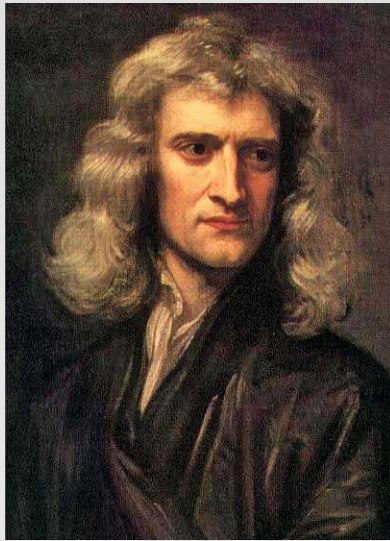


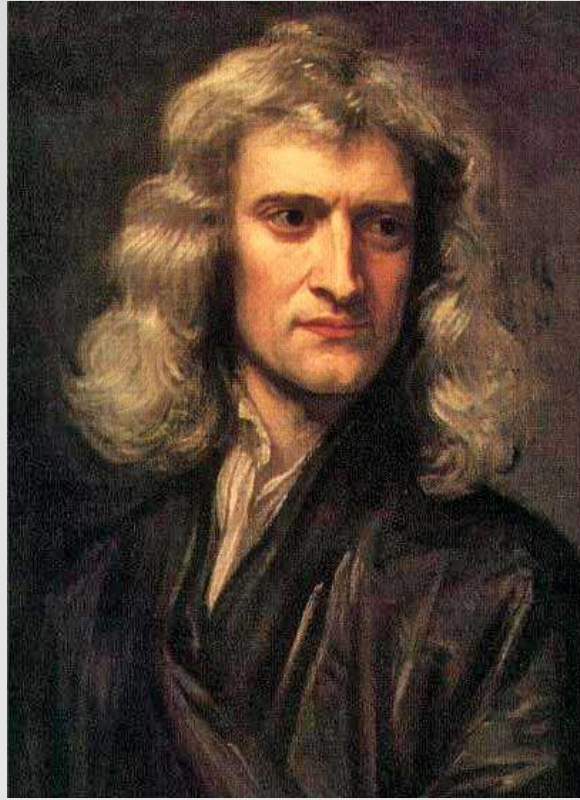
# Física I

## Apuntes de Clase 2



Turno H

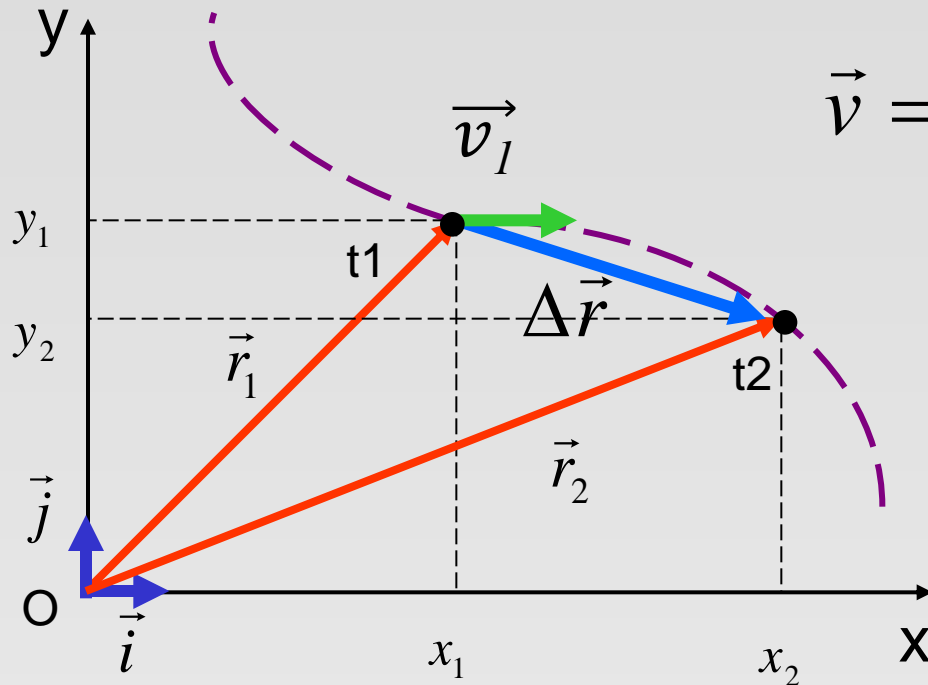
Prof. Pedro Mendoza Zélis



Isaac Newton

1643-1727

# Magnitudes cinemáticas: velocidad instantánea



$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \vec{v}_m = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

derivada

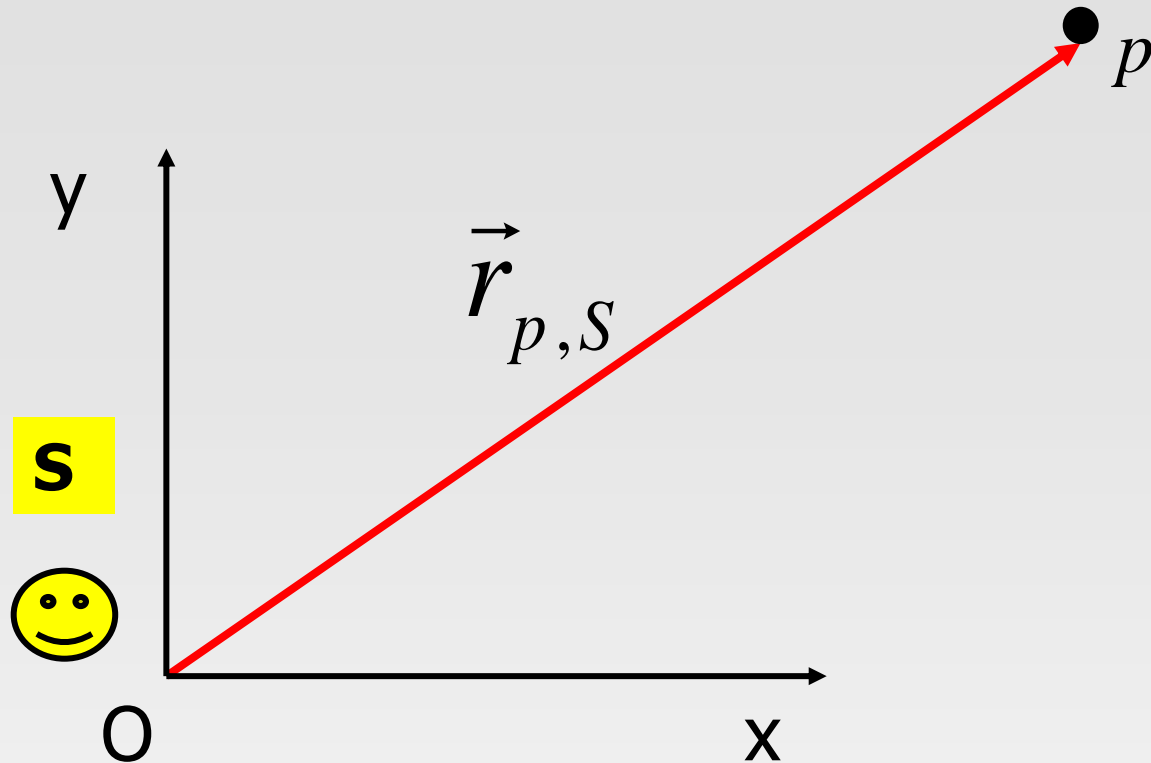
La dirección de la velocidad instantánea ( $\vec{v}_l$ ) en el instante t1 coincide con tangente a la curva en el punto P1, apuntando en la dirección del movimiento de la partícula.

# Notación

$$\vec{r}_{A,B}$$

Posición de A respecto de B

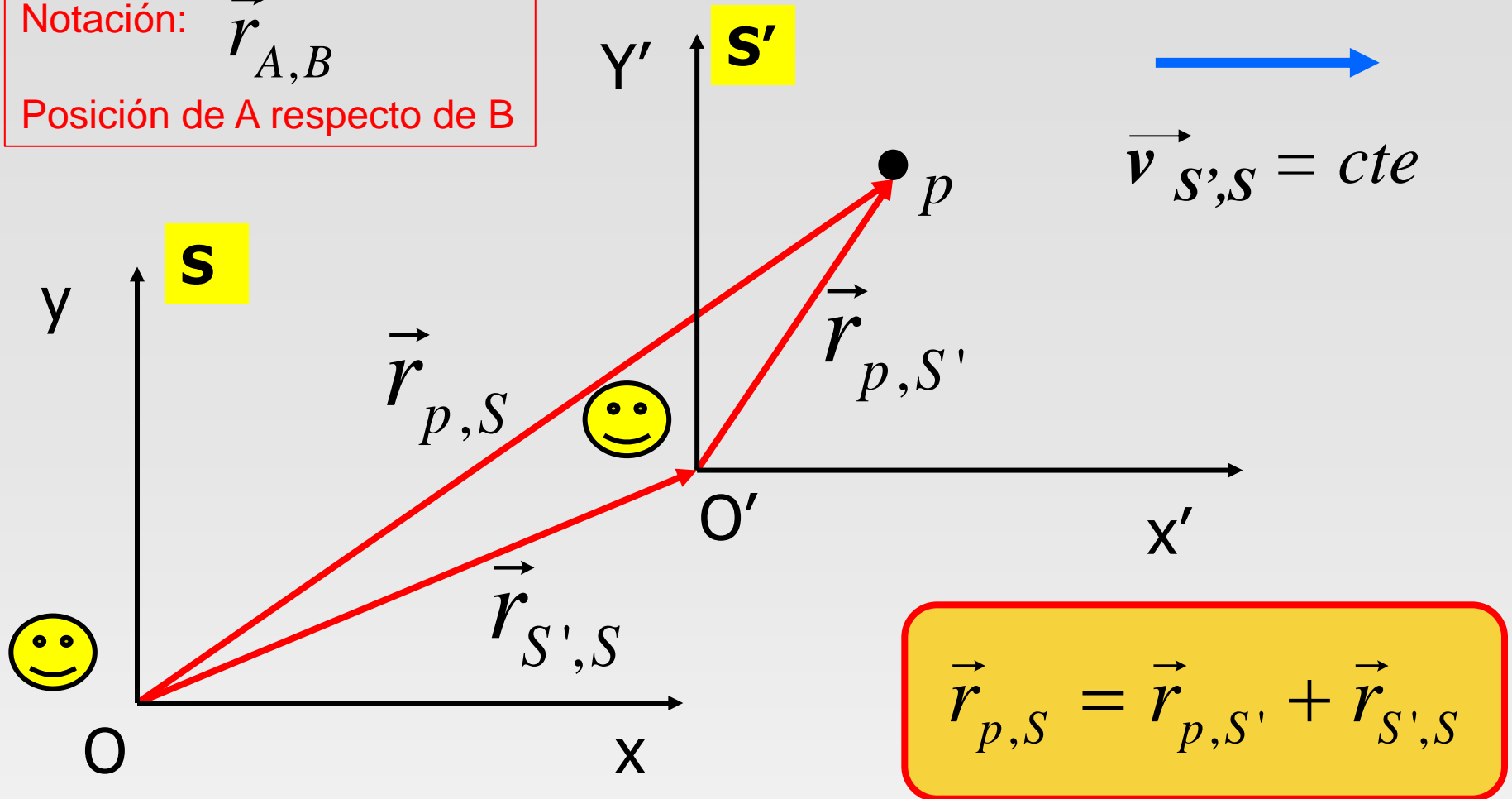
¡No confundir con la posición de B respecto de A!



# Velocidad relativa

¿Qué relación de velocidades existe entre dos observadores **S** y **S'**?

