4° ESO

Rodrigo Alcaraz de la Osa



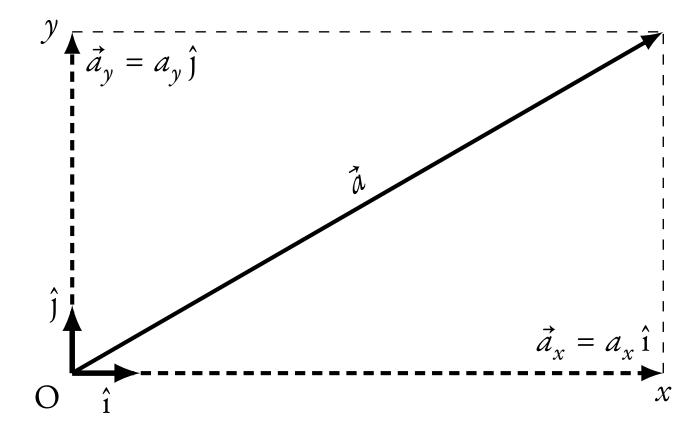
### Naturaleza vectorial de las fuerzas

Las **fuerzas** son **magnitudes vectoriales**, lo que significa que quedan definidas por un **vector**, del cual hay que definir su:

Módulo Longitud del segmento.

Dirección Recta que lo contiene.

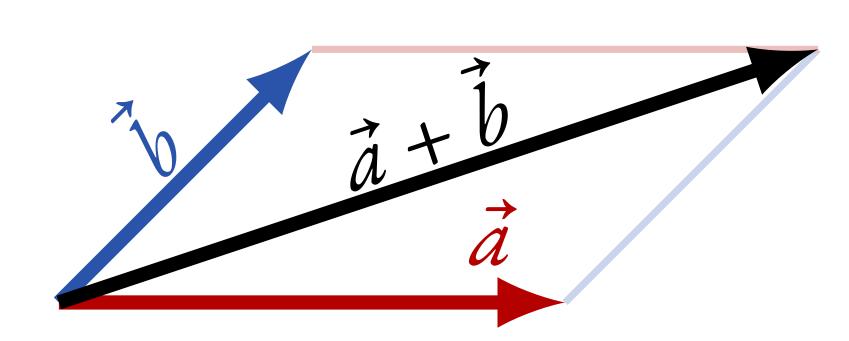
Sentido Dado por la punta de la flecha.



En dos dimensiones, un vector se puede escribir como  $\vec{a} = a_x \hat{1} + a_y \hat{j}$ , donde  $\hat{1}y\hat{j}$  son vectores unitarios (módulo = 1) a lo largo de los ejes x e y. El módulo de  $\vec{a}$ ,  $|\vec{a}|$ , se calcula como (teorema de Pitágoras)  $|\vec{a}| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$ .

#### Suma o resta de vectores

Gráficamente, dibujando un vector a continuación del otro y uniendo el origen con el punto final:



O analíticamente, componente a componente:

$$\vec{a} + \vec{b} = (a_x + b_x) \hat{1} + (a_y + b_y) \hat{j}$$

## Leves de Newton

## 1ª ley (ley de la inercia)

"Todo cuerpo preserva su estado de reposo o movimiento rectilíneo uniforme salvo que actúe una fuerza sobre él."

## 2ª ley (ley fundamental de la dinámica)

"El cambio de movimiento es proporcional a la fuerza ejercida y se hace en la dirección de la línea recta en que se ejerce la fuerza."

Matemáticamente, se escribe como

$$\sum_{i} \vec{F} = m\vec{a}$$
 (la aceleración es proporcional a la fuerza neta)

En el **SI** la fuerza se mide en **newton** (N):  $1 \text{ N} = 1 \text{ kg m s}^{-2}$ .

#### 3ª ley (ley de la acción-reacción)

"Para toda acción siempre hay una reacción igual y opuesta."

Si un cuerpo A ejerce una fuerza sobre otro cuerpo B, éste ejercerá sobre A una fuerza igual y de sentido contrario ( $\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$ ).

## Fuerzas de especial interés

#### Peso $\vec{P}$

El **peso** es la fuerza con la que la Tierra atrae a un objeto. Se calcula como:

$$\vec{P} = m\vec{g},$$

donde m es la masa del objeto y  $\vec{g}$  es la aceleración de la gravedad. Siempre se dirige hacia el centro de la Tierra (hacia abajo en la mayoría de los casos).

#### Normal $\vec{N}$

También llamada fuerza de **reacción**, se define como la fuerza que ejerce una superficie sobre un cuerpo apoyado sobre ella. Esta es de igual magnitud y dirección, pero de sentido contrario a la fuerza ejercida por el cuerpo sobre la superficie.

