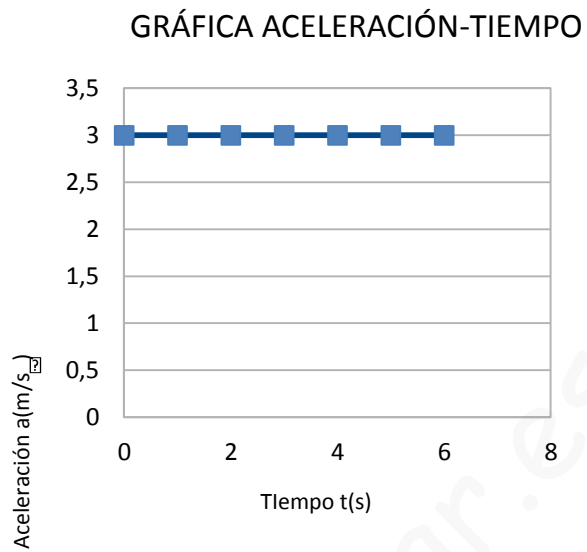
- ⑩ Conocida la aceleración, la velocidad inicial y el tiempo podemos conocer la velocidad final
- ⑩ Conocida la aceleración y las velocidades iniciales y finales podemos calcular el tiempo
- ⑩ Conocido el tiempo, la aceleración y la velocidad final, podemos saber que velocidad tenía inicialmente el móvil

Tienes ejercicios al final de la unidad. ¡ Practica con ellos lo aprendido!

También en este tipo de movimiento puede representarse gráficamente la aceleración en función del tiempo, la velocidad en función del tiempo y el espacio en función del tiempo. En esta unidad únicamente vamos a representar los dos primeros tipos de gráficas mencionadas, pues no hemos visto la ecuación que describe el espacio recorrido en un MRUA.

Vamos a usar el ejemplo del ascensor que subía a 3 m/s^2

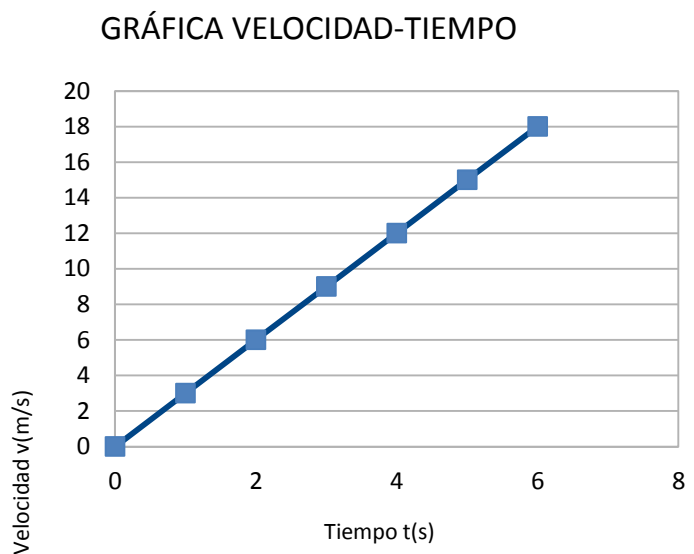
Tiempo t (s)	Aceleración a (m/s ²)
0	3
1	3
2	3
3	3
4	3
5	3
6	3



Se puede observar que la aceleración no varía con el tiempo, siempre es la misma, es constante.

Representamos ahora la velocidad en función del tiempo. Recuerda que conoces la aceleración (3 m/s²), la velocidad inicial (v₀=0 m/s) y los tiempos. Puedes calcular la velocidad a la que va el móvil para cada uno de esos tiempos. Obtenemos las velocidades que se recogen en la tabla

Tiempo t (s)	Velocidad (m/s)
0	0
1	3
2	6
3	9
4	12
5	15
6	20



Como puedes observar, como el móvil está acelerando, la velocidad varía en función del tiempo, es cada vez

mayor.

4.- ¿QUÉ EFECTOS PRODUCEN LAS FUERZAS SOBRE LOS CUERPOS?

La fuerza que se ejerce sobre un cuerpo puede producir cambios en la posición del cuerpo, cambios en su movimiento o cambios en su forma.

