

Masa, peso e inercia

Antes de continuar a la aplicación de las leyes de Newton, es importante clarificar algunos conceptos que utilizaremos con frecuencia en las próximas guías, que son la masa, el peso y la inercia de los cuerpos. Si bien son conceptos relacionados entre sí, son conceptos muy distintos, ya que hacen alusión a distintas características de los cuerpos. A continuación, definiremos cada una de ellas.

La masa

Este concepto, muy conocido por lo demás, ha sido tema de debate en la comunidad científica: Albert Einstein estableció que la masa aumenta cuando nos movemos. Bueno, pero ese tema será para más adelante, cuando manejemos a cabalidad las leyes de Newton. Si le interesa el tema, siga el siguiente [link](#) (échele una miradita, ¡le va a gustar!).

De modo clásico, la masa se define como la cantidad de átomos que posee un cuerpo, es decir la cantidad de materia que compone el cuerpo estudiado. Esta cantidad se mide en kilogramos [kg] y casi siempre se define con la letra m . Bueno, para que Usted tenga una idea, un litro de agua a 4[C] tiene exactamente 1[kg] de agua.

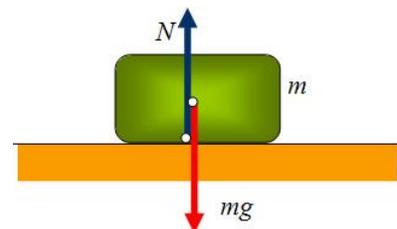
La inercia

Es un concepto que, generalmente, se confunde con la masa. Si bien están relacionados, no son equivalentes. La inercia corresponde, en su sentido clásico, a la resistencia que ofrece un cuerpo a cambiar su estado de movimiento. Es decir, tal como lo estudio Galileo, si un cuerpo está en reposo, continuara en reposo; si el cuerpo se mueve, tendera a mantener su estado de movimiento. En chilensis, corresponde que tan porfiado es un cuerpo para moverse o detenerse: imagínese un Fiat 600 y un camión betonero (de los de cemento), el Fiat es más fácil de mover que el camión, ya que su inercia es menor. En caso de frenar los vehículos, el Fiat es más fácil de frenar, ya que su inercia es menor. Usted podría asociarlo con la masa, pero no es correcto. Otro ejemplo es con los futbolistas: un delantero posee menos inercia que un defensa, pero al momento de ir a disputar el valor, la inercia del defensor hace que le sea más fácil “sacar” al delantero.

El peso

¹ Esta fuerza es una de las más estudiadas e importantes de la física. Corresponde a la atracción que realiza un planeta sobre los cuerpos cercanos a su superficie, a grosso modo. Esta fuerza se mide en Newtons, y es conocida popularmente como gravedad.

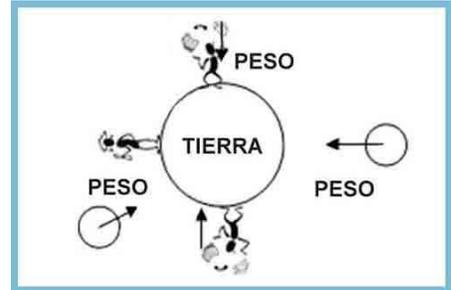
El peso es una fuerza que depende de la masa de los cuerpos, como también de la aceleración de gravedad de cada planeta. Es decir, que un cuerpo siempre posee la misma masa, pero no el mismo peso, incluso en nuestro planeta. La ecuación para calcular el peso de un cuerpo se establece como $P = m * g$, donde m es la masa y g es la aceleración de



¹ Fuente: https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Mog_peso.jpg

gravedad del planeta, que en nuestro planeta, en promedio, es de $9,8[m/s^2]$, pero como su profesor de física es buena onda, vamos a dejarla en $10[m/s^2]$.

Una característica del peso es que siempre apunta hacia el centro del planeta. Es por esto que si saltamos en Punta Arenas, no nos caemos del planeta. Tal como lo había comentado, cada planeta posee una aceleración de gravedad diferente, por lo que el peso es una fuerza de carácter variable, mientras que la masa es una cantidad invariable en los cuerpos. A continuación, les dejo una tabla con las aceleraciones de gravedad de los planetas de nuestro sistema solar.



