

Facultad de Ingeniería Civil



Programa de Inducción de Física Julio de 2017

Día 10

Cinética I Leyes Newton y Fricción



Cuestionario de Conocimientos Previos

1.- ¿Cómo se llama el movimiento en donde la velocidad es constante?

2.- En el movimiento mostrado en el dibujo.

a) ¿Cuál es la aceleración de 5 a 10 s?

b) ¿Cuál debe ser el valor de la aceleración para que en el intervalo **C** la partícula frene a los 23 s?

c) ¿Cuál es la distancia recorrida en el primer intervalo?

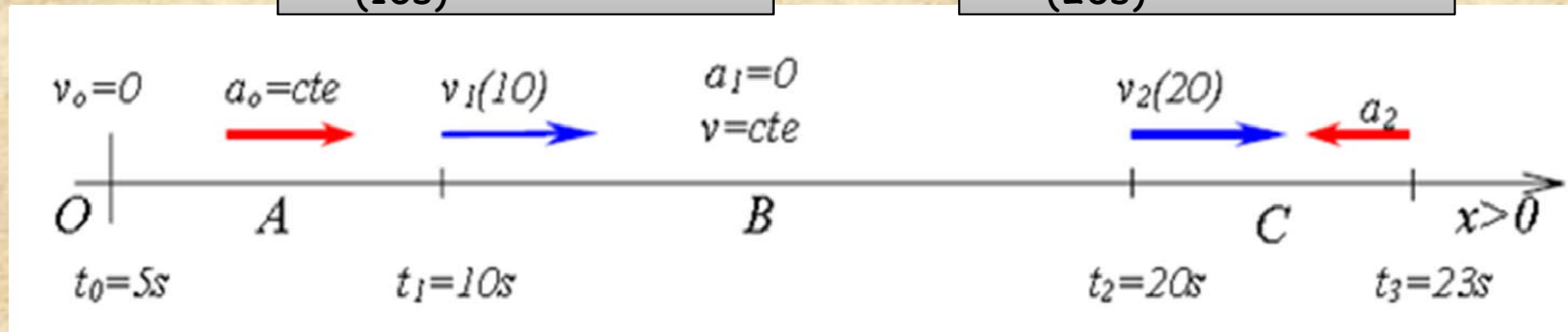
$$v = v_0 + a_c t$$

$$s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a_c t^2$$

$$v^2 = v_0^2 + 2a_c(s - s_0)$$

$$v_{1(10s)} = 10 \text{ m/s}$$

$$v_{2(20s)} = 20 \text{ m/s}$$



Leyes de Newton

En 1665, cuando Newton tenía 23 años, comenzó a desarrollar los principios de la **Mecánica**, que terminaron siendo la base teórica de todo el desarrollo de la física dinámica (fuerza y movimiento) desde el siglo XVIII.

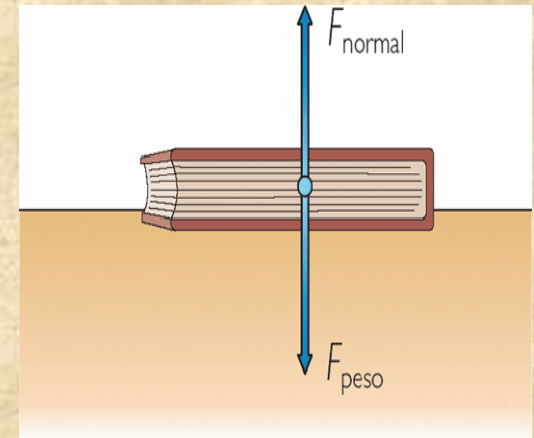
Basado en los estudios de Cinemática de Galileo, Newton estableció las causas del movimiento, y la forma de calcular las fuerzas que ocasionan que los cuerpos se muevan.



La 1ª Ley

“Un cuerpo en reposo permanecerá en reposo y uno en movimiento continuará en movimiento con velocidad constante, a menos que actúe una fuerza sobre el cuerpo que altere su estado de reposo o de movimiento”.

En otros términos se enuncia de la siguiente forma: si la suma de fuerzas que actúa sobre un cuerpo es cero, su aceleración es cero. Esto significa que la partícula se encuentra en equilibrio de traslación, y se cumple la condición:



$$\sum \vec{F} = 0 \Rightarrow \vec{a} = 0$$

A la primera ley se le conoce también como ley de la inercia; todo cuerpo continúa en reposo o velocidad constante si no hay fuerzas externas que actúen sobre él.



Otro ejemplo de inercia es cuando vamos en el auto y frenamos bruscamente; entonces nuestro cuerpo tiende a irse hacia adelante.

