

DINÁMICA

LEYES DE NEWTON

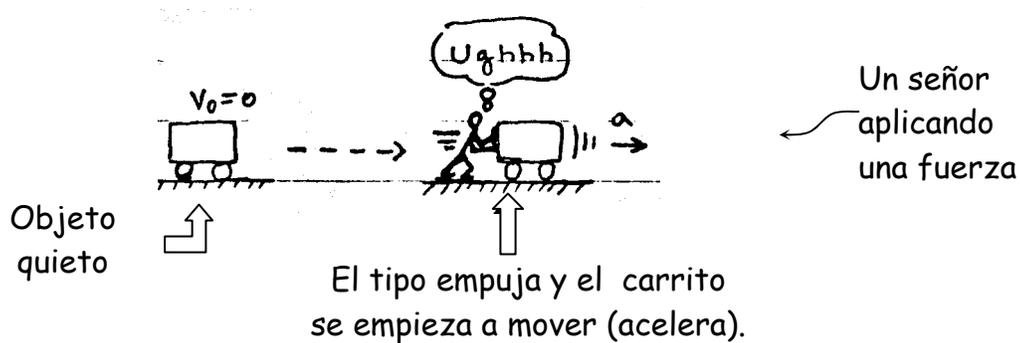
CLASE DE
FÍSICA PARA
FOTOCOPIAR

FUERZA, MASA y ACELERACIÓN

Hay tres conceptos que se usan todo el tiempo en dinámica: **fuerza**, **masa** y **aceleración**. Veamos qué significa cada uno:

¿Qué es una fuerza?

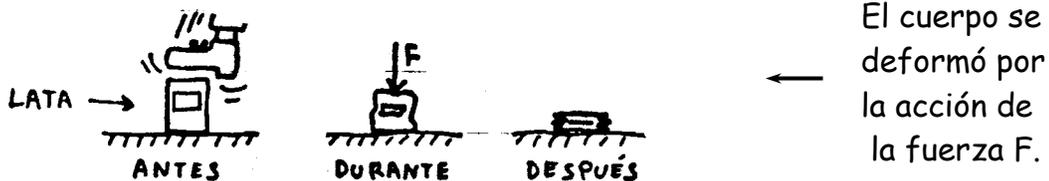
Una fuerza es una cosa que hace que algo que está quieto se empiece a mover.



Esta situación de un cuerpo que tiene aplicada una fuerza la simbolizamos poniendo una flechita que representa a la fuerza. Vendría a ser algo así:



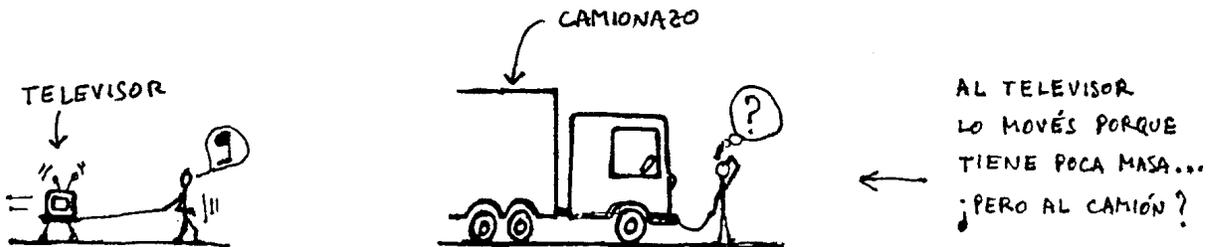
Cuando la fuerza empieza a actuar, el cuerpo que estaba quieto se empieza a mover. Si uno no deja que el cuerpo se mueva, lo que hace la fuerza es deformarlo o romperlo.



Nota: En realidad una fuerza es algo un poco más complicado que lo que yo puse acá. Te lo expliqué así para que lo entiendas y tengas una idea del asunto.

MASA

Cuanto más masa tiene un cuerpo, más difícil es moverlo. (Acelerarlos, quiero decir). Y si el tipo viene moviéndose, más difícil va a ser frenarlo.



La masa es una cantidad que me da una idea de qué tan difícil es acelerar o frenar a un cuerpo. Se puede entender a la masa como una medida de la tendencia de los cuerpos a seguir en movimiento. Esto vendría a ser lo que en la vida diaria se suele llamar inercia.

