

# Introducción a la Física Newtoniana

---



學而不思則罔，  
思而不學則殆。

孔子 論語 為政第二

To learn without thinking is fruitless;  
To think without learning is dangerous.  
*Confucius - "Lun Yu" Chap. 2*



LCC

SIR  
ISAAC NEWTON

1642-1727

Lived Here

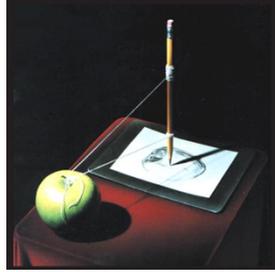
HACKEY  
LONDON



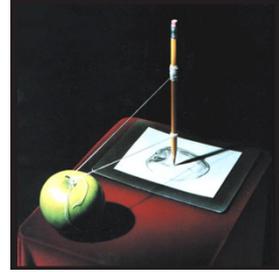
THE GENTLEMAN'S  
ESSENTIAL WARDROBE



# Introducción a la Física Newtoniana



# Introducción a la Física Newtoniana



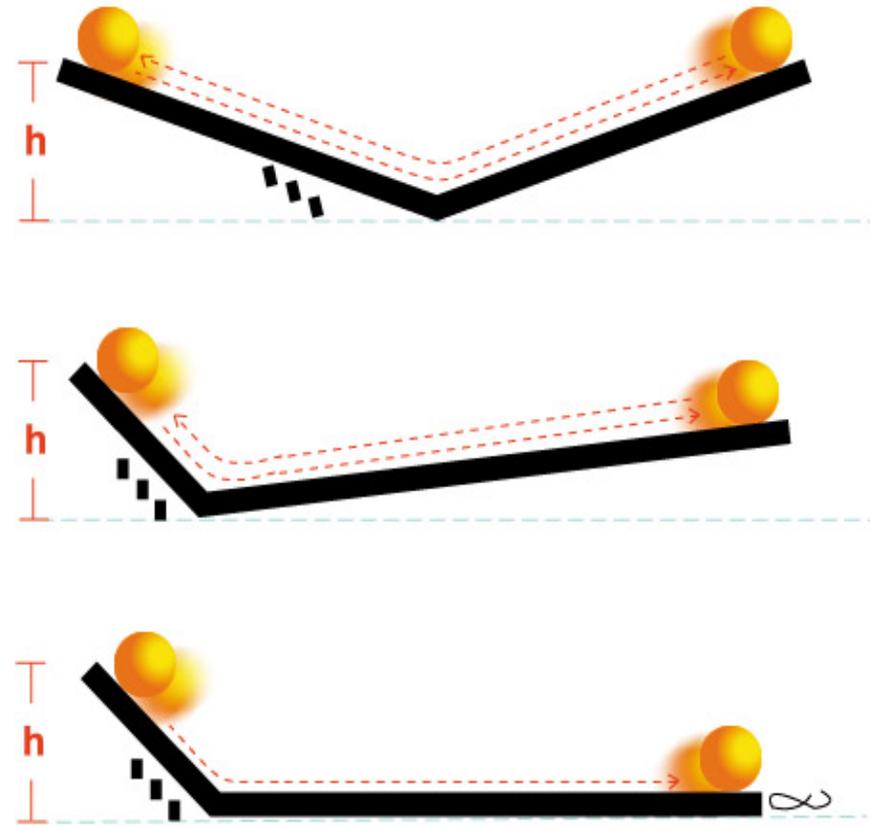
## Dinámica

Cinemática: Descripción del movimiento

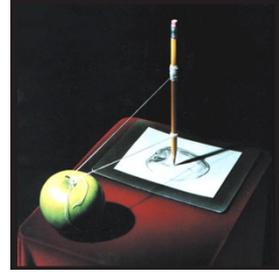
Dinámica: Predicción del movimiento

### Primera Ley de Newton

Todos cuerpos permanecen en reposo o con velocidad constante moviéndose en línea recta, a menos que actúe sobre él una FUERZA neta.



# Introducción a la Física Newtoniana



## Segunda Ley de Newton

La aceleración de un objeto es directamente proporcional a la Fuerza <sup>netá</sup> que actúa sobre él e inversamente proporcional a la masa.

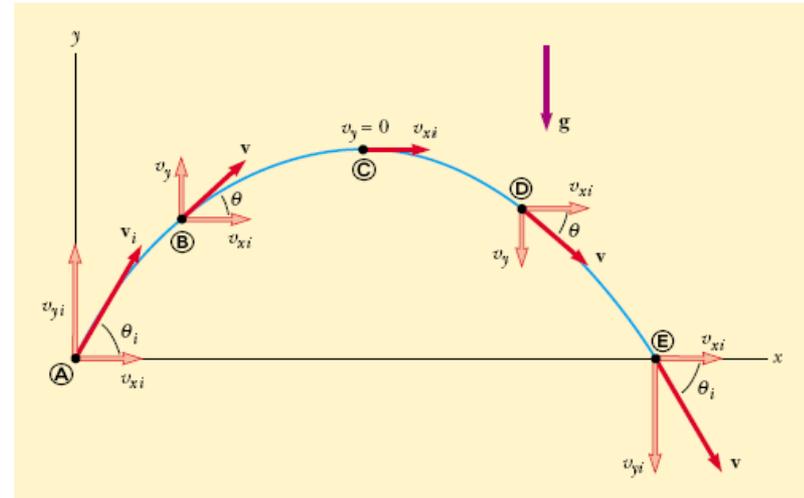
$$\sum_{k=1}^N \vec{F}_k = m \vec{a}$$

Nota

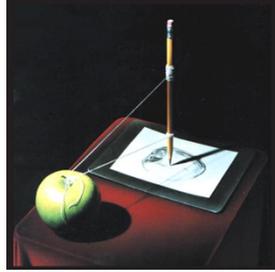
$$\Delta \vec{p} = \vec{F}_{\text{netá}} \cdot \Delta t$$

si la masa es constante

$$\Delta \vec{p} = m \Delta \vec{v} \Rightarrow m \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \vec{F}_{\text{netá}}$$



# Introducción a la Física Newtoniana



En rigor, la segunda ley es una Prescripción de cómo predecir el movimiento.

No se ha dado una definición matemática de cómo evaluar  $\vec{F}$

Sólo sabemos que

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

Nota

Pero en rigor  $m$  Tampoco lo hemos definido ....