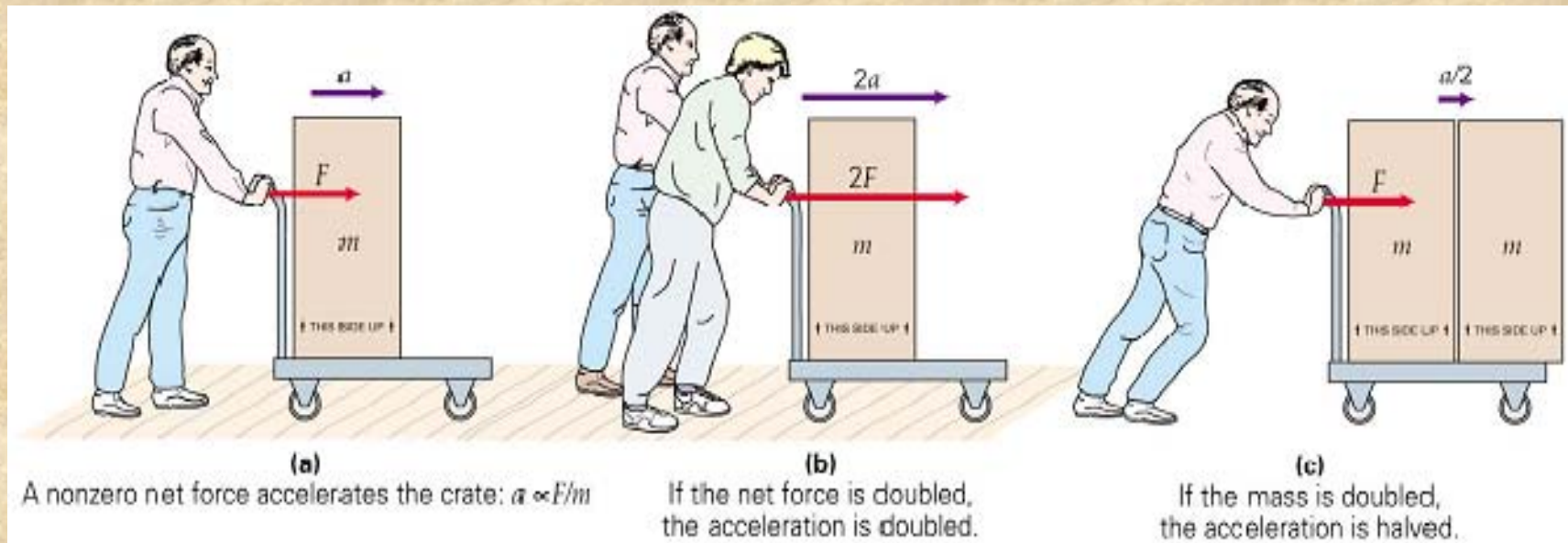


Por el contrario, cuando el vehículo arranca nos vamos hacia atrás. Esto demuestra que todos los cuerpos que están en movimiento tienden a seguir en movimiento; los cuerpos que están en reposo, tienden a seguir en reposo.

La Segunda Ley de Newton se expresa como:

“La aceleración de un cuerpo es directamente proporcional a la fuerza resultante que actúa sobre el cuerpo e inversamente proporcional a su masa.”

$$\sum F_x = ma_x, \quad \sum F_y = ma_y, \quad \sum F_z = ma_z.$$



¿Y es lo mismo la masa y el peso?

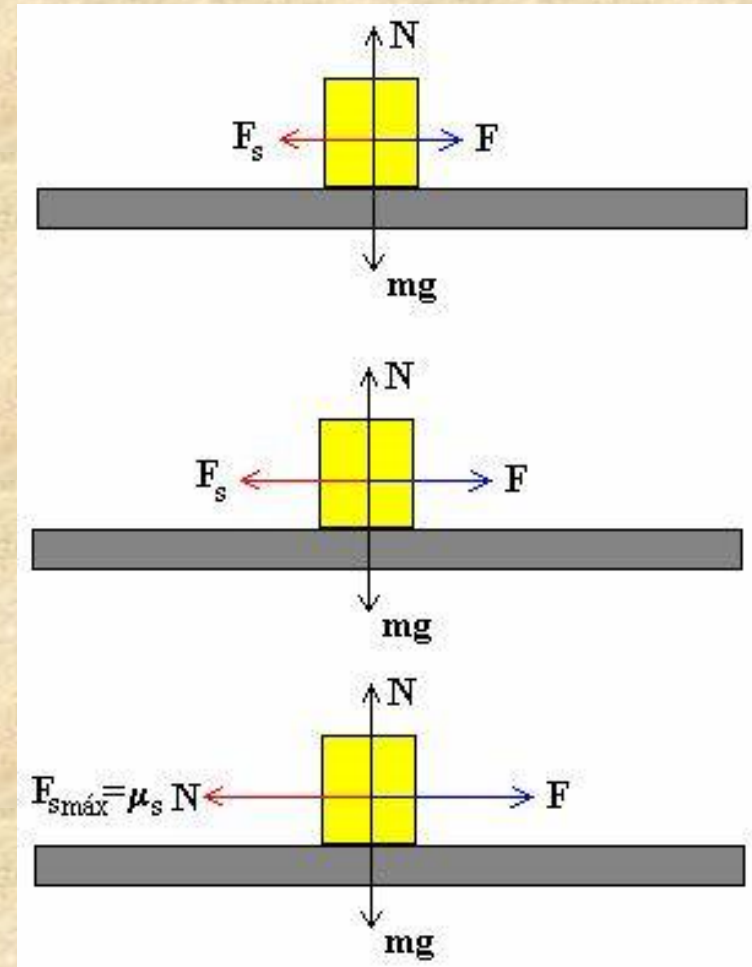
La masa de un cuerpo es una propiedad característica del mismo, que está relacionada con el número y clase de las partículas que lo forman. Se mide en kilogramos (kg) y también en gramos, toneladas, slugs, etc.



