Física I

Apuntes de Clase 2, 2023

Turno E

Prof. Susana Conconi

Objetivos de la Clase

-Introducir las tres Leyes de Newton. Mostrar que los cuerpos estudiados en Mecánica clásica son INERTES, es decir que por sí mismos no pueden cambiar su estado de movimiento. Introducir la INTERACCIÓN como concepto necesario para observar CAMBIOS DE ESTADO y asociarles magnitudes físicas (medibles) que permitan establecer relaciones cuantitativas entre la INTERACCIÓN y el CAMBIO DE ESTADO.

- Aclarar qué parte del universo adquiere el rol de Sistema Físico (bajo estudio) y cuál el de Agente.

- Aislar e identificar al sistema físico en estudio y distinguirlo de su entorno.

- Aplicar las leyes de Newton a distintas situaciones.

- Vinculos (sogas- poleas)

Recordando de la clase pasada:

Ley de transformación de velocidades de Galileo

$$\vec{v}_{p,S} = \vec{v}_{p,S'} + \vec{v}_{S',S}$$

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

y

$$\overrightarrow{\mathbf{v}_{S',S}} = cte$$

$$\vec{a}_{p,S} = \vec{a}_{p,S'} + 0$$

Las aceleraciones observadas desde dos marcos de referencia que se mueven con $\mathbf{v}$ = cte, ¡¡¡ son iguales !!!

Definidas las magnitudes cinemáticas (posición, velocidad y aceleración) estudiaremos las leyes que relacionan estas cantidades con los conceptos de masa y fuerza

Dinámica: estudio de las causas del movimiento

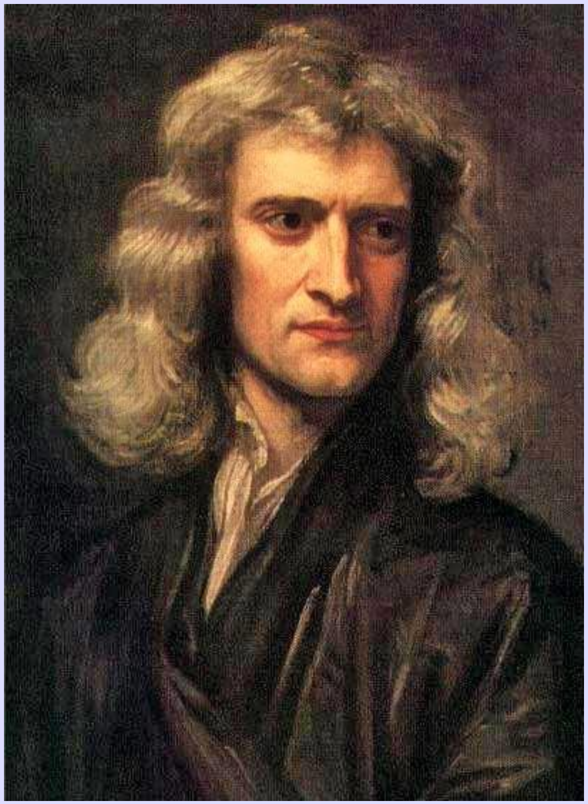
Predecir el movimiento

$$\vec{a}\,(t)$$

$$\vec{v}\,(t)$$

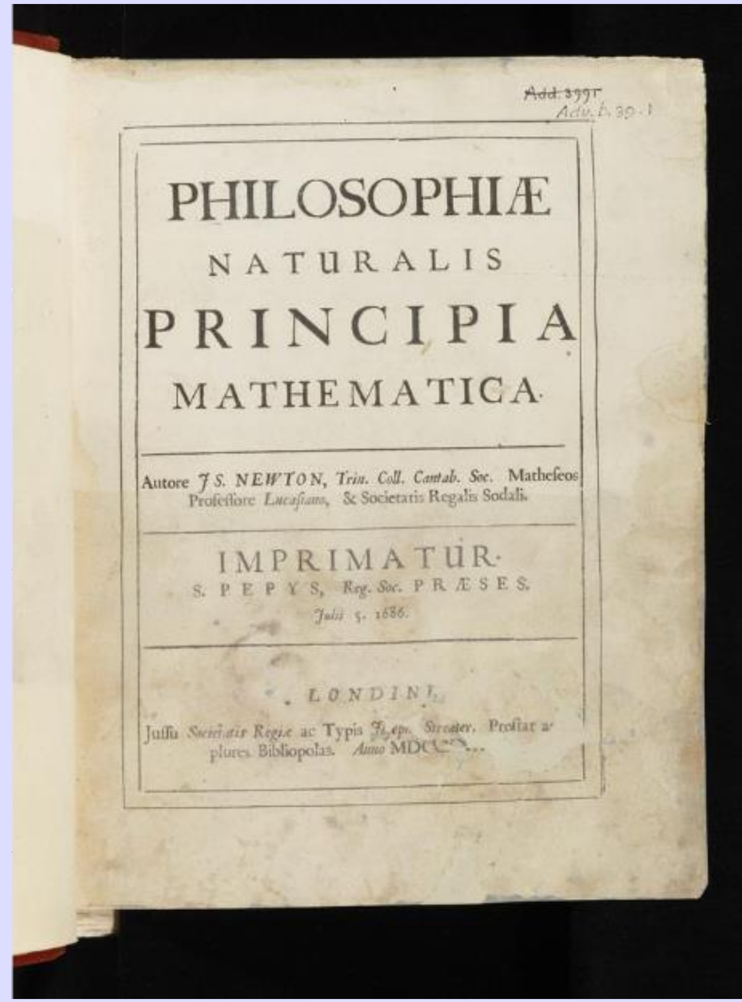
$$\vec{r}\,(t)$$

Philosophiæ naturalis principia mathematica de Isaac Newton publicado el 5 de Julio de 1687



Isaac Newton

1643-1727



PHILOSOPHIÆ
NATURALIS
PRINCIPIA
MATHEMATICA.

Autore J S. NEWTON, Trin. Coll. Cantab. Soc. Matheſeos Profeſſore Lucaſiano, & Societatis Regalis Sodali.

IMPRIMATUR.
S. PEPYS, Reg. Soc. PRÆSES.
Julii 5. 1686.

LONDINI,
Juſſu Societatis Regiæ ac Typis Joſeph. Streater. Proſtat a-
plures Bibliopolas. Anno MDC…

http://cudl.lib.cam.ac.uk/view/PR-ADV-B-00039-00001/17

Leyes de Newton

Primer postulado de la Mecánica:

Si sobre una partícula la suma de las fuerzas actuantes es cero, entonces es posible hallar un conjunto de marcos de referencia en los cuales esa partícula se mueva a velocidad constante; tales observadores se denominan observadores inerciales.

Segundo postulado de la Mecánica:

La resultante de las fuerzas actuantes sobre una partícula coincide con el cambio en el tiempo de su cantidad de movimiento.

$$\sum_i \vec{F}_i = \frac{d\,\vec{P}}{d\,t}$$

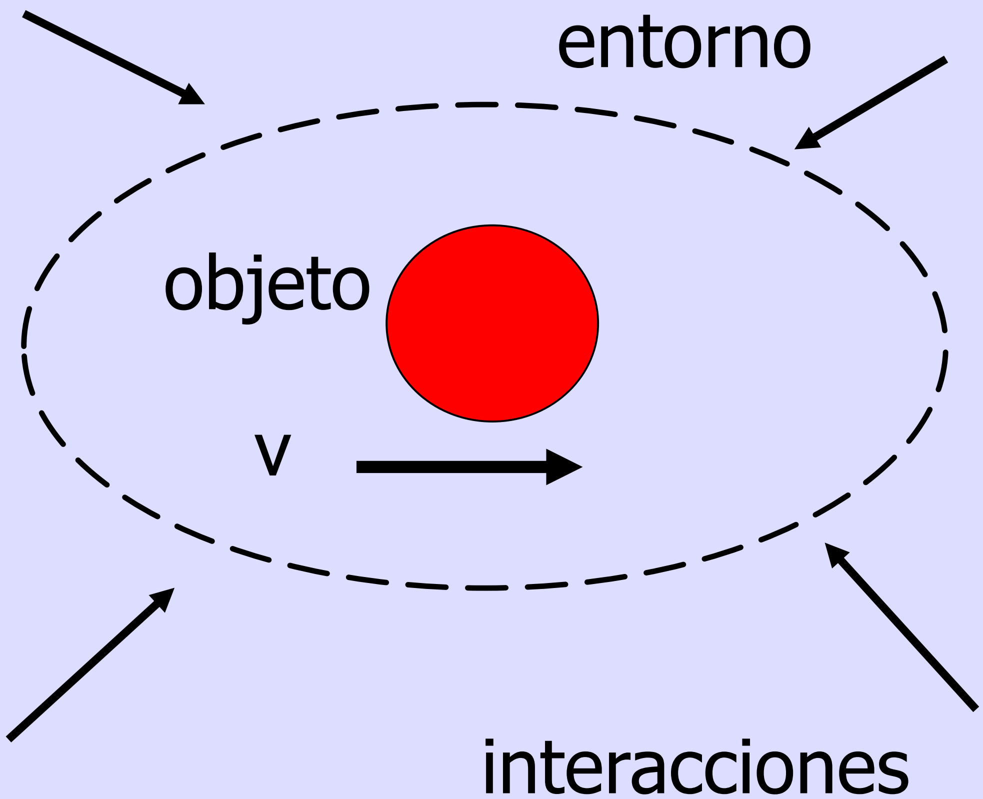
Tercer postulado de la Mecánica:

Cuando dos cuerpos interactúan entre sí, aparecen fuerzas mutuas de ***"acción y reacción"*** que tienen igual módulo, sentido opuesto y aparecen simultáneamente aplicadas en cuerpos diferentes.

Primera ley de Newton

Establece los marcos de referencia desde los cuales son aplicables las Leyes de Newton.

Si sobre una partícula no existen interacciones o si la interacción neta que actúa sobre un cuerpo es 0, entonces es posible hallar un conjunto de marcos de referencia en los cuales ese cuerpo se mueva con $\vec{\mathbf{v}}$= cte o permanezca en reposo. Tales sistemas se denominan “inerciales”



Si el “resultado” de la interacción es nula o no hay ningún tipo de interacción, ⇒

no hay ningún cambio de la velocidad del cuerpo

Si en cambio, hay algún tipo de interacción neta, la velocidad cambiará, ⇒

¡¡¡ Existirá alguna aceleración !!!

