



## Las Leyes de Newton

El trabajo teórico de Isaac Newton diferencia dos etapas o concepciones del mundo: la que veía el universo como un todo de la creación divina y la que dice que es un mecanismo bien ordenado de leyes naturales. Newton, al formular el funcionamiento de la mecánica universal o teoría de la gravitación estableció tres leyes básicas:

1. El principio de la inercia.
2. Proporcionalidad entre la fuerza ejercida sobre un cuerpo y la aceleración resultante.
3. Ley de acción y reacción.

¿Qué te sucede cuando te conduces en un autobús y de repente se detiene? Tu cuerpo tiende a conservar su movimiento hacia adelante. Lo contrario ocurre cuando el vehículo inicia la marcha, tu cuerpo es impulsado hacia atrás. ¿Te has preguntado por qué ocurre lo anterior? La razón es que tu cuerpo tiende a mantener su movimiento o su estado de reposo. Ese fenómeno se conoce como inercia.

Primera ley de Newton o ley de la inercia

En palabras más sencillas, la inercia es la resistencia de un objeto a cambiar su estado de movimiento o reposo relativo.

### La Primera Ley:

**Según lo que establece la primera Ley de Newton, todos los cuerpos persisten en su estado de reposo o de movimiento relativo, en línea recta y con velocidad constante, a menos que una fuerza lo obligue a cambiar de estado.**

Un objeto en reposo permanece en reposo y un objeto en movimiento, continuará en movimiento con una velocidad constante; es decir, velocidad constante en línea recta) a menos que experimente una fuerza externa neta.

En términos más sencillos, cuando una fuerza neta sobre un cuerpo es cero ( $F=0$ ), su aceleración es cero ( $a = 0$ ).



Cuando no existen fuerzas

Una fuerza externa actúa

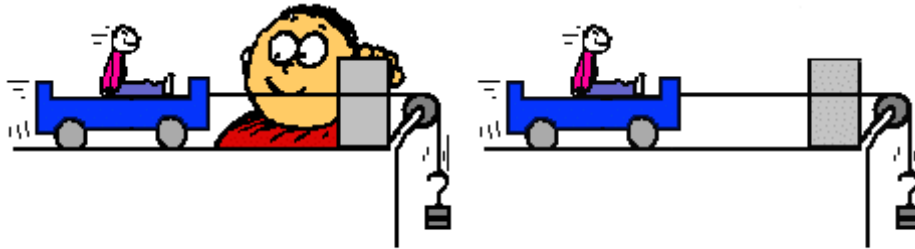
Esta ley, conocida como la ley de inercia, define un conjunto especial de marcos (sistemas) de referencia denominados marcos inerciales. Un marco inercial de referencia es un marco no acelerado. Cualquier marco de referencia que se mueve con velocidad constante respecto de un marco inercial es por sí mismo inercial.

## Masa inercial.

Si se intentara cambiar la velocidad de un objeto, éste se opondrá a dicho cambio. La inercia es sencillamente una propiedad de un objeto individual; se trata de una medida de la respuesta de un objeto a una fuerza externa.

La masa se usa para medir la inercia. Cuando mayor es la masa de un cuerpo, tanto menor es la aceleración de ese cuerpo (cambio en su estado de movimiento) bajo la acción de una fuerza aplicada

Este es un ejemplo en como la inercia actúa en los cuerpos:



## Segunda Ley: “Ley de la fuerza”

La aceleración de un objeto es directamente proporcional a la fuerza neta que actúa sobre él ( $a \propto F$ ) e inversamente proporcional masa. ( $a \propto \frac{1}{m}$ )

Esto quiere decir que:  $F = ma$

En la caída libre de los cuerpos se puede aplicar esta ley para obtener ya sea la aceleración, fuerza o masa del objeto que cae.



## El peso.

La mayoría de nosotros sabemos que todos los objetos son atraídos hacia la Tierra. La fuerza ejercida por la Tierra sobre un objeto se denomina el peso del objeto, (**w**). Esta fuerza está dirigida hacia el centro de la tierra.

