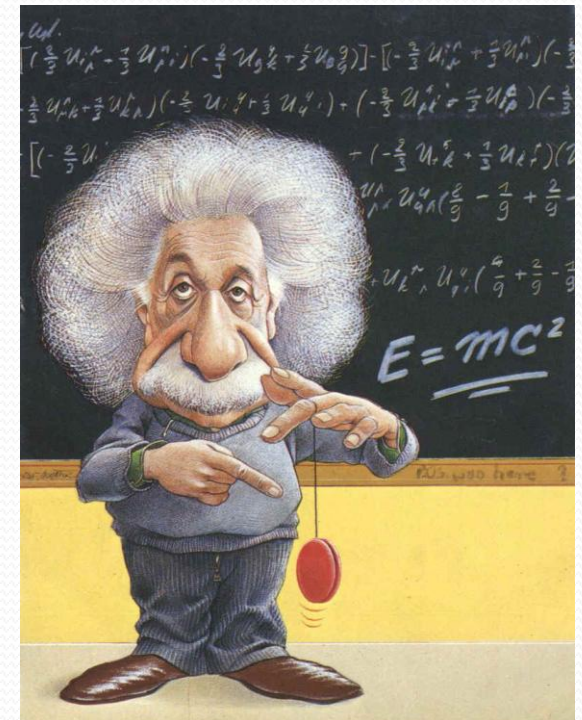


Física

Tercer año – Ciclo Básico
Docente: Gonzalo Correa

¿Qué es la Física?

- Es una ciencia experimental.
- La Física se basa en la observación del mundo que nos rodea, y la explicación de los hechos y fenómenos.
- La Física nos permite **comprender** al Universo.
- La Física nos permite **predecir** hechos y fenómenos.



¿Qué rol cumple la Física?

- Explica la **interacción** entre cuerpos.
- Estudia cómo se **mueven** los cuerpos.



La Física en el mundo de hoy

- Celulares
- Satélites
- Naves espaciales
- Equipos médicos
- Automóviles
- Videojuegos
- Bombas nucleares
- **Internet**



Las Leyes de Newton

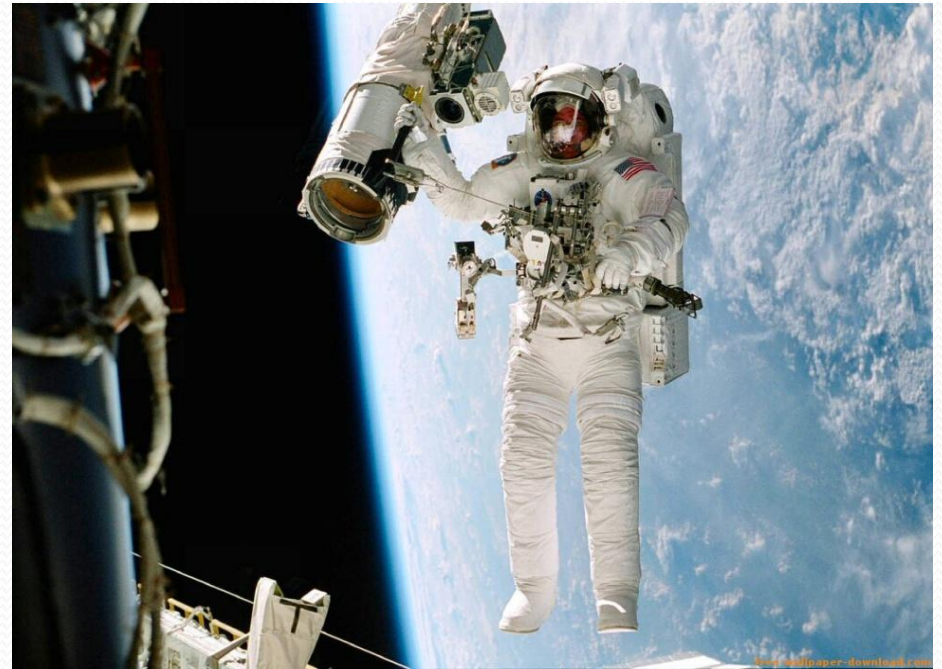


Isaac Newton (1642 – 1727)
Inglaterra

Primera Ley de Newton

(Principio de Inercia ó Principio de Galileo)

*«Todo cuerpo que **no** sufra la acción de ninguna fuerza neta, se moverá con un Movimiento rectilíneo y uniforme»*

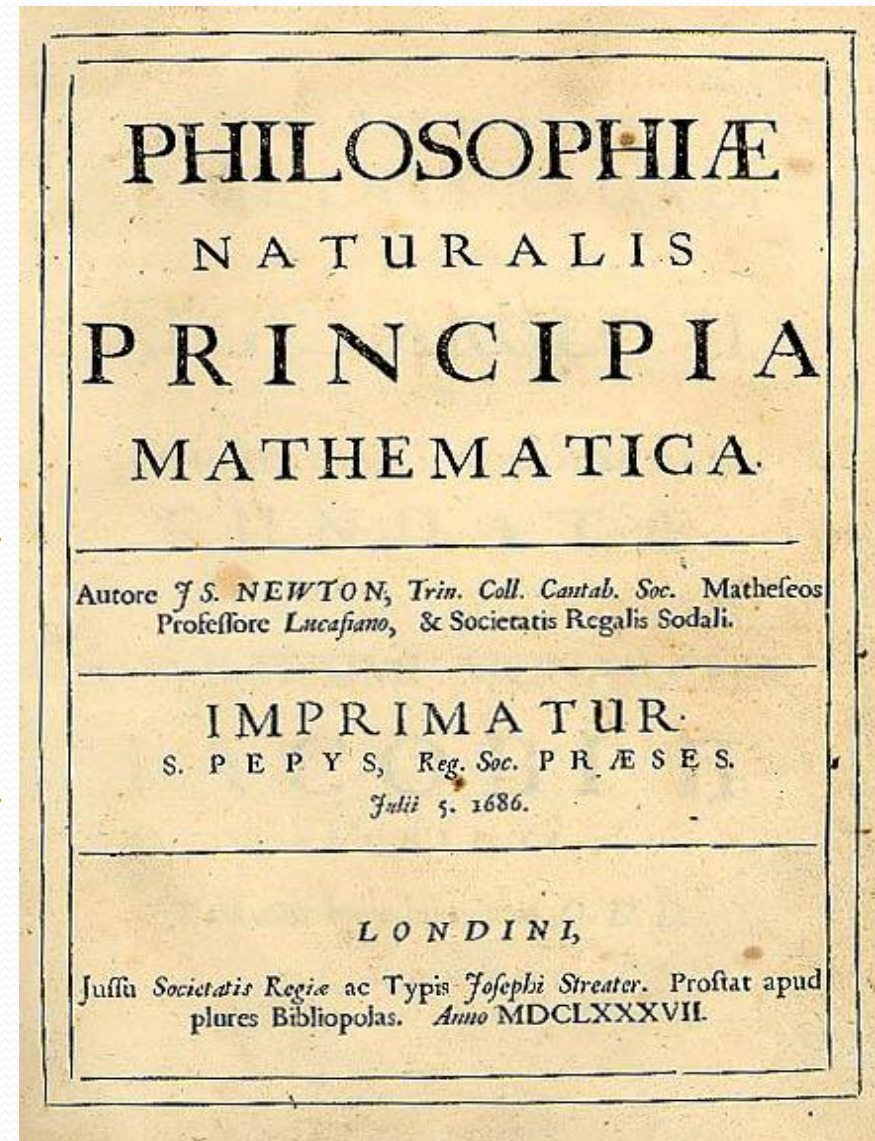


Primera Ley de Newton

Multimedia:

<http://www.youtube.com/watch?v=pk7LcugO3zg>

<http://www.youtube.com/watch?v=Fg1RMEIP6i4&NR=1>



Movimiento rectilíneo y uniforme

- Movimiento en una dirección (rectilíneo)
- Movimiento con velocidad constante (uniforme)
- **Velocidad:** Magnitud vectorial

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{\vec{x}_{final} - \vec{x}_{inicial}}{t_{final} - t_{inicial}}$$

- **Velocidad media y velocidad instantánea**

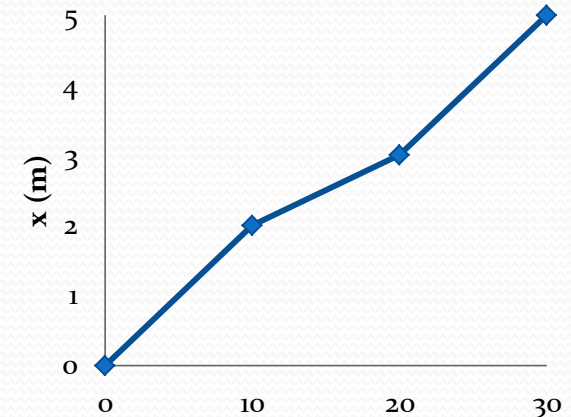
Velocidad media ($\vec{v}_{media}$)

- Velocidad para el total de un recorrido, o bien para varios tramos del mismo
- Por ejemplo: un auto que transita por la ciudad, posee una velocidad media, a pesar de frenar, acelerar, etc., en el recorrido.

- Para el ejemplo que se grafica:

$$\vec{v}_{media} = \frac{5-0}{30-0} \approx 0,17 \text{ m/s}^*$$

Gráfico $x=f(t)$

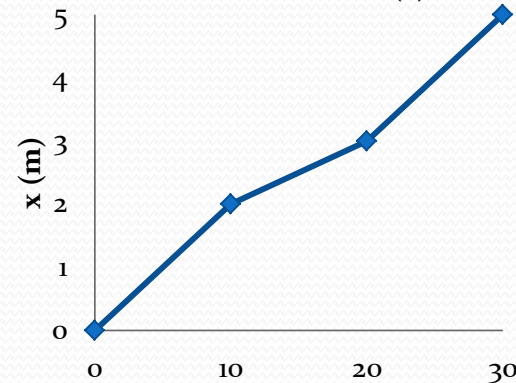


Velocidad instantánea ($\vec{v}_{inst.}$)

- Es la velocidad de un cuerpo, en un instante de tiempo.
- Por ejemplo, cuando un auto «arranca», su velocidad inicial es 0 km/h. Luego, se «acelera» hasta, por ejemplo, 70 km/h. Ambas velocidades son instantáneas.

$$\vec{v}_{inst.} = \frac{d\vec{x}}{dt}$$

Gráfico $x=f(t)$

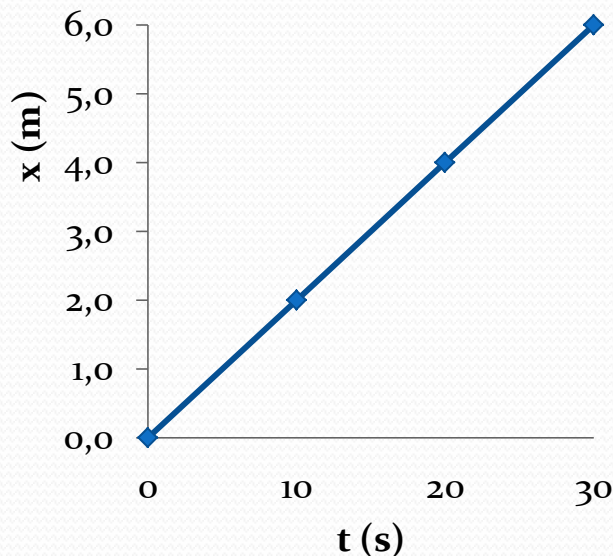


$$\vec{v}_1 = \frac{2-0}{10-0} = 0,2 \frac{m}{s} \quad \vec{v}_2 = \frac{3-2}{20-10} = 0,1 \frac{m}{s}$$

$$\vec{v}_3 = \frac{5-3}{30-20} = 0,2 \frac{m}{s}$$

Velocidad y M.R.U

- M.R.U: **velocidad constante** (no cambia).
- La velocidad instantánea es **igual** a la velocidad media en todo instante de tiempo, para un M.R.U



La **Primera Ley de Newton** nos dice que un M.R.U se da en condiciones donde **no** actúa ninguna **fuerza** neta, por lo tanto la velocidad no cambia.

