7P

Molles i amortidors

Contacte partícula superfície

Condicions límit d'enllaç

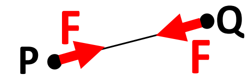
Classificació de forces d'interacció

Forces formulables

ρ = separació entre **P** i **Q**

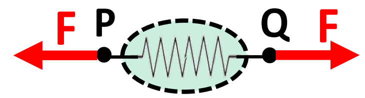
(1) $F_{\mathbf{Q}\leftrightarrow\mathbf{P}} = f(\rho)$

- Directes:



$$\boxed{F_{\mathbf{Q}\leftrightarrow\mathbf{P}} = G\left(m_{\mathbf{P}} m_{\mathbf{Q}} / \rho^2\right)}$$

- Indirectes:

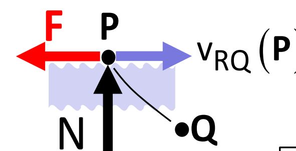


$$\boxed{\Delta F_{\mathbf{Q}\leftrightarrow(\mathrm{EI})\leftrightarrow\mathbf{P}} = k\Delta\rho}$$

(2) $F_{\mathbf{Q}\leftrightarrow\mathbf{P}} = f(\dot{\rho})$

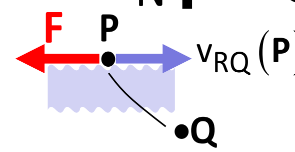
friccions

- Directes:
  - Coulomb



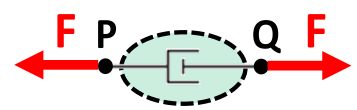
$$\boxed{F_{\mathbf{Q}\leftrightarrow\mathbf{P}} = \mu N}$$

  - viscós



$$\boxed{F_{\mathbf{Q}\rightarrow\mathbf{P}} = c\,v_{\mathrm{RQ}}(\mathbf{P})}$$

- Indirectes:

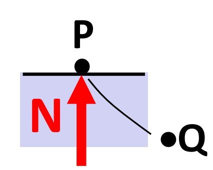


$$\boxed{F_{\mathbf{Q}\leftrightarrow(\mathrm{EI})\leftrightarrow\mathbf{P}} = c\dot{\rho}}$$

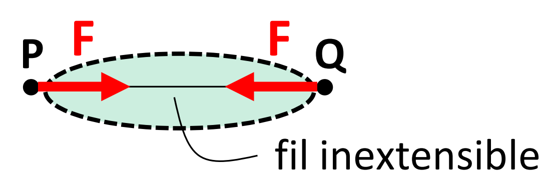
Forces no formulables

(3) **Enllaç** $F_{\mathbf{Q}\leftrightarrow\mathbf{P}} = ??$

- Directes:

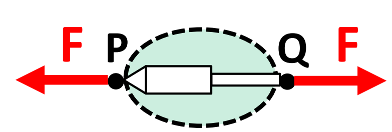


- Indirectes:



(4) **Actuadors** - Indirectes:

- $F_{\mathbf{Q}\leftrightarrow\mathbf{P}} = ??$ incògnita
- $F_{\mathbf{Q}\leftrightarrow\mathbf{P}} = F(t)$ dada

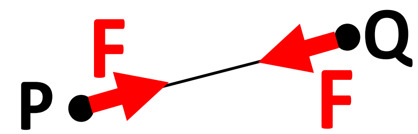


Forces formulables

ρ = separació entre **P** i **Q**

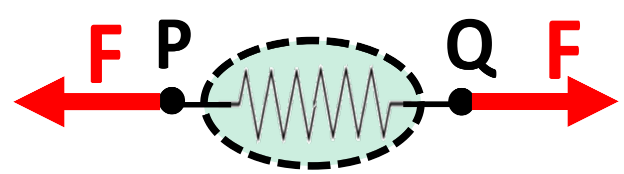
(1) $F_{Q\leftrightarrow P} = f(\rho)$

Directes:



$$F_{Q\leftrightarrow P} = G\left(m_P m_Q / \rho^2\right)$$

Indirectes:



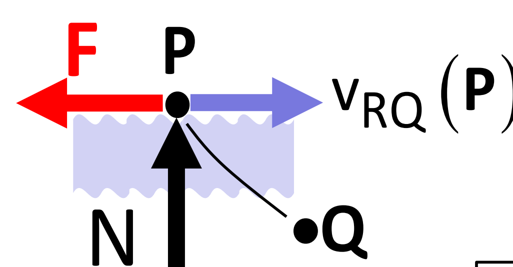
$$\Delta F_{Q\leftrightarrow(El)\leftrightarrow P} = k\Delta\rho$$

(2) $F_{Q\leftrightarrow P} = f(\dot{\rho})$

friccions

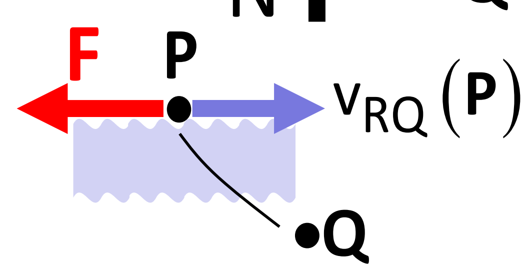
Directes:

Coulomb



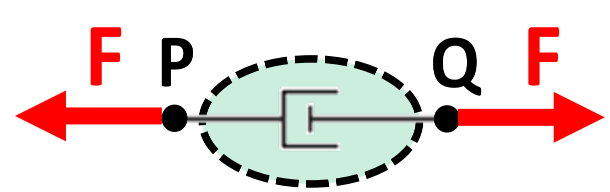
$$F_{Q\leftrightarrow P} = \mu N$$

viscós



$$F_{Q\rightarrow P} = c v_{RQ}(P)$$

Indirectes:

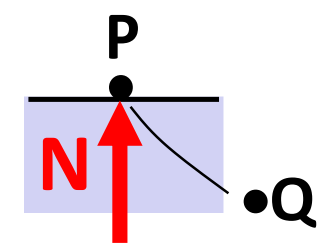


$$F_{Q\leftrightarrow(El)\leftrightarrow P} = c\dot{\rho}$$

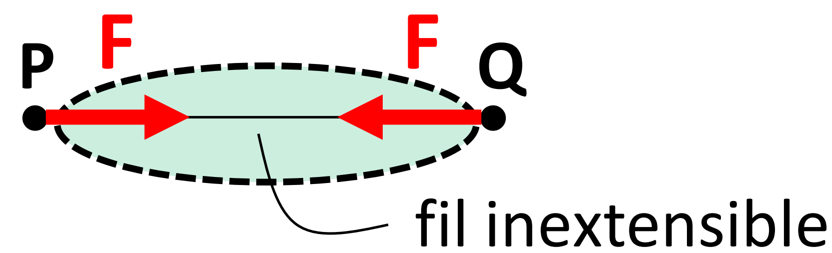
Forces no formulables

(3) **Enllaç** $F_{\mathbf{Q}\leftrightarrow\mathbf{P}} = ??$

- Directes:

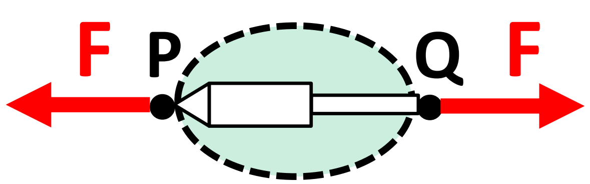


- Indirectes:

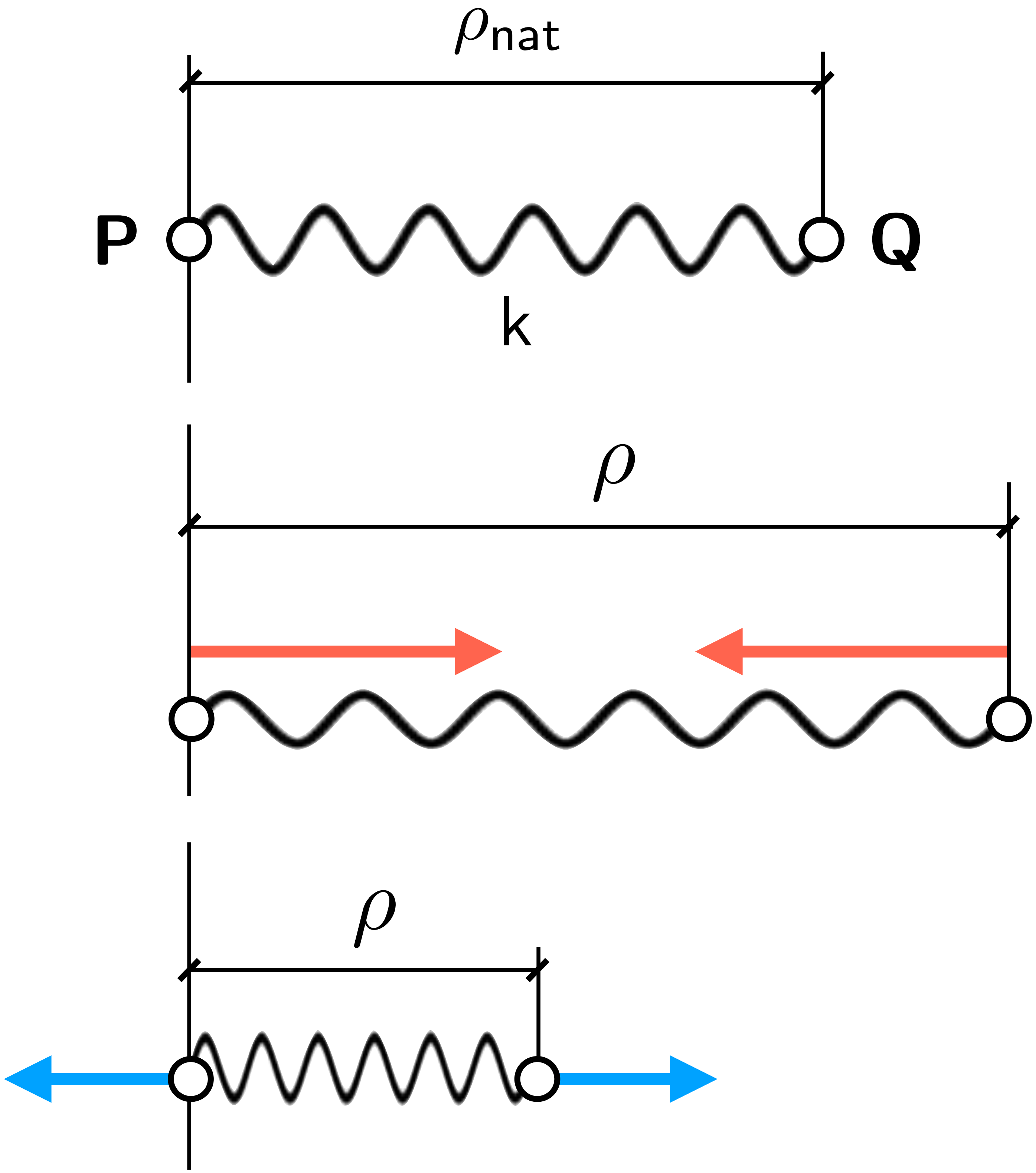


(4) **Actuadors** - Indirectes:

$$\begin{cases} F_{\mathbf{Q}\leftrightarrow\mathbf{P}} = ?? & \text{incògnita} \\ F_{\mathbf{Q}\leftrightarrow\mathbf{P}} = F(t) & \text{dada} \end{cases}$$