Un cuerpo que cae libremente experimenta una aceleración  $g$  que actúa hacia el centro de la Tierra. Al aplicar la segunda ley de Newton al cuerpo de masa  $m$  que cae libremente, se obtiene que  $F = ma$ . Debido a que  $F = mg$  y también a que  $F = ma$ , se concluye que  $a = g$  y  $F = w$ , o  $w = mg$ .

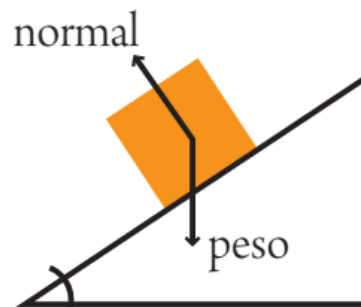
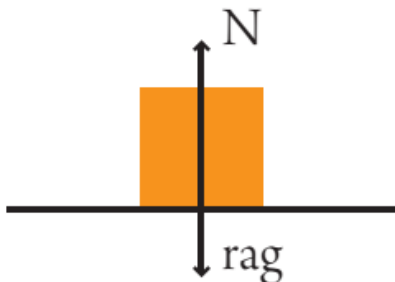
Con el fin de tener buenos resultados al aplicar la segunda ley del movimiento a un sistema mecánico, se debe ser capaz primero de saber y reconocer todas fuerzas que actúan sobre el sistema. Es decir, debemos poder construir el diagrama de cuerpo libre correcto.

Cuando se hace un diagrama de cuerpo libre se deben de tomar en cuenta cada elemento que interactúa en el sistema.

A continuación se muestran algunos ejemplos de diagramas de cuerpo libre, para eso se debe saber que:  $F$  denota cierta fuerza aplicada,  $w = mg$  es la fuerza de la gravedad,  $n$  denota una fuerza normal,  $f$  es la fuerza de fricción, y  $T$  es la fuerza de la cuerda sobre el objeto.

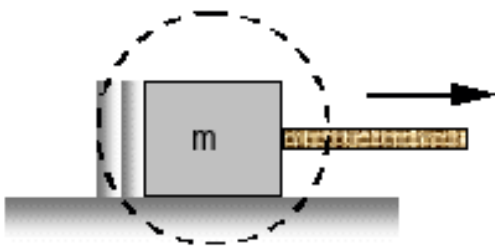
La estática es el estudio de las condiciones que deben cumplirse para que un cuerpo sobre el cual actúan fuerzas quede en equilibrio. Para una mejor comprensión del equilibrio de los cuerpos, es necesario analizar las fuerzas que más a menudo se presentan en la vida cotidiana, estas son:

1. **El peso ( $w$ ):** es la fuerza con la que la Tierra atrae hacia su centro a todos los objetos que están cerca de su superficie y se expresa en newton. Su dirección es vertical y su sentido es hacia abajo. Un objeto de un kilogramo de masa tiene un peso de aproximadamente 9.8N.
2. **La normal ( $N$ ):** es la fuerza perpendicular a la superficie donde se apoya un objeto y su punto de aplicación está en la base del bloque. Si la superficie es plana, la fuerza normal tiene una magnitud igual al peso del bloque, pero si la superficie es inclinada, la normal es diferente al peso debido al ángulo de inclinación.

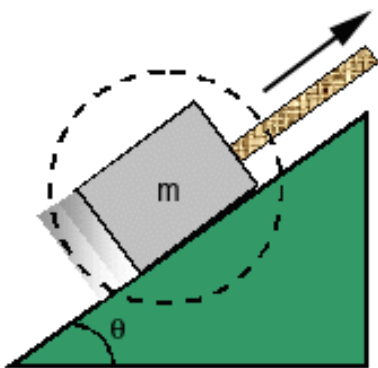
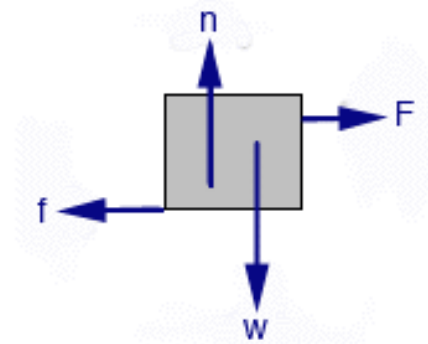