Cantidad de movimiento ($\vec{p}$)

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

La «**cantidad de movimiento**» de un cuerpo es proporcional a su velocidad: cuanto más rápido se desplace, mayor será su «momentum».

La constante de proporcionalidad es la masa, **m**.

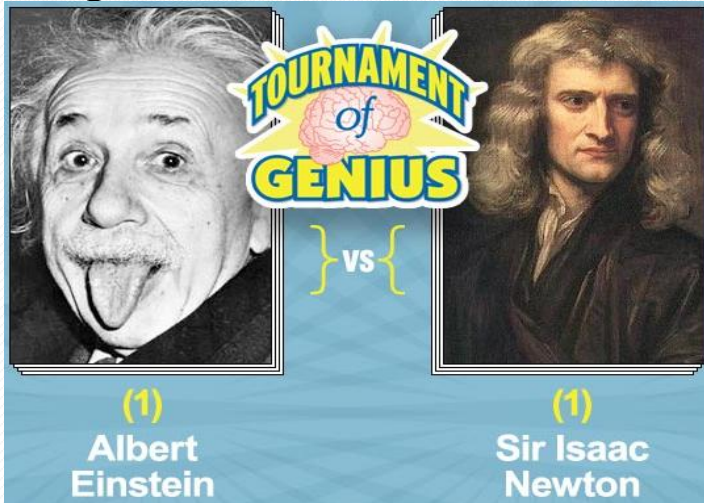


Mecánica Clásica vs. Relatividad

Newton (mecánica clásica):

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

Cuerpos del mundo cotidiano.



Einstein (Relatividad):

$$\vec{p} = \frac{m\vec{v}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

v : velocidad del cuerpo.

c : velocidad de la luz ($\approx 3 \times 10^8 \text{ m/s}$)

Cuerpos celestes (planetas), grandes distancias y grandes velocidades

Segunda Ley de Newton

Principio Fundamental de la Mecánica Clásica

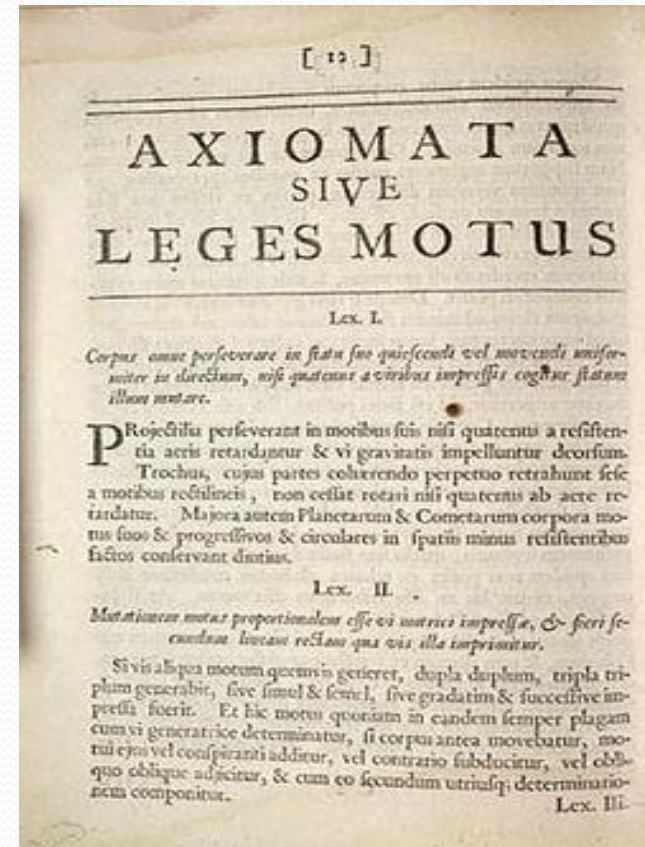
Segunda Ley de Newton

Expresión general de la Segunda Ley

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

$$\vec{F} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} = m \frac{d\vec{v}}{dt} + \vec{v} \frac{dm}{dt}$$

$$\vec{F} = m \frac{(\vec{v}_f - \vec{v}_0)}{(t_f - t_0)} + \vec{v} \frac{(m_f - m_0)}{(t_f - t_0)}$$



Segunda Ley de Newton

- El caso de los cohetes y las motos acuáticas como ejemplos de la Segunda Ley generalizada:



<http://www.youtube.com/watch?v=WkJ1A6wCLXo&feature=related>

Docente Gonzalo Correa - Física - Tercer año CB

Segunda Ley de Newton

- Caso en que la masa permanece constante (no cambia):

$$\vec{F} = m \frac{(\vec{v}_f - \vec{v}_0)}{(t_f - t_0)} + \vec{v} \frac{(m_f - m_0)}{(t_f - t_0)} \quad \Rightarrow \vec{v} \frac{(m_f - m_0)}{(t_f - t_0)} = 0$$

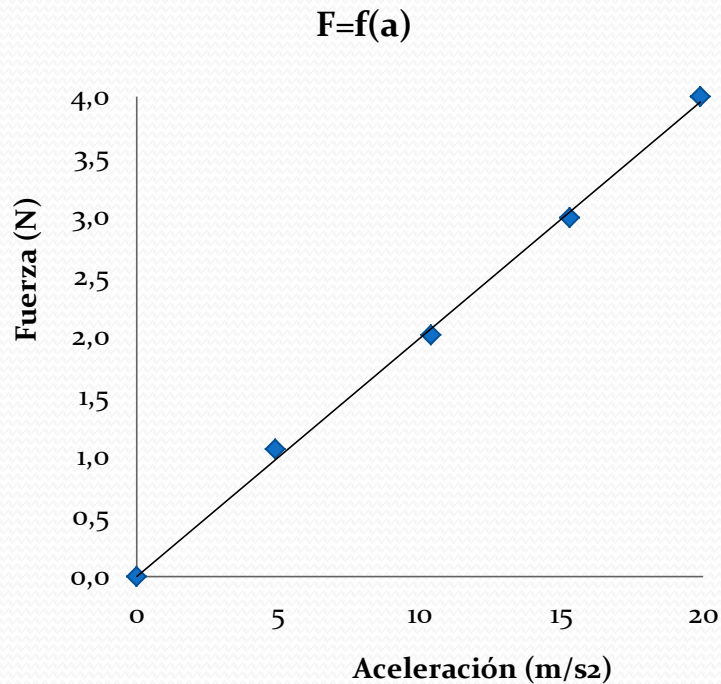
Masa no cambia $\Rightarrow m_f = m_0$

$$\vec{v} \frac{(m_f - m_0)}{(t_f - t_0)} = 0 \Rightarrow \vec{F} = m \frac{(\vec{v}_f - \vec{v}_0)}{(t_f - t_0)}$$

Aceleración: $\vec{a} = \frac{(\vec{v}_f - \vec{v}_0)}{(t_f - t_0)}$

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

La masa inercial



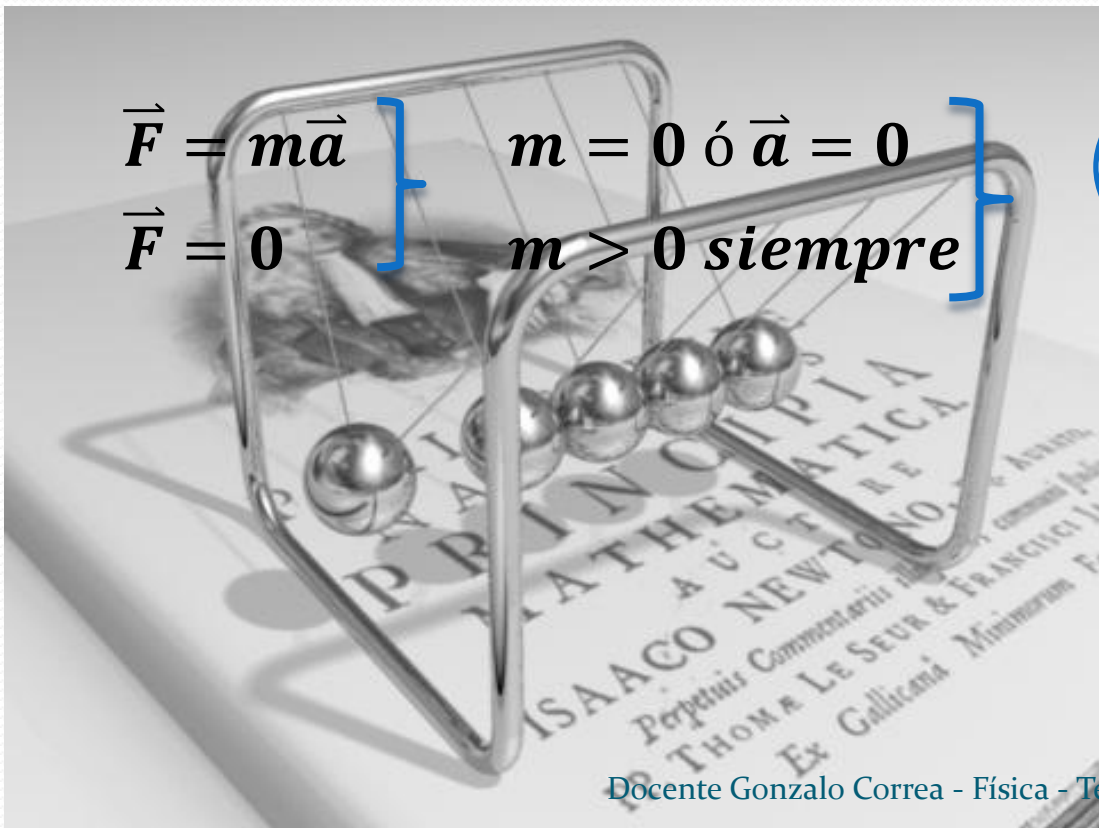
$$\frac{N}{\frac{m}{s^2}} = \frac{kg \frac{m}{s^2}}{\frac{m}{s^2}} = kg$$

- Newton vinculó la fuerza que se le ejercía a un cuerpo con la aceleración que tomaba.
- Al **aumentar** la **fuerza** sobre el cuerpo, **aumentaba** la **aceleración**.
- La **constante** que relaciona ambas magnitudes, es la **masa**.
- La **masa** es la **pendiente** (la «inclinación») del gráfico.