Molles i amortidors



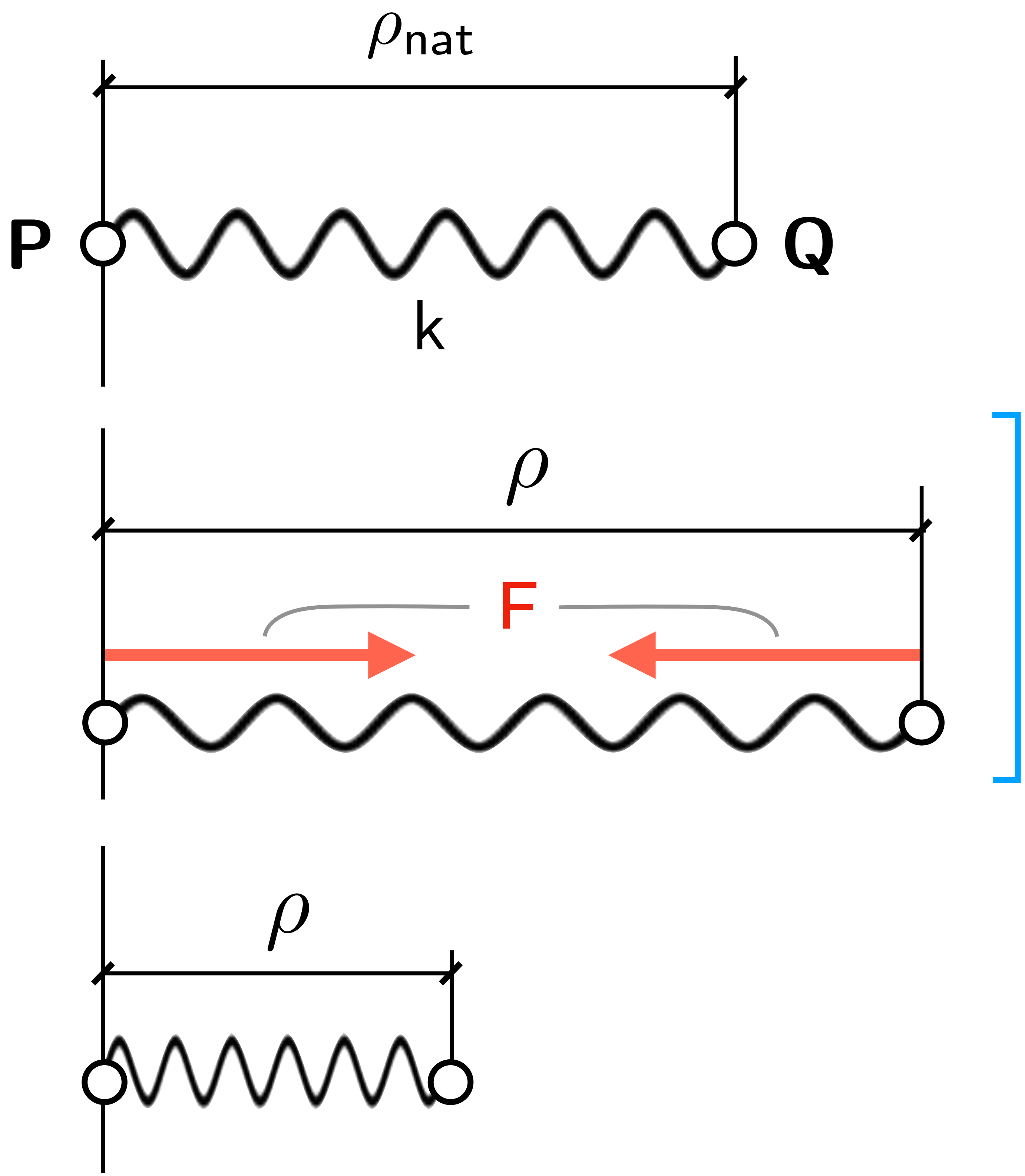
Molla distesa

L'estirem

$\rho > \rho_{\text{nat}}$

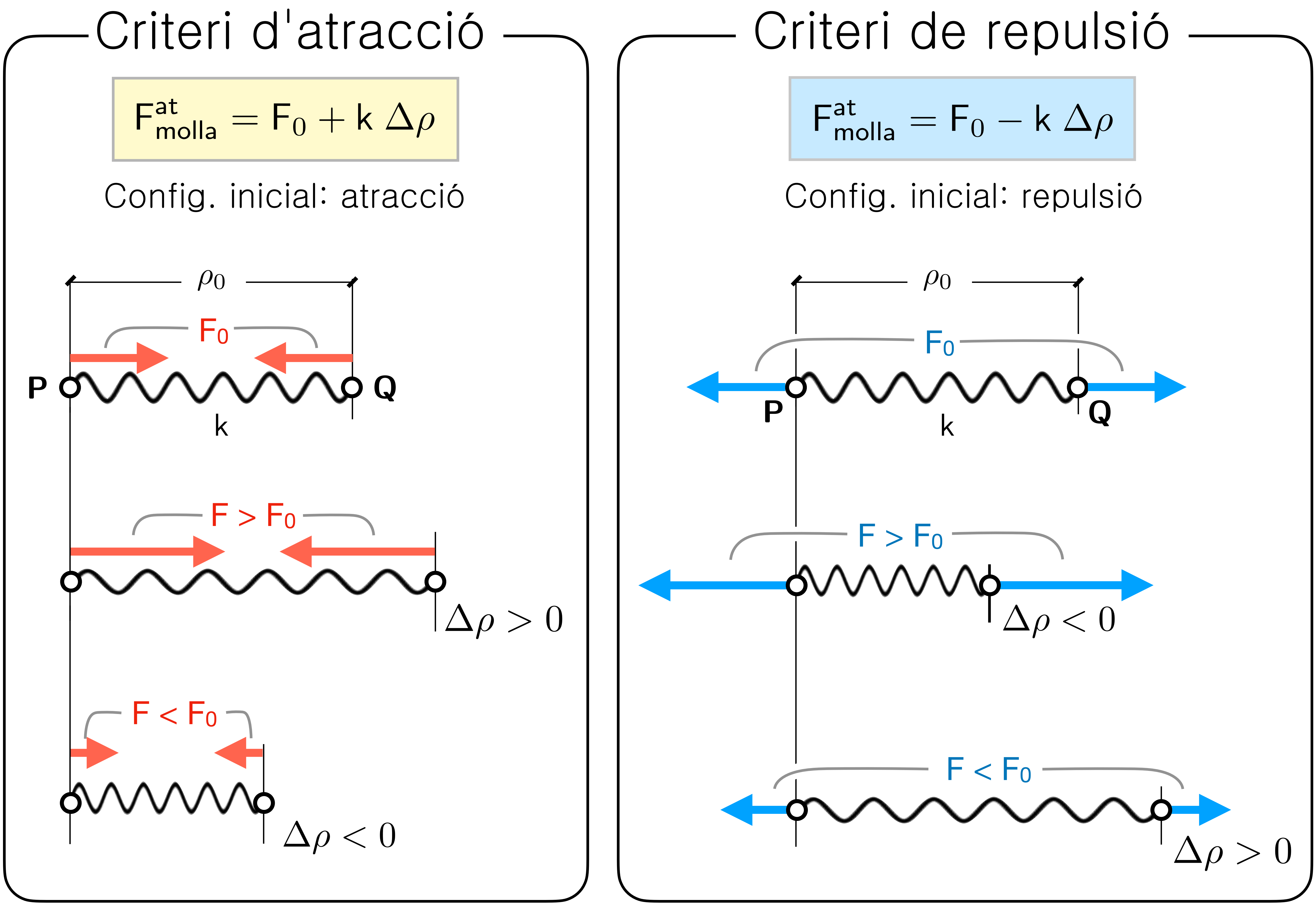
L'escurcem

$\rho < \rho_{\text{nat}}$



Si la dibuixem atractiva

$$F = k \underbrace{(\rho - \rho_{nat})}_{\Delta\rho}$$


Criteri d'atracció
$F^{at}_{molla} = F_0 + k\,\Delta\rho$
Config. inicial: atracció
ρ_0
F_0
P
Q
k
$F > F_0$
$\Delta\rho > 0$
$F < F_0$
$\Delta\rho < 0$
Criteri de repulsió
$F^{at}_{molla} = F_0 - k\,\Delta\rho$
Config. inicial: repulsió
ρ_0
F_0
P
Q
k
$F > F_0$
$\Delta\rho < 0$
$F < F_0$
$\Delta\rho > 0$

Criteri d'atracció

$$F^{at}_{molla} = F_0 + k\,\Delta\rho$$

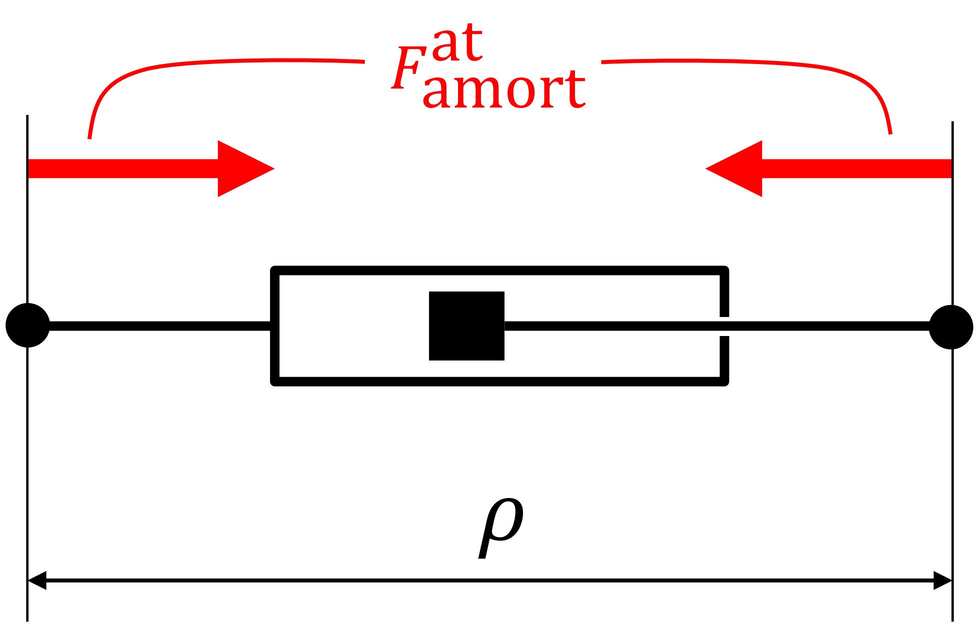
Criteri de repulsió

$$F^{at}_{molla} = F_0 - k\,\Delta\rho$$

Cal formular-los en funció de les coordenades
que descriuen la configuració del sistema

