

Física I

Turno H

Apuntes de Clase 3

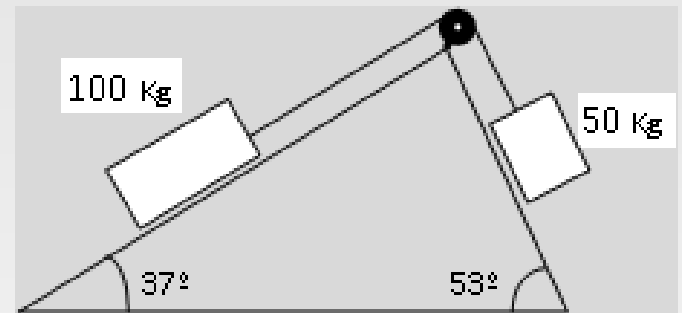
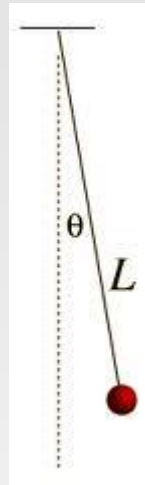
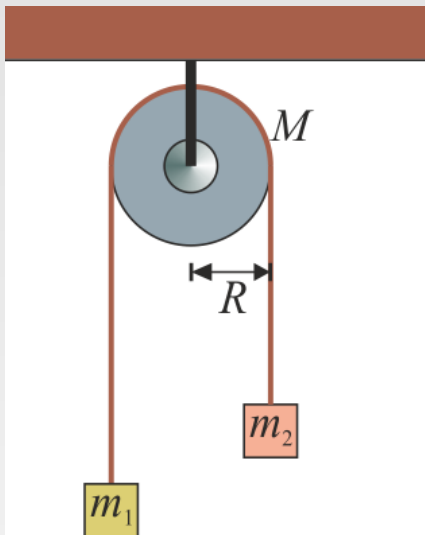
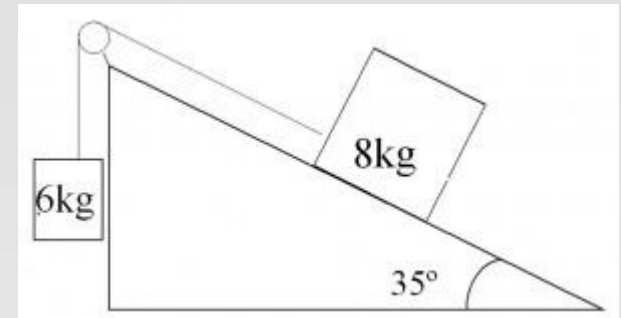
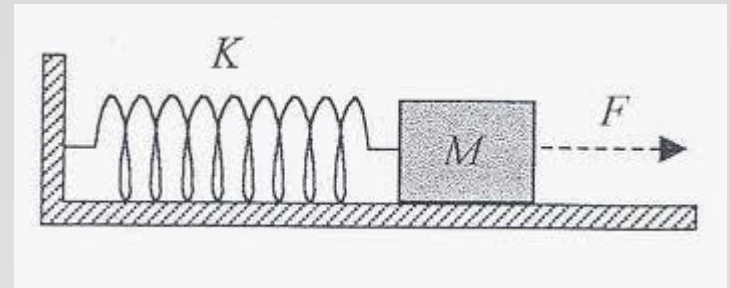
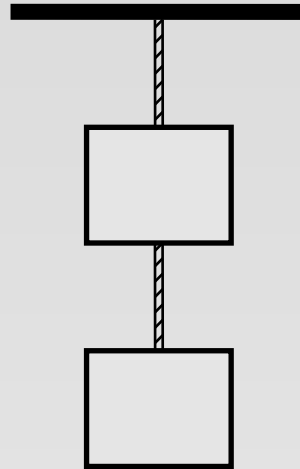
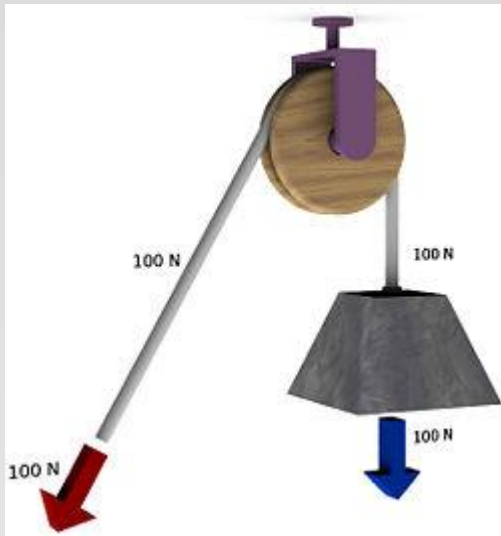
Aplicaciones de las 3 Leyes de Newton

- **1ra Ley**: establece las condiciones para elegir los sistemas de referencias inerciales necesarios para aplicar las otras 2 Leyes de Newton.
- **2da Ley**: establece la relación entre el valor de la resultante de todas las fuerzas aplicadas a un objeto (suma de todas las fuerzas) y su aceleración (si la masa permanece constante):

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

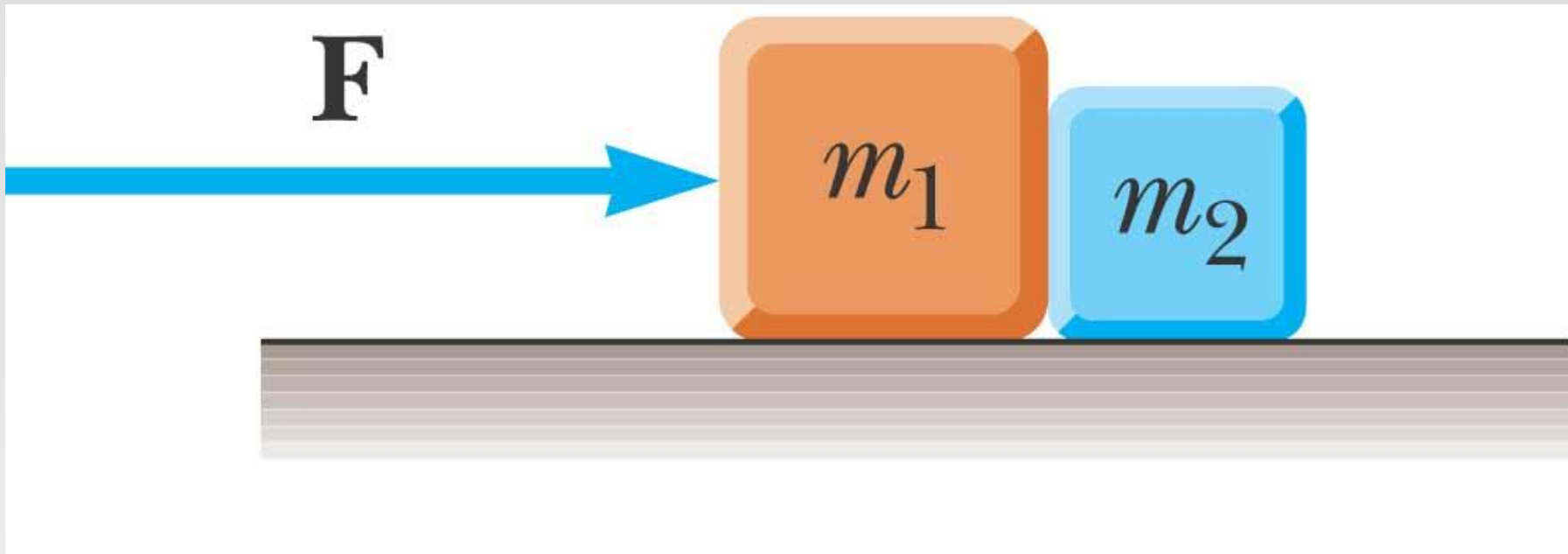
- **3ra Ley**: establece la simultaneidad en la aparición de fuerzas entre 2 objetos que interactúan (acción y reacción) que tienen sentido opuesto e igual módulo.

