7P

Molles i amortidors

Contacte partícula superfície

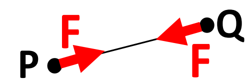
Condicions límit d'enllaç

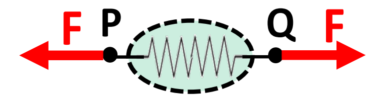
Classificació de forces d'interacció

Forces formulables

ρ = separació entre **P** i **Q**

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

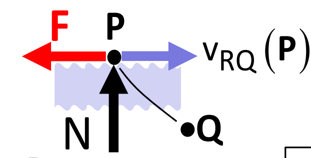
- Directes: 

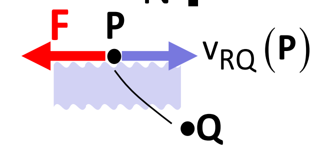
$\boxed{F_{\mathbf{Q}\leftrightarrow\mathbf{P}} = G\left(m_{\mathbf{P}} m_{\mathbf{Q}} / \rho^2\right)}$
- Indirectes: 

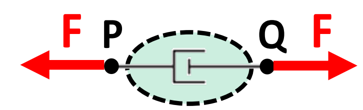
$\boxed{\Delta F_{\mathbf{Q}\leftrightarrow(\mathrm{El})\leftrightarrow\mathbf{P}} = k\Delta\rho}$

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

friccions

- Directes:
  - Coulomb 

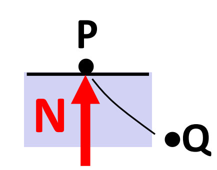
$\boxed{F_{\mathbf{Q}\leftrightarrow\mathbf{P}} = \mu N}$
  - viscós 

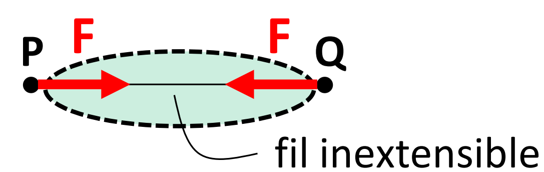
$\boxed{F_{\mathbf{Q}\rightarrow\mathbf{P}} = c\,v_{\mathrm{RQ}}(\mathbf{P})}$
- Indirectes: 

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

Forces no formulables

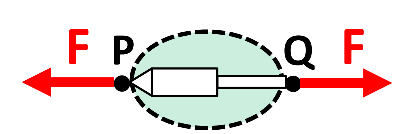
(3) **Enllaç** $F_{\mathbf{Q}\leftrightarrow\mathbf{P}} = ??$

- Directes: 

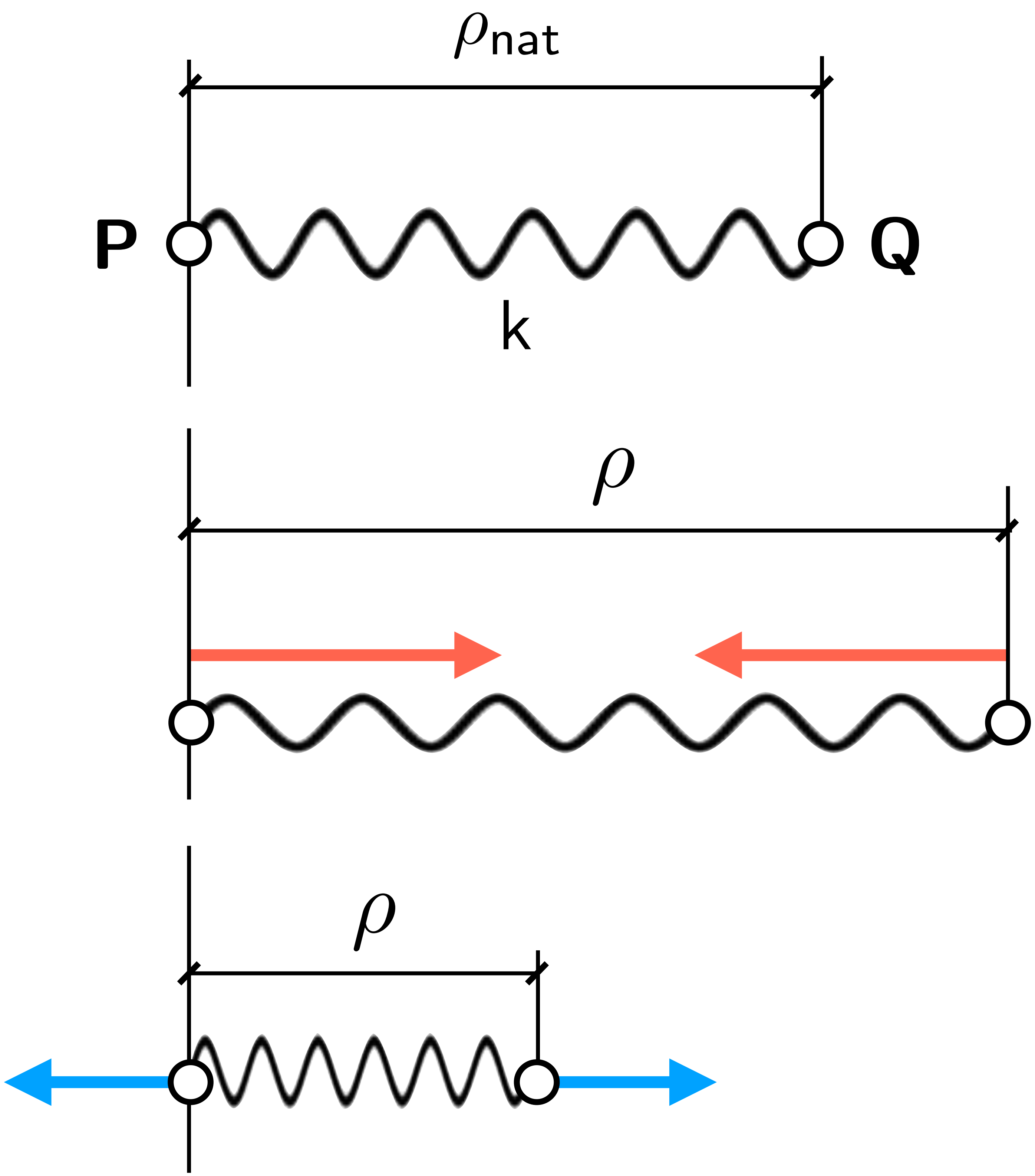
- Indirectes: 

(4) **Actuadors** - Indirectes:

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



Molles i amortidors



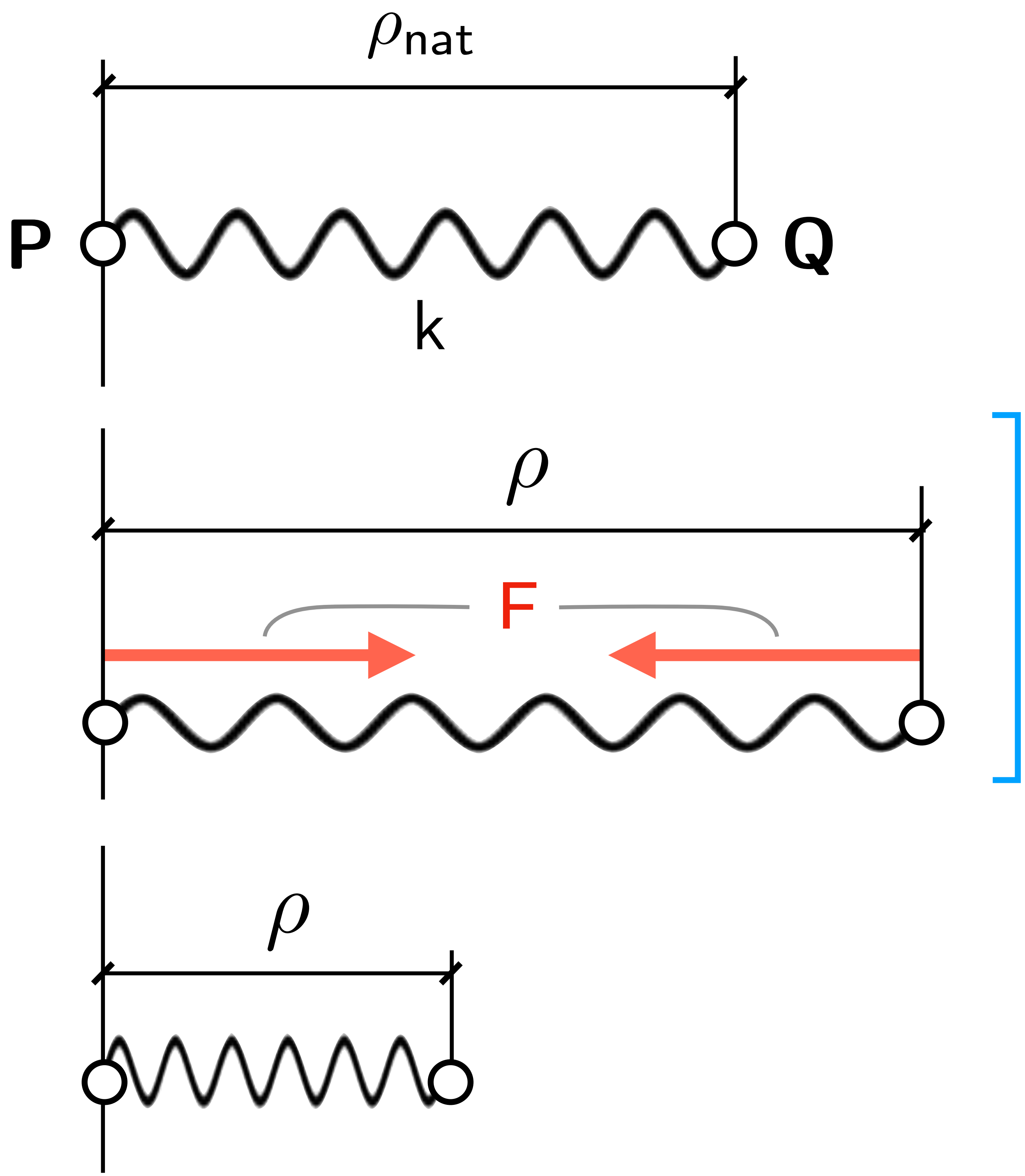
Molla distesa

L'estirem

$\rho > \rho_{nat}$

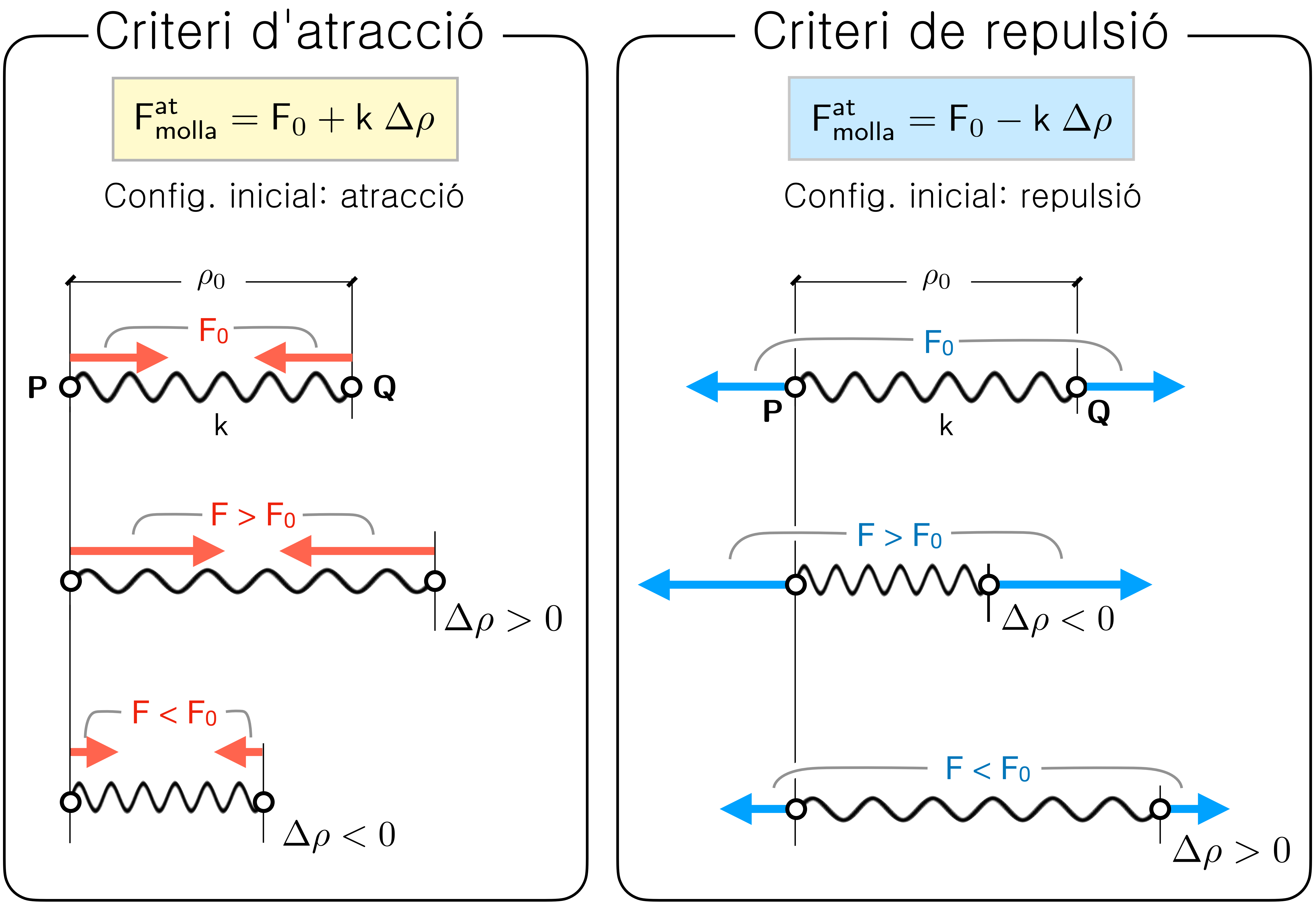
L'escurcem

$\rho < \rho_{nat}$



Si la dibuixem atractiva

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


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
$F > F_0$
$\Delta\rho < 0$
$F < F_0$
$\Delta\rho > 0$

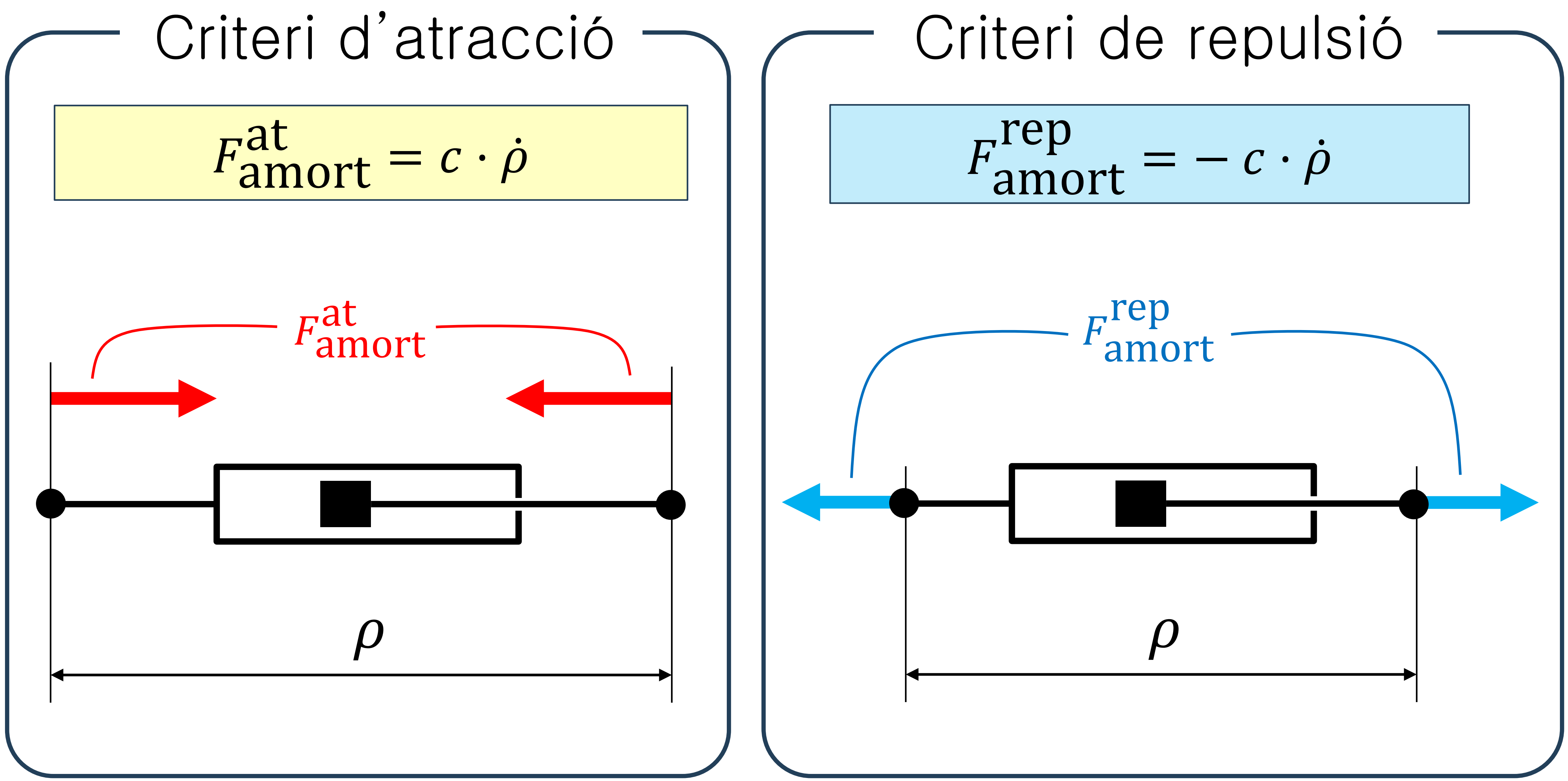
Criteri d'atracció

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

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
$F_{\text{amort}}^{\text{at}} = c \cdot \dot{\rho}$
$F_{\text{amort}}^{\text{at}}$
ρ
Criteri de repulsió
$F_{\text{amort}}^{\text{rep}} = - c \cdot \dot{\rho}$
$F_{\text{amort}}^{\text{rep}}$
ρ

Criteri d'atracció

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

Criteri de repulsió

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

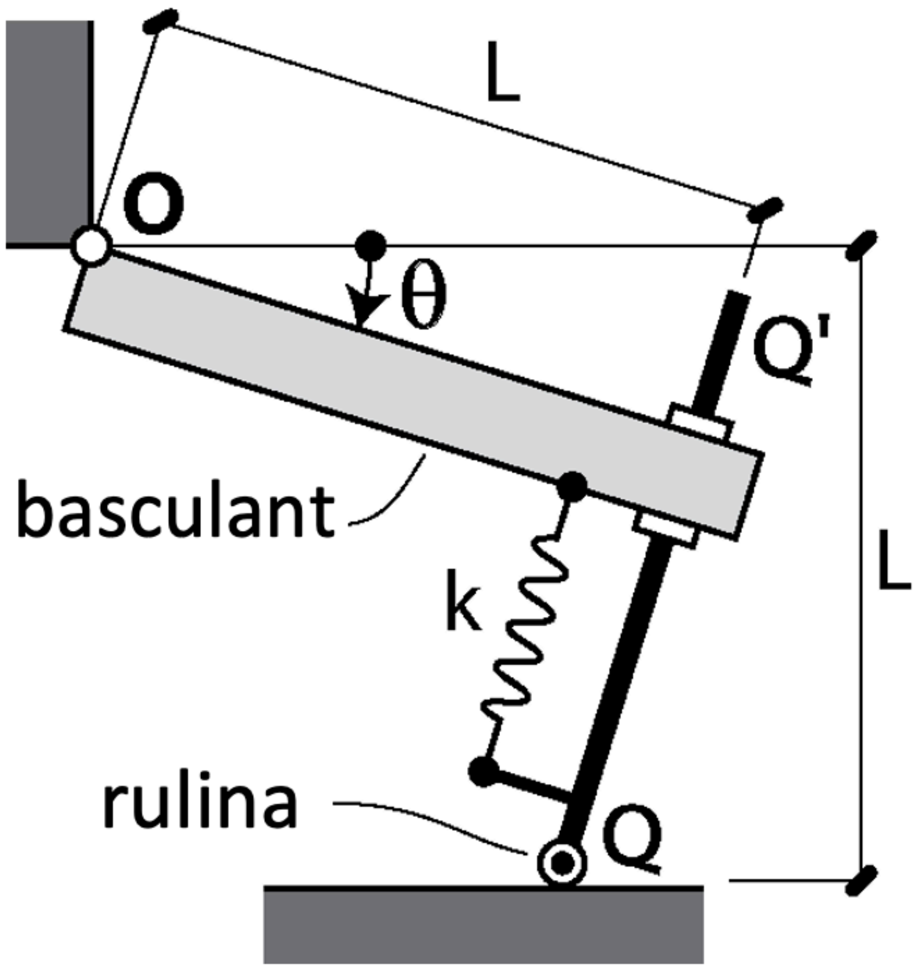
Cal formular-los en funció de les coordenades
que descriuen la configuració del sistema

