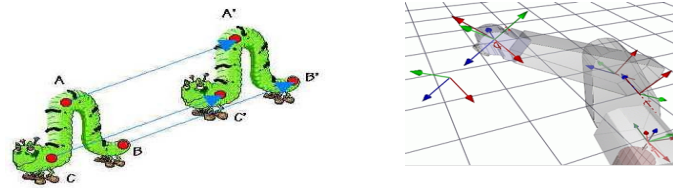


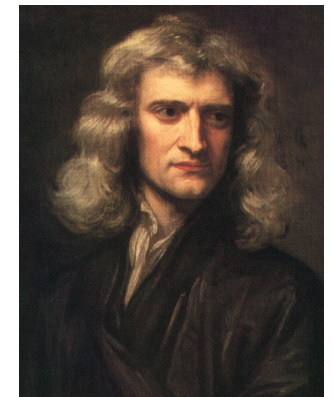
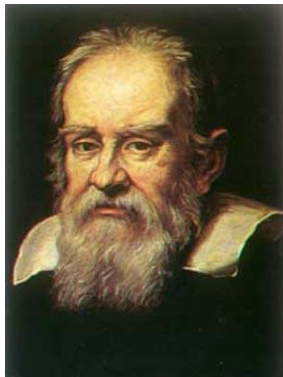


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
FACULTAD DE FISICA

FISICA GENERAL FIS1503



Dr. José Mejía López
Física Teórica, segundo piso
Anexo 7149
jmejia@puc.cl



Capítulo 2

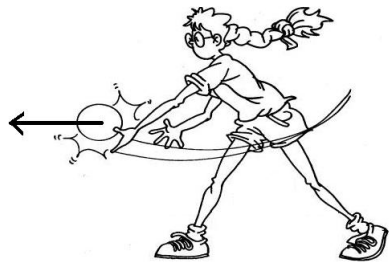
Dinámica

Leyes de Newton

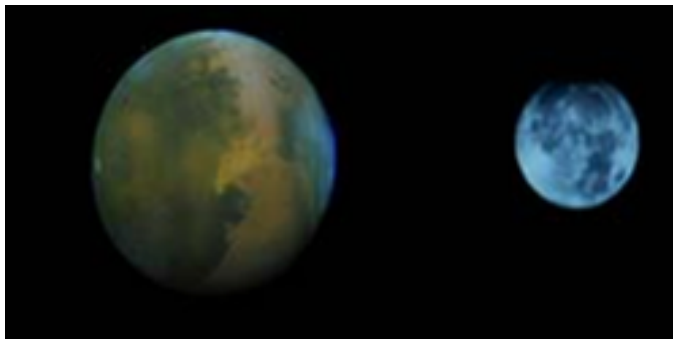
Concepto de Fuerza

¿Por qué se mueven los cuerpos de una forma determinada?

Por experiencia sabemos que el movimiento de un cuerpo es el resultado directo de sus **interacciones con otros cuerpos** que le rodean.



Definimos **Fuerza** como la medida cuantitativa de la **interacción** entre dos partículas



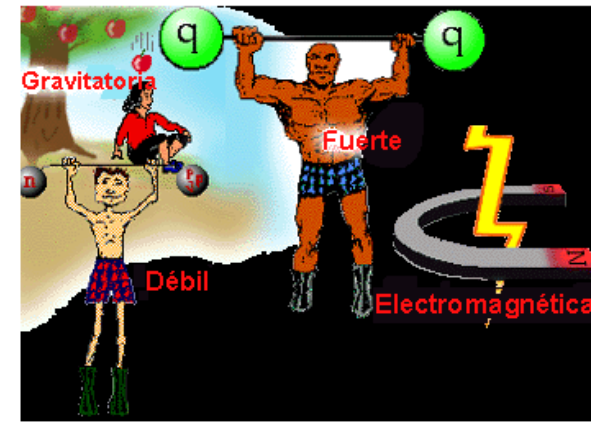
Existen solamente 4 interacciones fundamentales

Gravitatoria



alcance
 ∞

Intensidad
relativa
1



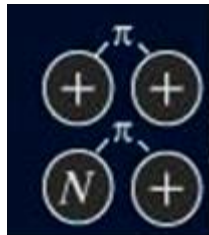
Electromagnética



∞

10^{36}

Nuclear fuerte



10^{-15} m

Fuerza que mantiene el
núcleo unido

10^{38}

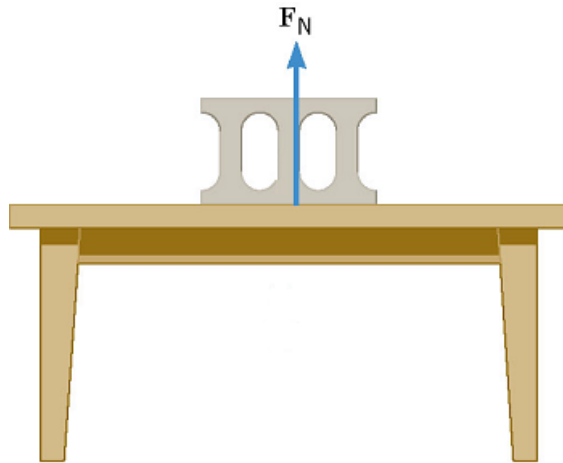
Nuclear débil



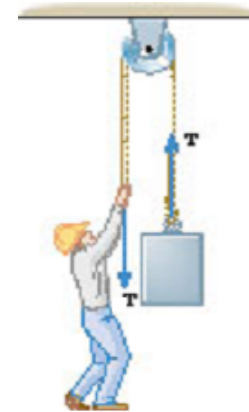
10^{-18} m 10^{25}

La interacción de los
neutrinos inducen el
decaimiento beta

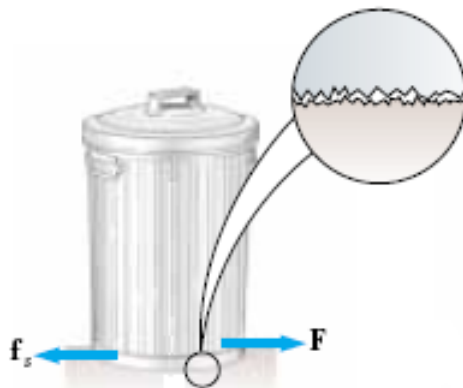
Las **fuerzas** llamadas de **contacto** tales como