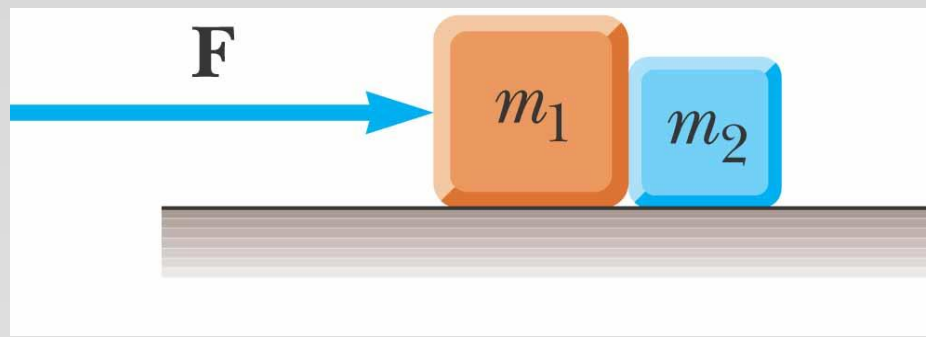
Ejemplos que estudiaremos:



Repaso de un ejemplo:

- Conociendo los valores de F , m_1 y m_2 , hallar las expresiones de \mathbf{a} y de la fuerza de contacto entre los 2 objetos $\mathbf{F}_{1,2}$ y $\mathbf{F}_{2,1}$:





Consideraremos:

Superficies ideales

- Lisas, sin roce \rightarrow la fuerza de contacto es *perpendicular a las superficies*

Cuerdas ideales

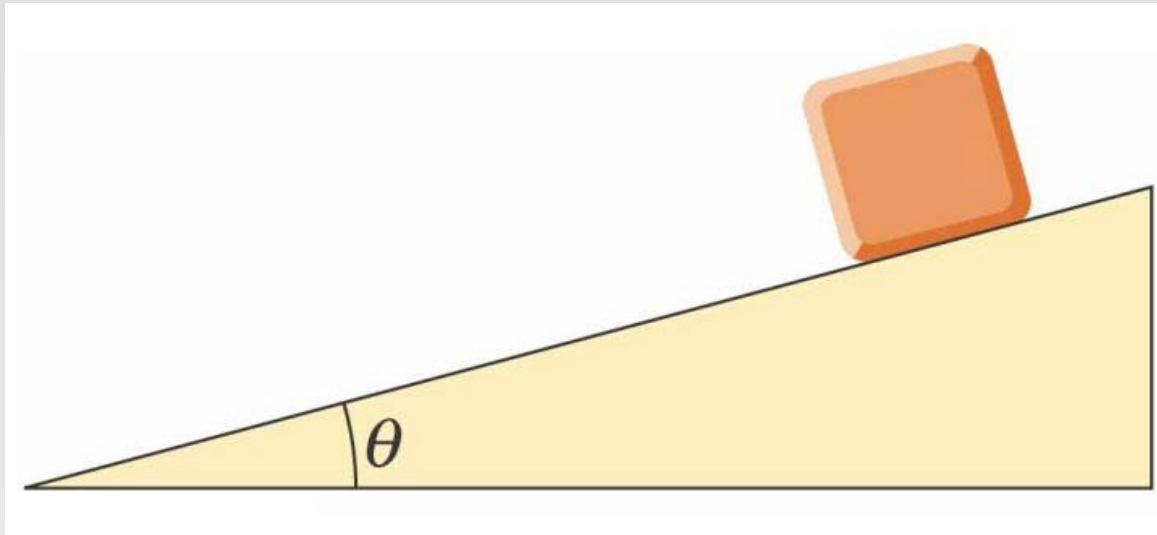
- Masa despreciable
- Inextensibles
- Transmiten la tensión sin modificarla, permiten cambiar la dirección (polea)

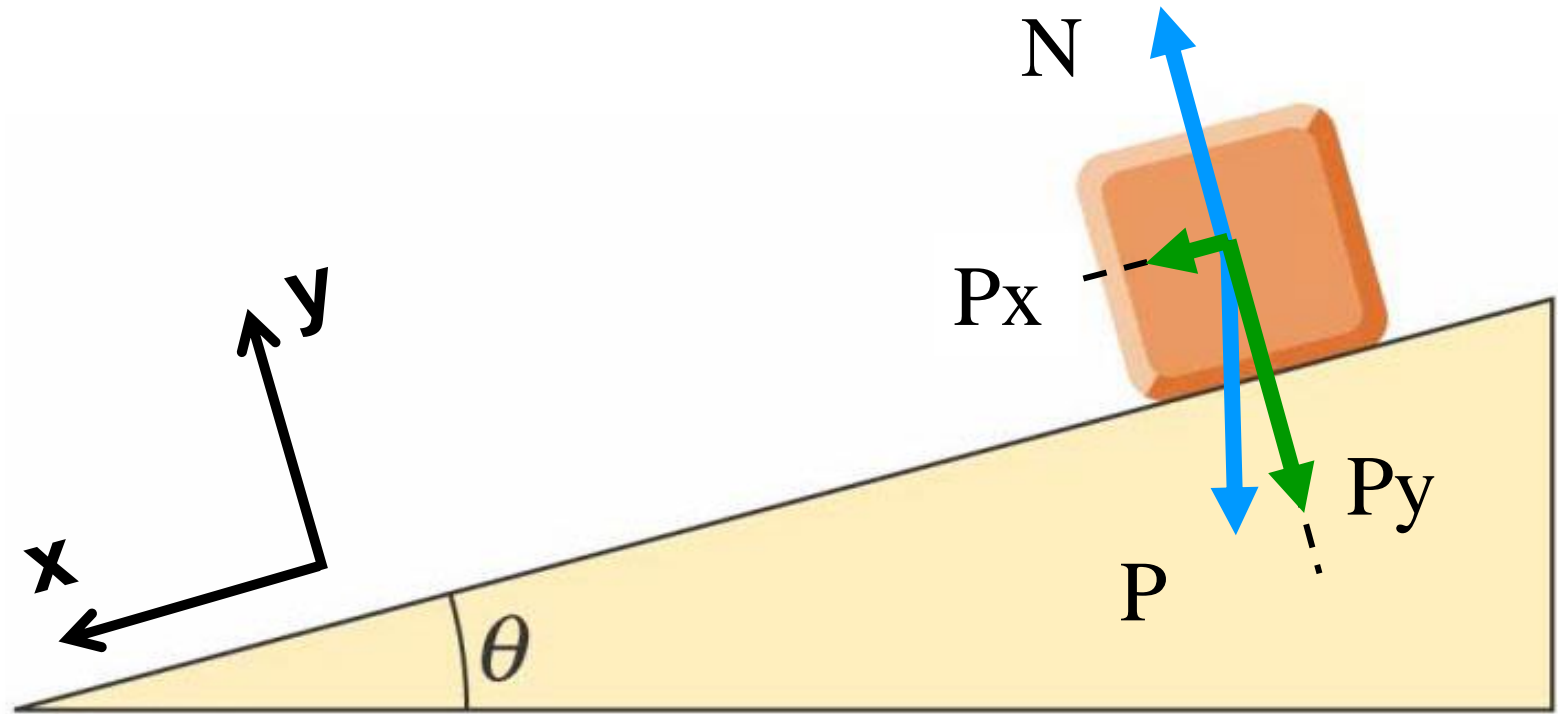
Poleas ideales

- Masa despreciable
- Sin roce en el eje

Superficies ideales

- Lisas, sin roce \rightarrow la fuerza de contacto es *perpendicular a las superficies*

