Desde el punto de vista de la **Cinemática**, hemos estudiado el movimiento en términos de **Velocidad** y **Aceleración**.

Dinámica

Ahora nos preguntamos:

a) ¿Por qué los objetos se mueven?

b) ¿Cómo lo hacen?

c) ¿Qué hace que un objeto tenga una aceleración positiva o negativa ?

La respuesta a estas preguntas es la **Fuerza.**

Fuerza

Se define por Fuerza a la causa del movimiento de los cuerpos y de las variaciones del movimiento (con aceleración positiva o negativa), es también la causa de las deformaciones y ruptura de los cuerpos.

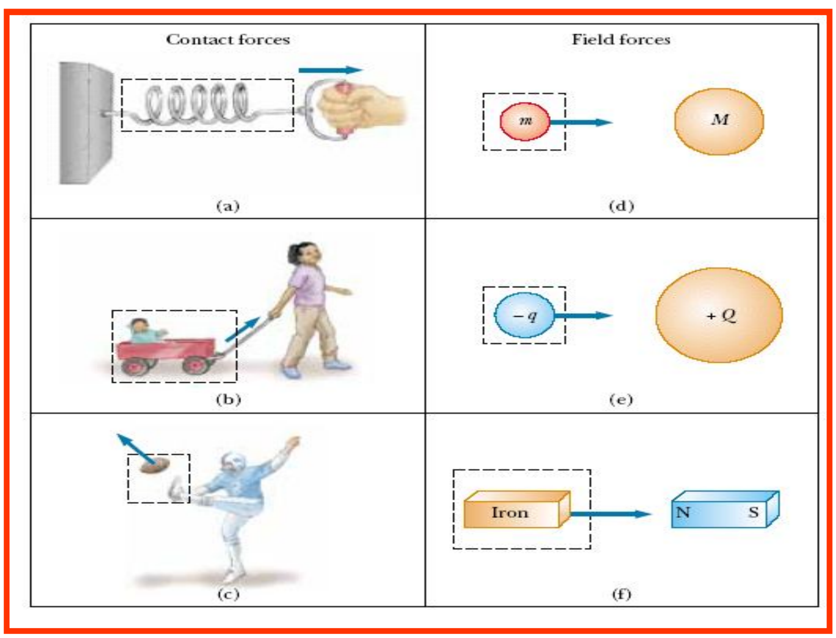
Fuerzas Instantáneas

Movimiento Uniforme

Fuerzas Constante

Movimiento acelerado, positivo o negativo

Las fuerzas NO siempre provocan movimientos



Tipos de Fuerzas:

Fuerzas Gravitacionales

Fuerzas Eléctricas

Fuerzas Magnéticas

Fuerzas Nucleares

Historia

Aristóteles (384 – 322 a.c.) Postulo que se necesitaba una fuerza para mantener el objeto en movimiento. Para Aristóteles el estado natural de un cuerpo era el reposo.

Galileo (1564 – 1642) después de 2000 años "Decía que es tan natural que un objeto se encuentre en movimiento horizontal a velocidad constante como se encuentre en reposo"

Isaac Newton (1642 – 1727) Aportó su teoría del movimiento. El análisis del movimiento se resumen en sus 3 leyes

Leyes de Newton

- **Primera Ley o Principio de la Inercia**
- **Segunda Ley o Principio Fundamental de la Dinámica**
- **Tercera Ley o Principio de Acción y Reacción**

Principio de la Inercia

"Todo cuerpo permanece en reposo o en movimiento, rectilíneo uniforme a menos que exista una fuerza neta que actúa sobre él, lo obligue a cambiar ese estado"

Principio Fundamental de la Dinámica

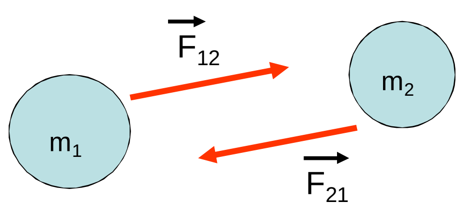
"Si sobre un cuerpo actúa una Fuerza resultante, dicho cuerpo modificará su velocidad (tendrá aceleración)" La Fuerza y la Aceleración son proporcionales están relacionados con la siguiente ecuación.

$$\boxed{\vec{F} = m \cdot \vec{a} \quad \text{(N)}}$$

Principio de Acción y Reacción

Si, un cuerpo ejerce sobre otro una fuerza (llamada acción) y otro ejerce sobre éste una fuerza igual y contraria (llamada reacción).

Las fuerzas de acción y reacción son iguales en magnitud y dirección, sentidos contrario, pero nunca se anulan al estar aplicada sobre cuerpos distintos.



