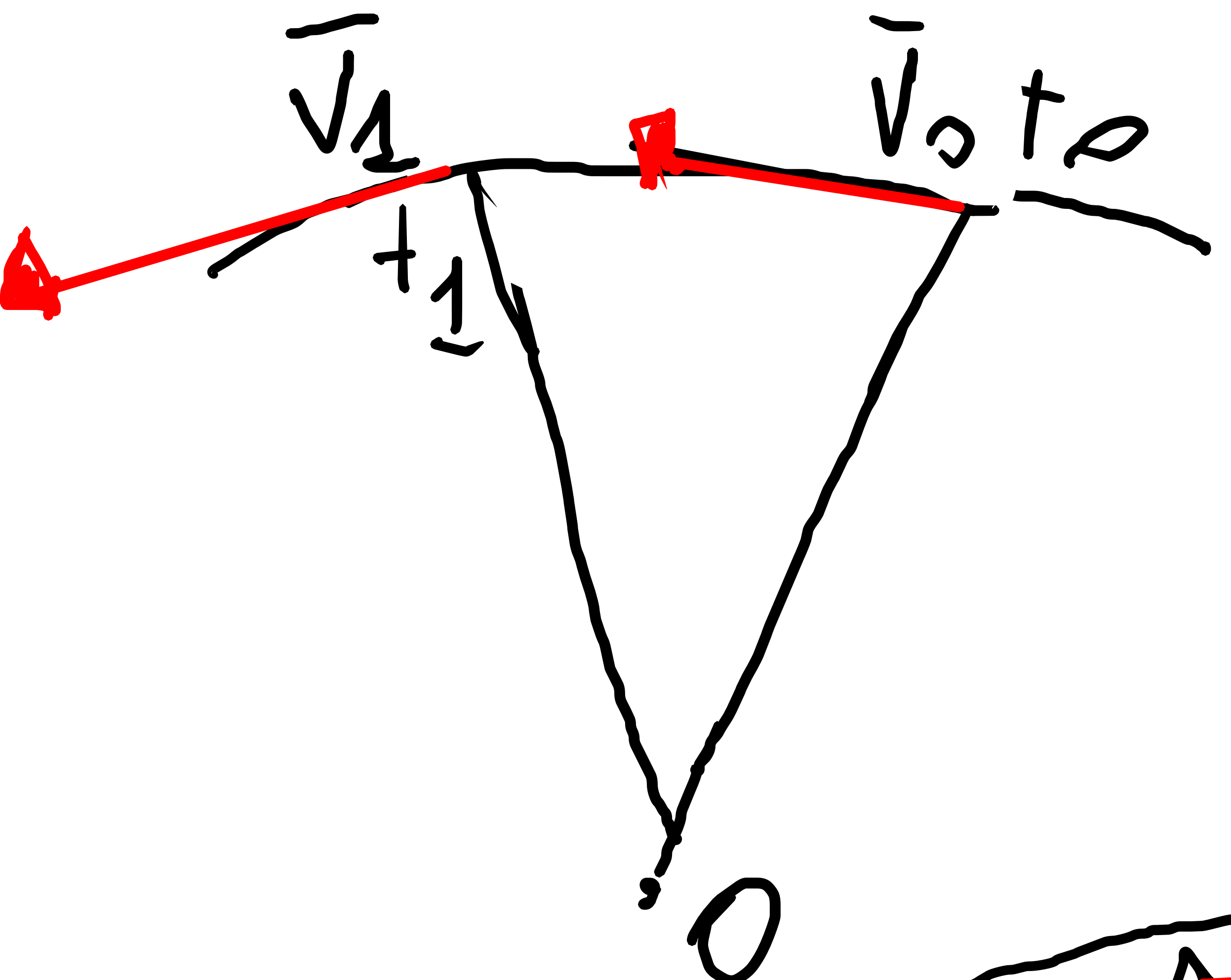
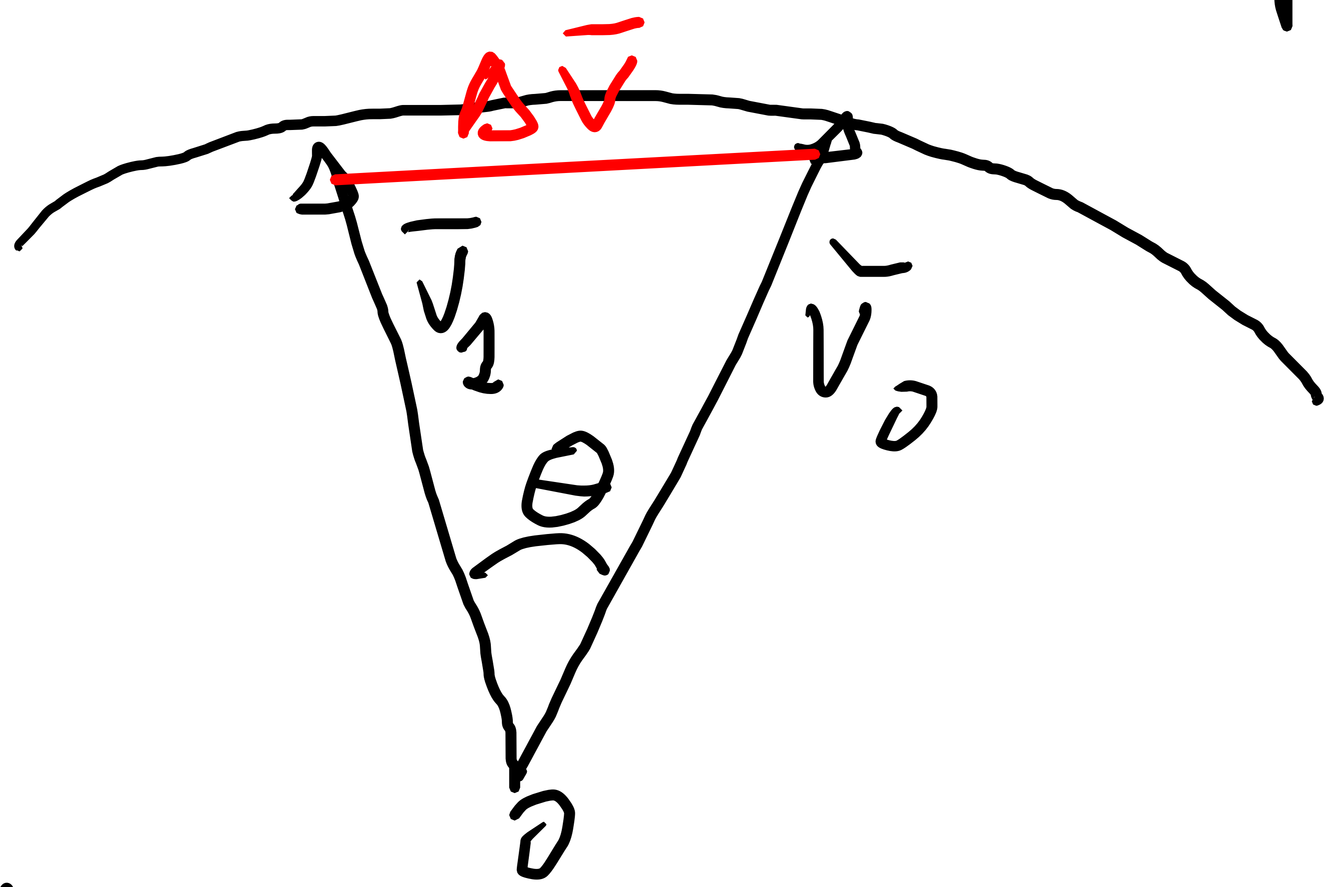
ACCELERAZIONE CENTRIPETA (dimostrazione



