

Fisical: Mecànica

Luis Carlos Pardo
Despatx C2.4





1.- Forces a la natura

2.- Lleis de Newton

2.1.- Força i massa. Llei de moviment. Superposició. Unitats

2.2.- Diagrama del sòlid lliure

2.3.- Fregament

2.4.- Quantitat de moviment: llei de conservació

2.5.- Impuls lineal

3.- Sistemes de referència no inercials

4.- Defincions en sistemes en rotació

1.1.- Moment d'una força

1.2.- Moment angular

1.3.- Lleis de Kepler

5.- Estàtica dels sòlids rígids

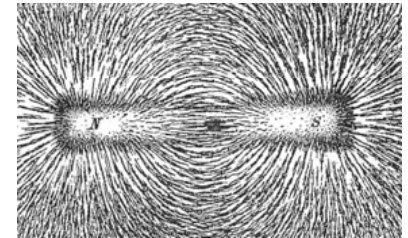
Gravitació

llargues distàncies, poc intensa, atractiva, massa



Electromagnètica

Curtes distàncies, molt intensa, atractiva i repulsiva, càrrega



Nuclear feble

Molt curtes distàncies(dins l'àtom), atracció, repulsió i canvi d'identitat, "gust"

Nuclear forta

Molt molt curtes distàncies (dins el neutró o protó), atracció o repulsió, "color"



1.- Forces a la natura

2.- Lleis de Newton

2.1.- Força i massa. Llei de moviment. Superposició. Unitats

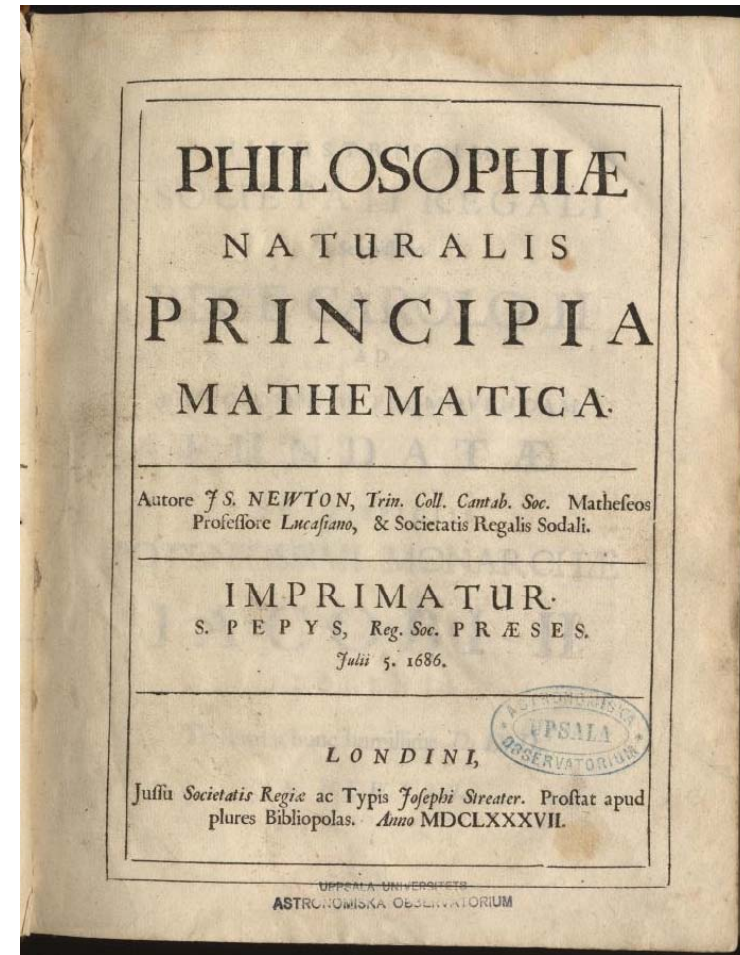
2.2.- Diagrama del sòlid lliure

2.3.- Fregament

2.4.- Quantitat de moviment: llei de conservació

2.5.- Impuls lineal

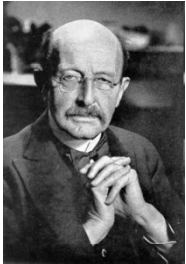
3.- Sistemes de referència no inercials



No sé cómo puedo ser visto por el mundo, pero en mi opinión, me he comportado como un niño que juega al borde del mar, y que se divierte buscando de vez en cuando una piedra más pulida y una concha más bonita de lo normal, mientras que el gran océano de la verdad se exponía ante mí completamente desconocido.

Les altres dues “mecàniques”

Mecànica Quàntica



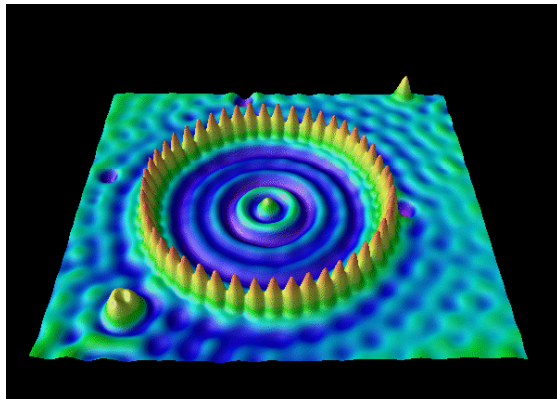
Planck
1848-1947



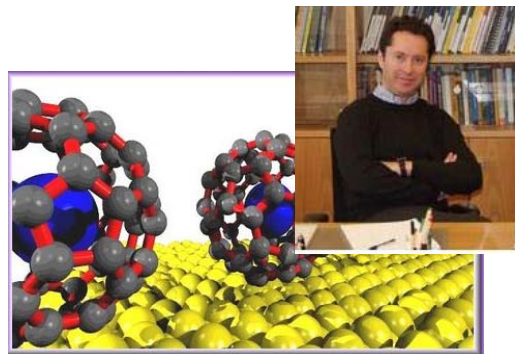
Schrödinger
1887-1961



Heisenberg
1901-1976



Petites distàncies

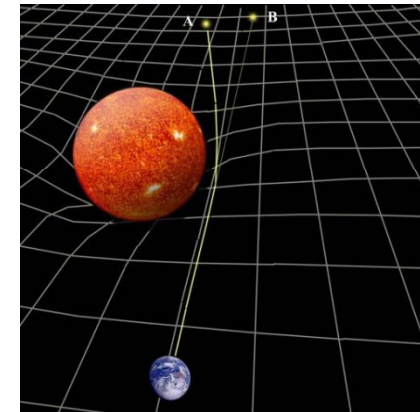


Ordinador quàntic
Ignacio Cirac (1965-...)