A mayor cantidad de materia, mayor masa. Si tengo 2 ladrillos del mismo material tendrá más masa el que tenga más átomos. (Átomos, moléculas, lo que sea). Cuanta más materia tenga un cuerpo, más difícil va a resultar moverlo. Es como que la masa te dice "mi honor está en juego y de aquí no me muevo".



Puedo decir que la dificultad en acelerar o frenar un cuerpo está dada por la cantidad de partículas que ese cuerpo tiene. Y la cantidad de partículas da una idea de la cantidad de materia. Entonces sin entrar en grandes complicaciones, te resumo el asunto así:

La masa de un cuerpo es la cantidad de materia que tiene

← MASA

Masa y fuerza son 2 conceptos que vas a entender mejor después de haber resuelto muchos problemas. Dinámica es así. Lleva tiempo.

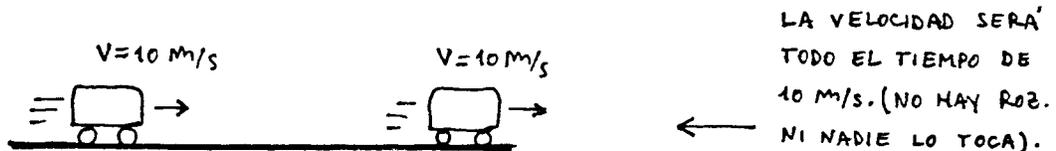
ACELERACIÓN

Esto ya lo sabés de cinemática. La aceleración es una cantidad que me dice qué tan rápido está aumentando o disminuyendo la velocidad de un cuerpo. Digamos que si una cosa tiene una aceleración de 10 m/s^2 , eso quiere decir que su velocidad aumenta en 10 m/s por cada segundo que pasa. Si al principio su velocidad es cero, después de un segundo será de 10 m/s , después de 2 seg será de 20 m/s , etc).

LEYES DE NEWTON ← ESTO

1ª LEY DE NEWTON o PRINCIPIO DE INERCIA

Si uno tira una cosa, esta cosa se va a mover con movimiento rectilíneo y uniforme a menos que alguien venga y lo toque. Es decir, si un objeto se viene moviendo con MRU, va a seguir moviéndose con MRU a menos que sobre el actúe una fuerza.



Para entender esto imaginate que venís empujando un carrito de supermercado y de golpe lo soltás. Si no hay rozamiento, el carrito va a seguir por inercia. La forma matemática de escribir la primera ley es:

$$\boxed{\text{Si } F = 0 \rightarrow a = 0 \text{ (} \rightarrow v = \text{cte) }} \quad \leftarrow 1^{\text{ra}} \text{ LEY}$$

Esta primera ley de Newton casi no se usa para resolver problemas pero es importante desde el punto de vista conceptual. (Atento)

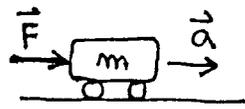
2ª LEY DE NEWTON o PRINCIPIO DE MASA

Lo que viene ahora es lo que se usa para resolver los problemas, así que atención. Lo que dice Newton es esto: Si uno empuja un cuerpo (= le aplica una fuerza) el cuerpo va a moverse con MRUV. Es decir, va a empezar a acelerar.

Lo importante es que esta aceleración :

- 1 - Es proporcional a la fuerza aplicada. (Significa, a mayor F , mayor a)
- 2 - Va para el mismo lado que la fuerza aplicada. (Significa, si F va así \rightarrow la aceleración también irá así \rightarrow)
- 3 - Es inversamente proporcional a la masa. (Significa, a mayor m , menor a)

Resumiendo, lo que dice Newton es que



← AL EMPUJAR CON UNA FUERZA **F** EL OBJETO EMPIEZA A ACELERAR CON ACELERACION **a**

Todo esto que dije antes se puede escribir en forma matemática como:

$$\text{aceleración} = \text{Fuerza} / \text{masa}$$

Si paso la masa multiplicando tengo la forma más común de poner la ley de Newton, que es como les gusta a ellos:

$$F = m \cdot a$$

← 2^{da} Ley de Newton

Esta 2^{da} ley de Newton parece fácil pero no es tan fácil. A la gente le encanta repetirla de memoria. Pero el asunto no es repetirla. El asunto es entenderla.