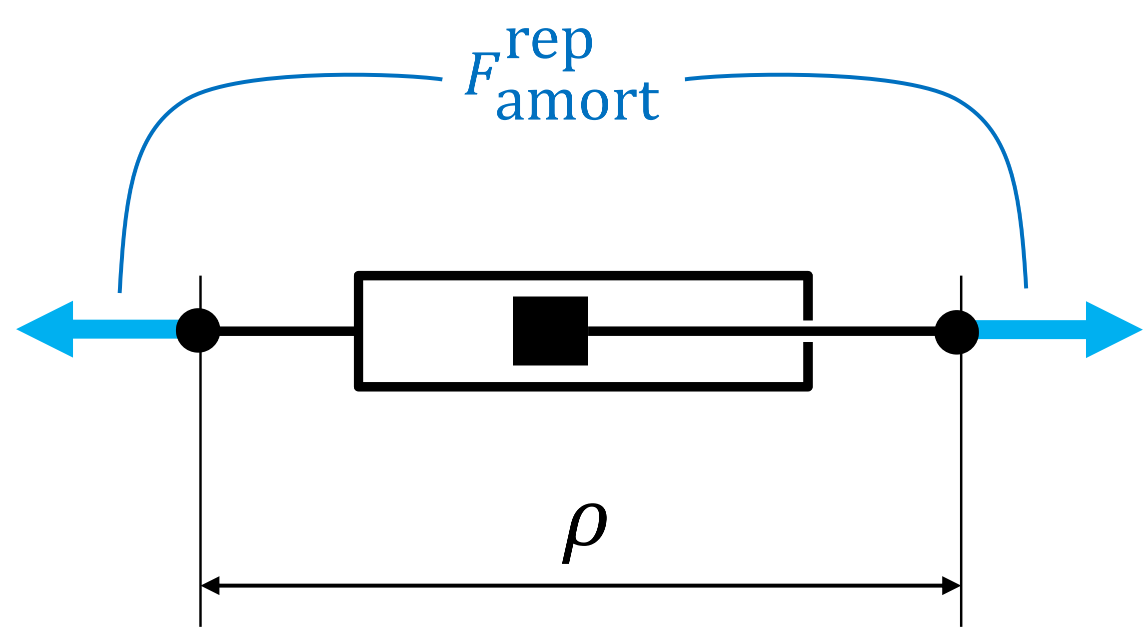
Criteri d'atracció

$$F_{\text{amort}}^{\text{at}} = c \cdot \dot{\rho}$$



Criteri de repulsió

$$F_{\text{amort}}^{\text{rep}} = -\, c \cdot \dot{\rho}$$



Si amortidor muntat en paral·lel amb molla → Formulem molla i amortidor amb MATEIX criteri

Criteri d'atracció

$$F^{\text{at}}_{\text{amort}} = c \cdot \dot{\rho}$$

Criteri de repulsió

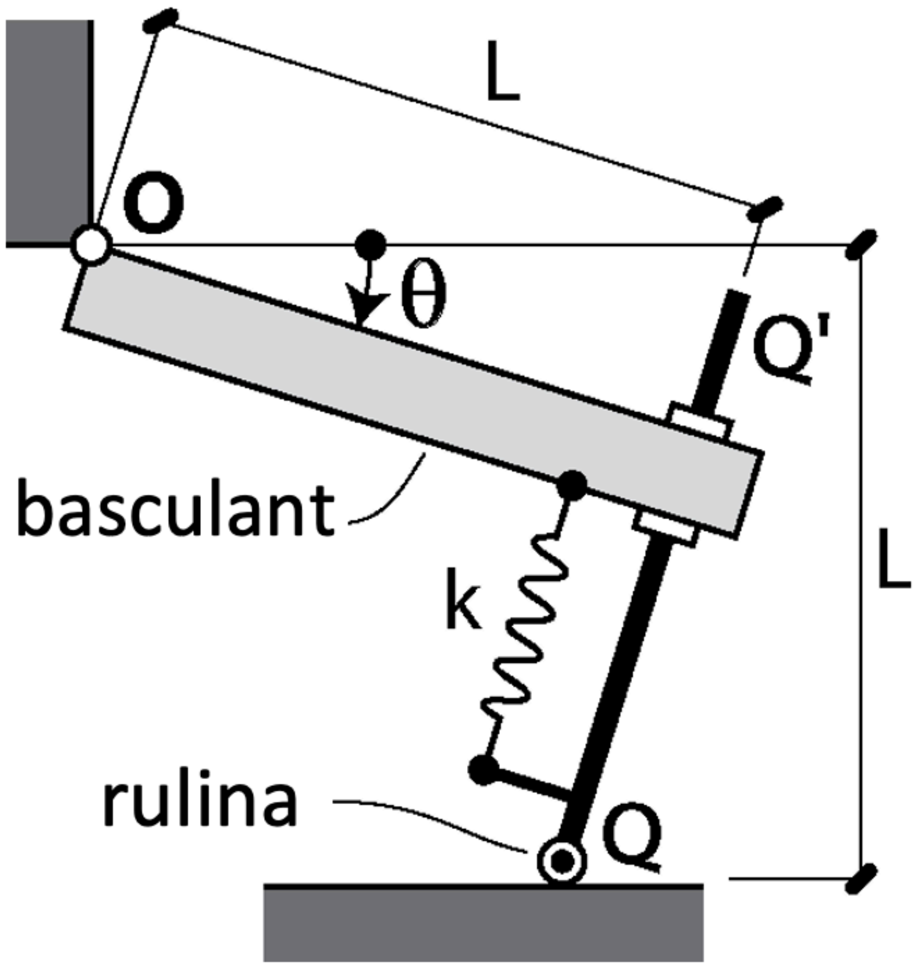
$$F^{\text{rep}}_{\text{amort}} = -\, c \cdot \dot{\rho}$$

Cal formular-los en funció de les coordenades que descriuen la configuració del sistema

Exercicis molles i amortidors

La barra **QQ'** llisca respecte del basculant

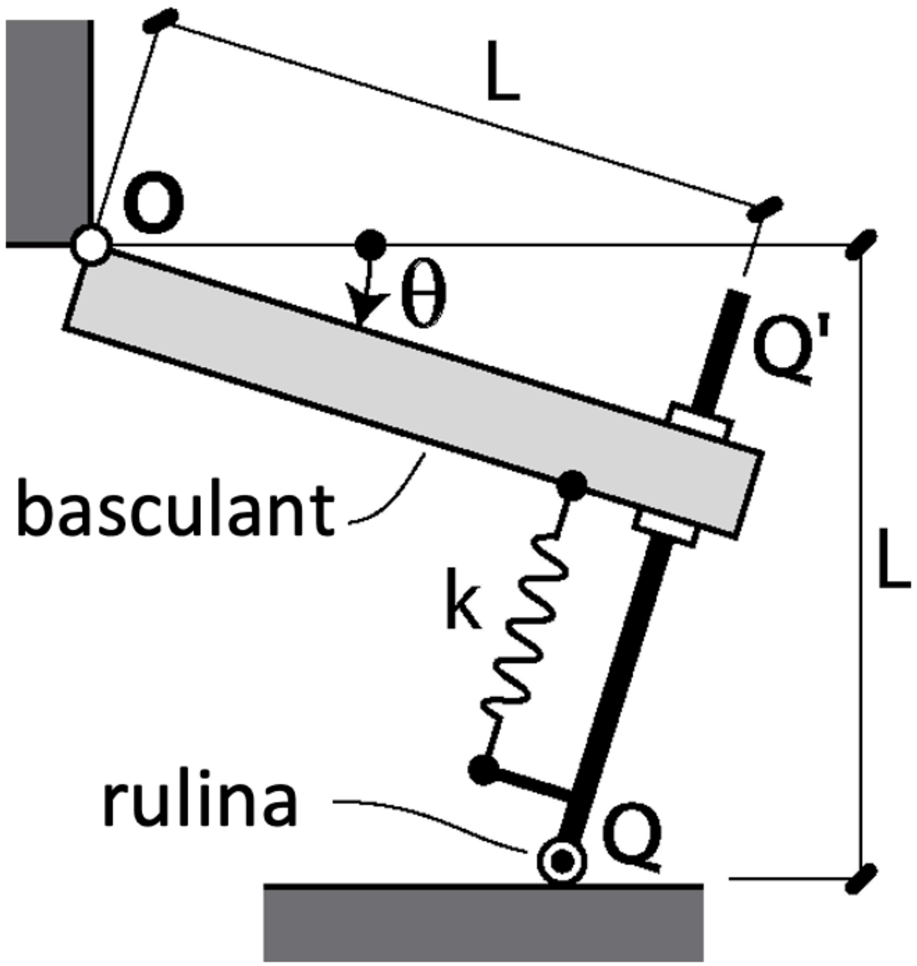
Equilibri per a $\theta=0$, $F_m(\theta=0)=F_0$



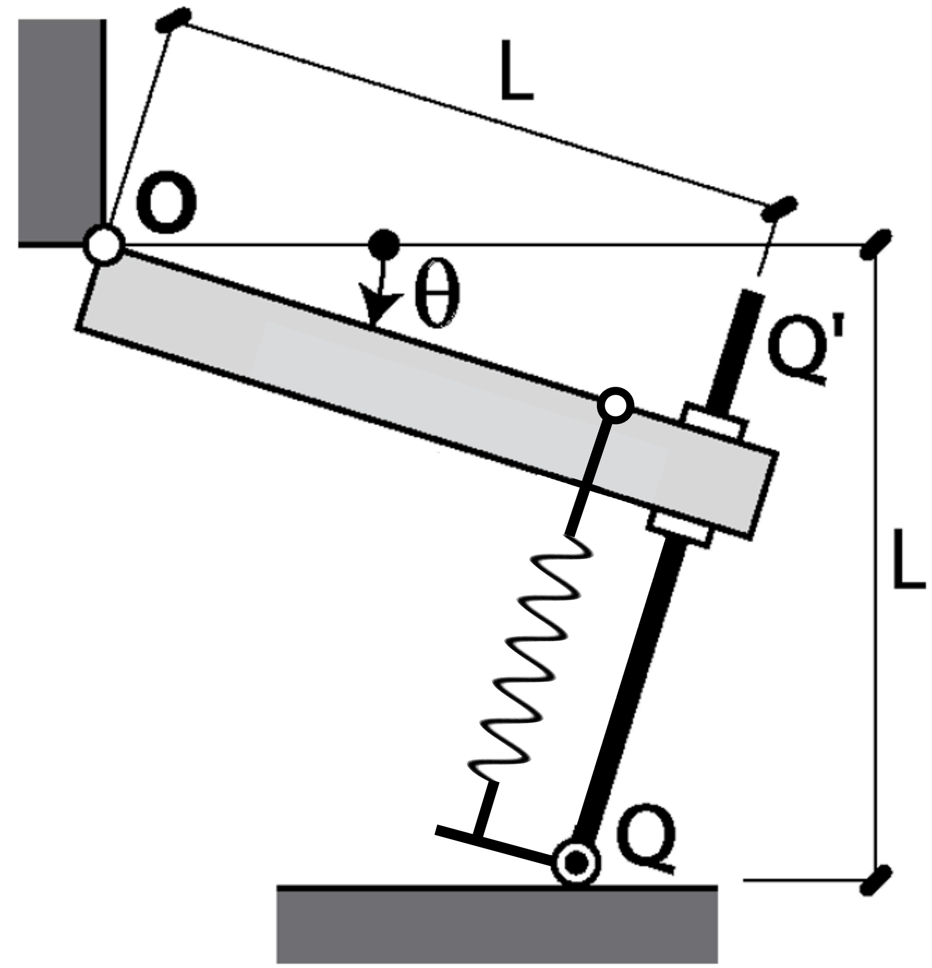
$F_{molla}^{rep}(\theta)$?

