FUERZAS

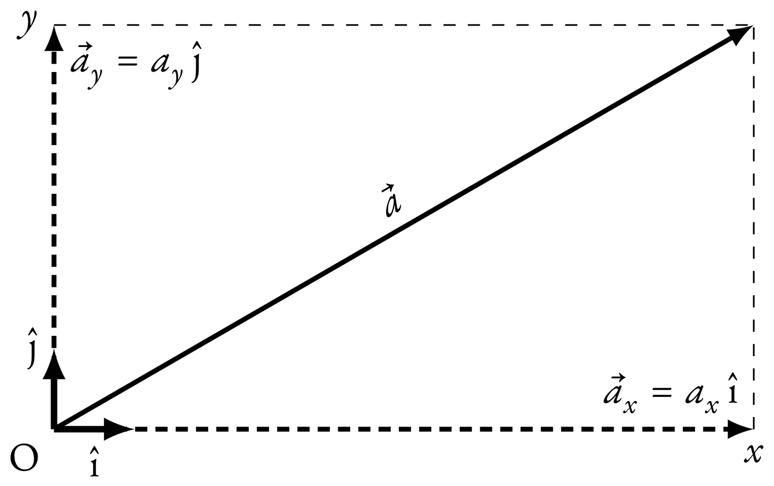
4º ESO

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:

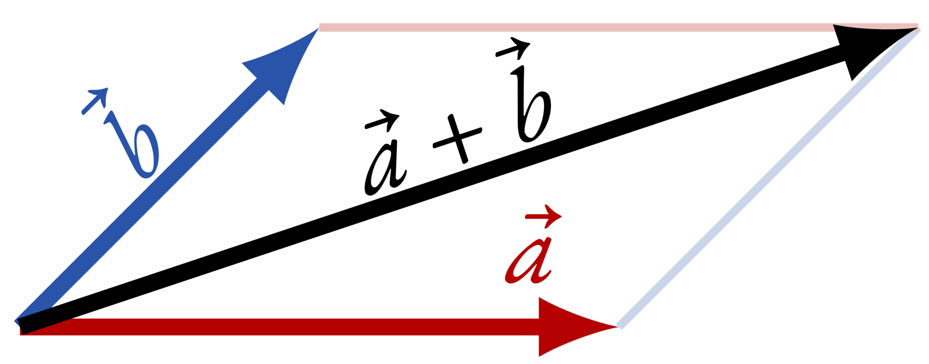
Módulo Longitud del segmento.
Dirección Recta que lo contiene.
Sentido Dado por la punta de la flecha.



En dos dimensiones, un vector se puede escribir como $\vec{a} = a_x\,\hat{\imath} + a_y\,\hat{\jmath}$, donde $\hat{\imath}$ y $\hat{\jmath}$ 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:

$$\vec{a} + \vec{b} = (a_x + b_x)\,\hat{\imath} + (a_y + b_y)\,\hat{\jmath}$$

Leyes 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

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \quad \text{(la aceleración es proporcional a la fuerza neta)}$$

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

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 ($\vec{F}_{\mathrm{AB}} = -\vec{F}_{\mathrm{BA}}$).

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.

