

# DINÁMICA



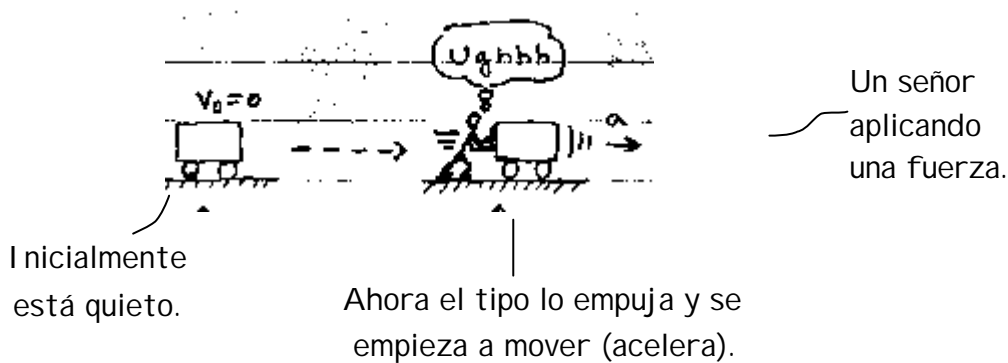
## FUERZA, MASA y ACELERACIÓN

Hay tres conceptos que se usan todo el tiempo en dinámica. Estos conceptos son los de **fuerza, masa y aceleración**.

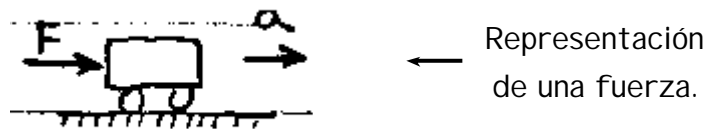
Prestá atención a esto porque es la base para todo lo que sigue. Vamos.

### ¿ Qué es una fuerza ?

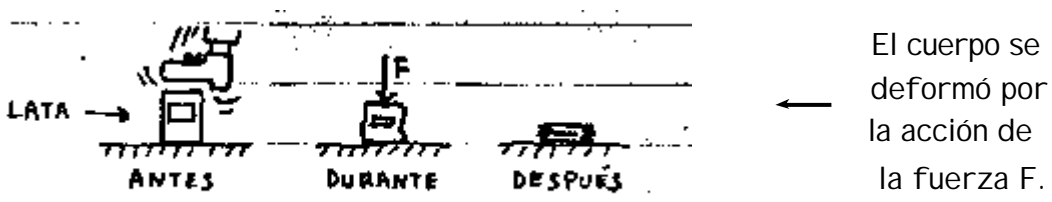
Una fuerza es una cosa que hace que algo que está quieto se empiece a mover.



Esta situación de un cuerpo que tiene aplicado una fuerza la simbolizamos poniendo una flechita que representa a la fuerza. 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.

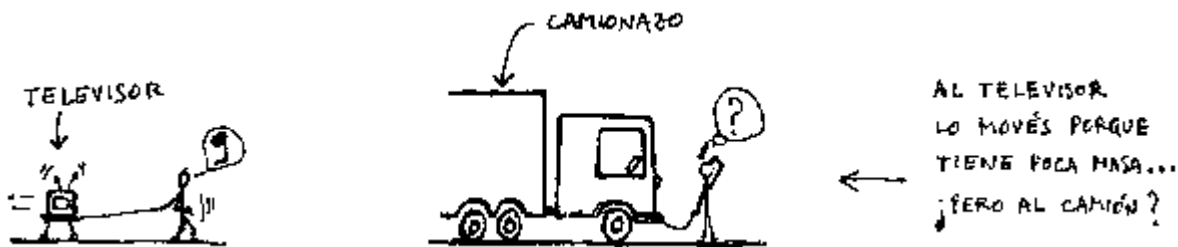


## MASA

Cuanto más masa tiene un cuerpo, más difícil es empezar a moverlo.

( Empezar a acelerarlo, quiero decir ).

Y si el tipo viene moviéndose, más difícil va a ser frenarlo...



De manera que la masa es una cantidad que me da una idea de qué tan difícil es acelerar o frenar a un cuerpo. Entonces también 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. Cuanta más materia tenga un cuerpo, más difícil va a resultar moverlo.