El peso de un cuerpo es la fuerza con que lo atrae la Tierra y depende de la masa del mismo. Un cuerpo del doble de masa que otro, pesa también el doble. Se mide en Newtons (N) y también en kg-fuerza, dinas, libras-fuerza, onzas-fuerza, etc.

Normalmente, sobre un cuerpo pueden actuar varias fuerzas, entonces el cuerpo acelerará cuando el efecto de la fuerza neta que actúa sobre él no sea cero.

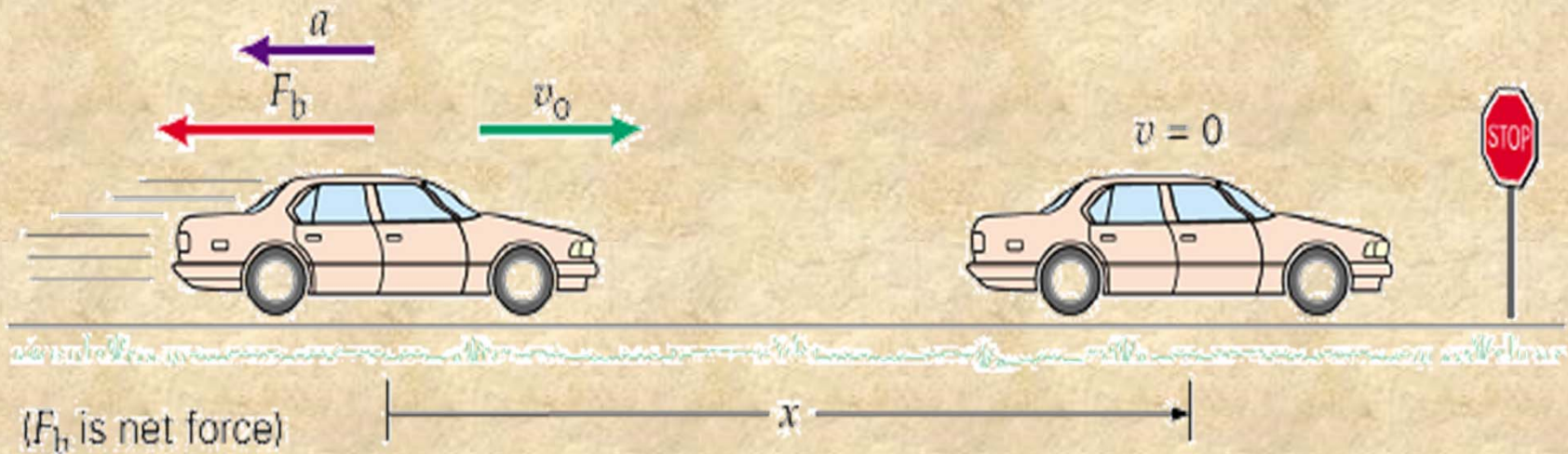
Se llama *fuerza neta* o *fuerza resultante* a la suma de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo.





Si al observar el movimiento de un cuerpo detectamos cambios en su velocidad o en la dirección en la que se mueve, debemos concluir que hay una fuerza actuando.

Si nadie lo toca, el balón golpeado por el jugador terminará por detenerse él solo, así como el auto, ya que hay una fuerza que actúa frenándolos: la fuerza de rozamiento contra el césped o los frenos usando la fricción de las llantas y el pavimento.



¿Cuántos conceptos que no habíamos considerado en Cinemática hemos presentado?

Fuerza neta, masa, peso

Inercia, Resultante, fricción

Entonces, ¿Qué es la inercia?

Es la propiedad que tiene la masa de mantener su estado de reposo o de velocidad constante.



Y mientras más masa tenga, mayor será la resistencia para para cambiar su estado, es decir tiene más inercia.

Entonces, las fuerzas en los movimientos rectilíneos pueden:

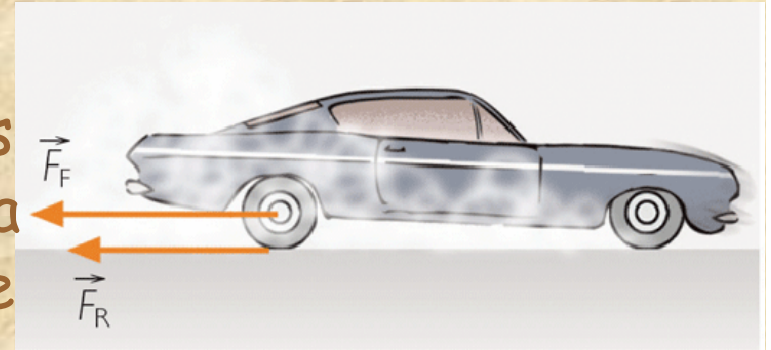
a) Estar equilibradas como el auto amarillo que está en movimiento, pero con las fuerzas actuando en equilibrio. La aceleración sería 0, pero no estaría en reposo sino moviéndose con velocidad constante.