3. **Fuerzas de fricción o rozamiento ( $f_r$ ):** Se manifiesta como una fuerza contraria al movimiento de un cuerpo cuando este se desliza sobre una superficie. Es fácil comprobarla: si se suelta una pelota para que ruede en el suelo siendo este una superficie plana, la fricción entre la pelota y el suelo hará que el balón se detenga en un momento dado. Si la superficie es inclinada, la fricción hará que la pelota deje de subir hasta detenerla y luego empezará a descender

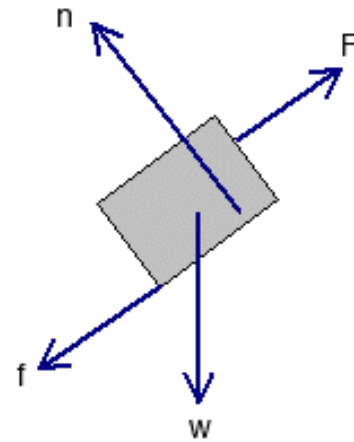
Varios sistemas mecánicos (izquierda) y los diagramas de cuerpo libre (derecha). El término rugoso aquí significa sólo que la superficie tiene fricción.

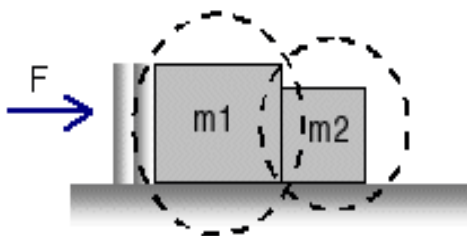


Un bloque jalado a la derecha sobre una superficie horizontal rugosa

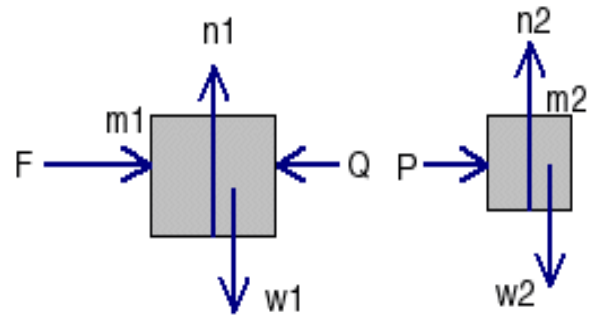


Un bloque jalado hacia arriba por una superficie rugosa

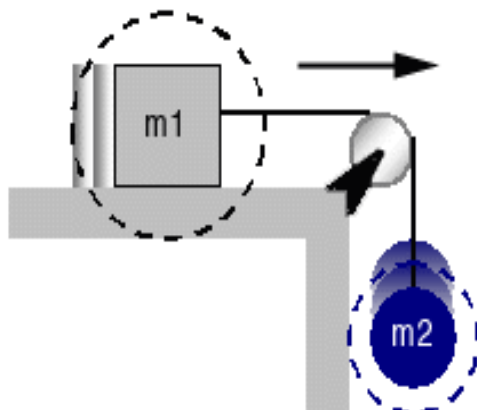




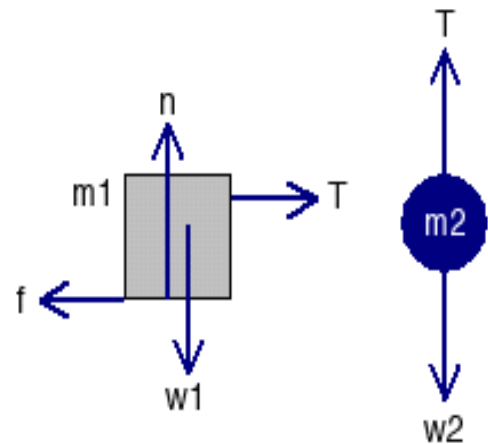
Dos bloques en contacto, empujados a la derecha sobre una superficie rugosa