Información básica sobre el Sistema Solar			
Planeta	Diámetro (km)	Masa (10^{24} kg)	Aceleración de la gravedad superficial (m/s^2)
Mercurio	4 880	0.33	3.73
Venus	12 104	4.87	8.83
Tierra	12 756	5.98	9.81
Marte	6 787	0.65	3.73
Júpiter	142 800	1 901	25.9
Saturno	120 000	545	11.1
Urano	51 800	87.31	10.5
Neptuno	49 500	102.86	10.6
Plutón	3 000	0.01	2.35-0.33

3

Ahora, dos ejemplificios (ejemplo + ejercicio)

¿Cuál es el valor del peso de $3[kg]$ de papas en la Tierra?, ¿y en la Luna?

Se sabe que la aceleración de gravedad de la Tierra es de $10[m/s^2]$. Como dato, la aceleración de gravedad lunar corresponde a un sexto de la gravedad terrestre, es decir, $\frac{10}{6} \approx 1,67[\frac{m}{s^2}]$. Para calcular el peso, utilizamos la ecuación $P = mg$, quedándonos como

$$P = m * g = 3[kg] * 10 [\frac{m}{s^2}] = 30[N]$$

Nótese que $1[N] = 1[\frac{kg*m}{s^2}]$. Ahora, para el peso en la Luna

² Fuente: http://contenidosdigitales.ulp.edu.ar/exe/ciencias_naturales_nee/peso.html

³ Fuente: <http://2c-fisica-missjudith.blogspot.com/2018/02/semana-24-del-12-al-16-de-febrero.html>

$$P = m * g_{tuna} = 3[kg] * 1,67 \left[\frac{m}{s^2} \right] = 5,01[N]$$

¿Cuál es la aceleración de gravedad de un planeta donde un astronauta de 85[kg] pesa 212,5[N]?

Para calcular la aceleración de gravedad, debemos despejar g desde la ecuación para calcular el peso, de forma que

$$P = m * g \rightarrow g = \frac{P}{m} = \frac{212,5[N]}{85[kg]} = 2,5 \left[\frac{m}{s^2} \right]$$

Nótese que $g = \frac{P}{m} = \frac{[N]}{[kg]} = \frac{\frac{kg*m}{s^2}}{kg} = \frac{kg*m}{s^2} * \frac{1}{kg} = \frac{m}{s^2}$

¿Cuál es la masa de un cuerpo que pesa 555[N] en Saturno?

Ahora despejaremos m de la ecuación $P=m*g$. Sabemos, por tabla, que la aceleración de gravedad de Saturno es de $11,1 \left[\frac{m}{s^2} \right]$. De esta forma, se establece que

$$P = m * g \rightarrow m = \frac{P}{g} = \frac{555[N]}{11,1 \left[\frac{m}{s^2} \right]} = 50[kg]$$

Notese que $m = \frac{P}{g} = \frac{[N]}{\left[\frac{m}{s^2} \right]} = \frac{\frac{kg*m}{s^2}}{\frac{m}{s^2}} = \frac{kg*m}{s^2} * \frac{s^2}{m} = kg$

Ahora Usted complete el siguiente cuadro, buscando la aceleración de gravedad del planeta señalado y calculando la cantidad que falta...

Planeta	Aceleración de gravedad $[m/s^2]$	Masa $[kg]$	Peso $[N]$
Venus		300	
Marte			1450
Neptuno		60	
Júpiter			5500
Mercurio		80	

Las leyes de Newton

Hasta el momento, el estudio de la dinámica se ha focalizado en el reconocimiento de las fuerzas en el diagrama de cuerpo libre y, en casos muy puntuales, en el cálculo de las magnitudes de dichas interacciones.

A continuación, comenzaremos a estudiar las leyes de Newton, partiendo por la primera. Usando la herramienta de la guía anterior (el diagrama de cuerpo libre), comenzaremos a aplicar las leyes para analizar elementos de dinámica y poder determinar el valor de algunas fuerzas en distintas situaciones.