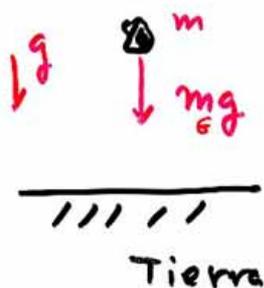
# Introducción a la Física Newtoniana



## Ejemplos

- Define las fuerzas en cada caso

- Gravitacional
- de contacto
- Rozo
- Resorte
- ⋮



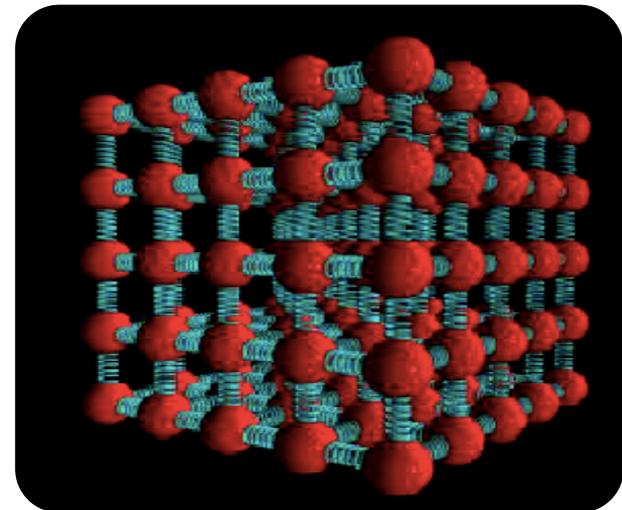
$$M_T = M_G$$

Siempre (salvo que explícitamente se descarte) existe el peso

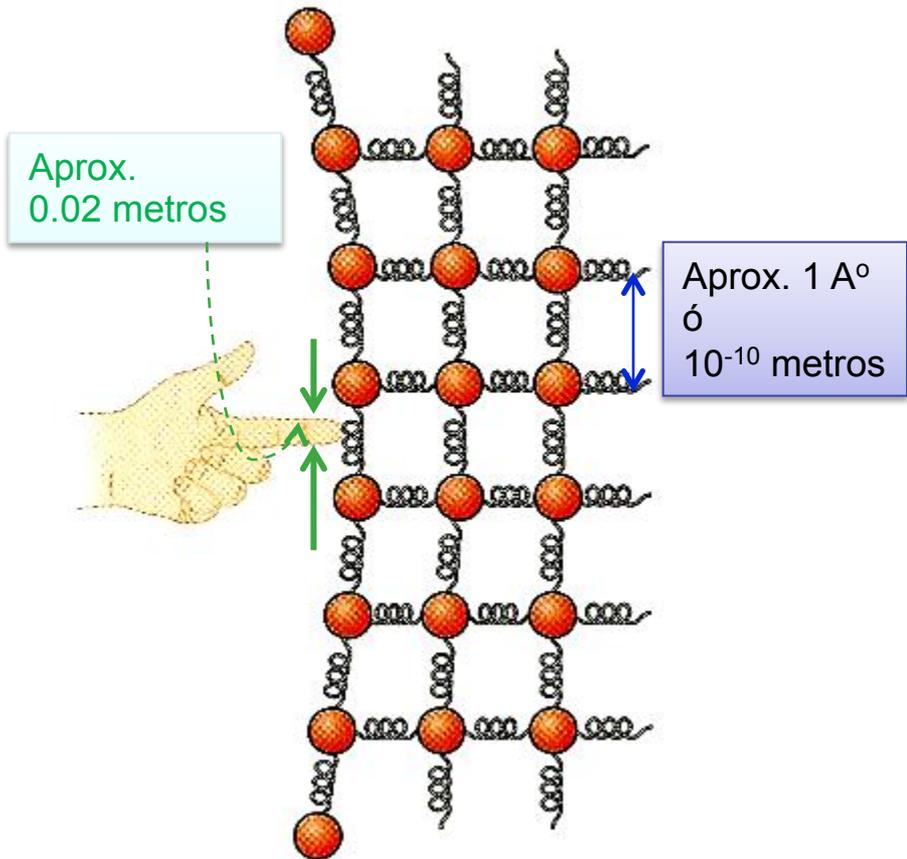
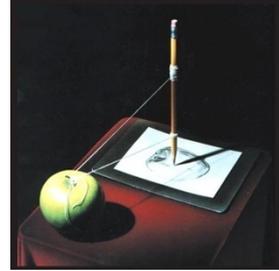
La idea de Fuerza como un vector, es un excelente modelo que funciona para un gran número de casos.

En las fuerzas de contacto, por ejemplo, las fuerzas son de origen eléctrico debido a los átomos que se enfrentan al acercarse los dos cuerpos.

Podemos modelar un sólido como una serie de masas unidas por resortes, como se aprecia en la figura siguiente.