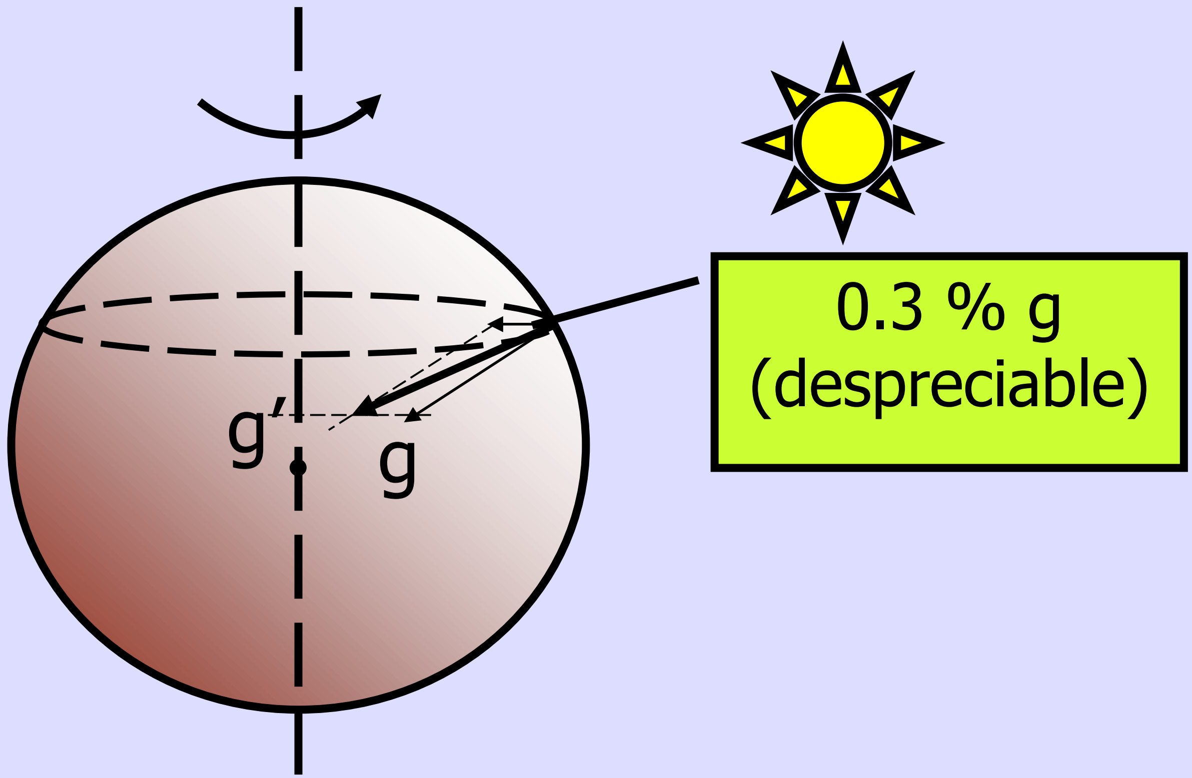
Consideremos un cuerpo sobre el cual no opera ninguna fuerza “neta” (resultante nula).

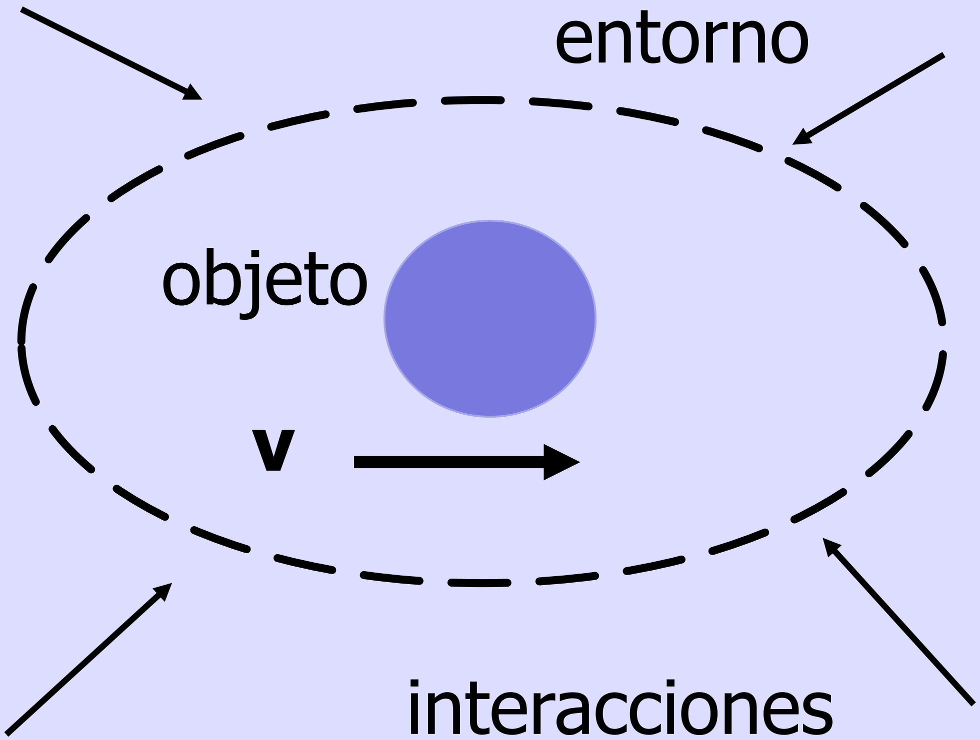
Si se encuentra en *reposo*, permanecerá en ese estado. Si se mueve con *velocidad constante*, seguirá desplazándose con la misma velocidad.

No hay distinción entre una partícula sobre la que no existen interacciones externas o sobre la que actúan interacciones externas cuyo valor neto sea nulo.

¡¡¡Existen infinitos marcos de referencia inerciales que nos permiten intercambiar información !!!

Siempre trataremos con sistemas de referencia inerciales: la Tierra es aproximadamente un marco de referencia inercial !!





Si el “resultado” de la interacción sobre un objeto es nula o no hay ningún tipo de interacción,
$\Rightarrow$no hay ningún cambio de la velocidad del cuerpo

Si en cambio, hay algún tipo de interacción neta, habrá un cambio en el estado de movimiento del objeto, estará acelerado

Interacciones $\Leftrightarrow$ Fuerzas

$\Updownarrow$

2da Ley

Segunda Ley de Newton

"Estado de movimiento": según Newton depende no sólo de la velocidad $\vec{v}$ sino también de la masa m del objeto.

Definición: cantidad de movimiento $\boxed{\vec{P} = m\,\vec{v}}$

$$\boxed{\sum_i \vec{F}_i = \frac{d\,\vec{P}}{d\,t}}$$

La fuerza resultante sobre una dada partícula produce una variación en el tiempo de la cantidad de movimiento $\vec{P}$.

Si $\sum_i \vec{F}_i = 0 \Rightarrow \boxed{\vec{P} = cte}$

Unidades:

$$[p] = [m][v] = kg\,\frac{m}{s}$$

Segunda Ley de Newton

La resultante de las fuerzas actuantes sobre una partícula coincide con el cambio en el tiempo de su cantidad de movimiento.

$$\sum_i \vec{F}_i = \frac{d\,\vec{P}}{d\,t} = \frac{d}{d\,t}(m\,\vec{v}) = m\frac{d\,\vec{v}}{d\,t} = m\,\vec{a}$$

Si m es cte

Unidades:

$$[a] = \frac{m}{s^2} \quad ; \quad [F] = [m][a] = kg\,\frac{m}{s^2} = Newton$$

Segunda Ley de Newton

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

Caso particular para *m* constante

OJO!!! Son 3 ecuaciones escalares, una para cada eje:

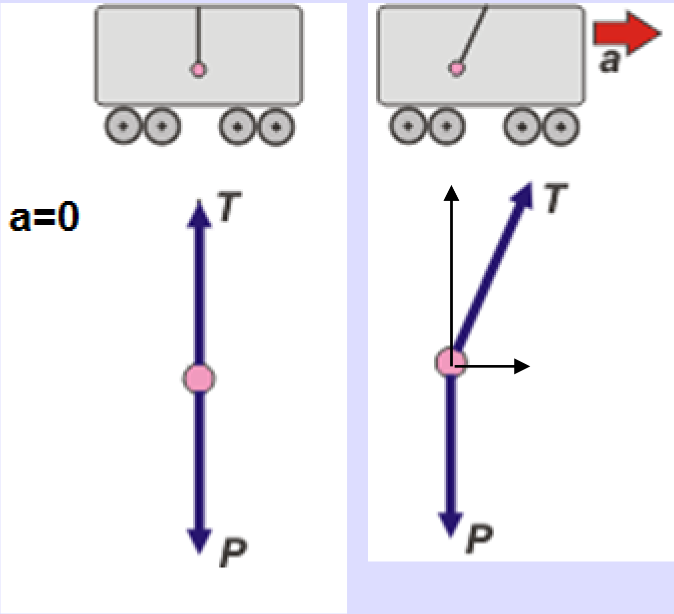
$$\sum_i F_{x,i} = m\,a_x \qquad \sum_i F_{y,i} = m\,a_y \qquad \sum_i F_{z,i} = m\,a_z$$

<u>Ejemplo 1</u>: Descripción de movimientos desde marcos de referencias inerciales y no inerciales.

<u>Objetivo</u>: Resaltar la importancia de los marcos (o sistemas) de referencia para determinar el estado de movimiento y de los Sistemas de Coordenadas para determinar la posición.

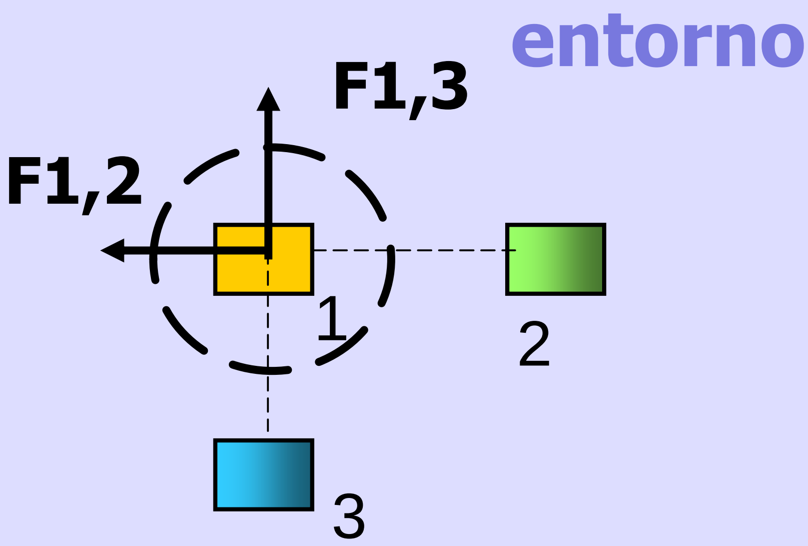
Un estudiante de física viaja en un tren de La Plata a Buenos Aires. Observa un péndulo sujeto al techo. Describa el movimiento del péndulo, visto por las vacas al costado de las vías, cuando:

- El tren está parado.
- Arranca.
- Va a velocidad constante entre estaciones.
- Frena en la siguiente estación.