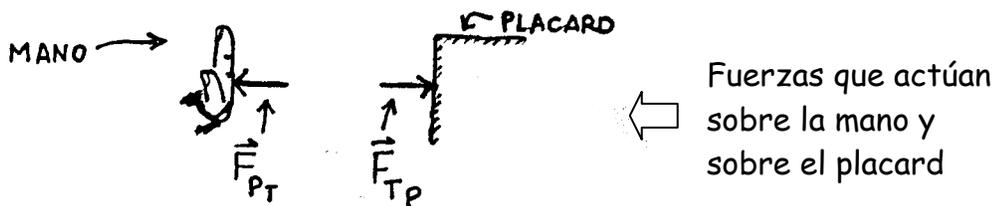
3^a LEY DE NEWTON o PRINCIPIO DE ACCIÓN Y REACCIÓN

Cuando un cuerpo empuja a otro, la fuerza que el primer cuerpo ejerce sobre el segundo es igual y de sentido contrario a la fuerza que el 2^{do} ejerce sobre el 1^{ro}.

Esto se ve mejor en un dibujito. Imaginate un señor que está empujando algo.



Hagamos el diagrama de las fuerzas que actúan sobre el placard y sobre la mano del tipo :



Las fuerzas de acción y reacción son iguales y opuestas. Es decir, valen lo mismo en módulo pero apuntan para lados contrarios. Una va así \rightarrow y la otra va así \leftarrow).

Importante: la fuerza de acción que el tipo ejerce actúa **sobre el placard** y la fuerza que ejerce el placard actúa **sobre el tipo**.

Es decir, acción y reacción son fuerzas iguales y opuestas, pero **no se anulan porque están actuando sobre cuerpos distintos**. (Atento con esto !)

Como pasa con la 2^{da} ley, esta 3^{ra} ley de Newton también parece fácil pero no es tan fácil. Es fácil repetirla de memoria. Pero el asunto no es repetirla de memoria. El asunto es entenderla.

ACLARACIONES SOBRE LAS 3 LEYES DE NEWTON

* Las fuerzas son vectores, de manera que se suman y restan como vectores.

Quiero decir que si tengo 2 fuerzas que valen 10 cada una, y las pongo así:

$\xrightarrow{10} \xrightarrow{10} \rightarrow$ la suma de las dos fuerzas dará 20. Ahora, si una de las fuerzas está torcida, **la suma ya no vale 20**. ($\xrightarrow{10} \nearrow_{10}$).

En este último caso habrá que elegir un par de ejes **X-Y** y descomponer c/u de las fuerzas en las direcciones **X** e **Y**. Después habrá que sumar las componentes en **x**, en **y**, y volver a componer usando Pitágoras.

* Recordar: Las fuerzas de acción y reacción actúan siempre sobre cuerpos **distintos**. Acción y reacción **NUNCA** pueden estar actuando sobre un mismo cuerpo. (si fuera así, se anularían).

* Encontrar una fuerza aislada en el universo es imposible. Una fuerza no puede estar sola. En algún lado tiene que estar su reacción.

* De las 3 leyes de Newton, la 1^a y la 3^a son más bien conceptuales. Para resolver los problemas vamos a usar casi siempre la 2^a. ($F = m \cdot a$).

* La 2^a ley dice $F = m \cdot a$. En realidad \underline{F} es la fuerza **resultante** de todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo .

Entonces, si en un problema tenemos varias fuerzas que actúan sobre una cosa, lo que se hace es **sumar todas esas fuerzas**. Sumar todas las fuerzas quiere decir hallar la fuerza resultante. Entonces puedo poner la 2^{da} ley de newton como :

$$\Sigma F = m \cdot a$$



2^{da} Ley de Newton

Esto se lee : La sumatoria (= la suma) de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo igual a la masa por la aceleración.

IMPORTANTE. Convención de signos en dinámica: Yo voy a tomar sentido positivo siempre como apunta la aceleración. Con esta convención, las fuerzas que van como el vector aceleración son (+) y las que van al revés, son (-).