# Introducción a la Física Newtoniana



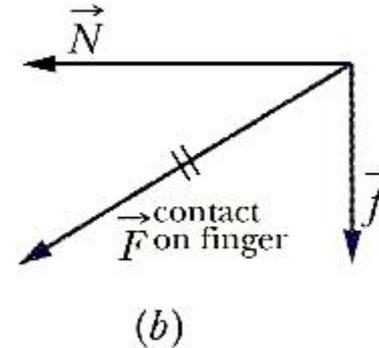
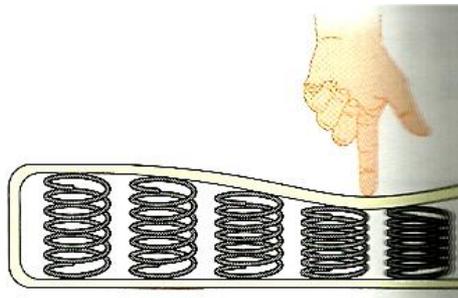
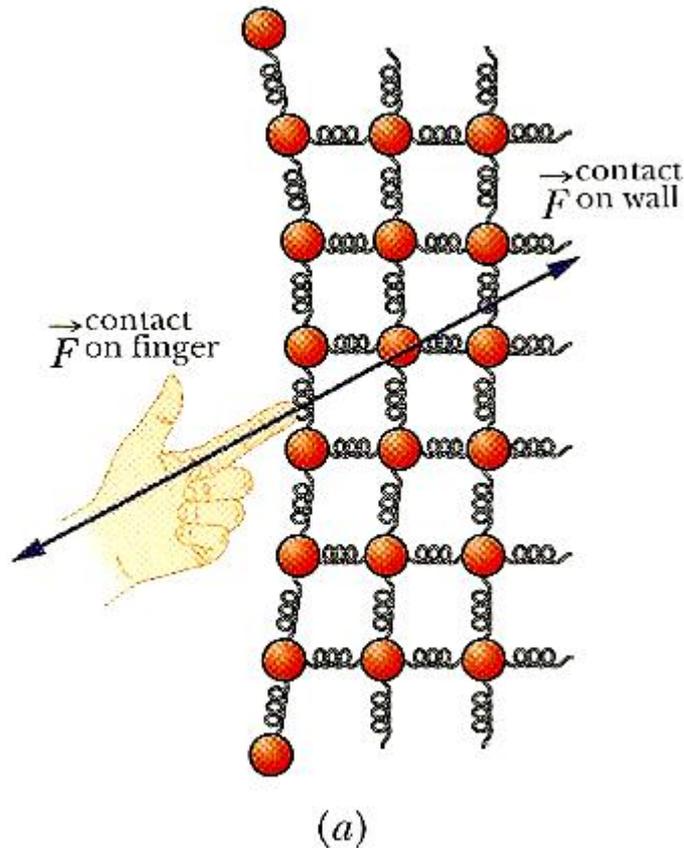
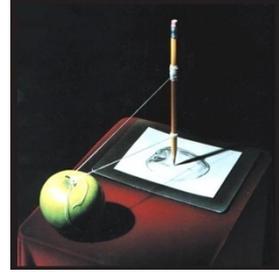
El número de átomos es del orden de  $10^{24}$  aproximadamente. De este modo son muchos los átomos que interactúan.

Al presionar un objeto contra otro, se genera una deformación. En la Figura sólo uno de los objetos se deforma. En la realidad ambos lo hacen. (El dedo apuntando a uno de los resortes es FALSO. Debería ser un gran número de átomos acercándose a otro gran número de átomos.

Para simplificar la ilustración denotamos, en forma falsa, el dedo como un objeto puntual.

El hecho que un vector, una flecha ideal sin grosor, modele la reacción de estos innumerables átomos (o moléculas) ilustra lo sorprendente que es la segunda ley de Newton. Es el modelo más simple que se puede imaginar y funciona muy bien dentro de un amplio espectro de situaciones.

# Introducción a la Física Newtoniana

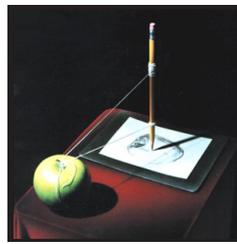


En el caso de dos dimensiones, se incorpora dos fuerzas, una normal y la otra tangencial. Estas son en general las fuerzas de contacto. Las que actúan contra el dedo y contra el cristal.

La Figura inferior hace un análogo con la fuerza sobre un colchón. Muchos resortes responden a esta fuerza externa.

# Introducción a la Física Newtoniana

---



## Breve: la física del movimiento de acuerdo a Aristóteles

El movimiento de acuerdo a Aristóteles se puede dividir en dos tipos. El que nos interesa aquí es el que se denomina *cambio de posición*. Incluso en éste, Aristóteles, como filósofo, define tres tipos: cualitativo, cuantitativo y el movimiento en el sentido ordinario.

Para referirse al movimiento es necesario definir Lugar y Tiempo. Lugar es, de acuerdo a Aristóteles, el límite interno dentro del cual se ubica un cuerpo. Con esta definición no existe el vacío ni tampoco lugar fuera del universo. Todo dentro del Universo Físico está así en un Lugar, mientras que el universo no. No hay Lugar fuera del universo. De esta manera el universo no puede cambiarse de lugar, sólo puede rotar.

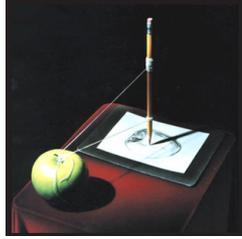
Este es el origen de las esferas celestes que inventó Aristóteles. Los planetas se movían en esferas celestes rotando y su movimiento no requería explicación.

¿Cómo se mueven los cuerpos? Las leyes de movimiento de Aristóteles.

Para que un cuerpo se mueva debe estar en contacto con uno que tenga el principio de movimiento, llamémosle *impulsor*. (Es lo que denominamos *interacción* en la visión de Newton o Fuerza).

# Introducción a la Física Newtoniana

---



Veamos cómo se mueve un proyectil inanimado. El impulsor comunica al medio, por ejemplo aire, agua, no sólo el movimiento sino la capacidad de impulsar. Las primeras partículas de aire, por ejemplo, mueven o impulsan otras partículas además del proyectil. Pero esta capacidad de comunicar impulso disminuye con la distancia recorrida. De esta forma, el proyectil después de transcurrido un tiempo se detiene, no recibe más impulso.

Galileo reemplazó este impulso al medio que rodea al proyectil por el Principio de Inercia. El objeto permanece en reposo o con velocidad constante a menos que una fuerza (interacción ) lo detenga.

Con respecto al Tiempo, Aristóteles señala que no puede ser simplemente identificado con movimiento o cambio. Sin embargo está conectado al movimiento y al cambio: si no lo hay, no podemos percatarnos del tiempo.

Para Aristóteles el tiempo es aquello que puede ser *enumerado* en el movimiento.

Si medimos el tiempo tenemos que tener un calibre. El movimiento rectilíneo no es un buen calibre de acuerdo a Aristóteles debido a que sufre aceleraciones, detenciones etc. No es un movimiento natural.

Aristóteles piensa que un buen calibre de medida es el movimiento circular puesto que es un movimiento natural y uniforme. La rotación de los cuerpos celestes es un movimiento Natural, así registrar el transcurso del tiempo mediante el Sol está justificado.

# Introducción a la Física Newtoniana

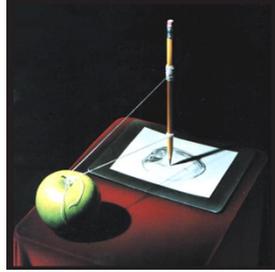
---



## MASA

- Es un número que asociamos a cada objeto.
- Esta asignación **NO** es arbitraria.
- La masa **NO** es el peso de un objeto.
- Es una medida de la *inercia* de un objeto: el esfuerzo que requiere moverlo.
- Cuando definamos choques, veremos un protocolo para definir la masa de un objeto. Este método es reproducible en cualquier Laboratorio, por tanto útil.