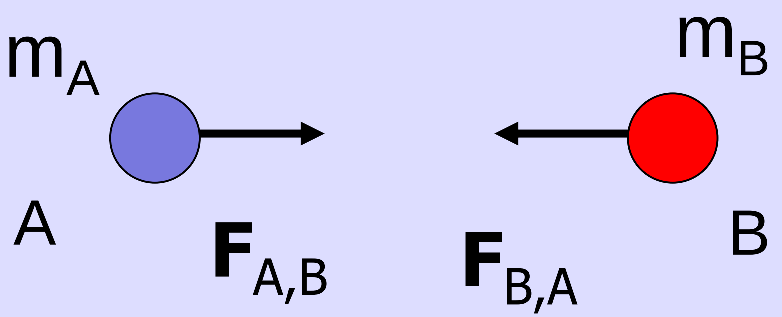
Tercera Ley de Newton

Las fuerzas que actúan sobre un cuerpo son consecuencia de la interacción con los otros cuerpos que conforman su entorno:



Toda fuerza sobre el cuerpo 1 tiene una equivalente sobre el cuerpo 2. Las fuerzas aparecen simultáneamente de a pares.

No existe una fuerza aislada.



El cuerpo A ejerce una fuerza $F_{B,A}$ sobre el cuerpo B.

El cuerpo B entonces debe ejercer una fuerza $F_{A,B}$ sobre el cuerpo A, de tal forma que:

$$\vec{F}_{A,B} = -\vec{F}_{B,A}$$

acción

$$\left|\vec{F}_{A,B}\right| = \left|\vec{F}_{B,A}\right|$$

reacción

Tercera ley de Newton

Cuando dos cuerpos interactúan entre sí, aparecen fuerzas mutuas de ***"acción y reacción"*** cuyas características son las siguientes:

Tienen igual módulo, sentido opuesto y aparecen simultáneamente aplicadas en cuerpos diferentes.

Ejercicio 3 Clase II: Tercer ley de Newton. Cuerpos y análisis de fuerzas en donde actúan.

Objetivo: Analizar situaciones en función de la Tercera Ley de Newton.

Una persona intenta mover un ropero empujándolo. La fuerza que hace sobre el ropero, ¿es igual, mayor o menor a la que el ropero hace sobre él? Contestar para las siguientes situaciones:

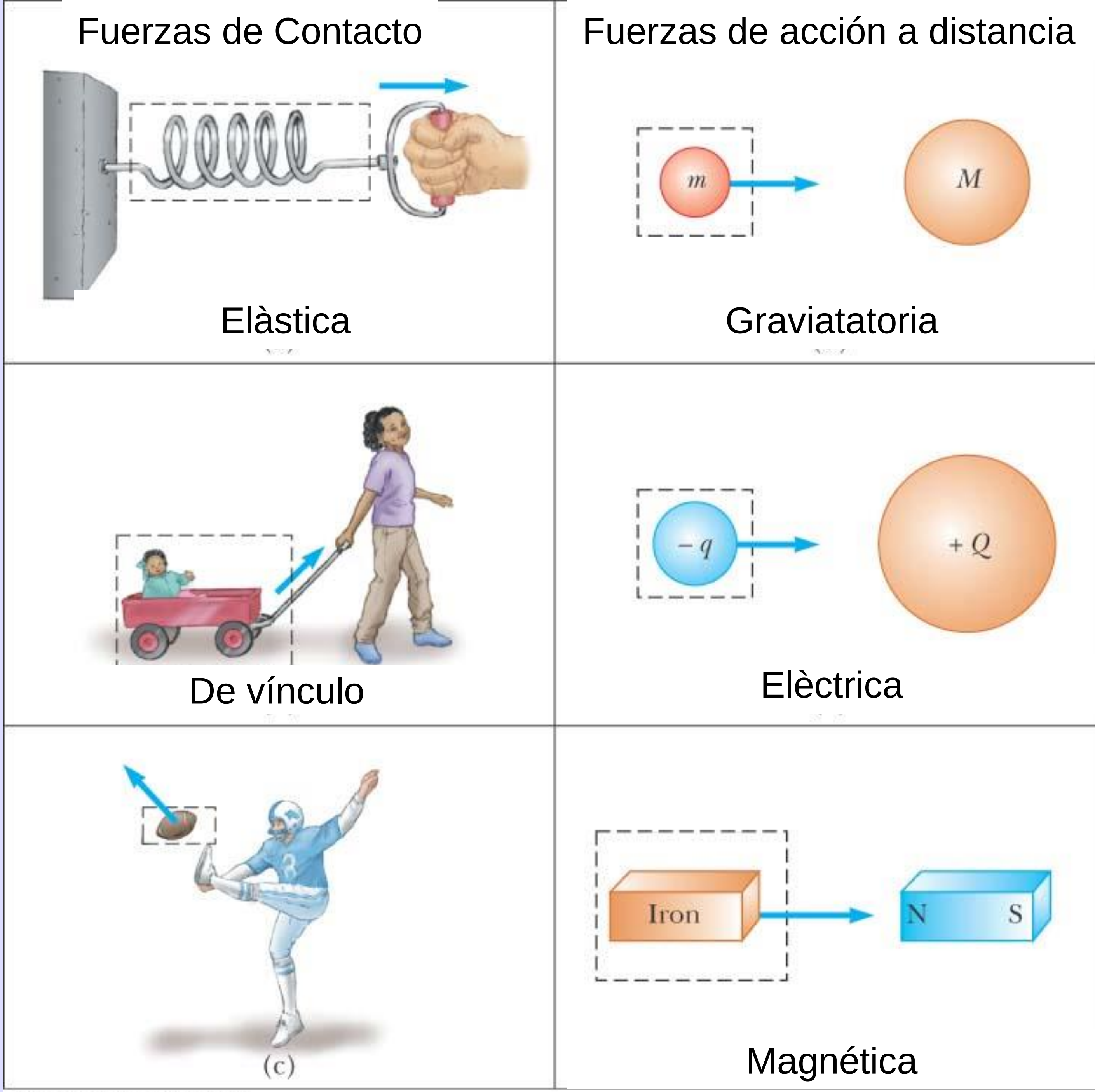
a) Si no logra moverlo.

b) Si logra mover el ropero y éste se desplaza a velocidad constante.

c) Si logra mover el ropero con aceleración constante.


F ropero
F juan

Tipos de fuerzas

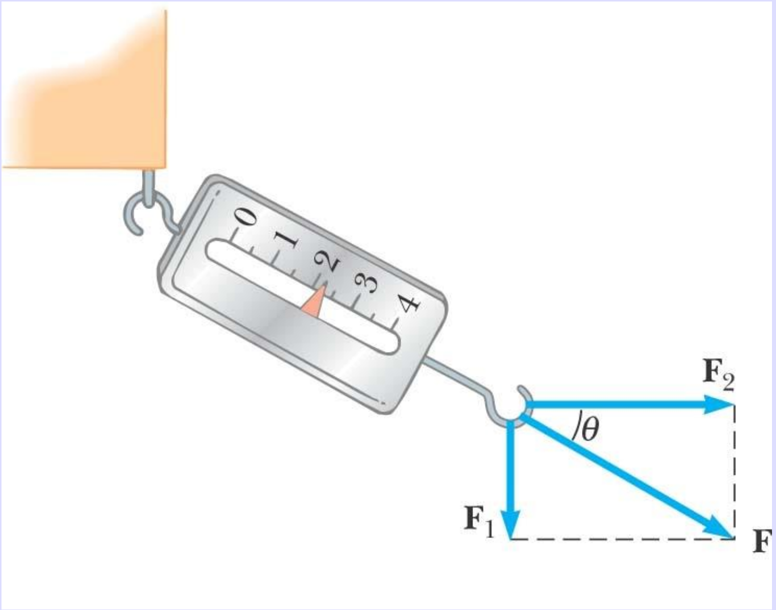


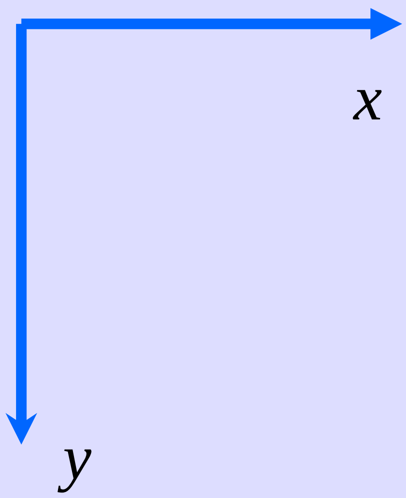
Una vez determinado el sistema físico en estudio, definimos el modelo que lo describe

Por Ej.Modelo de partícula

Es suficiente representar al objeto es estudio con un PUNTO del espacio y que las sucesivas posiciones de ese punto del espacio representan satisfactoriamente la trayectoria del objeto estudiado.

- a) Que tiene MASA,
- b) Del que no necesitamos conocer FORMA, TAMAÑO O COMPOSICIÓN para predecir su estado de movimiento.(Sin formas, ni caras, lados o facetas)
- c) Cuya POSICIÓN y DESPLAZAMIENTO (respecto del SISTEMA DE COORDENADAS SELECCIONADO) puede describirse mediante UN SOLO VECTOR (r, Δr)
- Si necesitamos incluir nociones sobre la forma y orientación del objeto porque no es suficiente la información obtenida a partir de la representación como un punto, entonces diremos que el objeto se comporta como un CUERPO. (retomaremos mas adelante en la materia)





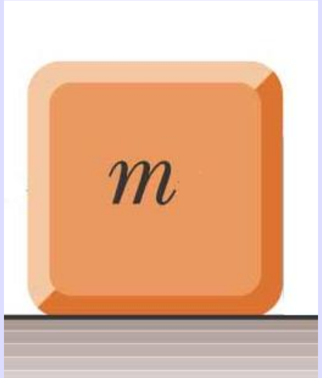
- Sistema de coordenadas

- Descomposición de fuerzas

Diagrama de cuerpo libre (DCL)

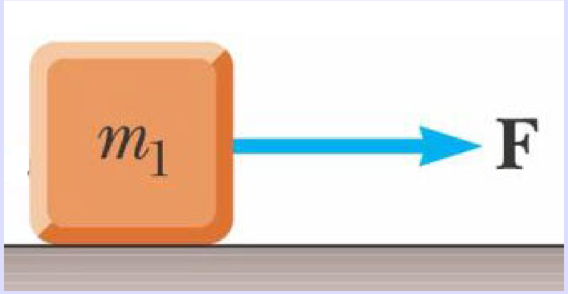
Esquema de todas las acciones (fuerzas) que actúan sobre un objeto, representando cada una por un vector

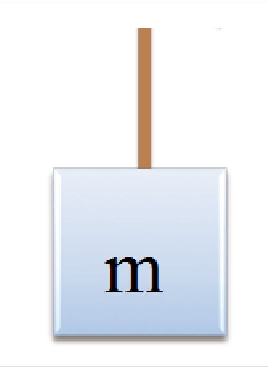
Si el modelo es de **masa puntual** o partícula, las **fuerzas son concurrentes**



¿Agentes externos?

¿Pares accion –reaccion?