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

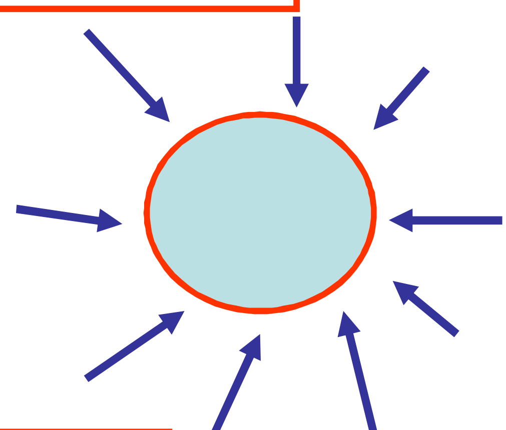
1 Newton: Se define como la Fuerza que hay que aplicar a un cuerpo de 1 Kg. de masa para que adquiera una aceleración de 1 m/s^2

$$1k\vec{g}_f = 9,81 \text{ (N)}$$

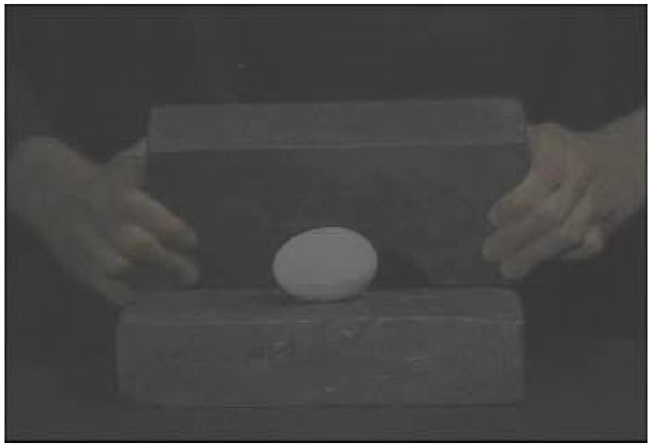
Superposición de Fuerzas

Sobre un cuerpo pueden actuar varias fuerzas

La Fuerza neta es la suma de todas las fuerzas es igual a la masa por la aceleración



$$\sum_{i=1}^{n} \vec{F}_i = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \cdots\cdots \vec{F}_n$$



$$\sum_{i=0}^{n} \vec{F}_i = m \cdot \vec{a}$$

Equilibrio

Un cuerpo esta en equilibrio, cuando la fuerza neta es igual a cero

$$\sum_{i=0}^{n} \vec{F}_i = 0 \Rightarrow \vec{a} = 0$$

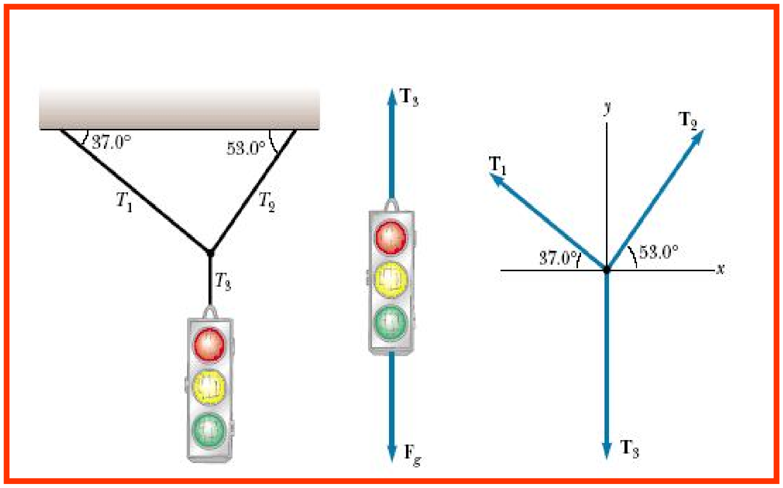
$\vec{V} = C^{te}$

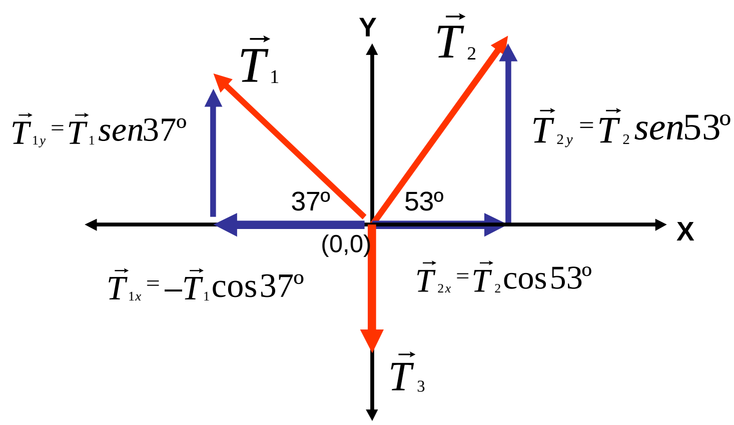
Equilibrio Dinámico

$\vec{V} = 0$

Equilibrio Estático

Ejemplo:





$$\vec{T}_2 \cos 53^o - \vec{T}_1 \cos 37^o = 0$$

$$\vec{T}_2 sen53^o + \vec{T}_1 sen37^o - \vec{T}_3 = 0$$

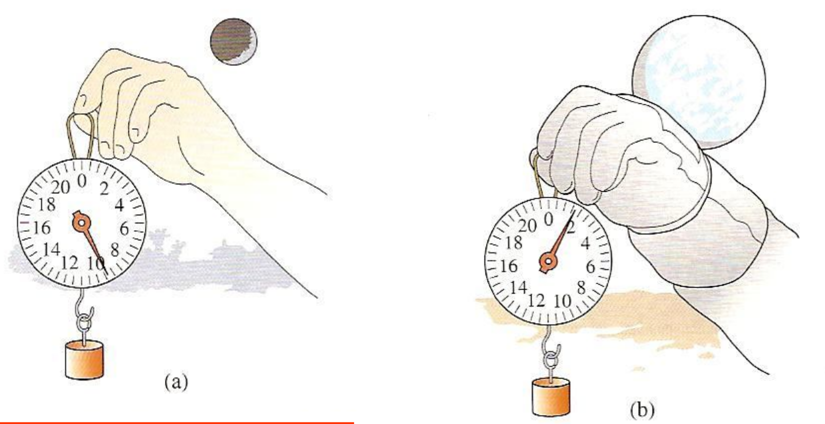
Peso y Masa

Masa: Es una medida cuantitativa de la inercia del objeto, es decir, a mayor masa mayor inercia, su tendencia es resistir una aceleración cuando actúa una fuerza sobre él.