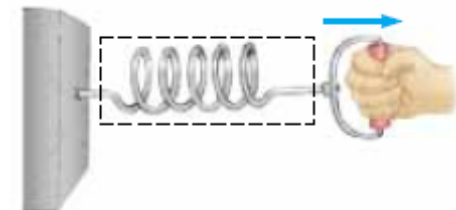
Fuerzas Normal



tensión



Fuerza de rozamiento



Fuerzas elásticas

son solo manifestaciones macroscópicas de las interacciones electromagnéticas

Primera ley de Newton: Ley de la inercia

Todo cuerpo continua en su estado de reposo o velocidad constante a menos que una fuerza neta actúe sobre él y lo obligue a cambiar ese estado

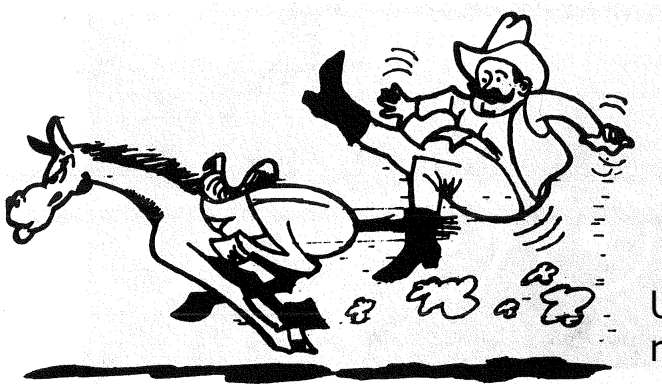


Cuando no existen fuerzas



Cuando se aplica una fuerza

Esta ley define la **inercia** de un cuerpo como la **tendencia de la partícula a no cambiar de estado de movimiento**

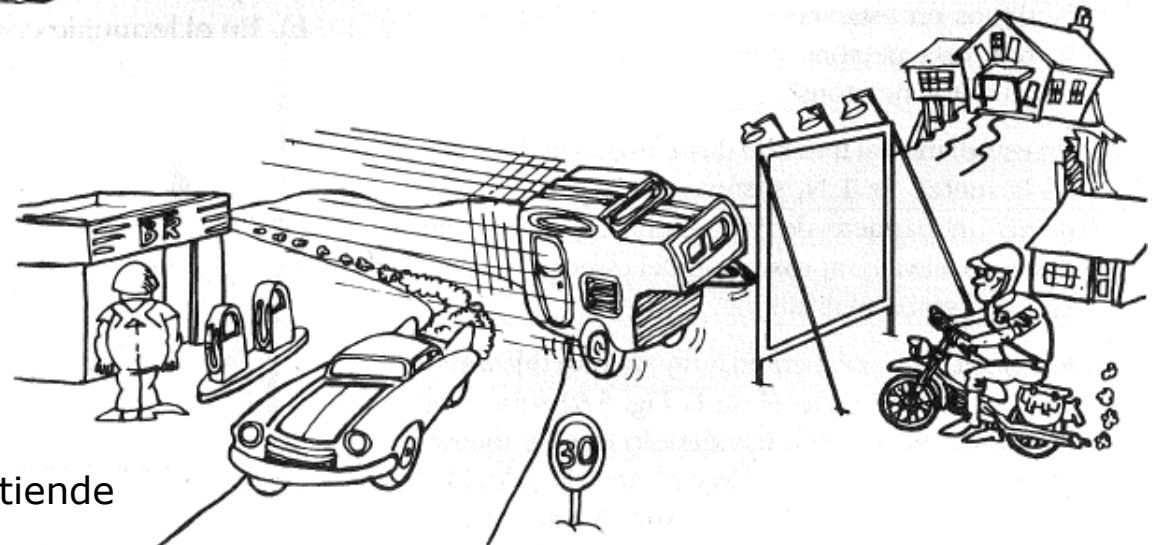


Un cuerpo en reposo tiene a seguir en reposo

Inercia tendencia de la partícula a no cambiar de estado de movimiento



Un cuerpo en movimiento tiende a seguir en movimiento



Un cuerpo en movimiento tiende a moverse en línea recta

Concepto de masa

La masa es la medida cuantitativa de la inercia



A mayor masa, más cuesta cambiar el estado de movimiento de un objeto



(0.003 kg)



(2 kg)



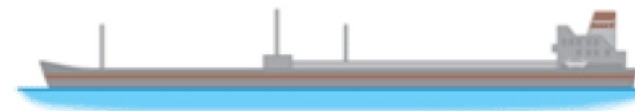
(15 kg)



(2000 kg)



(1.2×10^5 kg)



(1.5×10^8 kg)

Segunda ley de Newton

La aceleración de un objeto es directamente proporcional a la fuerza neta que actúa sobre él e inversamente proporcional a la masa

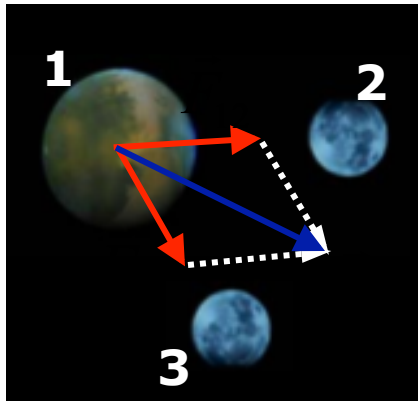


$$\vec{a} \propto \vec{F}_{neta} \quad ; \quad \vec{a} \propto \frac{1}{m}$$

$$\Rightarrow \vec{a} = \frac{\vec{F}_{neta}}{m}$$



¿a qué nos referimos con fuerza neta?

