

# UNITAT 3

## FORCES I LLEIS DE NEWTON

FÍSICA  
1 BATXILLERAT

# La dinàmica. Primera llei de Newton

La **dinàmica** és la part de la física que estudia les causes que originen els canvis en el moviment dels objectes de l'univers.

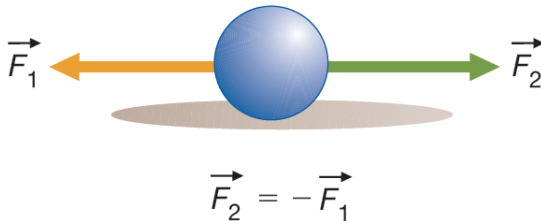
La **força** és tota causa capaç d'alterar l'estat de moviment d'un cos o de provocar-ne una deformació.

## Primera llei de Newton o principi d'inèrcia

**Principi d'inèrcia:** quan la resultant de les forces que actuen sobre un cos és nul·la, la seva velocitat es manté constant de manera que el cos descriu un MRU:

$$\sum_i \vec{F}_i = 0 \leftrightarrow \vec{v} = \text{constant (MRU)}$$

- Si dues forces oposades actuen sobre un mateix cos:



$$\sum_i \vec{F}_i = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{F}_1 - \vec{F}_1 = 0 \leftrightarrow \vec{v} = ct \text{ (MRU)}$$

# Segona llei de Newton

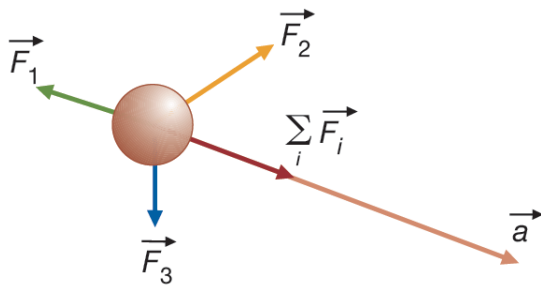
## Segona llei de Newton o principi fonamental de la dinàmica

Segons el principi fonamental de la dinàmica, la variació de l'estat de moviment que experimenta un cos, o acceleració, és proporcional a la força neta que actua sobre aquest cos, i es realitza en la direcció en què actua la força.

La constant de proporcionalitat entre la força i l'acceleració és la massa del cos:

$$\sum_i \vec{F}_i = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = m\vec{a}$$

- Si tres forces oposades actuen sobre un mateix cos:



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

La unitat de força és el **newton (N)**.

Un **newton** és la força que cal fer sobre un cos d'1 kg de massa per tal que adquireixi una acceleració d'1 m/s<sup>2</sup>.

# Tercera llei de Newton

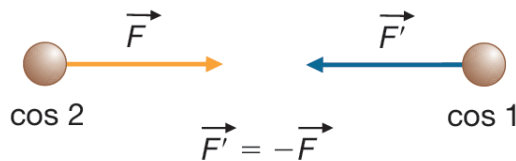
## Tercera llei de Newton o principi d'acció-reacció

El **principi d'acció-reacció** estableix que quan un cos exerceix una força  $\vec{F}$  sobre un segon cos, el segon cos efectua sobre el primer una altra força  $\vec{F}'$  que té el mateix mòdul i la mateixa direcció que  $\vec{F}$ , però en sentit contrari.

Considerarem que una de les forces és l'acció, mentre que l'altra és la reacció:

$$\vec{F}' = -\vec{F}$$

- Interacció entre dos cossos:

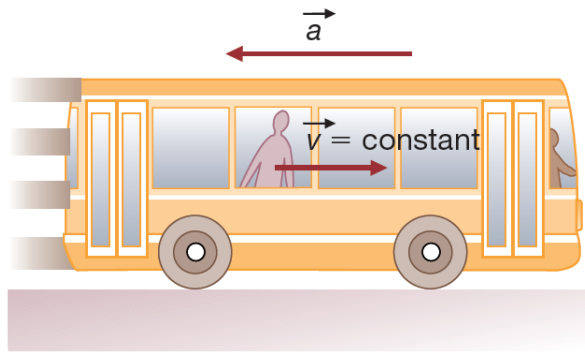


### *Recorda*

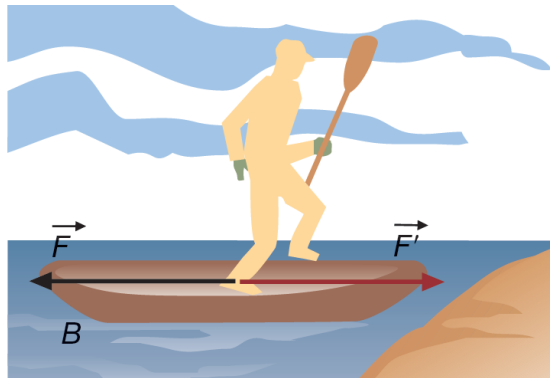
Les forces d'acció-reacció mai no s'anul·len entre si perquè sempre actuen sobre cossos diferents.