Peso: Es la fuerza con que la tierra atrae a un cuerpo

$$\boxed{\vec{W} = -m\,\vec{g}\;\hat{j}\;(N)}$$

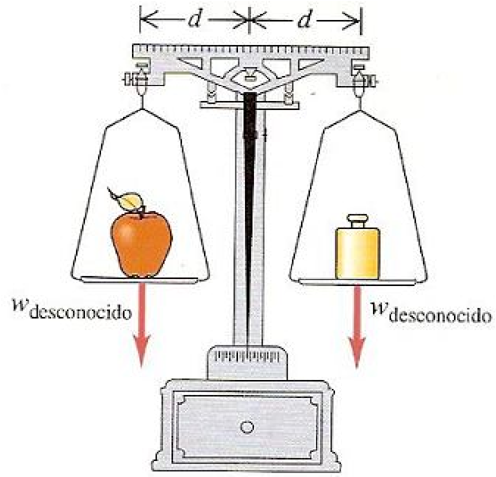
El Dinamómetro Nos Permite Medir el Peso



1 kg estándar pesa cerca de 9,8 N en la tierra

El mismo kilogramo pesa cerca de 1,6 N en la Luna

Balanza Nos Permite Medir la Masa

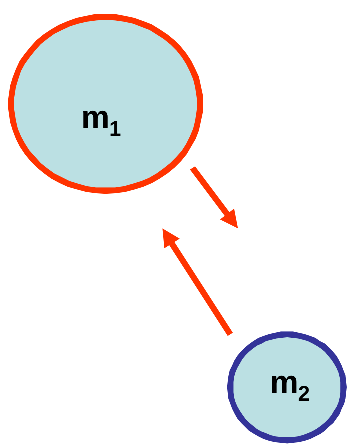


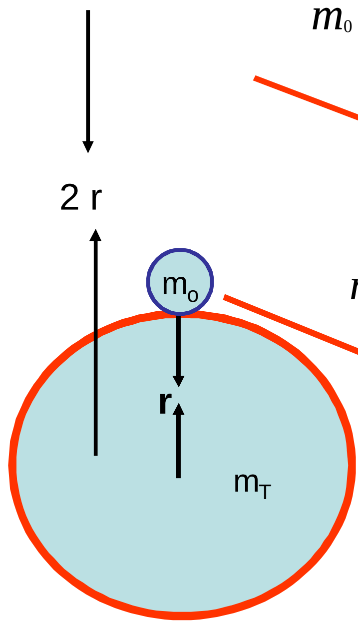
Ley de la Gravitación Universal

$$\boxed{F_g = G\,\frac{m_1 m_2}{r^2}}$$

$$G = 6{,}673 \bullet 10^{-11}\,\frac{N\,m^2}{kg^2}$$

$$\boxed{\vec{g} = \frac{\vec{F}}{m}\,(N/kg)}$$





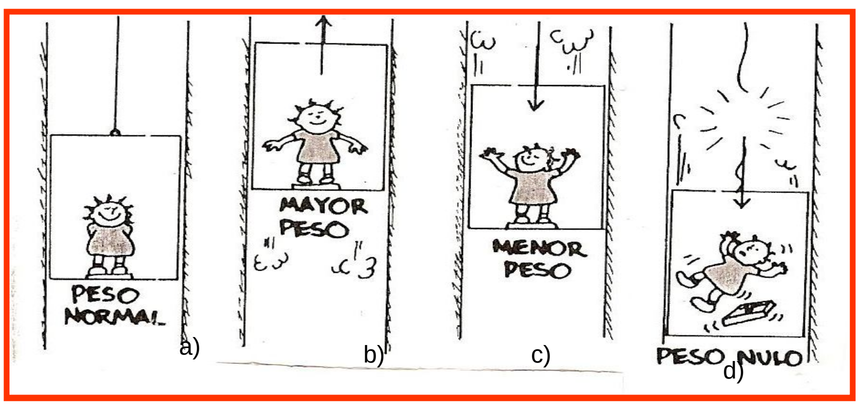
$$m_0 g_1 = G\frac{m_T m_0}{(2r)^2}$$

$$\boxed{g_1 = G\frac{m_T}{4r^2}}$$

$$m_0 \vec{g} = G\frac{m_T m_o}{r^2}$$

$$\boxed{\vec{g} = G\frac{m_T}{r^2}}$$

Tensión : La tensión es una fuerza que se mide en cable o cordeles



Las ecuaciones del peso Aparente

a) $\vec{T} = \vec{W}$

$$\boxed{\left|\vec{T}\right| = \left|\vec{W}\right| = m\cdot\vec{g}\ (N)}$$

b) $\vec{T} + \vec{W} = m\cdot\vec{a}$

$$\vec{T} - m\vec{g} = m\cdot\vec{a}$$