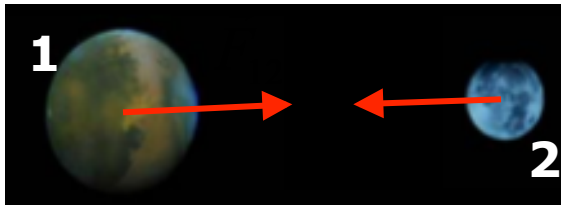


$$\vec{F}_{neta} = \sum_i \vec{F}_i = m \vec{a}$$

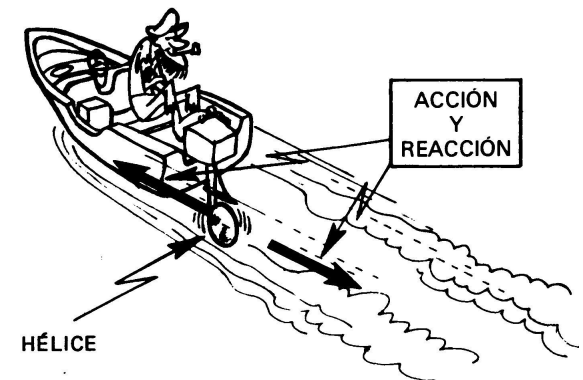
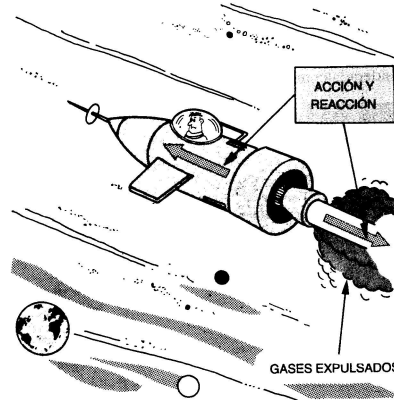
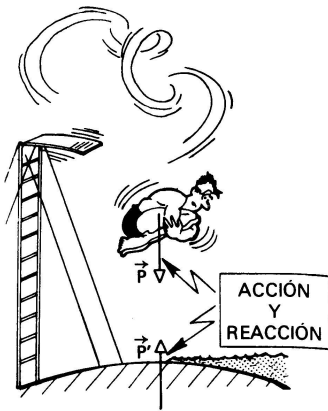
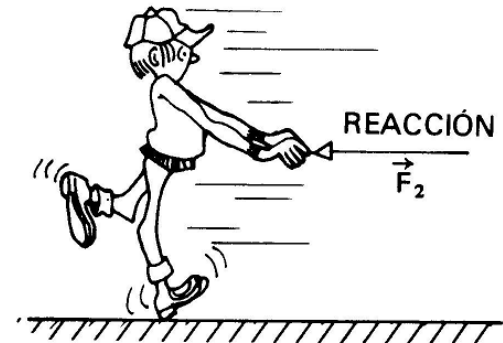
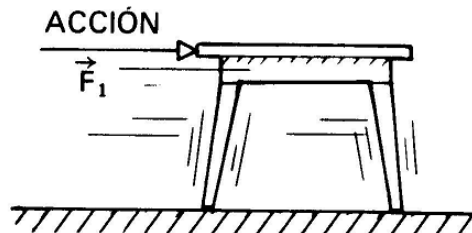
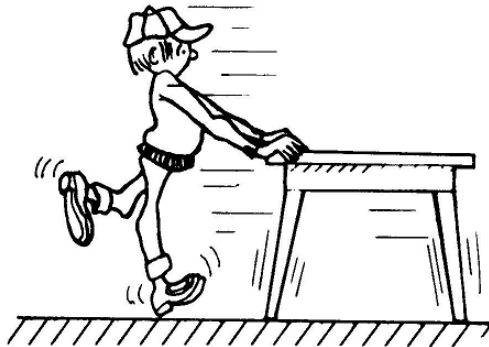
$$[\vec{F}] = \frac{kg \cdot m}{s^2} = N$$

Tercera ley de Newton: Ley de la acción y reacción

si dos cuerpos interactúan, la fuerza ejercida sobre el cuerpo 1 por el cuerpo 2 es igual y opuesta a la fuerza ejercida sobre el cuerpo 2 por el 1

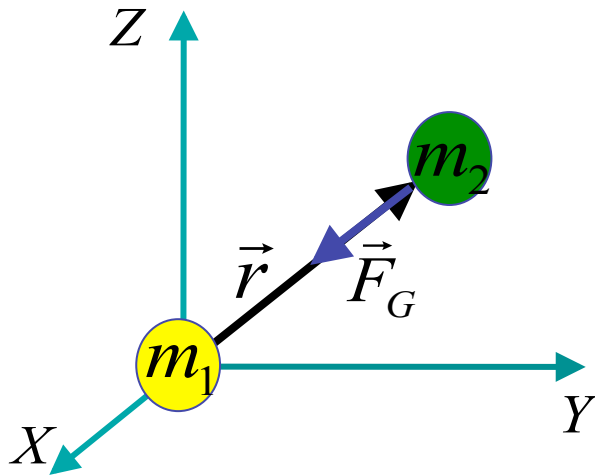


$$\vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12}$$



¿Cómo expresamos cada fuerza?

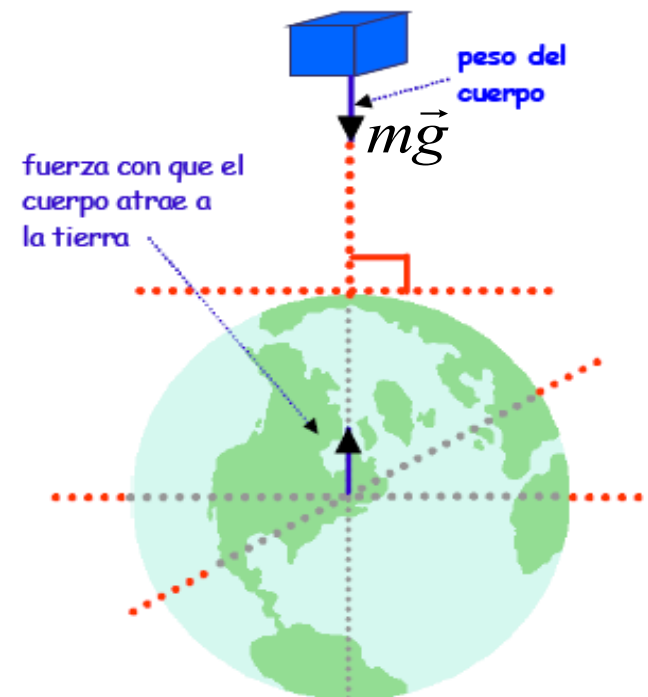
La **fuerza gravitacional** entre 2 partículas (enunciada por Newton) está dada por