Es como que la masa dice " mi honor está en juego y de aquí no me muevo ".

Es decir, si tengo 2 ladrillos del mismo material tendrá más masa el que tenga más átomos. ( Átomos, moléculas, lo que sea ).



Puedo decir que la dificultad en acelerar o frenar un cuerpo está dada en cierta medida por la cantidad de partículas que ese cuerpo tiene. Y la cantidad de partículas da una idea de la cantidad de materia.

Sin entrar en grandes complicaciones resumamos :

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

← MASA

## ACELERACIÓN

La aceleración es una cantidad que me dice qué tan rápido está aumentando o disminuyendo la velocidad de un cuerpo. Esto ya lo sabés de cinemática.

Digamos que si una cosa tiene una aceleración de  $10 \text{ m/s}^2$ , eso querrá decir que su velocidad aumenta en  $10 \text{ m/s}$  por cada segundo que pasa. ( Es decir, si al principio su velocidad es cero, después de un segundo será de  $10 \text{ m/s}$ , después de 2 seg será de  $20 \text{ m/s}$ , etc.).

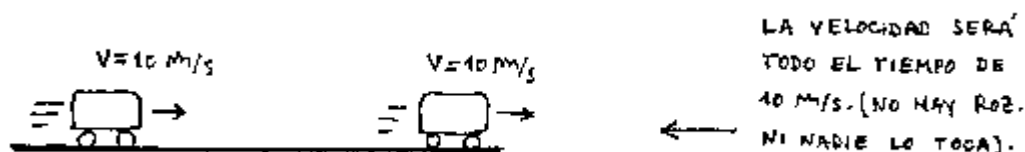
## LEYES DE NEWTON ?

## **IMPORTANTE**

### 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 venías empujando un carrito de supermercado y de golpe lo soltaste. Si no hay rozamiento, el carrito va a seguir por inercia.

La forma matemática de escribir la primera ley es:

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

### 2ª LEY DE NEWTON o PRINCIPIO DE MASA

La ley que viene ahora es la que se usa para resolver los problemas, así que atención.

La cosa es así: Si uno le aplica una fuerza a un cuerpo ( lo empuja, digamos ) el tipo va a adquirir una aceleración que va para el mismo lado que la fuerza aplicada.

Esta aceleración será más grande cuanto mayor sea la fuerza que actúa.

Es decir, a es directamente proporcional a la fuerza aplicada.

Esta aceleración será más chica cuanto más cantidad de materia tenga el cuerpo.

Es decir, a será inversamente proporcional a la masa del objeto.

Cuando una fuerza actúa sobre un cuerpo, el tipo se empieza a mover con movimiento rectilíneo uniformemente variado, es decir, la velocidad empieza a aumentar, y aumenta lo mismo en cada segundo que pasa.



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

$$a = F / m$$

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

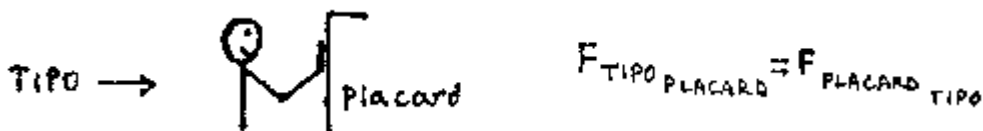
$$F = m \cdot a$$

? 2da Ley de Newton

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

Cuando dos cuerpos interactúan entre sí, es decir, cuando se ejercen fuerzas mutuamente (ej : cuando chocan, se tocan, explotan, se atraen, se repelen, etc.), la fuerza que el primer cuerpo ejerce sobre el segundo es igual y de sentido contrario a la fuerza que el 2º ejerce sobre el 1º.

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



El diagrama de las fuerzas que actúan sobre el placard y sobre la mano del tipo sería algo así:



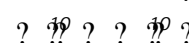
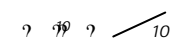
Ojo, las fuerzas de acción y reacción son iguales y opuestas, pero la fuerza de acción que el tipo ejerce actúa sobre el placard y la fuerza que ejerce el placard actúa sobre el tipo.