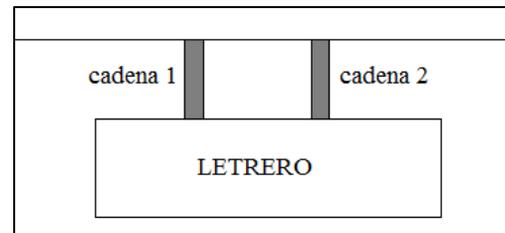
La primera ley de Newton: Inercia

La primera ley de Newton establece que un cuerpo mantendrá su estado de movimiento, siempre y cuando la suma de las fuerzas sobre el sistema sea igual a $0[N]$, lo cual en matemáticas se escribe como $\sum \vec{F} = 0[N]$ (ojo, Σ significa sumatoria). Esto quiere decir que, si tenemos dos personas tirando de una cuerda en sentidos contrarios, y con la misma intensidad, estas no deberían moverse. Esto se debe a que ambas fuerzas se anulan entre sí, ya que como son vectores poseen signos asociados, estableciendo sumas y restas vectoriales.

Quizás la explicación no sea del todo clara, por lo que haremos un pequeño ejercicio para clarificar la aplicación de esta ley.

Ejemplo

Un cartel publicitario se encuentra colgado un techo mediante dos cadenas. Sabiendo que el letrero posee una masa de $30[kg]$, calcule la tensión soportada por cada cadena.

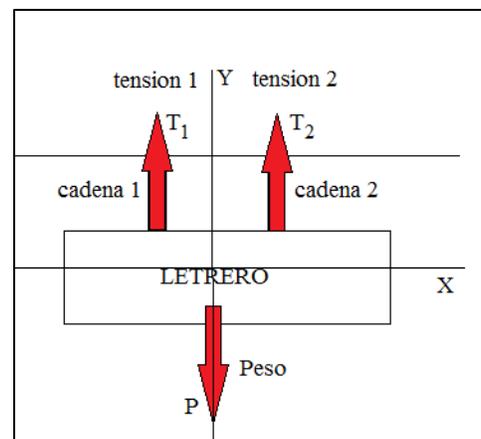


Solución

*Lo más probable es que Usted haya pensado “facilito, profe, son $15[kg]$ ”, pero le digo de inmediato que esta errada, ya que la **fuerza se mide en Newtons, y no en kilogramos**. Por lo tanto, descartamos esa respuesta.*

*Lo primero que hacemos es el diagrama de cuerpo libre. Agregamos un eje XY sobre el sistema a analizar y, después, observamos que en el sistema (letrero) actúan tres fuerzas: la tensión 1, la tensión 2 y el peso del letrero, tal como muestra la figura. Un dato importante es que nos interesa **hacia donde apunta la fuerza, y no donde se ubica**.*

Ya hecho el DCL, procedemos a asignar valores a estas fuerzas: por ejemplo, T_1 y T_2 son fuerzas que apuntan hacia arriba, es decir, poseen signo positivo, mientras que el peso apunta hacia abajo, por lo que



tiene signo negativo: esto quiere decir, que si tuviésemos que sumar estas fuerzas, se armaría la siguiente ecuación

$$\sum F = +T_1 + T_2 - P$$

Lo cual, si la igualamos a $0[N]$ (porque el letrero no se mueve), estaríamos aplicando la primera Ley de Newton. Además podemos afirmar que los valores de T_1 y T_2 son iguales, debido a que el cartel no está ladeado, por lo tanto podemos afirmar que $T_1 = T_2 = T$.

Aplicando la primera ley de Newton, la ecuación quedaría de la siguiente forma

$$\sum F = +T_1 + T_2 - P = 0[N] \rightarrow +T + T - P = 0$$

por lo tanto, al desarrollar la ecuación, quedaría

$$2T - P = 0$$

Despejando T , que es lo que queremos calcular, reestructuramos el ecuación, recordando que $P = m * g$

$$T = \frac{P}{2} = \frac{m * g}{2}$$

Entonces, reemplazamos el valor de la masa del letrero, que es $30[kg]$, para determinar el valor de T . Recordamos, a su vez, que el valor de $g = 10[\frac{m}{s^2}]$.

$$T = \frac{m * g}{2} = \frac{30[kg] * 10[\frac{m}{s^2}]}{2} = \frac{300[N]}{2} = 150[N]$$

Por lo tanto, cada cadena soporta $150[N]$.

¡¡Ahora, Usted!!

Calcule, aplicando cada paso del ejemplio anterior, cuanto soportan las patas de una silla cuando una persona de $75[kg]$ se sienta en ella. Asuma que la silla tiene 4 patas.