Segunda Ley de Newton: importancia

Deducción de la Primera Ley de Newton

Cuerpo que **no** sufre acción de ninguna fuerza

A Newton's cradle with five silver spheres is shown in motion, with one sphere having just struck the others. It is resting on a book with text like 'PRINCIPIA' and 'ISAACO NEWTON'.
$$\left. \begin{array}{l} \vec{F} = m\vec{a} \\ \vec{F} = 0 \end{array} \right\} \begin{array}{l} m = 0 \text{ ó } \vec{a} = 0 \\ m > 0 \text{ siempre} \end{array}$$

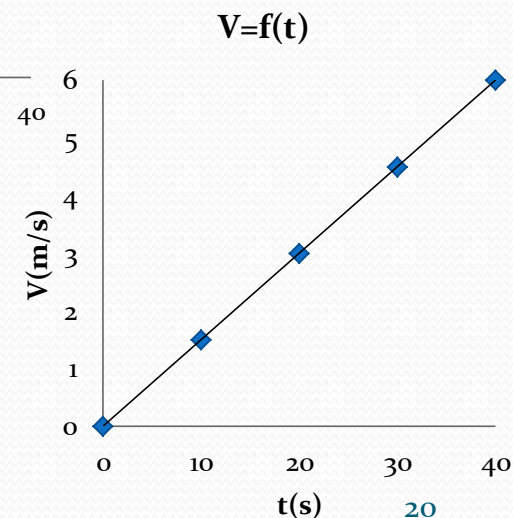
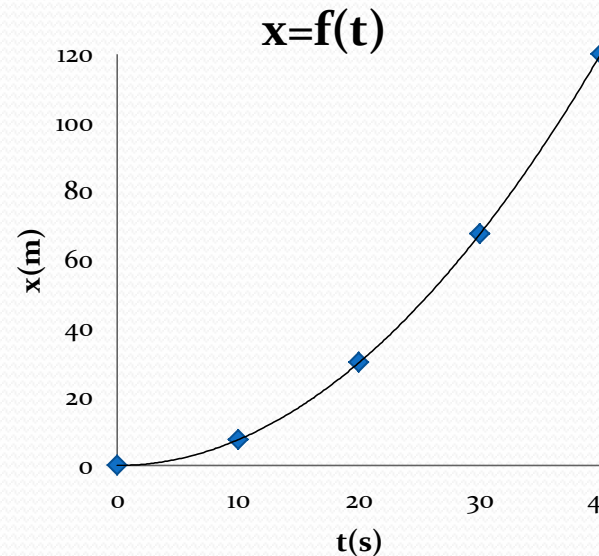
$$\vec{a} = 0 \Rightarrow \text{M. R. U}$$

La aceleración: el M.R.U.A

M.R.U.A: Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado

Aceleración: $\vec{a} = \frac{(\vec{v}_f - \vec{v}_0)}{(t_f - t_0)}$

- La aceleración mide el **cambio de velocidad** de un cuerpo.
- Por ejemplo, un auto se acelera cuando arranca; pasa de estar quieto ($\vec{v} = 0 \text{ km/h}$) a moverse.
- El ejemplo del gráfico es de un MRUA: la **velocidad instantánea** cambia, con una **aceleración constante**.



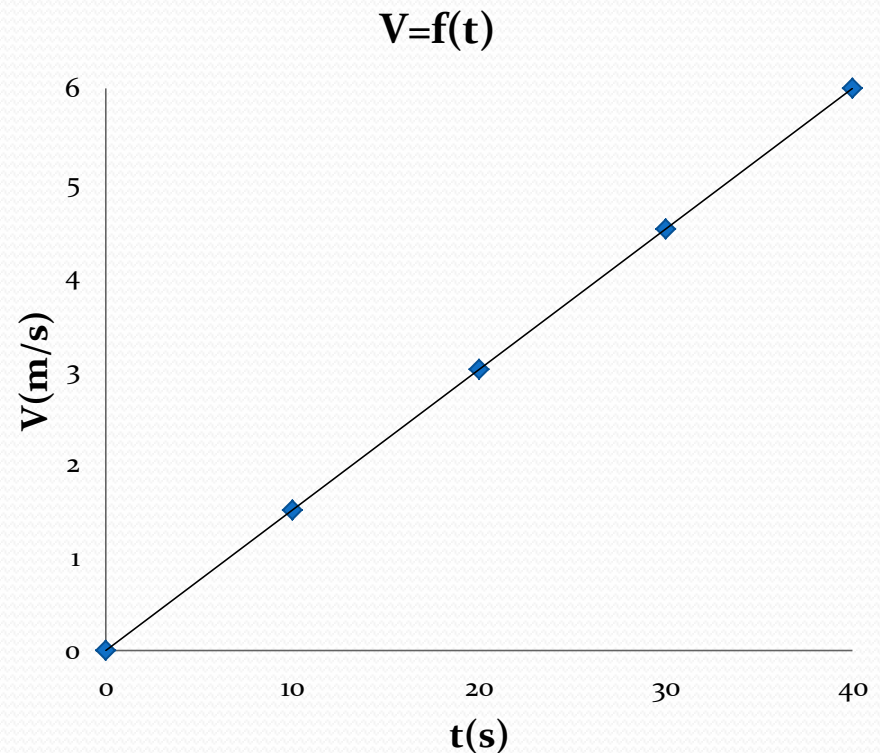
Relaciones integrales I

Cálculo del desplazamiento a partir del área bajo la curva de $v=f(t)$

- El «área bajo la curva» o área bajo el gráfico, se puede calcular estudiando la forma geométrica del gráfico.
- Las unidades del área bajo la curva de $v=f(t)$ son metros ya que, por ejemplo, para este gráfico:

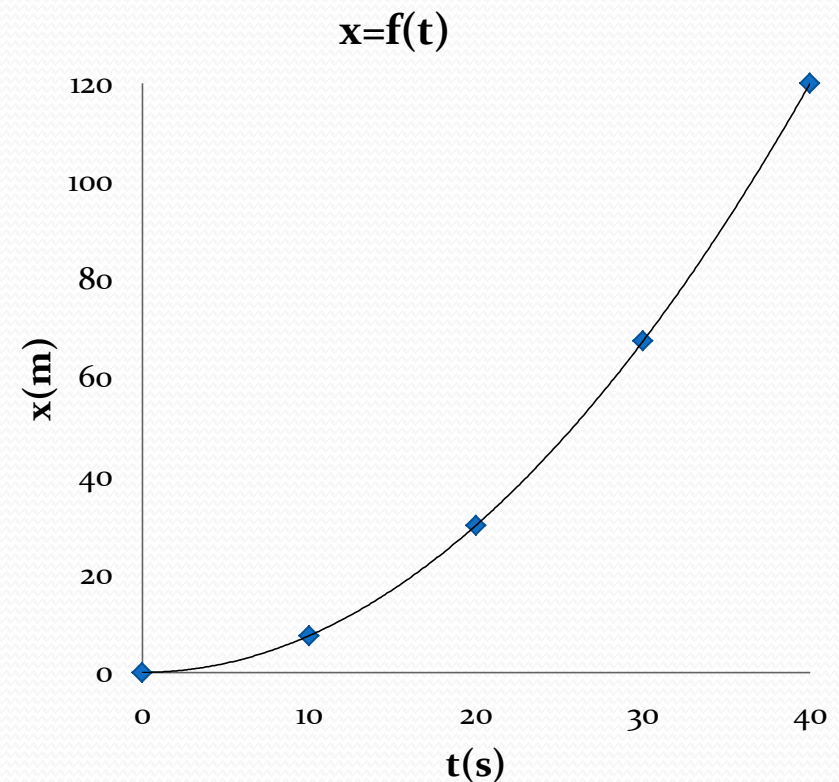
$$\hat{A} = \frac{B \times h \text{ unidades } m}{2} \longrightarrow \frac{s}{s} s = m$$

$$\hat{A} = \frac{40 \times 6}{2} = 120 \text{ m}$$



Relaciones integrales II

- Como vemos en este gráfico de posición en función del tiempo, el desplazamiento total fue de 120 m, tal cual calculamos.
- La curva nos muestra que cada vez la posición cambia más rápido, quiere decir que la **pendiente** va aumentando, es decir que **aumenta la velocidad**.
- Si la velocidad aumenta, deducimos que es un MRUA.