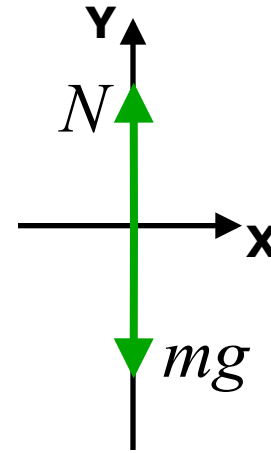
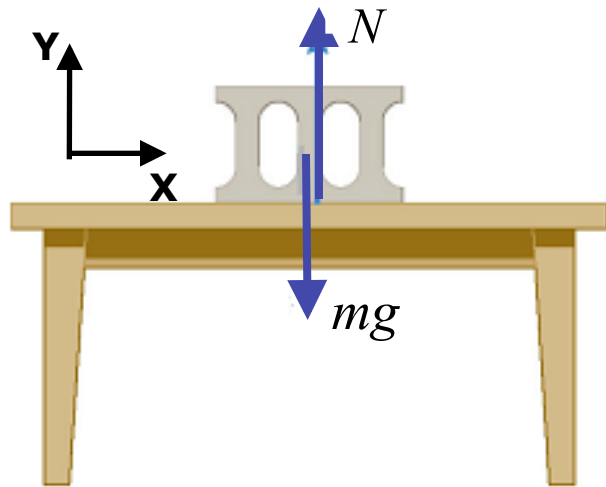
$$\vec{F}_G = -\frac{Gm_1m_2}{r^2}\hat{r}$$

El **peso** de una partícula es la fuerza gravitacional ejercida por la atracción gravitacional de la Tierra

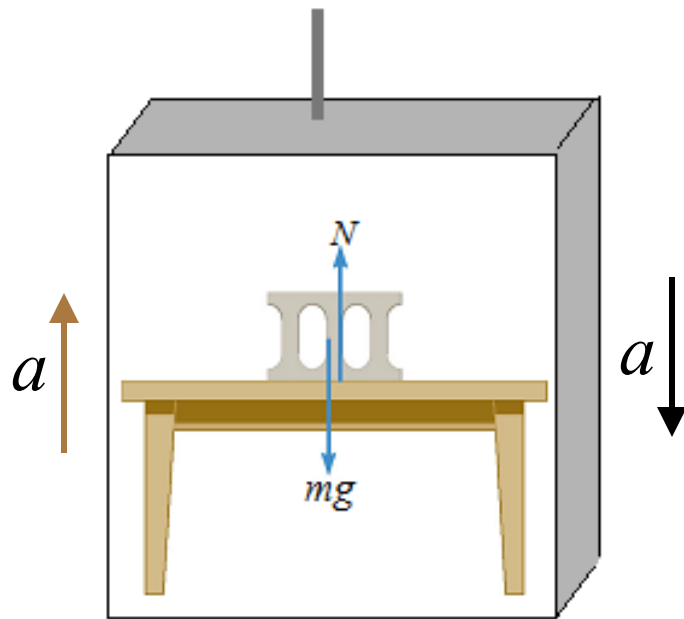
$$\vec{W} = m\vec{g}$$



Para la **fuerza normal** no se tiene una expresión analítica y se calcula mediante las leyes de Newton



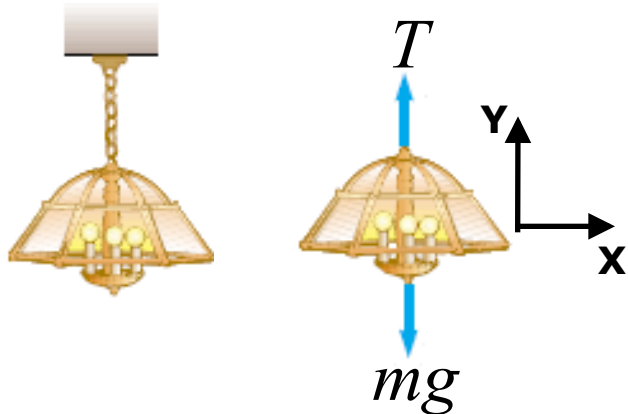
$$\sum_i \vec{F}_i = m \vec{a}$$
$$N - mg = 0$$
$$N = mg$$



$$N - mg = ma$$
$$N = m(g + a)$$

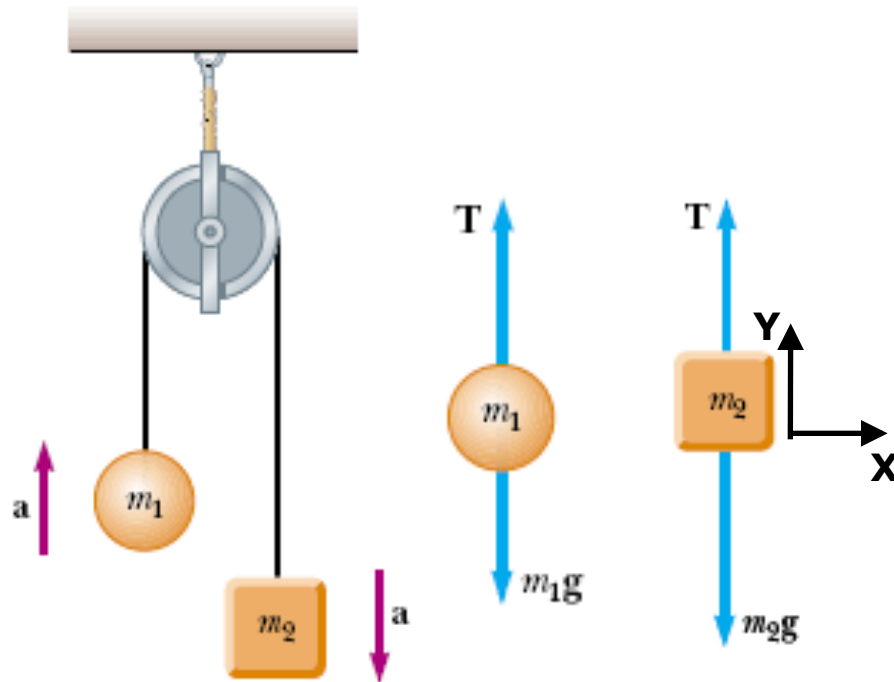
$$N - mg = -ma$$
$$N = m(g - a)$$

Para la **tensión** no se tiene una expresión analítica y se calcula mediante las leyes de Newton