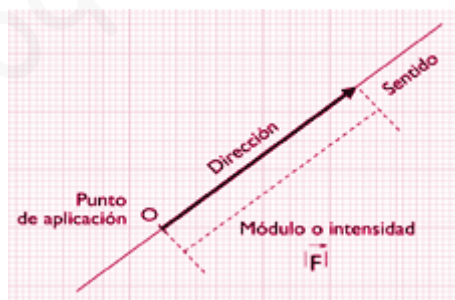
Si aplastas una bola de arcilla, observarás como se deforma. Si estiras un muelle observas que se alarga. En ambos casos estás realizando una fuerza y el efecto es una deformación.

Cuando empujas una canica sobre la mesa estás realizando una fuerza sobre la misma, la cambias de posición y además estás modificando su velocidad. Inicialmente estaba en reposo, y al realizar una fuerza sobre ella ahora se mueve con una cierta velocidad.

Las fuerzas puede ser ejercidas por contacto o a distancia. Cuando se empuja una mesa hay un fuerza por contacto pero la Tierra atrae a todos los cuerpos con una fuerza de atracción, que se ejerce a distancia.

La unidad en que se mide la fuerza en el Sistema Internacional es el Newton (N).

Las fuerzas son magnitudes vectoriales. Es necesario conocer su intensidad o módulo (valor numérico en newtons), la dirección (la recta sobre la que se encuentra), el sentido (indica si la fuerza está orientada hacia un lado u otro de la recta) y el punto donde se aplica.

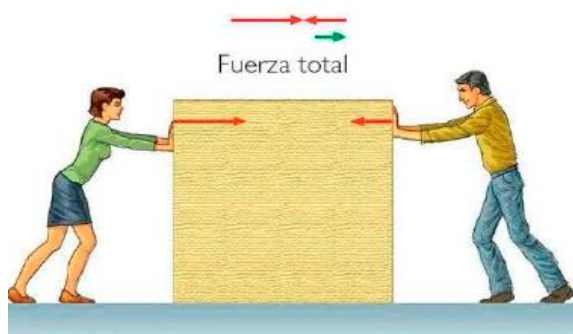
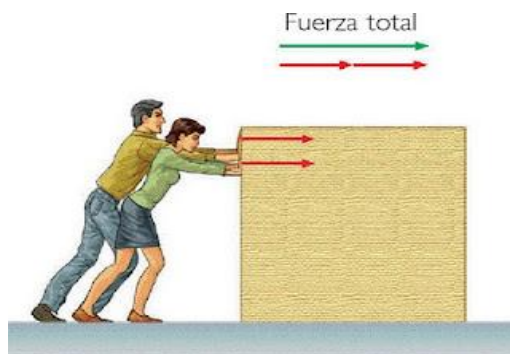


Si dos o más fuerzas actúan sobre el mismo objeto, con el mismo punto de aplicación y la misma dirección pueden sumarse fácilmente obteniendo la resultante, que es otra fuerza que tiene la misma dirección y sentido que las anteriores y su módulo será la suma de los módulos.

Si tienen la misma dirección pero sentidos contrarios, sus valores se restan y la fuerza resultante tiene el sentido de la mayor de ellas.

Si la fuerza que realiza el chico en el primer caso es 15 N y la que realiza la chica es también de 15 N, la fuerza total 30 N, la suma de ambas.

La dirección y el sentido es la misma que las dos fuerzas originales



Si ahora la fuerza que realiza la chica es de 15 N y la que realiza el chico es de 10 N, la fuerza total será la diferencia entre ambas, es decir 5 N.

La dirección será la misma que las que tenía las fuerzas originales y el sentido el de la mayor, es decir, el bloque se moverá en el sentido en el que empuja la chica, que

es la que realiza mayor fuerza.

4.1 FUERZAS QUE PRODUCEN DEFORMACIÓN: LEY DE HOOKE

Dijimos antes que uno de los efectos de las fuerzas es la deformación de los objetos. Uno de estos objetos son los muelles, que son elementos elásticos. Si de un muelle se cuelga un peso que realiza una fuerza F , el muelle se alarga una longitud .

Cuando se cuelga el doble de peso, el alargamiento es el doble.