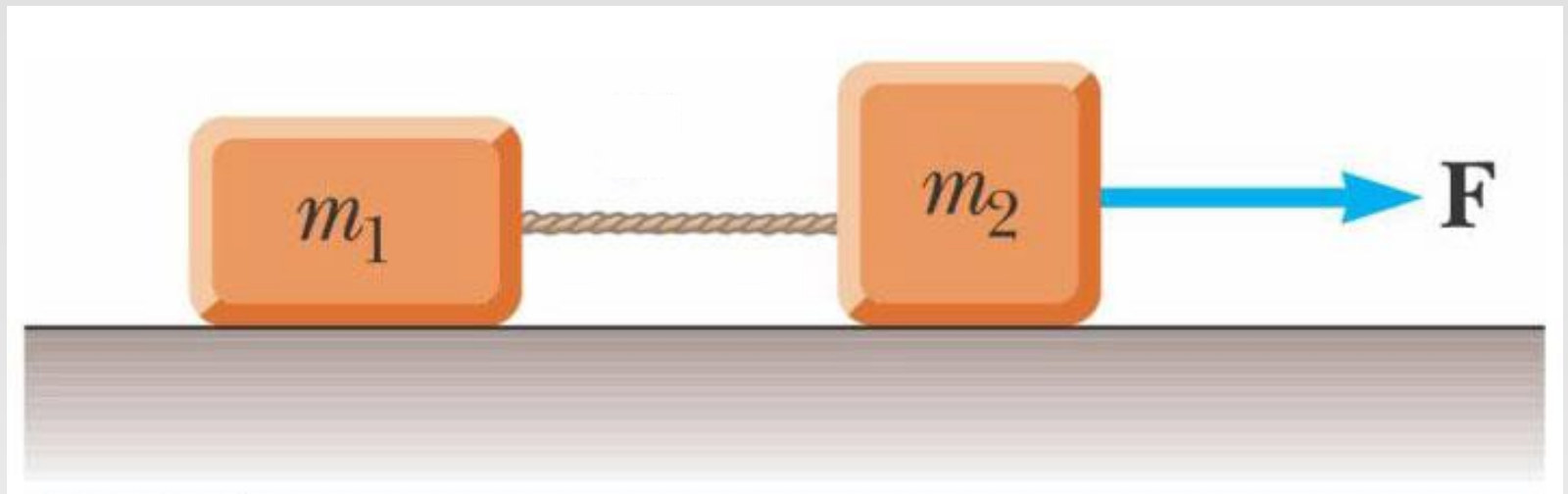


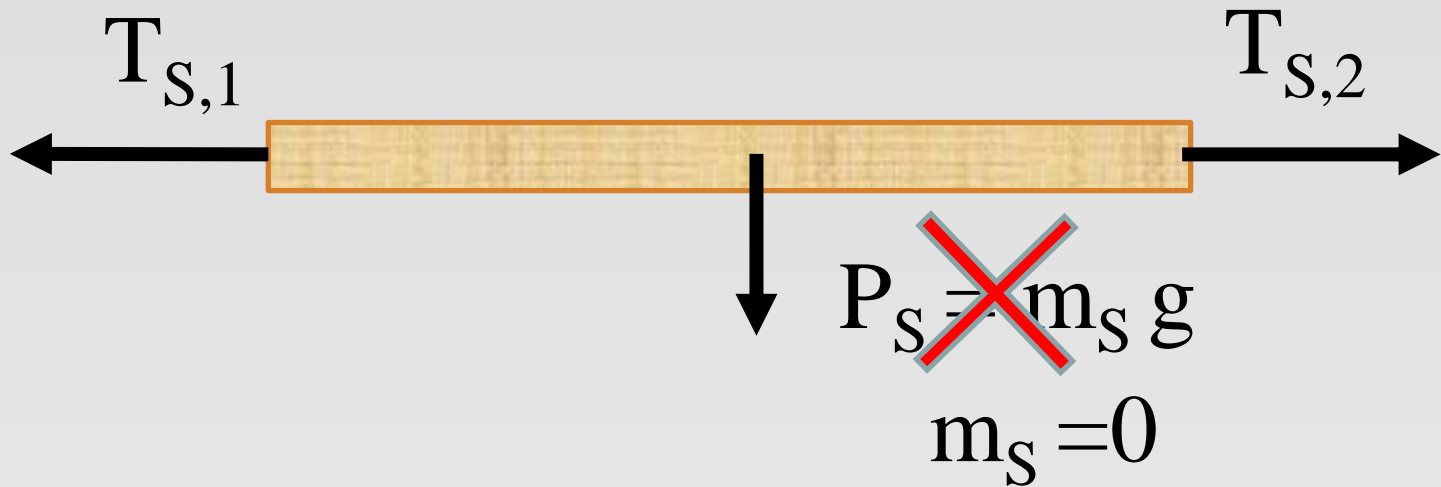
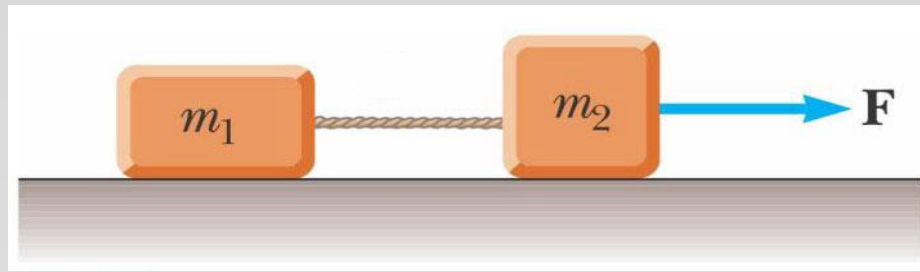


La fuerza de contacto de la superficies sobre el objeto es *perpendicular a las superficies* y por esto recibe el nombre de normal y la indicamos con la letra N .