# Introducción a la Física Newtoniana



Tampoco aparecen las

formas de la masa

- es un  $\square$  o un  $\bigcirc$  o...

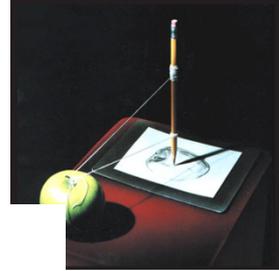
Todas las masas son puntuales

para ser consistentes en la  
propiedad de los vectores de  
momento todos alrededor  
de un punto común.

Solución: nos damos la masa

y Definimos la  $\vec{F}$  a usar  
en cada caso (?)

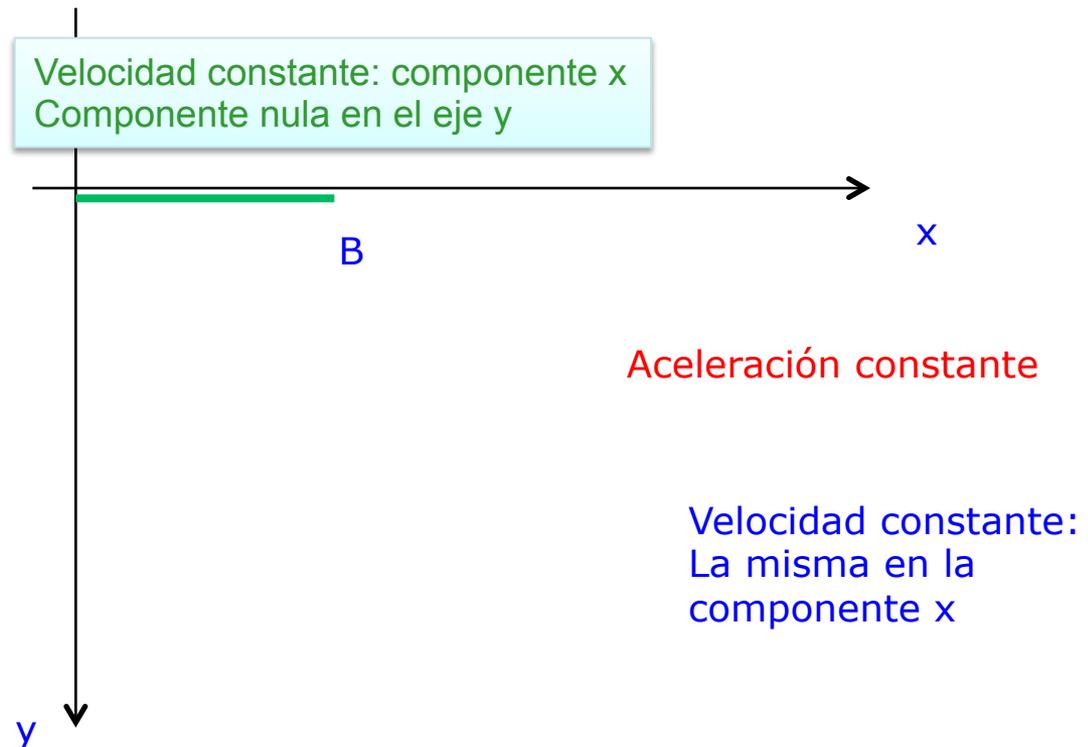
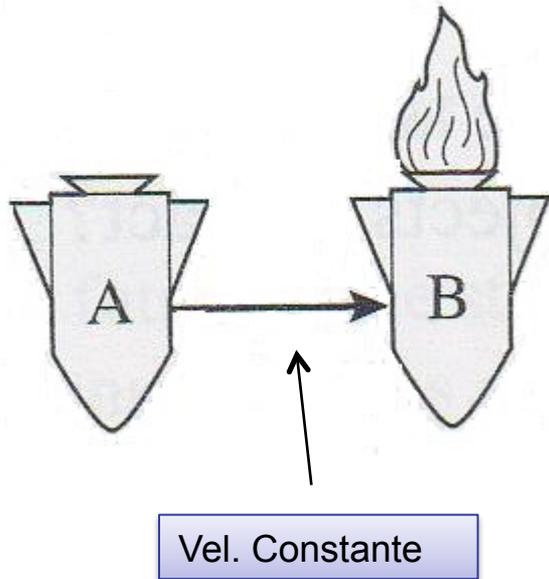
# Introducción a la Física Newtoniana



## Problema # 1

Una nave espacial se encuentra en reposo en el espacio y lejos de cualquier otro objeto que le ejerza una fuerza y moviéndose paralela a sí misma. En un cierto instante enciende su motor y experimenta una fuerza constante a lo largo del eje de la nave (ver Figura de la izquierda).

Dibuje, cualitativamente, la trayectoria de la nave en un plano. Especifique cuidadosamente el tipo de trayectoria que dibuja.



# Introducción a la Física Newtoniana



## TERCERA LEY DE NEWTON

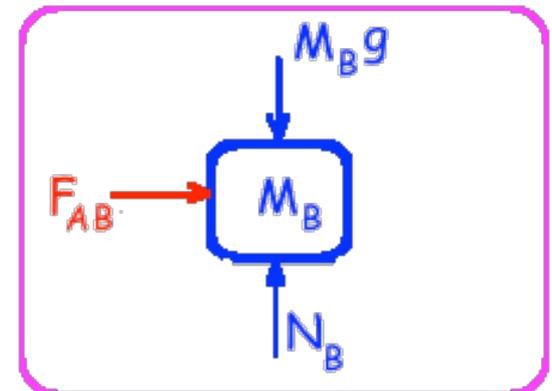
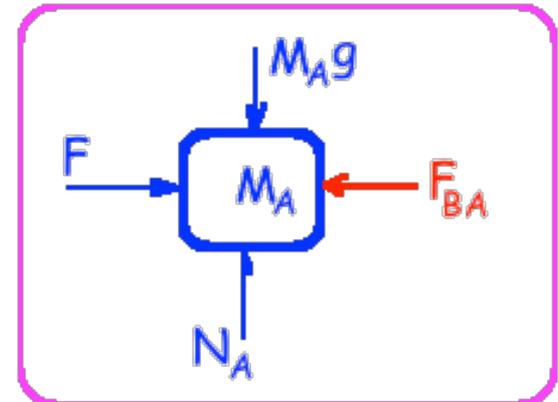
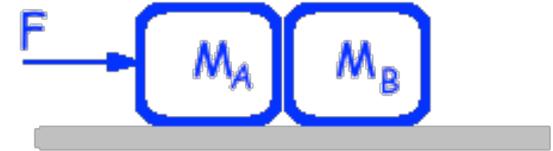
Esta es la única información general acerca de las fuerzas que nos proporciona Newton.