Relativitat especial i general



Albert Einstein
1879-1955



Grans distàncies
Velocitats altes

* Explicació sobre el gat de Schrödinger per Sheldon Cooper:
www.youtube.com/watch?v=tU3cAHxfamg



Primera llei de Newton o llei d'inèrcia:

un cos no afectat per cap causa es mou amb velocitat constant (moviment rectilini uniforme).

Segona llei de Newton o llei de moviment:

la força que actua sobre una partícula és proporcional a l'acceleració i la constant de proporcionalitat és la massa (inercial) de la partícula.

$$A) \vec{F} = m\vec{a} \quad B) \vec{F}(\vec{r}, \vec{v}, t) = m\vec{a} \quad C) \vec{F}(\vec{r}, \dot{\vec{r}}, t) = m\ddot{\vec{r}}$$

Tercera llei o llei d'acció i reacció:

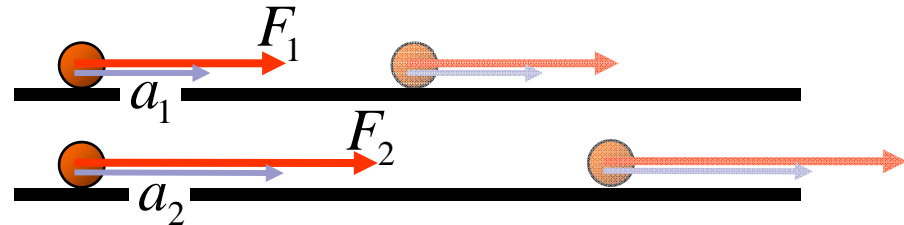
Sempre que un cos exerceix una força sobre un altre, aquest segon cos exerceix una força igual i de sentit contrari sobre el primer

$$\vec{F}_{ij} = \vec{F}_{ji}$$

Segona llei de Newton

- **Defineix la força:** causa del moviment
- **Defineix la massa (inercial):** resistència a ser mogut

$$m = \frac{F_1}{a_1} = \frac{F_2}{a_2} = \dots$$



- **És una llei de moviment:**

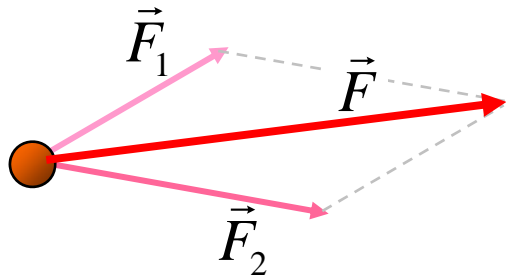
donada la força i les condicions inicials (posició i velocitat) calculo la trajectòria

$$\vec{r}_0 = \vec{r}(t_0) \quad \vec{v}_0 = \vec{v}(t_0)$$

$$\underline{+ \quad \vec{F} = m\vec{a} = m\ddot{\vec{r}}}$$

Equació del moviment

Principi de superposició de forces



$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

Unitats de massa i força

Unitat de massa (SI). El kilogram, kg: una massa de 1 kilogram és igual a la massa del patró internacional: un cilindre d'iridi-platí custodiat a París pel BIPM. (Adoptat el 1889)

Curiositats

les rèpliques s'anomenen K1, K2...

No hi ha cap valor de referència la natura!

les refs "guanyen massa per adsorpció!

La unitat de força en el SI és el newton (N).