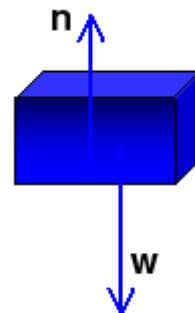
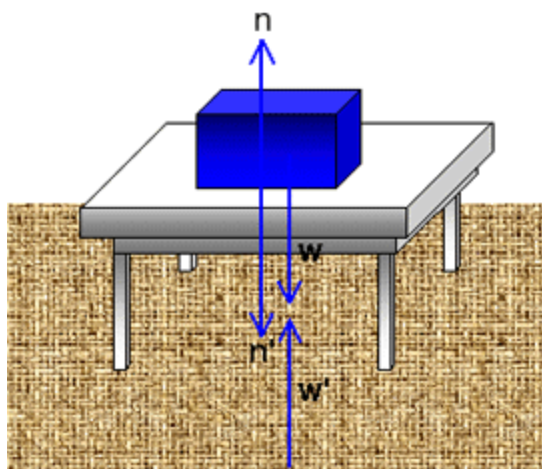
Nota:  $P = -Q$  debido a que son un par de acción-reacción.



Dos masas conectadas por una cuerda ligera. La superficie es rugosa y la polea es sin fricción.

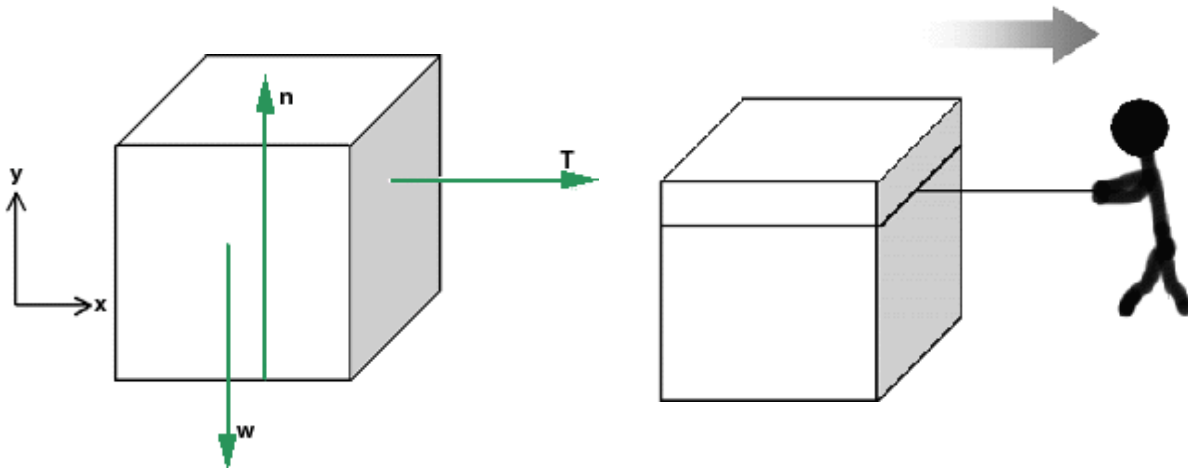


Cuando aplicamos las leyes de Newton a un cuerpo, sólo estamos interesados en aquellas fuerzas externas que actúan sobre el cuerpo.