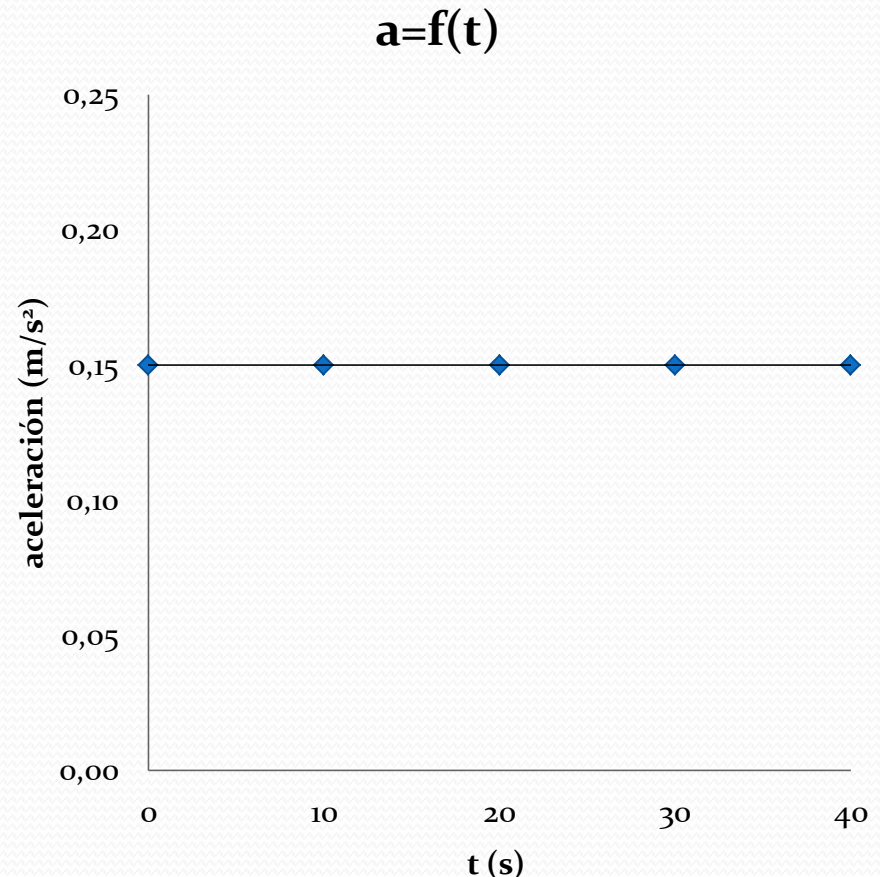


Relaciones integrales III

- Tenemos la representación gráfica de la aceleración en función del tiempo, para el mismo ejemplo anterior.
- Como es un MRUA (aceleración constante) la aceleración será la misma para todo el movimiento, y eso es lo que muestra la gráfica.
- Podemos calcular el área bajo la curva, que nos dará la **velocidad máxima** del movimiento:

$$\hat{A} = L \times L = 0,15 \times 40 = 6 \frac{m}{s}$$

$$\hat{A} = \frac{m}{s^2} s = \frac{m}{s \times s} s = \frac{m}{s}$$



Relaciones integrales: notación

- El cálculo del área bajo una «curva» o gráfica, tiene una función matemática asignada, llamada **Integral**.
- Las **integrales** trabajadas se pueden representar así:

$$\vec{x} = \int_0^{40} \vec{v} dt$$

$$\vec{v}_{m\acute{a}x} = \int_0^{40} \vec{a} dt$$

Cálculo de integrales

Tabla de integrales

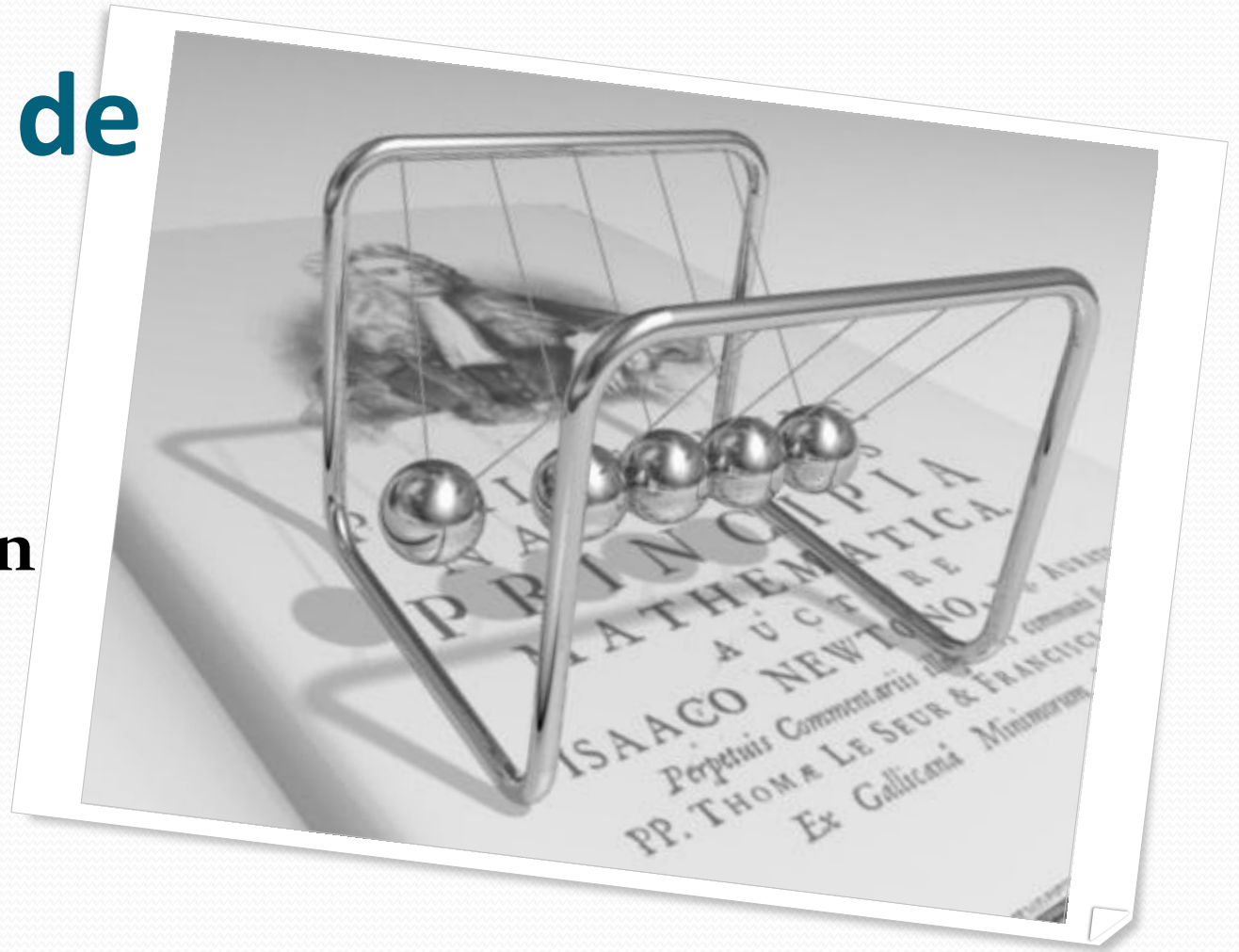
Función	Integral
0	k (constante)
k (constante)	kx
kx	$\frac{kx^2}{2}$

Ejemplos

Función	Integral
2	$2x$
$5x$	$\frac{5x^2}{2}$
$3x + 8$	$\frac{3x^2}{2} + 8x$

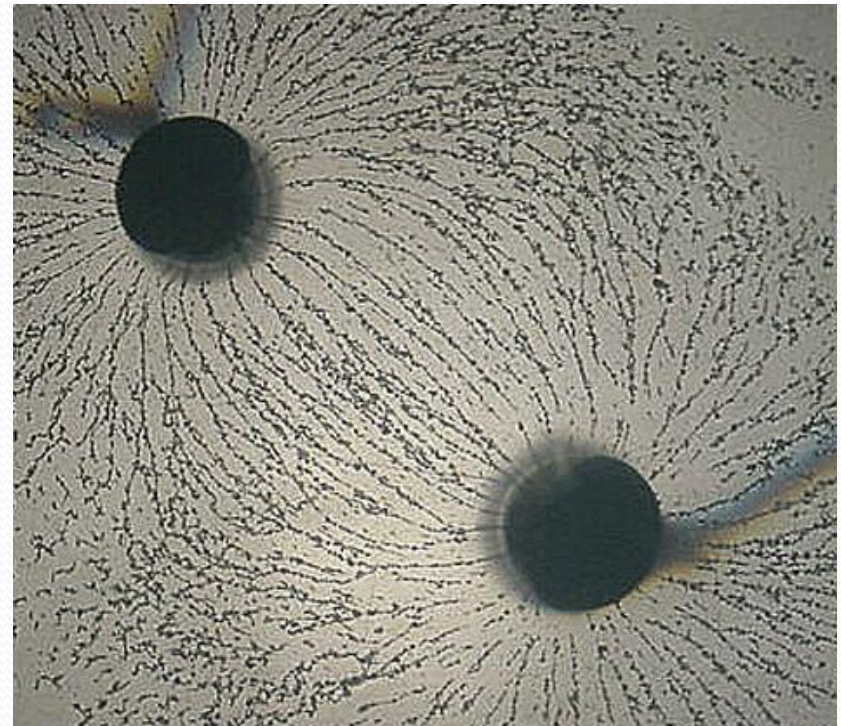
Tercera Ley de Newton

Principio de acción y reacción



Tercera Ley de Newton

«Si un cuerpo A ejerce sobre uno B una fuerza $\vec{F}$, el cuerpo B realizará sobre A una fuerza igual, y de sentido contrario»



Las leyes de Newton: multimedia

- <http://www.youtube.com/watch?v=Ipwxd-69od8&feature=related>
- <http://www.youtube.com/watch?v=kSw2VViDauI>
- <http://www.youtube.com/watch?v=39aT9Db9iYE&feature=related>
- <http://www.youtube.com/watch?v=VKhOhHWP6Lc&feature=fvwrel>

Ley de la Gravitación Universal

- Newton observó que, la fuerza de «atracción» entre dos cuerpos aumenta, cuando aumenta su **masa**.

$$\vec{F} = G \times \frac{m_1 \times m_2}{d^2}$$

G: Constante de la gravitación: $6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{s}^{-1}$

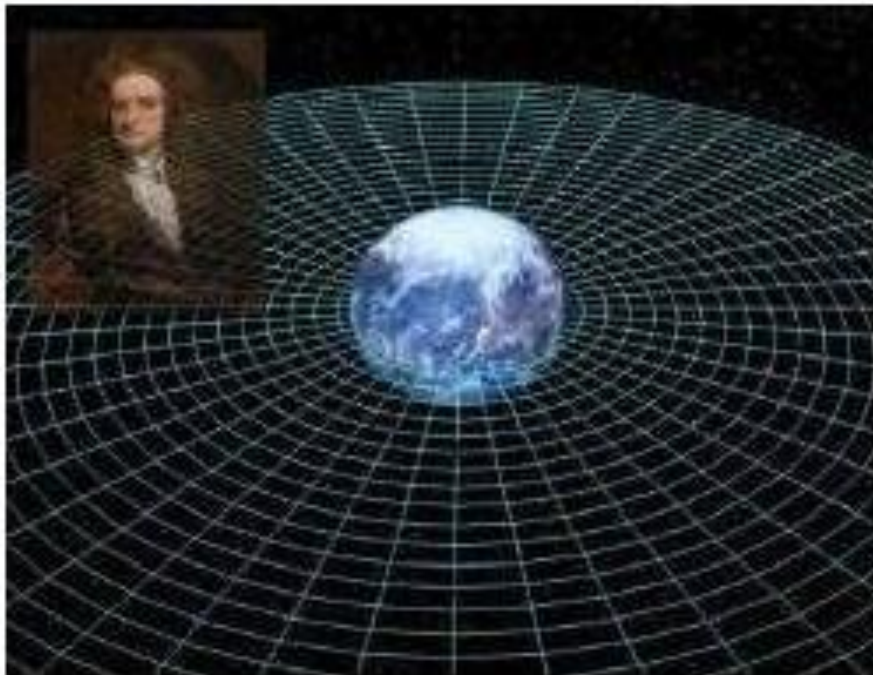
De la expresión de la Ley se deduce que:

- Cuando aumenta la masa de los cuerpos, aumenta la fuerza que los atrae
- Cuando aumenta la distancia entre los cuerpos, disminuye esa fuerza.