La tercera ley de Newton: acción y reacción

Esta ley establece un principio fundamental en la física, que dice que las fuerzas son interacciones, por lo que no pueden aparecer solas, siempre aparecen de a pares. La tercera ley de Newton establece que **“por toda fuerza realizada (acción) existe una fuerza igual en magnitud y contraria en sentido a la fuerza aplicada (reacción)”**. Esto quiere decir que si yo me apoyo en una pared, mi cuerpo empuja a la pared (acción), pero la pared a su vez

empuja a mi cuerpo (reacción). Como ambas fuerzas son iguales, se anulan entre si, por lo que suman 0[N], entonces ni mi cuerpo ni la pared se mueven!!.

Esta ley es importante para comprender el movimiento, y es piedra angular de, por ejemplo, ciencias de la construcción. Algunos ejemplos de esta ley son:

- Caminar: al caminar, el pie empuja el suelo hacia atrás, por lo que el suelo empuja el pie hacia delante, permitiendo el acto de caminar
- Movimiento en el agua: en el agua, un bote posee una hélice que empuja el agua hacia atrás, lo que por reacción hace que el agua empuje el bote hacia delante.
- Cohetes espaciales: en el espacio, los transbordadores espaciales poseen un motor que expulsa gases hacia atrás, lo que por reacción hace que la nave se mueva hacia delante.

Si bien es una importantísima ley, la trabajaremos de forma conceptual, debido a su complejidad, y la veremos en cursos posteriores.

Segunda Ley de Newton: Movimiento

En palabras simples, la segunda ley de Newton cuantifica la fuerza y la relaciona con los cambios de estado de movimiento, es decir, relaciona la fuerza con los cambios de velocidad de un cuerpo. Es una de las leyes fundamentales de la naturaleza y, quizás, el mayor logro científico de todos los tiempos. El enunciado para el segundo axioma de Newton es:

“todo cuerpo sobre el cual actúe una fuerza, produce un cambio en su estado de movimiento”

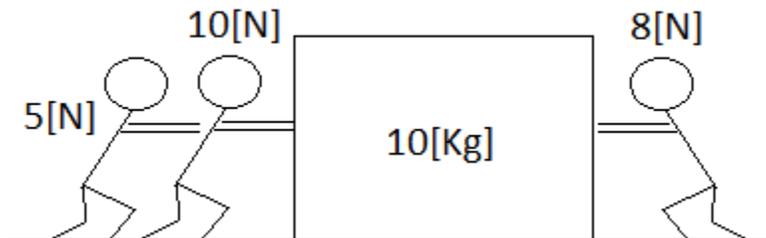
Este cambio en el estado de movimiento (en este caso, la velocidad), se conoce como aceleración. En palabras simples, la fuerza es proporcional a la aceleración del cuerpo, tal como lo establece la ecuación de la Segunda Ley de Newton, la cual es

$$\sum F = m * a$$

Donde $\sum F$ es la suma de todas las fuerzas sobre el cuerpo, m es la masa del cuerpo y a es la aceleración del mismo. A continuación, al igual que la primera ley, se presenta un ejercicio ejemplo para la aplicación de la segunda ley de Newton.

Ejemplo: tres niños empujan al mismo tiempo, con los valores de las fuerzas señaladas, una caja de 10[kg] de masa, tal como muestra la figura. En esta situación, establezca:

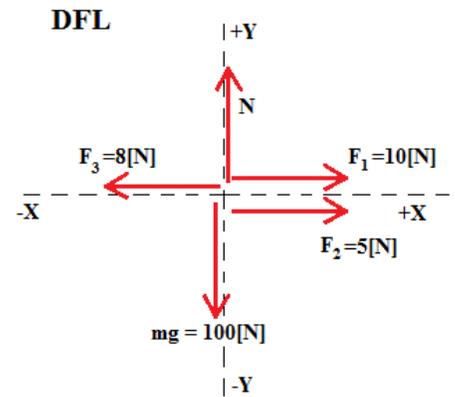
- La fuerza neta sobre el cuerpo*
- La aceleración de la caja*
- La aceleración de la caja en caso de que todos empujen para el mismo lado*



Resolución: primero que todo, se realiza el diagrama de cuerpo libre para la situación planteada. Se puede observar que desde este análisis se pueden obtener dos ecuaciones, una para el eje X y otra para el eje Y, sobre la base de la suma de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo.