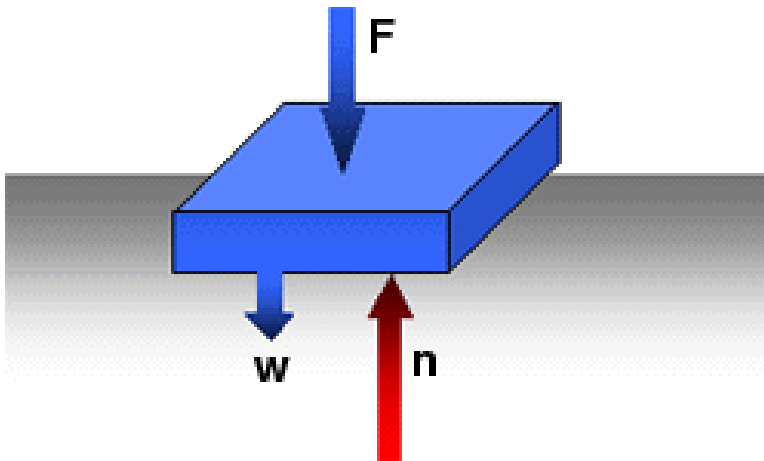
Cuando una caja está en reposo sobre una mesa, las fuerzas que actúan sobre el aparato son la fuerza normal,  $n$ , y la fuerza de gravedad,  $w$ , como se ilustran. La reacción a  $n$  es la fuerza ejercida por la caja sobre la mesa,  $n'$ . La reacción a  $w$  es la fuerza ejercida por la caja sobre la Tierra,  $w'$ .

En otro ejemplo se tiene una caja que se jala hacia la derecha sobre una superficie sin fricción, como se muestra en la figura de la izquierda.

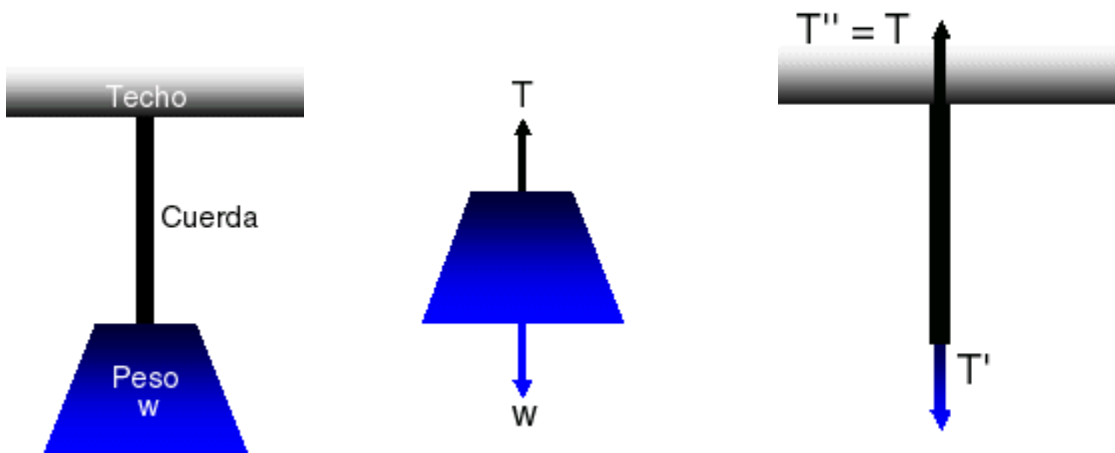


En la figura de la derecha se tiene el diagrama de cuerpo libre que representa a las fuerzas externas que actúan sobre la caja.

Cuando un objeto empuja hacia abajo sobre otro objeto con una fuerza  $F$ , la fuerza normal  $n$  es mayor que la fuerza de la gravedad. Esto es,  $N = w + F$ .



En otro ejemplo se tiene un peso  $w$  suspendido del techo por una cuerda de masa despreciable. Las fuerzas que actúan sobre el peso son la gravedad,  $w$ , y la fuerza ejercida por la cadena,  $T$ . Las fuerzas que actúan sobre la cuerda son la fuerza ejercida por el peso,  $T'$ , y la fuerza ejercida por el techo,  $T''$ .



Después de haber visto algunos ejemplos donde se muestra la manera en cómo se utilizan las leyes de Newton, a continuación se presentara una estrategia para la solución de problemas en los cuales se tiene que aplicar las leyes de Newton.