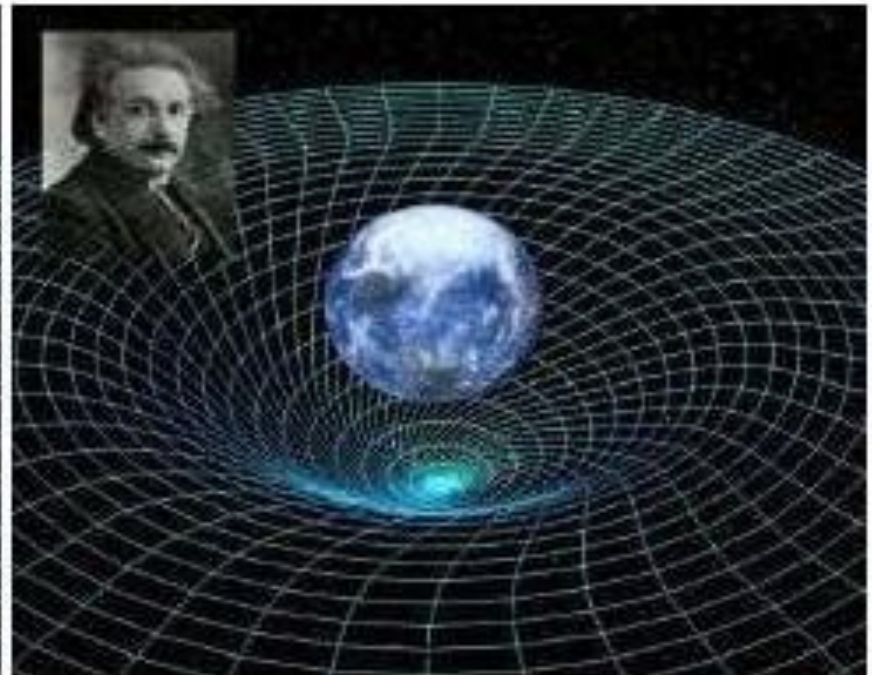
Gravedad: De *Newton* a *Einstein*

<http://www.youtube.com/watch?v=39aT9Db9iYE&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=VKhOhHWP6Lc&feature=fvwrel>



Newton's fixed space



Einstein's flexible space-time

source: NASA

Fuerza peso ($m\vec{g}$)

- Ley de Gravedad:

$$\vec{F} = G \times \frac{m_1 \times m_2}{d^2}$$

- Caso particular: un cuerpo en la Tierra, atraído por la gravedad del Planeta:
 - G: Constante de la Gravitación ($6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{s}^{-1}$)
 - m₁: Masa de la Tierra (es «constante»)
 - m₂: Masa del cuerpo (puede ser cualquier objeto en el planeta)
 - d: Distancia entre el cuerpo y el centro de la Tierra.

Fuerza peso ($m\vec{g}$)

- Como G , m_1 (masa de la Tierra) y d se consideran fijas, las podemos agrupar, y la masa del cuerpo será variable ya que depende del cuerpo en cuestión:

$$\vec{F} = \frac{G \times m_1}{d^2} \times m_2$$

- Newton llamó a este término del producto, aceleración gravitatoria, $\vec{g}$, y es la aceleración que tiene un cuerpo que cae libremente hacia la Tierra:

$$\vec{g} = \frac{G \times m_{Tierra}}{d^2}$$

Fuerza peso ($m\vec{g}$)

$$\vec{g} \approx 9,81 \text{ m/s}^2$$

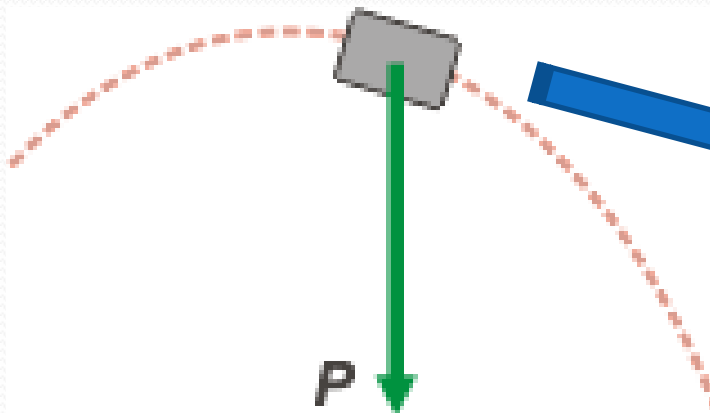
- ¿Vale g siempre lo mismo? No.
- g depende del punto del planeta en el que estemos, ya que g depende de la distancia al centro de la Tierra y el planeta no es una esfera, sino más bien «achatado» hacia los polos.
- g tendrá un valor mayor, cuanto menor sea la distancia al centro de la Tierra: en los polos, g será más alto, y en el Ecuador, más bajo.
- El valor de g informado es una aproximación al valor que tiene en Uruguay.

Fuerza peso ($m\vec{g}$)

- La fuerza que nos atrae a la Tierra, recibe el nombre de «**fuerza peso**».

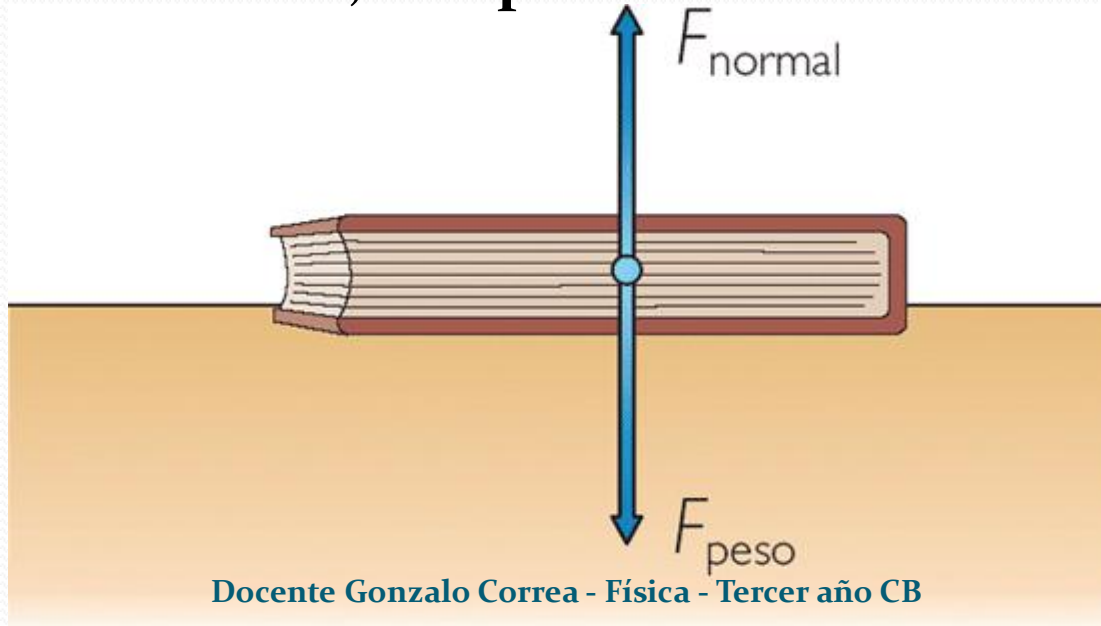
$$\vec{F}_{\text{peso}} = m\vec{g}$$

- El peso es la fuerza de gravedad, para el caso del planeta Tierra.
- El peso **siempre es vertical hacia abajo**.



Fuerza Normal ($\vec{N}$)

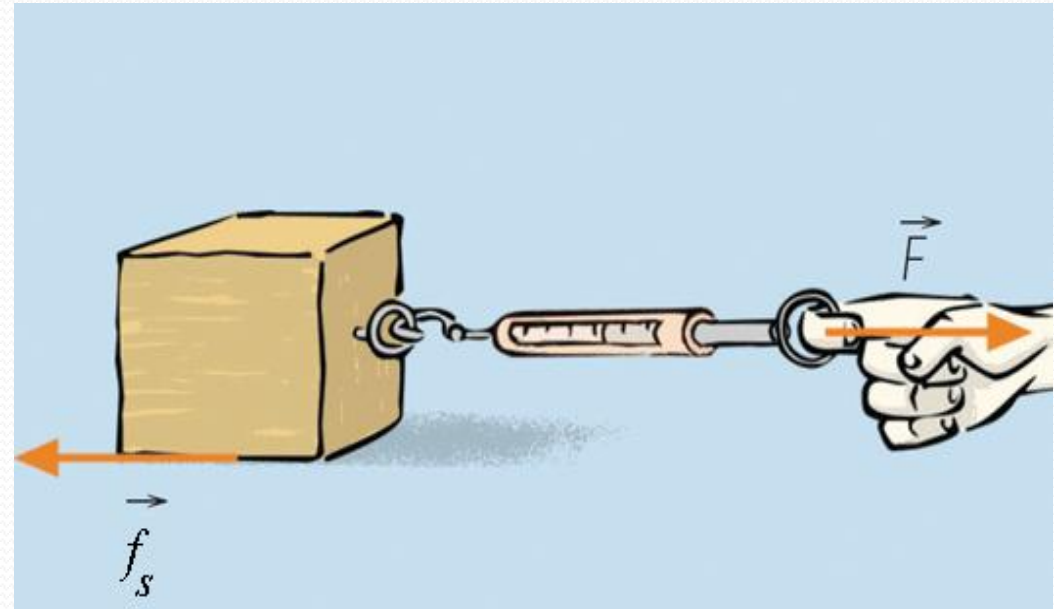
- La Tercera Ley de Newton me recuerda que al ejercer una fuerza sobre un cuerpo, ese cuerpo responde ejerciendo otra fuerza igual y opuesta.
- Cuando un cuerpo esta apoyado sobre una superficie, el peso que lo atrae a la tierra actúa sobre esa superficie.
- Esa superficie entonces, «**responderá**» con una fuerza igual y opuesta.