# Exemples de les lleis de Newton

## Primera llei de Newton



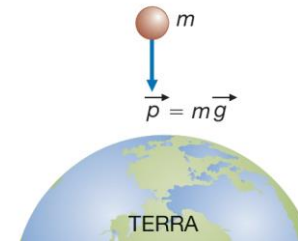
## Tercera llei de Newton



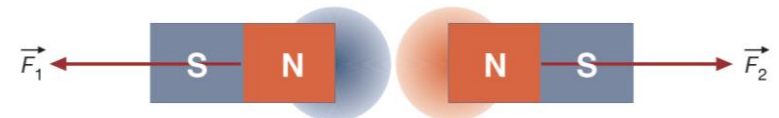
## Segona llei de Newton

### Força a distància

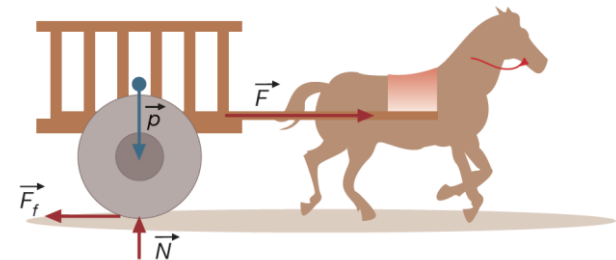
- Força de la gravetat:



- Força magnètica:



### Força per contacte

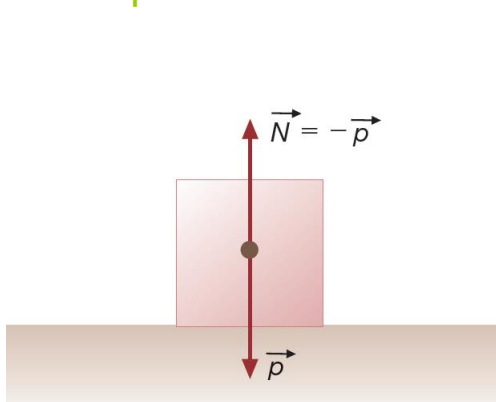


# Força normal

La força de reacció  $\vec{N}$  efectuada per la superfície sobre el cos s'anomena **força normal**.

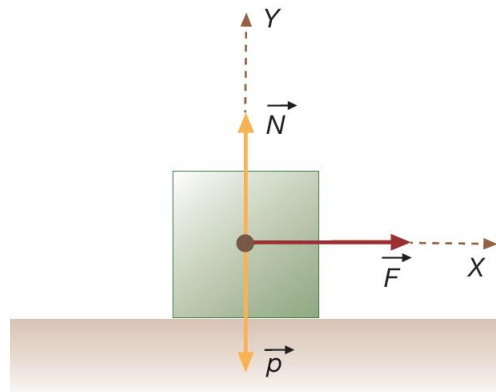
La força normal apareix com una força de reacció quan dos objectes rígids estan en contacte i un efectua una força sobre l'altre. La força normal és perpendicular a la superfície sobre la qual actua.

Exemples:



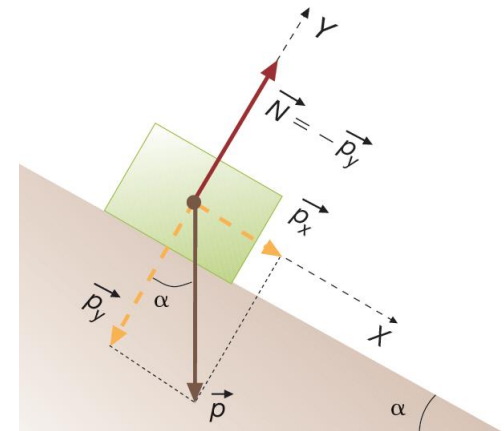
$$\sum_i \vec{F}_i = 0 \rightarrow \vec{N} + \vec{p} = 0$$

$$\vec{N} = -\vec{p}$$



$$\sum \vec{F}_i = m \vec{a} \rightarrow \vec{F} + \vec{N} + \vec{p} = m \vec{a}$$

$$\vec{N} = -\vec{p}$$



$$\begin{aligned} \sum \vec{F}_i = m \vec{a} &\rightarrow \vec{N} + \vec{p} = m \vec{a} \rightarrow \\ &\rightarrow \vec{N} + \vec{p}_x + \vec{p}_y = m \vec{a} \end{aligned}$$