Cuerdas ideales

- Masa despreciable
- Inextensibles
- Transmiten la tensión sin modificarla, permiten cambiar la dirección (polea)





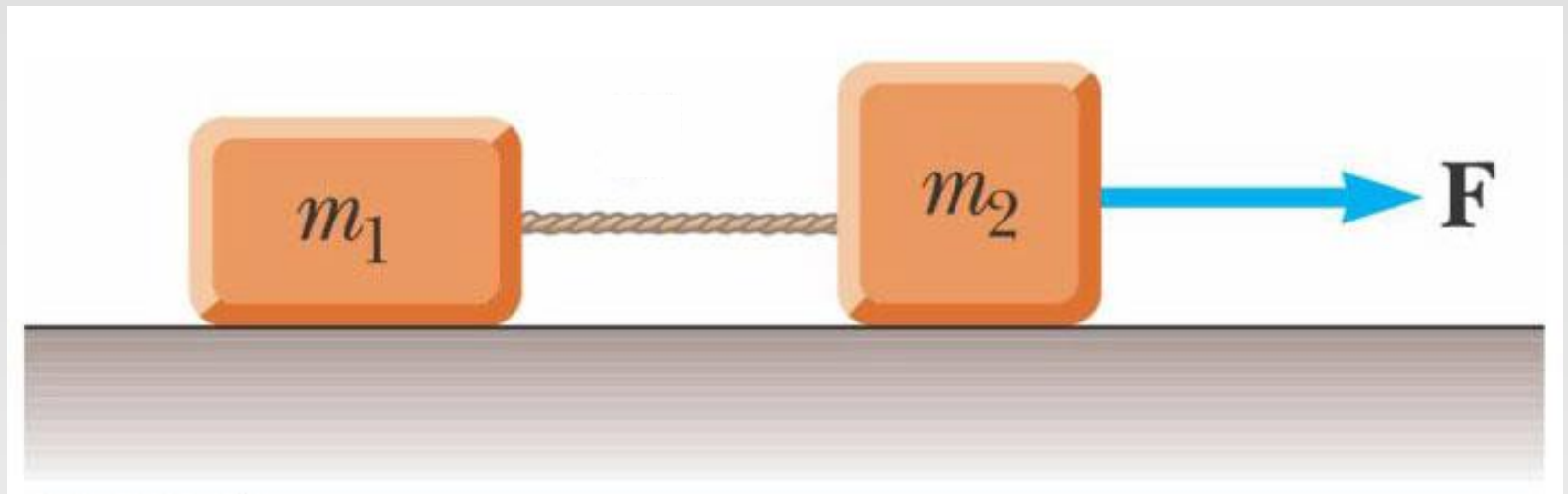
$$\left. \begin{aligned} \sum F_x &= T_{S,2} - T_{S,1} = m_S a_x \\ m_S &= 0 \end{aligned} \right\}$$

$$T_{S,2} = T_{S,1}$$

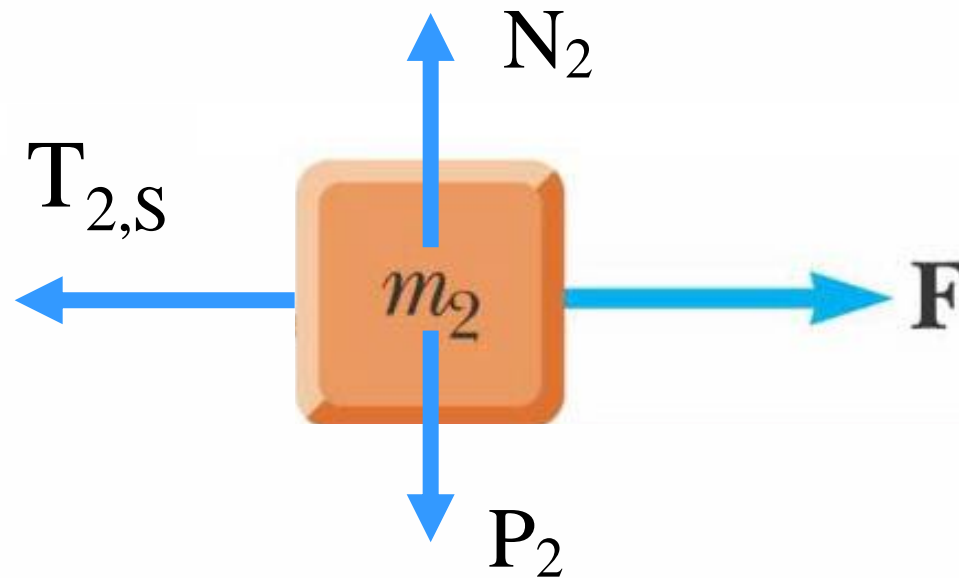
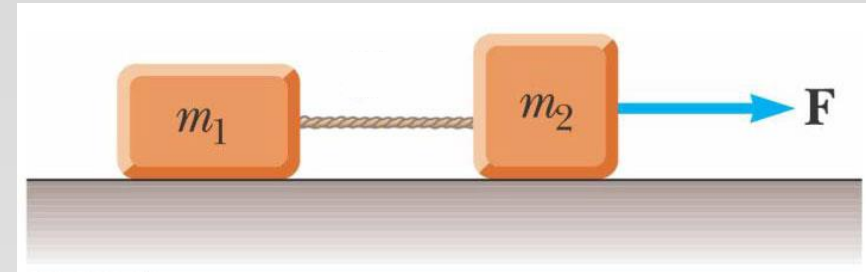
¡Recordar que no son un par de acción y reacción!

Ejemplo:

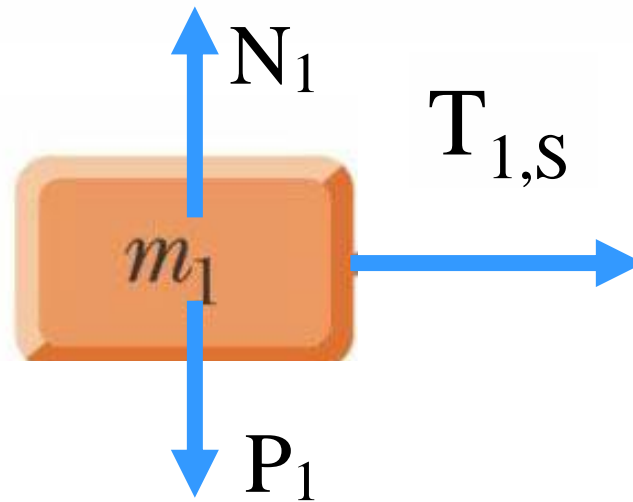
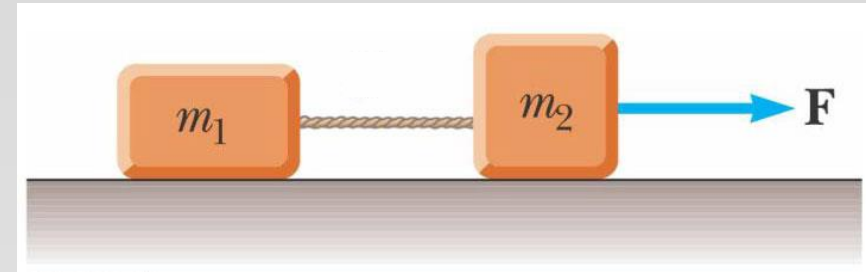
- Conociendo los valores de F , m_1 y m_2 , hallar la expresión de la tensión T entre los 2 objetos y de a :