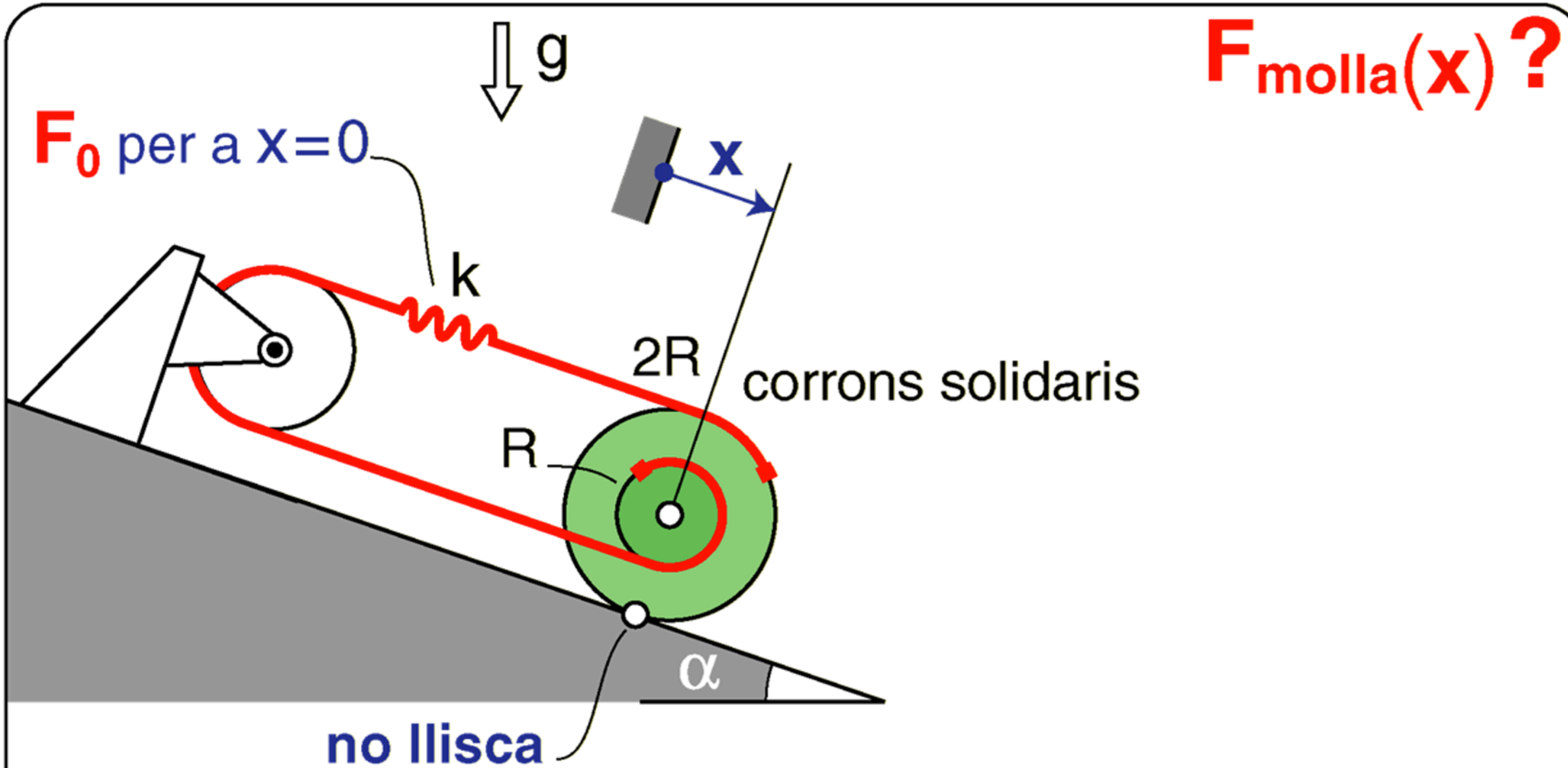
Exercicis molles i amortidors

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

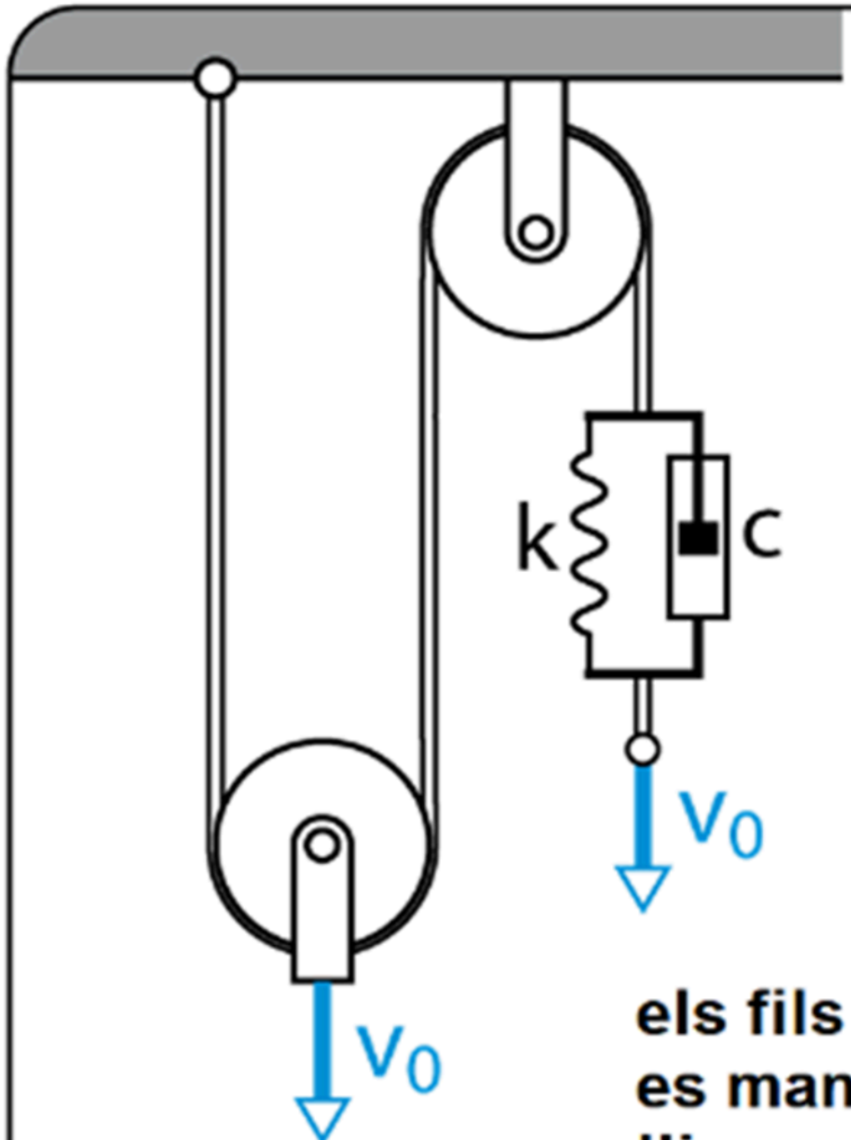
Equilibri per a $\theta = 0$, $F_m(\theta = 0) = F_0$

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



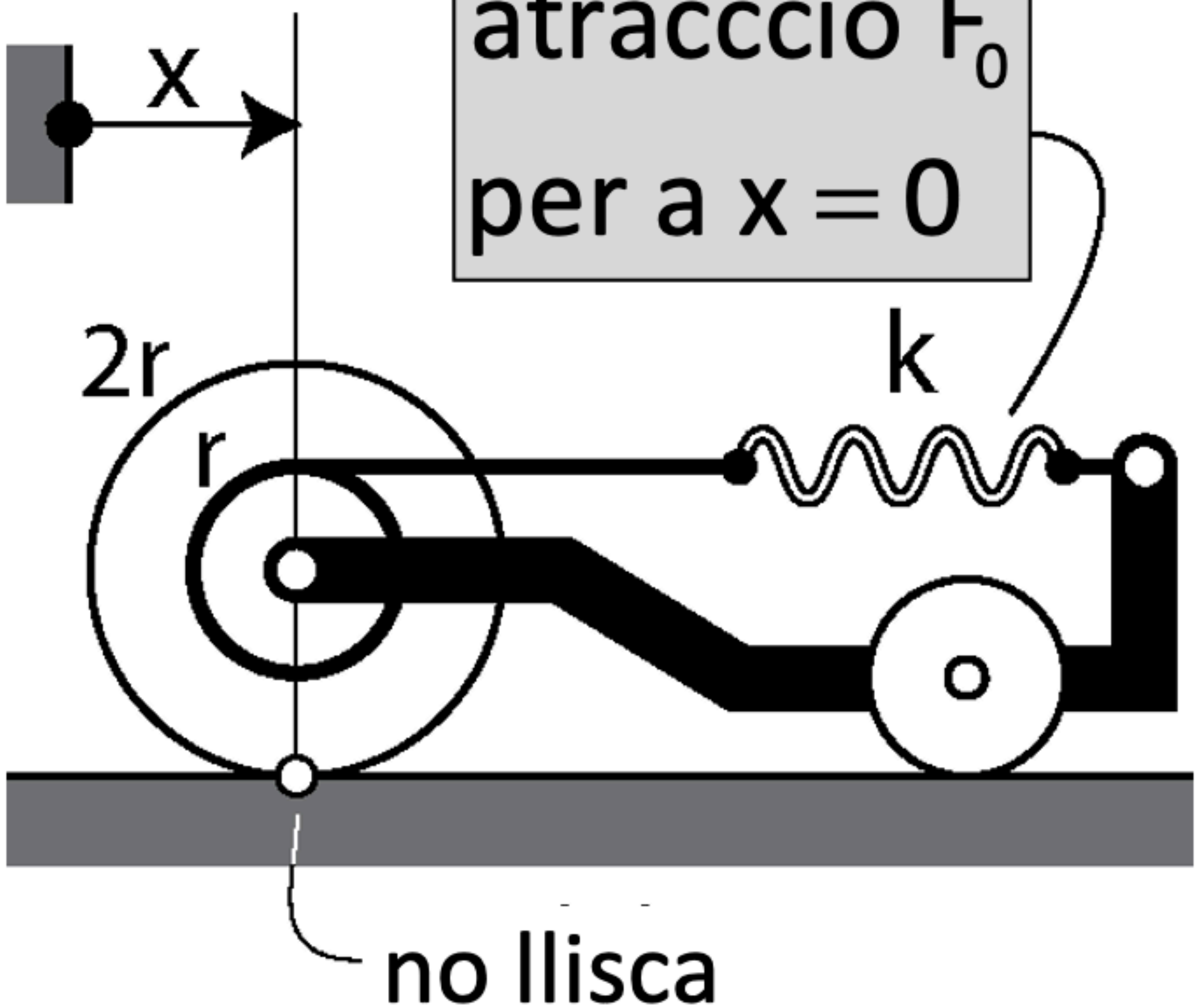


$F_{molla}(x)$?
g
F_0 per a x=0
x
k
2R
corrons solidaris
R
α
no llisca



força de l'amortidor?

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



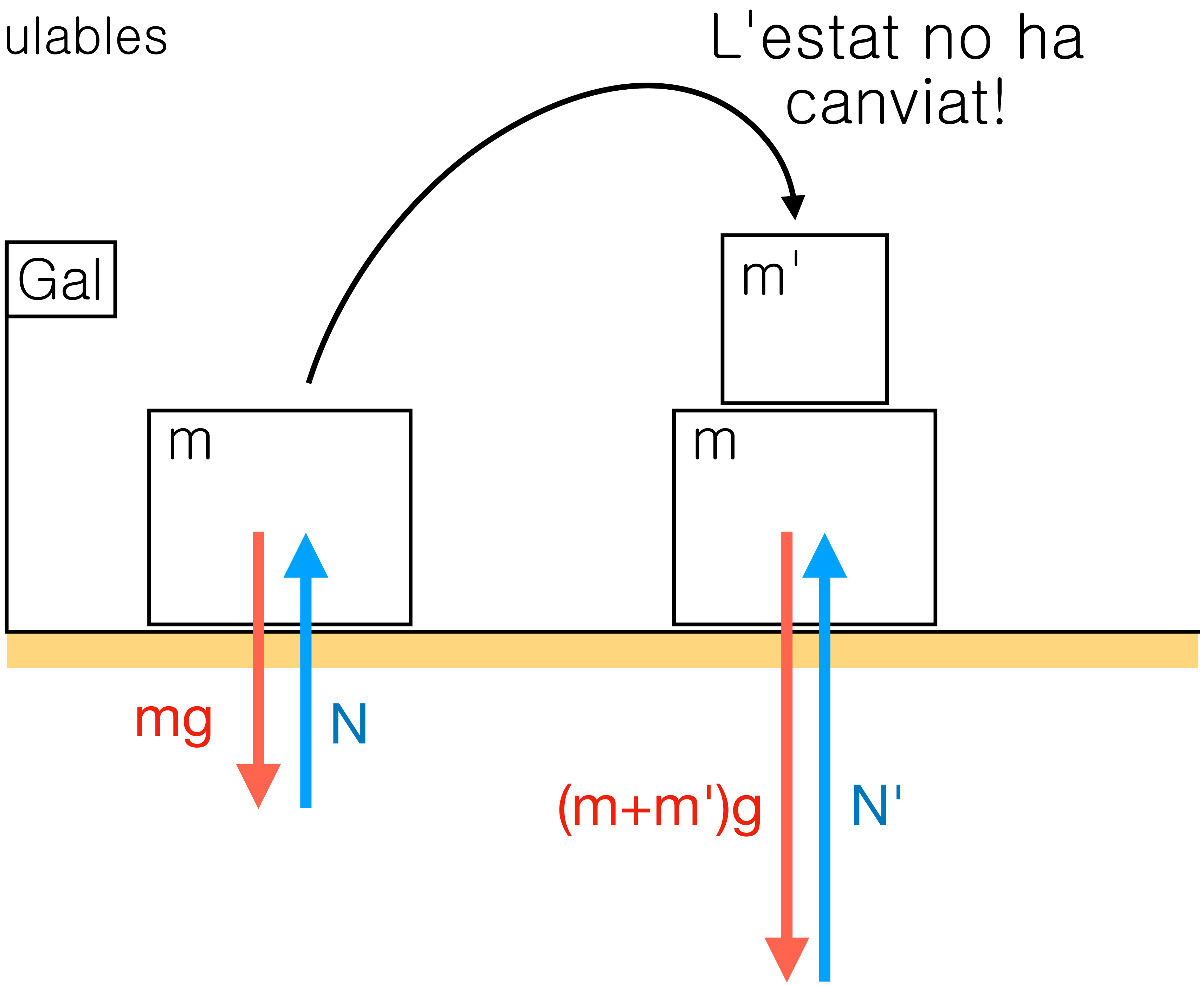
$F_{molla}^{atrac}(\theta)$?