$$\vec{T} = m\cdot\vec{a} + m\cdot\vec{g}$$

$$\left|\vec{T}\right| = \left|m(\vec{a}+\vec{g})\right|$$

$$\boxed{\left|\vec{T}\right| = m(\vec{a}+\vec{g})\ (N)}$$

c) $\vec{T} + \vec{W} = -m\cdot\vec{a}$

$$\vec{T} - m\vec{g} = -m\cdot\vec{a}$$

$$\vec{T} = -m\cdot\vec{a} + m\cdot\vec{g}$$

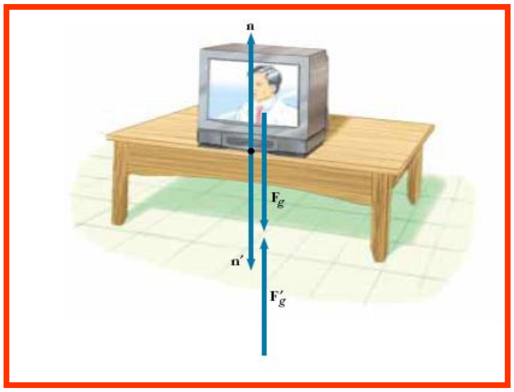
$$\boxed{\left|\vec{T}\right| = m(-\vec{a}+\vec{g})\ (N)}$$

d) $\vec{a} = \vec{g}$

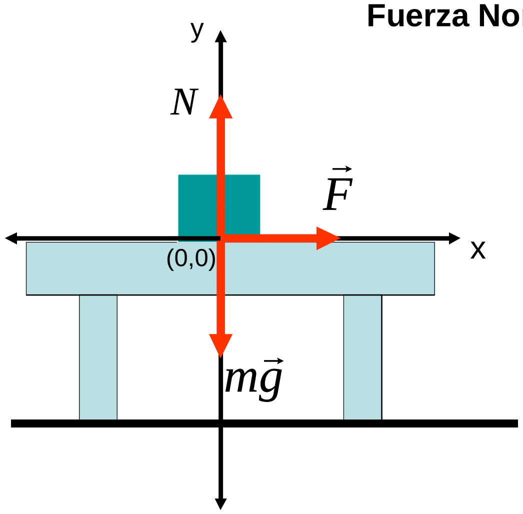
$$\boxed{\left|\vec{T}\right| = 0\ (N)}$$

Fuerza Normal:

La fuerza normal es perpendicular a una superficie que se opone a su deformación



Fuerza Normal



y: $N - m\vec{g} = 0$

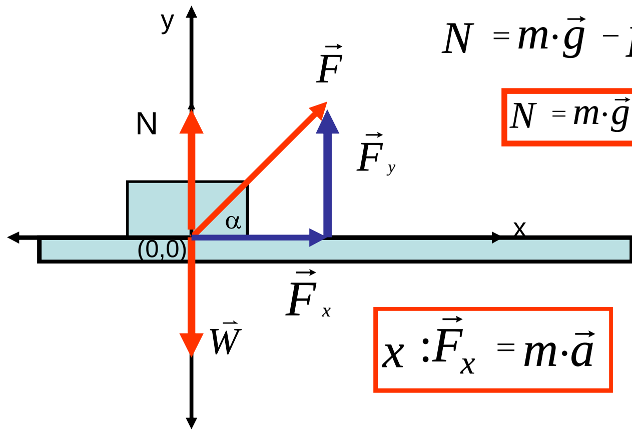
x: $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$

$$\boxed{y: N + \vec{W} + \vec{F}_y = 0}$$

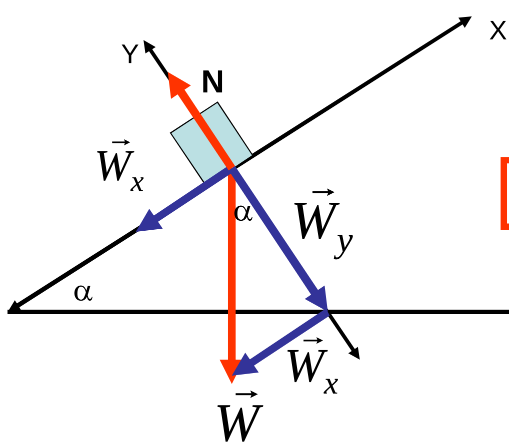
$$y: N - m\vec{g} + \vec{F}_y = 0$$

$$N = m \cdot \vec{g} - \vec{F}_y$$

$$\boxed{N = m \cdot \vec{g} - \vec{F} sen\alpha}$$

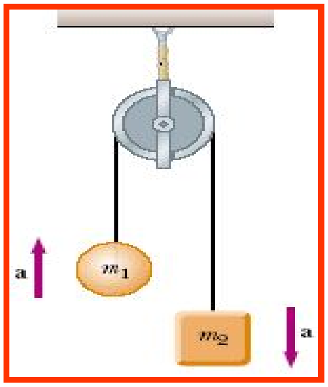


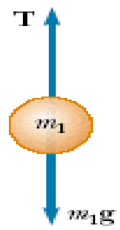
$$\boxed{x: \vec{F}_x = m \cdot \vec{a}}$$