Notación:  $\vec{r}_{A,B}$   
Posición de A respecto de B



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

Derivando la expresión anterior obtenemos:

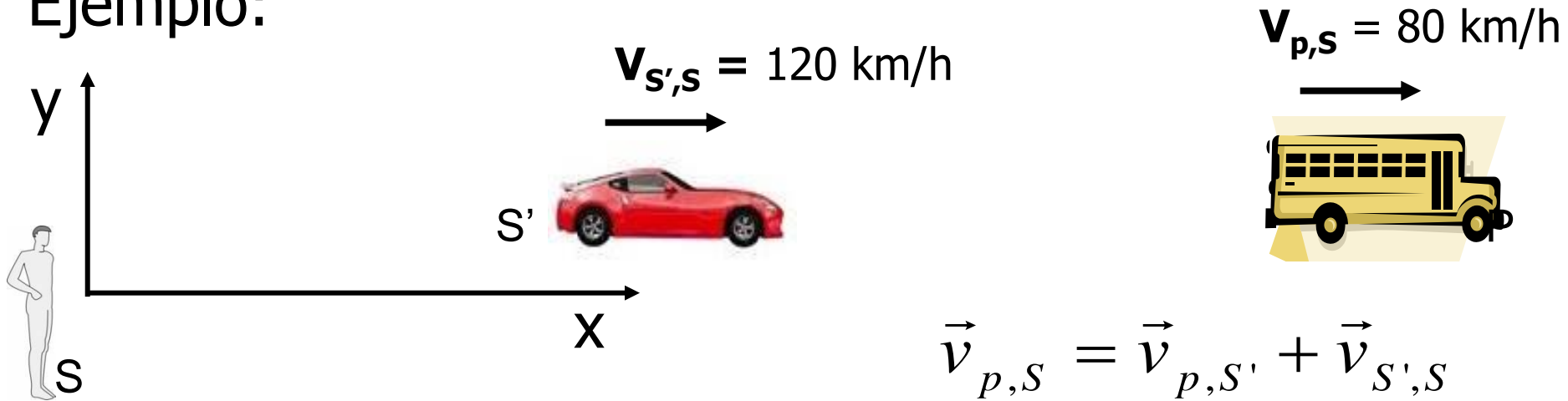
$$\frac{d \vec{r}_{p,S}}{dt} = \frac{d \vec{r}_{p,S'}}{dt} + \frac{d \vec{r}_{S',S}}{dt}$$

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



Ley de transformación de velocidades de Galileo

Ejemplo:



Si el movimiento se realiza en el eje "x":

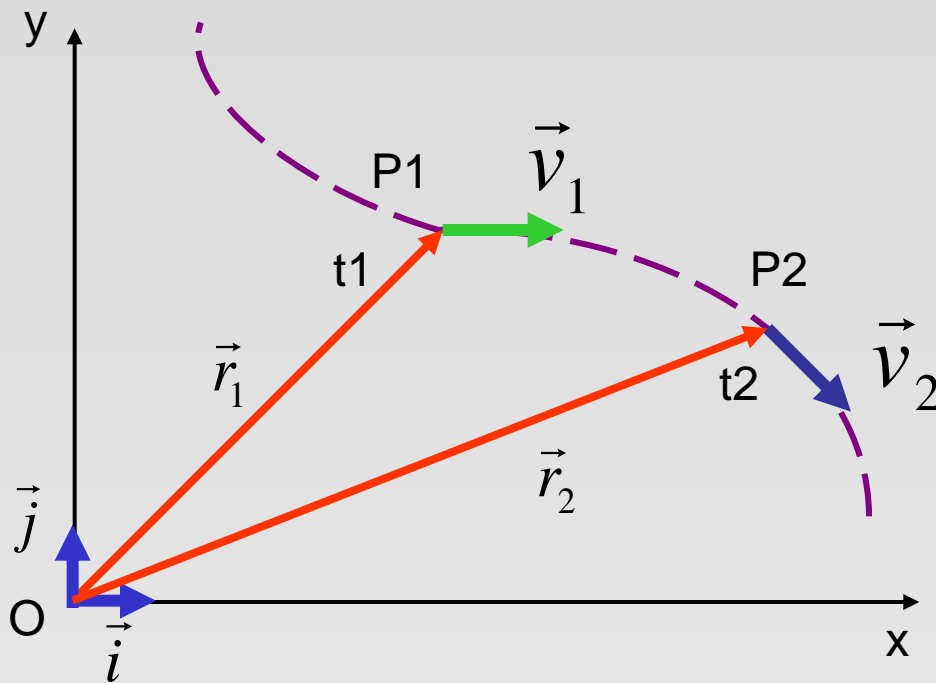
$$v_{p,S'} = v_{p,S} - v_{S',S}$$

$$v_{p,S} = 80 \text{ km} / \text{h}$$

$$v_{S',S} = 120 \text{ km} / \text{h}$$

$$v_{p,S'} = v_{p,S} - v_{S',S} = 80 \text{ km} / \text{h} - 120 \text{ km} / \text{h} = -40 \text{ km} / \text{h}$$

# Aceleración instantánea



$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \vec{a}_m = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2}$$



¿Qué pasa si derivamos?

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

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

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

Las aceleraciones observadas desde dos marcos de referencia que se mueven con  $\vec{v} = \text{cte}$ ,

!!! son iguales !!!

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

Hasta ahora:

Predecir el  
movimiento

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

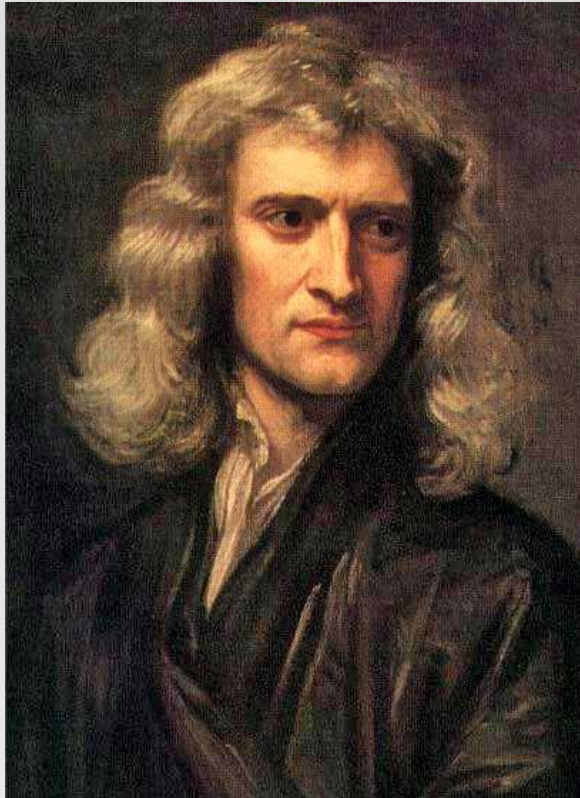
$$\vec{v}(t)$$

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

Dinámica:  
estudio de  
las causas  
del  
movimiento

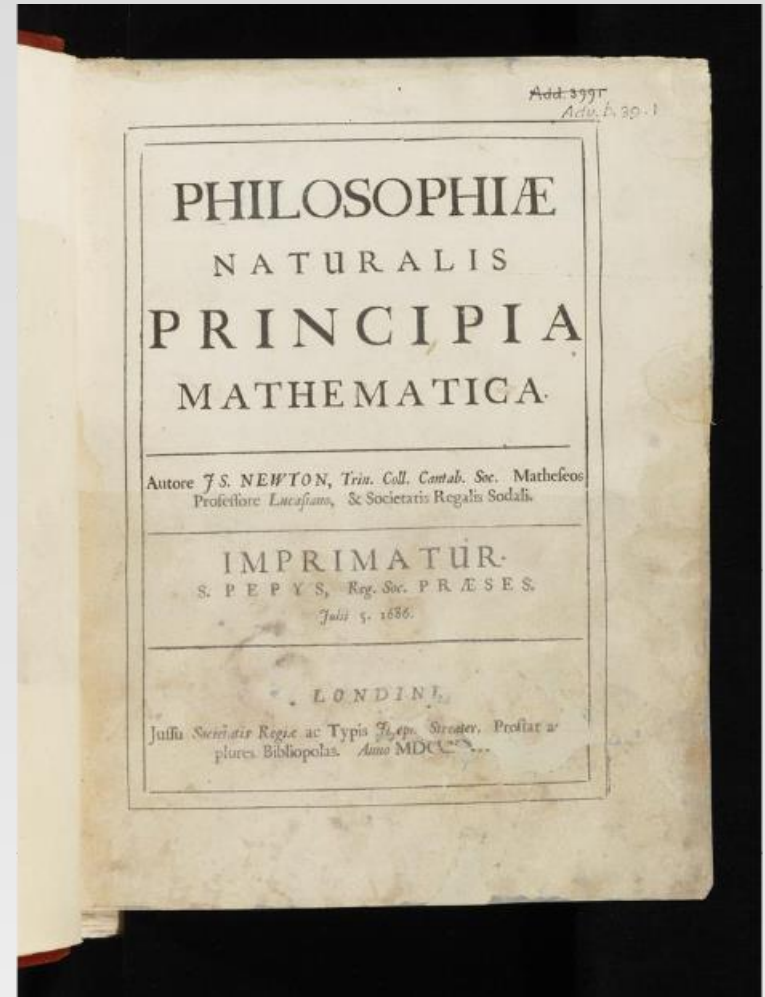


# “Philosophiæ naturalis principia mathematica” de Isaac Newton publicado el 5 de Julio de 1687



Isaac Newton

1643-1727



# Leyes de Newton

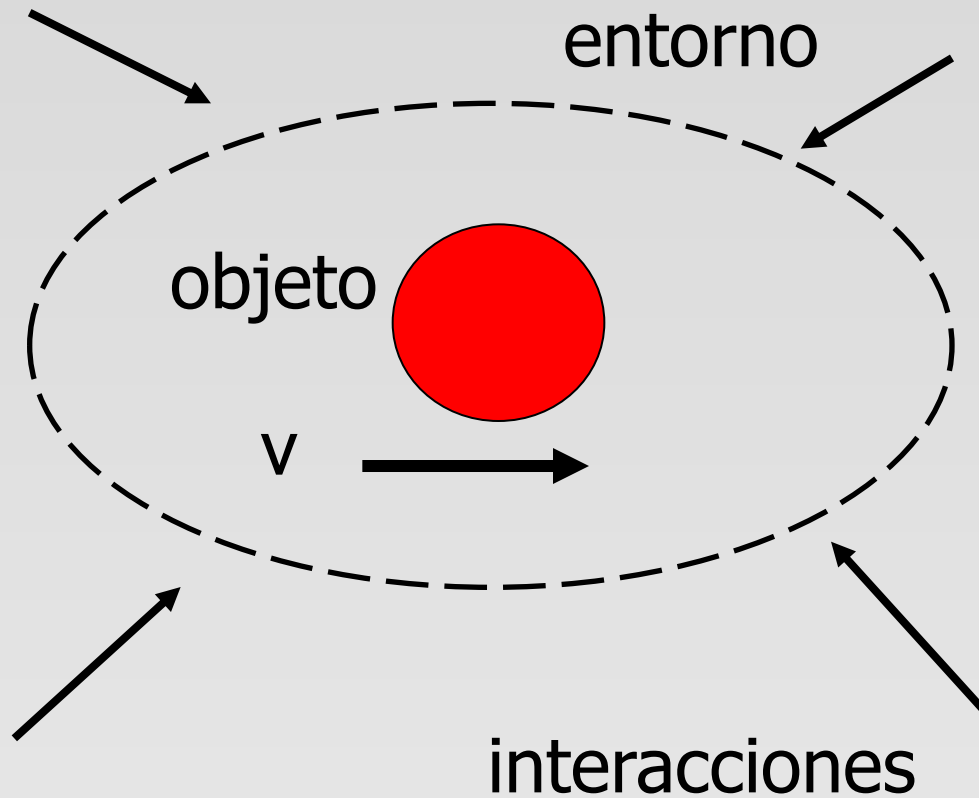
*Primer principio:*

**Todo cuerpo continua en su estado inicial de reposo o de movimiento con velocidad uniforme a menos que sobre él actúe una fuerza externa neta.** (La fuerza neta sobre un cuerpo es la suma vectorial de todas las fuerzas ejercidas sobre él)

## 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  $\vec{v} = \text{cte}$  o permanezca en reposo. Tales sistemas se denominan "inerciales"



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

no hay ningún cambio de la velocidad del cuerpo

Si en cambio, hay algún tipo de interacción neta, la velocidad cambiará,  $\Rightarrow$

iii Existirá alguna aceleración !!!

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.