Es decir, si bien acción y reacción son iguales y opuestas, estas **nunca pueden anularse porque están actuando sobre cuerpos distintos.** ( Atento con esto ! ).

### **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:

 la suma de las dos fuerzas dará 20. Ahora, si una de las fuerzas está torcida, **NO.** (  ).

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 así fuera, se anularían ).

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

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

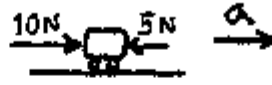
\* La 2ª ley dice  $F = m \cdot a$ . En realidad F es la fuerza **resultante** de todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo .

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. Y ahora pongo la 2da ley de newton como  $F = m \cdot a$  . Esto se lee : La sumatoria ( = la suma ) de todas las fuerzas que actúan igual a eme por a.

**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 (-).

**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:

$$10 \text{ N} - 5 \text{ N} = m \cdot a$$

5 Newton hacia la derecha es la fuerza resultante.

## UNIDADES DE FUERZA, MASA y ACELERACIÓN

**Aceleración:** a la aceleración la vamos a medir en  $\text{m/s}^2$ . A esta unidad 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 ó  $1000 \text{ cm}^3$ ).

**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.  
Una cosa que pesa 1 Kgf **tiene una masa** de 1 Kg.

Leer!

En los problemas 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 ?

( Las cosas que pregunta la gente ).

¿ La respuesta ?.

Bueno, no es muy complicado. El asunto es lo que te comenté antes: No hay que hacer ninguna cuenta. Si pesa 2 kilogramos fuerza, su masa será 2 kilogramos masa. Eso es todo.

Peor esta otra. Un enunciado típico suele decir:

Un cuerpo de 3 kilogramos es arrastrado por una cuerda ...

Vuelve a levantar la mano el alumno y dice: Profesor, en el problema 5 no me aclaran si los 3 kilogramos son Kg masa o Kg fuerza.

Te pregunto a vos: ¿ Que son ? . ¿ Masa o fuerza ?

Rta: Igual que antes. Masa y peso **NO** son la misma cosa, pero en La Tierra, una masa de 3 Kg masa **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 1Kg, su aceleración será de  $1\text{m/s}^2$ .

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

? **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:

$$1 \text{ Kgf} = 9,8 \text{ Newtons}$$

? Equivalencia entre Kgf y N.

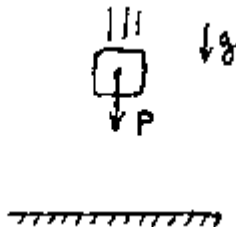
Salvo indicación en contrario, para los problemas ellos te van a decir que tomes la equivalencia  $1 \text{ Kgf} = 10 \text{ N}$ . ( Para facilitar las cuentas ).

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

## 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. Fijate.

Diagrama de un cuerpo que está cayendo  $\text{---}$ , debido a la fuerza PESO.



$$P = m \cdot g$$

En éste dibujo, la aceleración de caída vale  $g$  ( $\approx 9,8 \text{ m/s}^2$ ) 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

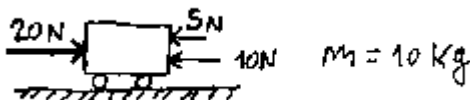
Esta ecuación se lee " peso = masa por gravedad ". La equivalencia  $1 \text{ Kg} = 9,8 \text{ N}$  que puse antes sale de esta fórmula. Supongamos que tengo una masa de  $1 \text{ Kg}$  masa. Ya sabemos que su peso en Kilogramos fuerza es de  $1 \text{ Kg}$ . Su peso en Newtons será de

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

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

## EJEMPLO DE CÓMO SE USA LA 2ª LEY DE NEWTON

UN CUERPO TIENE VARIAS  
FUERZAS APLICADAS COMO  
INDICA EL DIBUJO.  
CALCULAR SU ACCELERACIÓN.



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  $20 \text{ N}$  es mayor que la suma de las otras dos ( $15 \text{ N}$ ). Planteo la 2da ley:

$$? F ? m ? a \quad ? \quad 20 \text{ N} ? 5 \text{ N} ? 10 \text{ N} ? m ? a$$

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

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

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** ( ojo, esto es **MUY** importante! )

El diagrama de cuerpo libre es un dibujito que se hace para poder resolver los problemas de dinámica más fácilmente.