UNIDADES DE FUERZA, MASA y ACELERACIÓN

Aceleración: a la aceleración la vamos a medir en m/s^2 . (igual que en cinemática). A la unidad m/s^2 no se le da ningún nombre especial.

Masa: a la masa la medimos en Kilogramos. Un Kg masa es la cantidad de materia que tiene 1 litro de agua. Te recuerdo que 1 litro de agua es la cantidad de agua que entra en un cubo de 10 cm de lado (o sea, 1.000 cm^3).

Fuerza: la fuerza la medimos en dos unidades distintas: el Newton y el Kilogramo fuerza. 1 Kgf es el peso de 1 litro de agua. Es decir (y esto es importante):

Ojaldre! Una cosa que tiene una masa de 1 Kg pesa 1 Kgf. Leer!
Una cosa que pesa 1 Kgf tiene una masa de 1 Kg.

Ahora vamos a esto: En los parciales suelen aparecer frases del tipo: Un cuerpo que pesa 2 Kgf...

Levanta el alumno la mano y dice: Profesor, en este problema me dan el peso y yo necesito la masa... ¿ cómo hago ?

Rta: Bueno, no hay que hacer ninguna cuenta. Si algo pesa 2 kilogramos fuerza, su masa será 2 kilogramos masa. Eso es todo. No hay que andar dividiendo por g ni nada por el estilo.

¿ Lo entendiste ? Bien. ¿ No lo entendiste ? \implies Fuiste. Esto no hay otra manera de explicarlo. No es que 1 kgf sea " igual " a 1 kg masa. Una cosa que pesa 1 kgf tiene una masa de 1 kg masa . Esto es así por definición, porque al inventar el kg masa se lo definió como la masa que tiene algo que pesa 1 kgf. (Y viceversa).

Vamos a esta otro enunciado que también suele aparecer en los parciales :

UN CUERPO DE 3 KILOGRAMOS ES ARRASTRADO POR UNA CUERDA ... bla, bla, bla.

Levanta la mano el alumno y dice: Profesor, en el problema 2 no me aclaran si los 3 kilogramos son Kg masa o Kg fuerza.

Pensalo: Esos 3 kilogramos... ¿ Que son ? ¿ Masa o fuerza ?

Rta: Igual que antes. Masa y peso **NO** son la misma cosa, pero en el planeta Tierra, una masa de 3 Kg **pesa** 3 Kg fuerza. Así que es lo mismo. Podés tomarlos como 3 kg masa o como 3 kg fuerza. Esta coincidencia numérica solo pasa siempre que estemos en La Tierra, aclaro.

La otra unidad de fuerza que se usa es el Newton. Un Newton es una fuerza tal que si uno se la aplica a un cuerpo que tenga una masa de 1 Kg, su aceleración será de 1 m/s^2 .

$1 \text{ Newton} = 1 \text{ kg} \times 1 \text{ m/s}^2$	← 1 Newton
--	-------------------

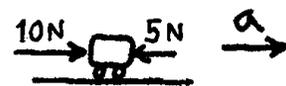
Para que te des una idea, una calculadora pesa más o menos 1 Newton. (Unos 100 gramos). Para pasar de Kgf a Newton tomamos la siguiente equivalencia:

1 Kgf = 10 Newtons	← Equivalencia entre Kgf y N.
---------------------------	-------------------------------

Salvo indicación en contrario, para los problemas ellos te van a decir que tomes la equivalencia $1 \text{ Kgf} = 10 \text{ N}$. Esto se hace para facilitar las cuentas, porque en la realidad real, 1 kgf equivale a 9,8 N.

Nota: A veces 1 kilogramo fuerza se pone también así: $\rightarrow 1 \text{ Kgr}$ o $1 \vec{\text{Kg}}$

Ejemplo: 2 fuerzas de 5 y 10 N actúan sobre un cuerpo como indica la figura. Plantear la 2da ley de Newton.