1.- Forces a la natura

2.- Lleis de Newton

2.1.- Força i massa. Llei de moviment. Superposició. Unitats

2.2.- Diagrama del sòlid lliure

2.3.- Pèndol simple

2.4.- Fregament

2.5.- Quantitat de moviment: llei de conservació

2.6.- Impuls lineal

3.- Sistemes de referència no inercials



Diagrama del sòlid lliure

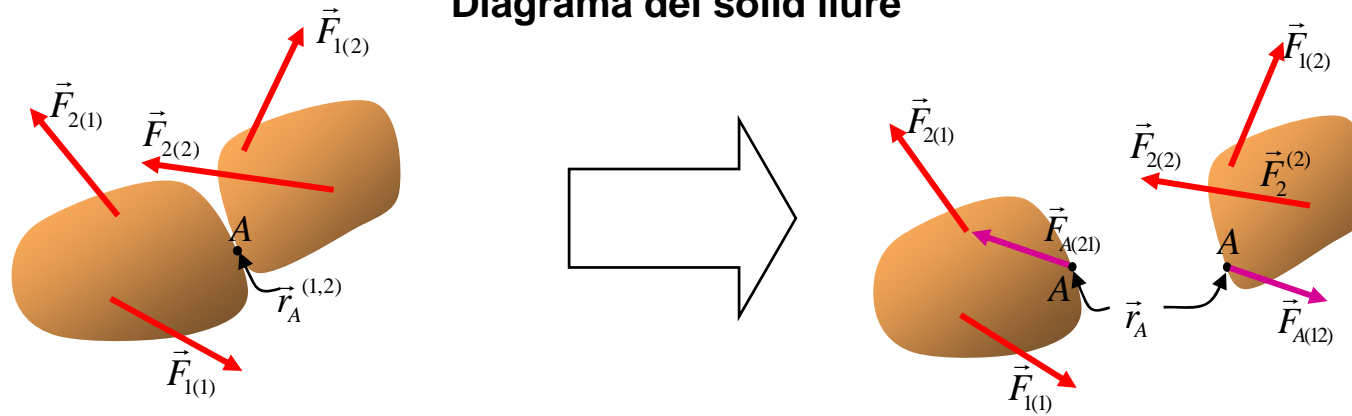
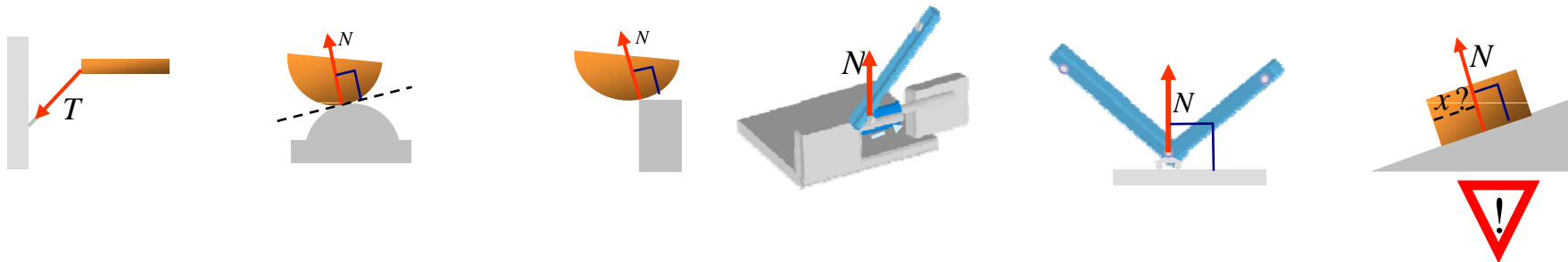
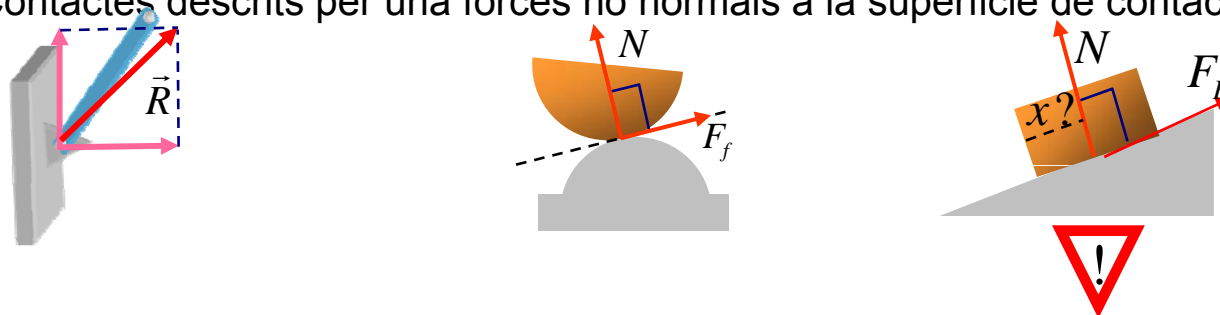


Diagrama del sòlid lliure: els lligams

Contactes descrits per una força normal a la superfície de contacte



Contactes descrits per una forces no normals a la superfície de contacte





1.- Forces a la natura

2.- Lleis de Newton

2.1.- Força i massa. Llei de moviment. Superposició. Unitats

2.2.- Diagrama del sòlid lliure

2.3.- Pèndol simple

2.4.- Fregament

2.5.- Quantitat de moviment: llei de conservació

2.6.- Impuls lineal

3.- Sistemes de referència no inercials

Fregament estàtic μ_e

El cos està quiet

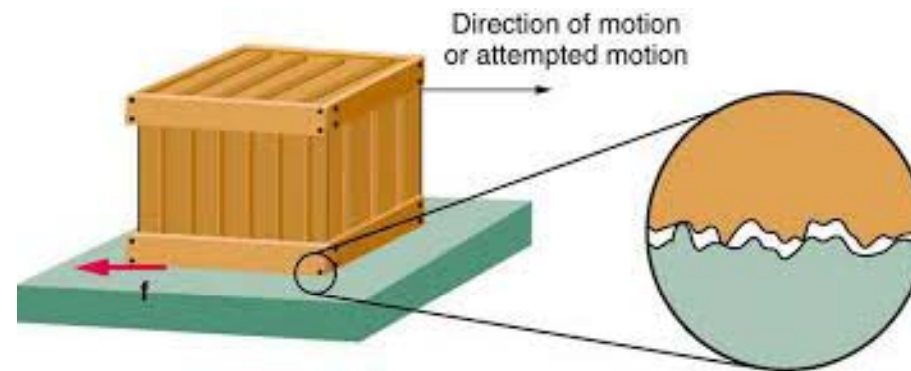
El cos està "encaixat"

$$\mu_e > \mu_c$$

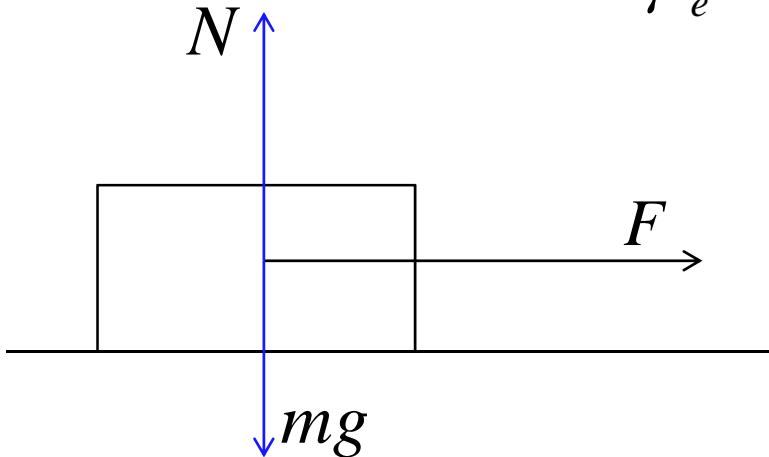
Fregament cinètic μ_c

El cos està en moviment

El cos fa petits salts



Lliscament imminent: $F = \mu_e N$



$$\begin{cases} \text{Eix x: } F - \mu_e N = 0 \\ \text{Eix y: } N - mg = 0 \rightarrow N = mg \end{cases}$$

$$F = \mu_e mg$$

Fregament estàtic μ_e

El cos està quiet

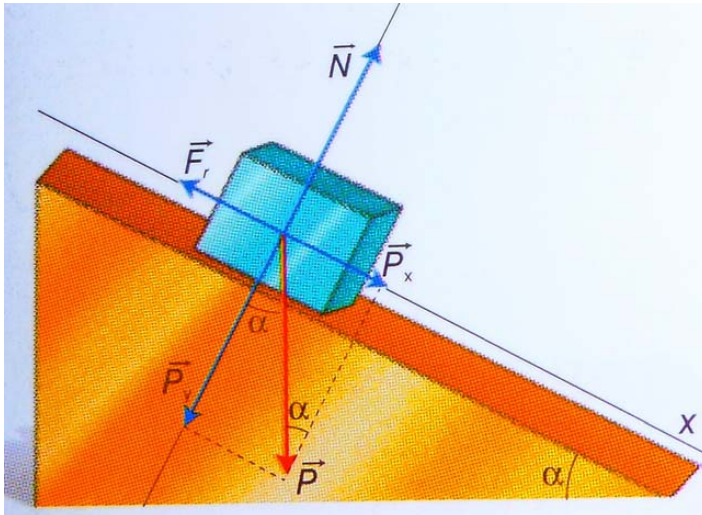
El cos està “encaixat”