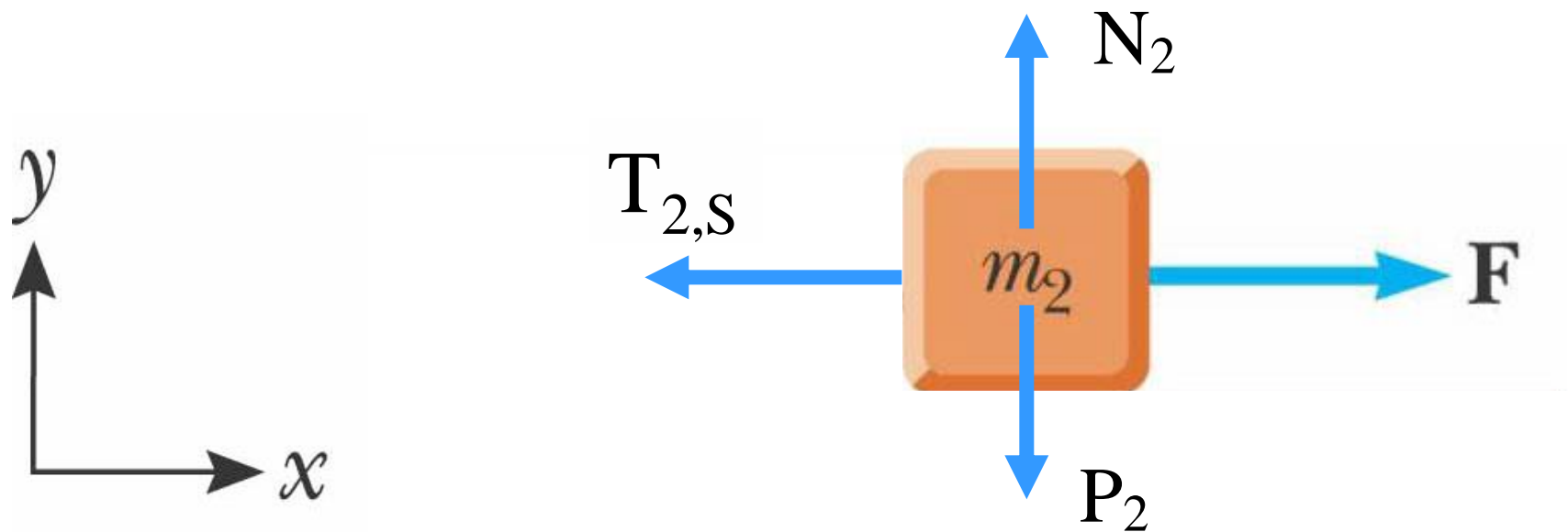
Fuerzas sobre objeto 2:



Fuerzas sobre objeto 1:



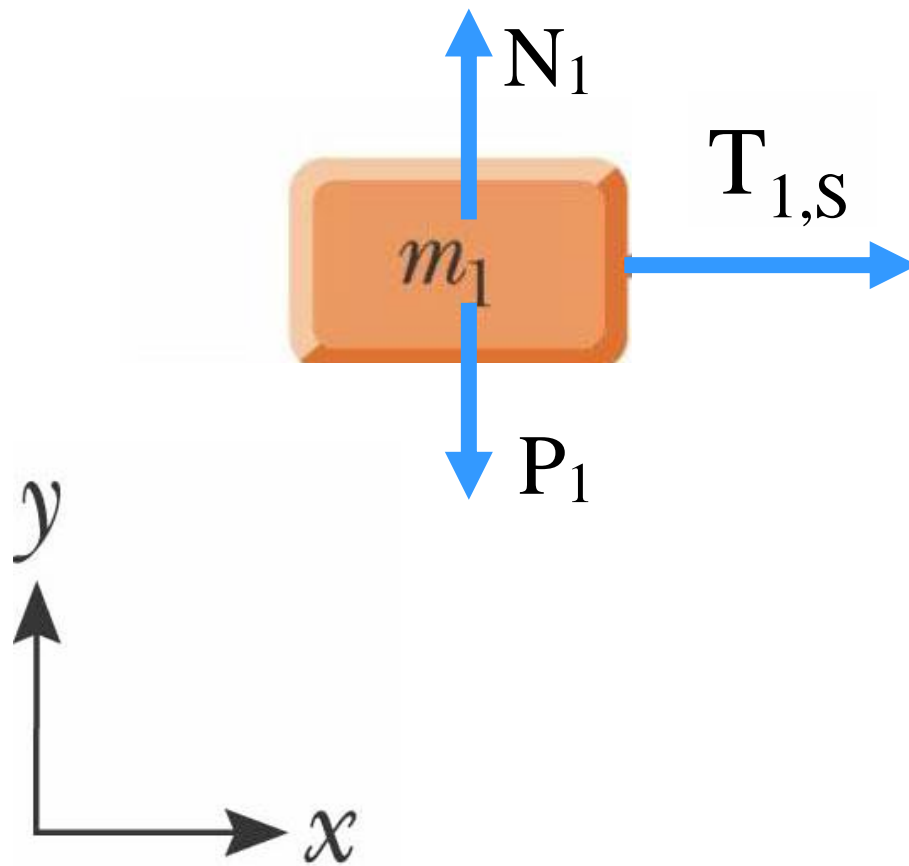
Fuerzas sobre objeto 2:



$$\sum F_x = F - T_{2,s} = m_2 a_x$$

$$\sum F_y = N_2 - P_2 = 0$$

Fuerzas sobre objeto 1:



$$\sum F_x = T_{1,S} = m_1 a_x$$

$$\sum F_y = N_1 - P_1 = 0$$


Sobre objeto 1 $\rightarrow \quad \sum F_x = T_{1,S} = m_1 a_x$

Sobre objeto 2 $\rightarrow \quad \sum F_x = F - T_{2,S} = m_2 a_x$

$\vec{T}_{1,S}$ y $\vec{T}_{2,S}$ ¿son un par de acción y reacción? ¡NO!

¿Cuáles son sus reacciones?

¿Tienen igual módulo? Si la soga se puede considerar sin masa e inextensible (vínculo ideal): ¡SÍ!

 $\left| \vec{T}_{1,S} \right| = \left| \vec{T}_{2,S} \right|$

No por ser un par de acción y reacción,
sino por ser la soga un vínculo ideal

Cuerdas ideales

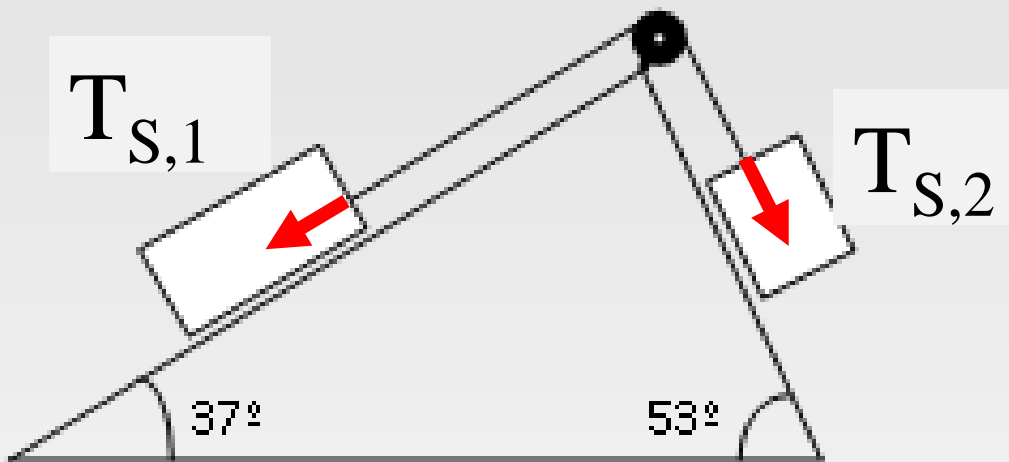
- Masa despreciable
- Inextensibles
- Transmiten la tensión sin modificarla, permiten cambiar la dirección (polea)

Poleas ideales

- Masa despreciable
- Sin roce en el eje

$$T_{S,2} = T_{S,1}$$

¡Recordar que no son un par de acción y reacción!