Si tengo 2 fuerzas que actúan sobre el objeto, tengo que plantear que la suma de las fuerzas es "eme por a". Ahora. Ojo. La fuerza de 10 es positiva porque va como la aceleración, y la fuerza de 5 es negativa porque va al revés . Esto es así por la convención de signos que yo adopté. Me queda:

ESTO

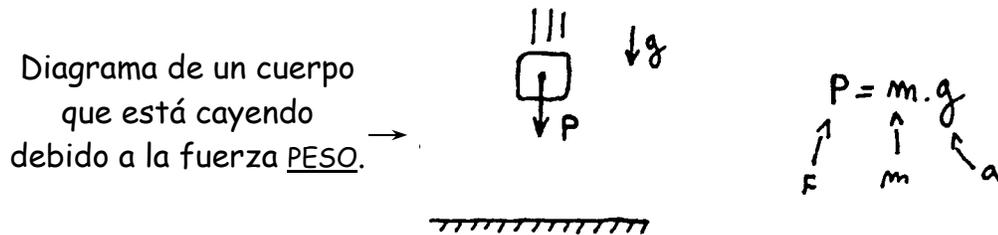
$$10N - 5N = m \cdot a$$

$$\Rightarrow 5N = m \cdot a$$

5 Newton hacia
← la derecha es la
fuerza resultante .

PESO DE UN CUERPO

La Tierra atrae a los objetos. La fuerza con que La Tierra atrae a las cosas se llama fuerza PESO. Antes la ley de Newton se escribía $F = m \cdot a$. Ahora se va a escribir $P = m \cdot g$. Esto sale de acá. Fíjate.



En éste dibujo, la aceleración de caída vale g ($= 9,8 \text{ m/s}^2$) y la fuerza que tira al cuerpo hacia abajo acelerándolo es el peso P . Fuerza es igual a masa por aceleración, $F = m \cdot a$. En La Tierra la aceleración es la de la gravedad (g) y la fuerza F es el peso del cuerpo. Entonces reemplazo a por g y F por P en $F = m \cdot a$ y me queda:

$P = m \cdot g$

← FUERZA PESO

Esta ecuación se lee " peso = masa por gravedad ". La equivalencia $1 \text{ Kgf} = 9,8 \text{ N}$ que puse antes sale de esta fórmula. Supongamos que tengo una masa de 1 Kg masa. Ya sabemos que su peso en Kilogramos fuerza es de 1 Kgf . Su peso en Newtons será de :

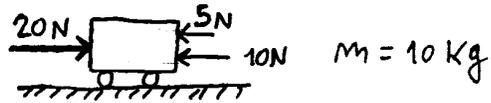
$$P = 1 \text{ Kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \Rightarrow$$

$$P (= 1 \text{ Kgf}) = 9,8 \text{ N}$$

Para evitar cuentas pesadas en los parciales se puede usar la equivalencia: $1 \text{ Kgf} = 10 \text{ N}$.

EJEMPLO DE CÓMO SE USA LA 2ª LEY DE NEWTON

UN CUERPO TIENE 3 FUERZAS APLICADAS COMO INDICA EL DIBUJO. CALCULAR SU ACELERACIÓN.



Con este ejemplo quiero que veas otra vez este asunto de la convención de signos que te expliqué antes. Fijate. El cuerpo va a acelerar para la derecha porque la fuerza 20 N es mayor que la suma de las otras dos (15 N). Planteo la 2^{da} ley:

$$\sum F = m \cdot a \quad \Rightarrow \quad 20 \text{ N} - 5 \text{ N} - 10 \text{ N} = m \cdot a$$

$$\Rightarrow 5 \text{ N} = 10 \text{ Kg} \cdot a \quad \Rightarrow \quad 5 \frac{\text{Kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} = 10 \text{ Kg} \cdot a$$

$$\Rightarrow a = 0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \leftarrow \text{Aceleración del cuerpo (va así } \rightarrow \text{)}.$$

Una vez más, fijate que al elegir sentido positivo en sentido de la aceleración, las fuerzas que apuntan al revés que el vector aceleración son **negativas**.

Repito. Esto es una convención. Es la convención de signos que tomo yo para resolver los problemas.

DIAGRAMAS DE CUERPO LIBRE ← IMPORTANTE

El diagrama de cuerpo libre es un dibujito que se hace para poder resolver los problemas de dinámica más fácilmente. Siempre es imprescindible hacer el diagrama de cuerpo libre para resolver un problema. Si no hacés el diagrama, o lo hacés mal, simplemente terminás equivocándote. Esto no es algo que inventé yo. Esto es así. La base para resolver los problemas de dinámica es el diagrama de cuerpo libre.