**EN BREVE:**

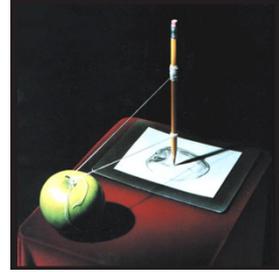
las fuerzas siempre aparecen de a pares.

Cuando un  *cuerpo A*  ejerce una fuerza  $F_{AB}$  sobre otro  *cuerpo B* , este último ejerce una fuerza igual en magnitud y dirección pero en sentido opuesto  $F_{BA}$  sobre A.

Recibe el nombre de fuerza de acción sobre B y fuerza de reacción sobre A.



# Introducción a la Física Newtoniana



Claramente existe una fuerza actuando sobre la pelota. Es lo que genera su deformación.

Simultáneamente, la expresión del jugador refleja la existencia de una fuerza actuando sobre su cabeza.

La tercera ley de Newton establece que ambas fuerzas tienen la misma magnitud, actúan en la misma dirección pero en sentidos opuestos.

Y, **lo más relevante**, actúan sobre objetos diferentes: la cabeza del Jugador y la pelota.

# Introducción a la Física Newtoniana



Unidad de Fuerza:

MKS      1 newton

Es la fuerza que debo aplicar sobre 1 kg de masa para transmitirle una aceleración de  $1 \text{ m/s}^2$ .

La unidad de fuerza no es una nueva unidad. Está compuesta por las unidades básicas:

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

Para calcular el peso, debemos conocer la masa y la aceleración de gravedad en el punto:

$$m = 1 \text{ kg}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$W = 1 \cdot 10 = 10 \text{ newton.}$$

# Introducción a la Física Newtoniana

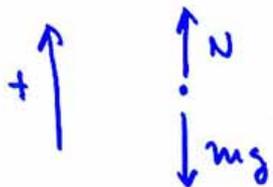


## Diagramas de CUERPO LIBRE DCL



¿Cómo aplico las Leyes de Newton?

- Sist. de referencia



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

$$N - mg = m \cdot 0$$

$$\Rightarrow N = mg \text{ ''}$$

La **FUERZA** representa la **INTERACCIÓN** de un cuerpo con otro, ya sea mediante un contacto directo o una interacción a distancia (un objeto a cierta altura sobre la superficie de la Tierra, por ejemplo).

La segunda Ley de Newton se aplica sobre un objeto que identificamos como  $m$ , y calcula la aceleración que experimenta dicho cuerpo debido a la interacción del resto del medio con esta partícula.

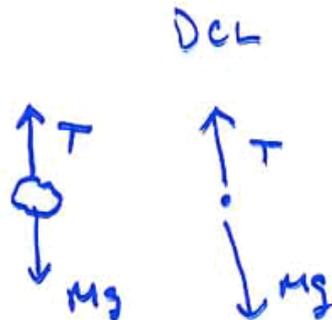
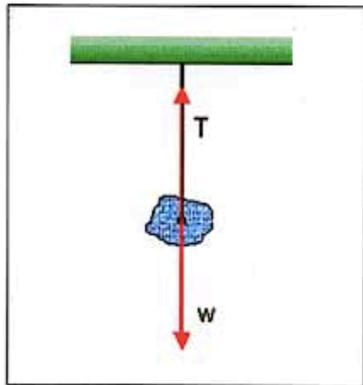
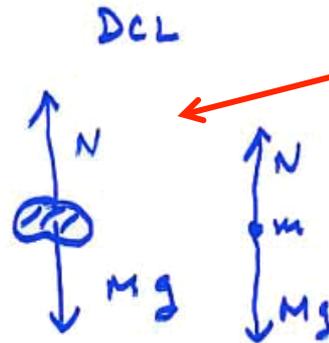
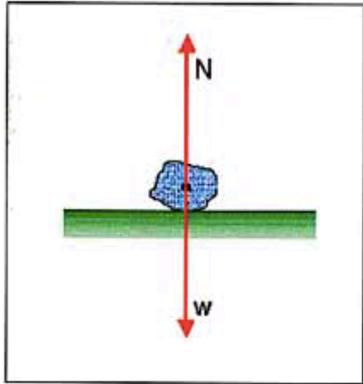
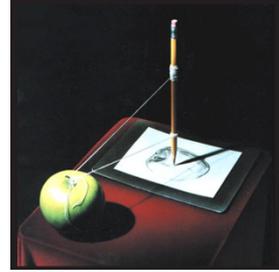
Para realizar el **Diagrama de Cuerpo Libre**, debemos aislar al cuerpo que nos interesa de todas las interacciones externas lo afectan.

Cada cuerpo que interactúa con la masa  $M$  se reemplaza por una fuerza.

Se debe incluir las fuerza de largo alcance: La fuerza de gravedad, o el peso como la denominaremos.

Para poder expresar las fuerzas se requiere un sistema de referencia.

# Introducción a la Física Newtoniana



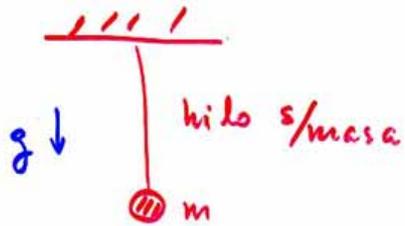
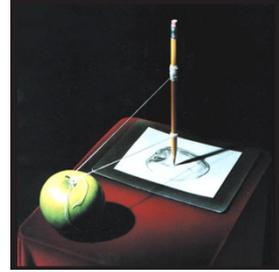
## EJEMPLO

Nos interesa estudiar la masa  $M$ .  
Lo aislamos (DCL)  
Sacamos el piso y se reemplaza por una fuerza, que en este caso denominamos  $N$ .