$$\sum_i \vec{F}_i = m \vec{a} \Rightarrow T - mg = 0$$

$$\Rightarrow T = mg$$



$$\begin{cases} T - m_1g = m_1a \\ T - m_2g = -m_2a \end{cases}$$

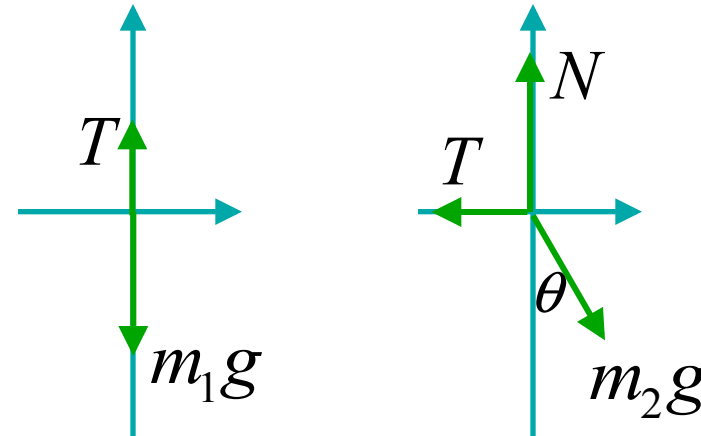
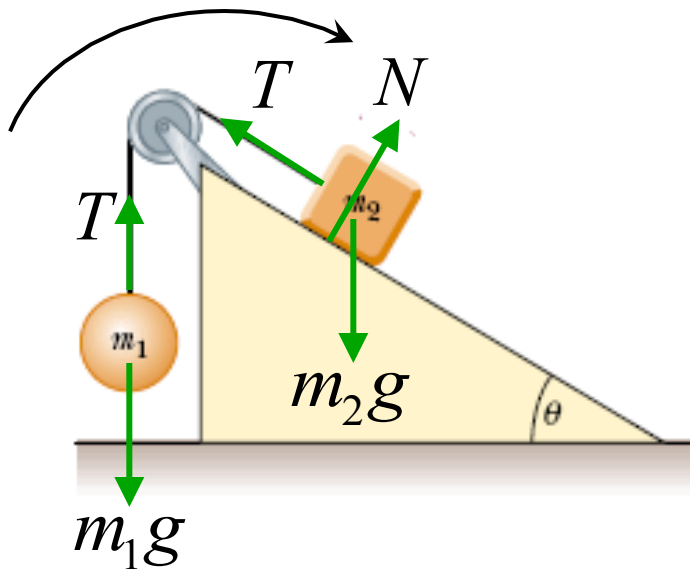
$$-m_1g + m_2g = m_1a + m_2a$$

$$a = \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} g$$

$$T = \frac{2m_1m_2}{m_1 + m_2} g$$

Ejemplo

Calcular la aceleración y la tensión del sistema mostrado en la figura



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

$$\begin{cases} T - m_1 g = m_1 a \\ T - m_2 g \sin \theta = -m_2 a \end{cases}$$

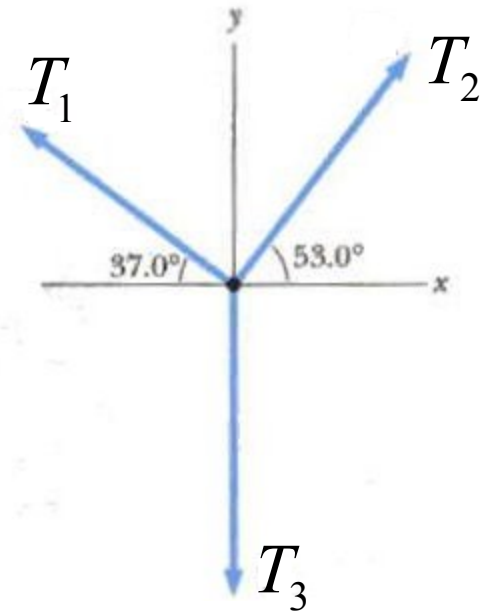
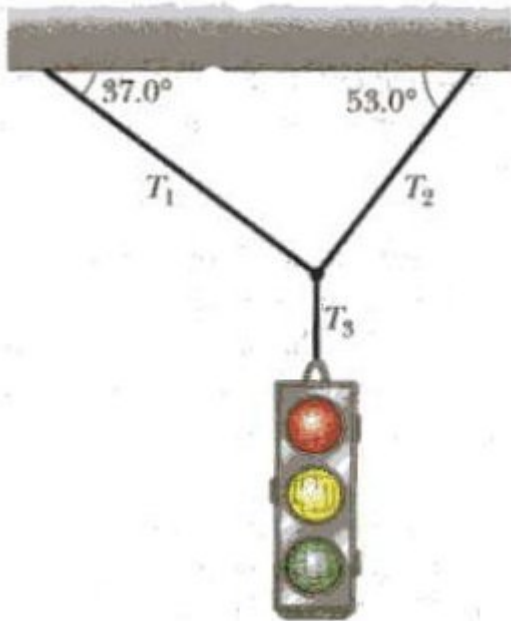
$$\Rightarrow -m_1 g + m_2 g \sin \theta = (m_1 + m_2) a \quad \Rightarrow \quad a = \frac{m_2 \sin \theta - m_1}{m_1 + m_2} g$$

Si $m_1 < m_2 \sin \theta$ la aceleración es negativa y esto significaría que en realidad el movimiento es hacia la izquierda