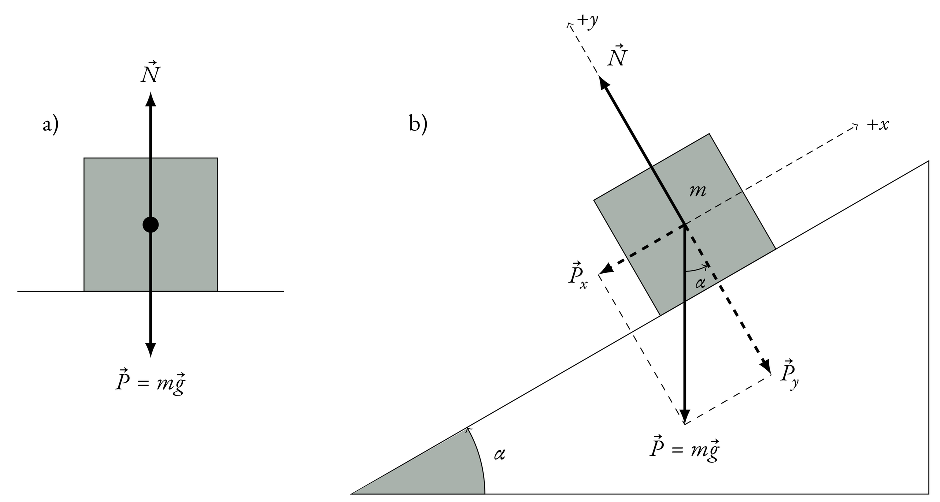


Figura 1. Fuerza normal en a) una superficie horizontal, b) un plano inclinado y c) una superficie vertical.

Rozamiento $\vec{f}_{\mathrm{r}}$

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:

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

donde μ es el coeficiente de rozamiento.

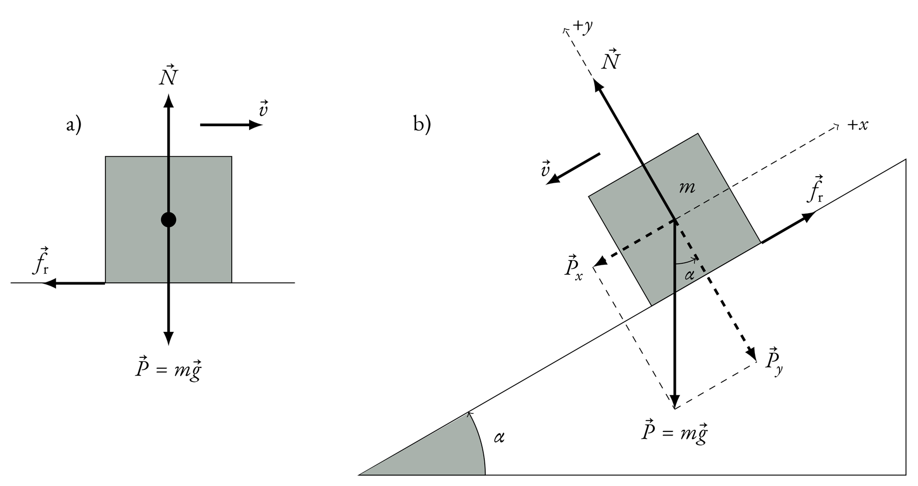


Figura 2. Fuerza de rozamiento en a) una superficie horizontal, b) un plano inclinado y c) una superficie vertical.

Centrípeta $\vec{f}_{\mathrm{c}}$

Se llama **fuerza 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**:

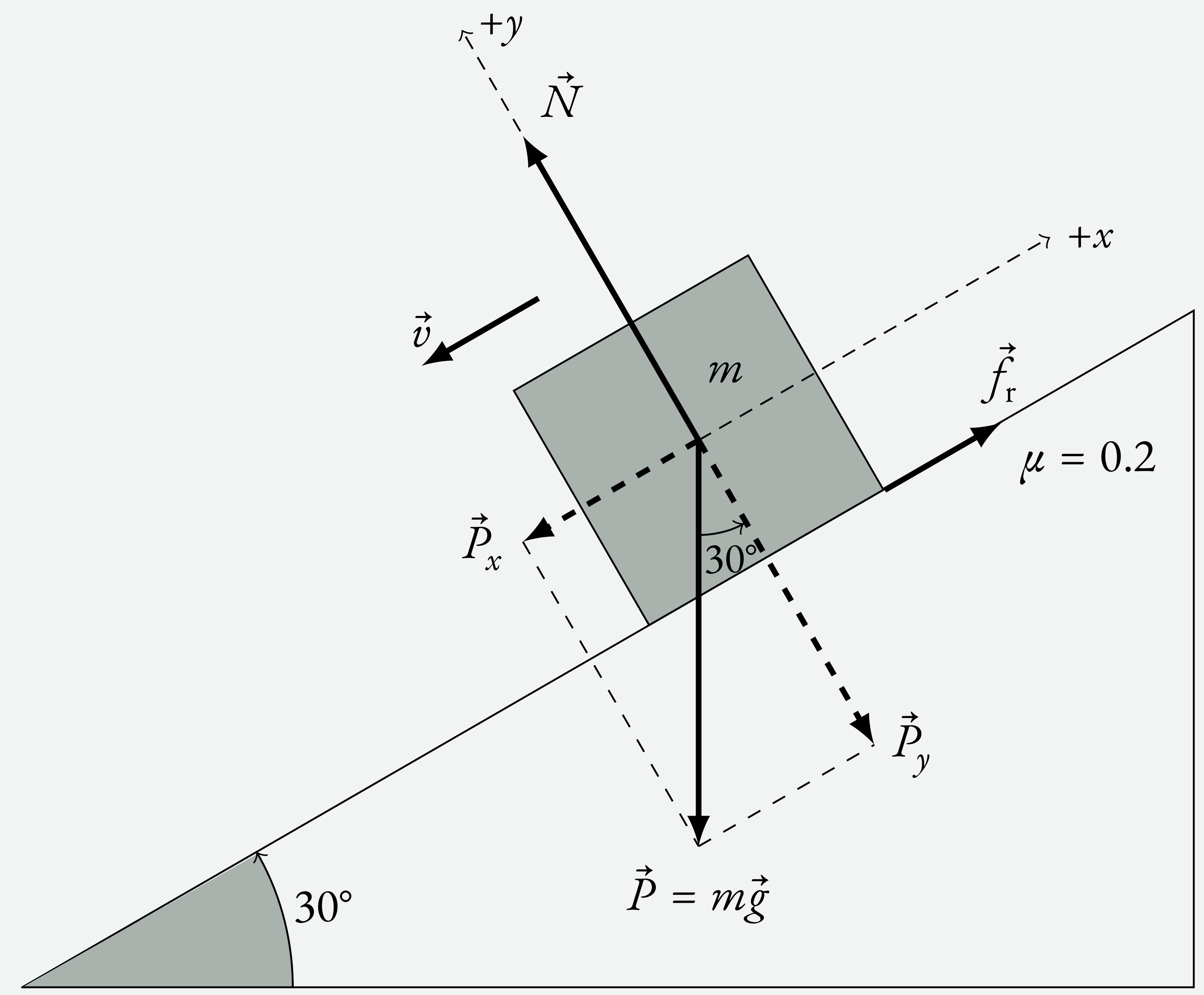
$$f_{\mathrm{c}} = ma_{\mathrm{c}} = m\cdot\frac{v^2}{R} = \frac{mv^2}{R}$$

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 $\vec{P} = -P_x\,\hat{\imath} - P_y\,\hat{\jmath}$, donde:

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

- Normal $\vec{N} = N\,\hat{\jmath}$
- Fuerza de rozamiento $\vec{f}_{\mathrm{r}} = \mu N\,\hat{\imath} = 0.2N\,\hat{\imath}\,\mathrm{N}$

Escribimos la **2ª ley de Newton** para cada **componente**:

$$\textbf{Componente } x \rightarrow f_{\mathrm{r}} - P_x = ma \tag{1}$$
$$\textbf{Componente } y \rightarrow N - P_y = 0 \tag{2}$$

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

$$0.2\cdot 4.9\sqrt{3}m - 4.9m = ma \rightarrow a = -3.2\,\mathrm{m/s^2}$$
$$\vec{a} = -3.2\,\hat{\imath}\,\mathrm{m/s^2}$$

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

$$v = v_0 + at = 0 - 3.2\cdot 5 = -16.0\,\mathrm{m/s}$$
$$\vec{v} = -16.0\,\hat{\imath}\,\mathrm{m/s}$$

Para el **espacio recorrido** podemos utilizar la **ecuación del movimiento**:

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