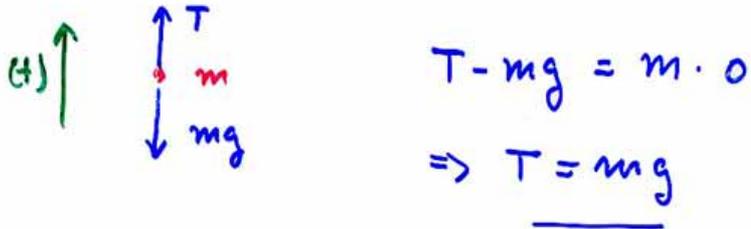
Incluimos la fuerza de gravedad proveniente de la atracción que Ejerce la masa de la Tierra sobre el objeto:  $Mg$ .

En este caso son las únicas fuerzas que participan.

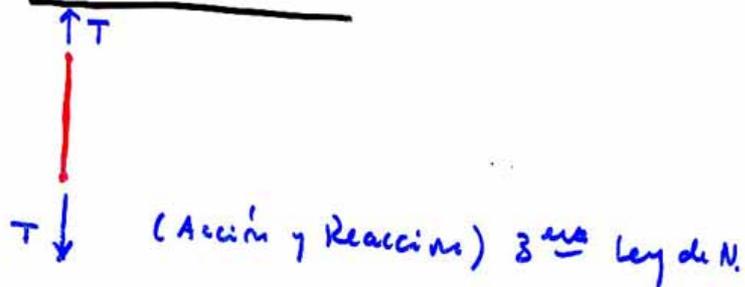
# Introducción a la Física Newtoniana



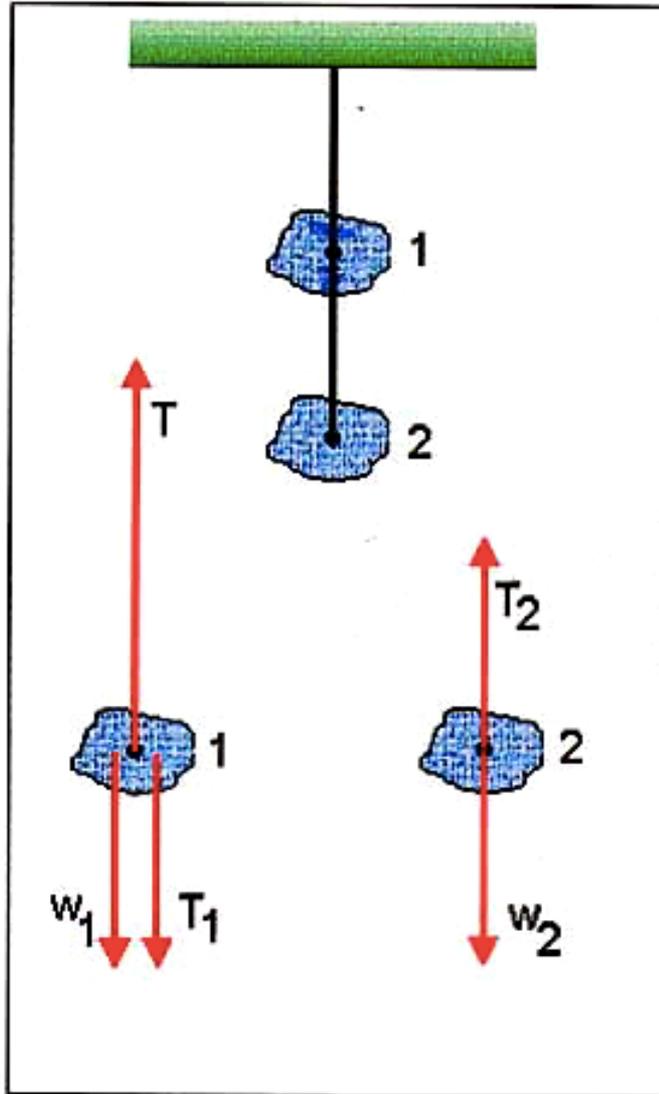
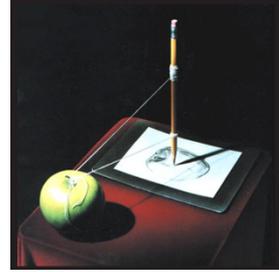
DCL de la masa