El valor de la tensión es
$$T = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} (1 + \sin \theta) g$$

Ejemplo

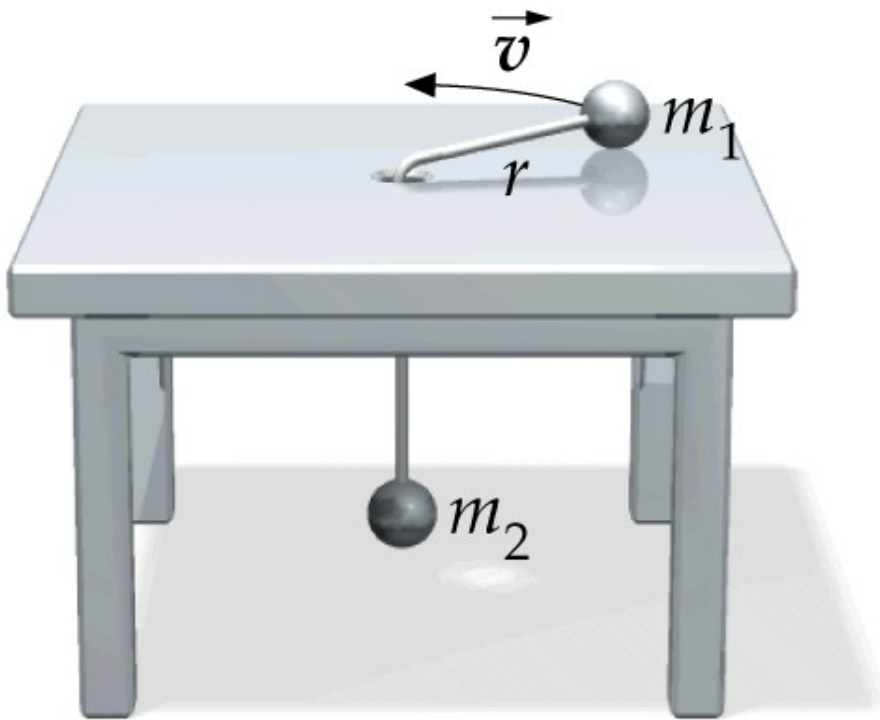
Un semáforo que pesa 125 N cuelga de un cable unido a otros dos cables fijos a un soporte. Los cables superiores forman ángulos de 37° y 53° con la horizontal. Determinar la tensión en los tres cables.



$$T_3 = 125 \text{ N} \quad T_2 = 99.83 \text{ N} \quad T_1 = 75.23 \text{ N}$$

Ejemplo

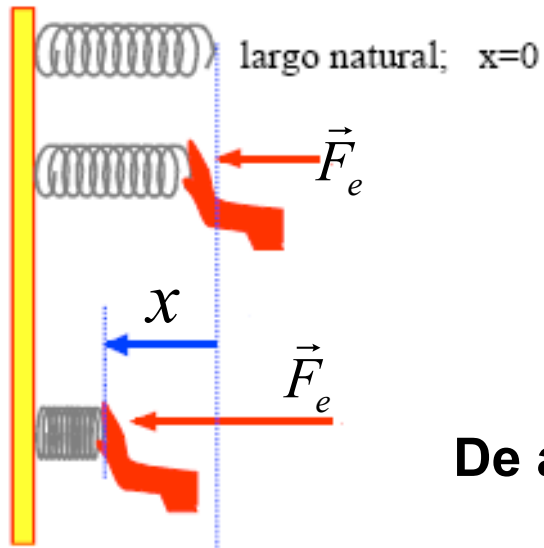
Las dos masas, $m_1 = 10 \text{ kg}$ y $m_2 = 8 \text{ kg}$, que se muestran en la figura se encuentran unidas por una cuerda de 1 m de longitud. ¿qué rapidez constante debe tener la masa m_1 , para que m_2 se mantenga a 40 cm de la mesa? ¿Cuánto tiempo se demora m_1 en dar una vuelta?



$$v = \sqrt{\frac{m_2 g r}{m_1}} = 2.17 \text{ m/s}$$

$$T = \frac{2\pi r}{v} = 1.74 \text{ s}$$

Fuerza elástica



Ley de Hooke

$$\vec{F}_e = -k x \hat{i}$$

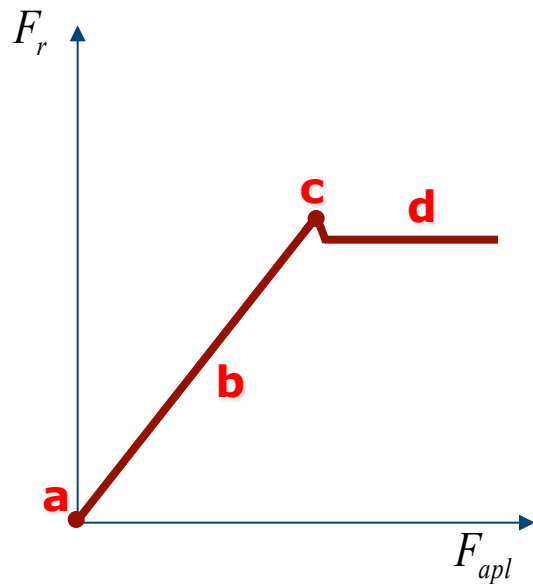
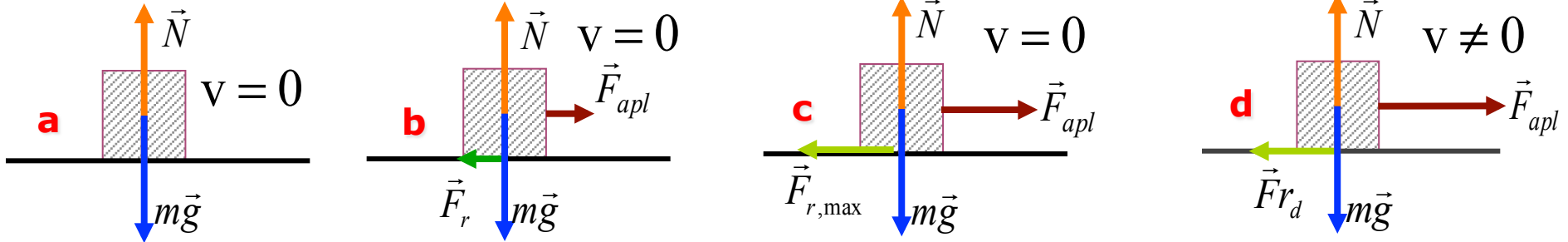
Constante elástica