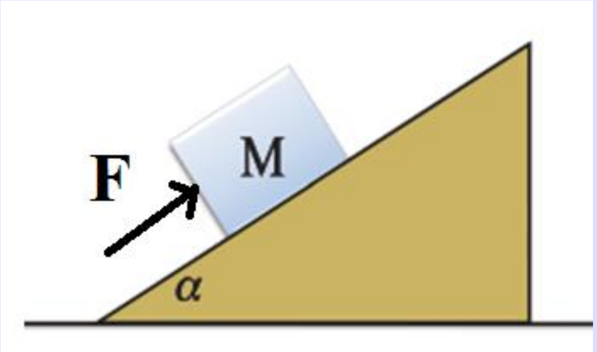
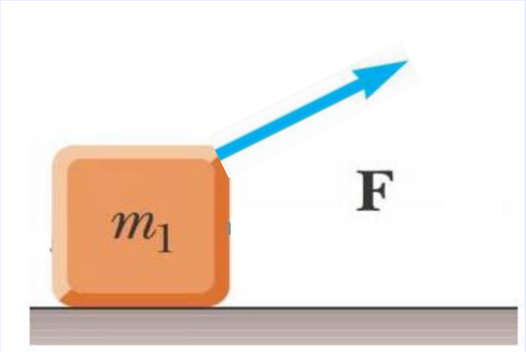


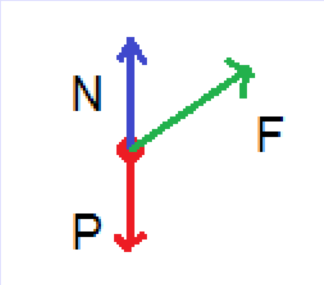
Diagrama de cuerpo libre (DCL)

Ej.
Esquema de la situación:



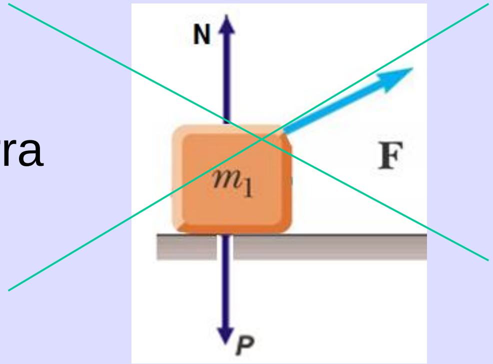
Bloque apoyado sobre una superficie, tirado por una fuerza inclinada respecto a ella

Diagrama de cuerpo libre (DCL):



¿Agentes externos?

¿Pares accion –reaccion?



Asumimos la fuerza Peso como la atracción de la tierra sobre los objetos y se calcula como ***P*=m.*g***. La veremos con detalle mas adelante

APROXIMACIONES Y SUPOSICIONES

MARCO DE REFERENCIA INERCIAL

- Observador moviéndose a v=cte (incluye v=0) en el intervalo de tiempo durante el cual se realiza la observación (medida): La Tierra

- Aceleración de la gravedad, g = constante = $9{,}8 m/s^2$

APROXIMACIONES Y SUPOSICIONES

Cuerdas ideales

-Masa despreciable

-Inextensibles

-Transmiten la tensión sin modificarla, pemiten cambiar la dirección (polea)

Poleas ideales

-Masa despreciable

-Sin roce en el eje

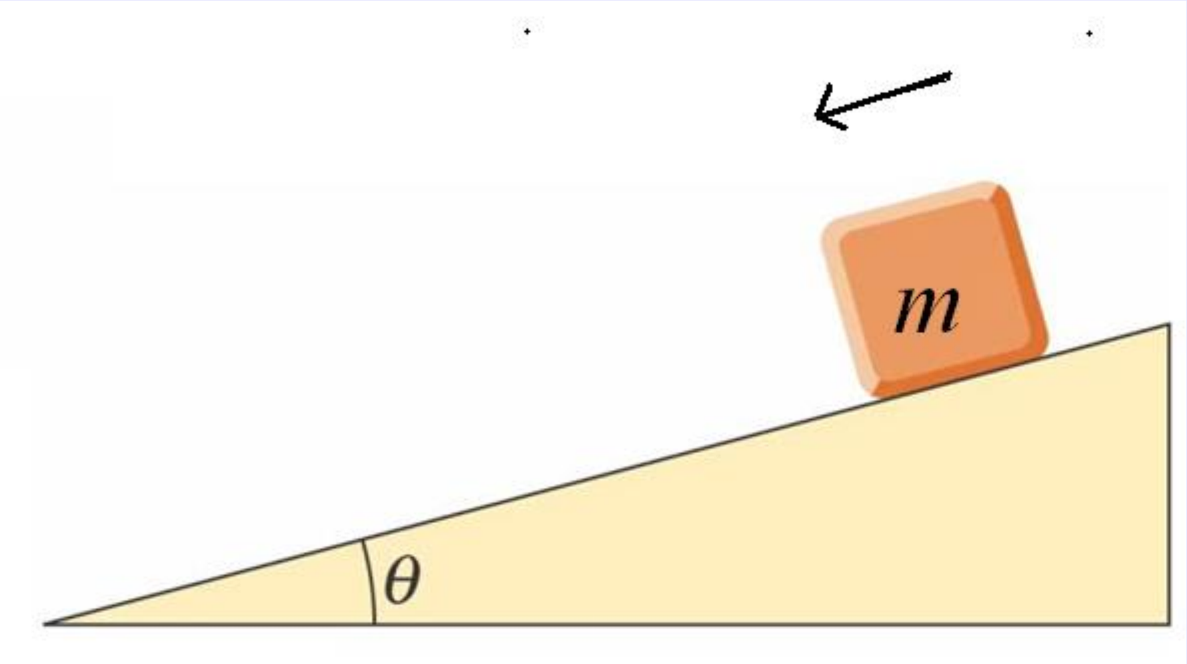
Superficies ideales

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

¿Cómo trabajar con las leyes de Newton?

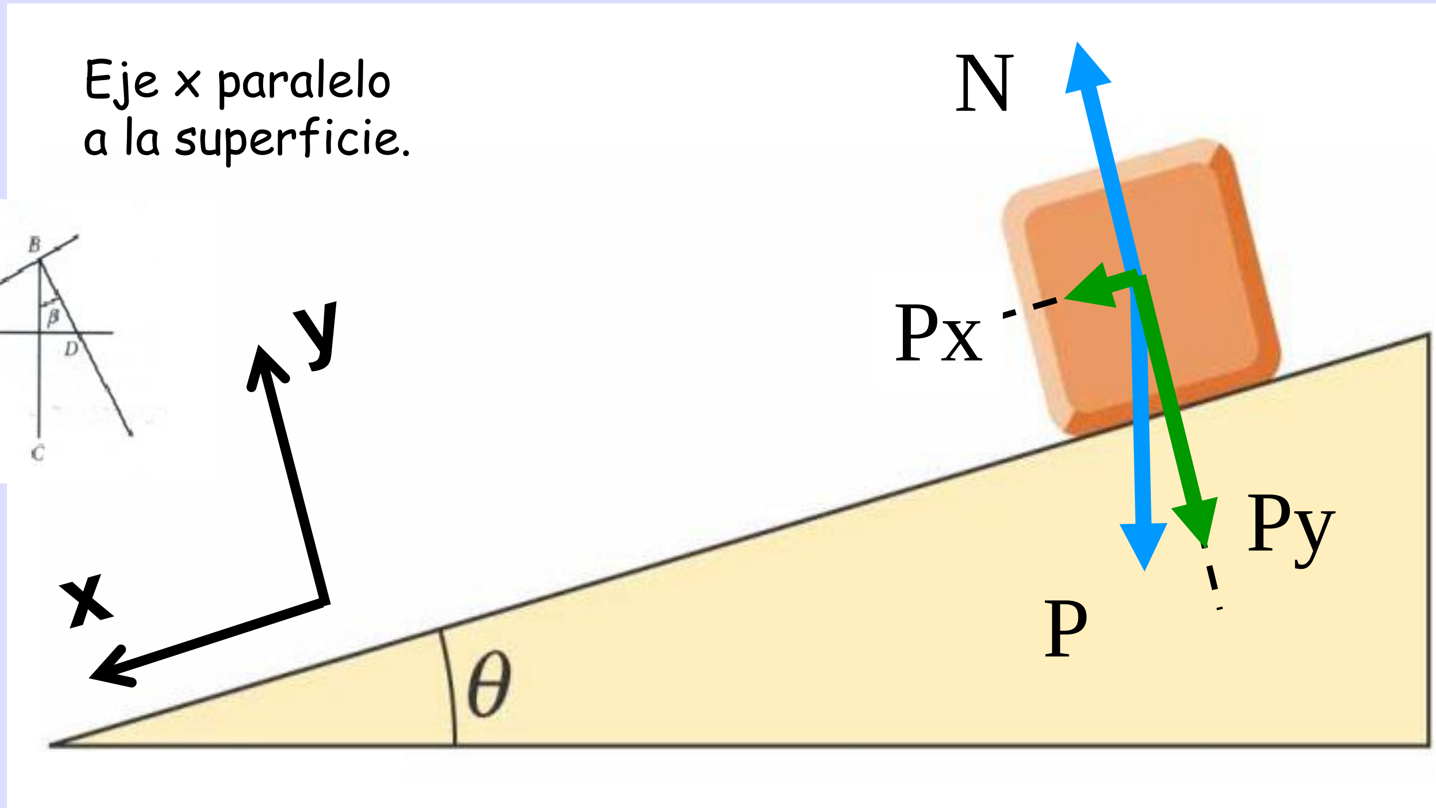
1) Definir el **sistema de estudio** y **modelo. Definir las aprox. y suposiciones**
2) Elegir un **sistema de referencia inercial** y de **coordenadas.**
1) Identificar todas las **interacciones** actuantes (**agentes**)
2) Hacer un **diagrama** de **cuerpo libre**
3) Ubicar **acciones** y **reacciones**
4) Identificar las **variables conocidas** y las **incógnitas.**
5) Utilizar las **ecuaciones (2da Ley)**

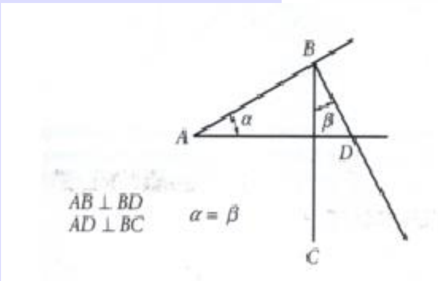
Ejemplo 1:



¿Con qué aceleración desciende el bloque por el plano inclinado liso?

¿Cuánto vale el módulo de **N**?