Es decir, en **Movimiento rectilíneo uniforme (MRU)**. Las fuerzas F_M y F_R son iguales, por eso en este movimiento se cumple que la $a = 0$, porque la $\Sigma F = 0$. Es decir, $a = 0$; $v = \text{cte.}$; y la ecuación para calcular la posición será $\Delta X = V \cdot \Delta t$.

Las fuerzas en los movimientos rectilíneos

b) **Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.** Cuando las fuerzas no son iguales, hay una fuerza neta; en este caso debe cumplirse que $\Sigma F = ma \neq 0$ (la sumatoria de fuerzas es diferente que cero).



Es decir, la fuerza neta que actúa sobre el móvil debe tener un valor distinto de cero. La aceleración tampoco es 0, y la velocidad ya no será constante.

$$\text{Entonces: } \Sigma F = -F_F - F_R = ma;$$

$$a = \Delta v / \Delta t; \quad v = v_0 + a \cdot t;$$

$$X = X_0 + V_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

Hagamos unos ejercicios sencillos.

Dibuja los diagramas

1.- ¿Cuál es la fuerza actuando sobre un objeto de 10 kg inicialmente en reposo si tiene una aceleración de 2 m/s^2 ?

$$\Sigma F = ma = 10\text{kg} (2 \text{ m/s}^2) = 20 \text{ kg m/s}^2 = 20 \text{ N}$$

Esta será la fuerza resultante.

2.- ¿Cuál es la fuerza actuando sobre una masa de 5 kg si tiene una velocidad inicial de 6 m/s y finalmente llega al reposo en 2 s ?

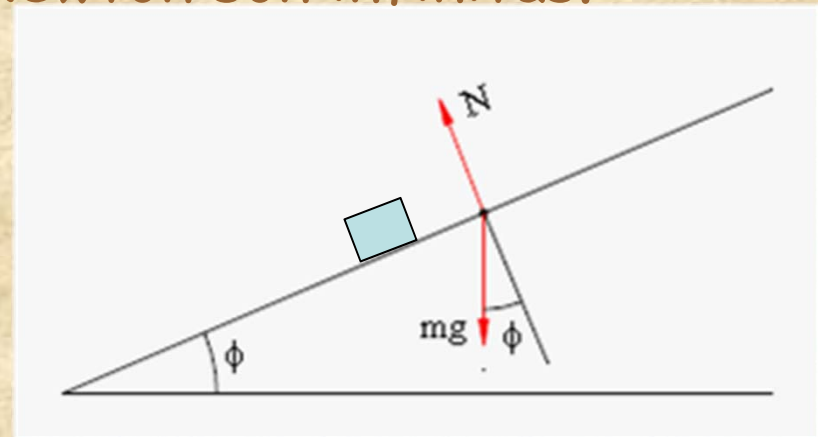
$$a = \Delta V / \Delta t = (0 - 6 \text{ m/s}) / 2 \text{ s} = -3 \text{ m/s}^2$$

$$\Sigma F = ma = 5 \text{ kg} \times (-3 \text{ m/s}^2) = -15 \text{ N}$$

Las aplicaciones de las Leyes de Newton son infinitas.

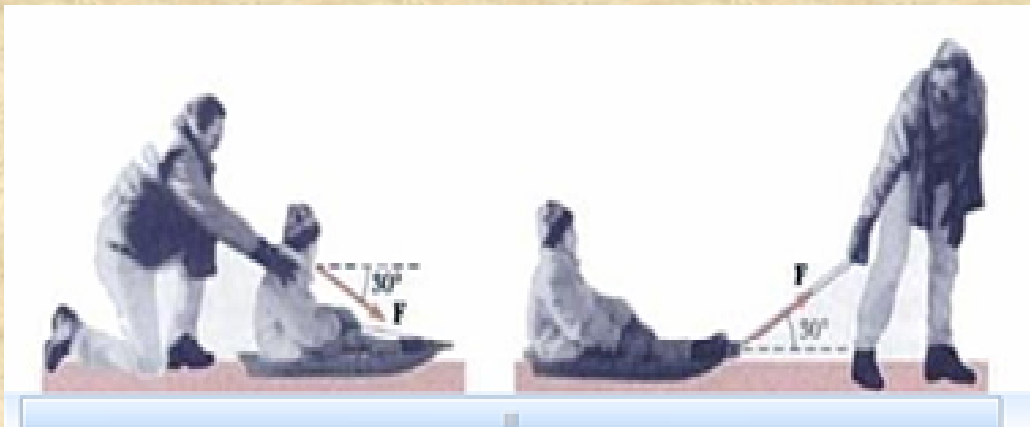
Podemos analizar:

a) ¿Qué ocurriría si colocamos un objeto sobre una superficie inclinada perfectamente lisa y empieza a deslizarse?, ¿Cuál será, en este caso, la dirección y sentido de la fuerza resultante?



b) ¿Y si el objeto después de un empujón se desliza sobre el plano hacia arriba?

c) ¿Cuál será la F_R suponiendo que la superficie fuera horizontal?