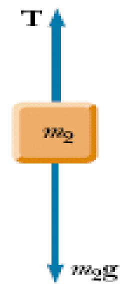


$$y: N = \vec{W}_y$$

$$\boxed{N = mg\cos\alpha}$$







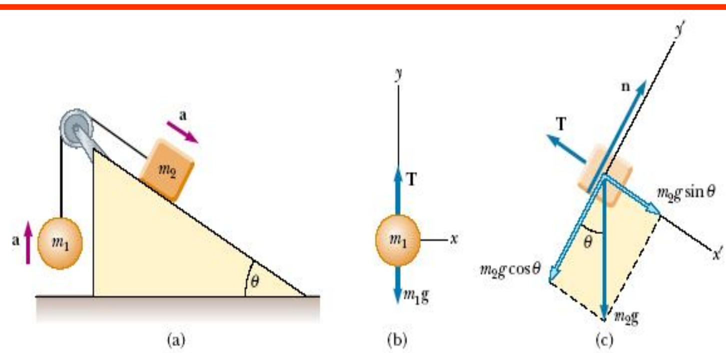
$$\vec{T} - m_1\vec{g} = m_1\vec{a}$$

$$T = m_1\vec{a} + m_1\vec{g}$$

$$\vec{T} - m_2\vec{g} = -m_2\vec{a}$$

$$T = -m_2\vec{a} + m_2\vec{g}$$

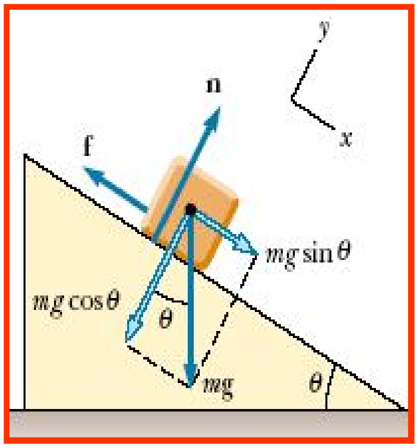
$$\vec{a} = \frac{-\vec{g}}{m_1+m_2} \cdot (m_1+m_2)$$



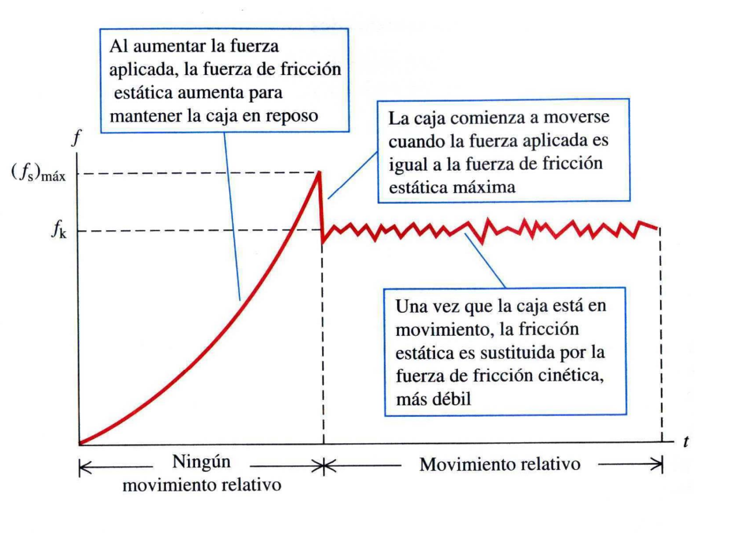
Fuerza de Fricción o Roce

La fuerza de roce es paralela a una superficie que se opone al movimiento de un cuerpo sobre ella. O bien

Cuando un cuerpo se mueve ya sea sobre una superficie o a través de un medio viscoso, como aire o el agua, hay una resistencia al movimiento debido a que el cuerpo interactúa con sus alrededores



Fuerza de Fricción o de Roce



Fuerza de Fricción

Fuerza de Fricción Estática

La fuerza de Fricción Estática, va aumenta a medida que aumentamos la fuerza aplicada, hasta que logramos que la fuerza aplicada se hace igual a la fuerza de fricción estática máxima.

$$\boxed{f_s \leq \mu_s \cdot N}$$

Fuerza de Fricción Cinética

Cuando el objeto, logra vencer la fricción estática, entonces el objeto se mueve con fricción cinética, que es más débil.

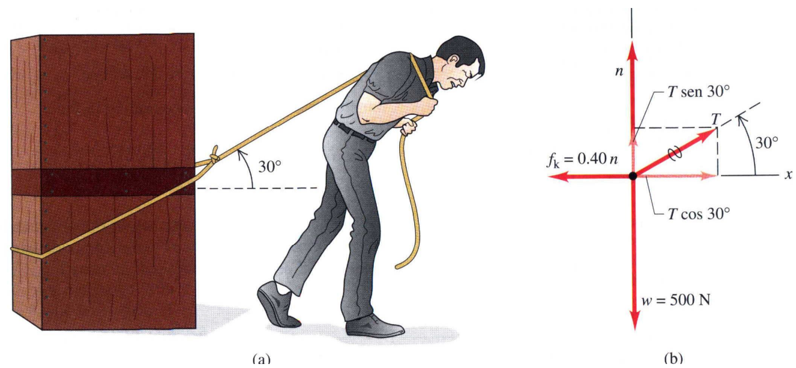
$$\boxed{f_{k\,s} = \mu_k \cdot N}$$

Coeficiente de Roce	μ_s	μ_k
Acero sobre acero	0.74	0,57
Aluminio sobre acero	0,61	0,47
Cobre sobre acero	0,53	0,36
Madera sobre madera	0,25-0,5	0,2
Hielo sobre hielo	0,1	0,03
Metal sobre metal	0,15	0,06
Vidrio sobre vidrio	0,94	0,4
Hule sobre concreto	1,0	0,8