Casi siempre es imprescindible hacer el diagrama de cuerpo libre para resolver un problema. Si no hacés el diagrama, o lo hacés mal, simplemente terminás equivocandote.

Esto no es algo que inventé yo. Simplemente es así. La base para resolver los problemas de dinámica es el diagrama de cuerpo libre.

¿Qué es saber Dinámica?

Saber dinámica es saber hacer diagramas de cuerpo libre.

## ¿ **CÓMO SE HACEN LOS DIAGRAMAS DE CUERPO LIBRE** ?

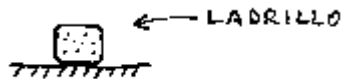
Cuerpo libre significa cuerpo solo, sin nada al lado. Eso es exactamente lo que se hace. Se separa al cuerpo de lo que está tocando ( imaginariamente ). Se lo deja solo, libre.

En lugar de lo que está tocando ponemos una fuerza. Esa fuerza es la fuerza que hace lo que lo está tocando.

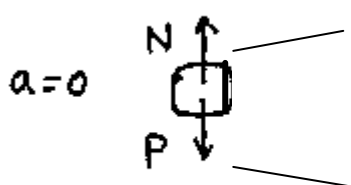
Pongo acá algunos ejemplos de diagramas de cuerpo libre. Miralos con atención. Son muy importantes. Y también son la base para todo lo que viene después.

### **EJEMPLO** : **CONSTRUIR 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:



Fuerza que el piso ejerce sobre el cuerpo. ( se llama normal )

Fuerza que ejerce La Tierra sobre el cuerpo. ( se llama peso ).

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.

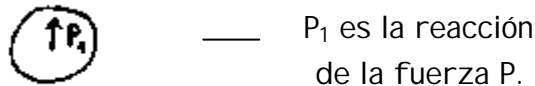
¿ Por qué ?

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.

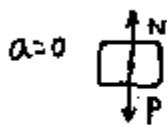


Por ejemplo, si en este caso el peso del ladrillo fuera de 1 Kgf, todas las fuerzas ( **P**, **N**, **P<sub>1</sub>**, **N<sub>1</sub>** ), valdrían 1 Kgf.

La cosa está en darse cuenta cuáles de ellas son par acción - reacción.

Acá **P** y **P<sub>1</sub>** son un par acción-reacción, y **N** y **N<sub>1</sub>** es otro. ¿ Lo ves ?

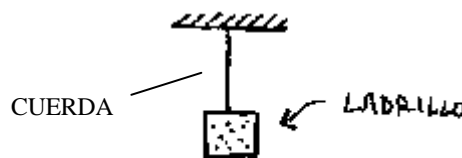
La ecuación de Newton planteada para este diagrama de cuerpo libre queda así:



$a = 0$   
 $N = P = 0$   
 $?? N = P?$

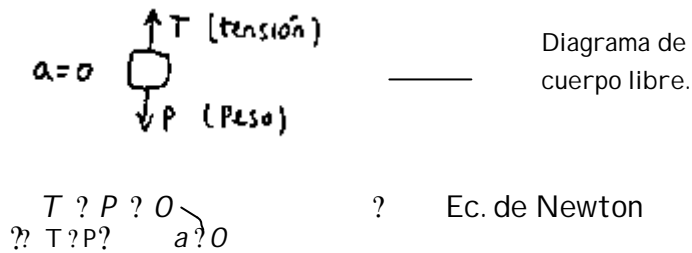
La normal es ? al peso para un cuerpo que está apoyado en el

## 2) Cuerpo que cuelga de una sogá.



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:

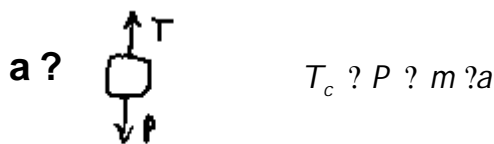


### 3) Cuerpo que es elevado hacia arriba con aceleración $a$ .



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:

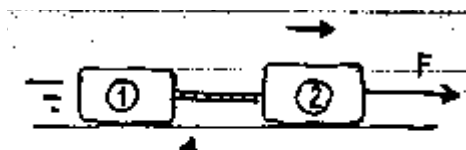


Fijate que puse: " Tensión de la cuerda ? Peso ?  $m ? a$  " y no: "  $P ? T_c ? m ? a$  ".  
¿ Por qué ?