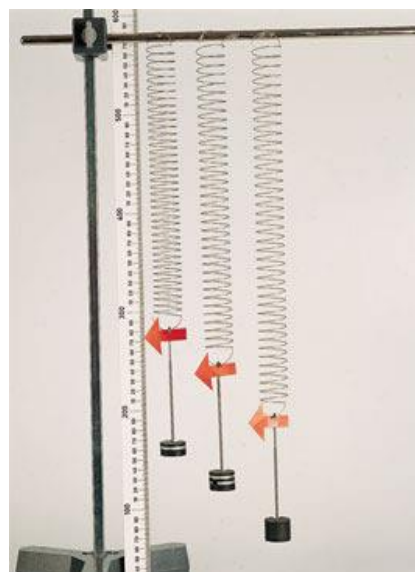
Si se cuelga el triple de peso, el alargamiento es el triple, etc. Este comportamiento lo resumió Robert Hooke en una ley que lleva su nombre:

Ley de Hooke: La deformación que se produce en un material elástico al aplicarle una fuerza es proporcional a dicha fuerza

$$F = k \cdot \Delta l$$

Donde F es la fuerza que actúa; k es la constante de elasticidad y Δl es el alargamiento que se produce .

Las unidades de K en el SI son N/m. La constante de elasticidad es



característica de cada material. Cuanto más grande sea k , más difícil será «estirar» el muelle.

- ⑩ Si un muelle se alarga 10 cm cuando le aplicamos una fuerza de 50 N ¿cuál será la constante de elasticidad del muelle?

Aplicando la ley de Hooke : $F = k \cdot \Delta l$

Sustituimos los valores conocidos y despejamos K

$$50 = k \cdot 0,10 \quad k = 50/0,10 = 500 \text{ N/m}$$

- ⑩ Si la constante de elasticidad de un muelle es 300 N/m y se le aplica una fuerza de 50 N. ¿Cuánto se alargará el muelle?

Aplicando de nuevo la ley de Hooke, se sustituyen en la ecuación todos los valores conocidos

$$F = k \cdot \Delta l$$

$$50 = 300 \cdot \Delta l$$

$$\Delta l = 50/300 = 0,16 \text{ m}$$

Para medir se utiliza el



la fuerza que se está realizando sobre un muelle dinamómetro.

4.2 - FUERZAS QUE ALTERAN EL MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS. LEYES DE NEWTON

Cuando un cuerpo cambia su movimiento, debemos pensar en la acción de fuerzas. Si un coche acelera, frena o toma una curva lo hace gracias a fuerzas del motor, de los frenos, del volante, de los neumáticos sobre la carretera o de todas a la vez.

Dijimos anteriormente que un efecto de la fuerza es la alteración del movimiento de los cuerpos . Aplicando fuerzas podemos poner en movimiento un cuerpo que estaba en reposo; aumentar la velocidad de un cuerpo que ya estaba en movimiento; frenar o disminuir la velocidad de un cuerpo, incluso detenerlo; y hacerle cambiar la dirección en la que se movía.

La dinámica es la parte de la física que estudia la relación entre las fuerzas y el movimiento de los cuerpos.

Isaac Newton enunció las leyes que aún son la referencia.

Primera ley de Newton o principio de inercia

Todo cuerpo permanece en su estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme si no hay ninguna fuerza que lo saque de ese estado.

Todos podemos aceptar que un cuerpo permanece en reposo si no se ejercen fuerzas sobre él o las que actúan están en equilibrio. Pero también sabemos que si dejamos de empujar un objeto, este acaba parándose, cuando según la primera ley debería seguir moviéndose a velocidad constante. Si una canica rueda sobre una superficie, este movimiento no permanece eternamente, llegará un momento en el que se parará.



Los cuerpos en movimiento se paran no porque falle la primera ley de Newton, sino porque continúan actuando unas fuerzas que los frenan. Estas fuerzas son las fuerzas de rozamiento que actúan siempre en contra del movimiento.