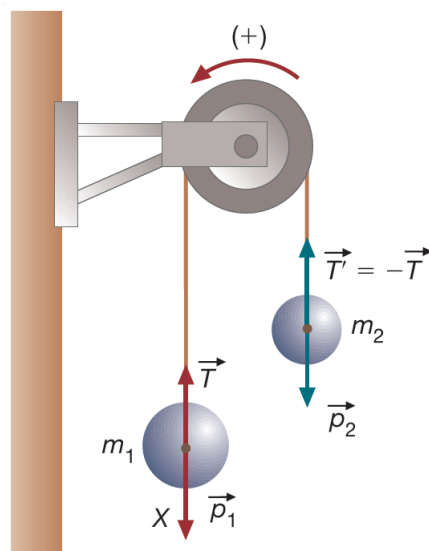
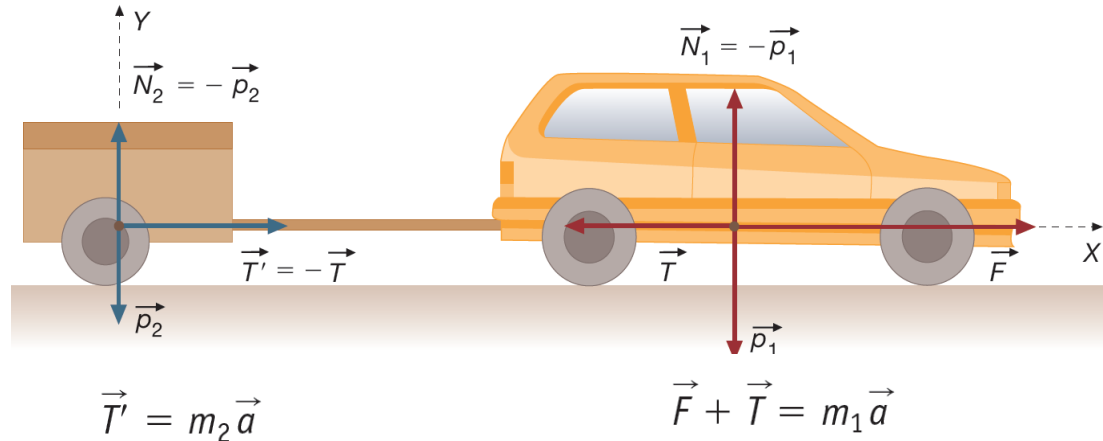
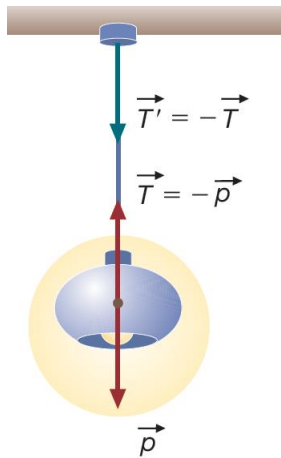
$$\vec{N} = -\vec{p}_y$$

$$a = g \sin \alpha$$

# Força de tensió

La força  $\vec{T}$  s'anomena **força de tensió** o, simplement, **tensió**, i es pot definir com la força de reacció que apareix quan un cos efectua una força sobre un altre a través d'un lligam.

Exemples:



$$\vec{p}_1 + \vec{T} = m_1 \vec{a}$$

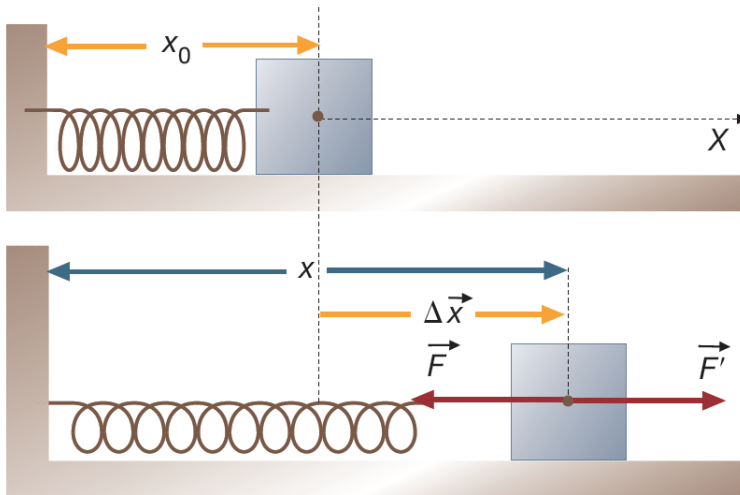
$$\vec{T} + \vec{p}_2 = m_2 \vec{a}$$

# Força elàstica

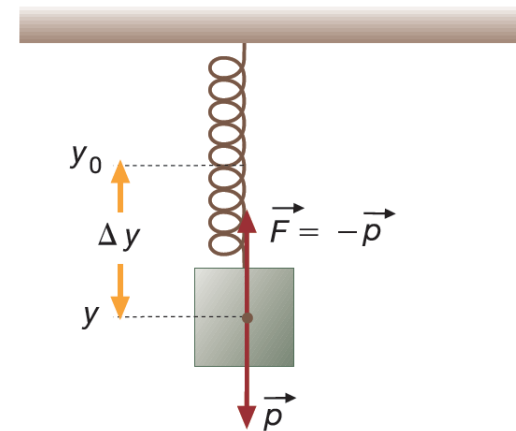
Segons estableix la **Llei de Hooke**, l'allargament  $\Delta x = x - x_0$  que experimenta la molla és directament proporcional a la força  $\vec{F}'$  externa aplicada.

$$F' = k \Delta x$$

Exemples:



$$\vec{F} = -\vec{F}'$$
$$\vec{F}' = k \Delta \vec{x}$$





# Força de fregament

S'anomena **força de fregament** el component de la força de contacte entre dos cossos que té la direcció paral·lela a la superfície de contacte. És causada pel fet que la superfície de qualsevol cos no és perfectament llisa.

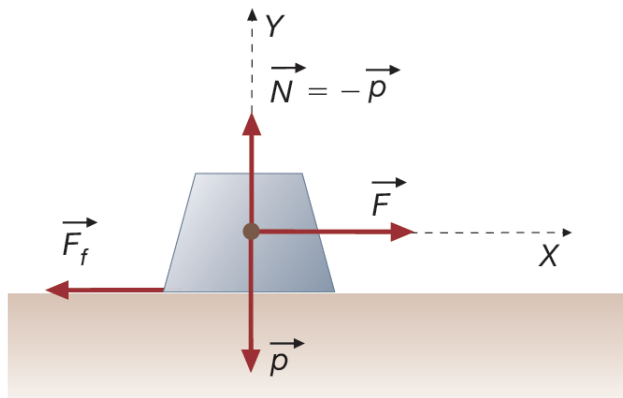
- Força de **fregament estàtic**:

$$F_{fe} \leq \mu_e N$$

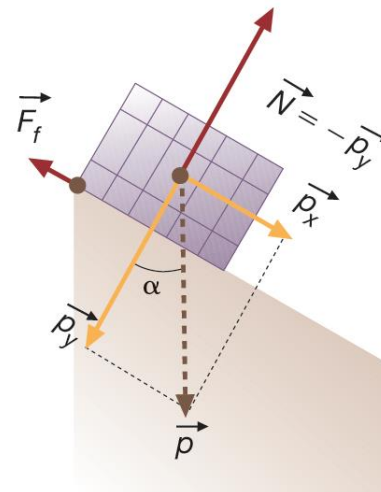
- Força de **fregament dinàmic o cinètic**:

$$F_{fd} = \mu_d N$$

Exemples:



$$\vec{F} + \vec{F}_{fe} + \vec{N} + \vec{p} = 0$$



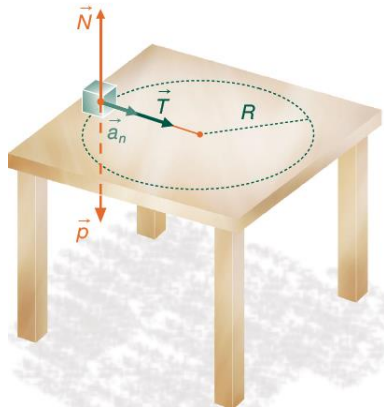
$$Y: \vec{N} + \vec{p}_y = 0$$

$$X: \vec{p}_x + \vec{F}_{fe} = 0$$

# Dinàmica del moviment circular uniforme (I)

## Cos que gira lligat d'una corda que no presenta fregament

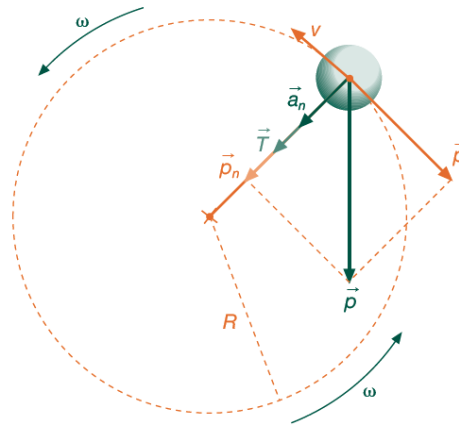
Sobre una superfície horitzontal:



$$X: T = m a_n$$

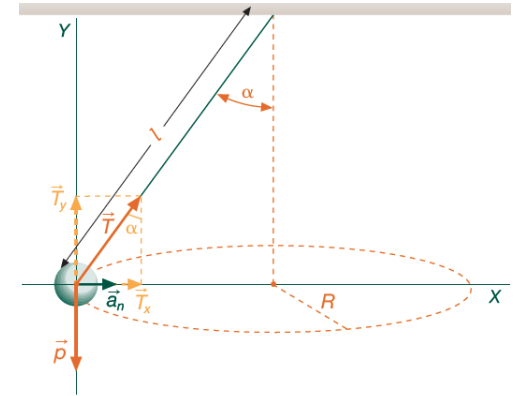
$$Y: N - p = 0$$

En un pla vertical:



$$\vec{T} + \vec{p}_n = m \vec{a}_n$$

En un pla horitzontal:

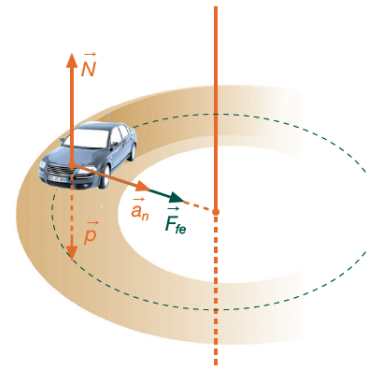


$$X: T_x = m a_n$$

$$Y: T_y - p = 0$$

## Cos que gira quan actua el fregament

Cos que gira sobre una superfície horitzontal:

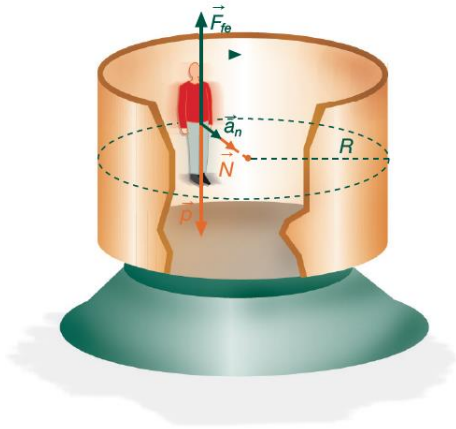


$$X: F_{fe} = m a_n$$

$$Y: N - p = 0$$

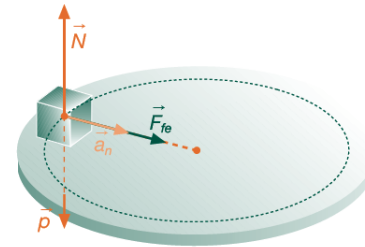
# Dinàmica del moviment circular uniforme (II)

## El rotor



$$X: N = m a_n = m \frac{v^2}{R}$$

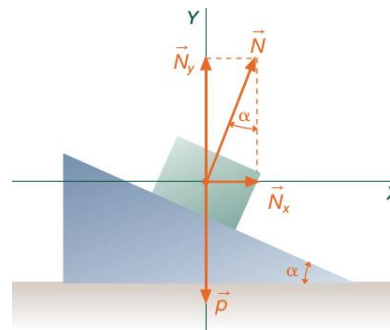
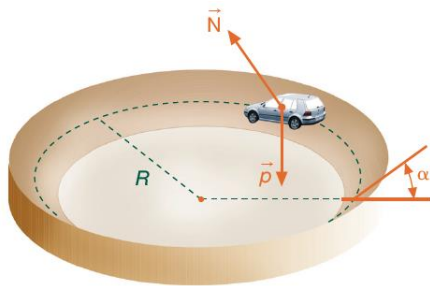
$$Y: p - F_{fe} = 0$$



$$X: F_{fe} = m a_n$$

$$Y: N - p = 0$$

## Peralt d'una corba



$$X: N_x = m a_n \rightarrow N \sin \alpha = m \frac{v^2}{R}$$

$$Y: N_y - p = 0 \rightarrow N \cos \alpha = m g$$