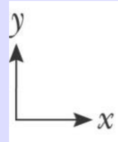
Observador
en un
sistema
inercial

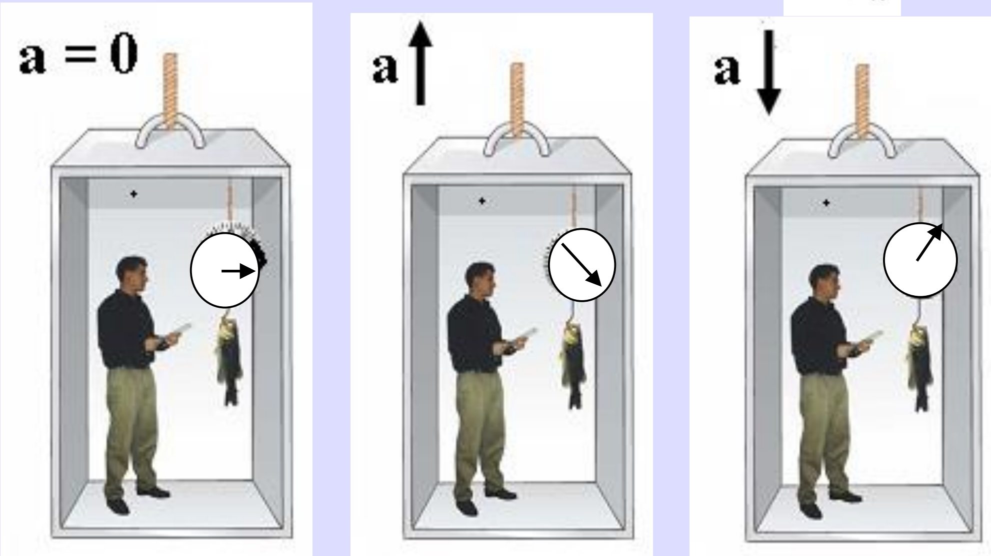
$$\sum F_x = P_x = m\,g\,sen\theta = m\,a_x \Rightarrow \boxed{a_x = g\,sen\theta}$$

$$\sum F_y = N - P_y = N - m\,g\,cos\theta = 0 \Rightarrow \boxed{N = m\,g\,cos\theta}$$

Ejemplo 2: Objeto (SF) colgando del techo del ascensor

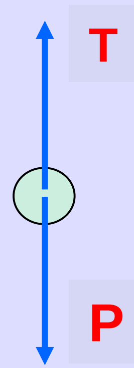
SR: *Dentro del ascensor*





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

$a = 0$

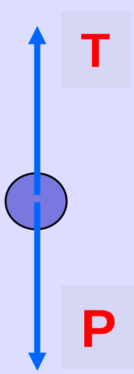


$T - P = 0$

$T = P$

¡Pero la balanza marca distinto si el ascensor esta en reposo, sube o baja!

¡El ascensor no es un sistema inercial de referencia !



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

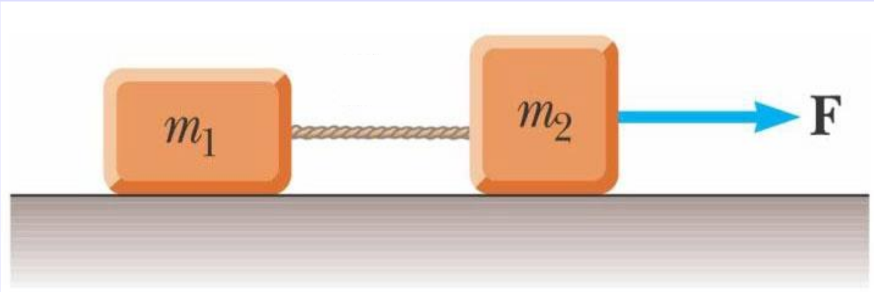
$T - P = ma$

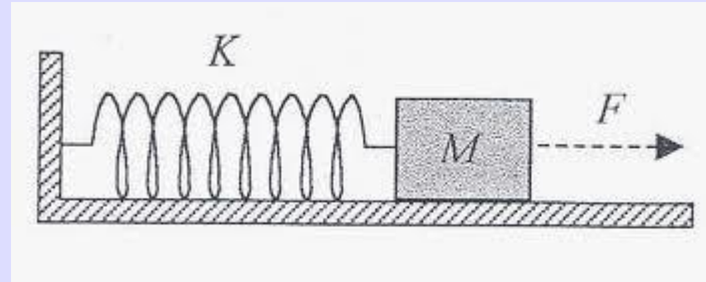
$a = 0$ $\quad T = P \quad$ *si está en reposo ó a v cte.*

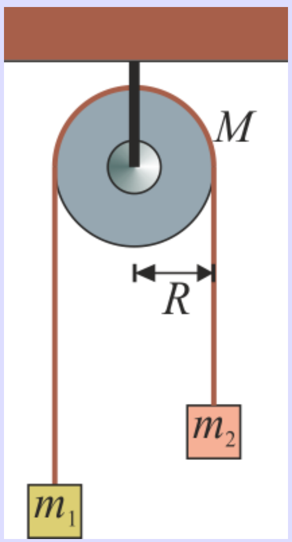
$T = P + ma$ $\quad$ *si sube (a>0)*

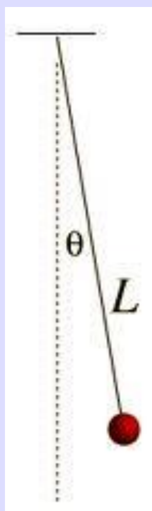
$T = P - ma$ $\quad$ *si baja (a<0)*

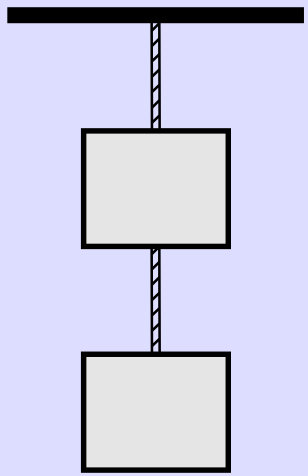
Situaciones con vínculos que estudiaremos:

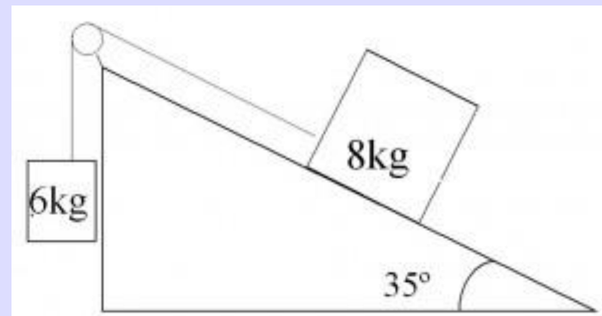


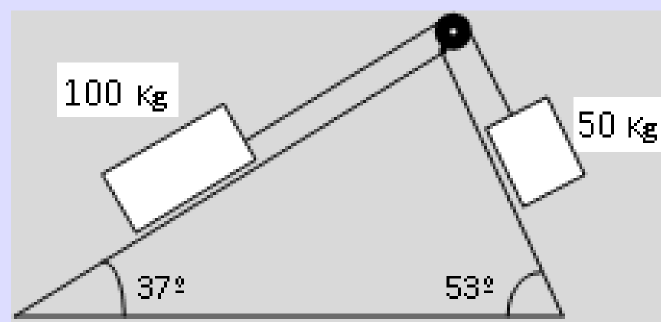






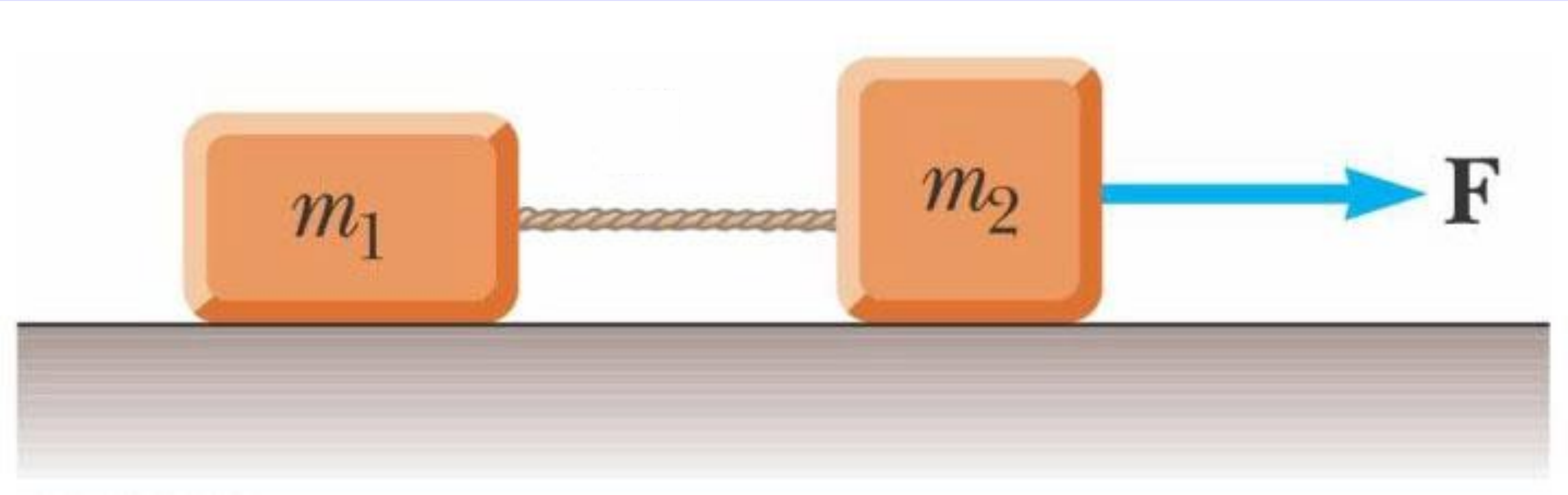






Ejemplo 3:

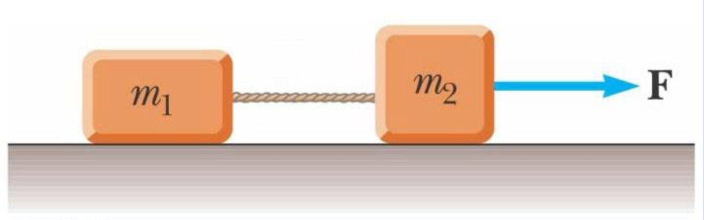
- Conociendo los valores de F, m_1 y m_2, hallar la expresión de la tensión “T” entre los 2 objetos y de “a_x”:

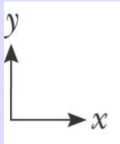


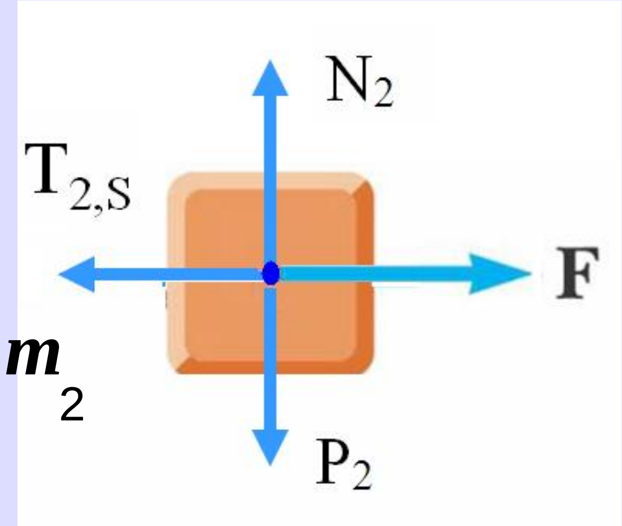
Bloques modelados como partícula
Soga ideal

Observador en un sistema inercial

Fuerzas sobre objeto 2 :