Resumiendo: ¿Qué es saber Dinámica?

Rta: Saber dinámica es saber hacer diagramas de cuerpo libre.

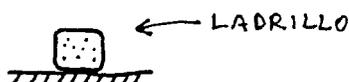
¿ CÓMO SE HACEN LOS DIAGRAMAS DE CUERPO LIBRE ?

Cuerpo libre significa cuerpo solo, sin nada al lado. Eso es exactamente lo que se hace. Se separa al cuerpo de lo que está tocando (imaginariamente). Se lo deja solo, libre. En lugar de lo que está tocando ponemos una fuerza. Esa fuerza es la fuerza que hace lo que lo está tocando.

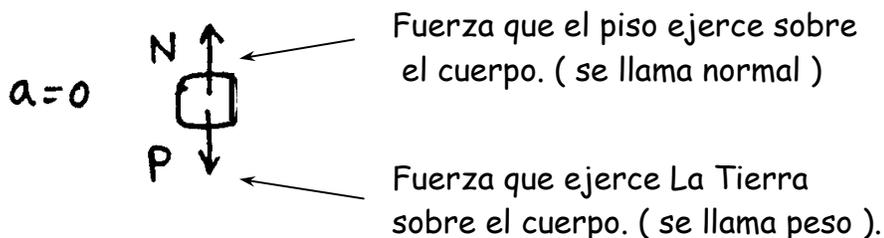
Pongo acá algunos ejemplos de diagramas de cuerpo libre. Miralos con atención. Son muy importantes. Tenés que saberlos porque son la base para lo que viene después.

EJEMPLO : HACER LOS DIAGRAMAS DE CUERPO LIBRE EN LOS SIGUIENTES CASOS:

1) Cuerpo apoyado sobre el piso:



El ladrillo está en equilibrio. No se cae para abajo ni se levanta para arriba. La fuerza peso que tira el ladrillo para abajo, tiene que estar compensada (equilibrada) por la fuerza hacia arriba que ejerce el piso. Es decir:

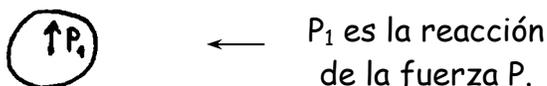


Las fuerzas **N** y **P** son iguales y contrarias, de manera que el cuerpo está en equilibrio. Ahora ojo, son iguales y contrarias pero no son par acción - reacción. ¿ Por qué ?

Rta : porque están aplicadas a un mismo cuerpo. Para que 2 fuerzas sean acción - reacción tienen que estar aplicadas a cuerpos distintos. Por ejemplo, en el caso del ladrillo apoyado en el suelo, la reacción a la fuerza **N** está aplicada sobre el piso:

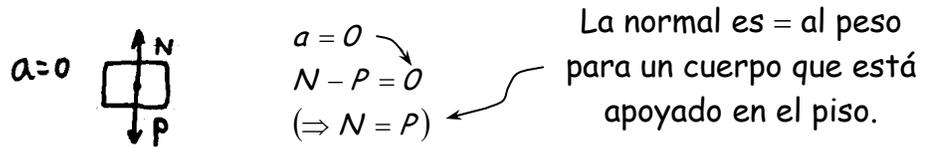


Por otro lado la reacción a la fuerza peso está aplicada en el centro de La Tierra.

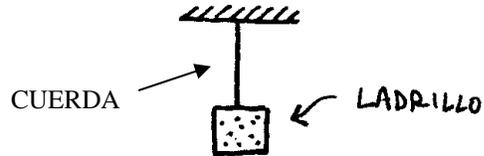


Por ejemplo, si en este caso el peso del ladrillo fuera de 1 Kgf, todas las fuerzas (**P**, **N**, **P₁**, **N₁**), valdrían 1 Kgf. La cosa está en darse cuenta cuáles de ellas son par acción - reacción. Acá **P** y **P₁** son un par acción-reacción, y **N** y **N₁** es otro. ¿ Lo ves ? (No digas " sí " porque esto no es tan fácil de ver de entrada).