Los valores de μ_s y μ_k dependen de la naturaleza de las superficies, aunque μ_k es por general menor que μ_s

Ejemplo:

Fuerza de Roce



$$\boxed{y: N - m\cdot\vec{g} + \vec{T}\cdot sen30^{o} = 0}$$

$$\boxed{N = m\cdot\vec{g} - \vec{T}\cdot sen30^{o}}$$

$$\boxed{f_k = \mu_k\cdot(m\cdot\vec{g} - \vec{T}\cdot sen30^{o})}$$

$$\boxed{x: \vec{T}\cdot\cos 30^{o} - f_k = 0}$$

$$\boxed{N = 500 - 0{,}5 \cdot \vec{T}}$$

$$\boxed{f_k = 0{,}4 \cdot (500 - 0{,}5 \cdot \vec{T})}$$

$$\boxed{0{,}866 \cdot \vec{T} - 0{,}4 \cdot (500 - 0{,}5\vec{T}) = 0}$$

$$\boxed{0{,}866 \cdot \vec{T} - 200 + 0{,}2T = 0}$$

$$\boxed{\vec{T} = 187{,}6 \quad (N)}$$

Cantidad de Movimiento

El momentum lineal de una partícula se define como el producto de su masa por la velocidad.

$$\boxed{\vec{p} = m \cdot \vec{v} (kg \cdot m / s)}$$

La dirección del **momentum** es la misma de la **velocidad**.

Cantidad de Movimiento

La cantidad de movimiento es un concepto Físico importante, porque combina los 2 elementos que caracterizan el estado dinámico de una partícula, su **masa** y la **velocidad**.

Si, un cuerpo tiene mayor inercia , es decir, mayor masa tiene mayor cantidad de movimiento. Ejemplo un camión cargado tiene mayor momentum que un auto.

Principios

Principio de Inercia

"Una partícula libre siempre se mueve con cantidad de movimiento constante"

Principio de Conservación del Momentum

La cantidad de movimiento total de un sistema aislado, compuesto de 2 partículas que están sujetas solamente a su interacción mutuas permanecen constante

Antes de interactuar las 2 partículas, para un instante "t", se tendrá un momentum total

$$\vec{p}_{i1} = m_1 \vec{v}_{i1} \quad \text{(kg m/s)}$$

$$\vec{p}_{i2} = m_2 \vec{v}_{i2} \quad \text{(kg m/s)}$$

$$\boxed{\vec{p}_{i1} + \vec{p}_{i2} = m_1 \vec{v}_{i1} + m_2 \vec{v}_{i2}}$$

Luego de que hayan interactuado las 2 partículas, para un tiempo **t = t',** se tiene:

$$\vec{p}_{f1} = m_1 \vec{v}_{f1} \quad \text{(kg m/s)}$$

$$\vec{p}_{f2} = m_2 \vec{v}_{f2} \quad \text{(kg m/s)}$$

$$\boxed{\vec{p}_{f1} + \vec{p}_{f2} = m_1 \vec{v}_{f1} + m_2 \vec{v}_{f2}}$$

El resultado para cualquier tiempo t y t', y para cualquier tipo de interacción se cumple que

$$\boxed{\vec{p}_i = \vec{p}_f}$$

$$\vec{p}_{i1} + \vec{p}_{i2} = \vec{p}_{f1} + \vec{p}_{f2}$$

$$\boxed{m_1\vec{v}_{i1} + m_2\vec{v}_{i2} = m_1\vec{v}_{f1} + m_2\vec{v}_{f2}}$$

La cantidad de movimiento total de un sistema aislado de "n" partículas es constante.

$$\boxed{\sum_{i=1}^{n} \vec{p}_i = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \vec{p}_3 + \ldots\ldots\ \vec{p}_n = C^{te}}$$

Aplicando el Principio de Conservación del Momentum, al caso de 2 partículas que interactúan.

$$\vec{p}_{i1} + \vec{p}_{i2} = C^{te} \qquad \vec{p}_{f1} + \vec{p}_{f2} = \vec{p}_{i1} + \vec{p}_{i2}$$

$$\vec{p}_{f1} + \vec{p}_{f2} = C^{te} \qquad \vec{p}_{f1} - \vec{p}_{i1} = \vec{p}_{i2} - \vec{p}_{f2}$$

$$\vec{p}_{f1} - \vec{p}_{i1} = \vec{p}_{i2} - \vec{p}_{f2}$$

$$\vec{p}_{f1} - \vec{p}_{i1} = -(\vec{p}_{f2} - \vec{p}_{i2})$$

$$\boxed{\Delta\vec{P}_1 = -\Delta\vec{P}_2}$$

La interacción entre los 2 cuerpos produce un intercambio de momentum. Si este intercambio de momentum se produce en un tiempo Δt, entonces:

$$\boxed{\frac{\Delta\vec{P}_1}{\Delta t} = \frac{-\Delta\vec{p}_2}{\Delta t}}$$

Sí, $\Delta t \rightarrow 0$

$$\boxed{\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \frac{d\vec{p}}{dt}}$$