$$\mu_e > \mu_c$$

Fregament cinètic μ_c

El cos està en moviment

El cos fa petits salts



$$\begin{cases} \text{Eix } x: & P_x - \mu_e N = 0 \\ \text{Eix } y: & N - P_y = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \text{Eix } x: & mg \sin \alpha - \mu_e N = 0 \\ \text{Eix } y: & N - mg \cos \alpha = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \text{Eix } x: & mg \sin \alpha = \mu_e N \\ \text{Eix } y: & mg \cos \alpha = N \end{cases}$$

Determinació del coeficient de fricció

$$\tan \alpha = \mu_e$$



1.- Forces a la natura

2.- Lleis de Newton

2.1.- Força i massa. Llei de moviment. Superposició. Unitats

2.2.- Diagrama del sòlid lliure

2.3.- Fregament

2.4.- Quantitat de moviment: llei de conservació

2.5.- Impuls lineal

3.- Sistemes de referència no inercials

4.- Definicions en sistemes en rotació

1.1.- Moment d'una força

5.- Estàtica dels sòlids rígids

Quantitat de moviment

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

Relació amb la segona llei

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}$$

Llei de conservació lineal

si sobre la partícula no actua cap força
la quantitat de moviment es manté constant.



Quantitat de moviment_

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

Relació amb la segona llei

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}$$

Llei de conservació lineal

si sobre la partícula no actua cap força
la quantitat de moviment es manté constant.

Impuls

$$\vec{I} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F} dt$$

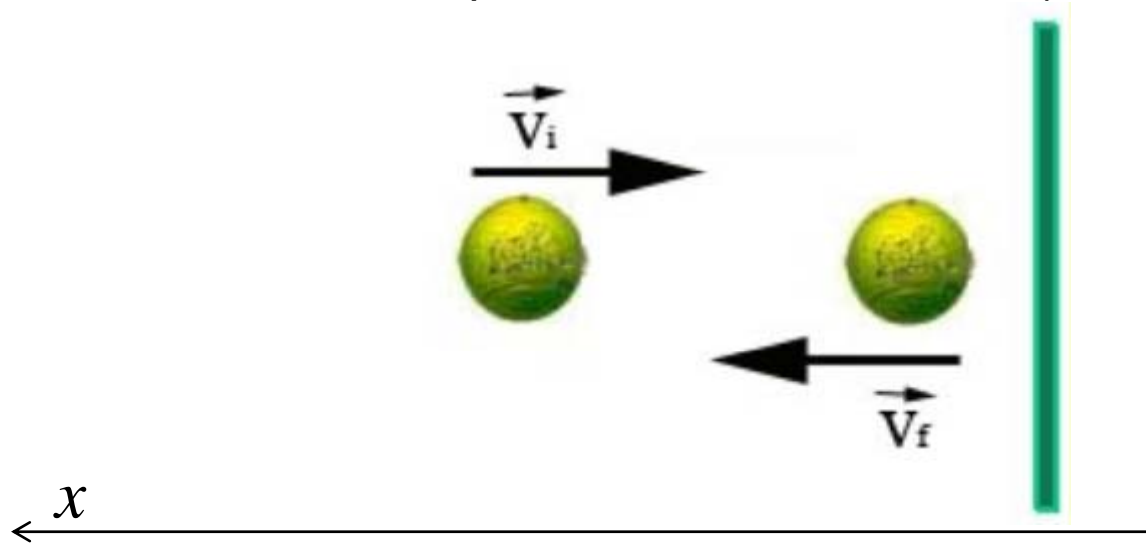
Teorema del moment lineal

$$\vec{I} = \Delta\vec{p}$$

Demo:

$$\Delta\vec{p} \longleftarrow \int_{t_1}^{t_2} d\vec{p} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F} dt \longrightarrow \vec{I}$$

És millor xocar contra una pilota d'escuma o de ferro (de la mateixa massa)?



Teorema del moment lineal $\vec{I} = \Delta\vec{p}$

$$\vec{I} = \Delta\vec{p} = v\hat{i} - (-v\hat{i}) = 2v\hat{i} \quad \Longrightarrow \quad |\Delta\vec{p}| = I = 2v$$

Força contra la paret $F = \frac{dP}{dt} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{I}{\Delta t} \longrightarrow$ igual
 \longrightarrow Per temps petits la força serà més gran



1.- Forces a la natura

2.- Lleis de Newton

2.1.- Força i massa. Llei de moviment. Superposició. Unitats

2.2.- Diagrama del sòlid lliure

2.3.- Fregament

2.4.- Quantitat de moviment: llei de conservació

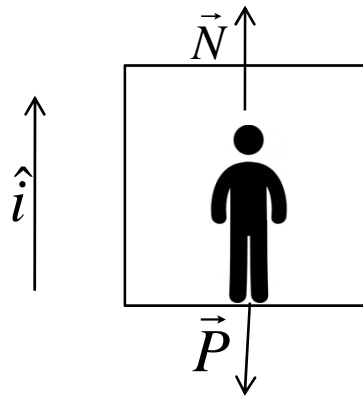
2.5.- Impuls lineal

3.- Sistemes de referència no inercials

4.- Definicions en sistemes en rotació

1.1.- Moment d'una força

5.- Estàtica dels sòlids rígids



Ascensor quiet (o a velocitat constant)

$$\vec{N} + \vec{P} = 0$$

Component \hat{i}

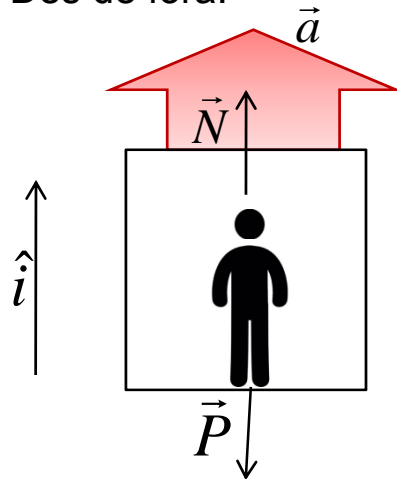
$$N = mg$$

Una balança mesura la normal!!

$$N - mg = 0$$

Què passa si l'ascensor es mou amb una certa acceleració?