La barra **QQ'** llisca respecte del basculant

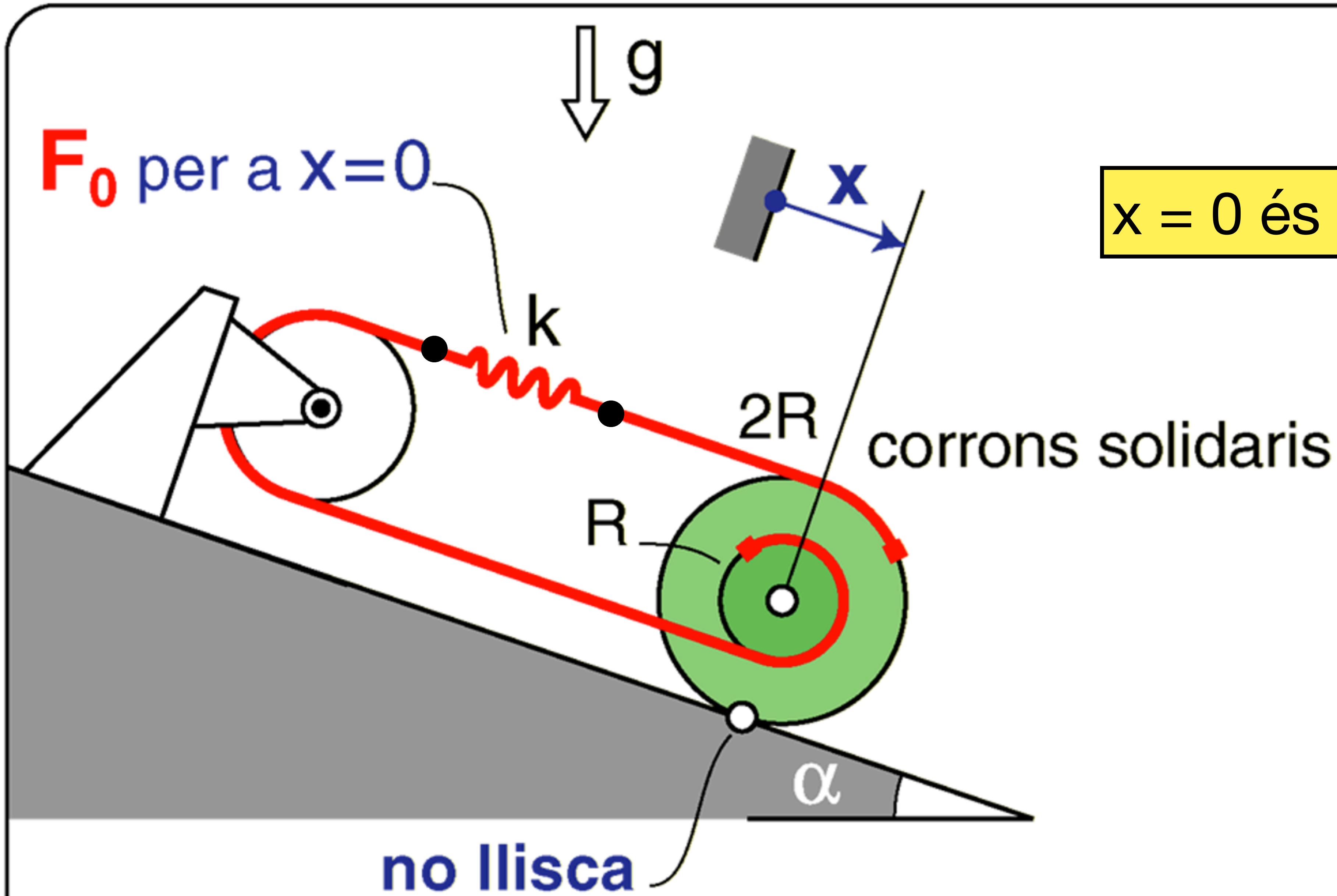
Equilibri per a $\theta = 0$, $F_m(\theta = 0) = F_0$



$$F^{rep}_{molla}(\theta)?$$



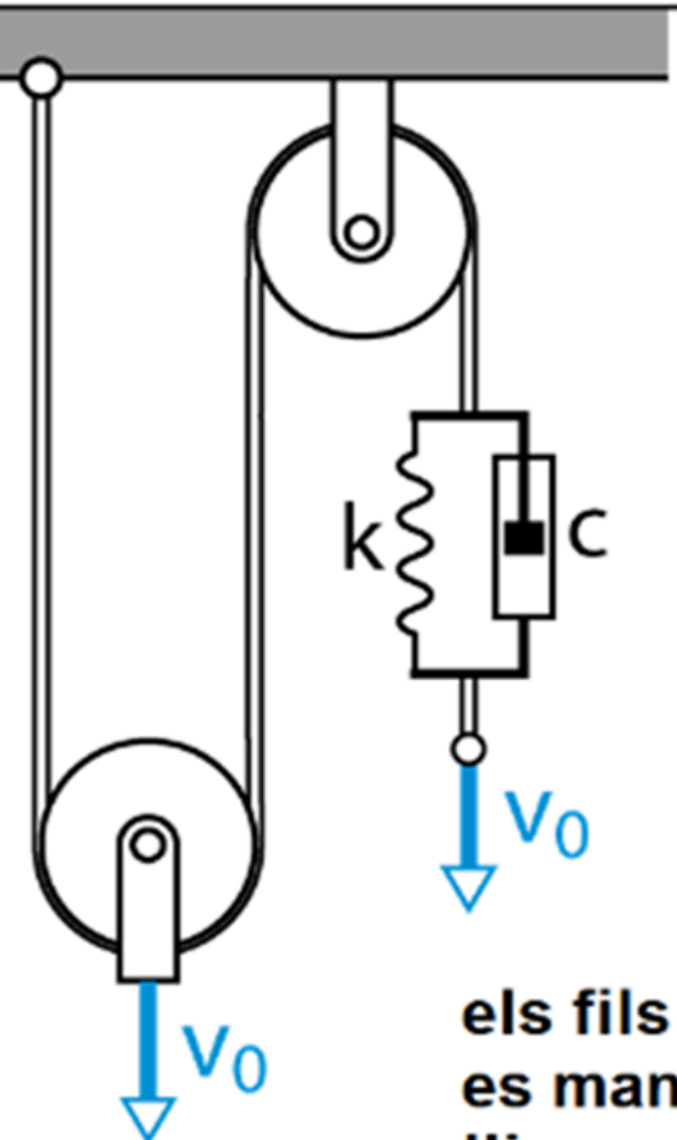
Molla acoplada a fil inextensible enrotllat a corrons



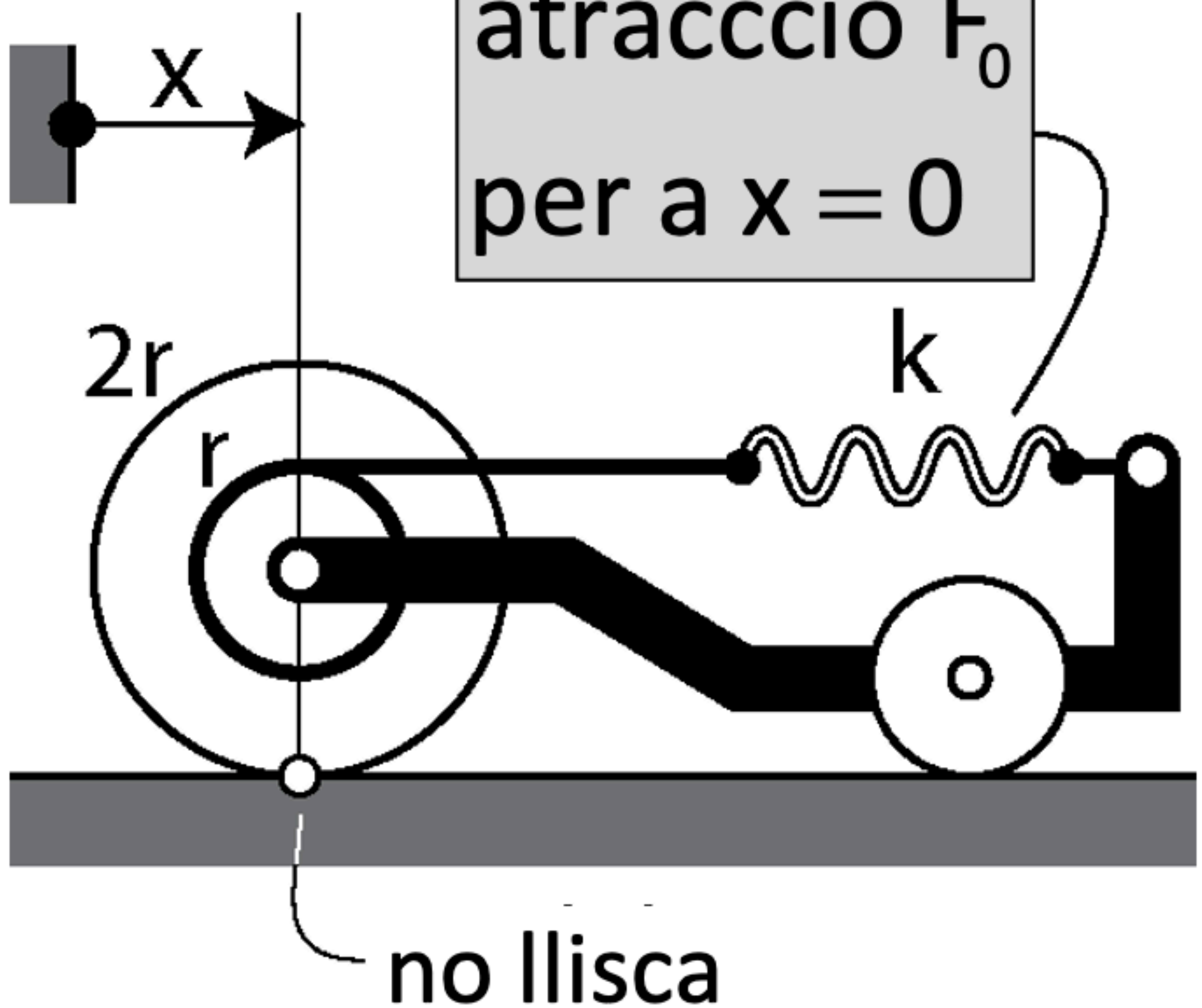
$F_{molla}(x)$?

x = 0 és posició d'equilibri

força de l'amortidor?