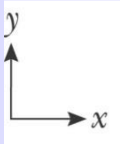


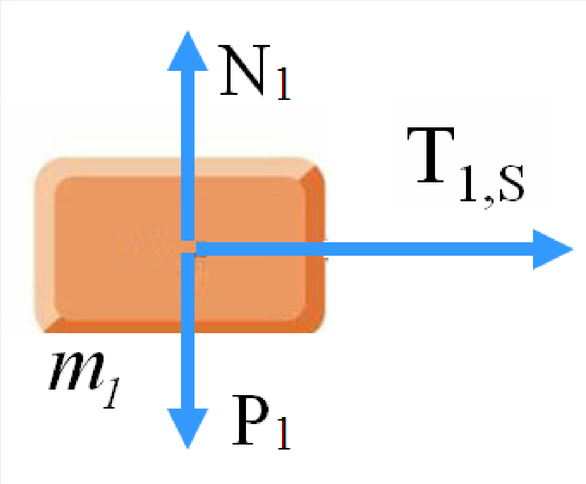




$$\begin{cases} \sum F_x = F - T_{2,S} = m_2\, a_x \\ \sum F_y = N_2 - P_2 = 0 \end{cases}$$

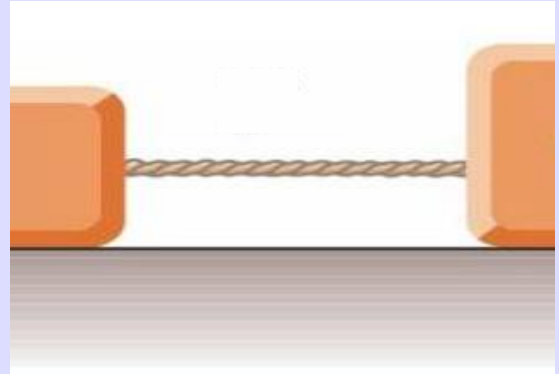
Fuerzas sobre objeto 1:





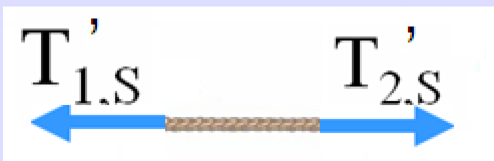
$$\begin{cases} \sum F_x = T_{1,S} = m_1\, a_x \\ \sum F_y = N_1 - P_1 = 0 \end{cases}$$

¿Que pasa con la soga?

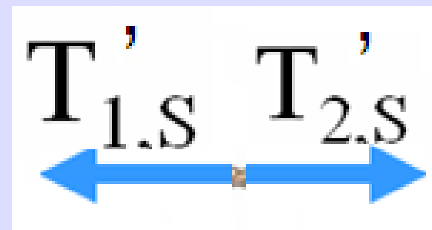


Si aplicamos la 2da y 3ra Ley de Newton sobre la soga:

En x



DCL



$T'_{2,S}$ y $T'_{1,S}$ Son las reacciones a $T_{2,S}$ y $T_{1,S}$

$$\sum F_x = T'_{2,S} - T'_{1,S} = m_S \, a_x$$

Si la soga es ideal, $\boldsymbol{m_s = 0}$, $T'_{2,S} = T'_{1,S}$ $\quad T_{2,S} = T_{1,S}$

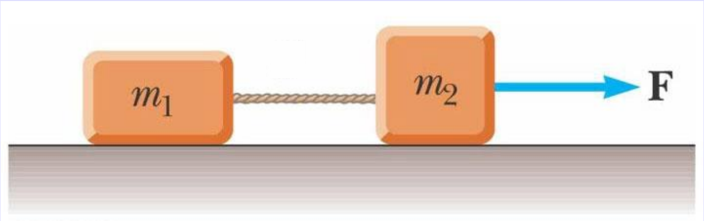
$\vec{T}_{1,S}$ y $\vec{T}_{2,S}$ ¿son un par de acción y reacción? ¡NO!

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

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

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

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



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

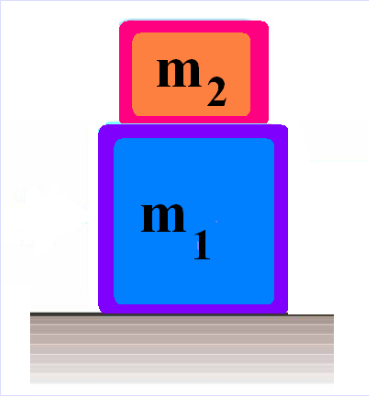
$$\left|\vec{T}_{1,s}\right| = \left|\vec{T}_{2,s}\right|$$

$$\boxed{a_x = \frac{F}{m_2 + m_1}}$$

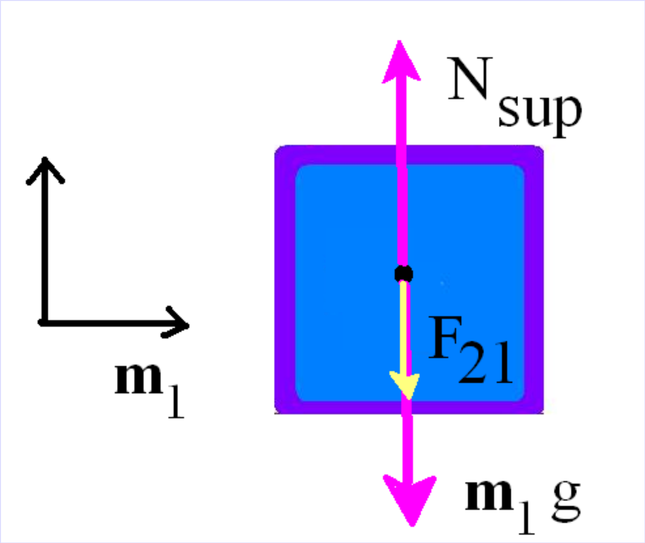
$$\boxed{T = T_{1,s} = T_{2,s} = \frac{F}{\dfrac{m_2}{m_1} + 1}}$$

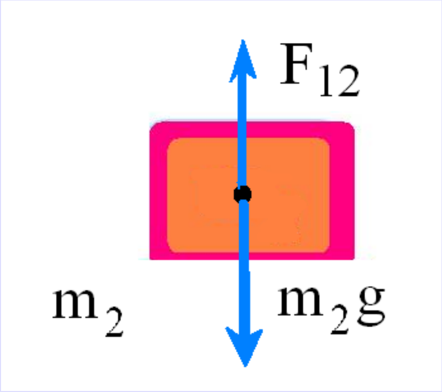
$$\boxed{a_x = \frac{F}{m_{Total}}}$$

Ejemplo 4: Bloques superpuestos en reposo



¿Qué interacciones hay en cada cuerpo?



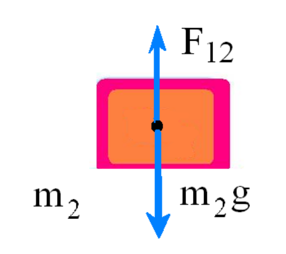


¿Pares Acción - Reacción?

Cual es el valor de la fuerza de contacto con la superficie, Nsup?

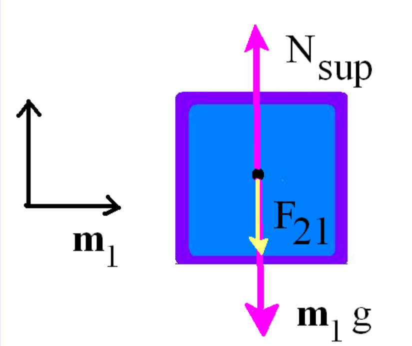
Para el cuerpo 2, en el eje y:

$$\sum F_y = F_{1,2} - P_2 = 0$$



Para el cuerpo 1, en el eje y:

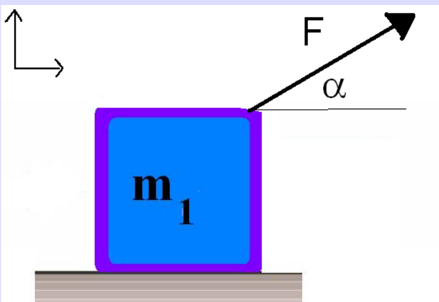
$$\sum F_y = N_{sup} - F_{2,1} - P_1 = 0$$



Con $F_{1,2} = F_{2,1}$ por 3ra Ley de Newton

Despejamos y nos queda; $N_{sup} = P_1 + P_2$

¿El módulo de la fuerza normal es siempre igual al módulo del peso?

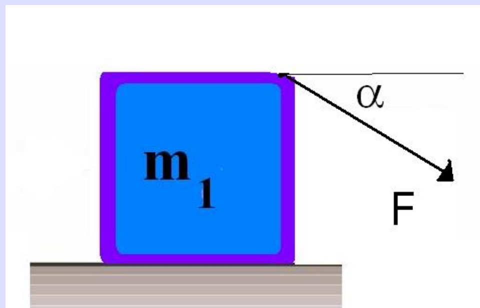


$$\sum \bar{F} = m\bar{a}$$

en y:

N + F sen a – P = 0

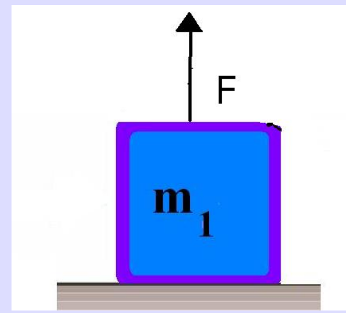
N = P - F sen α



en y:

N - F sen a – P = 0

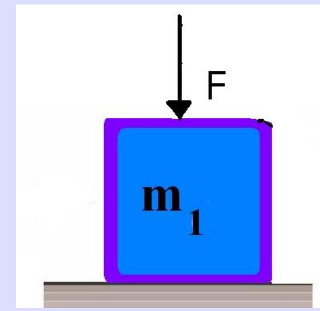
N = P + F sen α



en y:

N +F – P = 0

N = P - F



en y:

N - F– P = 0

N = P + F

Ejemplo 4 :

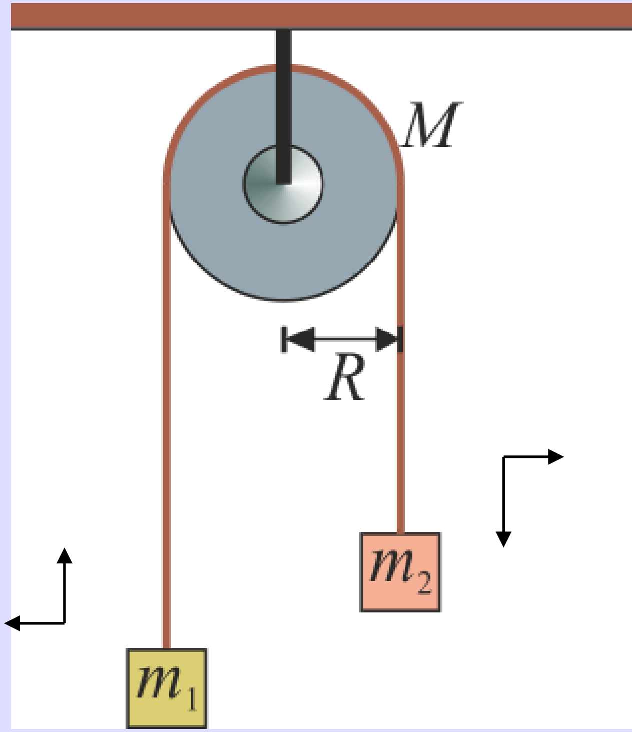
El aparato mostrado en la figura, llamado máquina de Atwood, se utiliza para medir la aceleración de la gravedad g, a partir de la aceleración de los cuerpos situados en los extremos de la cuerda.