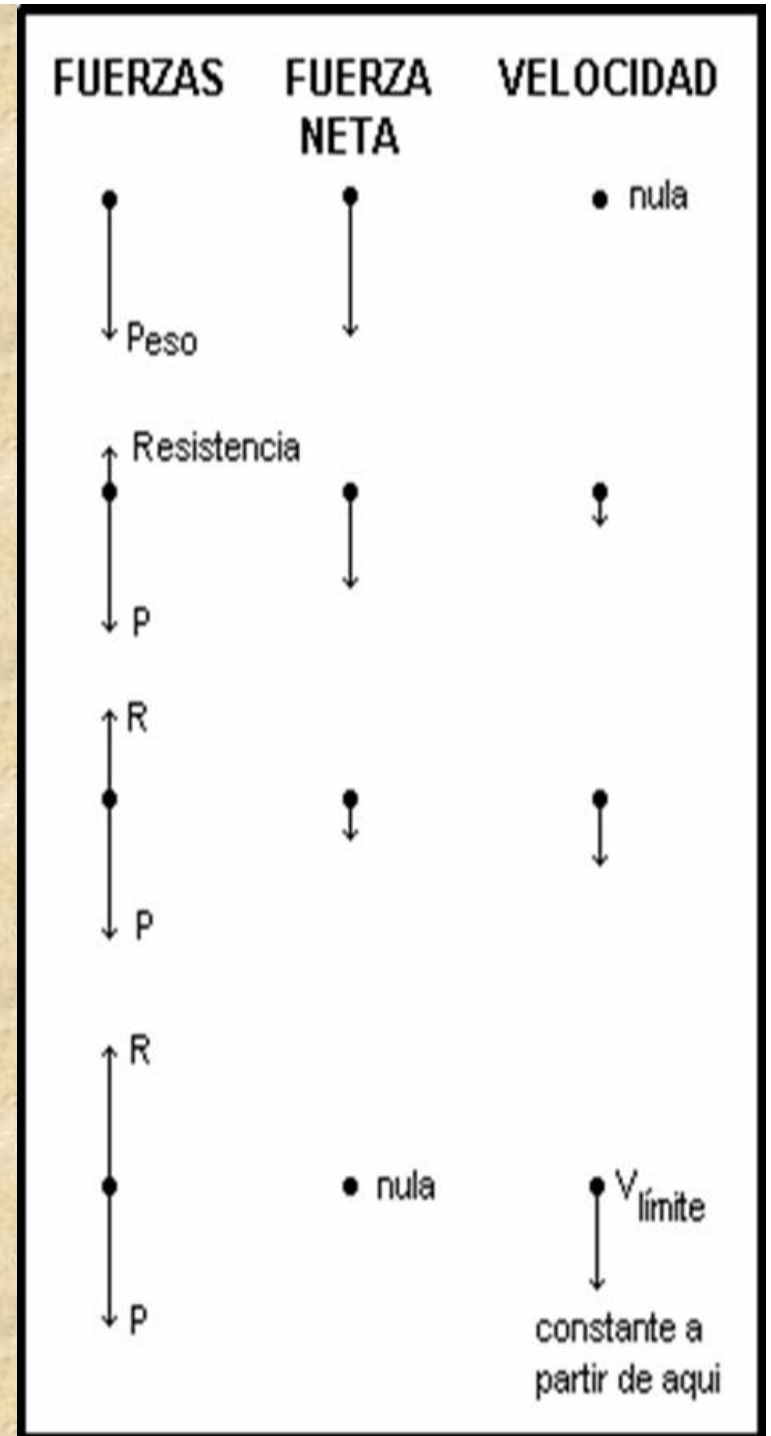


¿Es lo mismo jalar y empujar?

¿A qué fuerzas está sometido un objeto que cae en el aire?

Por una parte está la fuerza con que lo atrae la Tierra, el **peso**, y por otra, la fuerza de **resistencia** que ejerce el aire.