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

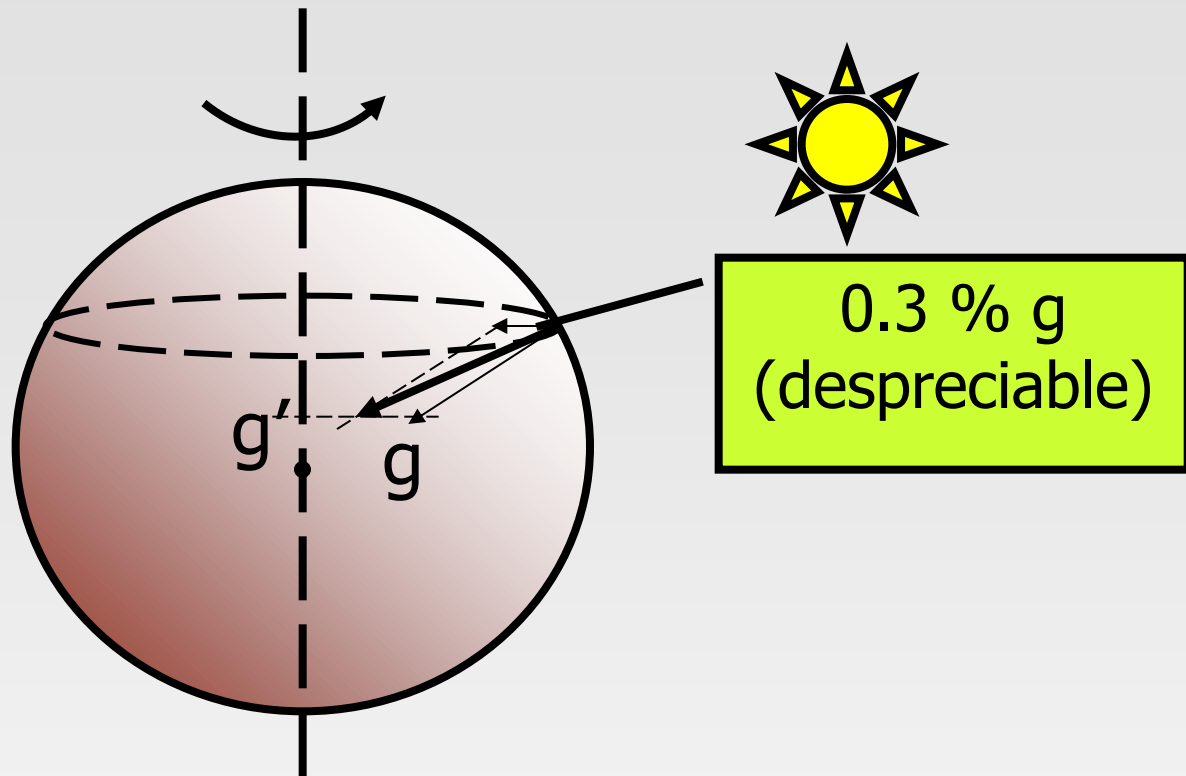
Interacciones



Fuerzas

iii 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 !!





# Fuerzas en la naturaleza

La **fuerza gravitatoria** es la más débil de todas ellas. Es la fuerza de atracción entre las masas. Es, junto con la fuerza electromagnética, una de las dos fuerzas más comunes en problemas cotidianos de Dinámica.

La **fuerza electromagnética** es la interacción entre cargas eléctricas. Es la responsable de las fuerza que observamos **entre objetos macroscópicos en contacto**.

La **fuerza nuclear débil** tiene lugar entre electrones, protones y neutrones. Es de muy corto alcance.

La **fuerza nuclear fuerte** es la interacción entre partículas llamadas hadrones constituyentes de los núcleos atómicos. También es de muy corto alcance.

# Leyes de Newton

*Segundo principio:*

**Todo cuerpo sometido a una fuerza neta estará acelerado en la misma dirección que la fuerza neta, y la magnitud de esta aceleración esta dada por:**

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

## Segunda Ley de Newton

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

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

$$\sum_i F_{x,i} = m a_x$$

$$\sum_i F_{y,i} = m a_y$$

$$\sum_i F_{z,i} = m a_z$$

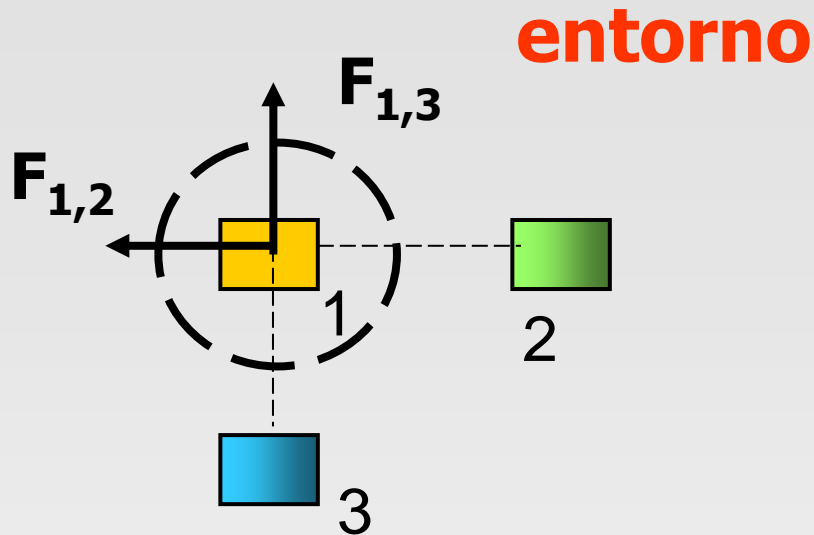
# Leyes de Newton

*Tercer principio:*

**Las fuerzas actúan siempre de a pares. Si un objeto A ejerce una fuerza sobre el objeto B, este ejerce sobre A una fuerza igual, pero de signo contrario.**

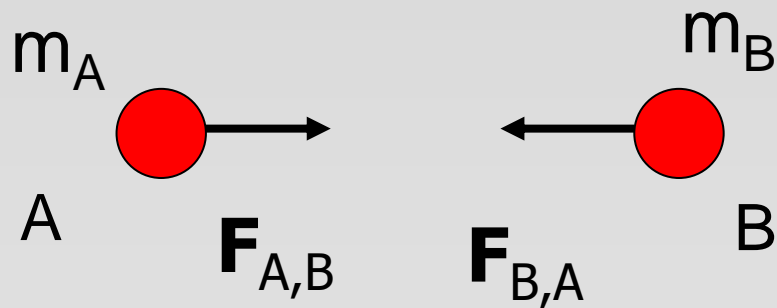
# Tercera Ley de Newton

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  $\mathbf{F}_{B,A}$  sobre el cuerpo B.

El cuerpo B entonces debe ejercer una fuerza  $\mathbf{F}_{A,B}$  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.

# Leyes de Newton

*Primer principio:*

**Todo cuerpo continua en su estado inicial de reposo o de movimiento con velocidad uniforme a menos que sobre él actúe una fuerza externa neta.** (La fuerza neta sobre un cuerpo es la suma vectorial de todas las fuerzas ejercidas sobre él)

*Segundo principio:*

**Todo cuerpo sometido a una fuerza neta estará acelerado en la misma dirección que la fuerza neta, y la magnitud de esta aceleración esta dada por:**

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

*Tercer principio:*

**Las fuerzas actúan siempre de a pares. Si un objeto A ejerce una fuerza sobre el objeto B, este ejerce sobre A una fuerza igual, pero de signo contrario.**

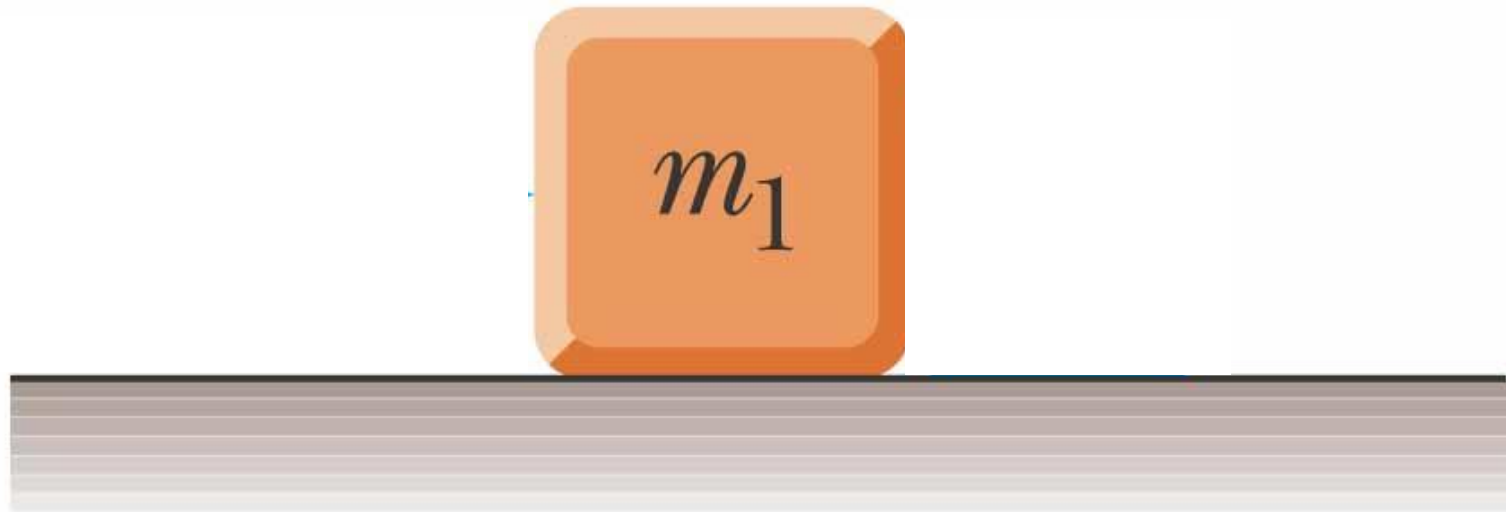


# Modelo de partícula

- Iniciaremos nuestra descripción admitiendo que es suficiente representar a cualquier objeto con un punto del espacio (sin formas, ni caras, lados o facetas) y que las sucesivas posiciones de ese punto del espacio representan satisfactoriamente la trayectoria del objeto estudiado.
- No tendremos en cuenta la forma particular del objeto en cuestión (no analizaremos aquellas características que estén vinculadas al hecho que el objeto ocupa un cierto volumen en el espacio).
- En tanto admitamos que las sucesivas posiciones de un punto representan bien lo que queremos describir del movimiento de un objeto, diremos que **el objeto se comporta como una partícula.**
- Si, en cambio, necesitamos incluir nociones sobre la forma y orientación del objeto porque no es suficiente la información obtenida a partir de lo que se representa con un punto, entonces diremos que el objeto se comporta como un cuerpo (realmente, se dice que no se comporta como partícula).

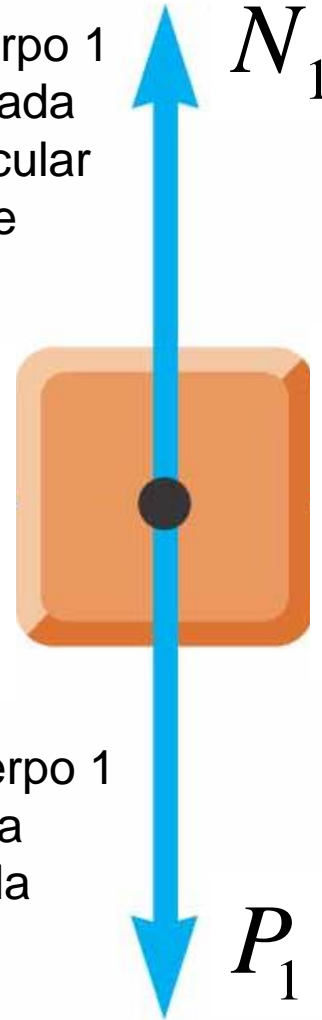
## Ejemplo 1:

- Analizar las fuerzas sobre el cuerpo 1



# Fuerzas sobre objeto 1:

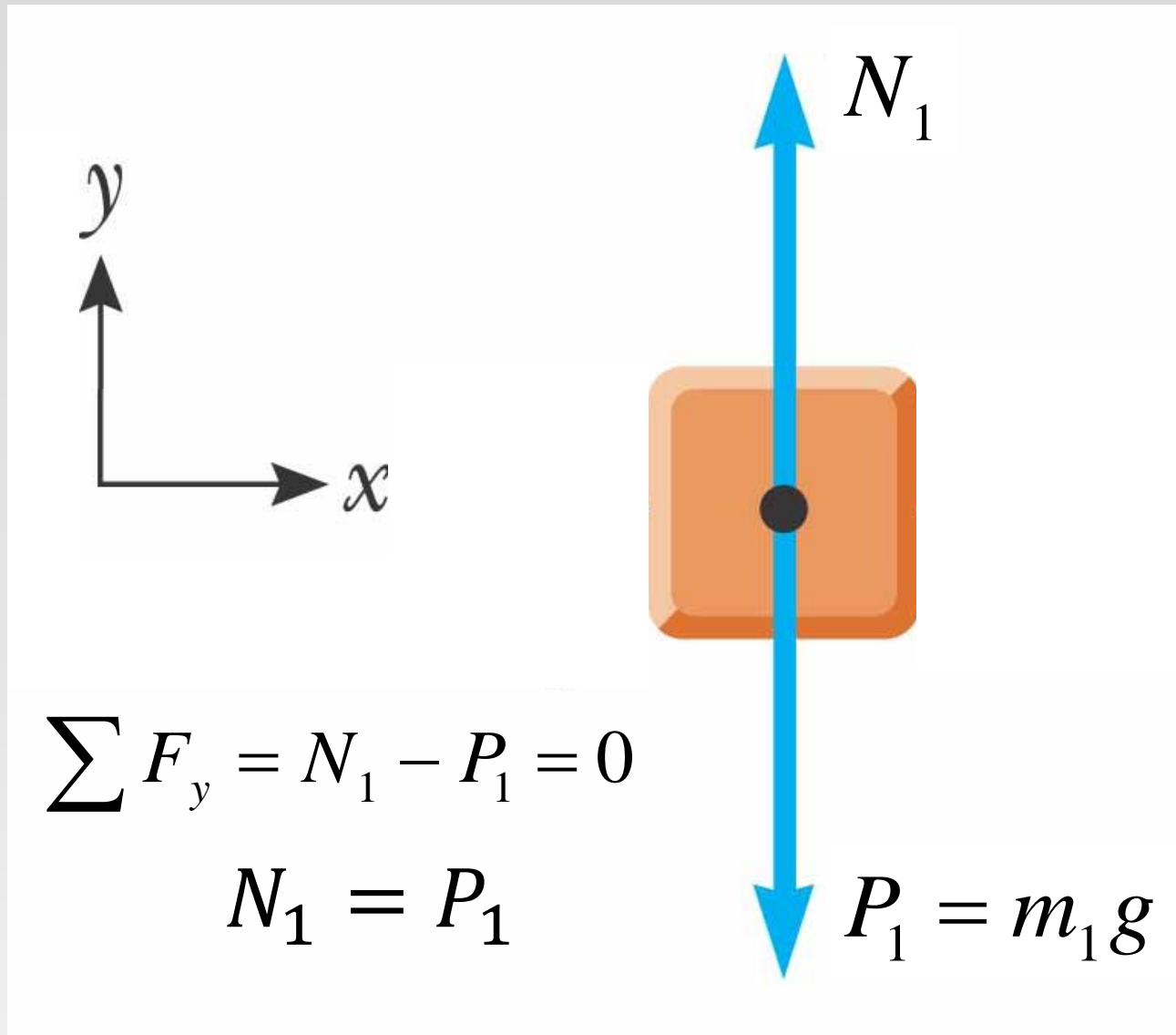
$N_1$ : fuerza ejercida sobre el cuerpo 1 por la superficie de apoyo, llamada fuerza normal por ser perpendicular a la superficie. Es una fuerza de contacto.



$P_1$ : fuerza ejercida sobre el cuerpo 1 por la tierra, su valor es la masa multiplicada por  $g$ . Es la llamada fuerza gravitatoria.

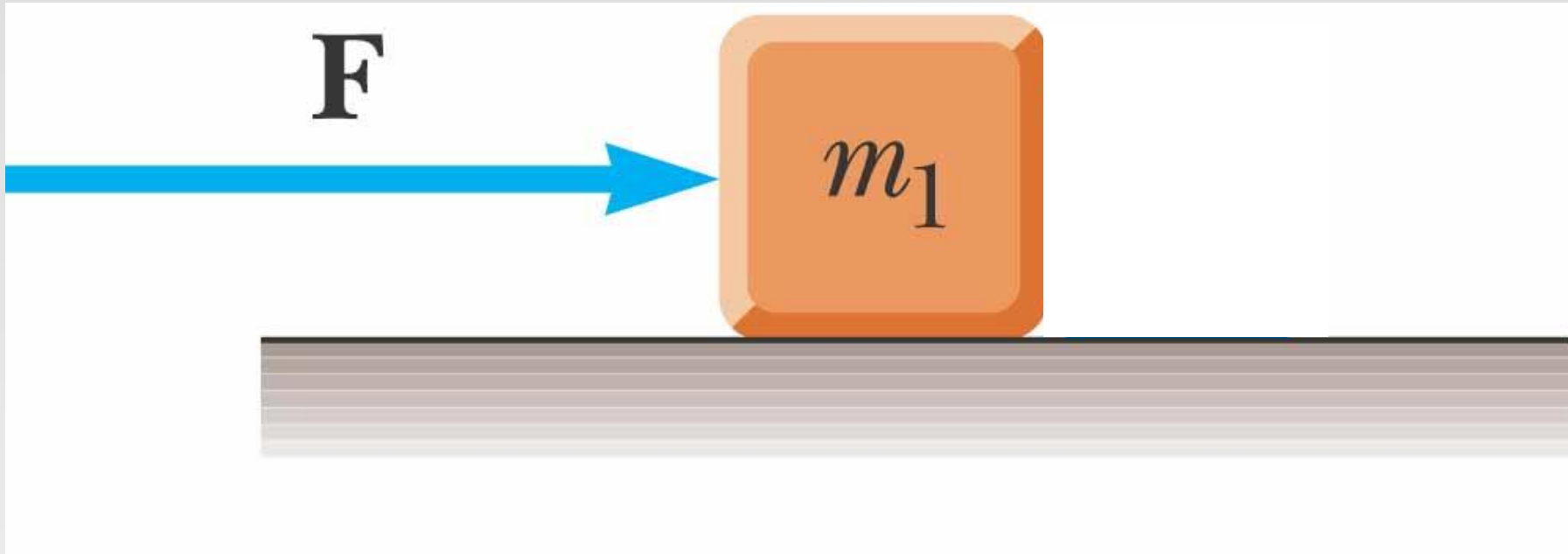
$$P_1 = m_1 g$$

## Fuerzas sobre objeto 1:

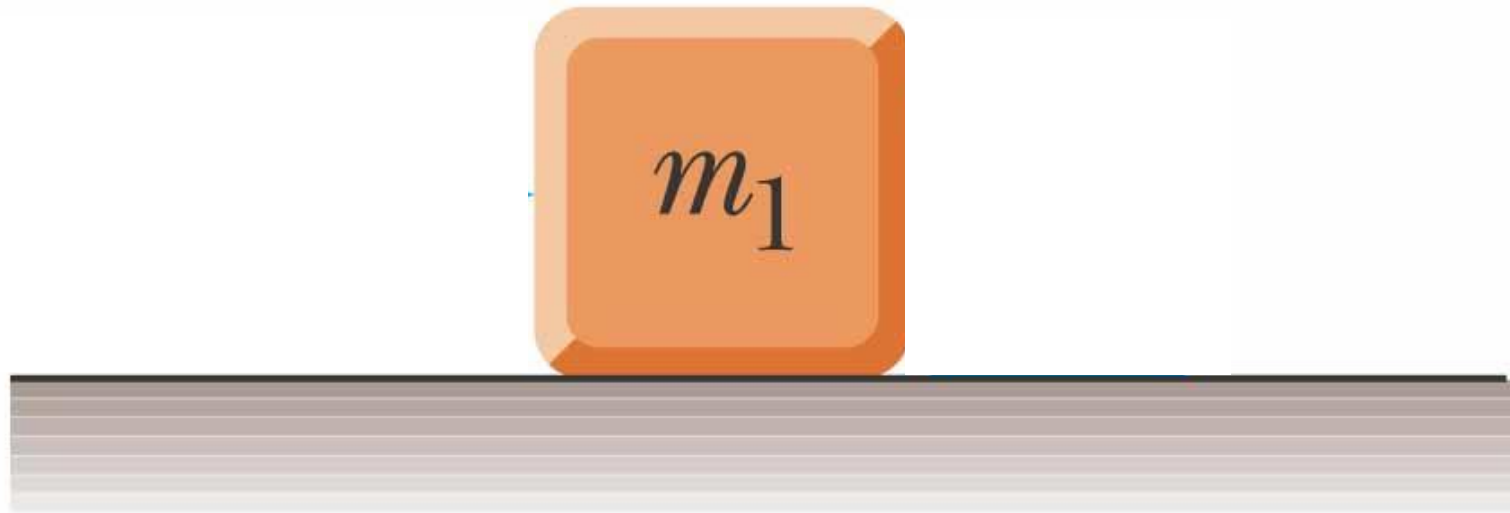


## Ejemplo 2:

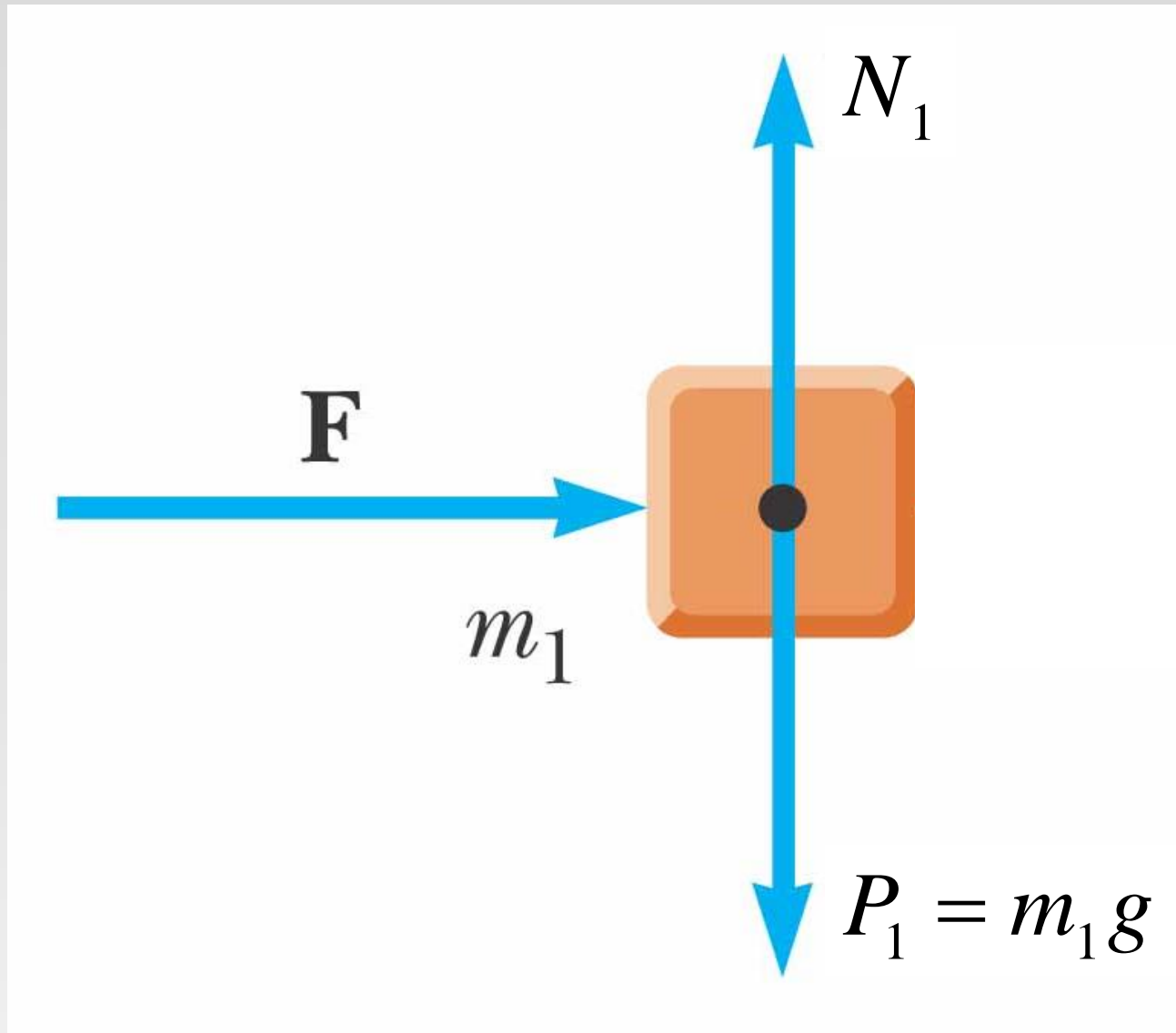
- Conociendo los valores de  $F$  y  $m_1$ , hallar las expresiones de  $a$  y de la fuerza de contacto entre el suelo y el bloque:



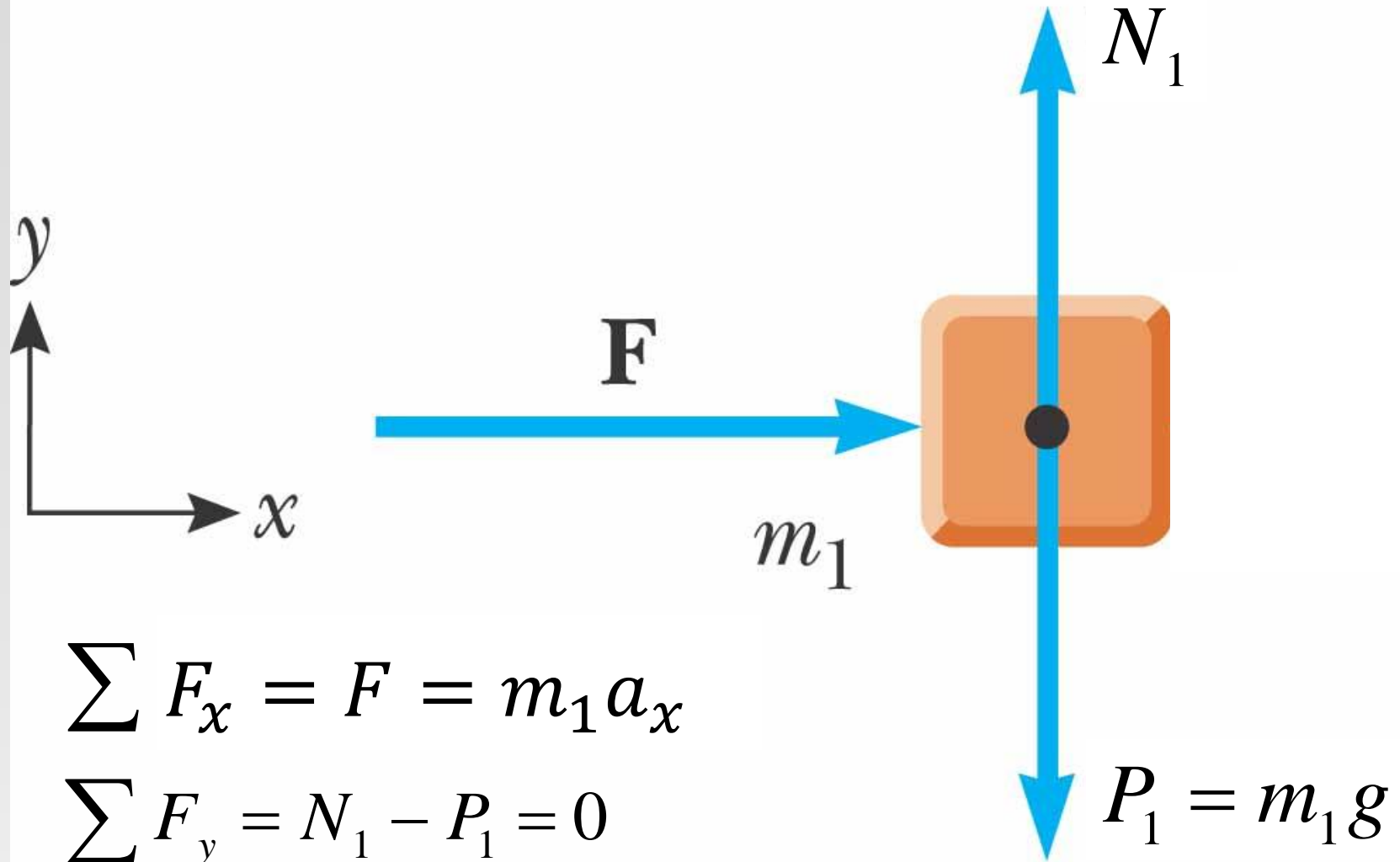
Fuerzas sobre objeto 1:



Fuerzas sobre objeto 1:

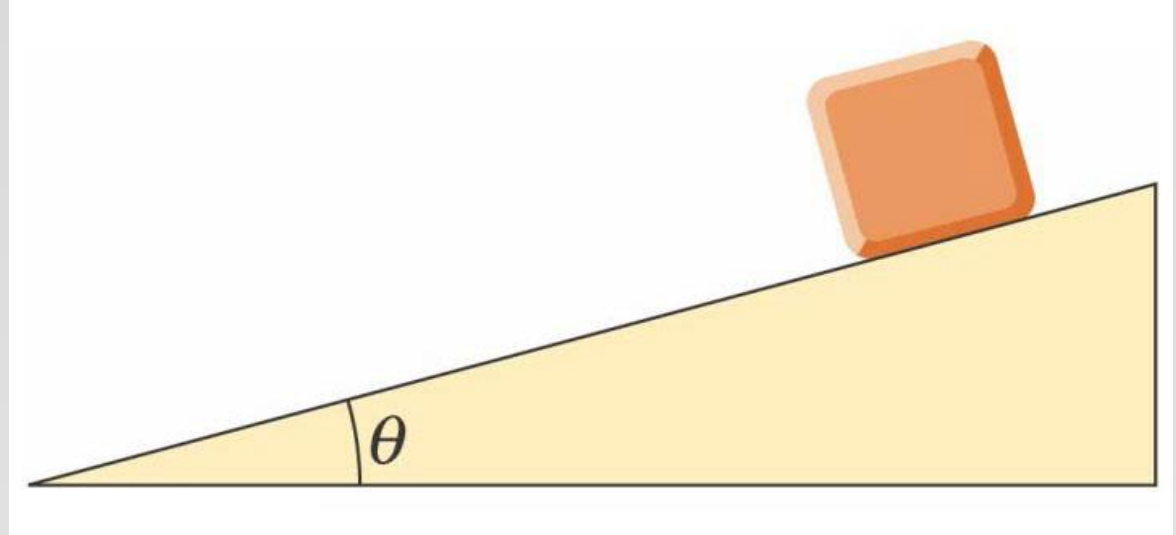


## Fuerzas sobre objeto 1:



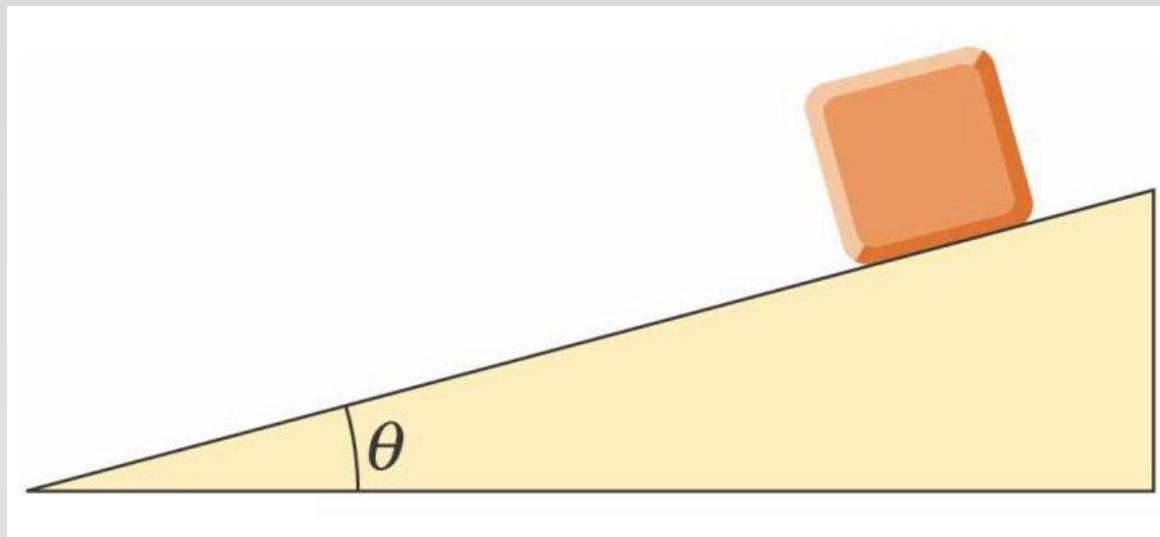


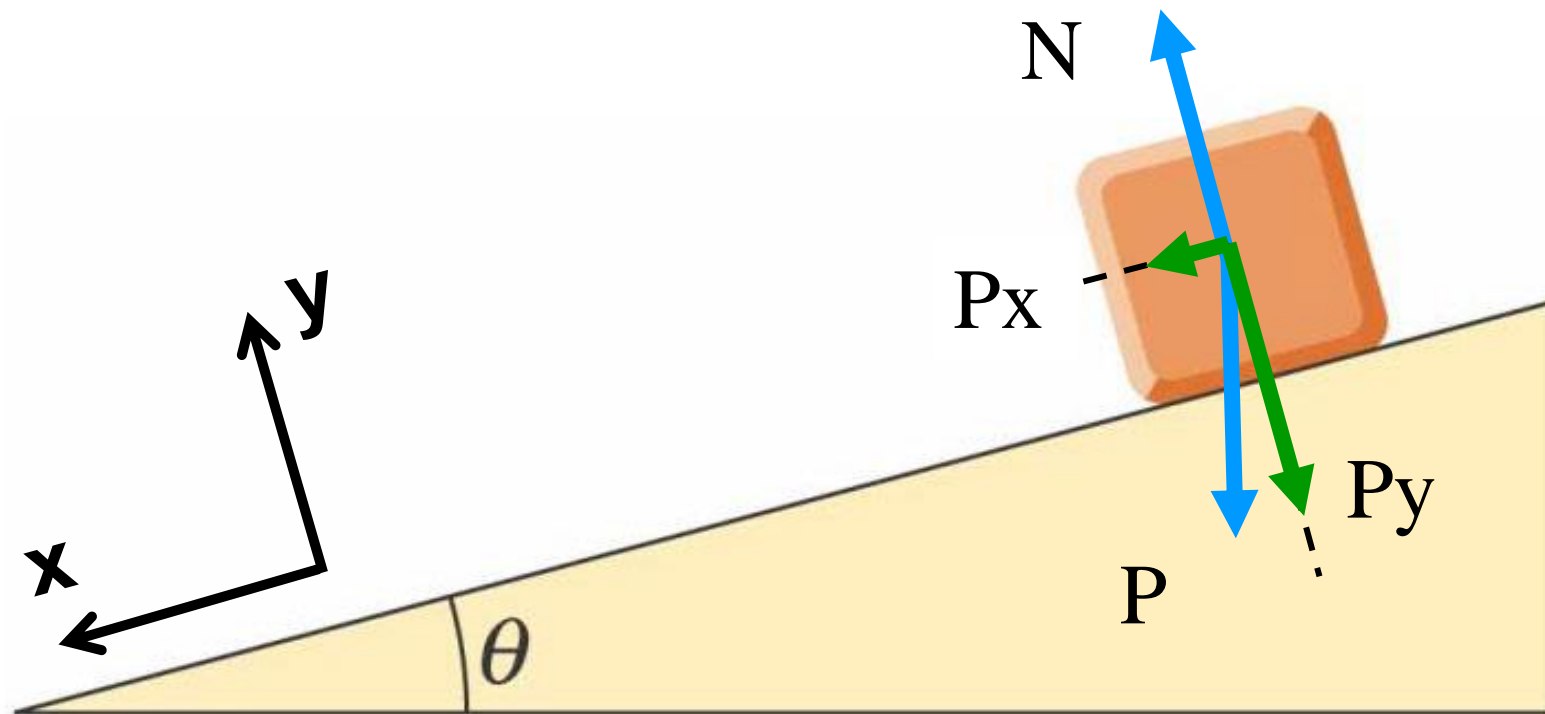
### Ejemplo 3:

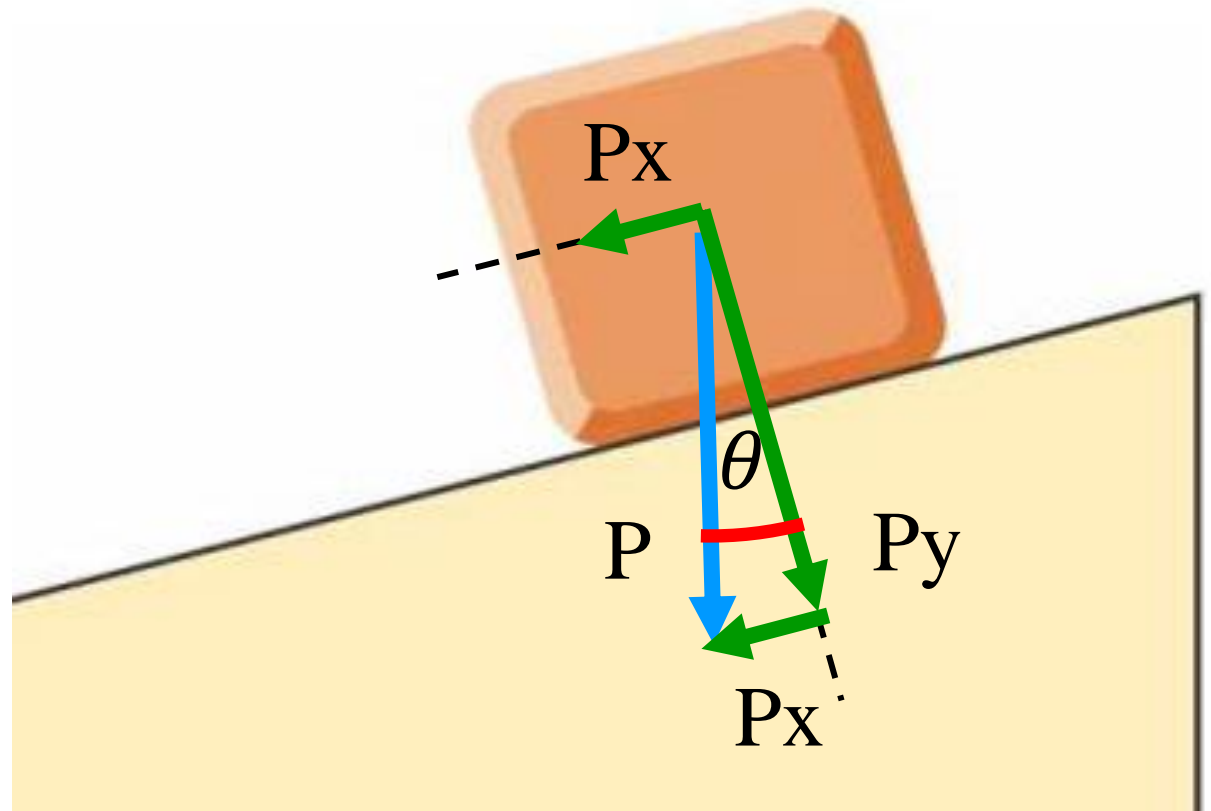


¿Con qué aceleración desciende el bloque por el plano inclinado?

¿Cuánto vale el módulo de **N**?

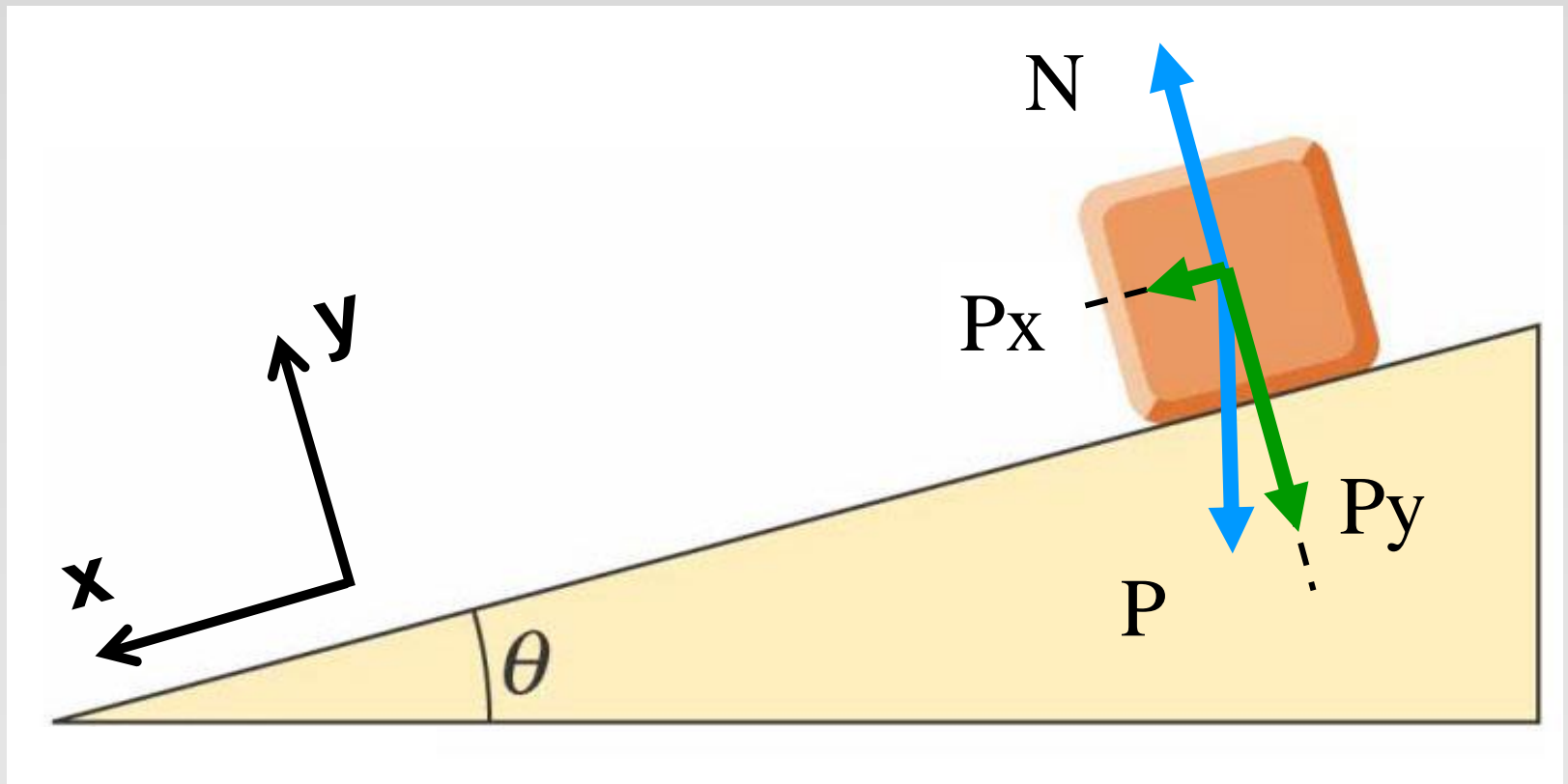






$$P_x = P \sin \theta = m g \sin \theta$$

$$P_y = P \cos \theta = m g \cos \theta$$

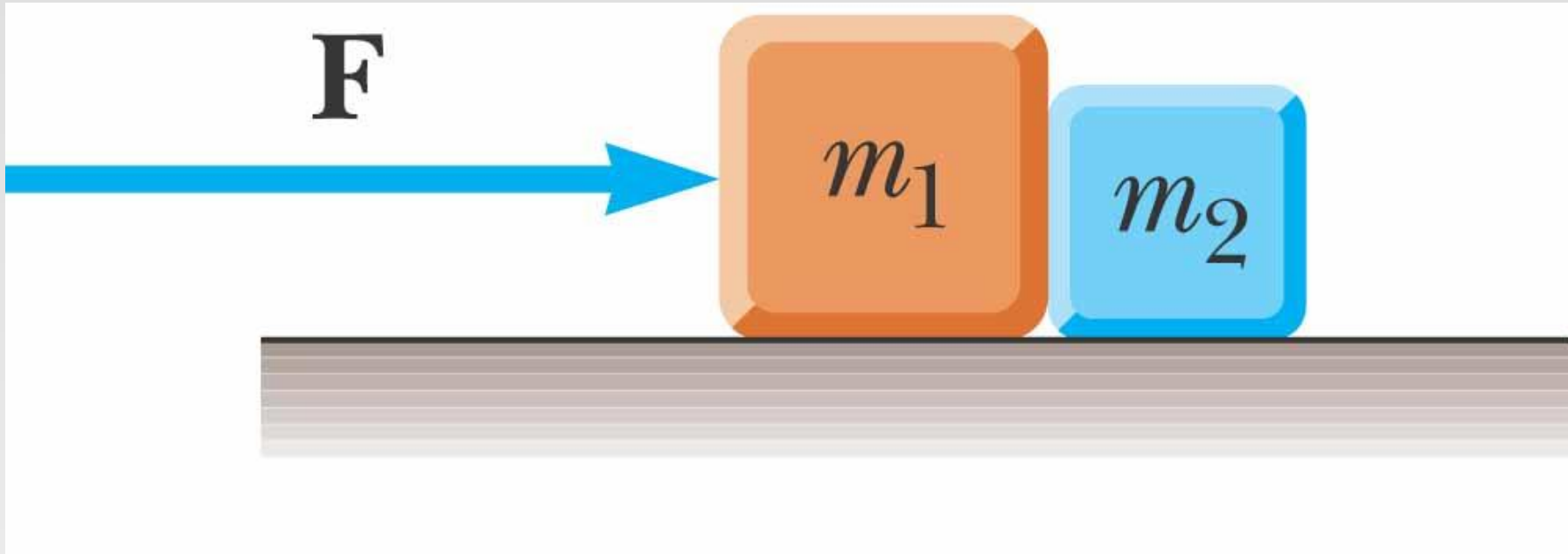


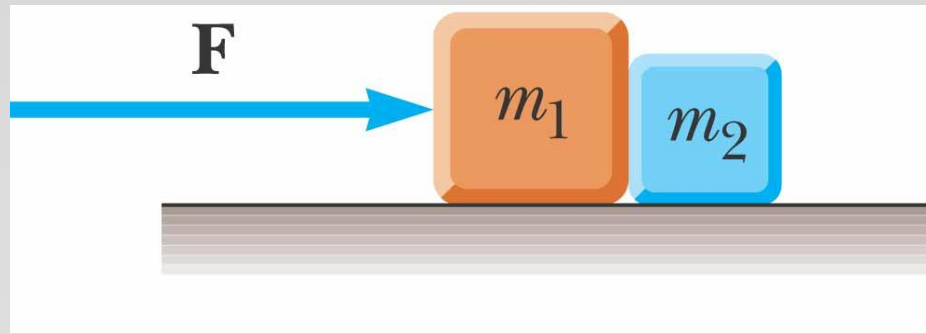
$$\sum F_x = P_x = m g \sin \theta = m a_x \quad \Rightarrow \quad a_x = g \sin \theta$$

$$\sum F_y = N - P_y = N - m g \cos \theta = 0 \quad \Rightarrow \quad N = m g \cos \theta$$

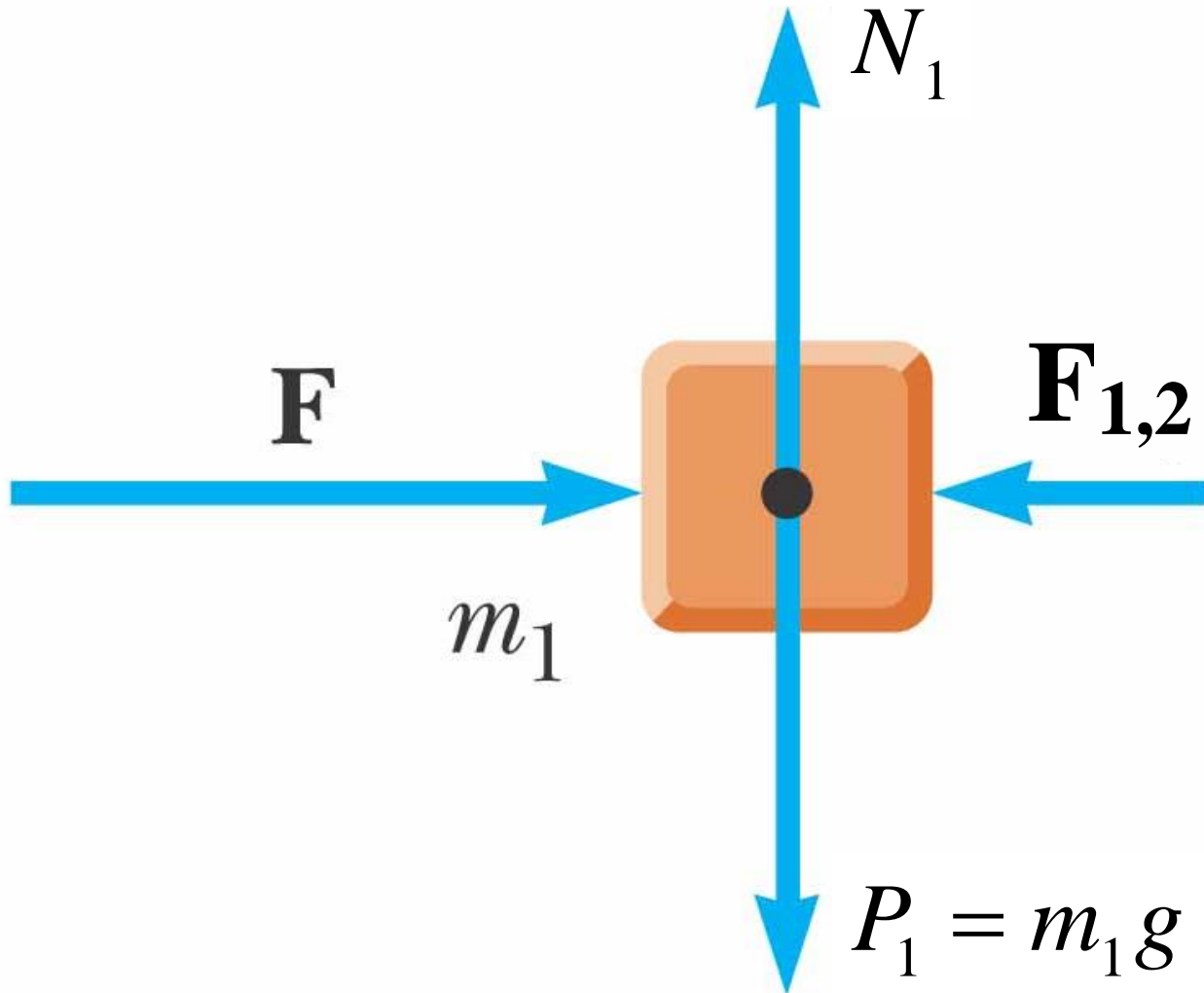
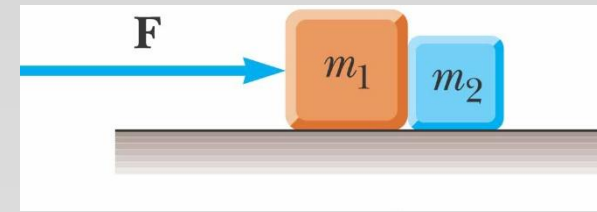
### Ejemplo 4:

- 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  $\mathbf{F}_{2,1}$  :



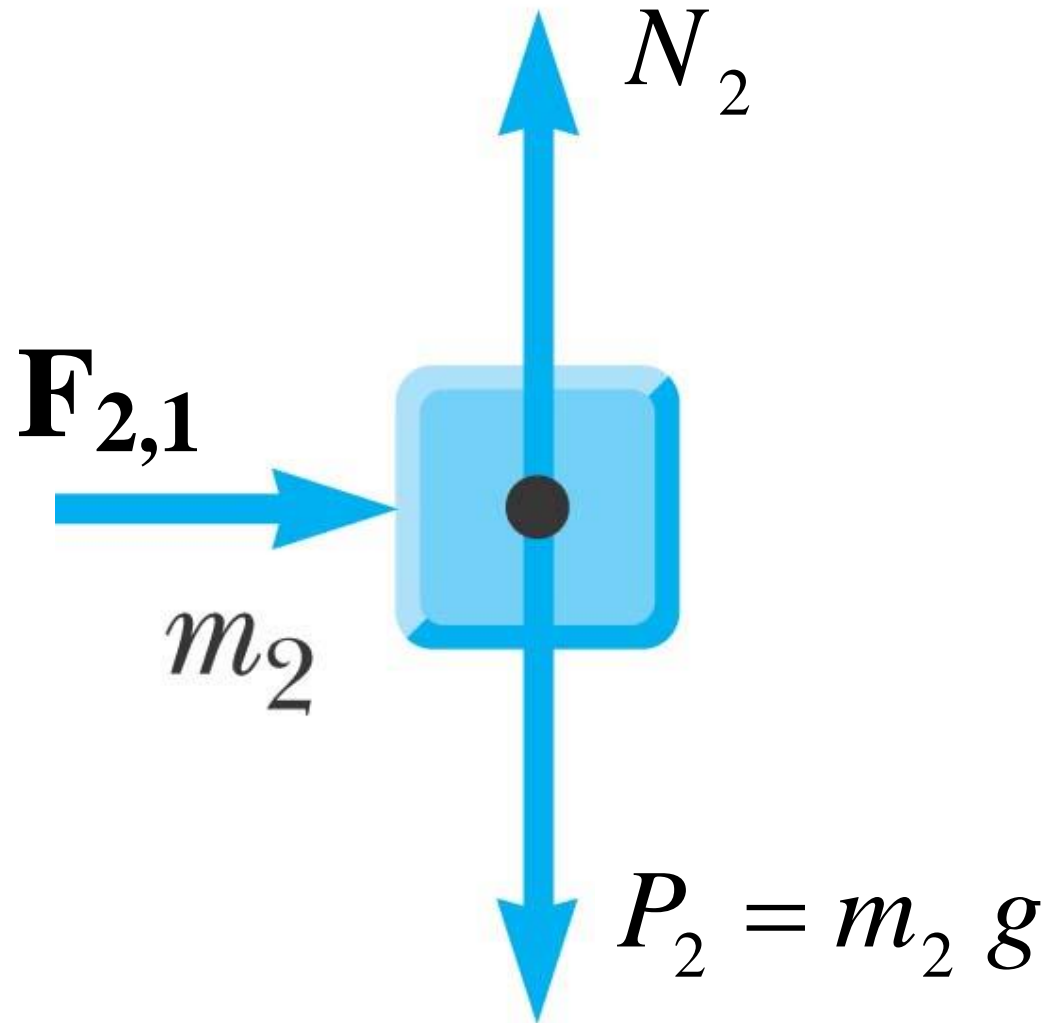
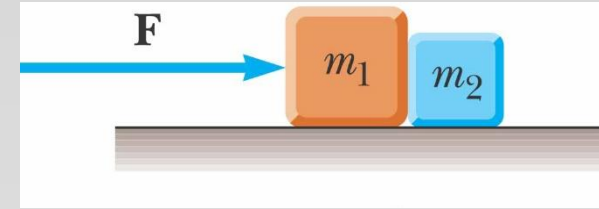


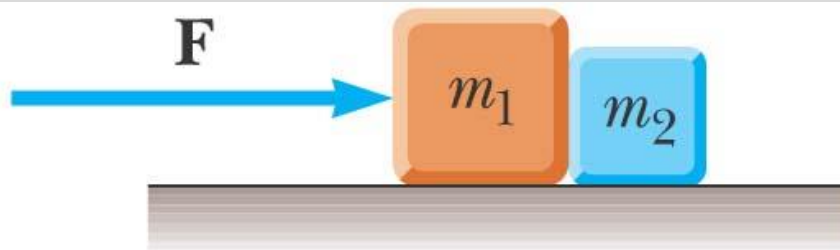
Fuerzas sobre objeto 1:





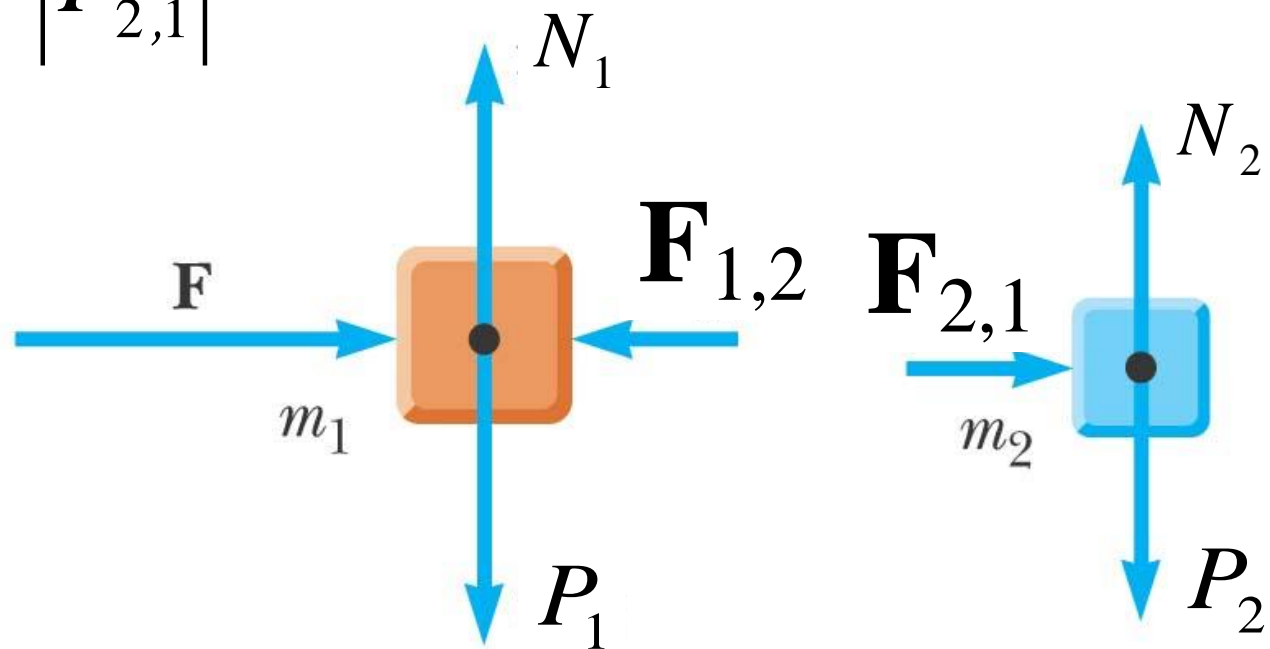
## Fuerzas sobre objeto 2:



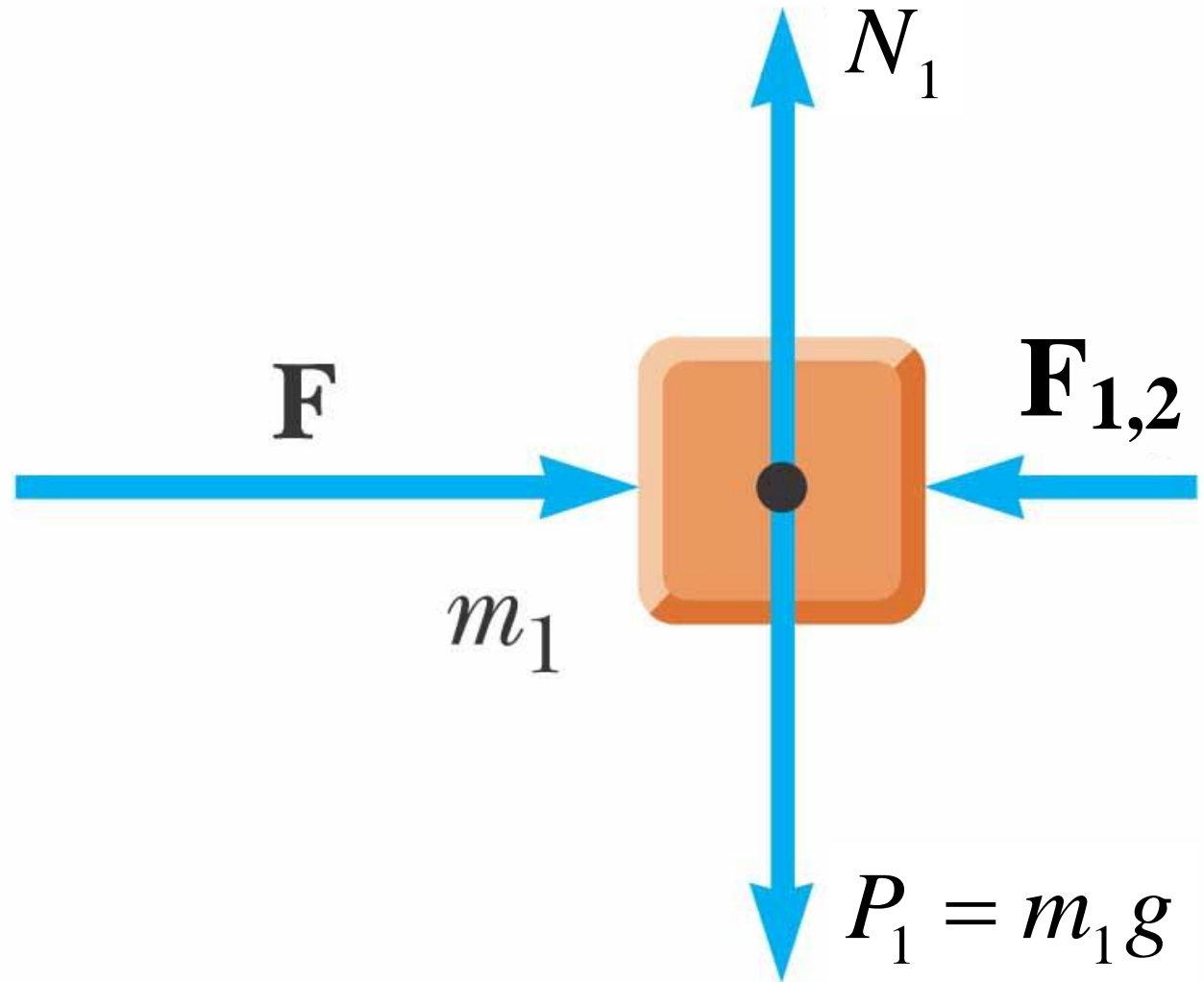


(a)