Gravitación universal

Desde la antigua Grecia, la búsqueda del conocimiento estaba centrada en dos aspectos:

- 1) Estudio del comportamiento de los objetos al caer cuando se los abandonaba a cierta altura (mecánica terrestre) y
- 2) Estudio del movimiento de los planetas (mecánica celeste)

Mecánica
terrestre

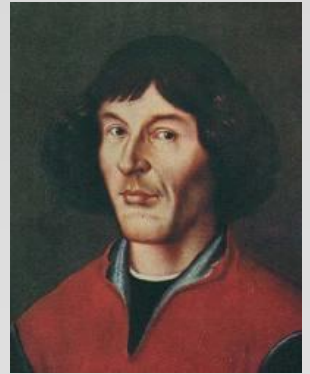
Mecánica
celeste

Newton en el
año 1665 unifica

Resumen histórico:

- ◆ Nicolás Copérnico (Polonia, 1473 -1543)

Astrónomo que estudió la primera teoría heliocéntrica del Sistema Solar. Establece el marco de referencia apropiado para visualizar el problema.



- ◆ Tycho Brahe (Dinamarca, 1546-1601).

Obtiene los primeros datos experimentales sistemáticos y precisos.



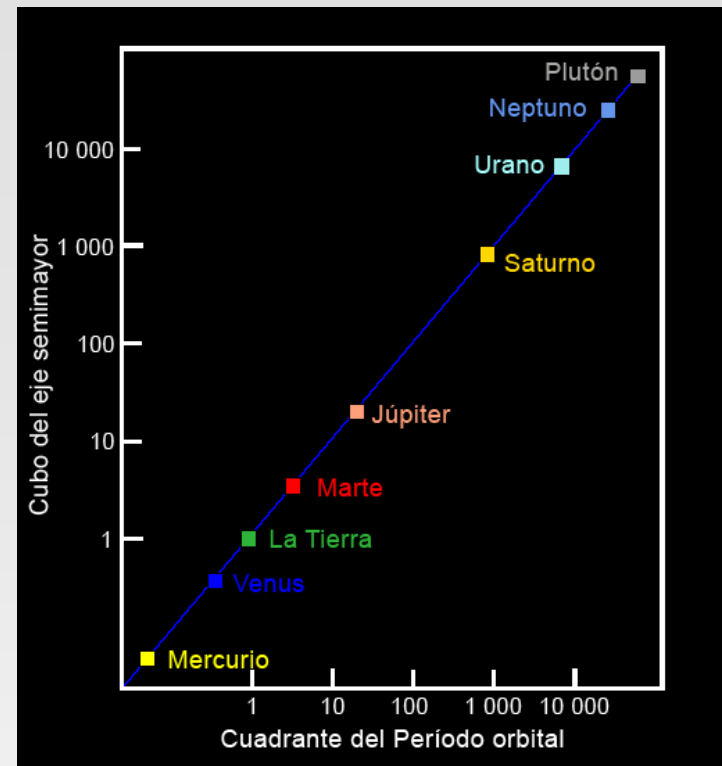
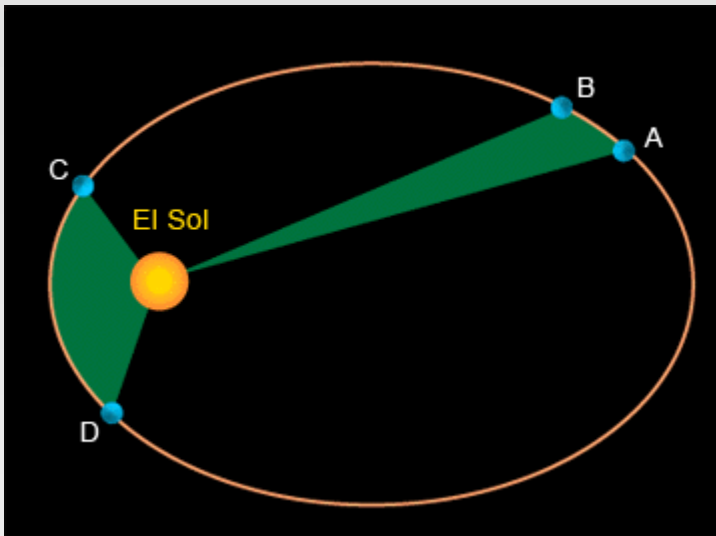
- ◆ Johannes Kepler (Alemania, 1571-1630).

Usó los datos para proponer algunas leyes empíricas.



Las tres leyes de Kepler:

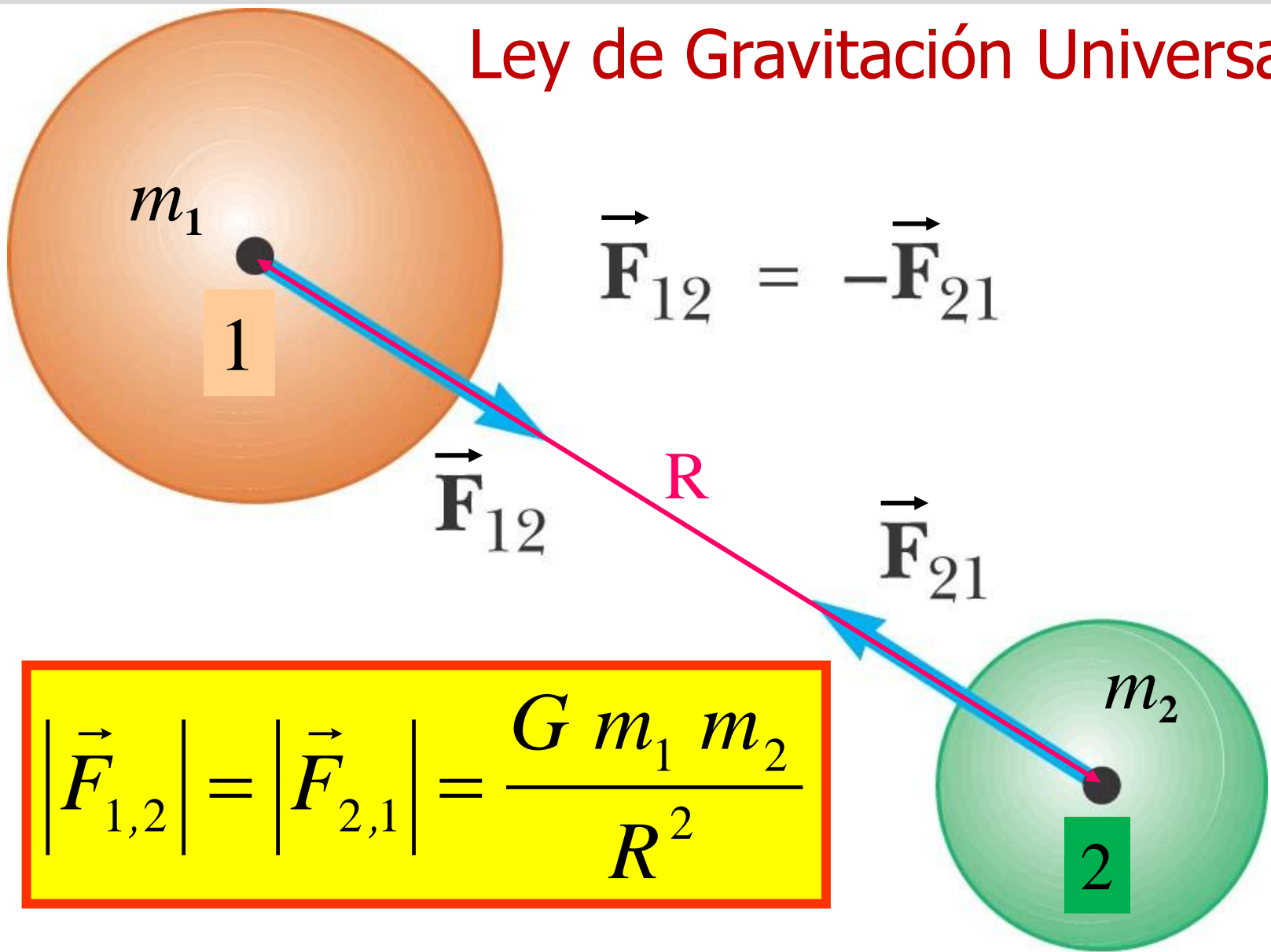
- Los planetas tienen movimientos elípticos alrededor del Sol, estando éste situado en uno de los 2 focos que contiene la elipse.
- Las áreas barridas por los radios de los planetas, son proporcionales al tiempo empleado por estos en recorrer el perímetro de dichas áreas.
- El cuadrado de los períodos de la orbita de los planetas es proporcional al cubo de la distancia promedio al Sol.