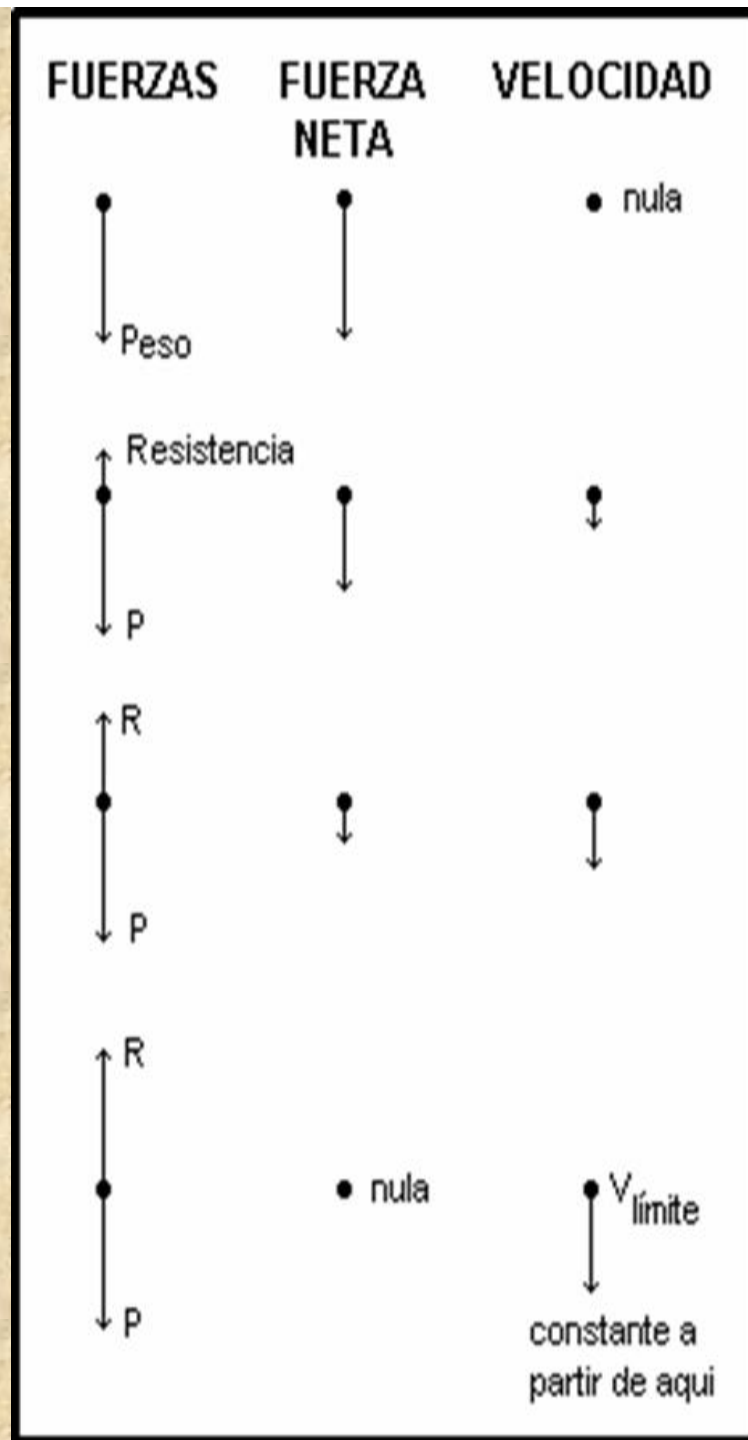
Cuando se igualen, ya no aumentará la velocidad.



Leyes de Newton y la fricción.


Si la caída no es muy prolongada, se puede considerar que el peso se mantiene constante. La resistencia del aire, sin embargo depende de la velocidad de caída. Una consecuencia de lo anterior es que la fuerza neta que actúa sobre el objeto se hace cada vez más pequeña.

En el momento en que la resistencia del aire iguala al peso, la fuerza neta es nula, y a partir de aquí, la velocidad se mantiene constante. A esta velocidad se le denomina **velocidad límite o terminal**.



Leyes de Newton y fricción. Conceptos Básicos.

Una vez que el objeto alcanza la velocidad límite, ya no importa el tiempo que continúe cayendo, llegará al suelo con esa velocidad.



The diagram shows a red helicopter with a person in a yellow shirt and blue pants hanging from its side. The background is a light blue sky with white clouds.

$$a = \frac{F_{\text{net}}}{m}$$
$$a = \frac{1000 \text{ N}}{100 \text{ kg}}$$
$$a = 10.0 \text{ m/s}^2$$

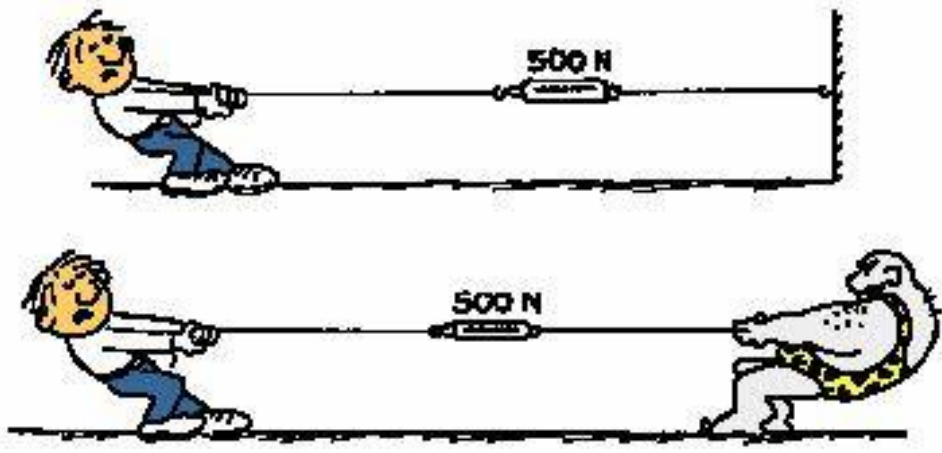
(down)

$F_{\text{grav}} = 1000 \text{ N}$

La altura de un piso 50, es suficiente para que se alcance la velocidad límite, por tanto, caer desde una altura mayor no supone ningún aumento de la velocidad con que se llega al suelo.