Des de fora:



$$\vec{N} + \vec{P} = m\vec{a}$$

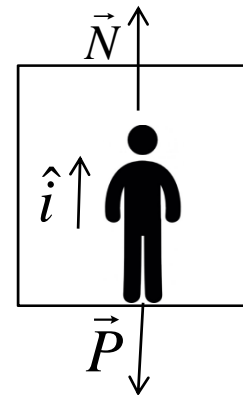
Component \hat{i}

$$N - mg = ma$$

$$N = m(a + g)$$

- Si $a = -g$ la balança no marca res!!
- Si $a = g$ $N = 2mg$ la balança marca el doble!!

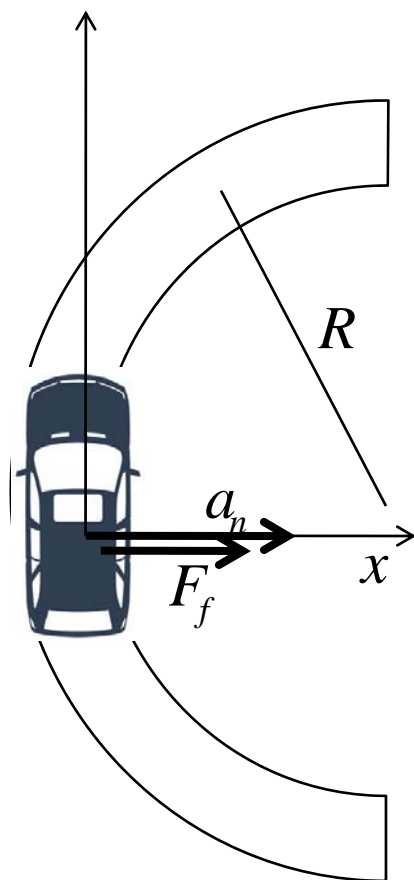
Des de dintre:



- La segona llei no es compleix
o
- La gravetat a augmentat

Et pots inventar una força fictícia
(però no és recomanable)

Des de fora (i des de dalt):



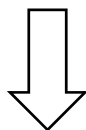
$$\vec{F}_f = m\vec{a}$$

Component \hat{i}

$$F_f = ma_n$$

$$\mu N = m \frac{v^2}{R}$$

$$\mu mg = m \frac{v^2}{R}$$

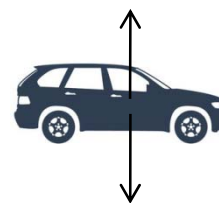


$$\mu = \frac{v^2}{gR}$$

→ Quan la velocitat del cotxe sigui alta

→ Quan el radi de curvatura sigui petit
(quan la corba sigui tancada)

Des de fora (i des del costat):



$$\vec{N} + \vec{P} = 0$$

$$N = mg$$

Per tal que el cotxe no llisqui el cotxe, el coeficient de fregament ha de ser gran:





1.- Forces a la natura

2.- Lleis de Newton

2.1.- Força i massa. Llei de moviment. Superposició. Unitats

2.2.- Diagrama del sòlid lliure

2.3.- Fregament

2.4.- Quantitat de moviment: llei de conservació

2.5.- Impuls lineal

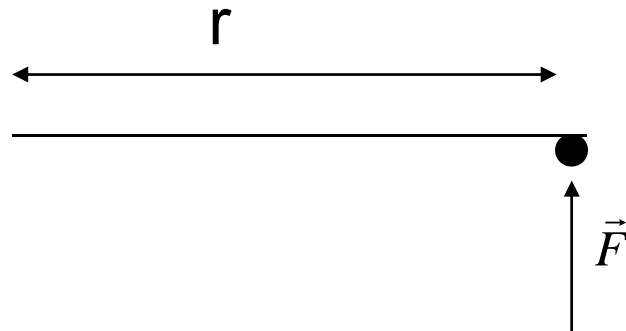
3.- Sistemes de referència no inercials

4.- Definicions en sistemes en rotació

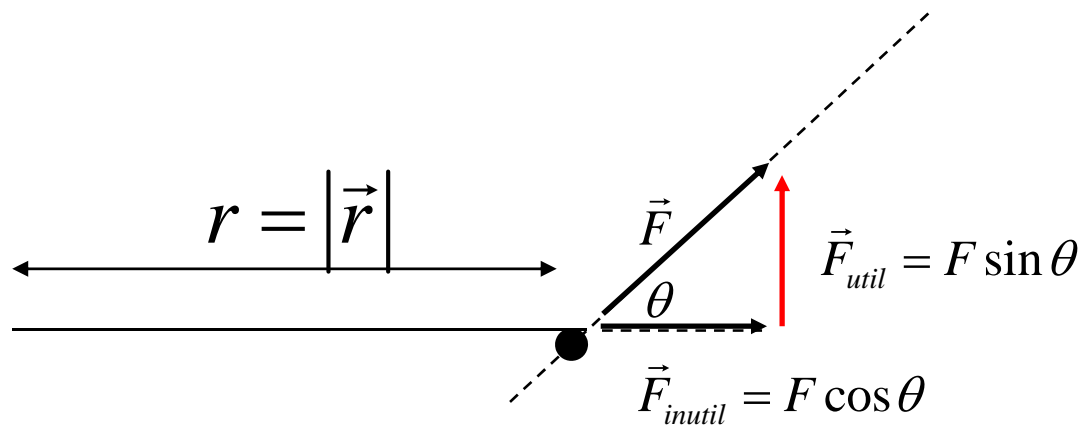
1.1.- Moment d'una força

5.- Estàtica dels sòlids rígids

Com obrir una porta? (definir “facilitat per fer girar”)