Isaac **Newton** propuso la **Ley de Gravitación Universal** en el año 1687:

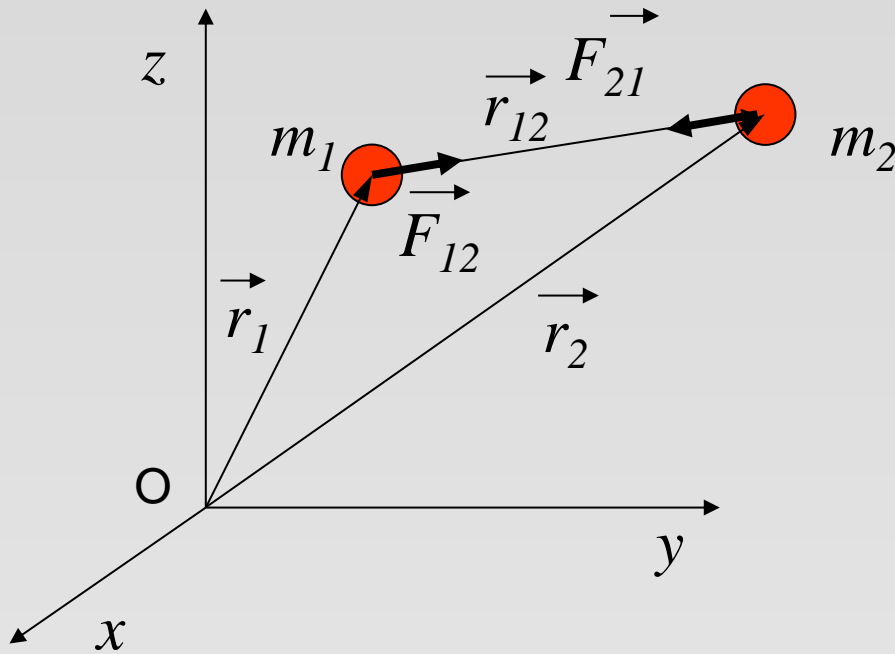
“Todas las partículas del universo se atraen entre sí con una fuerza directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre ellas. La dirección de esta fuerza sigue la línea que une las partículas”

Ley de Gravitación Universal



G : constante de gravitación universal

$$G = (6,67384 \pm 0,00080) \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$$



En forma vectorial:

$$\vec{F}_{12} = \frac{G m_1 m_2}{|\vec{r}_{12}|^2} \vec{r}_{12}$$

Sobre 1

Debido a 2

$$\vec{r}_{12} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$$

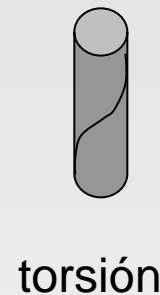
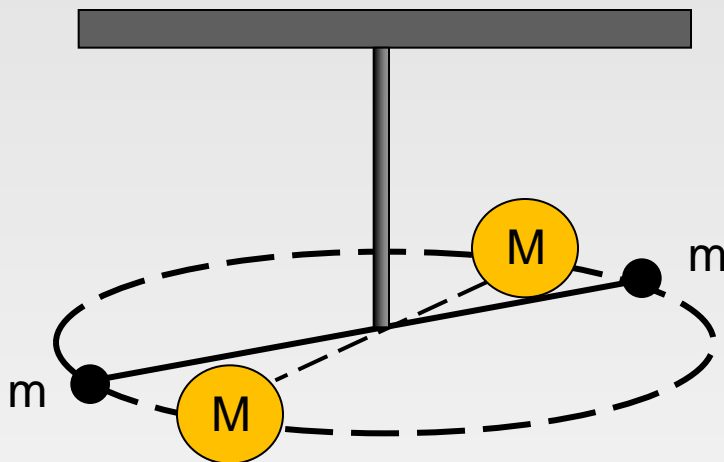
$\vec{F}_{1,2} = -\vec{F}_{2,1}$ ➔ Son fuerzas atractivas a distancia
y constituyen un par acción-reacción

G Tiene el mismo valor para todos los pares de partículas.

$$[G] = \frac{L^3}{M T^2} \quad \text{es un escalar}$$

Ojo! No confundir con \vec{g} = aceleración de la gravedad, ya que ésta es un vector, no es universal ni constante, y sus dimensiones son $[g] = \frac{L}{T^2}$

G fue determinada por Cavendish con una balanza de torsión:



La barra llega a la posición de equilibrio cuando la fuerza gravitatoria ejercida por las masas M se compensa con el torque de restitución debida a la fibra.