Rozamiento estático ($\vec{f}_s$)

- La fuerza de rozamiento estática (con el cuerpo **en reposo**) no es fija, sino **variable**.
- Mientras el cuerpo está en reposo, $\vec{f}_s$ es igual y opuesta a la fuerza $\vec{F}$ que ejerzo.
- $\vec{f}_s$ se incrementa a medida que se incrementa $\vec{F}$ cuando trato de mover el cuerpo, pero hasta un valor máximo:

$$\vec{f}_{s,m\acute{a}x} = \mu_s \vec{N}$$



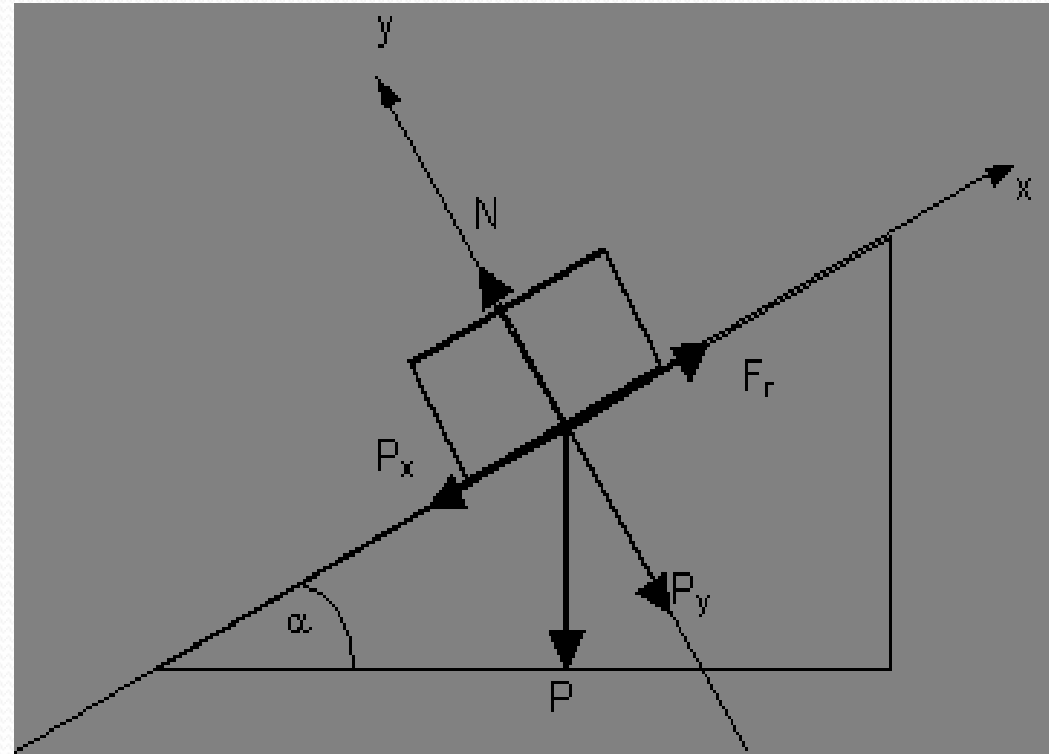
Cuando la fuerza $\vec{F}$ supere a $\vec{f}_s$ máxima, el cuerpo empezará a moverse.

$\vec{f}_s$ sólo aumenta hasta alcanzar el valor de $\vec{f}_s$ máxima.

Fuerza Normal ($\vec{N}$)

Características de $\vec{N}$

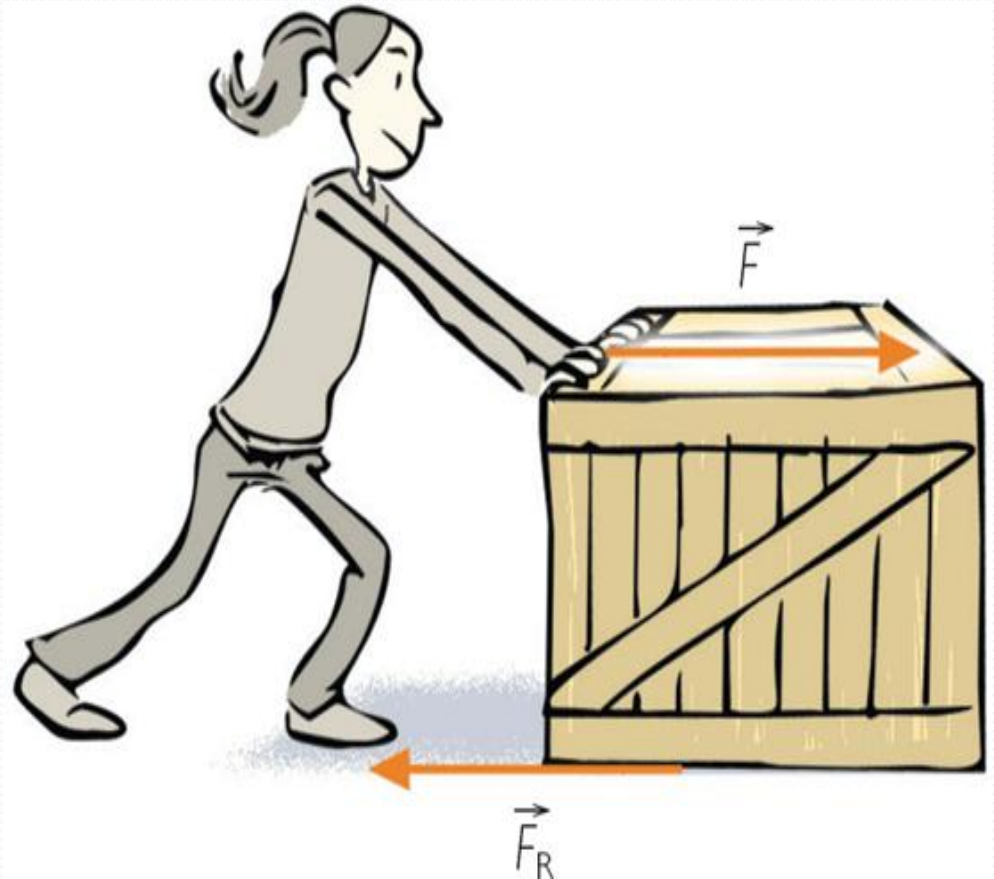
- Es **siempre perpendicular** a la superficie de apoyo.
- Su valor (**módulo**) es igual al de la **componente vertical** del peso.
- Tiene **sentido opuesto** a la **componente vertical** del peso.



$$\vec{N} = m\vec{g} \cdot \cos\alpha$$

Rozamiento estático ($\vec{f}_s$)

- Supongamos que se tiene un cuerpo apoyado sobre una mesa: actúan $m\vec{g}$ y $\vec{N}$.
- Ahora le queremos ejercer una fuerza F para moverlo.
- El cuerpo **no** se mueve instantáneamente; debe vencer un **rozamiento**.
- Hasta que no venzo en rozamiento, no se mueve.

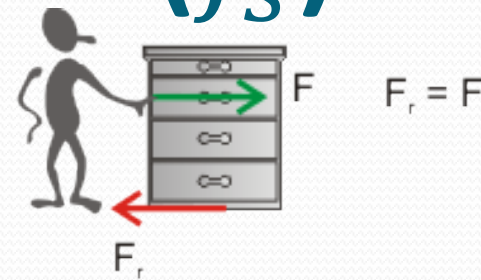


Rozamiento estático ($\vec{f}_s$)

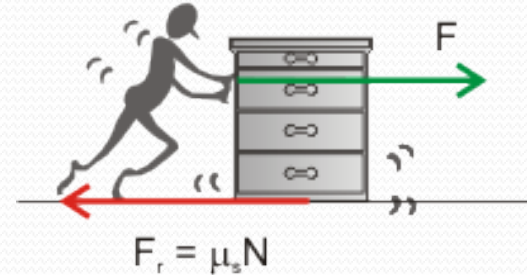
- La fuerza de **rozamiento estático** entonces, es **variable**, y tiene un valor máximo definido.
- Diremos entonces que:

$$\vec{f}_s \leq \mu_s \vec{N}$$

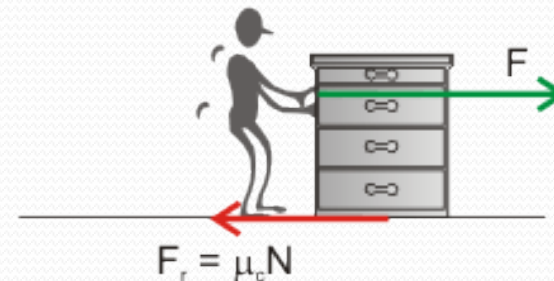
μ_s : coeficiente de fricción estático



No hay movimiento



Se inicia el movimiento

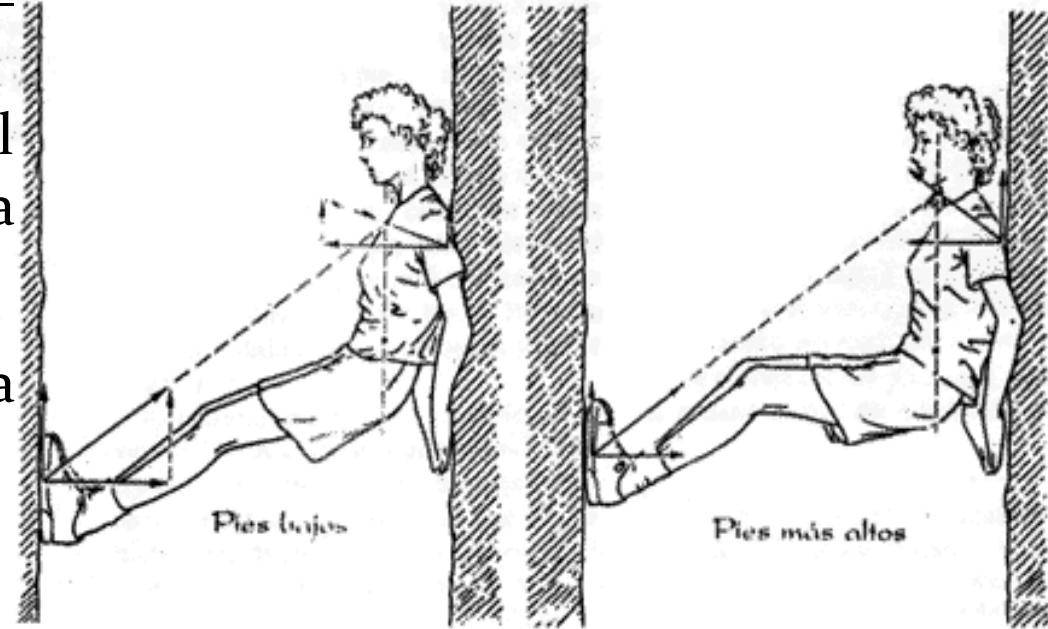


Se mantiene el movimiento

Rozamiento cinético ($\vec{f}_k$)