Segunda Ley de Newton

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} = m\,\frac{d\vec{v}}{dt} = m\,\vec{a} = \vec{F}$$

Principio de Acción y Reacción

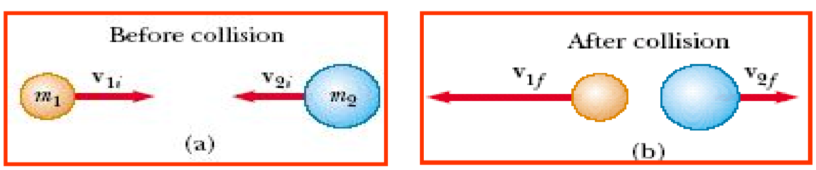
$$\frac{\Delta \vec{P}_1}{\Delta t} = \frac{-\Delta \vec{p}_2}{\Delta t}$$

$$\lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{p}_1}{\Delta t} = -\lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{p}_2}{\Delta t} \Rightarrow \frac{d\vec{p}_1}{dt} = -\frac{d\vec{p}_2}{dt}$$

$$\boxed{\vec{F}_1 = -\vec{F}_2}$$

Colisión Elástica

En las **colisiones elástica** se conserva la energía total, se conserva el momentum y la energía cinética

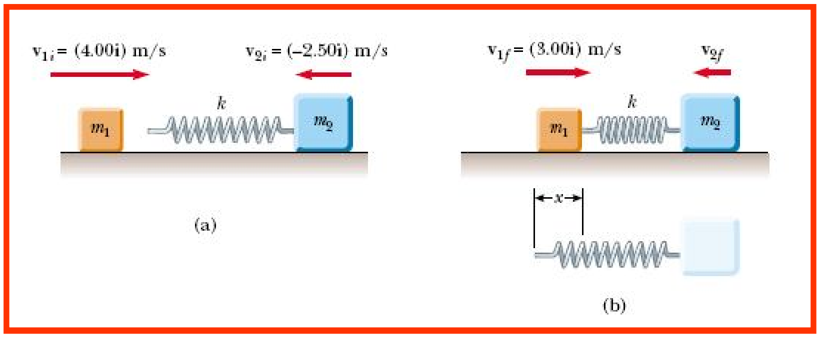


$$\boxed{m_1\vec{v}_{1i} - m_2\vec{v}_{2i} = -m_1\vec{v}_{1f} + m_2\vec{v}_{2f}}$$

$$\boxed{\frac{1}{2}m_1 \cdot \vec{v}_{1i}^{\,2} - \frac{1}{2}m_2 \cdot \vec{v}_{2i}^{\,2} = -\frac{1}{2}m_1 \cdot \vec{v}_{1f}^{\,2} + \frac{1}{2}m_2\vec{v}_{2f}^{\,2}}$$

Ejemplo:

m_1 =1,6 kg m_2 = 2,1 kg

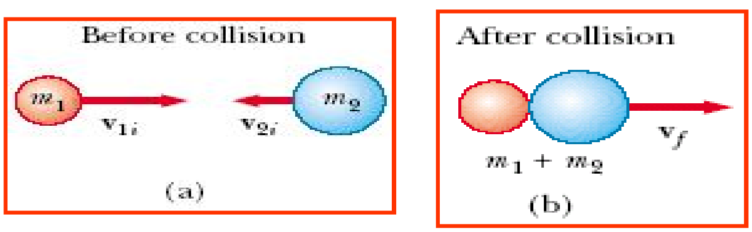


$$1{,}6 \cdot 4\hat{i} + 2{,}1 \cdot (-2{,}5)\hat{i} = 1{,}6 \cdot 3\hat{i} + \vec{v}_{2f}\hat{i}$$

$$\vec{v}_{2f} = -1{,}74\hat{i} \ (m/s)$$

Colisiones Inelástica

En las colisiones inelástica no se conserva la energía cinética. Se conserva el momentum y la energía total.



$$m_{1i}\vec{v}_{1i} - m_{2i}\vec{v}_{2i} = (m_1 + m_2)\vec{v}_f$$

IMPULSO

El cambio de momentum se produce por una fuerza que actúa en un intervalo tiempo, sobre un cuerpo