els fils són inextensibles, es mantenen tibats i no llisquen sobre les politges



$$\boxed{F^{atrac}_{molla}(x)\,?}$$

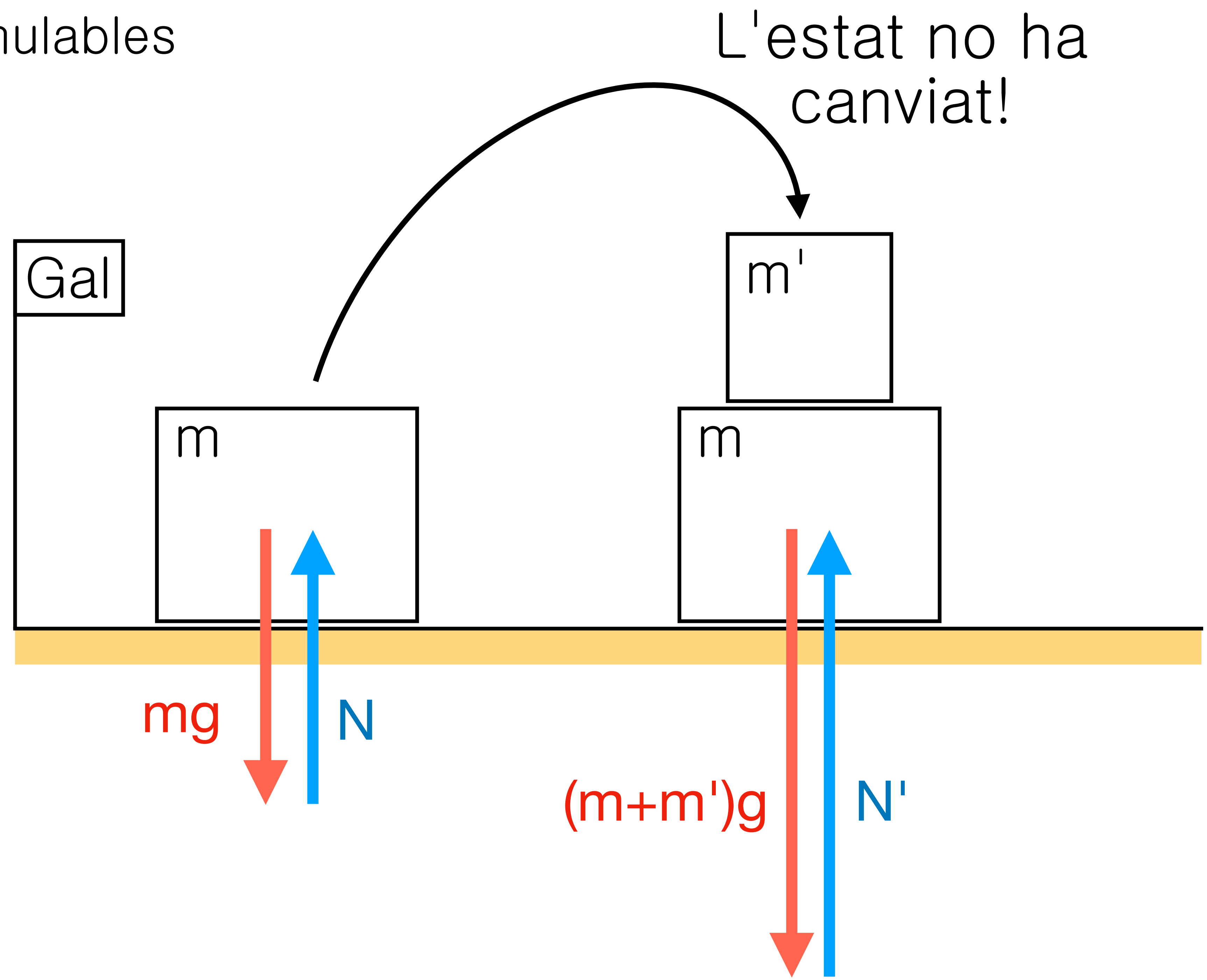
Aquí és x

Contacte partícula-superfície

Condicions límit d'enllaç

Forces d'enllaç

- Restringeixen el moviment relatiu entre partíc. per garantir un enllaç
- Prenen el valor que calgui per garantir l'enllaç
- No formulables



Gravetat ✓

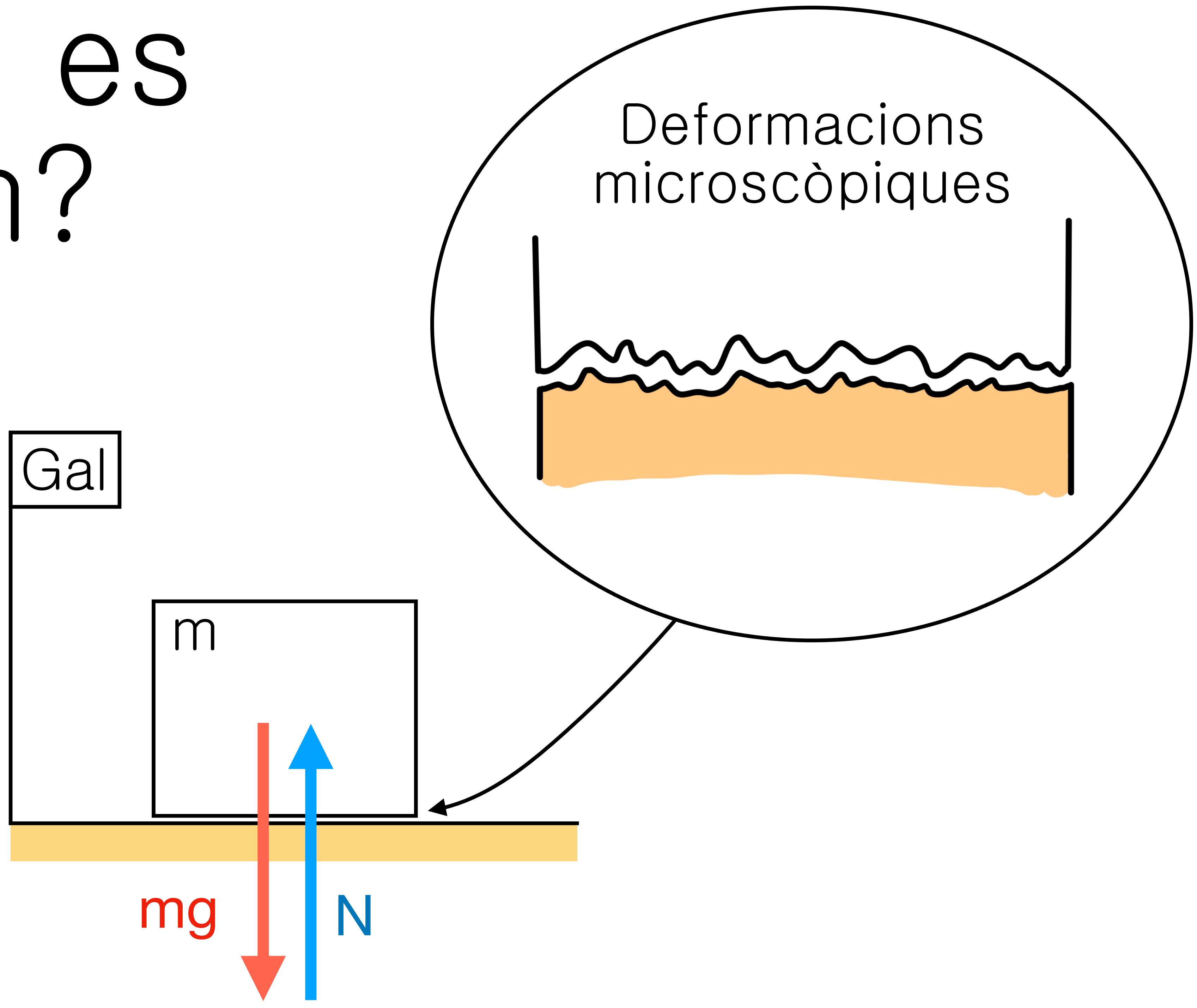
Molles ✗

Fricció ✗

Actuadors ✗

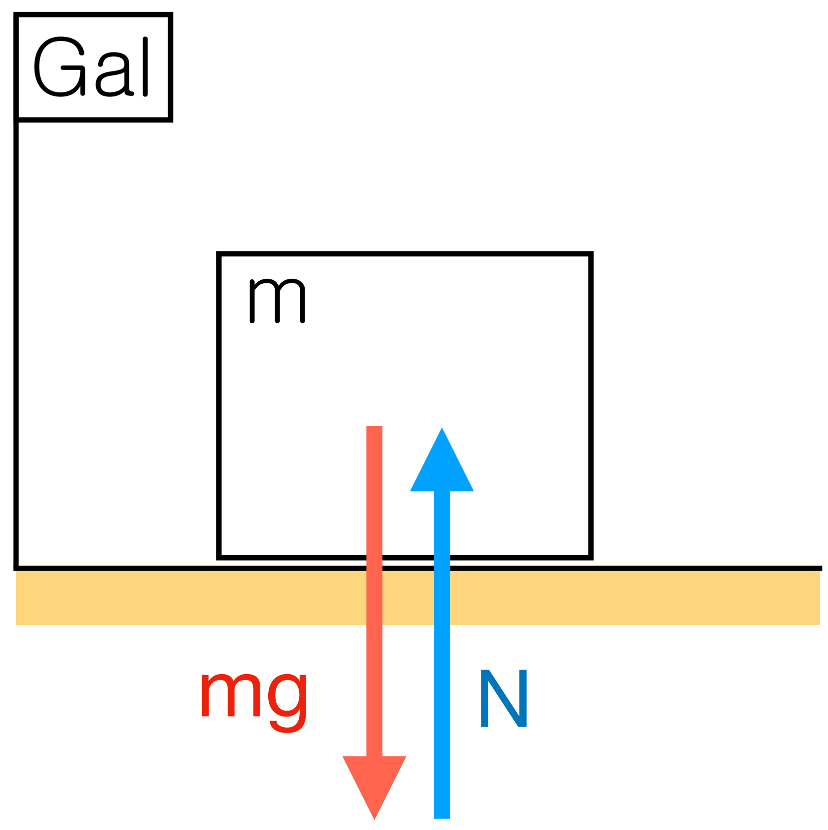
Enllaç ✓

A què es deuen?