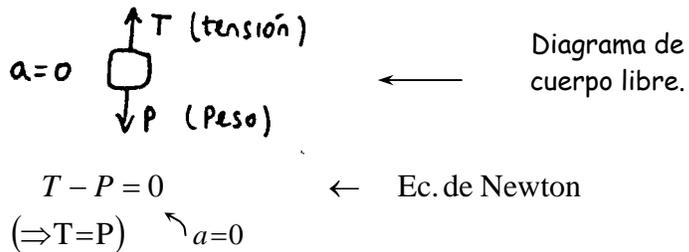
La ecuación de Newton planteada para este diagrama de cuerpo libre queda así:



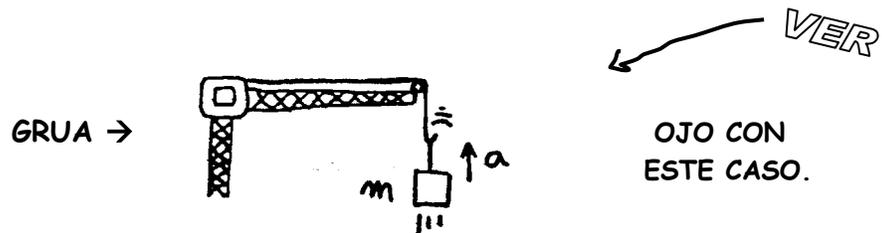
2) Cuerpo que cuelga de una soga.



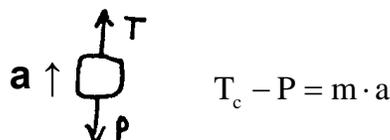
En este caso el análisis es parecido al anterior. El cuerpo está en equilibrio porque no se cae para abajo ni sube para arriba. Esto quiere decir que la fuerza que hace la cuerda al tirar para arriba tiene que ser igual al peso del cuerpo tirando para abajo. Hagamos el diagrama de cuerpo libre:



3) Cuerpo que es elevado hacia arriba con aceleración a .



En esta situación el cuerpo no está en equilibrio. La grúa lo está acelerando hacia arriba. Lo levanta con aceleración a . (Atento). El diagrama de cuerpo libre y la ecuación correspondiente quedan así:

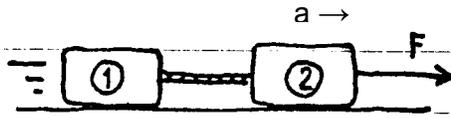


Fijate que puse: " Tensión de la cuerda – Peso = m.a " y no: " P – T_c = m.a ".
¿ Por qué ?

Bueno, porque según la convención que tomo yo, en la ecuación de Newton, a las fuerzas que van en sentido de la aceleración se le restan las fuerzas que van en sentido contrario. (Y no al revés).

También fijate que la tensión de la cuerda tiene que ser mayor que el peso . Esto pasa porque el cuerpo va para arriba. Si fuera al revés (P > T_c) el cuerpo bajaría en vez de subir.

4) Dos cuerpos unidos por una sogá que son arrastrados por una fuerza F.



En este ejemplo hay 2 cuerpos, de manera que habrá 2 diagramas de cuerpo libre y 2 ecuaciones de Newton. Cada cuerpo tendrá su ecuación. Hago los diagramas y planteo las ecuaciones.



Ahora quiero que veas unas cosas interesantes sobre este ejemplo. Fijate :

* En la dirección vertical no hay movimiento de manera que los pesos se equilibran con las normales, es decir:

$$P_1 = N_1 \quad \text{y} \quad P_2 = N_2$$

* En el diagrama del cuerpo 2, la fuerza F debe ser mayor que la tensión de la cuerda para que el tipo vaya para allá → . Si fuera al revés, (F < T_c) el cuerpo 2 iría para el otro lado.

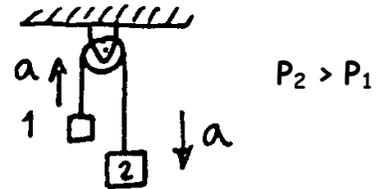
* La fuerza F " no se transmite " al cuerpo 1. F está aplicada sobre el cuerpo 2. Lo que tira del cuerpo 1 es la tensión de la cuerda. (únicamente).

* La tensión de la cuerda es la misma para los dos cuerpos. No hay T₁ y T₂ . Hay sólo una tensión de la cuerda y la llamé T_c .