Contacte partícula-superfície

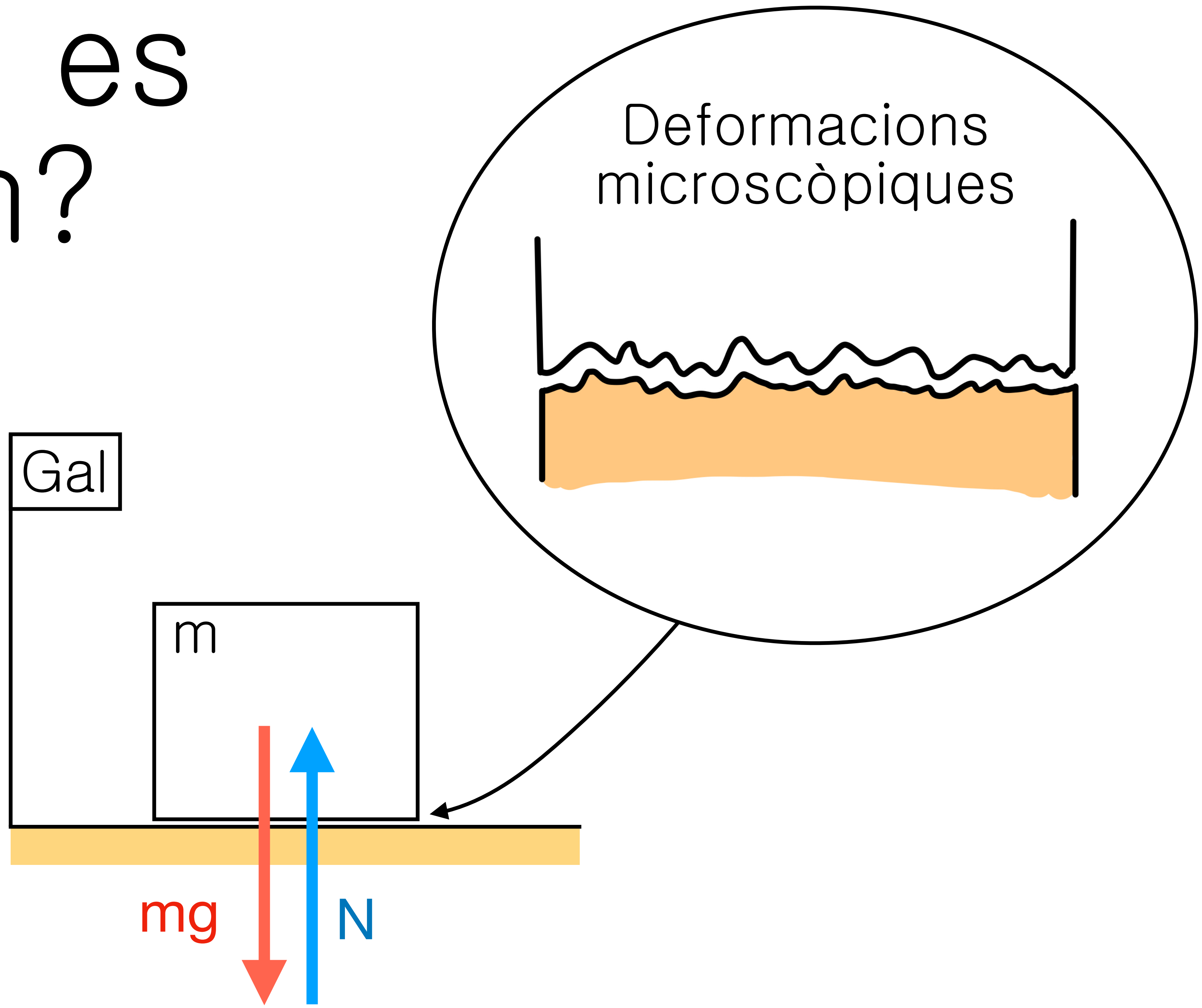
Condicions límit d'enllaç

Forces d'enllaç

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

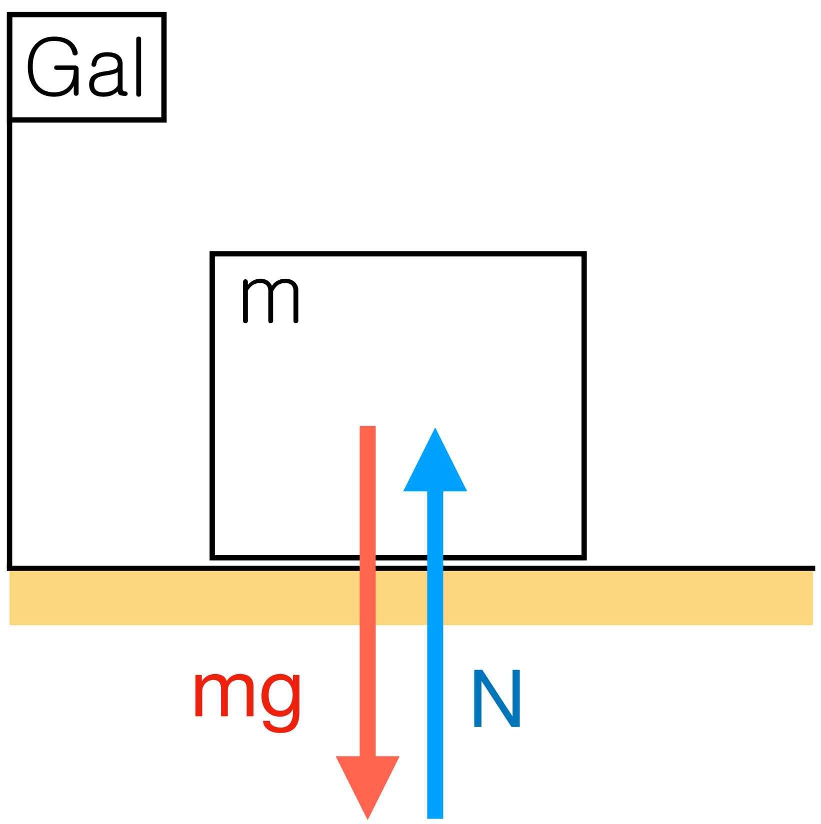


A què es deuen?