Y nos falta la Tercera Ley de Newton

Cada vez que un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro cuerpo, éste reacciona ejerciendo una fuerza sobre el primero. Las fuerzas en cada cuerpo son de igual magnitud, y actúan en la misma línea de acción, pero son de sentido contrario, como se ve en la figura.



Esta propiedad de las fuerzas fue demostrada experimentalmente y expresada por Newton en su Tercera Ley de Movimiento, que se enuncia como sigue:

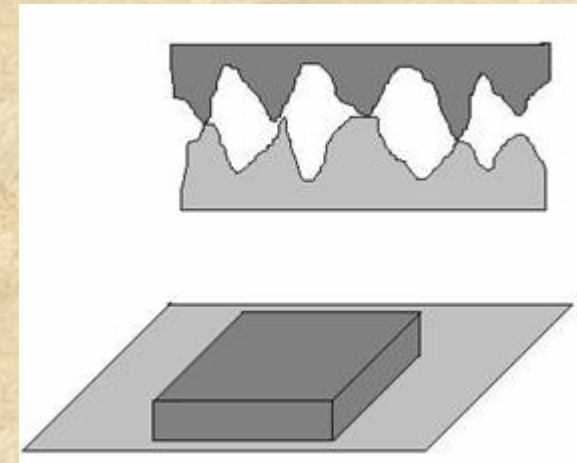
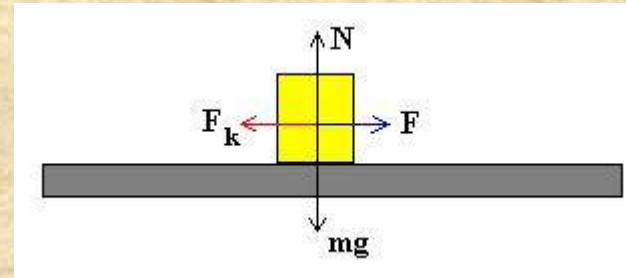
"Si dos cuerpos interactúan, la fuerza que el cuerpo 1 ejerce sobre el cuerpo 2 es igual y opuesta a la fuerza que el cuerpo 2 ejerce sobre el cuerpo 1".

Escrita en términos de una ecuación, se puede expresar:

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

¿Y la fricción?

Cuando un cuerpo se desliza sobre otro o rueda sobre su superficie, se origina una fuerza entre las superficies, llamada fuerza de fricción o rozamiento. Estas fuerzas deben su origen a las rugosidades superficiales de los cuerpos, que ajustándose unas a otras, frenan el movimiento. Por ello cuanto más lisas o pulidas sean las superficies, menor es la fricción.



Leyes de Newton y fricción. Conceptos Básicos.

La fricción se puede disminuir o aumentar según se necesite, por ejemplo, ¿qué pasaría si no hubiera fricción en los frenos de un automóvil?, ¿entre los neumáticos y la carretera?, o ¿entre las suelas de los zapatos y el suelo? No habría movimiento. En cambio, en el caso de un motor, es necesario disminuir la fricción para evitar el desgaste de las piezas y la generación del calor.



¿Entonces, qué es la fuerza de rozamiento?

Es la fuerza que aparece cuando un cuerpo se desliza sobre otro; es paralela a las superficies de los cuerpos en contacto y se opone al movimiento.

- Depende de la naturaleza de las superficies en contacto (madera, hierro, etc.).
- Siempre es opuesta al movimiento.

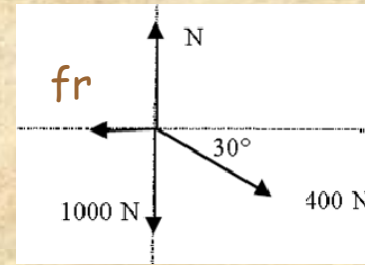
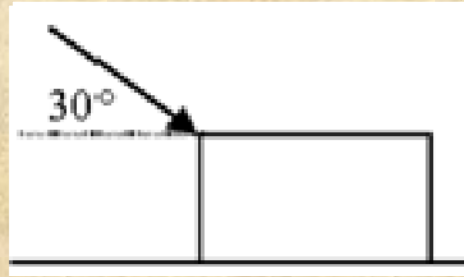
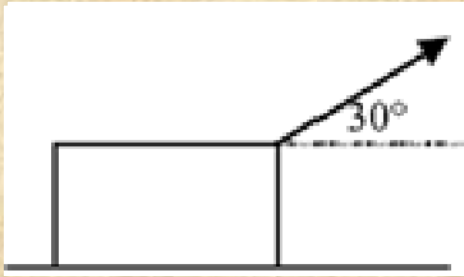
Matemáticamente, la

$$F_{R \text{ máxima}} = \mu \cdot N$$



- Es directamente proporcional a la fuerza normal actuante. Casi no depende del área de las superficies en contacto.
- Cuando es la fricción del aire, aumenta con la velocidad.