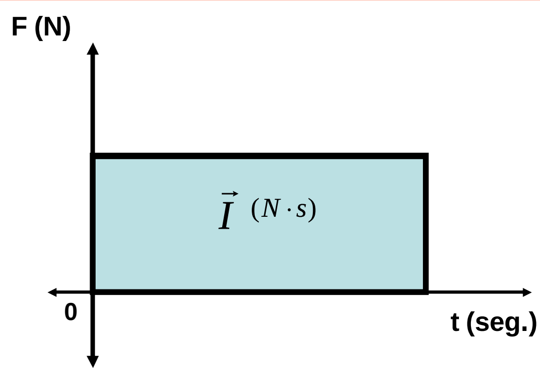
$$\vec{F} = m \cdot \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

$$\vec{F} \cdot \Delta t = m \cdot \Delta \vec{v} = \Delta \vec{p}$$

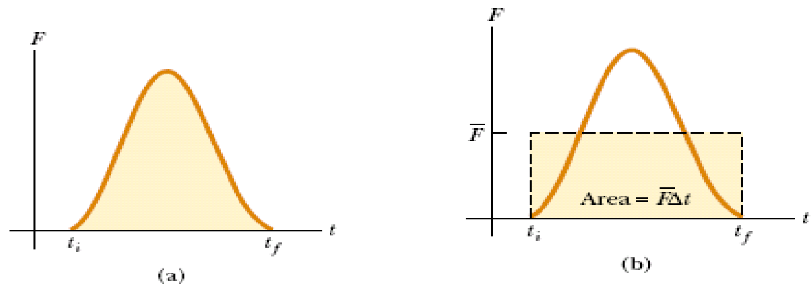
La variación del momentum es igual al Impulso (el impulso es un vector)

$$\boxed{\Delta \vec{P} = \vec{I} \quad (N \cdot s)}$$

Impulso para una Fuerza Constante



Impulso cuando la Fuerza es Variable



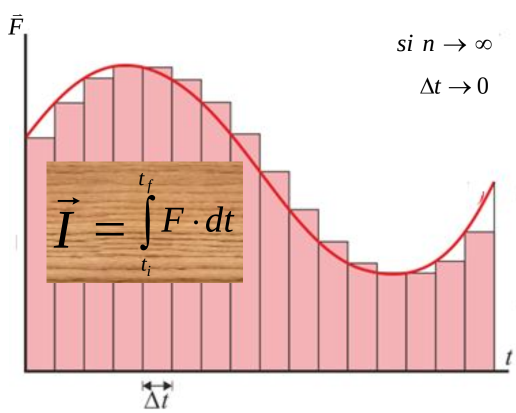
Una fuerza que actúa sobre una partícula puede variar en el tiempo. El área bajo la curva representa el Impulso.

La fuerza promedio da el mismo impulso a la partícula en tiempo Δt que la fuerza variable en el mismo intervalo de tiempo.

$$\vec{I} = \sum_{i=1}^{n} (\vec{F} \cdot \Delta t) \; (N \cdot s)$$

$$si \;\; n \to \infty$$

$$\Delta t \to 0$$



$$\vec{I} = \int_{t_i}^{t_f} F \cdot dt$$

El momentum de una partícula cambia si una fuerza neta actúa sobre la partícula

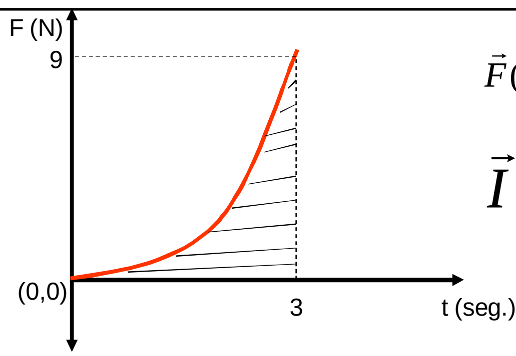
$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} \Rightarrow d\vec{p} = \vec{F}dt$$

$$\Delta\vec{p} = \vec{p}_f - \vec{p}_i = \int_{ti}^{tf} \vec{F}dt$$

$$\boxed{\vec{I} = \int_{ti}^{tf} \vec{F}dt = \Delta\vec{p}}$$

El impulso es igual al cambio de momentum de la partícula.

Ejemplo:



$$\vec{F}(t) = t^2\hat{i}\ (N)$$

$$\vec{I} = \int_0^3 t^2\hat{i}dt$$

$$\vec{I} = \frac{t^3}{3}\hat{i}\Bigg|_{t=0}^{t=3}$$

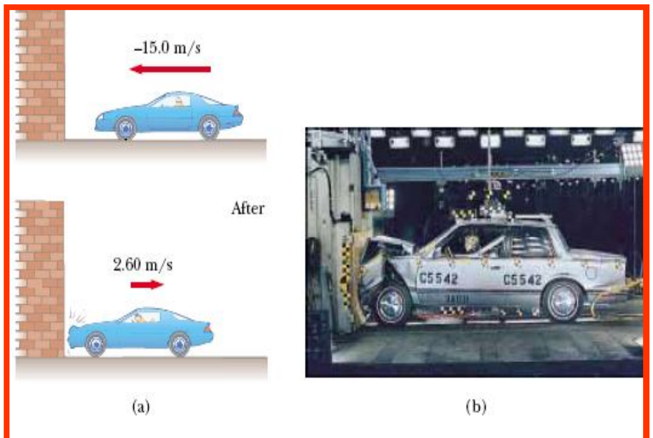
$$\boxed{\vec{I} = 9\hat{i}\ (N \cdot seg)}$$

$$\boxed{\vec{I} = \Delta\vec{p} = \overline{F}\Delta t}$$

$$\boxed{\overline{F} = \frac{1}{\Delta t}\int_{ti}^{tf} \vec{F}dt}$$

Ejemplo

m = 1500 kg



El tiempo de choque con la muralla fue de t = 0,15 seg

Impulso = ?

Fuerza promedio = ?