DCL del hilo

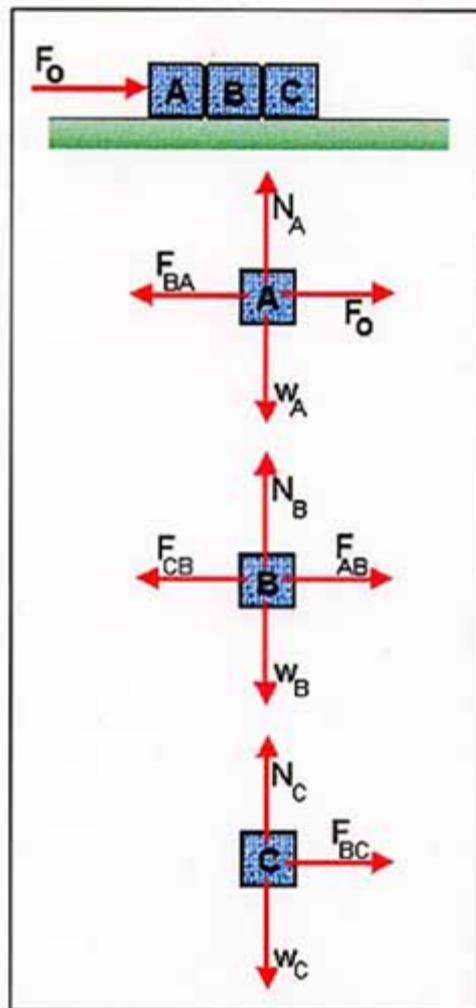


# Introducción a la Física Newtoniana

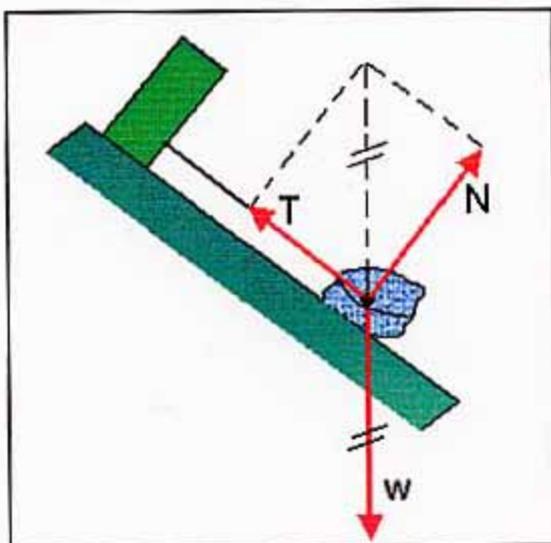
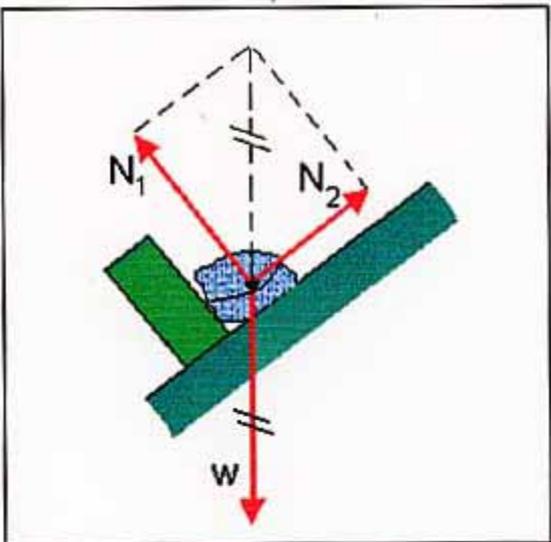


Mediante el DCL de la cuerda que une ambos bloques podemos demostrar que el módulo de las tensiones  $T_1$  y  $T_2$  son iguales.

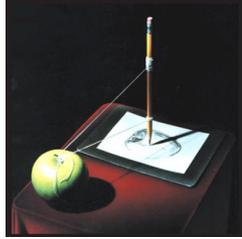
# Introducción a la Física Newtoniana



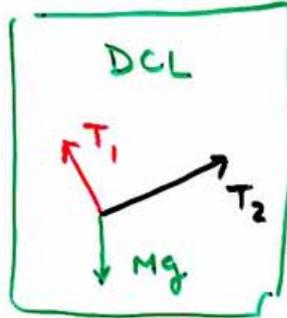
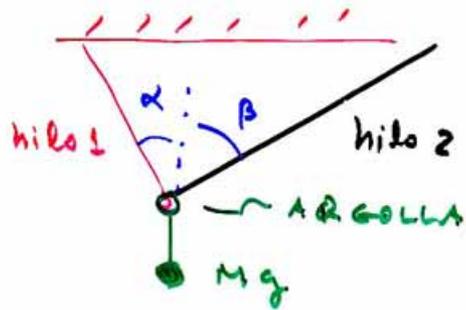
# Introducción a la Física Newtoniana



# Introducción a la Física Newtoniana

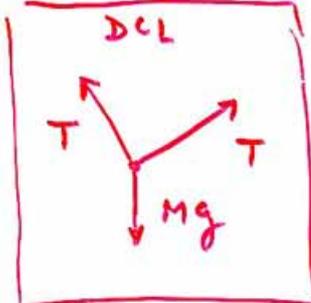
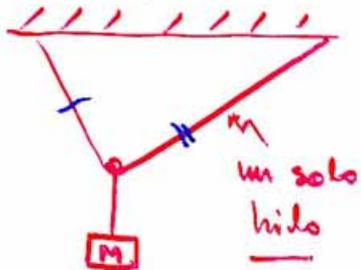


OJO



$T_1 \neq T_2$  (Tensión en el hilo 1  $\neq$  Tensión en el hilo 2)

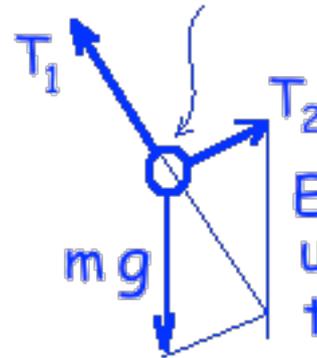
(POLEAS)



Es el mismo hilo  $\Rightarrow$  Las tensiones son las mismas !!

OJO: la masa M se desplazará hacia el centro del hilo

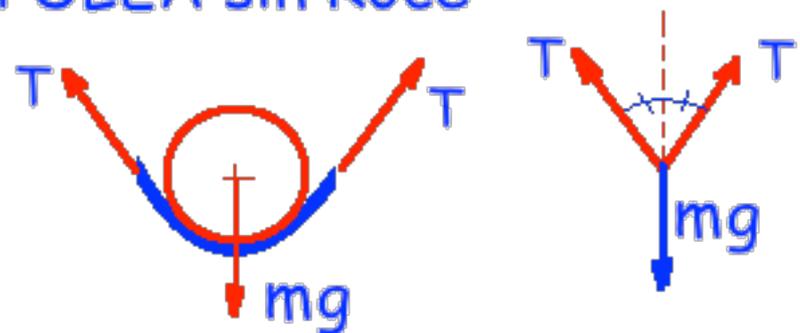
## ARGOLLA



En el caso de una argolla las tensiones  $T_1$  y  $T_2$

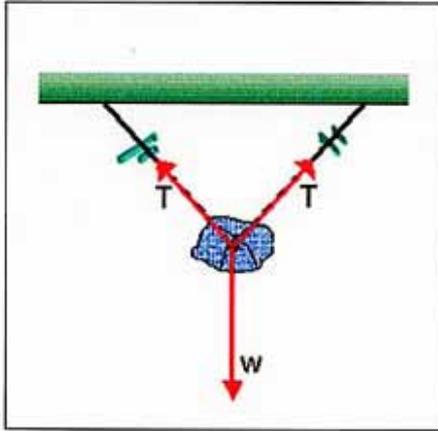
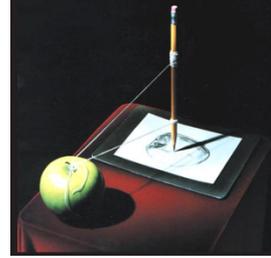
pueden ser diferentes.

## POLEA sin Roce



En el caso de una polea, la cuerda sin masa transmite la misma tensión en ambos extremos.