- Es la fuerza de rozamiento que actúa sobre un cuerpo en movimiento.
- Es opuesta al sentido del movimiento del cuerpo (opuesta a su velocidad).
- $\vec{f}_k$ es fija (no varía) a diferencia de $\vec{f}_s$.

$$\vec{f}_s = \mu_k \vec{N}$$



8. Las fuerzas dependen de la colocación de los pies

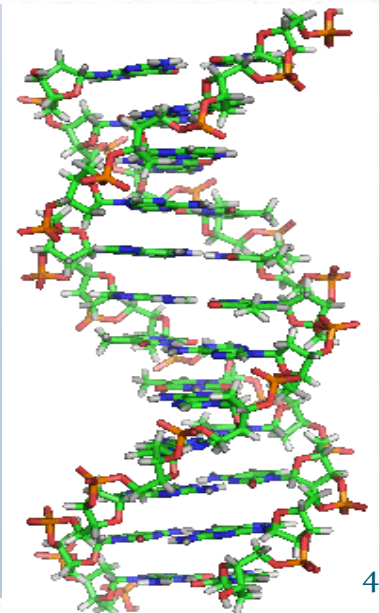
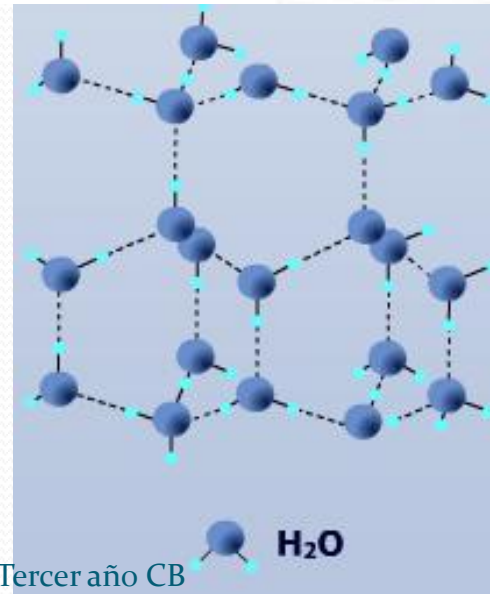
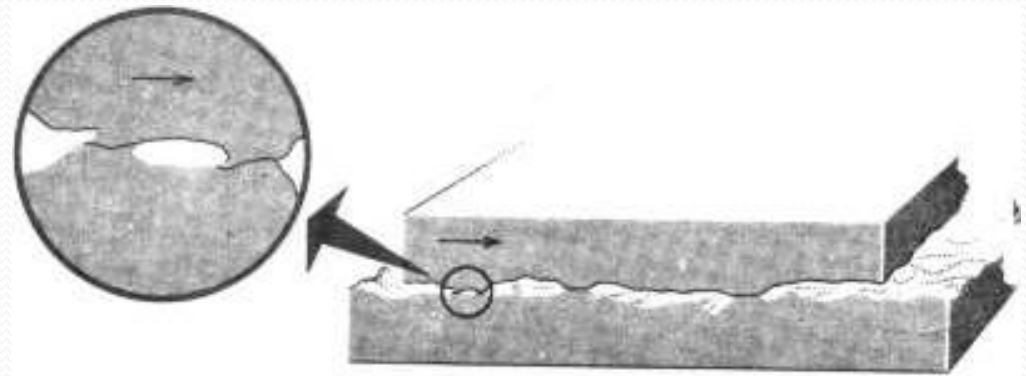
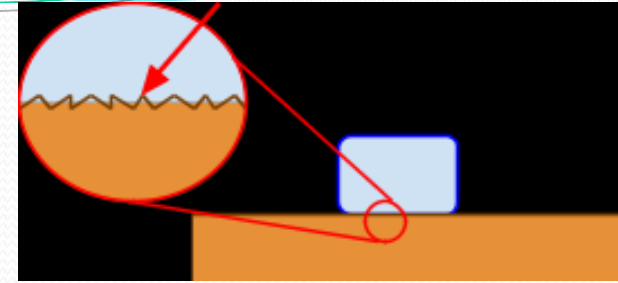
Coeficientes de fricción (μ_s y μ_k)

- Son característicos de cada superficie.
- Son diferentes para cada tipo de material (madera, acero, cerámica, etc.).
- $\mu_s > \mu_k$: el coeficiente de fricción estático (cuerpo quieto) es mayor que el coeficiente de fricción cinético (cuerpo moviéndose).

COEFICIENTES DE ROZAMIENTO		
Materiales en contacto	Fricción estática	Fricción cinética
Hielo // Hielo	0,1	0,03
Vidrio // Vidrio	0,9	0,4
Madera // Cuero	0,4	0,3
Madera // Piedra	0,7	0,3
Madera // Madera	0,4	0,3
Acero // Acero	0,74	0,57
Acero // Hielo	0,03	0,02
Acero // Latón	0,5	0,4
Acero // Teflón	0,04	0,04
Teflón // Teflón	0,04	0,04
Caucho // Cemento (seco)	1	0,8
Caucho // Cemento (húmedo)	0,3	0,25
Cobre // Hierro (fundido)	1,1	0,3
Esquí (encerado) // Nieve (0°C)	0,1	0,05
Articulaciones humanas	0,1	0,003

Origen del rozamiento

- El rozamiento se debe a las «irregularidades» de las superficies que tienen contactos; no son realmente planas como las vemos.
- A nivel microscópico, las moléculas son todas de diferente forma, lo que hace las diferencias a nivel macroscópico.

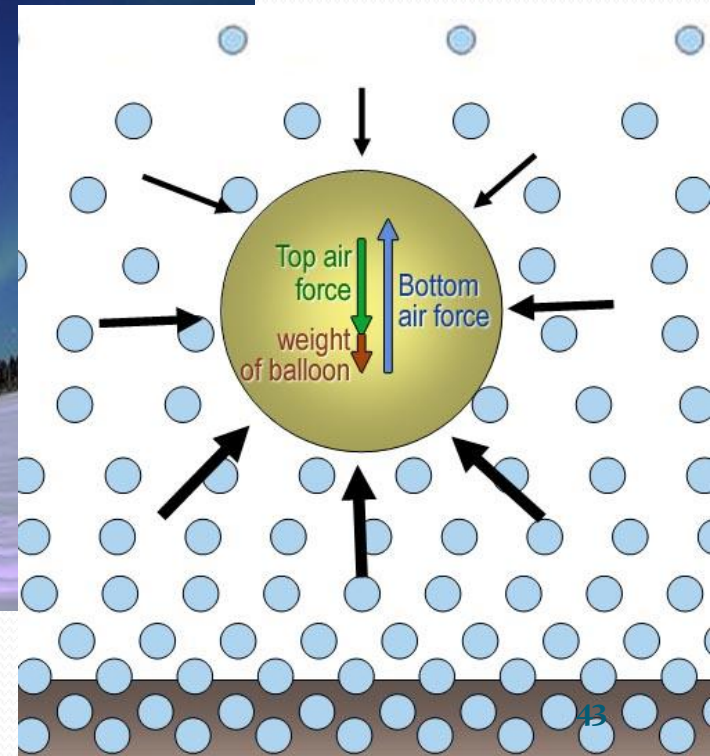
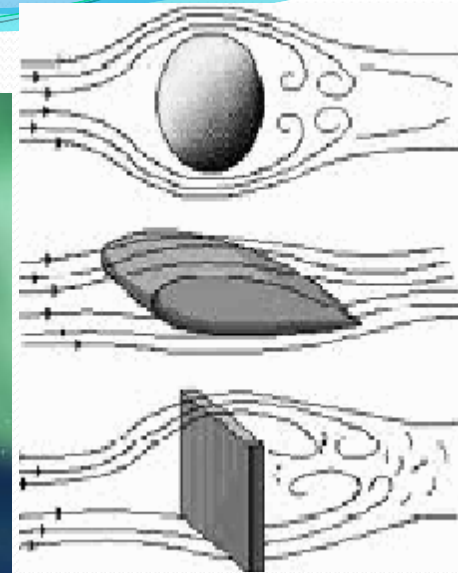


Rozamiento viscoso ($\vec{f}_v$)

- Es el rozamiento que se produce por la interacción de un cuerpo con un fluido (aire, gases, líquidos).
- Se opone al sentido de movimiento del cuerpo.

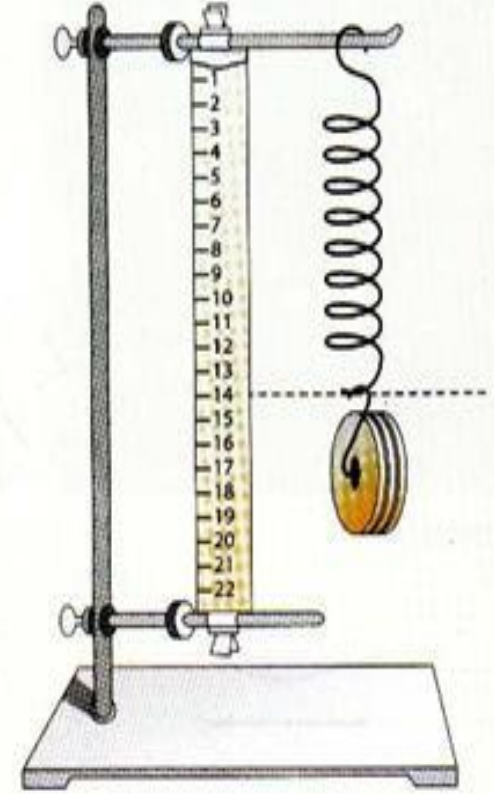
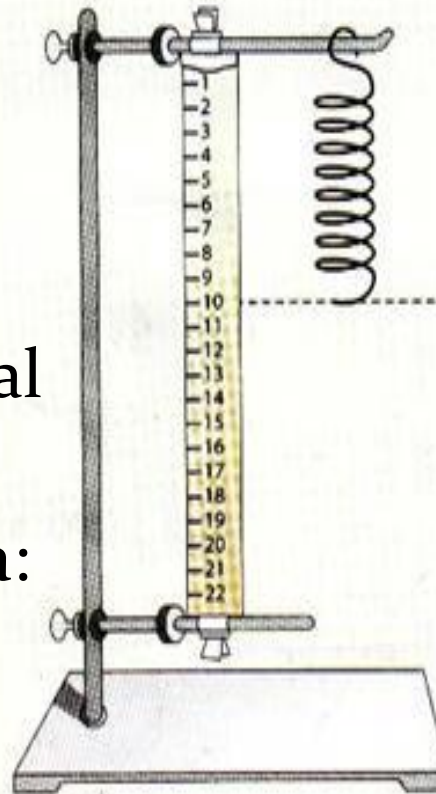
$$\vec{f}_v = -b\vec{v}$$

b: Coeficiente de rozamiento viscoso.