“Facilitat per fer girar” = $r \cdot F$

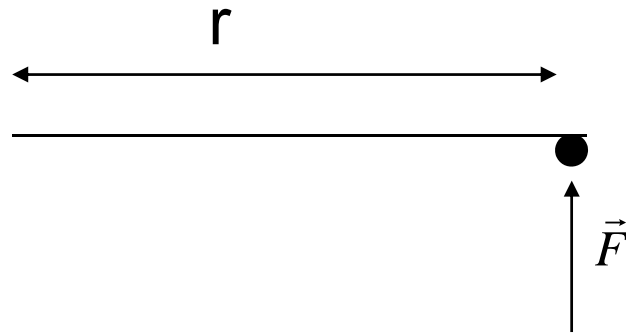


θ és l'angle entre r i F

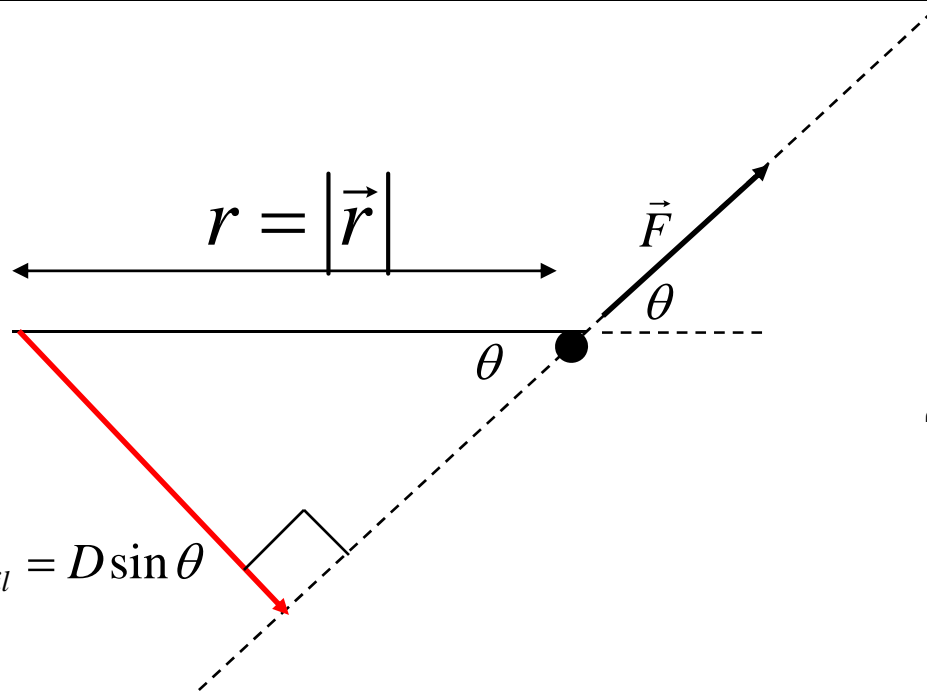
“Facilitat per fer girar” = $r \cdot F_{util} = r \cdot F \cdot \sin \theta$

Això es un PEV!!!!!!

Com obrir una porta? (definir “facilitat per fer girar”)