De acuerdo a la segunda ley de Newton:

$$ma = -k x \quad \Rightarrow \quad a = -\frac{k}{m} x = -\omega^2 x$$

Movimiento oscilatorio

Fuerza de rozamiento



- a)** Bloque en equilibrio bajo acción de su peso y la normal
- b)** Se aplica una fuerza que aumenta gradualmente pero el bloque no se mueve $\boxtimes$ Existe una fuerza igual y de sentido contrario llamada **fuerza de rozamiento estática**

$$\vec{F}_r = -\vec{F}_{apl}$$

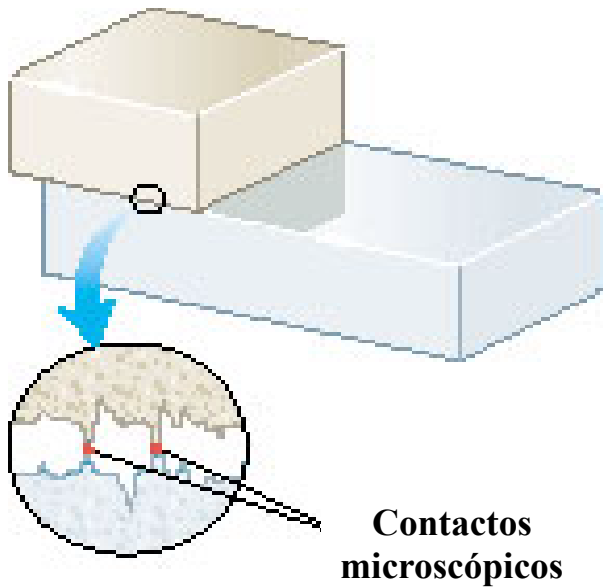
- c)** La situación anterior continua hasta llegar a un momento que, si aumenta la fuerza aplicada, el bloque se mueve $\boxtimes$ El rozamiento se llama **fuerza de rozamiento estática máxima**

$$\vec{F}_{r,max} = -\mu_s N \hat{u}_{F_{apl}}$$

d)

Una vez el bloque se mueve al continuar aumentando la fuerza aplicada el rozamiento disminuye y toma un valor constante $\boxtimes$ El rozamiento se llama **fuerza de rozamiento cinético**

$$\vec{F}_r = -\mu_k N \hat{u}_v$$

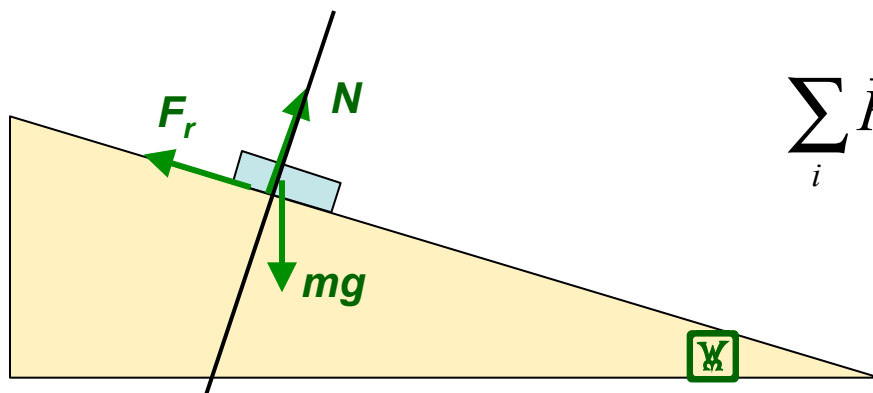


MATERIALES	μ_s	μ_k
Madera-madera	0,4	0,2
Hielo-hielo	0,1	0,03
Metal-metal (lubricado)	0,15	0,07
Acero-acero(sin lubricar)	0,7	0,6
Acero-aluminio	0,6	0,5
Caucho-concreto seco	1,0	0,8
Hule-concreto mojado	0,7	0,5
Teflón-teflón en aire	0,04	0,04
Rodamientos de bolas,	$< 0,01$	$< 0,01$
Articulaciones cuerpo humano	0,01	0,01

FUENTES: D. GIANCOLI, FÍSICA: PRINCIPIOS CON APLICACIONES. J WILSON, FÍSICA.

Ejemplo

Calcular el coeficiente de fricción estática.



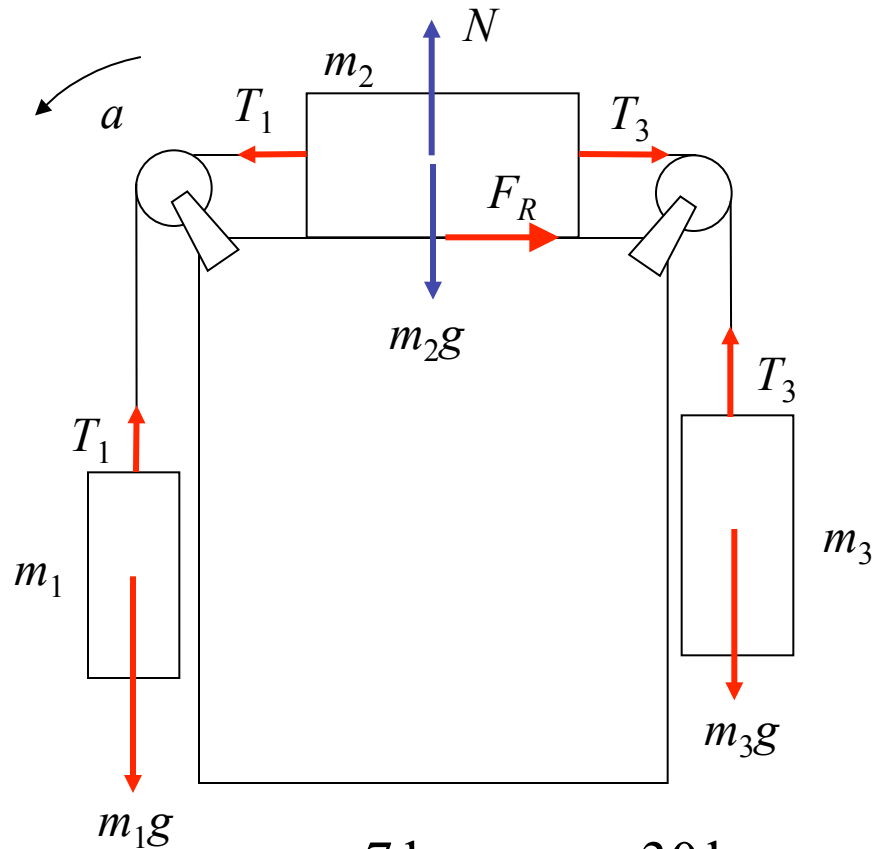
$$\sum_i \vec{F}_i = m \vec{a} \Rightarrow \begin{cases} \mu_s N - mg \sin \theta = 0 \\ N - mg \cos \theta = 0 \end{cases}$$