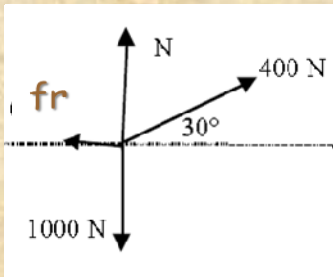
5. Observa las dos figuras que se muestran a continuación. En ambos casos el bloque es de 100 kg, la fuerza aplicada es de 400 N y el coeficiente de fricción cinética es de 0.2. Dibuja los diagramas de cuerpo libre de ambas situaciones ¿Se acelera más uno que el otro?



Pero en este caso, la componente Y de la fuerza se suma al peso, incrementando el valor de la normal y por consecuencia el de la fricción, disminuyendo así la fuerza neta y la aceleración.

Las 2 cajas tienen una fuerza F_x de $400 \text{ N} \cos 30^\circ$

Si jalas la caja, la componente Y de la fuerza ayuda a la normal a sostener el peso, por lo tanto es más pequeña - como la fricción depende de la normal: al hacerse menor, hace que la fricción disminuya también, permitiendo una fuerza neta mayor que si empujas.



Ejemplo: Un hombre arrastra una caja por el suelo mediante una cuerda horizontal. ¿Con qué fuerza tendría que tirar si la caja, es de 500 kg, se mueve con velocidad constante y el coeficiente de rozamiento es de 0.4?

No olvides dibujar el diagrama y colocar todos los datos y la incógnita.

Al moverse con velocidad constante: $\Sigma F = 0$,

$$\begin{aligned}\Sigma F_x &= F - f_r = ma_x = 0 & F &= f_r = \mu \cdot N \\ \Sigma F_y &= N - w = ma_y = 0 & N &= w = 500\text{kg}(9.8) = 4900\text{N}\end{aligned}$$

$$F = f_r = \mu \cdot N = 0.4 (4,900\text{N}) = 1960 \text{ N}$$

1.-Un cuerpo de 5 kg, se encuentra sobre una superficie horizontal áspera, de coeficiente de fricción $\mu_s = 0.2$. Si sobre el cuerpo se aplica una fuerza horizontal de 60 N que actúa sólo durante 10 s, determina la fuerza neta y la aceleración.

Cuestionario de comprensión

1.- ¿Es lo mismo la masa y el peso?

2.- Se aplica una fuerza de 50 N, que forma un ángulo de 60° con la horizontal, a un cuerpo de 8 kg de masa. a) ¿Cuál es su fuerza neta? b) ¿Cuál es su aceleración?

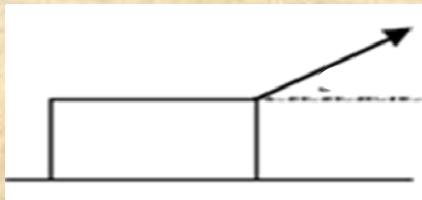
¿Cuál es la fuerza actuando sobre una masa de 5 kg si tiene una velocidad inicial de 6 m/s y finalmente llega al reposo en 2 s.

3.- ¿Qué fuerza han de ejercer los frenos de un coche de masa 600 kg, que marcha con una velocidad de 54 Km/h, para detenerlo en 30 s?

Cuestionario de comprensión

1.- ¿Es lo mismo la masa y el peso? **No la masa es escalar y el peso es $w=mg$.**

2.- Se aplica una fuerza de 50 N, que forma un ángulo de 60° con la horizontal, a un cuerpo de 8 kg de masa. a) ¿Cuál es su fuerza neta? b) ¿Cuál es su aceleración?



$$a) \Sigma F_x = R_x = 50 \cos 60^\circ = 25 \text{ N}$$

$$b) R_x = ma \quad a = 25 \text{ N} / 8 \text{ kg} = 3.125 \text{ m/s}^2$$

3.- ¿Qué fuerza han de ejercer los frenos de un coche de masa 600 kg, que marcha con una velocidad de 54 km/h, para detenerlo en 30 s?

$$54 \text{ km/h} = 15 \text{ m/s} \quad a = (0 - 15 \text{ m/s}) / 30 \text{ s} = -0.5 \text{ m/s}^2 = a$$

$$F_R = 600 \text{ kg} (-0.5 \text{ m/s}^2) = 1200 \text{ N.} \quad -300 \text{ N. OK.}$$

4.- Sobre un cuerpo de 5 kg de masa actúa una fuerza F que le provoca una aceleración de 2 m/s^2 . ¿Qué aceleración tendrá el cuerpo si la fuerza se triplica?

El triple.