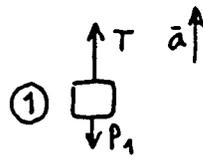
- * Los dos cuerpos se mueven con la misma aceleración porque están atados por la sogu y van todo el tiempo juntos.
- * En 2 hice $F - T_c = m \cdot a$, y **NO** $T_c - F = m \cdot a$. Esto es porque la fuerza que va en sentido de la aceleración es F .

5) Dos cuerpos que pasan por una polea.

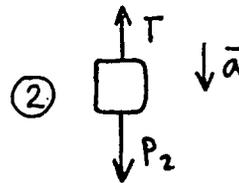
Con $P_2 > P_1$ (Atención). A este aparato se lo suele llamar Máquina de Atwood.



En este caso todo el sistema acelera como está marcado porque 2 es más pesado que 1. Los diagramas de cuerpo libre son así : (Mirar con atención por favor)

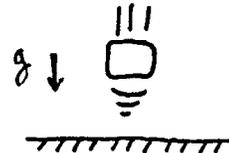


$$T - P_1 = m_1 \cdot a$$



$$P_2 - T = m_2 \cdot a$$

6) Un cuerpo que está cayendo por acción de su propio peso.



Este ladrillo que cae no está en equilibrio. Se está moviendo hacia abajo con la aceleración de la gravedad. La fuerza peso es la que lo está haciendo caer. El diagrama de cuerpo libre es así:

Esta g la pongo para indicar que el cuerpo NO está quieto sino que cae con aceleración g .

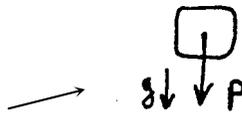
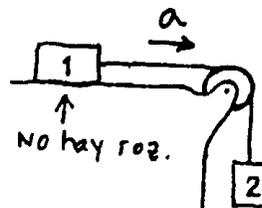


Diagrama de cuerpo libre para un ladrillo que está cayendo.

$$P = m \cdot g$$

← Ecuación de N.

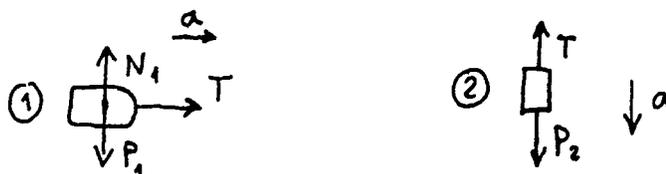
7)- Sistema de dos cuerpos de masas m_1 y m_2 que están unidos por una Polea. Uno está en un plano horizontal y el otro cuelga de una soga. No hay rozamiento.



El peso 2 quiere caer y arrastra al cuerpo 1 hacia la derecha. El sistema **no** está en equilibrio. Tiene que haber aceleración. Todo el sistema se mueve con una aceleración a . Atención, esa aceleración debe dar siempre menor que la de la gravedad. (¿ Por qué ?).

Para cada uno de los cuerpos que intervienen en el problema hago el famoso diagrama de cuerpo libre. Es este caso serían 2 diagramas, uno para cada cuerpo.

DIAGRAMAS



Ecuaciones :

$$T = m_1 \cdot a$$

$$P_2 - T = m_2 \cdot a$$

Fijate que:

La tensión de la cuerda (T) es la misma para el cuerpo 1 y para el cuerpo 2. Esto siempre es así en este tipo de problemas con sogas. No hay 2 tensiones. Hay una sola. (Tamos ?).

El sistema, así como está, siempre va a ir hacia la derecha. Sería imposible que fuera para la izquierda. (El peso 2 siempre tira para abajo).

La fuerza P_2 es mayor que la tensión de la cuerda. Por ese motivo el cuerpo 2 baja. Si fuera al revés, el cuerpo 2 subiría.

La fuerza N_1 es igual a P_1 . La normal es igual al peso si el plano es horizontal. (Si el plano está inclinado **no**).

Preguntas tramposas:

Para que el sistema se mueva... ¿ obligatoriamente la masa del cuerpo 2 tendrá que ser mayor que la masa del cuerpo 1 ? ¿ Qué pasaría si m_1 fuera mayor que m_2 ?

¿ Habría movimiento ?

(Cuidado con lo que vas a contestar !)