Suponiendo despreciables las masas de la cuerda y la polea, así como el rozamiento en el eje de la polea,

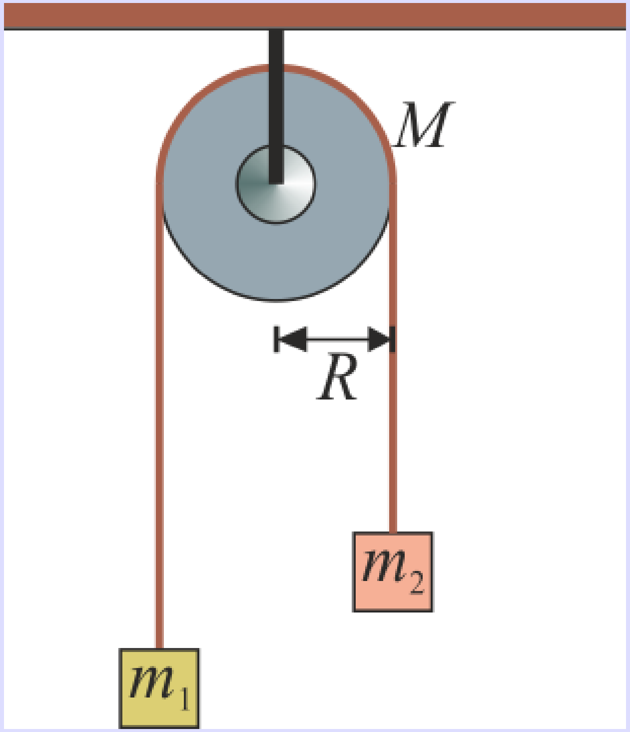
a)demostrar que el módulo de la aceleración de los cuerpos y la tensión de la cuerda vienen dadas por

$a = |m_1 - m_2| / (m_1 + m_2) g$

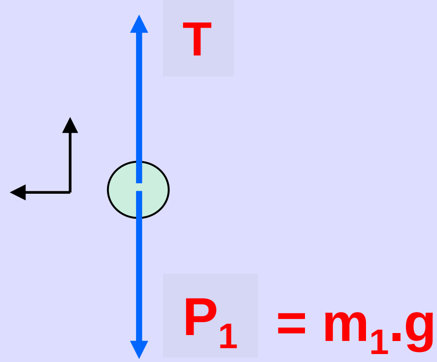
$T = 2\, m_1\, m_2\, g / (m_1 + m_2)$.



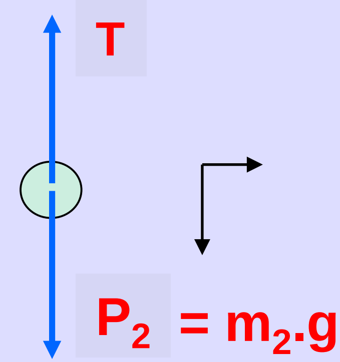
b) ¿Cuál sería la aceleración de m_1 si se quita el cuerpo 2 y se lo reemplaza por una fuerza de módulo $F = m_2 g$?



DCL bloque 1



DCL bloque 2



Para el bloque 1

$$\sum F_x = T - P_1 = m_1 a$$

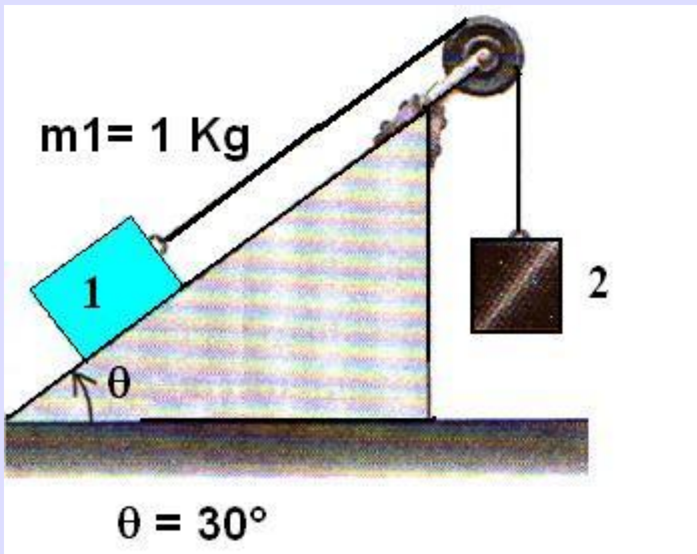
Para el bloque 2

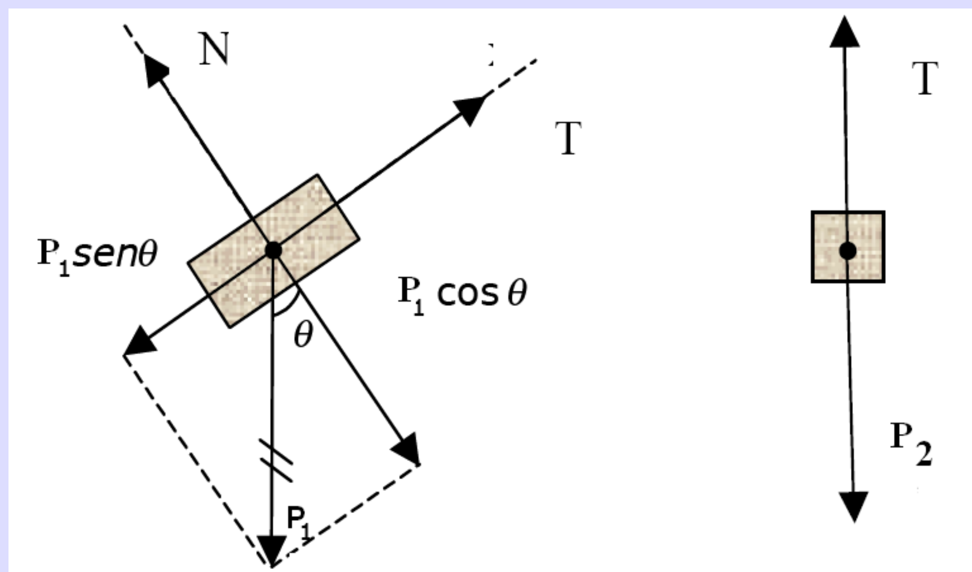
$$\sum F_x = P_2 - T = m_2 a$$

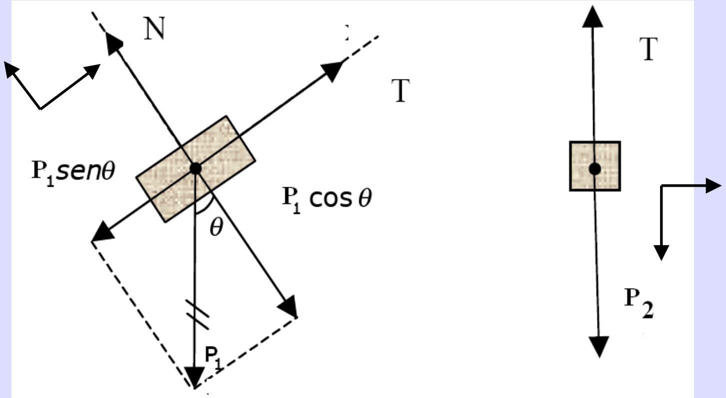
Nos queda:

$$P_2 - P_1 = m_1 a + m_2 a$$

Ejemplo 5: Conocida la masa (m1) sobre el plano inclinado y el ángulo (θ) de inclinación, determinar la masa del cuerpo que cuelga si el sistema está en reposo. Se desprecia la masa de la soga y la fricción en el plano y en el eje de la polea.







Elegimos un sistema de coordenadas para cada cuerpo que sea coherente para que ambos tengan la misma aceleración (signo y modulo)

Aplicamos la 2da Ley de Newton a cada cuerpo

Bloque 1

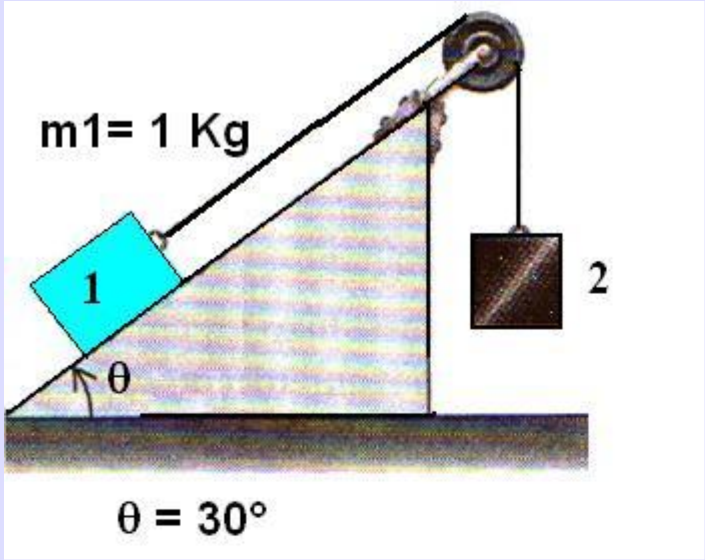
$$\sum F_x = T - P_{1x} = T - m_1\, g\, sen\,\theta = m_1\, a_x$$