Experimento de Cavendish (dibujo del propio Cavendish)

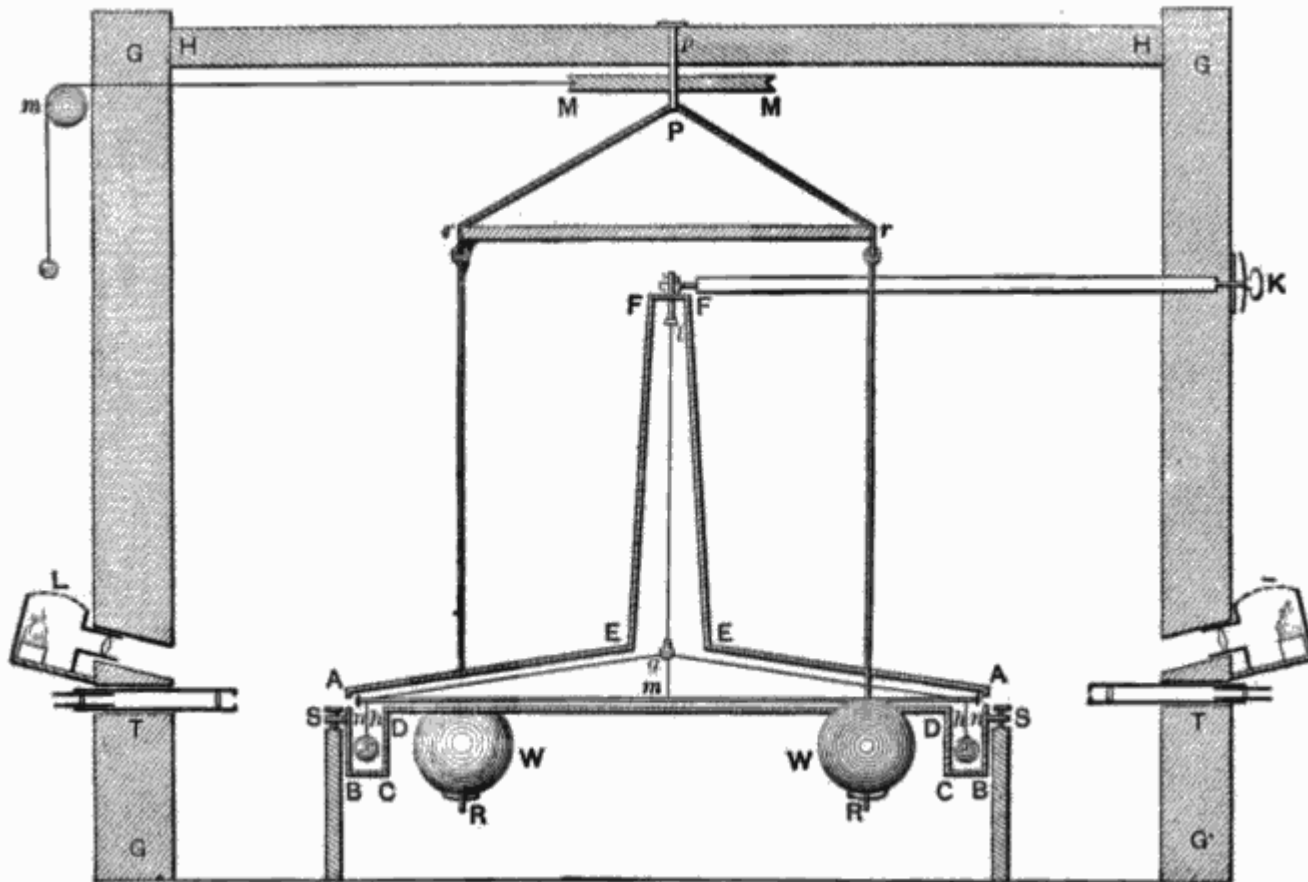


Fig. 1

Ley de gravitación universal \rightarrow fuerza entre dos partículas.

¿Cómo puede aplicarse a la fuerza entre un pequeño cuerpo y la Tierra?

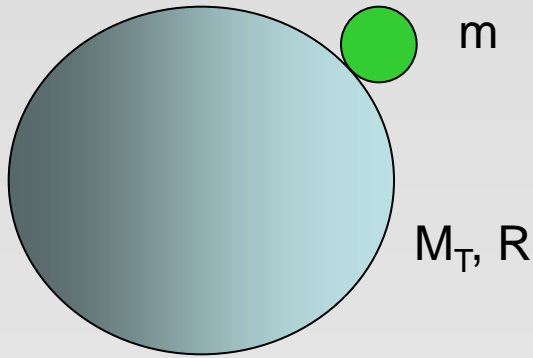
¿o entre la Tierra y la Luna?



La fuerza ejercida por o sobre una esfera homogénea es la misma que si toda su masa estuviera concentrada en su centro.

Aceleración gravitatoria terrestre \vec{g} :

Es la aceleración experimentada por cualquier cuerpo en caída libre en la superficie terrestre



$$F = \frac{G M_T m}{R_T^2}$$

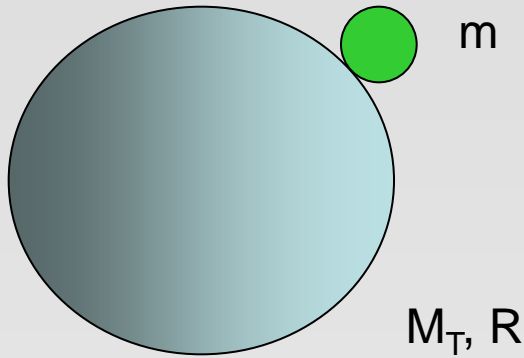
$$F = m g;$$

En la ciudad de La Plata $g = 9,7975 \text{ m/s}^2$.
Usamos en nuestros calculos 9.8 m/s^2

El valor de g no es constante en toda la superficie terrestre:

1) La corteza de la tierra no es uniforme existiendo variaciones locales de densidad, 2) la tierra no es una esfera, 3) la tierra rota sobre su eje haciendo que g cambie según la latitud.

Se puede deducir la masa de la Tierra a partir de la Ley de Gravitación universal y del valor de G calculado a partir del experimento de Cavendish:



$$F = m g; \quad F = \frac{G m M_T}{R^2}$$

→ $m g = \frac{G m M_T}{R^2}$

$$M_T = \frac{g R_T^2}{G} \cong 6 \times 10^{24} \text{ Kg}$$

Ejemplo: Calcular la fuerza gravitatoria entre

(a) 2 bolas de bouling de 7.3 kg separadas por 0.65 m entre sus centros

(b) la Tierra y la Luna. Comparar los órdenes de magnitud.

$$M_T = 5.98 \times 10^{24} \text{ Kg}$$

$$M_L = 7.36 \times 10^{22} \text{ Kg}$$

$$D_{T-Luna} = 3.82 \times 10^8 \text{ m}$$

Respuestas: (a) $F \cong 8 \times 10^{-9} \text{ N}$

(b) $F \cong 2 \times 10^{20} \text{ N}$

¡La fuerza gravitatoria es sumamente débil!:

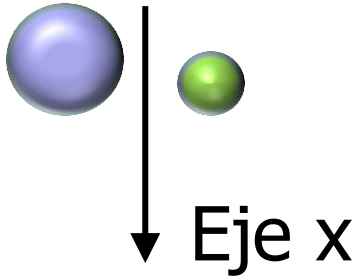
podemos levantar muy fácilmente unos cuantos trozos de papel con un peine cargado electrostáticamente o también unos cuantos clips de papelería con un pequeño imán.

Si hacemos una comparación con las otras fuerzas fundamentales que existen en la naturaleza (fuerzas fuertes, fuerza nuclear débil, fuerza electromagnética), otorgándole a las fuertes un valor relativo de 1 a fines comparativos, observamos:

- fuerte → 1
- electromagnética → 10^{-2}
- débil → 10^{-2}
- gravitatoria → 10^{-38} !!!!! → muy débil

Sin embargo, la fuerza gravitatoria es evidente cuando consideramos la atracción de los objetos por la Tierra. Esa atracción es la que le confiere peso a los objetos.

Ejemplo: calcular las aceleraciones en caída libre de dos objetos de diferente masa ($M > m$):



Ejemplo: calcular las aceleraciones en caída libre de dos objetos de diferente masa ($M > m$):

<https://www.youtube.com/watch?v=E43-CfukEgs>