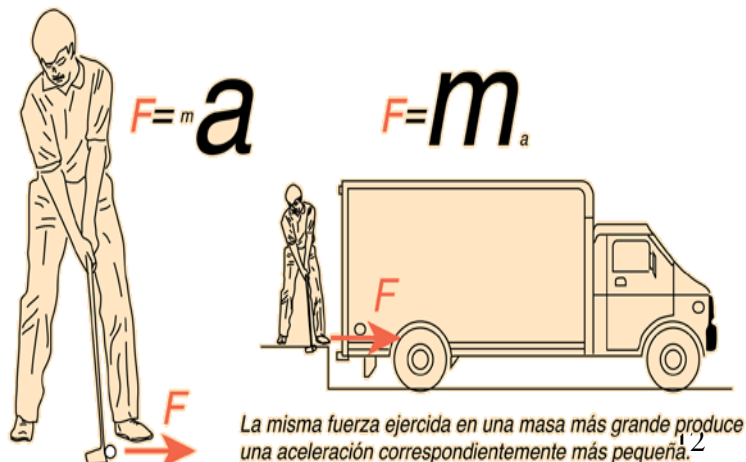
Julia está empujando la caja con una fuerza de 50 N. La superficie sobre la que se mueve la caja presenta un coeficiente de rozamiento y realiza una fuerza que se opone al movimiento de la caja. El valor de esta fuerza de rozamiento es de 10 N. La fuerza que realmente experimenta la caja será la diferencia entre ambas, es decir, 40 N.

Segunda ley de Newton o definición de fuerza

Si una fuerza neta actúa sobre un cuerpo, este adquiere una aceleración directamente proporcional a la fuerza e inversamente proporcional a su masa.

Matemáticamente esta ley se expresa de la siguiente manera $F = m \cdot a$

De esta manera, cuanto mayor sea una masa de un cuerpo menor efecto de aceleración producirá la misma fuerza. Una fuerza de 10 N producirá una aceleración mayor aplicada sobre una pelota de golf, que aplicada sobre un camión.



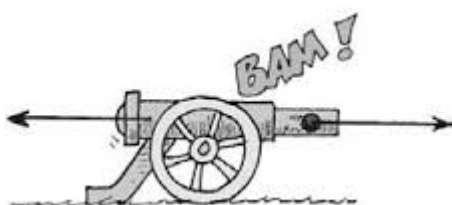
Si un perro tira de un trineo con una fuerza de 225 N que en su conjunto (perro más trineo) tiene una masa de 180 kg, ¿Que aceleración experimenta?

La segunda ley de Newton nos dice que la fuerza aplicada es $F = m \cdot a$

Conocemos todo excepto la aceleración.

$$225 = 180 \cdot a \quad a = 225/180 = 1,25 \text{ m/s}^2 \quad a = 1,25 \text{ m/s}^2$$

Tercera ley de Newton o ley de acción-reacción



Si un cuerpo A ejerce una acción sobre otro cuerpo B, éste realiza sobre A otra acción igual y de sentido contrario. Cuando se dispara una cañón, la bala sale disparada hacia la derecha y el cañón se desplazará en sentido contrario.

4.3- FUERZAS QUE SE EJERCEN A DISTANCIA. PESO DE LOS CUERPOS

Newton se encontraba sentado bajo un árbol, reflexionando, cuando una manzana cayó a su lado - erróneamente la historia dice que le había caído sobre la cabeza-. Newton se sintió inspirado y pensó para sí. "¿Por qué tiene que caer la manzana siempre perpendicularmente al suelo? (...) La razón tiene que ser que la Tierra la atrae. Eso fue lo que le contó a su amigo William Stukeley, cuando se sentaron a la sombra de unos manzanos a tomar el te, según cuenta el manuscrito "desclasificado" de la Royal Society de Londres.



La Tierra atrae a los cuerpos que la rodean. Por eso, si los cuerpos se dejan libres por encima de la superficie de la Tierra, caen al suelo. Esto es debido a que la Tierra los atrae.

El peso de un cuerpo es la fuerza con la que la Tierra lo atrae.

La dirección del peso es vertical y su sentido es hacia el centro de la Tierra

El peso es proporcional a la masa de cuerpo. Definimos el peso como $P = m \cdot g$

donde P es el peso de cuerpo en newtons (N) , m es la masa del cuerpo en kilogramos (kg) y g es una constante, la gravedad, cuyo valor es $9,8 \text{ m/s}^2$ en la Tierra.