“Facilitat per fer girar” = $r \cdot F$



D_{util} = braç de palanca

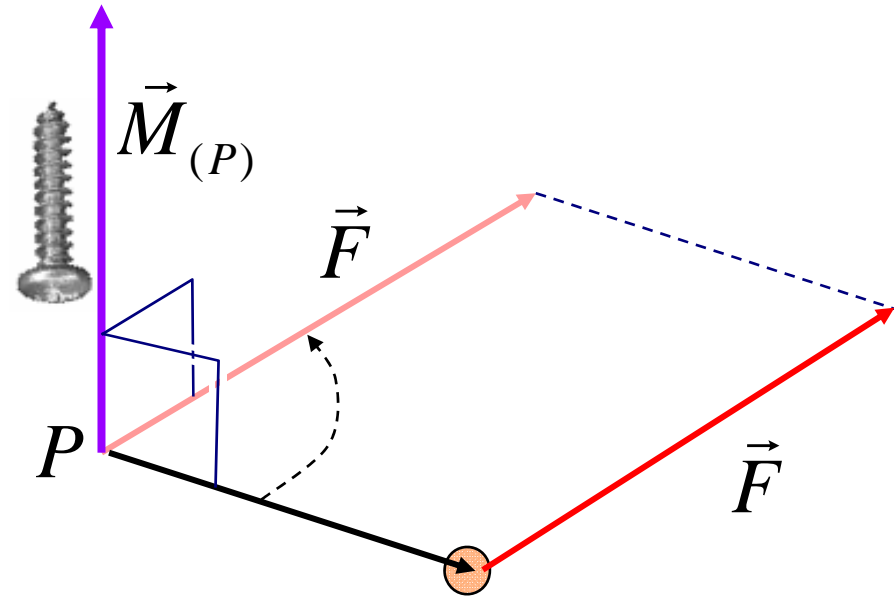
“Facilitat per fer girar” = “bp” · F

3.- Rotacions

“Facilitat de gir” = moment d’una força respecte a l’eix de gir

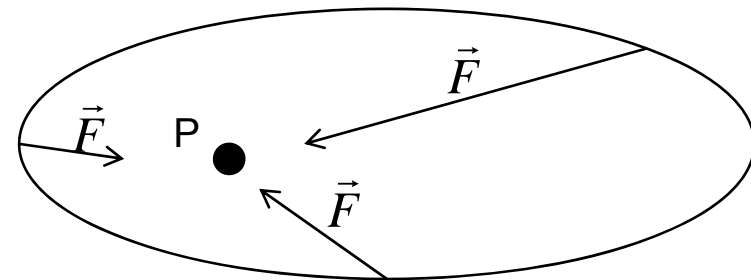
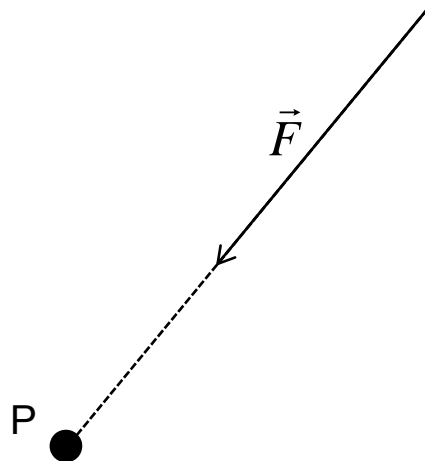
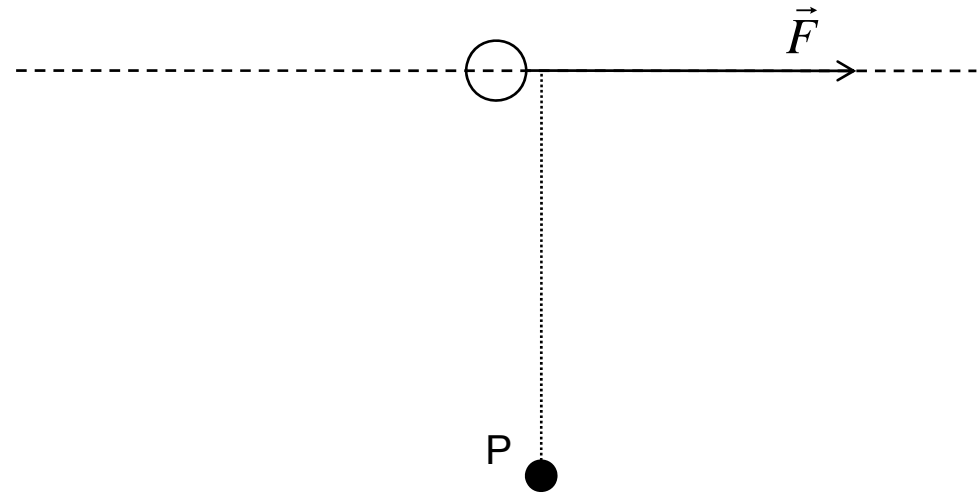
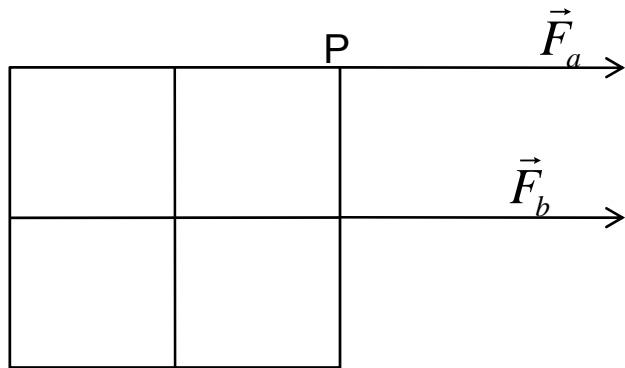
Es defineix moment $\vec{M}_{(P)}$ d’una força \vec{F} respecte d’un punt P

$$\vec{M}_{(P)} = \vec{r}_{(P)} \times \vec{F}$$



3.- Rotacions

Alguns exemples: Calcula el moment de les forces respecte el punt P.





1.- Forces a la natura

2.- Lleis de Newton

2.1.- Força i massa. Llei de moviment. Superposició. Unitats

2.2.- Diagrama del sòlid lliure

2.3.- Fregament

2.4.- Quantitat de moviment: llei de conservació

2.5.- Impuls lineal

3.- Sistemes de referència no inercials

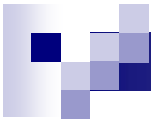
4.- Definicions en sistemes en rotació

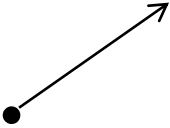
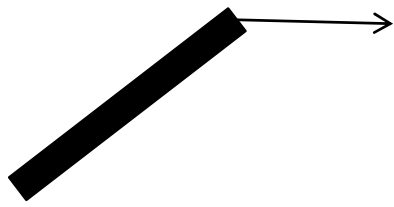
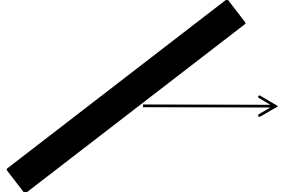
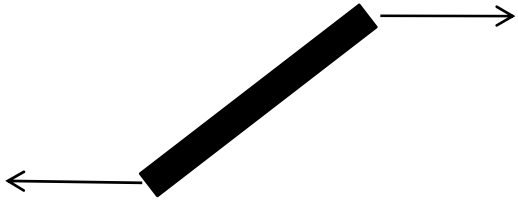
1.1.- Moment d'una força

1.2.- Moment angular

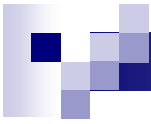
1.3.- Lleis de Kepler

5.- Estàtica dels sòlids rígids

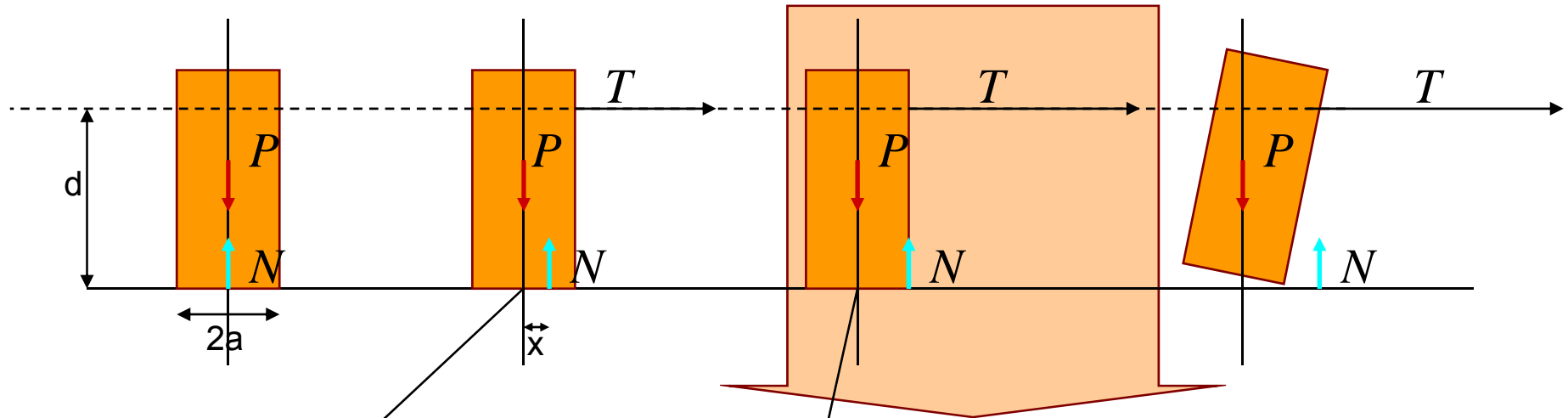


	Translació	Rotació
Condicció d'equilibri	$\sum \vec{F} = \vec{0}$ <p>No es desplaça</p> 	$\sum \vec{M}_C = \vec{0}$ <p>No gira</p> 
Exemple	Es desplaça però ni gira 	Gira però no es desplaça 