$\sum F_y = +N - mg = 0$, ya que la caja no se mueve verticalmente

$\sum F_x = +10[N] + 5[N] - 8[N] = +7[N]$, que corresponde a la fuerza neta sobre la caja.



Esto significa que la caja se moverá hacia la derecha, debido a que existe una fuerza neta que apunta hacia el eje X positivo.

Respecto a la aceleración de la caja, se puede establecer que todo cuerpo que cambie su velocidad, obedece a la segunda ley de Newton, y la suma de las fuerzas se puede igualar al producto de la masa por la aceleración, de forma que

$$\sum F_x = +10[N] + 5[N] - 8[N] = +7[N] = ma$$

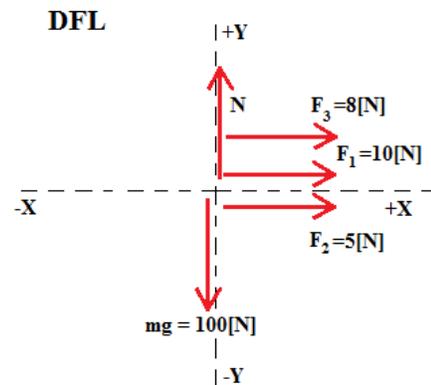
Por lo tanto, se puede establecer que $+7[N] = 10a \rightarrow a = \frac{\sum F}{m} = \frac{+7[N]}{10[kg]} = +0,7[\frac{m}{s^2}]$. El signo positivo indica que se moverá hacia el eje +X.

¿Qué pasaría si todos empujan al mismo lado?

El diagrama de cuerpo libre muestra que todas las fuerzas apuntarán al mismo lado, lo que la suma de fuerzas sería

$\sum F_x = +10[N] + 5[N] + 8[N] = +23[N]$
Lo que genera que la aceleración (cambio de velocidad), será mayor. Por lo tanto, el cálculo de la aceleración sería

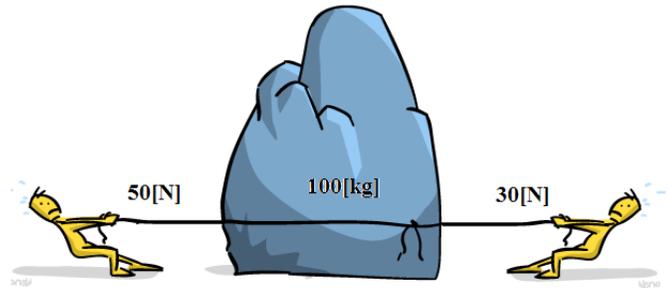
$$\sum F_x = ma \rightarrow a = \frac{\sum F_x}{m} = \frac{+23[N]}{10[kg]} = +2,3[\frac{m}{s^2}]$$



Lo que implica que la caja aumentará más rápido su velocidad que en el caso anterior. Nótese que si aparece un signo negativo en la aceleración, significa que el cuerpo se moverá a eje -X, y en caso de que el cuerpo ya hubiese estado en movimiento, significaría que su velocidad comienza a reducir su valor (proceso de frenado).

Intente Usted realizar el siguiente ejercicio: dos hombres tiran, cada cual, para su lado, una roca de $100[\text{kg}]$, tal como muestra la figura. En esta situación, determine:

- El DFL de la situación y la aceleración que adquiere la roca
- Si los hombres aúnan sus esfuerzos para mover juntos la roca, establezca el DFL de la situación y la aceleración cuando estos aúnan esfuerzos.



Ejercicios para resolver

- Una cuerda, amarrada en una viga de techo, cuelga hasta el suelo. Dos niños pequeños, de $12[\text{kg}]$ y $20[\text{kg}]$ respectivamente, juegan a colgarse de la sog. Realice el DCL y calcule la tensión que soporta la cuerda cuando los niños se cuelgan sin moverse. R: $320[\text{N}]$
- Sobre un bloque de madera de $10[\text{kg}]$ se aplican 3 fuerzas, tal como muestra la figura. ¿Cuál debe ser el valor de F para mantener el sistema en equilibrio, es decir, sin moverse? R: $60[\text{N}]$
- En el ejercicio anterior, consideremos que $F=75[\text{N}]$. En esta situación, ¿cuál es el valor de la aceleración del bloque de madera?. R: $1,5[\text{m/s}^2]$ hacia la derecha.