$$\sum F_y = N - P_{1y} = N - m_1\, g\, \cos\theta = 0$$

Bloque 2

$$\sum F_x = P_2 - T = m_2 a$$

$$a = a_x = 0 \ \ en\ reposo$$



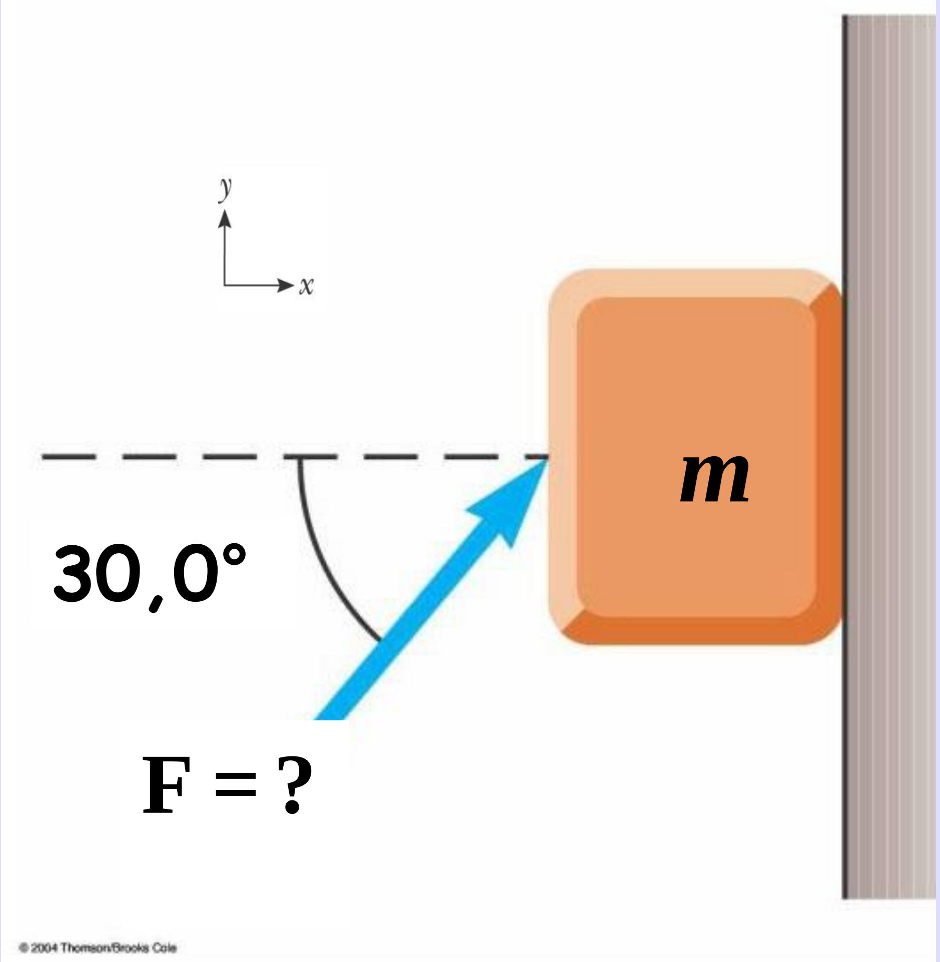
Despejando m_2, para que el sistema este en reposo llegamos a

$$m_2 = m_1 \operatorname{sen}\theta :$$

Si m_1 = 1kg

Si m_2 = ½ kg

Para animarse y entregar



Pared lisa

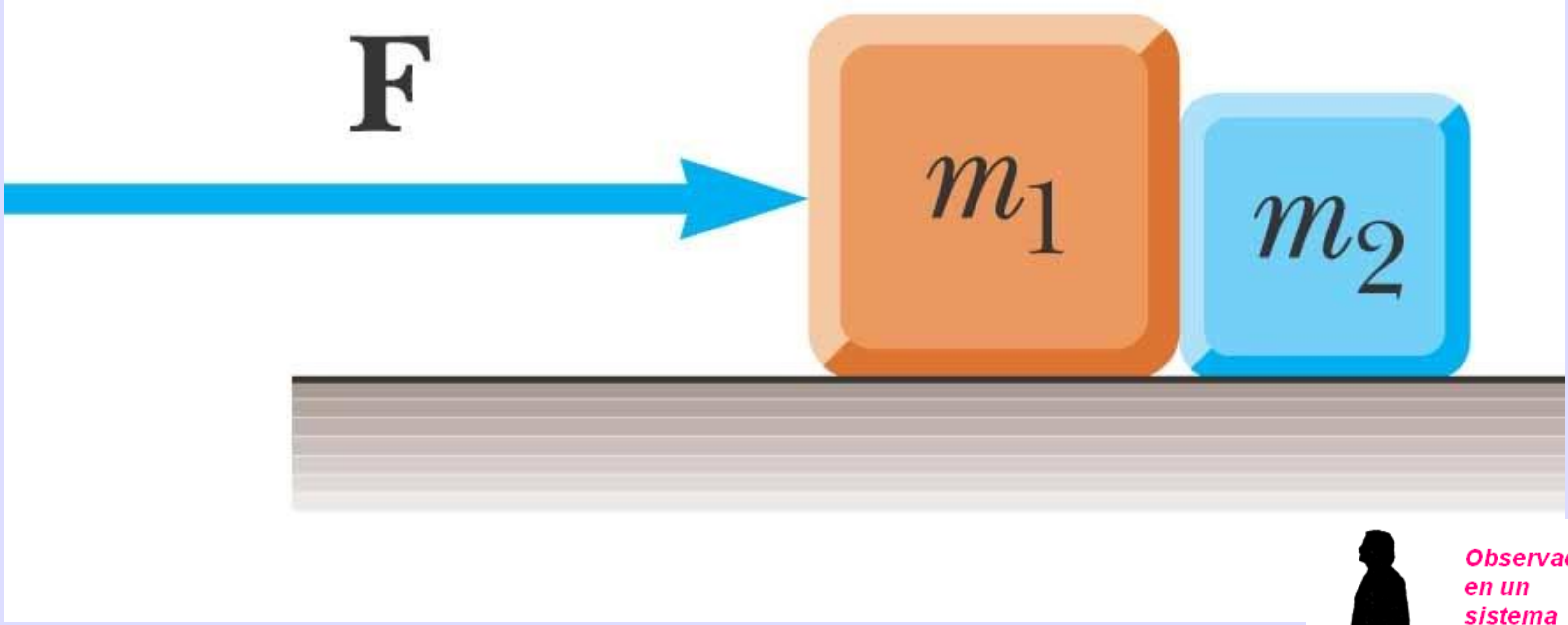
Si la masa del bloque tiene 1kg

a) ¿que valor debe tener **F** para que m adquiera una aceleración de 1 m/s^2?

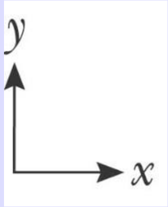
b) Podríamos conseguir imprimir al bloque dicha aceleración si el ángulo fuera de 0° o 90°

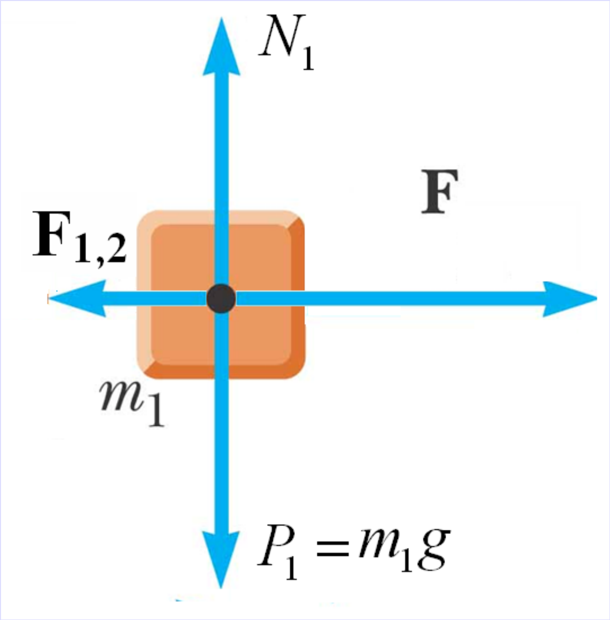
Ejemplo : Explicado en la práctica

- Conociendo los valores de F, m_1 y m_2, hallar las expresiones de "a_x" y de la fuerza de contacto entre los 2 objetos "$F_{1,2}$":

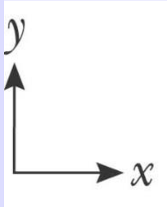


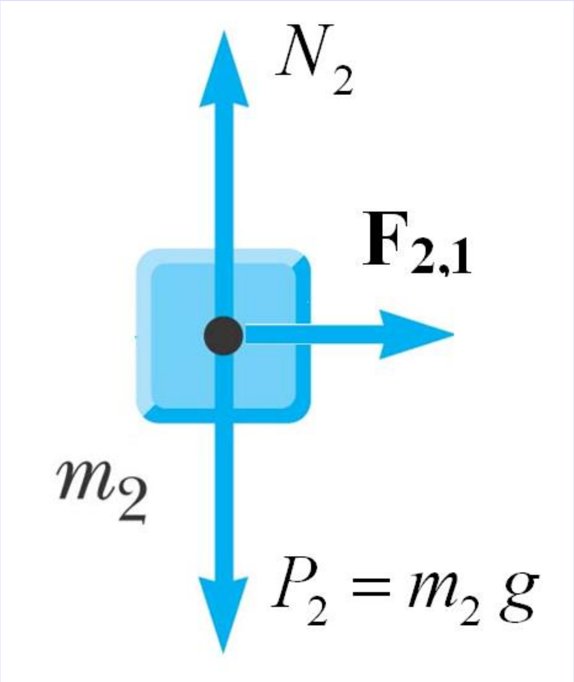
Fuerzas sobre objeto 1 (modelo partícula):





Fuerzas sobre objeto 2
(modelo partícula):

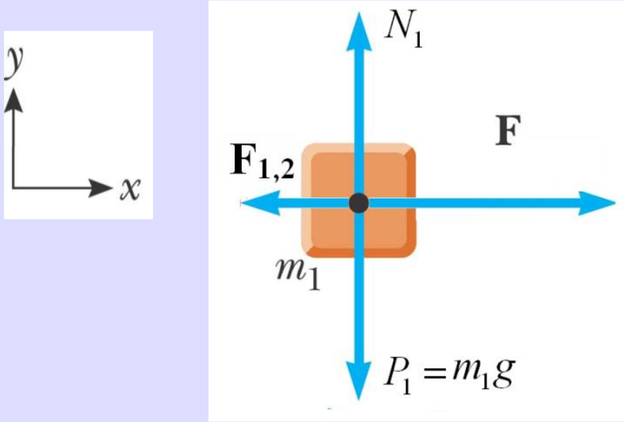




Reacciones ?

Aplicamos la 2da ley

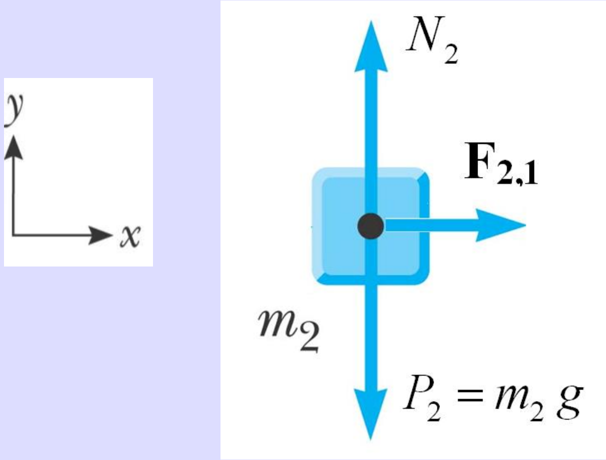
Para el bloque 1:



$$\sum F_x = F - F_{1,2} = m_1 \, a_x$$

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

Para el bloque 2:



$$\sum F_x = F_{2,1} = m_2 \, a_x$$

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

2da Ley

Sobre objeto 1 → $$\sum F_x = F - F_{1,2} = m_1\, a_x$$

Sobre objeto 2 → $$\sum F_x = F_{2,1} = m_2\, a_x$$

3ra Ley

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

$$\boxed{a_x = \frac{F}{m_1 + m_2}}$$

$$\boxed{a_x = \frac{F}{m_{Total}}}$$

$$\boxed{F_{2,1} = m_2 \frac{F}{m_1 + m_2}}$$