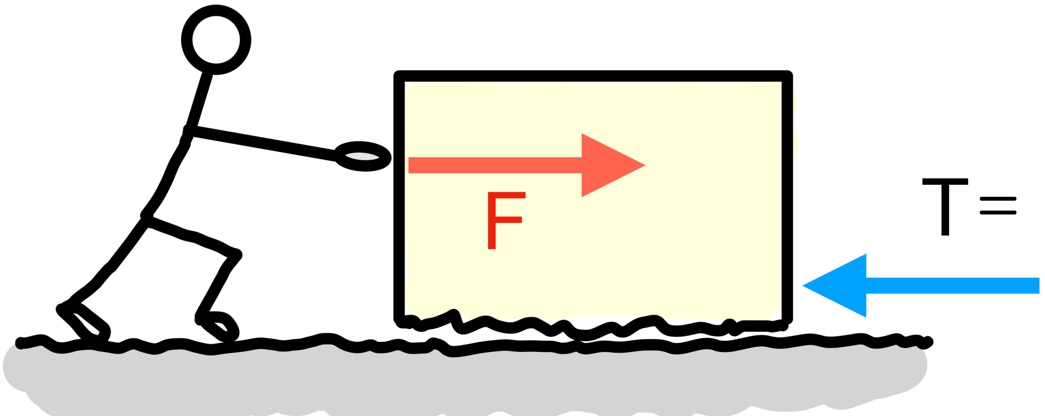


Condicions límit d'enllaç

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



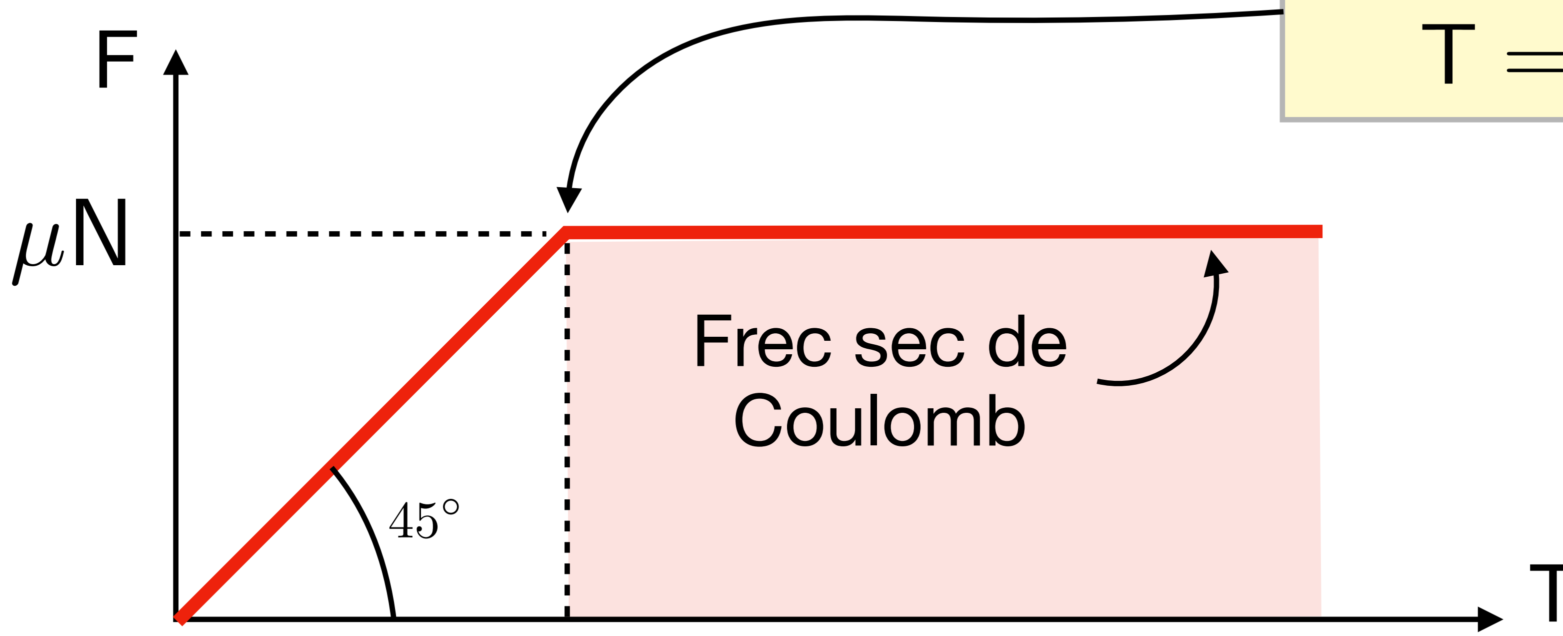
F enllaç degudes a fregament



T= força de fregament

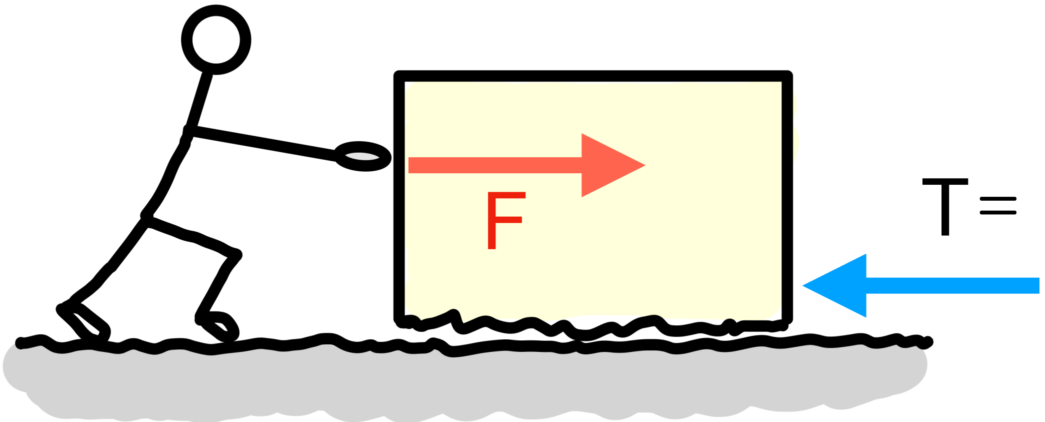
Condició límit

$T = \mu N$

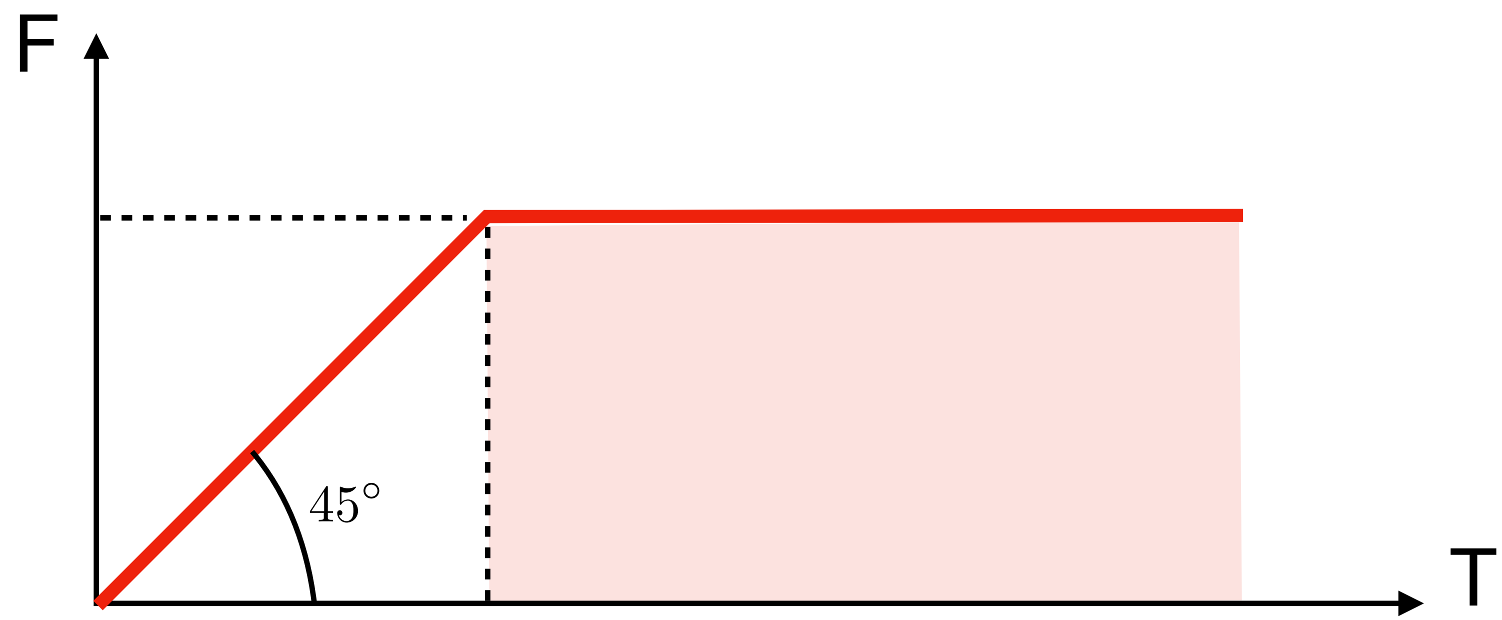


fregament sense mov relatiu	fregament amb lliscament = fricció
T és d'enllaç	T no és d'enllaç
No és formulable	És formulable $T = \mu N$

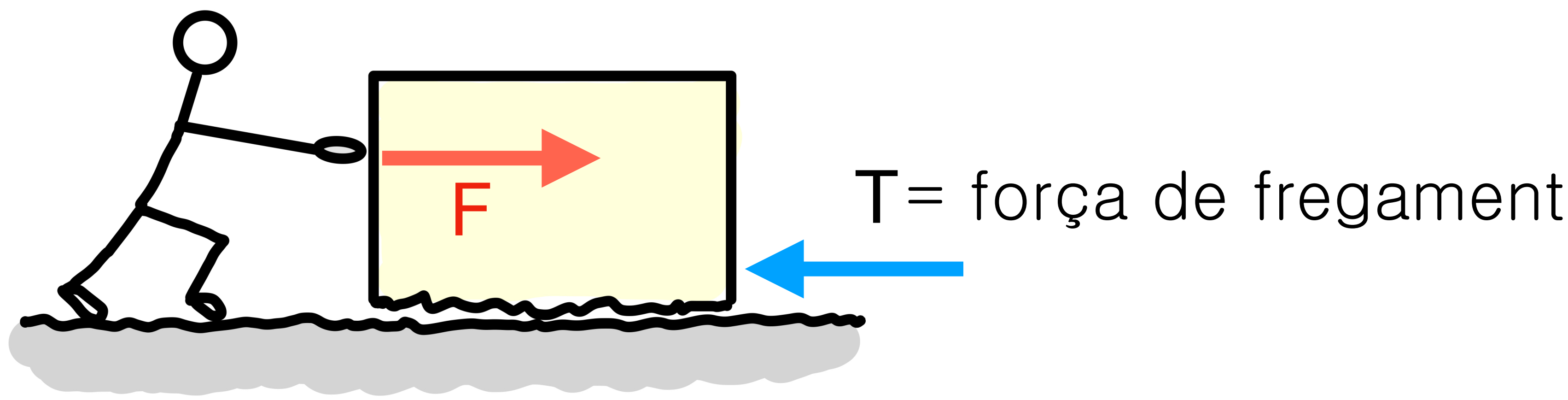
F enllaç degudes a fregament



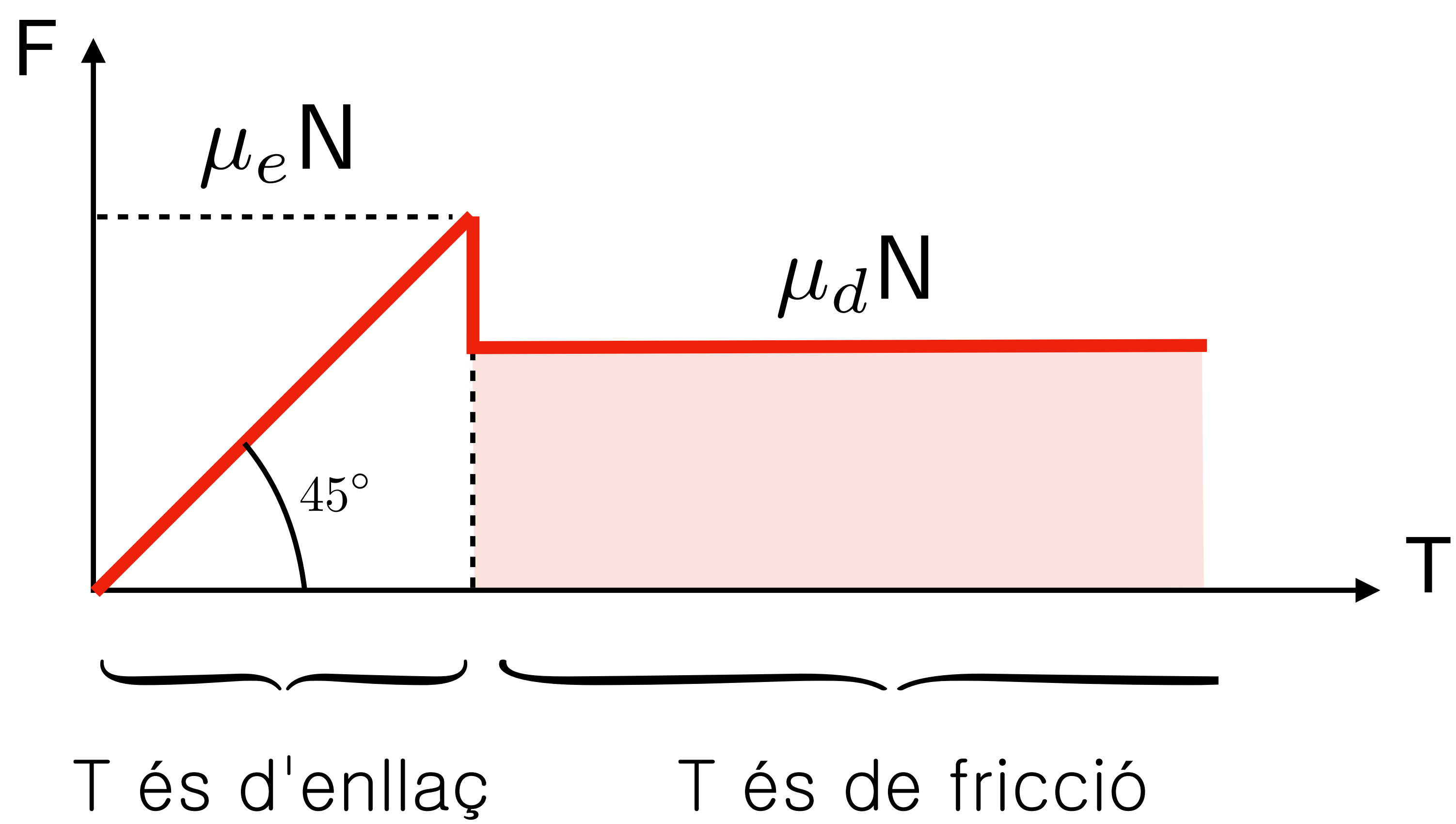
T= força de fregament



F enllaç degudes a fregament



Model més acurat



Hipòtesi inicial de no lliscament

En resoldre un problema, típicament:

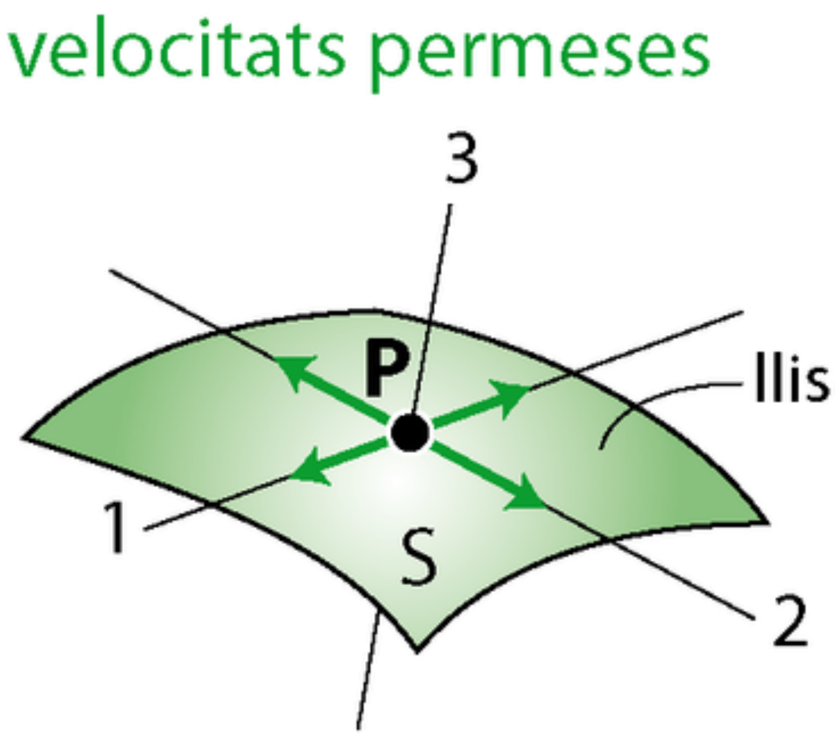
- Suposarem $\nexists$ lliscament
- Resoldrem el problema
- Si surten valors que violen les cond. límit d'enllaç:

$$\Downarrow$$

Refarem problema suposant $\exists$ lliscament

Caracterització de forces d'enllaç

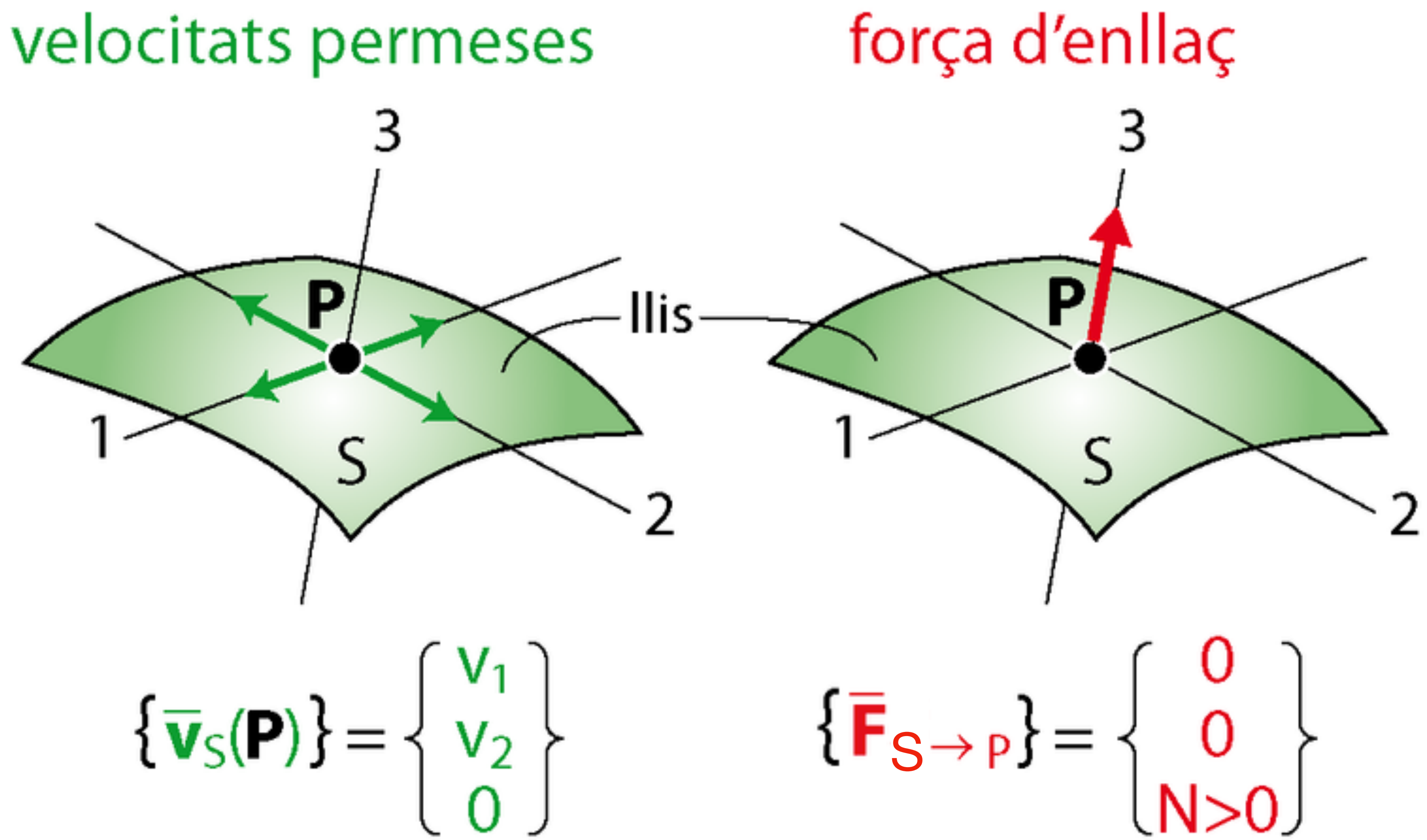
P sobre S llisa



$$\{\bar{\mathbf{v}}_S(\mathbf{P})\} = \begin{Bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ 0 \end{Bmatrix}$$

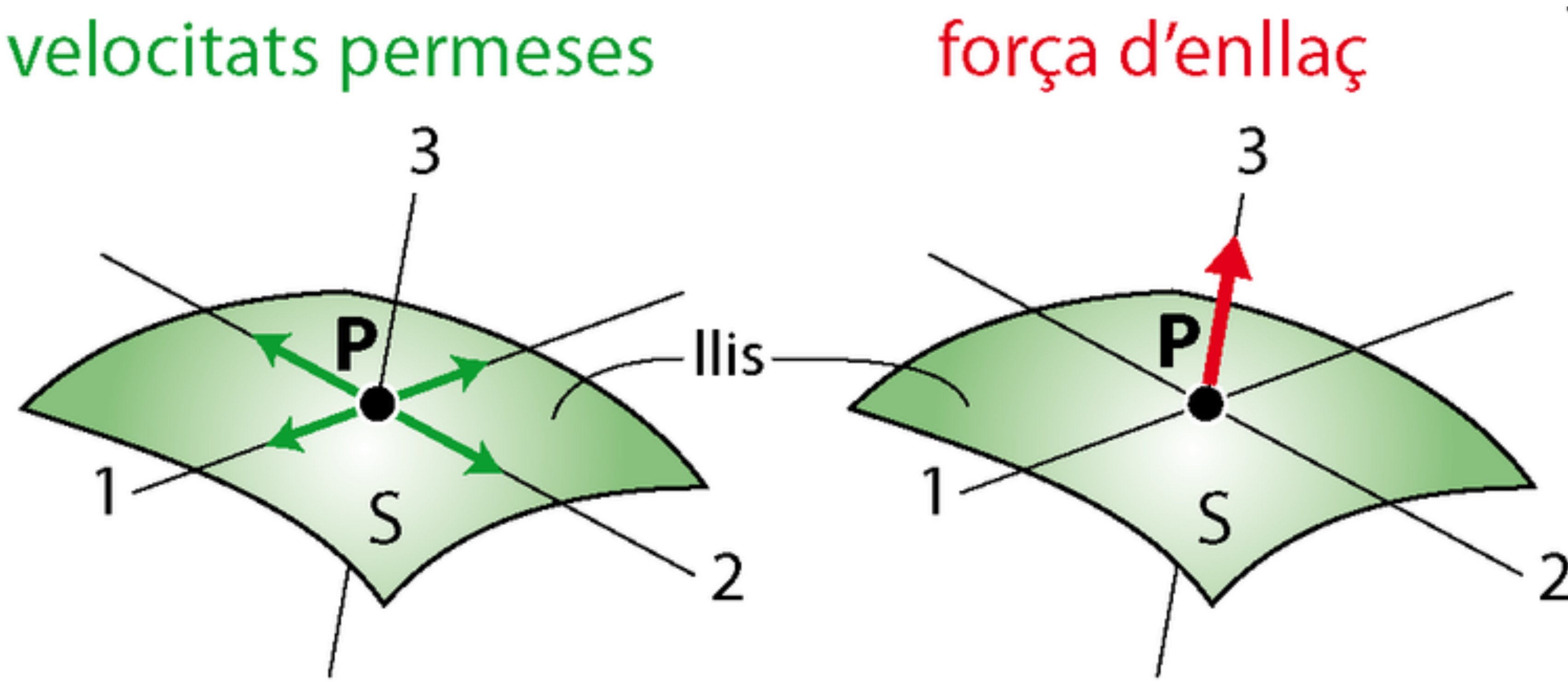
Caracterització de forces d'enllaç

P sobre S llisa



Caracterització de forces d'enllaç

P sobre S llisa



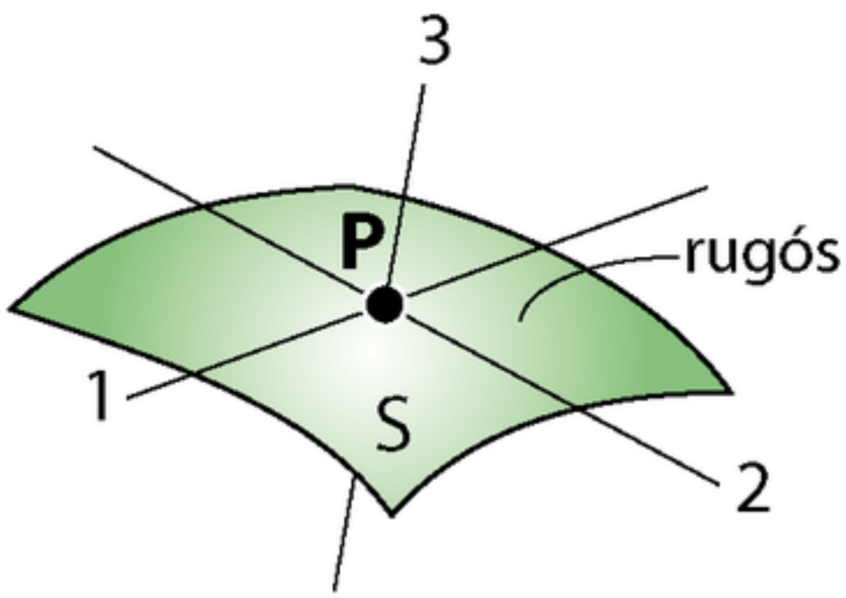
$$\{\bar{\mathbf{v}}_S(\mathbf{P})\} = \begin{Bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ 0 \end{Bmatrix} \qquad \{\bar{\mathbf{F}}_{S\to P}\} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ N>0 \end{Bmatrix}$$