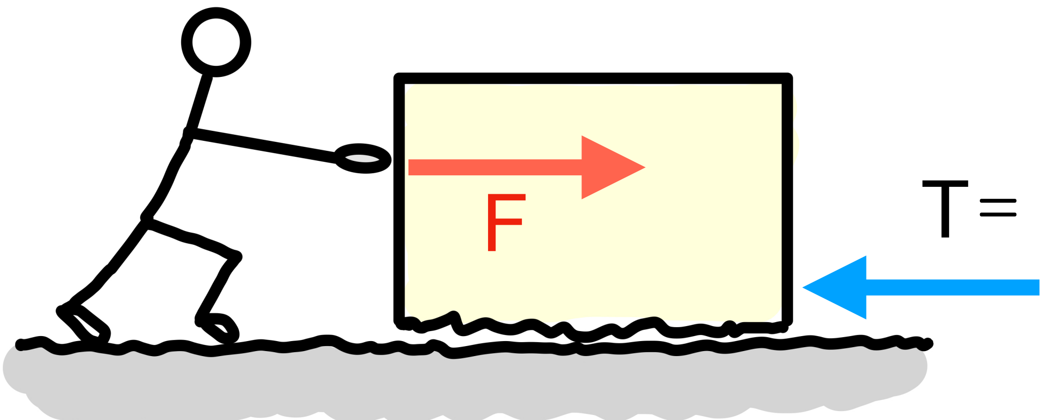


Condicions límit d'enllaç

Per garantir l'enllaç		Condició límit
$N < N_{rotura}$	$\rightarrow$	$N = N_{rotura}$
$N > 0$	$\rightarrow$	$N = 0$



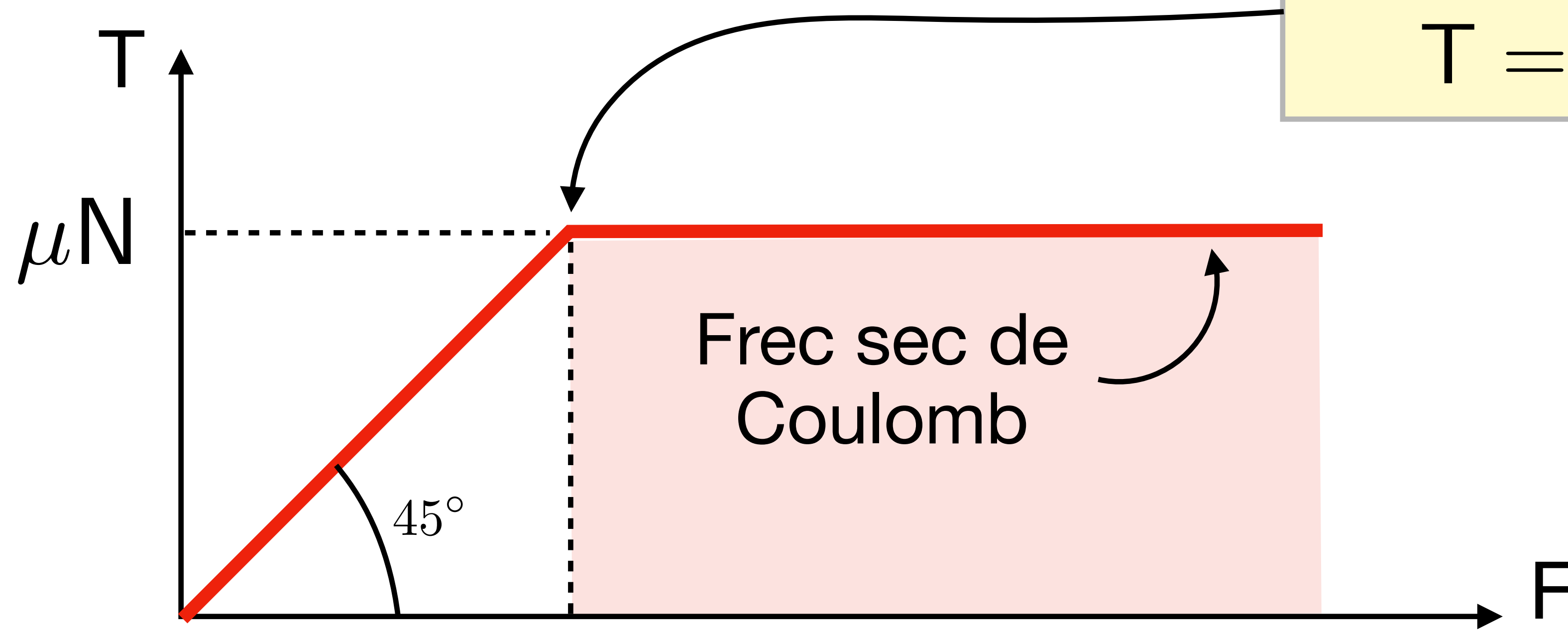
F enllaç degudes a fregament



T= força de fregament

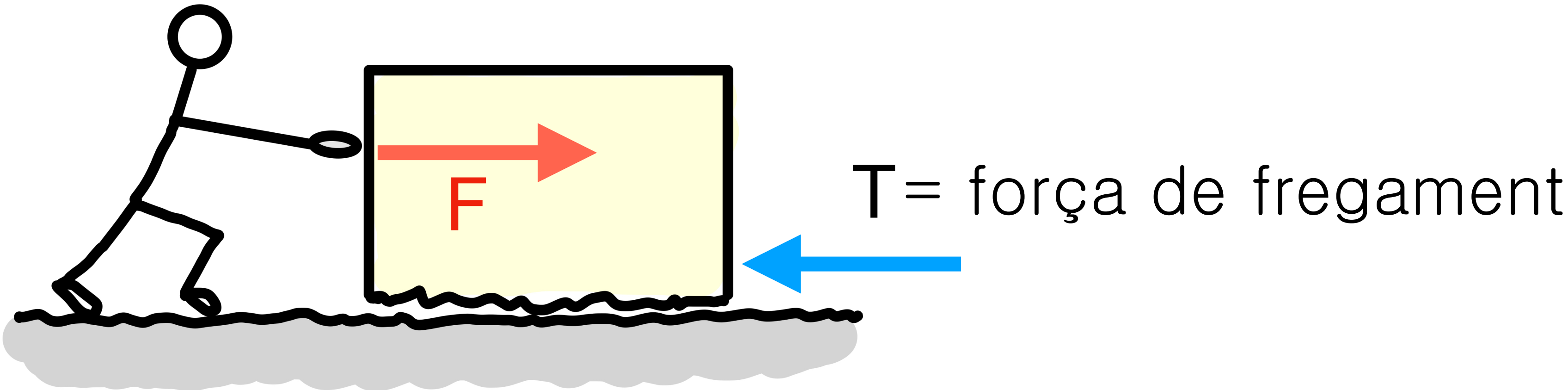
Condició límit

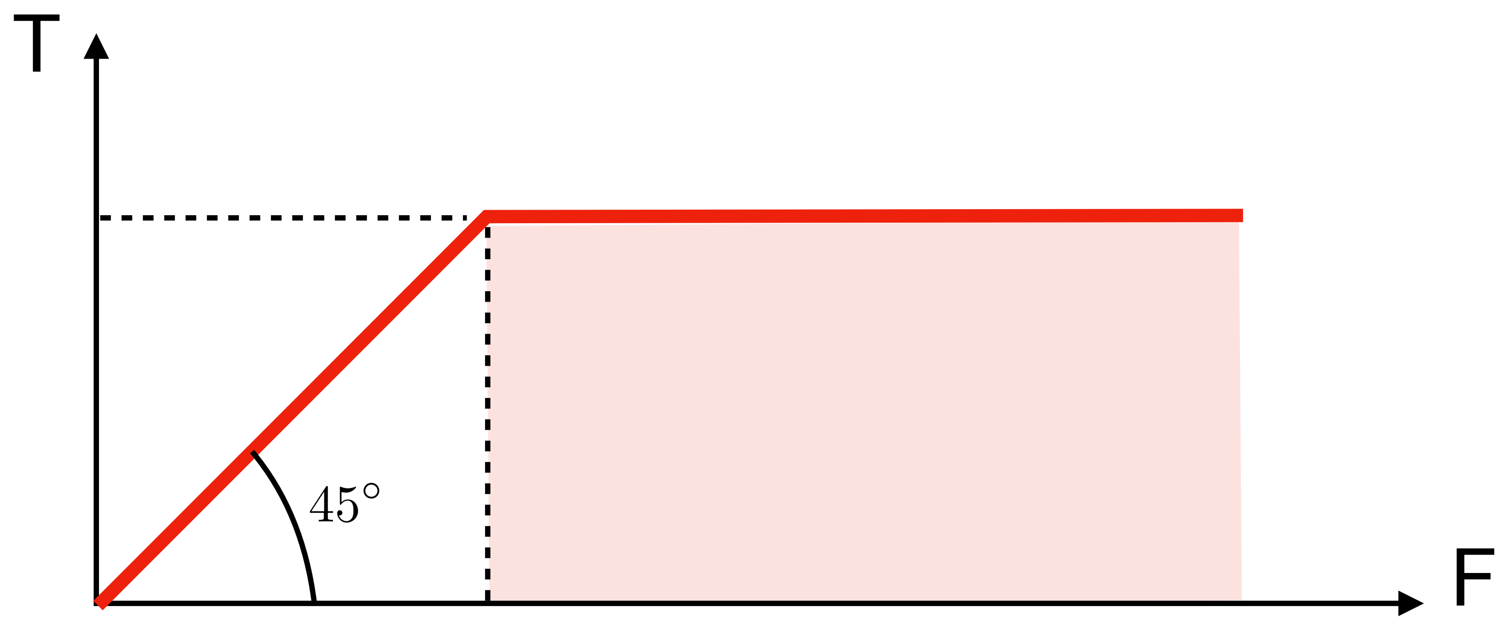
$\mathsf{T} = \mu \mathsf{N}$



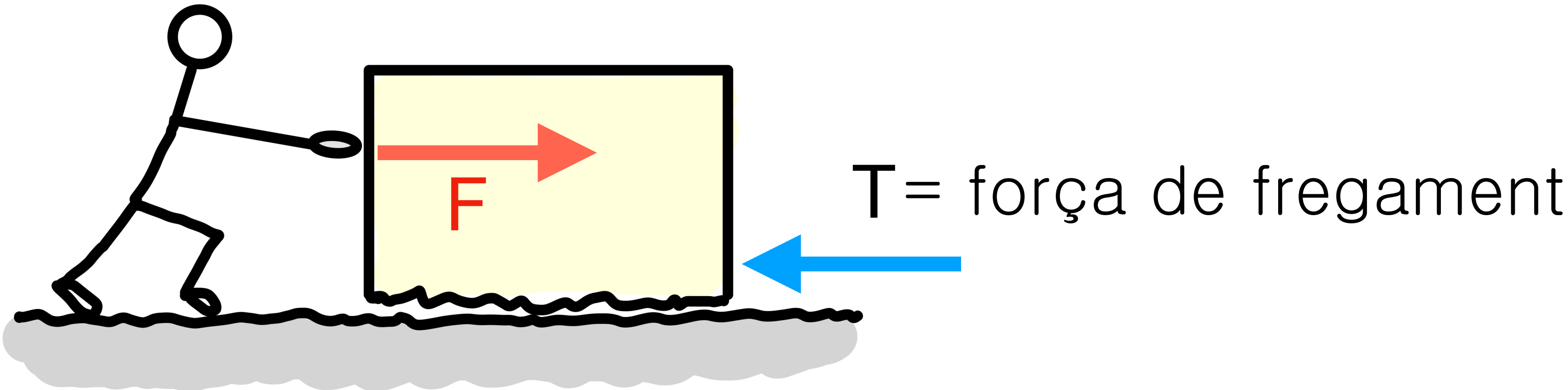
fregament sense mov relatiu	fregament amb lliscament = fricció
T és d'enllaç	T no és d'enllaç
No és formulable	És formulable $\mathsf{T} = \mu \mathsf{N}$