### Momento de una fuerza:

Cuando se aplica una fuerza en algún punto de un cuerpo rígido, el cuerpo tiende a realizar un movimiento de rotación en torno a algún eje. La propiedad de la fuerza para hacer girar al cuerpo se mide con una magnitud física que llamamos **torque o momento de la fuerza**. Para una mejor comprensión piensa en lo siguiente:

¿Por qué las puertas tienen la manecilla para abrir y cerrar en un extremo opuesto al que contiene las bisagras?

El torque de una fuerza respecto a un punto es una magnitud que mide el efecto rotativo sobre el cuerpo alrededor de dicho punto. Así, la bisagra es un punto fijo sobre el cual gira la puerta al aplicarle una fuerza. Ahora bien, este efecto rotativo dependerá de la intensidad de la fuerza aplicada y la distancia desde el punto de aplicación de la fuerza, hasta la bisagra. Entonces, como la fuerza y la distancia son directamente proporcionales al torque, a mayor distancia entre la manecilla y la bisagra, mayor es el torque y más fácil se abre la puerta.

¿Qué es el equilibrio mecánico y en qué condiciones existe?

Observa la siguiente figura, ¿crees que este libro está en reposo o en equilibrio?



Tomando en cuenta lo siguiente:

1. Un cuerpo está en reposo cuando su velocidad es nula, no hay desplazamiento.
2. Un cuerpo está en equilibrio cuando su aceleración es nula. No existen cambio de velocidad a lo largo del tiempo.

Entonces, se puede afirmar que una partícula que está en equilibrio puede estar en reposo o bien puede tener movimiento rectilíneo uniforme, ya que en ambos casos no experimenta aceleración.

Como es fácil notar, el libro de la ilustración está en reposo y en equilibrio. Las fuerzas involucradas en este sistema mesa-libro son: el peso que ejerce el libro sobre la superficie de la mesa y la fuerza normal que ejerce la mesa sobre el libro, por estar en contacto con este. Pero si se lanza un objeto verticalmente hacia arriba, cuando alcanza la máxima altura de su trayectoria su velocidad final es cero y queda momentáneamente en reposo. Sin embargo, no alcanza el equilibrio porque se ve afectado por la aceleración de la gravedad en virtud de su peso.

Ahora analiza este otro caso:

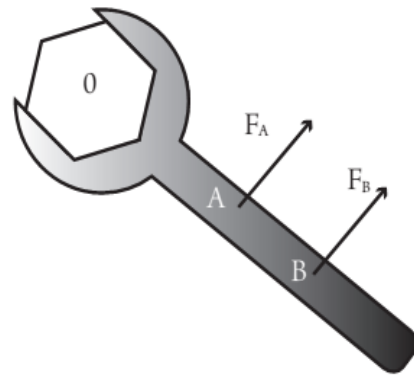
Para un cuerpo que puede girar alrededor de un eje, consideraremos que:

Está en reposo si las velocidades de todos sus puntos son nulas, por lo tanto no se mueve.

Consideramos que está en equilibrio si las aceleraciones tangenciales de sus puntos son cero, es decir que el cuerpo no está en condiciones de girar hacia ningún lado.

Dado lo anterior se puede decir que para que una partícula esté en equilibrio, es necesario que:

1. La resultante de todas las fuerzas que actúan sobre ella sea igual a cero.
2. La suma de todos los torques de todas las fuerzas con relación a cualquier punto sea cero.



## Clases de equilibrio

Todo cuerpo que se encuentra libre para moverse, se sitúa de modo que su centro de gravedad se encuentre lo más bajo posible. Según lo anterior, hay tres clases de equilibrio:

1. El equilibrio es estable si el cuerpo, siendo apartado de su posición de equilibrio, vuelve al puesto que antes tenía, por efecto de la gravedad. En este caso el centro de gravedad está debajo del punto de suspensión. Ejemplos: El péndulo, la plomada, una campana colgada.
2. El equilibrio es inestable si el cuerpo, siendo apartado de su posición de equilibrio, se aleja por efecto de la gravedad. En este caso el centro de gravedad está más arriba del punto o eje de suspensión. Ejemplo: Un lápiz sobre su punta.