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

Caracterització de forces d'enllaç

P sobre S rugosa

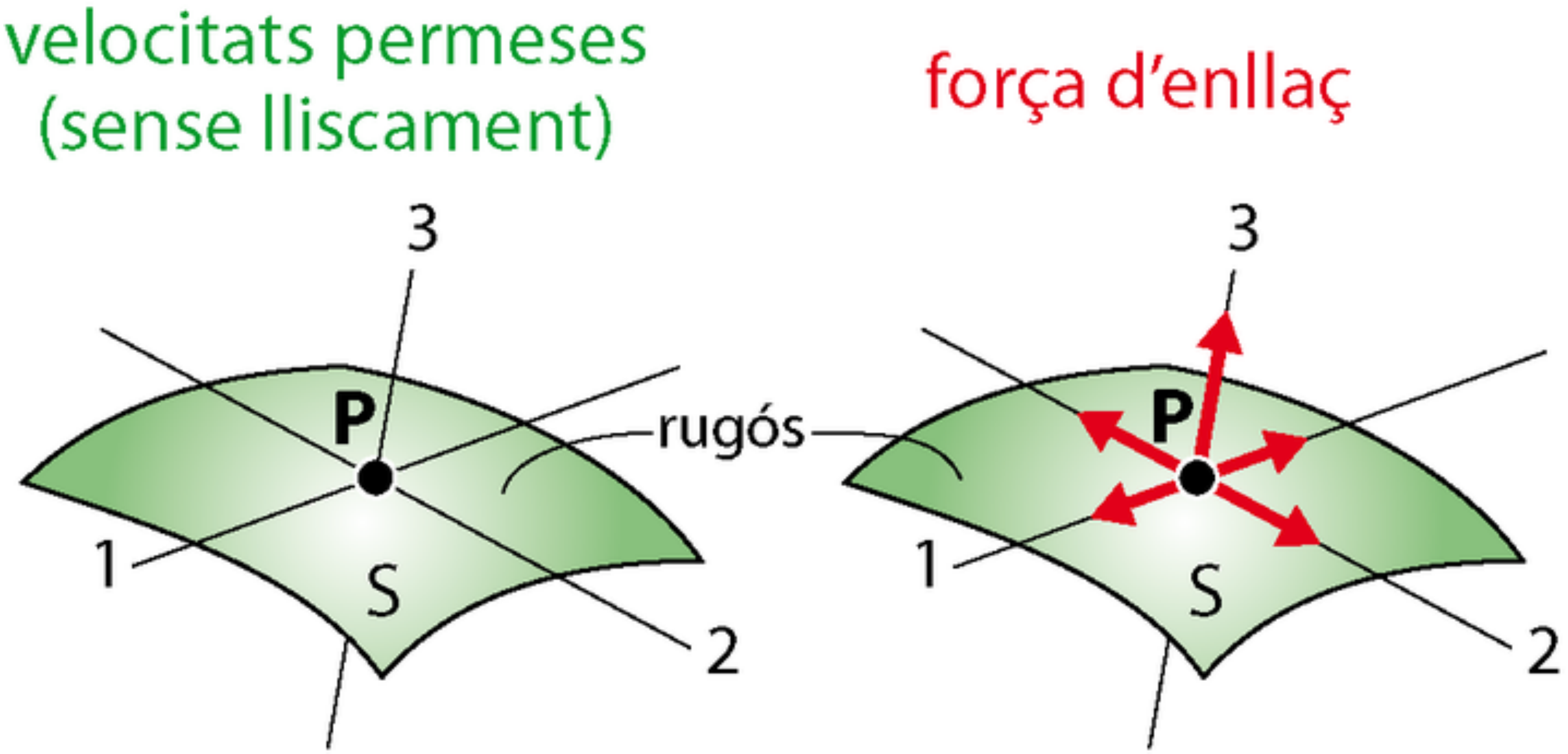
velocitats permeses
(sense lliscament)



$$\{\bar{\mathbf{v}}_S(\mathbf{P})\} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix}$$

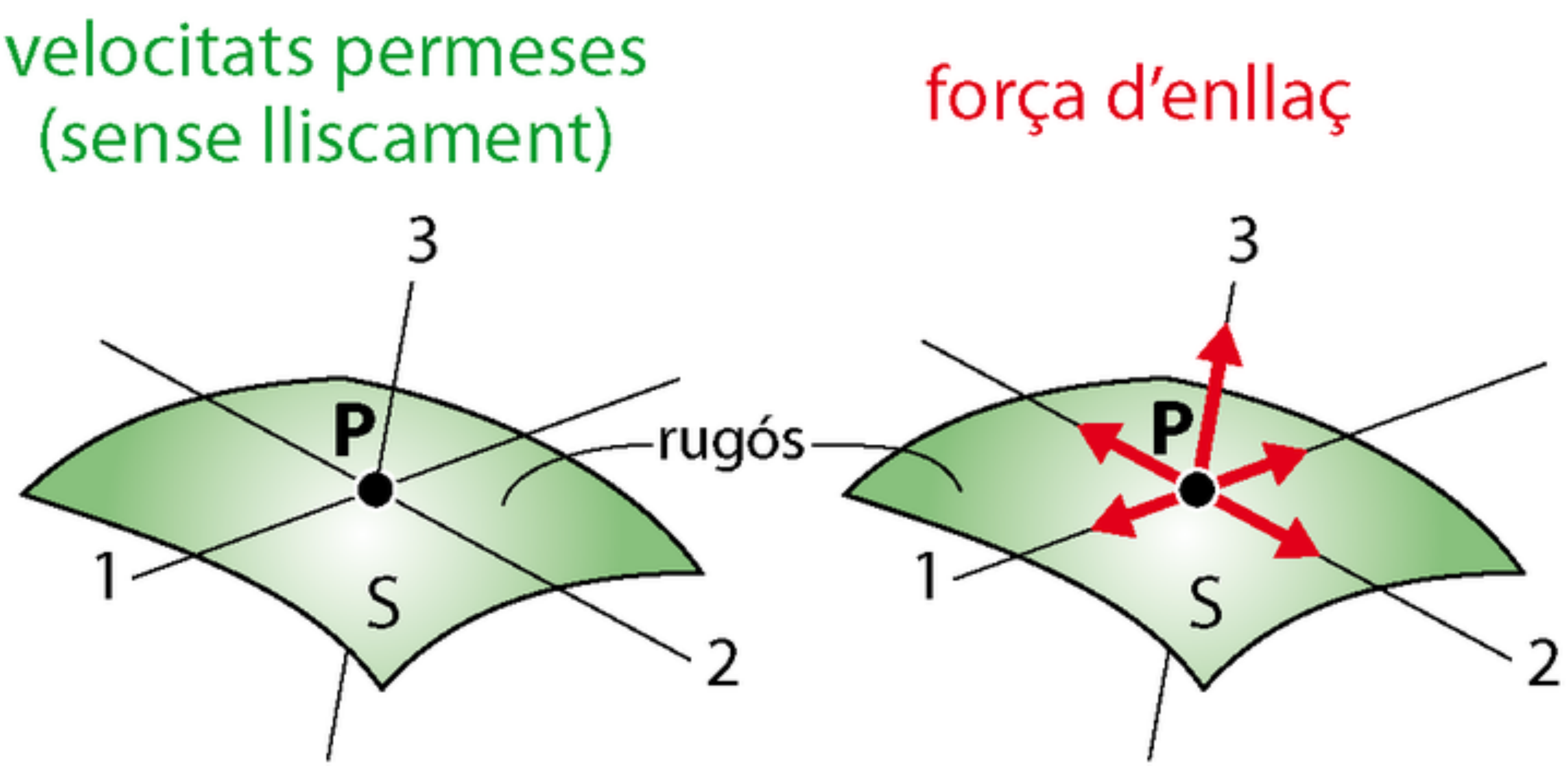
Caracterització de forces d'enllaç

P sobre S rugosa



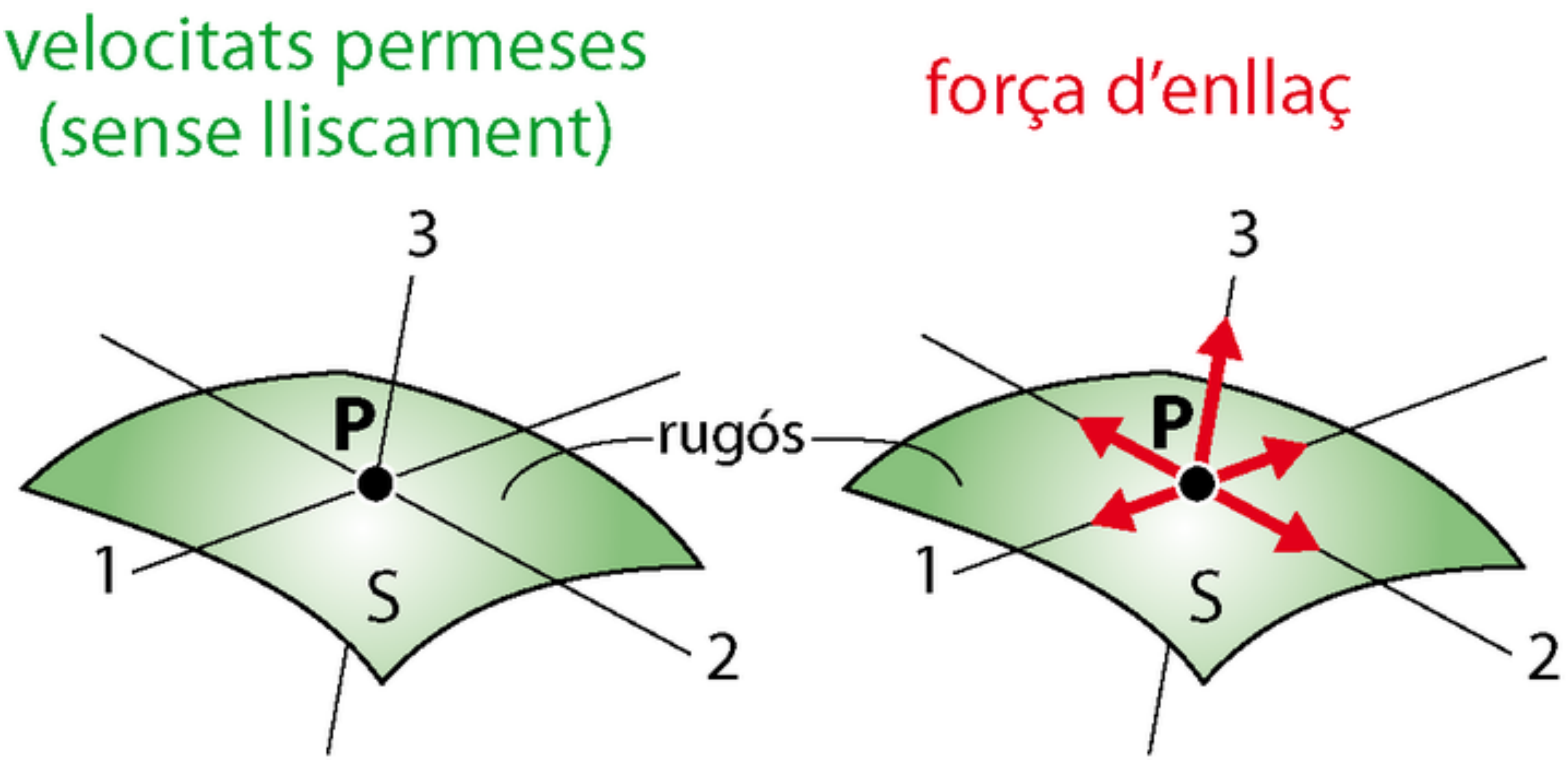
$$\{\bar{\mathbf{v}}_S(\mathbf{P})\} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} \qquad \{\bar{\mathbf{F}}_{S \to P}\} = \begin{Bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ N>0 \end{Bmatrix}$$