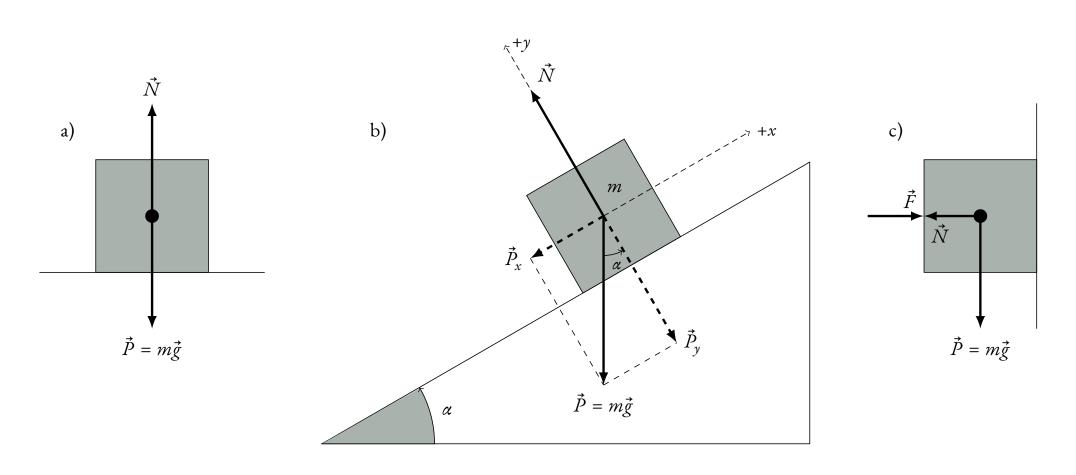


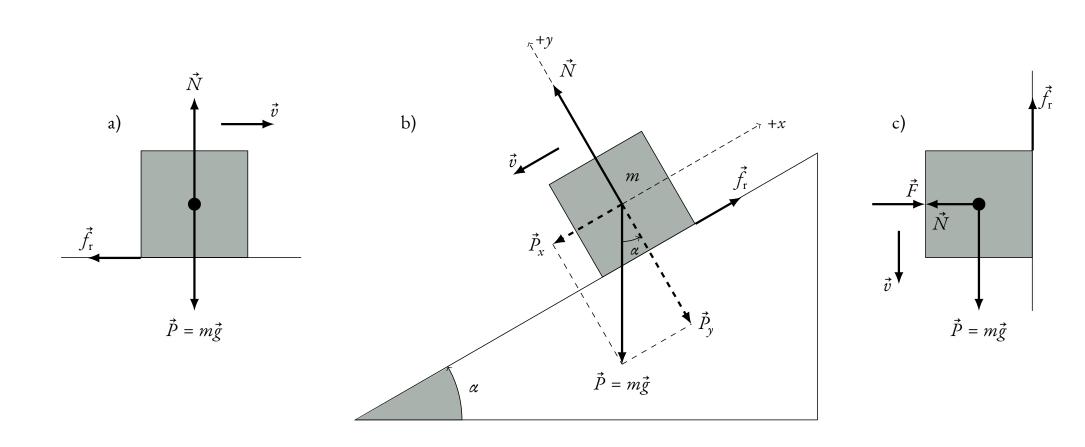
Figura 1. Fuerza normal en a) una superficie horizontal, b) un plano inclinado y c) una superficie vertical.

## Rozamiento $\vec{f}_r$

La **fuerza de rozamiento** es la fuerza que existe entre dos superficies en contacto, oponiéndose siempre al movimiento relativo entre ambas superficies. La fuerza de rozamiento es proporcional a la normal N:

$$f_{\rm r} = \mu N$$
,

donde  $\mu$  es el coeficiente de rozamiento.



**Figura 2.** Fuerza de rozamiento en a) una superficie horizontal, b) un plano inclinado y c) una superficie vertical.

## Centrípeta $\vec{f}_c$

Se llama **f uerza centrípeta** a la fuerza o a la componente de la fuerza que actúa sobre un objeto en movimiento sobre una trayectoria curvilínea y que está dirigida hacia el centro de curvatura de la trayectoria. Su módulo se calcula a partir de la **aceleración centrípeta**, haciendo uso de la **2ª ley de Newton**:

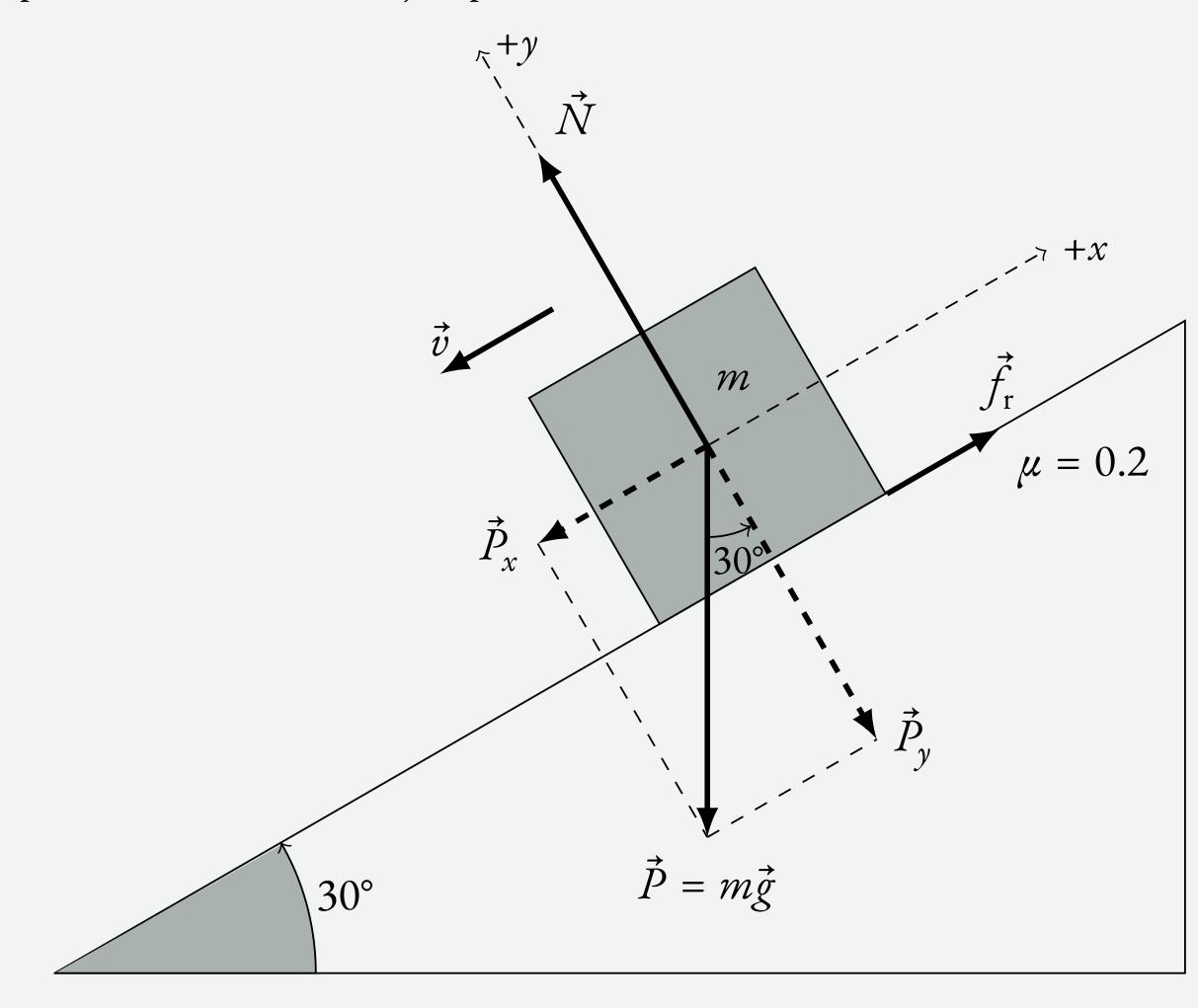
$$f_{\rm c} = ma_{\rm c} = m \cdot \frac{v^2}{R} = \frac{mv^2}{R}$$

# Ejemplo

Un cuerpo baja por un plano inclinado 30° con un coeficiente de rozamiento  $\mu=0.2$ . Calcula la velocidad que llevará y el espacio recorrido al cabo de 5 s, si inicialmente estaba en reposo.

### Solución

Lo primero hacemos un dibujo representando la situación:



Las **fuerzas** que actúan son:

• Peso  $\vec{P} = -P_x \hat{1} - P_y \hat{j}$ , donde:

$$P_x = mg \sin \alpha = 9.8m \sin 30^\circ = 4.9m \text{ N}$$

$$P_y = mg \cos \alpha = 9.8m \cos 30^\circ = 4.9\sqrt{3}m \text{ N}$$

- Normal  $\vec{N} = N\hat{j}$
- Fuerza de rozamiento  $\vec{f}_{\rm r} = \mu N \hat{\imath} = 0.2N \hat{\imath} N$

Escribimos la 2ª ley de Newton para cada componente:

Componente 
$$x \to f_r - P_x = ma$$
 (1

Componente  $y \to N - P_y = 0$  (2)

Despejando  $N=P_y=4.9\sqrt{3}m$  de (2) y sustituyendo en (1), utilizando además que  $f_{\rm r}=0.2N$  y que  $P_x=4.9m$ :

$$0.2 \cdot 4.9\sqrt{3}m - 4.9m = ma \rightarrow a = -3.2 \text{ m/s}^2$$
  
 $\vec{a} = -3.2 \text{ î m/s}^2$ 

La **velocidad** que llevará a los 5 s la calculamos con la **ecuación de la velocidad**:

$$v = v_0 + at = 0 - 3.2 \cdot 5 = -16.0 \text{ m/s}$$
  
 $\vec{v} = -16.0 \text{ î m/s}$ 

Para el espacio recorrido podemos utilizar la ecuación del movimiento:

$$\Delta x = |x - x_0| = \left| v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a t^2 \right| = \left| 0 - \frac{1}{2} \cdot 3.2 \cdot 5^2 \right| = 40.0 \text{ m}$$