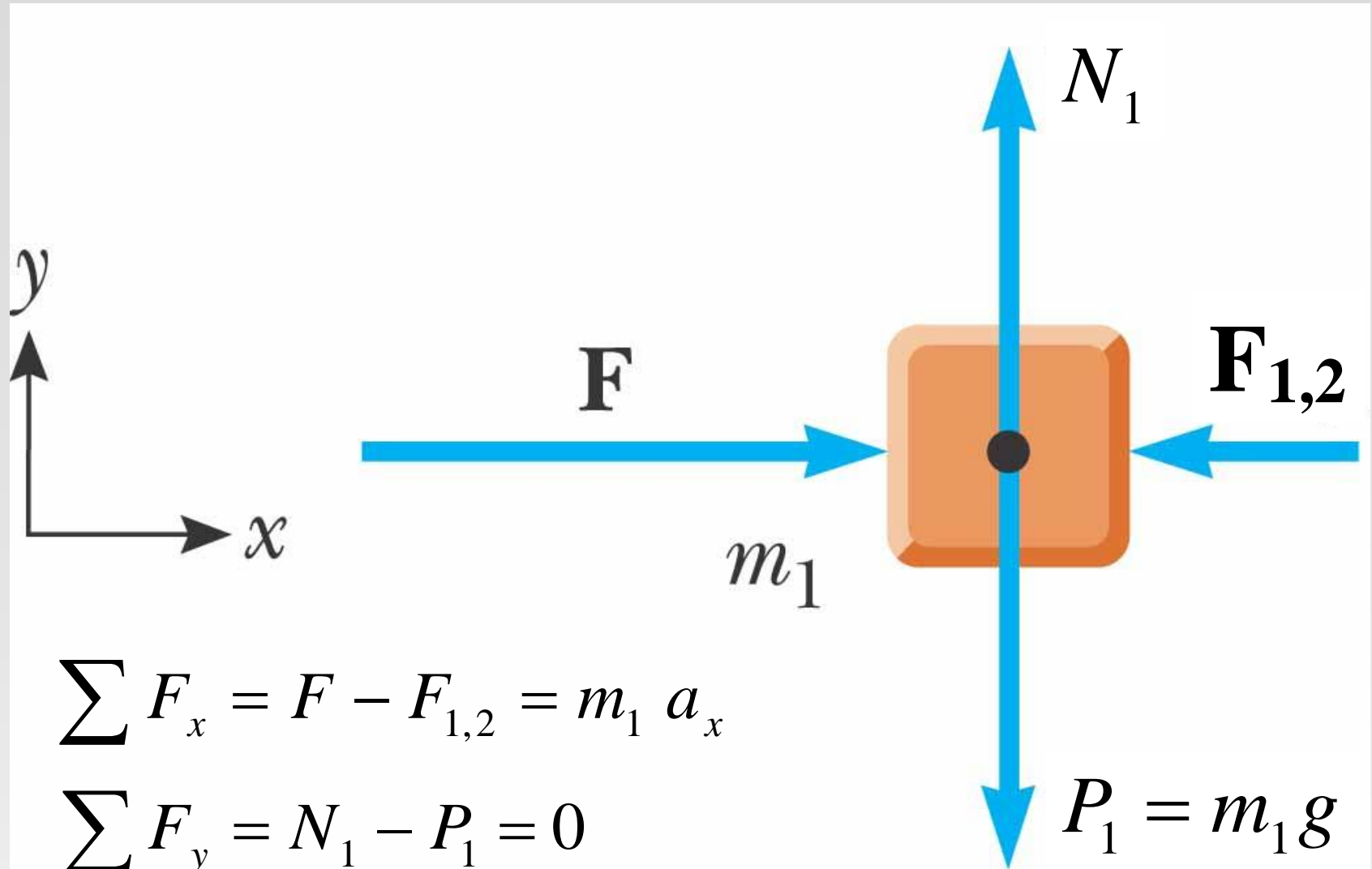
$$\left| \vec{F}_{1,2} \right| = \left| \vec{F}_{2,1} \right|$$



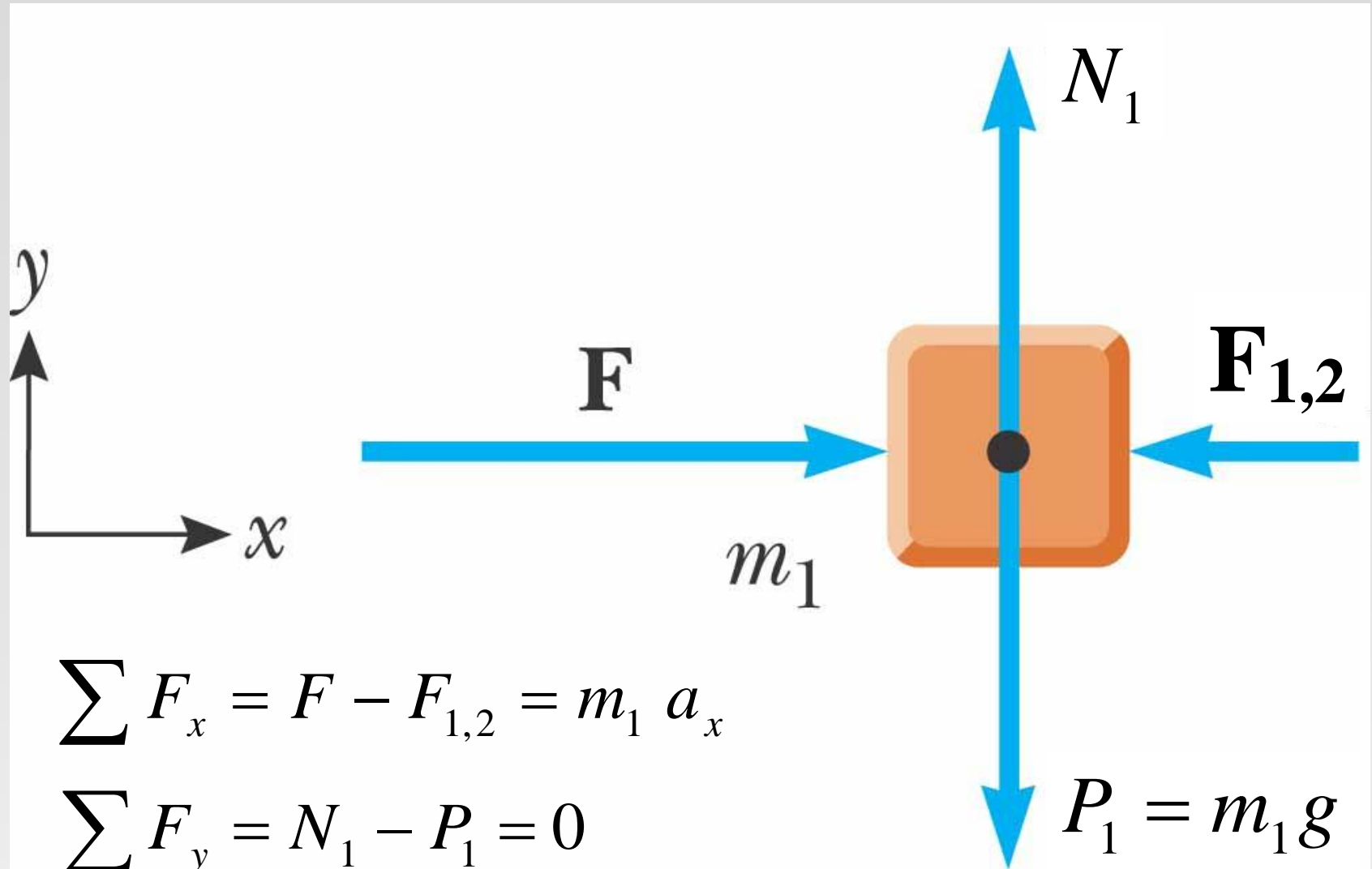
## Fuerzas sobre objeto 1:



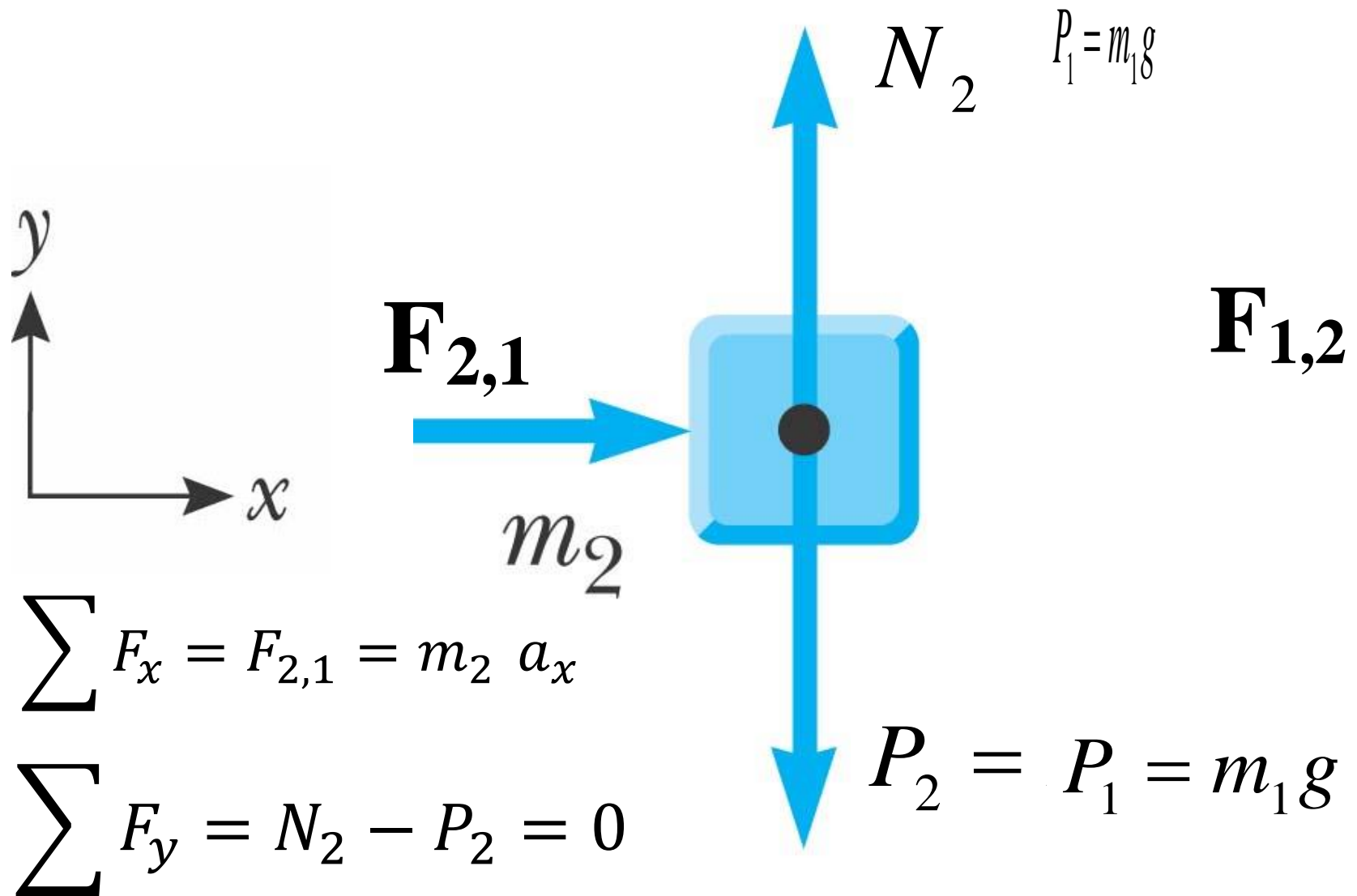
## Fuerzas sobre objeto 1:



## Fuerzas sobre objeto 1:



## Fuerzas sobre objeto 2:



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

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

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

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

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