Caracterització de forces d'enllaç
P sobre S rugosa



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

Caracterització de forces d'enllaç
P sobre S rugosa



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

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

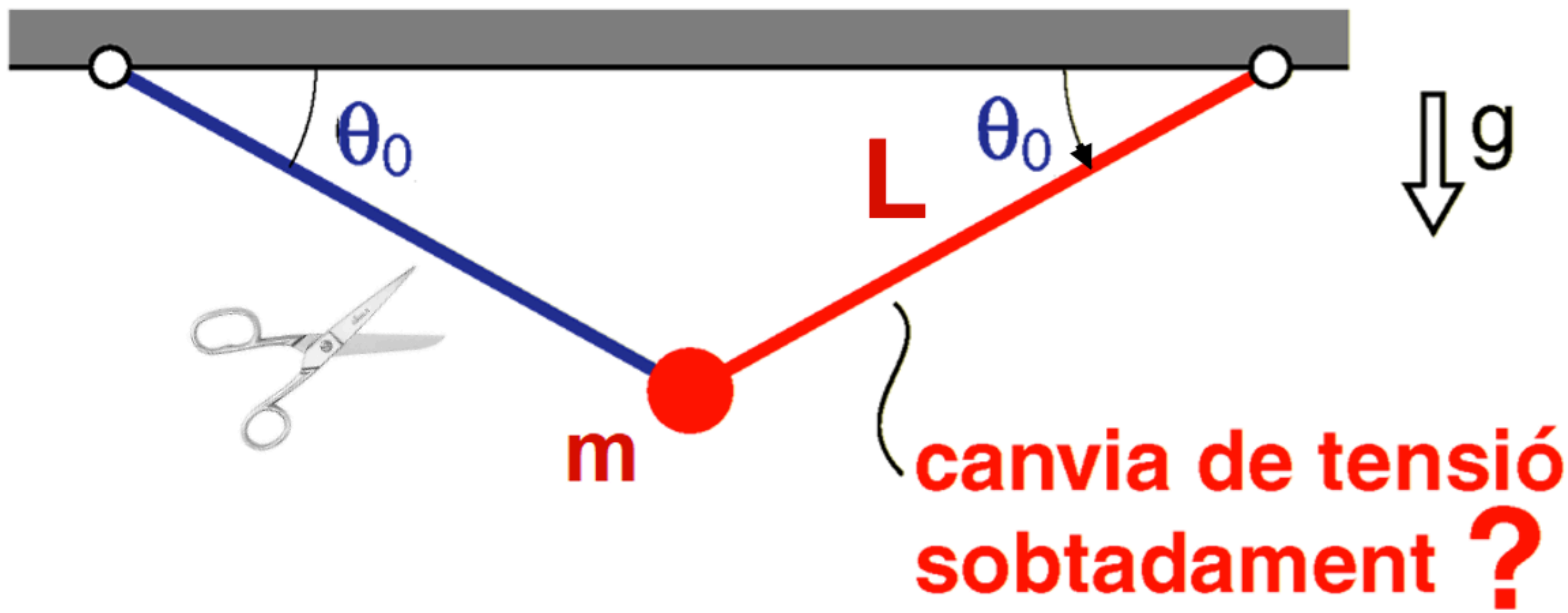
Alerta!

"∃ lliscament" = "∃ velocitat relativa en el contacte"

"∃ fregament" = $\underbrace{\text{"∃ rugositat que s'oposa al moviment"}}_{\text{Però no vol dir que hi hagi lliscament}}$

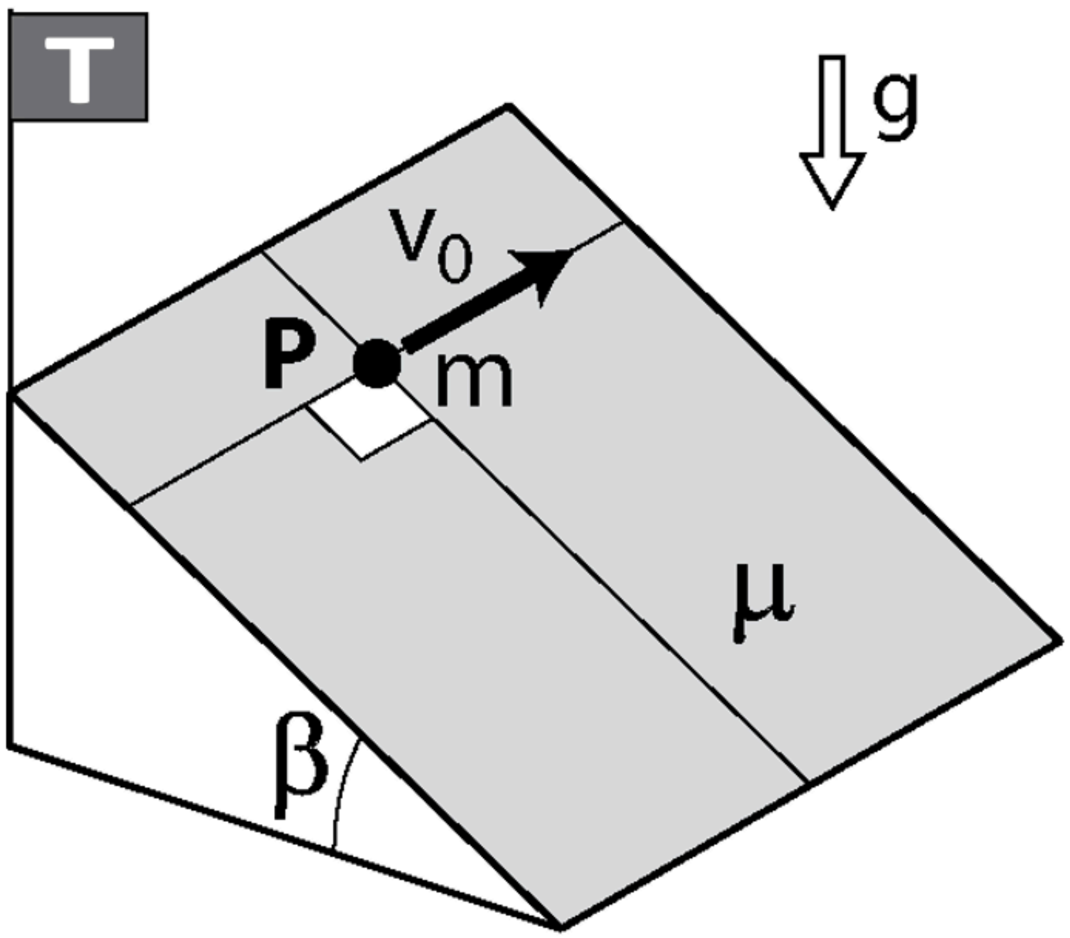
"∃ fricció = ∃ fregament <u>amb lliscament</u>"

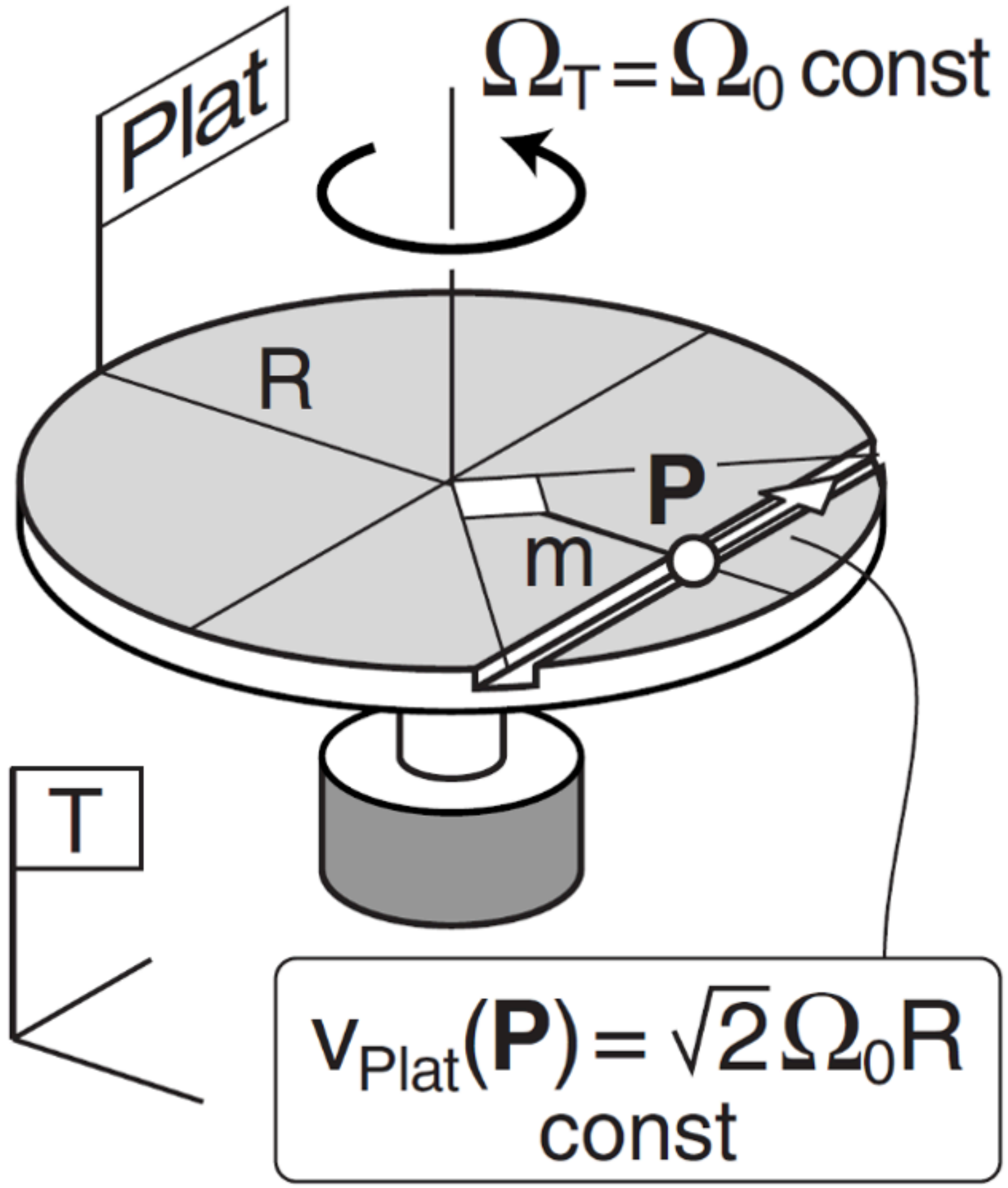
Exercicis dinàmica partícula



$\ddot{\theta}$ 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= **?**