$$\cancel{\mu_s} \cancel{mg} \cos \theta - \cancel{mg} \sin \theta = 0$$

$$\mu_s = \tan \theta$$

Ejemplo

Tres bloques m_1 , m_2 , m_3 están conectadas como se indica en la figura a través de hilos y poleas ideales. El coeficiente de rozamiento con la superficie de la mesa es μ . Determinar hacia dónde se moverá el conjunto de los tres bloques, y con qué aceleración.



$$m_1 = 7 \text{ kg}, \quad m_2 = 30 \text{ kg}$$

$$m_3 = 5 \text{ kg}, \quad \mu = 0.1$$

$$-m_1g + T_1 = -m_1a$$

$$N - m_2g = 0$$

$$-T_1 + \mu m_2g + T_3 = -m_2a$$

$$T_3 - m_3g = m_3a$$

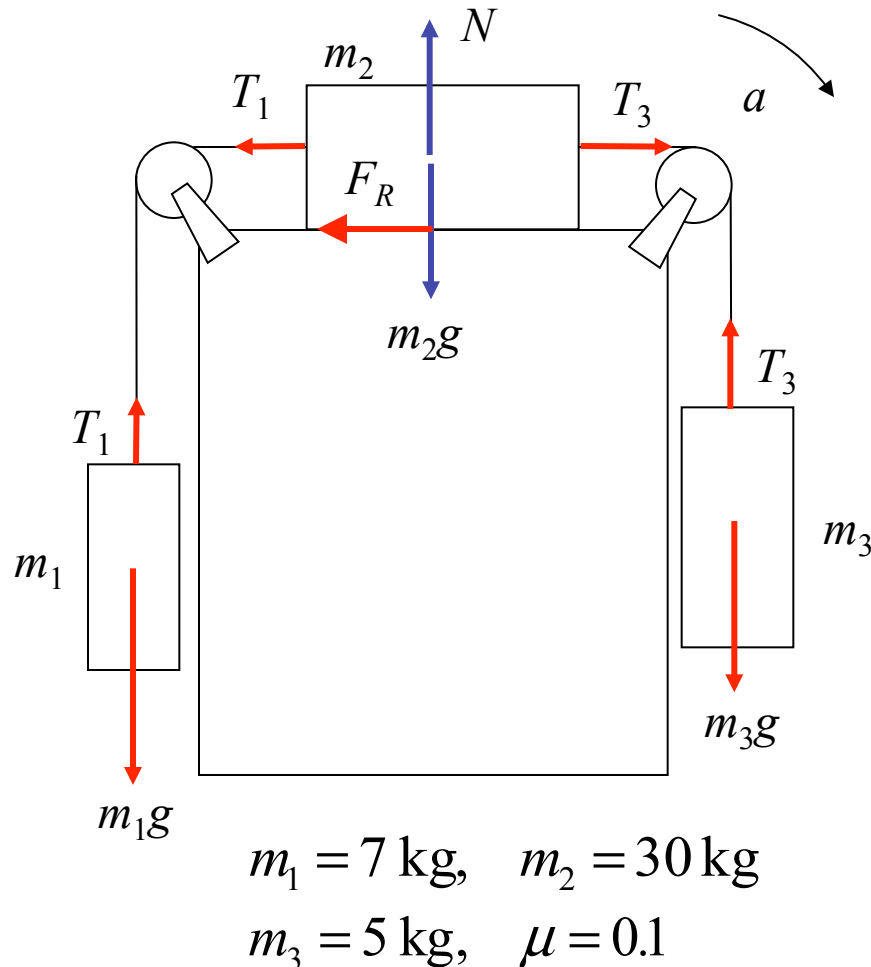
$$a = \frac{m_1 - \mu m_2 - m_3}{m_1 + m_2 + m_3} \cdot g = -0.23 \text{ m/s}^2$$

$$\Rightarrow m_1 - \mu m_2 - m_3 \geq 0$$

$$\Rightarrow m_1 \geq m_3 + \mu m_2$$

$$a = \frac{m_1 - \mu m_2 - m_3}{m_1 + m_2 + m_3} \cdot g$$

$$m_1 \geq m_3 + \mu m_2$$



$$-m_1 g + T_1 = m_1 a$$

$$-T_1 - \mu m_2 g + T_3 = m_2 a$$

$$T_3 - m_3 g = -m_3 a$$

$$a = \frac{-m_1 - \mu m_2 + m_3}{m_1 + m_2 + m_3} \cdot g = -1.26 \text{ m/s}^2$$

$$\Rightarrow -m_1 - \mu m_2 + m_3 \geq 0$$

$$\Rightarrow m_1 \leq m_3 - \mu m_2$$

i.e. el sistema no se mueve si

$$m_3 - \mu m_2 \leq m_1 \leq m_3 + \mu m_2$$