 **Bolcada imminent**



Calculem moments

$$xN = Td$$

$$x = \frac{Td}{mg}$$

Calculem moments

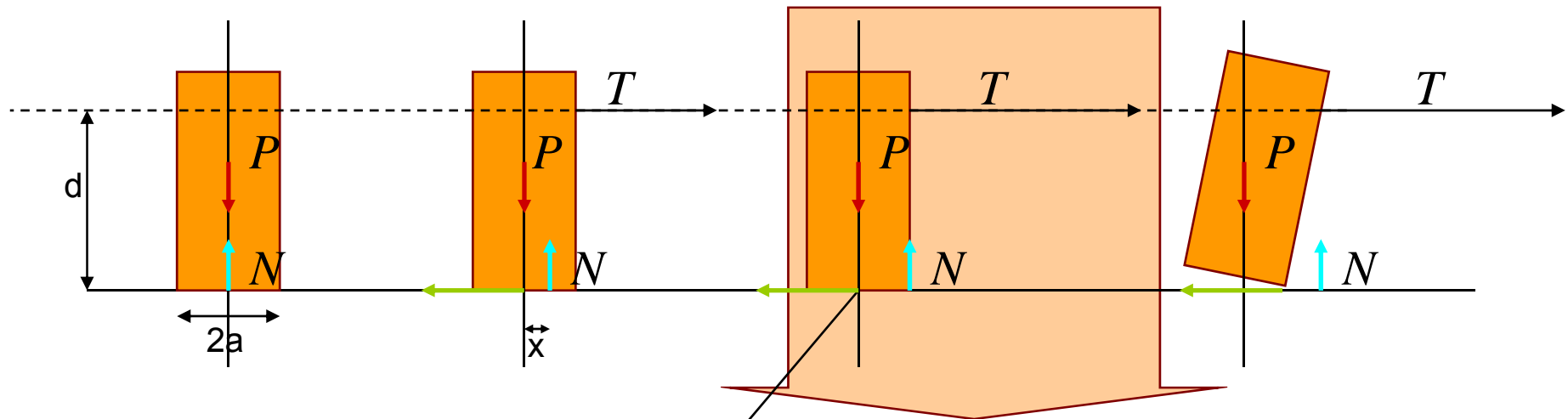
$$aN = Td$$

$$T = \frac{aN}{d}$$

BOLCA!

Més difícil encara...

Bolcada o relliscada???



BOLCA!

$$\sum \vec{M} = 0$$

$$aN = T_b d$$

$$T_b \geq \frac{a}{d} mg$$

Bolca o llisca?

LLISCA!


$$\sum \vec{F} = 0$$

$$T_U - \mu mg = 0$$

$$T_U \geq \mu mg$$

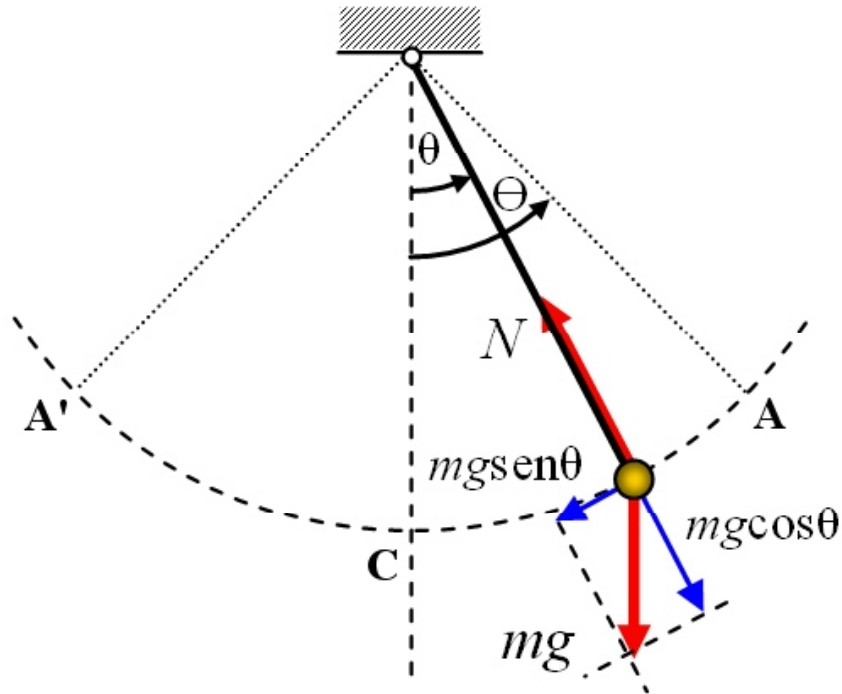
Bolca abans de lliscar $T_b < T_U$

$$\frac{a}{d} mg < \mu mg \rightarrow \mu > \frac{a}{d}$$



**L'equació del pèndol simple és necessària per fer la pràctica 2
(però es veurà en moviment harmònic)**

Péndol simple (no tan simple com sembla)



$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

$$\begin{cases} \text{Eix y: } N - mg \cos \theta = 0 \\ \text{Eix x: } mg \sin \theta = -ma_x \end{cases}$$

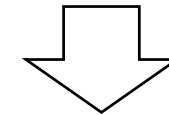
$$s = l\theta \rightarrow v = l\omega \rightarrow a = l\alpha$$

$$mg \sin \theta = -ml\alpha$$

Petites oscil·lacions

$$\sin \theta \approx \theta$$

$$\ddot{\theta} = -\frac{g}{L} \sin \theta \rightarrow \ddot{\theta} = -\frac{g}{L} \theta$$



$$\theta(t) = A \sin(\omega t + \varphi)$$

Qualsevol amplitud

$$\theta(t) = 2 \arcsin \left\{ \sin \frac{\theta_0}{2} \operatorname{sn} \left[K \left(\sin^2 \frac{\theta_0}{2} \right) - \omega_0 t; \sin^2 \frac{\theta_0}{2} \right] \right\}$$