F enllaç degudes a fregament

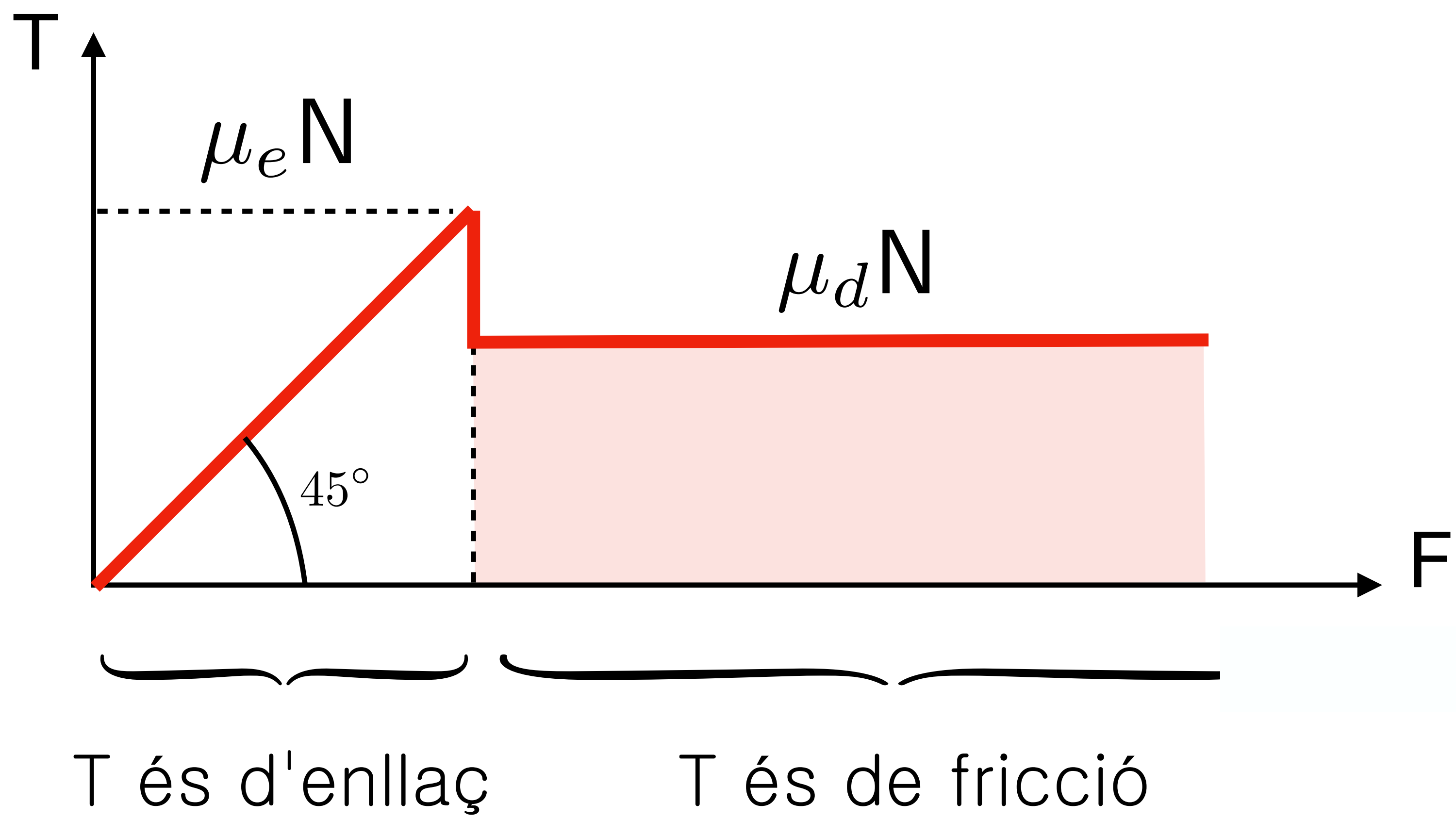




F enllaç degudes a fregament



Model més acurat



Hipòtesi inicial de no lliscament

En resoldre un problema, típicament:

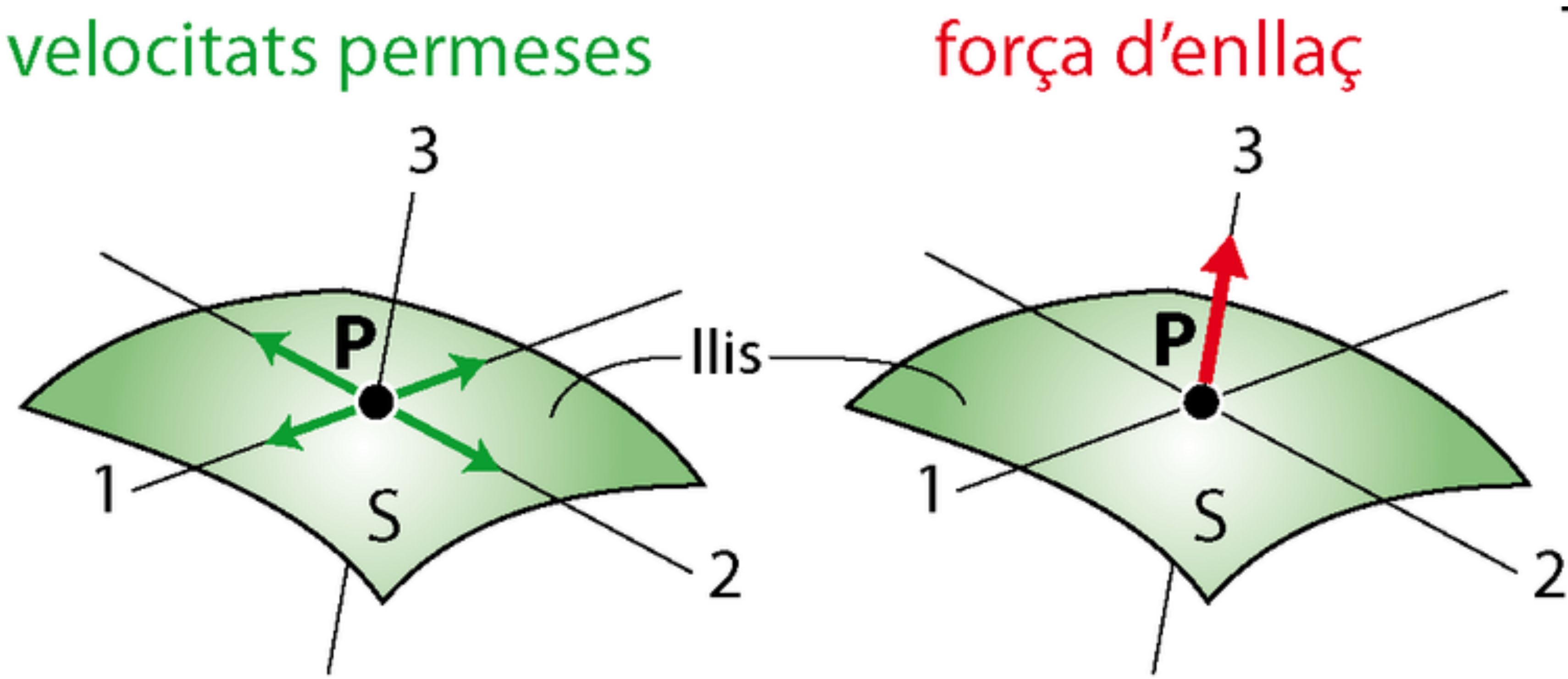
- Suposarem $\nexists$ lliscament
- Resoldrem el problema
- Si surten valors que violen les cond. límit d'enllaç:

$\downarrow$

Refarem problema suposant $\exists$ lliscament

Caracterització de forces d'enllaç

P sobre S llisa

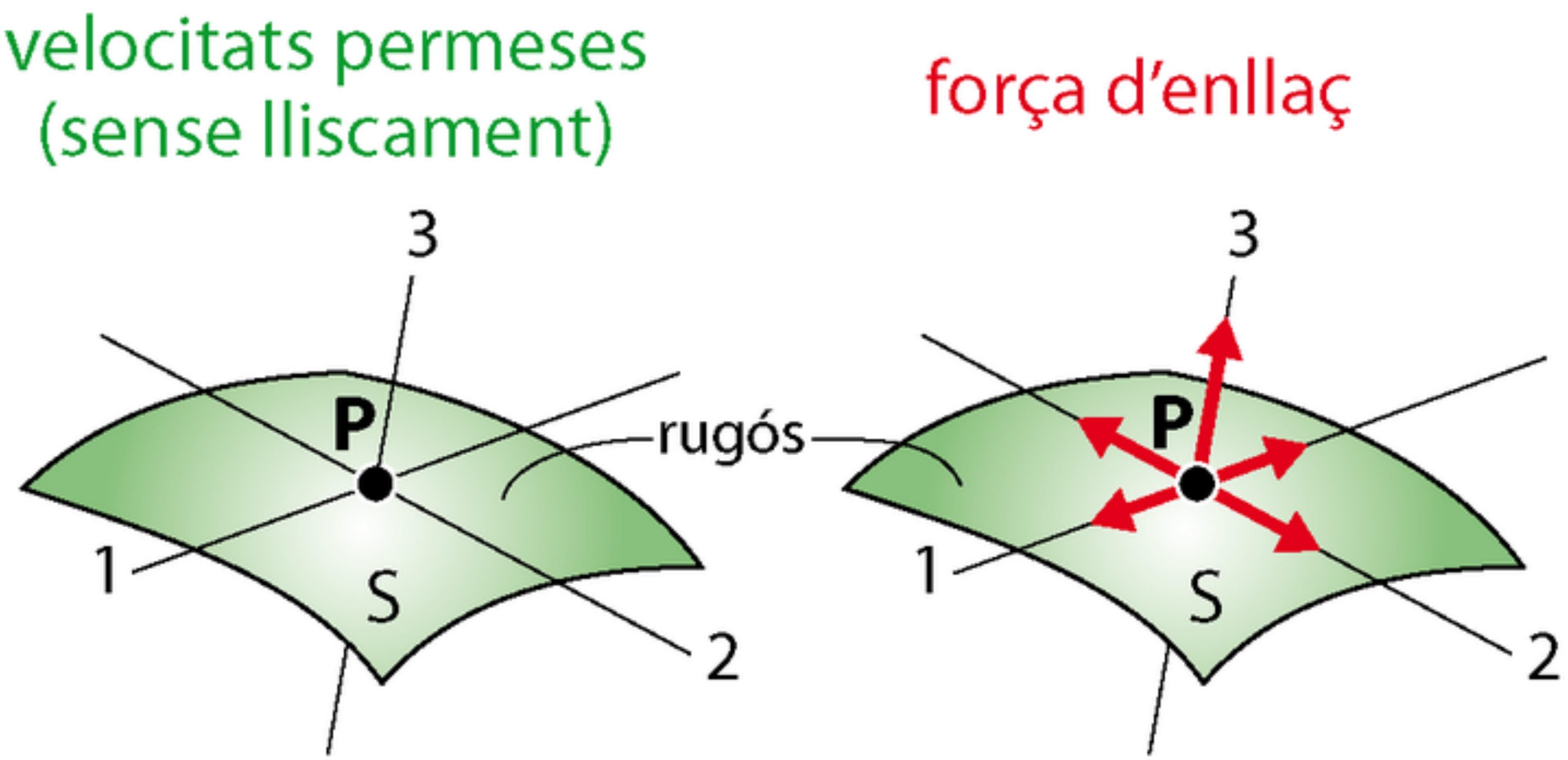


$$\{\bar{\mathbf{v}}_S(\mathbf{P})\} = \begin{Bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ 0 \end{Bmatrix} \qquad \{\bar{\mathbf{F}}_{S\rightarrow P}\} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ N>0 \end{Bmatrix}$$

$$\boxed{\bar{\mathbf{F}}_{S\rightarrow P}\cdot\bar{\mathbf{v}}_S(\mathbf{P}) = \bar{\mathbf{0}}}$$

Caracterització de forces d'enllaç

P sobre S rugosa



$$\{\bar{\mathbf{v}}_S(\mathbf{P})\} = \begin{Bmatrix}0\\0\\0\end{Bmatrix} \qquad \{\bar{\mathbf{F}}_{S\to P}\} = \begin{Bmatrix}F_1\\F_2\\N>0\end{Bmatrix},\ \sqrt{F_1^2+F_2^2}<F_{\text{màx}}$$

$$\boxed{\bar{\mathbf{F}}_{S\to P}\cdot\bar{\mathbf{v}}_S(\mathbf{P})=\bar{\mathbf{0}}}$$

Alerta!