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 ).

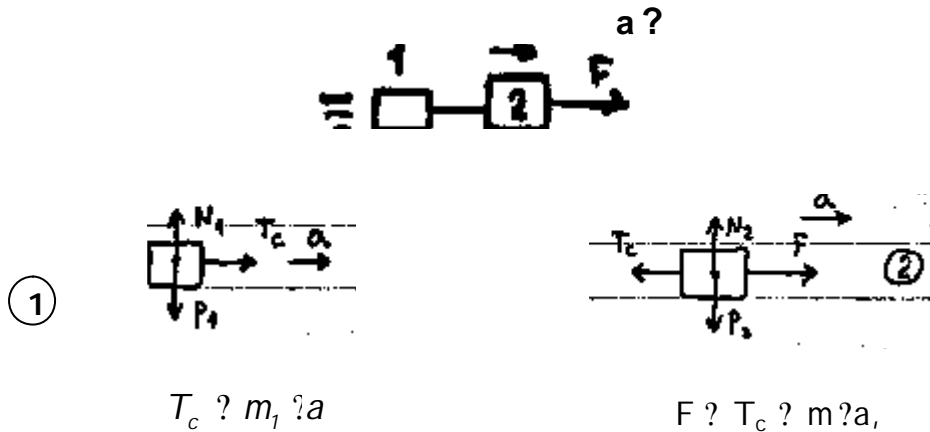
También fijate que la tensión de la cuerda tiene que ser mayor que el peso . Esto pasa porque el cuerpo va para arriba. Si fuera al revés (  $P ? T_c$  ) el cuerpo **bajaría** en vez de subir.

### 4) Dos cuerpos unidos por una soga 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).

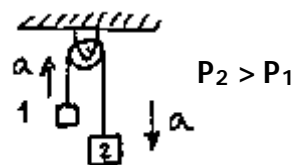
La tensión de la cuerda es la misma para los dos cuerpos. No hay  $T_1$  y  $T_2$  . Hay sólo una tensión de la cuerda y la llamé  $T_c$  .

Los dos cuerpos se mueven con la misma aceleración porque están atados por la sogá y van todo el tiempo juntos.

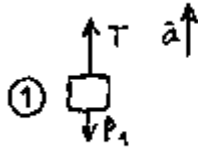
En **2** hice  $F = T_c = m_2 \cdot a$ , y NO:  $T_c = F = m_2 \cdot a$ . Esto es porque la fuerza que va en sentido de la aceleración es F.

#### i) Dos cuerpos que pasan por una polea.

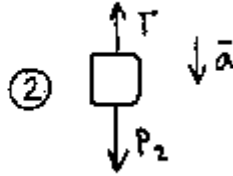
(Atención). A este aparato se lo suele llamar Máquina de Atwood.



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 )

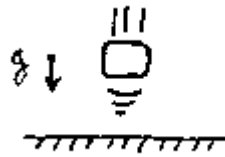


$$T ? P_1 ? m_1 ? a$$



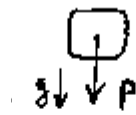
$$P_2 ? T ? m_2 ? a$$

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 en equilibrio sino que se mueve con aceleración  $g$ .

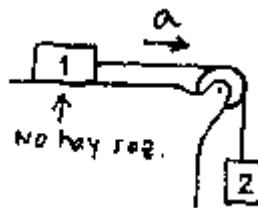


$$P ? m ? g$$

Diagrama de c. libre para un cuerpo que cae.

? 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.

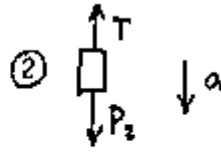
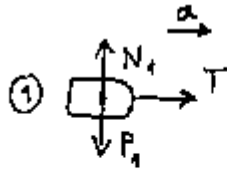


El peso 2 quiere caer y arrastra al cuerpo 1 hacia la derecha. El sistema **no** está en equilibrio. Tiene que haber aceleración.

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 ).

**Pregunta tramposa:**

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 ! )