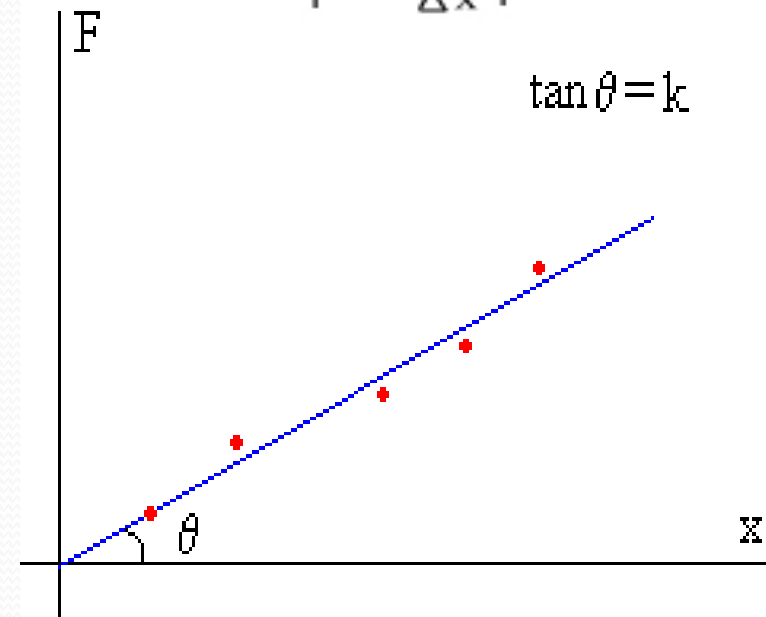
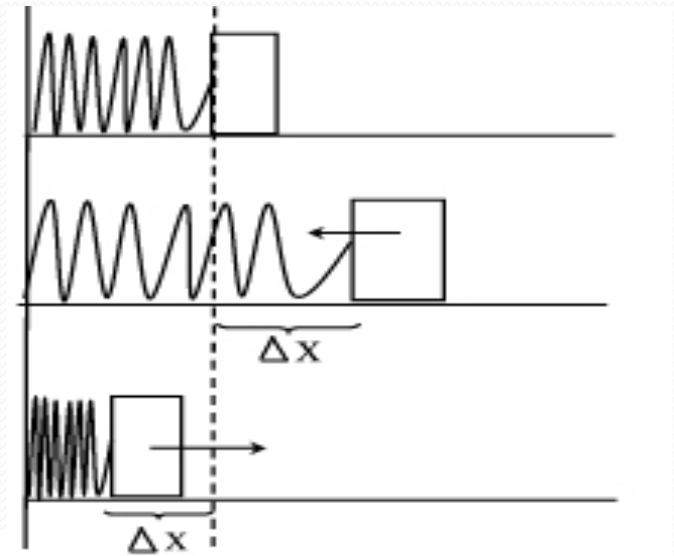
Fuerza elástica ($-k\vec{x}$)

- Se da en cuerpos elásticos o extensibles.
- El ejemplo más común es el de los resortes.
- La fuerza elástica **se opone** al **movimiento** del cuerpo.
- Es una **fuerza restauradora**: busca llevar al resorte a su posición original (l_0)



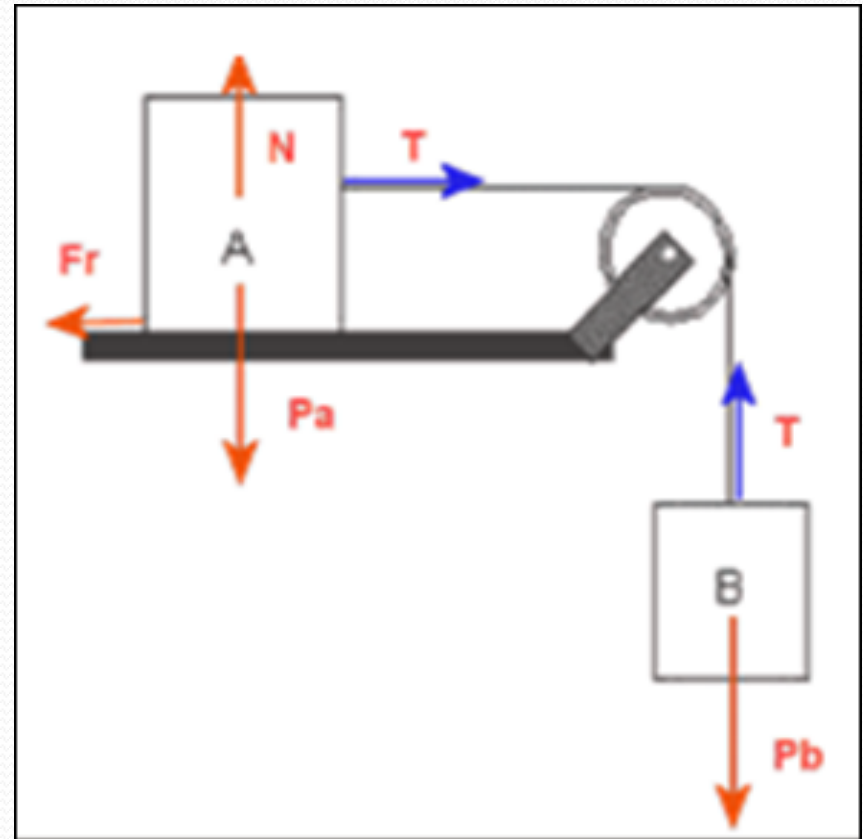
Fuerza elástica ($-k\vec{x}$)

- El resorte vuelve siempre a un mismo tamaño, a una longitud conocida como **longitud natural**, l_0
- A mayor estiramiento del resorte, mayor fuerza debo aplicar.
- El cociente $\frac{\vec{F}}{\Delta\vec{x}}$ para un resorte dado es constante.
- Ese cociente del resorte se conoce como constante del resorte, k .
- k es una característica del resorte.

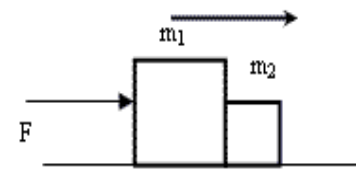
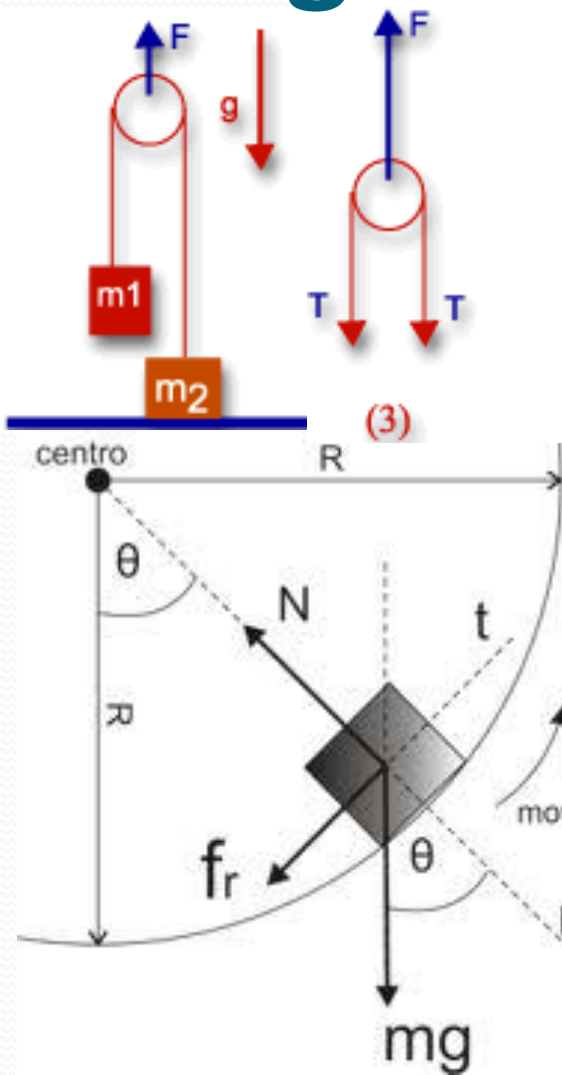


Tensión ($\vec{T}$)

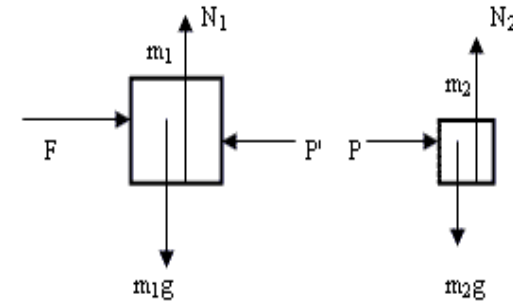
- Es la fuerza que mantiene tensionada a una cuerda.
- La cuerda «tensiona» al objeto, y éste tensiona a la cuerda (3ª Ley de Newton).
- La tensión permite el uso de las poleas.



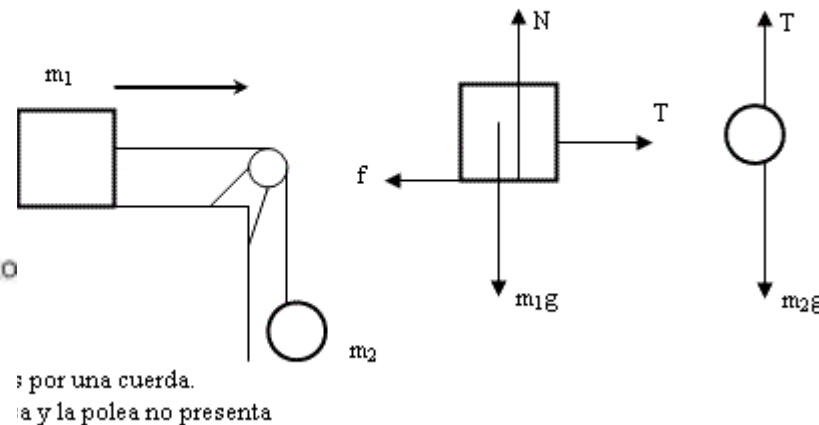
Diagramas de cuerpo libre (D.C.L)



Bloques en contacto empujados hacia la derecha sobre una superficie sin fricción.



Note que P' y P son un par acción-reacción, esto es, la fuerza (P') que el bloque m_2 hace sobre m_1 , es igual en magnitud y de sentido contrario a la fuerza (P) que el bloque m_1 hace sobre m_2 . $P = -P'$



... por una cuerda.
... y la polea no presenta

Uso de la Segunda Ley de Newton:

- **Sumatoria:** suma de varios elementos:

$$\sum \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots$$

- Segunda Ley de Newton:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

Simulaciones

Problema