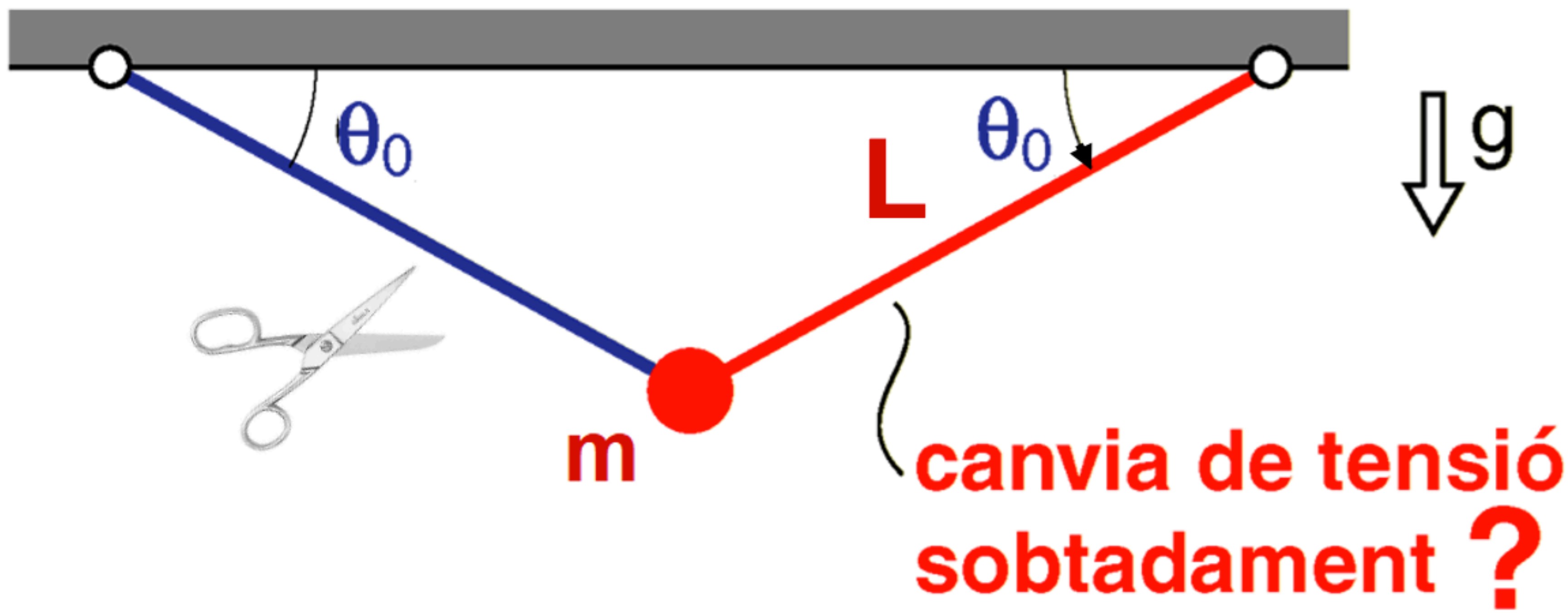
"$\exists$ lliscament" = "$\exists$ velocitat relativa en el contacte"

"$\exists$ fregament" = "$\exists$ rugositat que s'oposa al moviment"

Però no vol dir que hi hagi lliscament

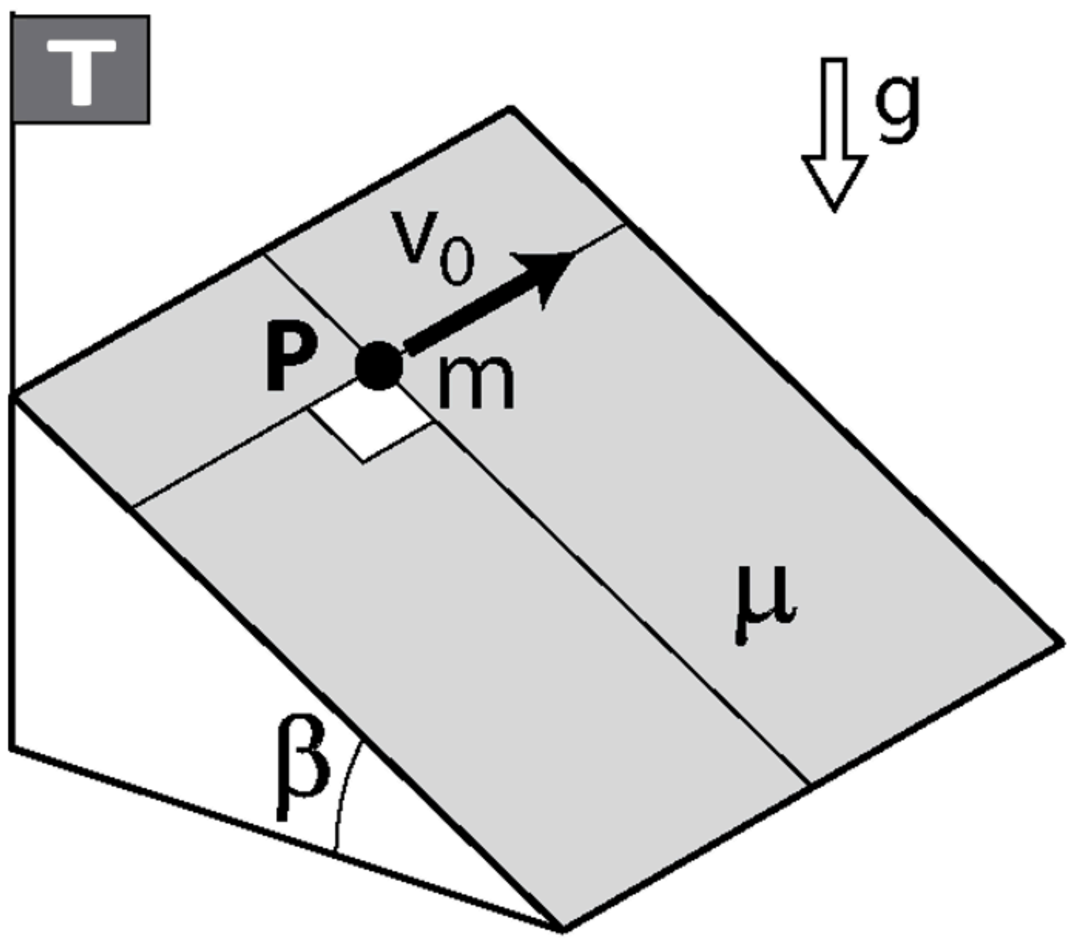
"$\exists$ fricció = $\exists$ fregament amb lliscament"

Exercicis dinàmica partícula

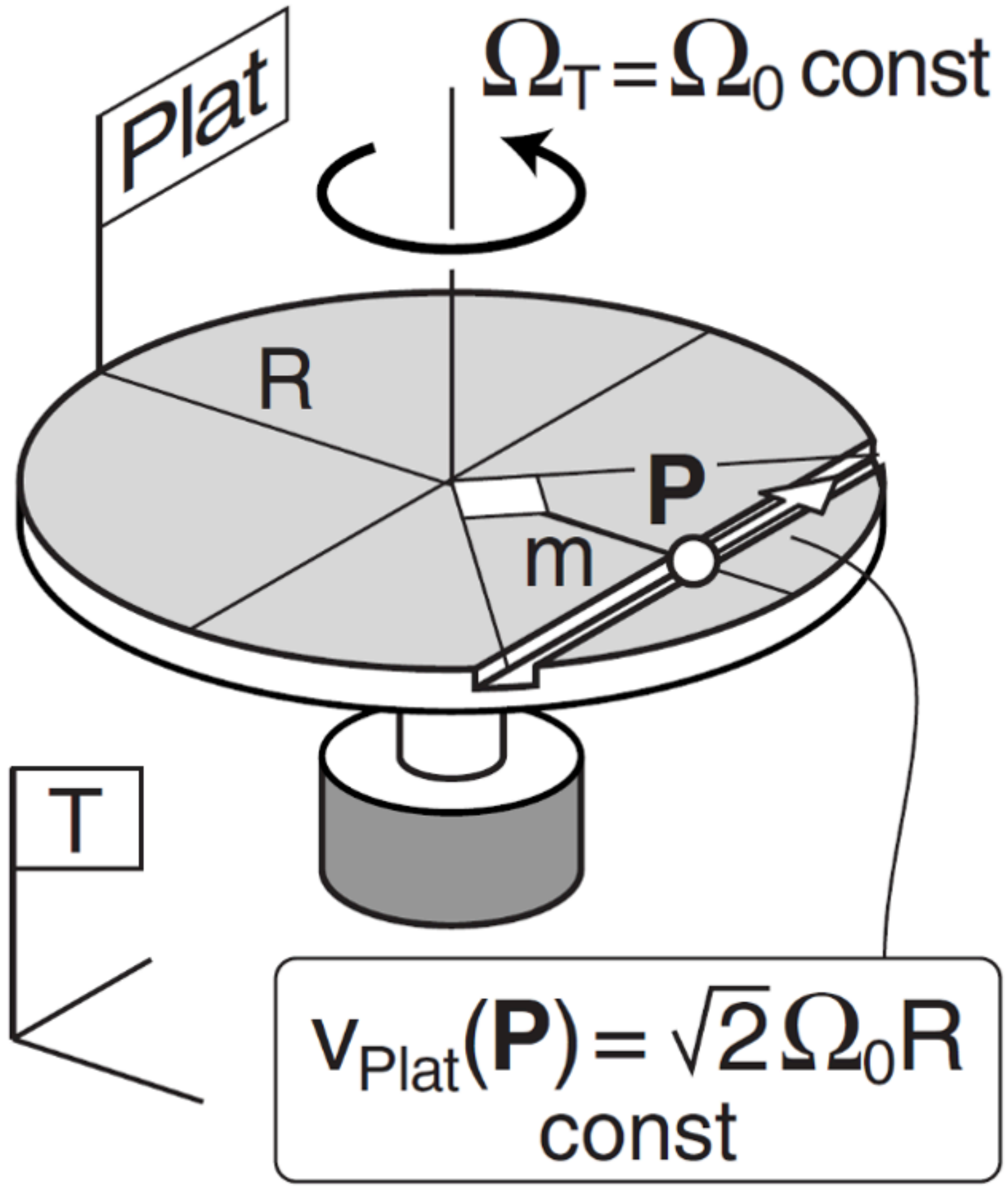


$\ddot{\theta}$ depèn de L o de m?

$$\Re_T(\mathbf{P})?$$



$$\left|\bar{\mathbf{F}}_{\text{horitzontal d'enllaç}}(\mathbf{P})\right| ?$$



perden contacte
per a θ= **?**