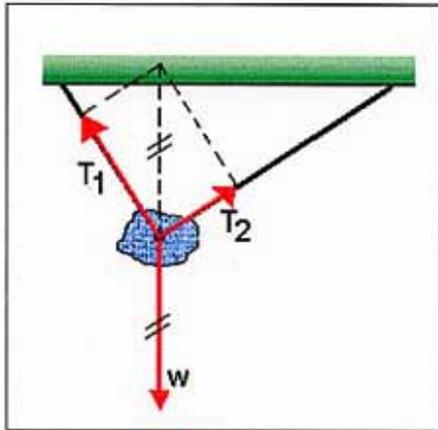
# Introducción a la Física Newtoniana



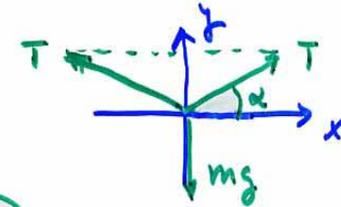
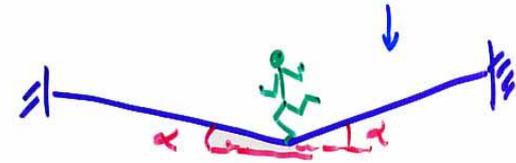
Triángulo es  
simétrico



una sola  
Tensión



## Hombre en una cuerda

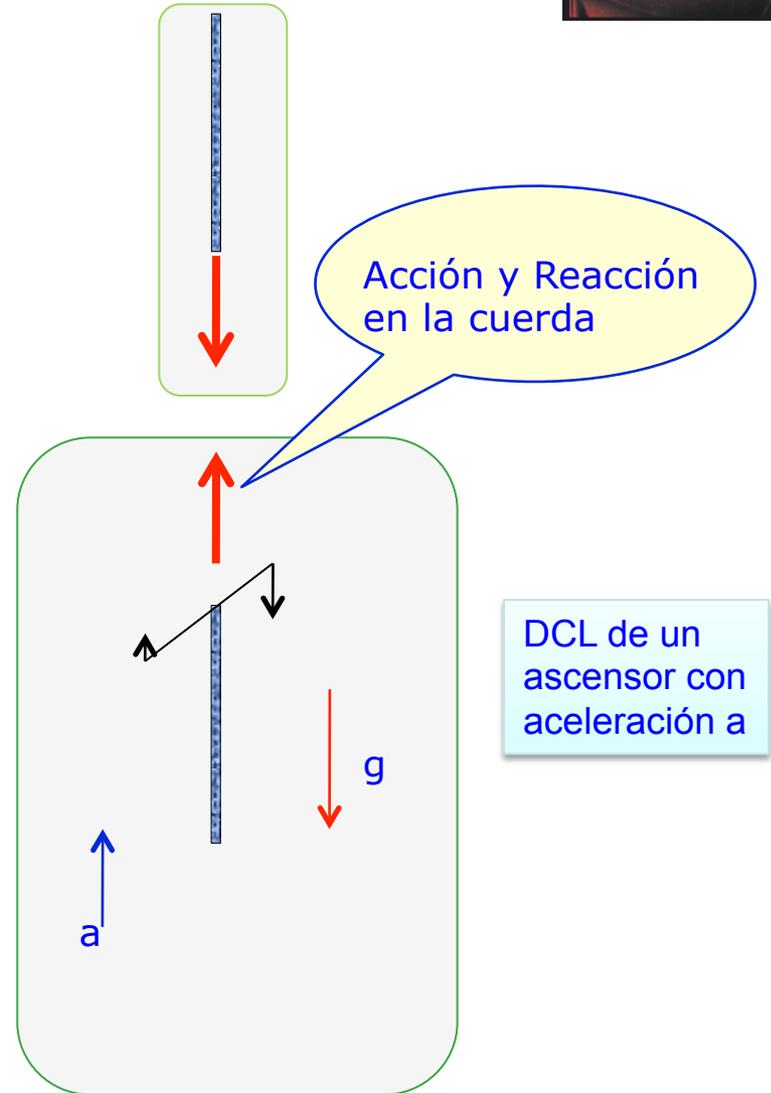
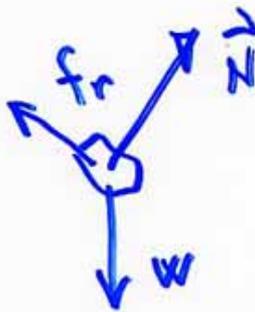
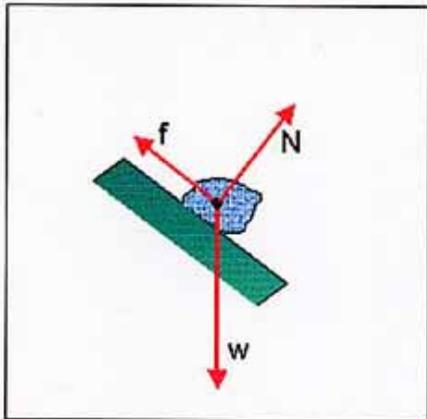
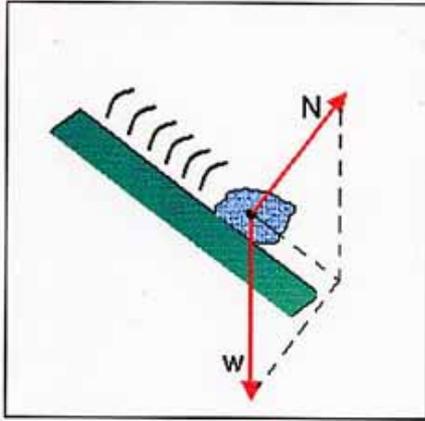
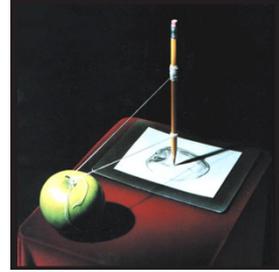


si  $\alpha$  es  
pequeño,  
T es grande!

$$2T \sin \alpha = mg = 0$$

$$T = \frac{mg}{2 \sin \alpha}$$

# Introducción a la Física Newtoniana



# Introducción a la Física Newtoniana



Se dispara una bala de 10 gramos de masa con una velocidad de 400 m/s horizontalmente en contra de una puerta de madera. La figura de la derecha muestra un diagrama que ilustra la fuerza que se ejerce sobre la bala a medida que atraviesa la puerta.

a.- ¿Por qué la fuerza es negativa?

b.- Encuentre el valor de la rapidez de la bala cuando emerge por la otra cara de la puerta. ¿Después de salir por la otra cara, su velocidad permanece constante? (No considere la gravedad).