- ⑩ Calcula el peso de un cuerpo si su masa es de 40 kg.

$$P = m \cdot g = 40 \cdot 9,8 = 392$$

www.yoquieroaprobar.es

EJERCICIOS

1.- Imagina que lanzamos una pelota al aire y su movimiento es como el que ves en la figura. Explica que es la distancia recorrida, la trayectoria y el desplazamiento. Calcula el desplazamiento si la posición inicial es 10 m y la final 250 m



2.- Andrés tiene que hacer un trabajo de clase con Juan y va andando desde su casa a casa de Juan recorriendo tres kilómetros. Cuando termina el trabajo vuelve de nuevo a su casa. Calcula la distancia que ha recorrido y el desplazamiento.

3.- Un automóvil se desplaza con una velocidad de 50 m/s, con movimiento rectilíneo uniforme. ¿Qué distancia recorrerá en 10 segundos?

4.- Un automóvil se desplaza con movimiento rectilíneo uniforme ¿cuánto tardará en recorrer 270 kilómetros si se mueve con una velocidad de 90 kilómetros por hora?

5.- ¿A qué velocidad se desplaza un automóvil que tarda 2 horas en recorrer 240 kilómetros? Expresa el resultado en unidades del sistema internacional-

6.- Un jugador de fútbol recorre el campo de 120 metros en 30 segundos. Inmediatamente se vuelve y tarda 20 segundos en llegar a la mitad del campo, es decir en recorrer 60 metros. Calcula

- la velocidad del atleta en cada tramo
- la velocidad media del corredor

7.- Dos automóviles A y B salen desde un mismo punto y se mueven en diferentes sentidos. El móvil A va hacia el norte a 90 km por hora, y el móvil B va hacia el sur a 80 km por hora. Calcular la distancia que los separa al cabo de 2 horas

8.- Un ciclista circula a una velocidad de 5 m/s, acelera durante 20 segundos y alcanza los 10 m/s. Determina su aceleración media.

9.- Un corredor alcanza la meta a una velocidad de 5m/s y frena hasta pararse (velocidad final = 0 m/s) en 5 segundos. Determina su aceleración media.

10.- Un coche se mueve a una velocidad de 120 Km/h cuando observa un atasco. Sabiendo que frena con una aceleración de -5 m/s^2 ¿qué tiempo tarda en parar?

11.- Si sobre un cuerpo se aplican dos fuerzas, una de 35 N y otra de 20 N, ambas en la misma dirección pero en sentido contrario, en concreto la primera hacia la derecha y la segunda hacia la izquierda. ¿Cuánto valdrá la fuerza resultante y en qué sentido se moverá? Realiza un dibujo en el que muestres cómo se aplican las fuerzas y cuál sería el resultado.

12.- Si sobre un cuerpo se aplican dos fuerzas, una de 15 N y otra de 20 N, en la misma dirección y sentido, en concreto hacia la derecha, ¿cuánto valdrá la fuerza resultante y en qué dirección se moverá? Realiza un dibujo en el que muestres cómo se aplican las fuerzas y cuál sería el resultado.

13.- Un muelle tiene una constante de elasticidad de 250 N/m. Calcula qué deformación sufrirá cuando se sujete por un extremo y se tire del otro con una fuerza de 100 N.

14- Si se aplica una fuerza de 30 N en el extremo libre de un muelle y éste se alarga 4 cm. Calcula a.- la constante de elasticidad.

b.- ¿Cuánto se alargará el muelle si se le aplica una fuerza de 30 N?

c.- ¿Qué fuerza será necesario aplicar para que se alargue 6 cm?

15.- Si al aplicar una fuerza sobre un cuerpo de 10 kg de masa, éste adquiere una aceleración de 3 m/s^2 , ¿cuánto vale la fuerza que se ha aplicado al cuerpo?

16.- Calcular la masa de un cuerpo que sobre el que se hace una fuerza de 30 N y adquiere una aceleración de 5 m/s^2 .

17.- Arrastramos una maleta de 20 kg con una fuerza de 60 N. Halla la aceleración de la maleta

- a) en ausencia de rozamiento.
- b) si la fuerza de rozamiento que realiza el suelo es de 10 N

16.- Calcula el peso de un cuerpo de 15 kg de masa en la Tierra, sabiendo que $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Si ese cuerpo se encuentra en la luna, donde g tiene un valor de $1,6 \text{ m/s}^2$. Calcula el peso del cuerpo en la Luna. ¿Ha variado la masa?

www.yoquieroaprobar.es