$|\bar{v}(t_1)| = |\bar{v}(t_0)|$ nel moto circolare uniforme

Δt molto piccolo

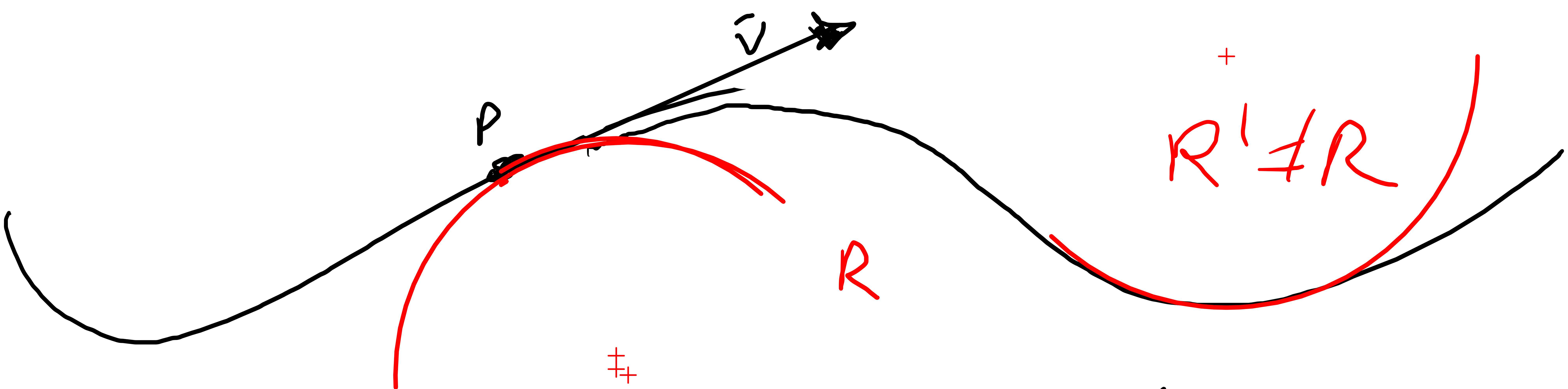


$$\Delta v = |\bar{v}(t_1) - \bar{v}(t_0)|$$

$$\simeq \Delta\theta\, v = (\omega \Delta t)\, v$$

$$a_c = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = v\omega = \omega^2 R = \frac{v^2}{R}$$

MOTO CURVILINEO IN 2D (2 dimensioni)



In ogni punto P della traiettoria possiamo scomporre il moto in 2 componenti:

1) tangenziale

2) normale (o radiale)

$$a_T = \frac{dV}{dt} \qquad\qquad a_R = \frac{v^2}{R}$$

DINAMICA

Definizione: ramo della meccanica che descrive il moto dei corpi in relazione alle cause che lo producono e lo modificano.

PRINCIPIO DI RELATIVITÀ GALILEIANA

Le leggi della meccanica assumono la stessa forma in sistemi di riferimento inerziali.

≈ sistema non sottoposto a forze esterne

DEF: sistema di riferimento per cui vale il primo principio della dinamica.

1) PRIMO PRINCIPIO (O PRINCIPIO D'INERZIA)

Un corpo persiste nello stato di quiete o di moto rettilineo uniforme finché delle forze non intervengono a mutarne lo stato

$$\sum_i \bar{F}_i = 0$$

forze agenti sul corpo.

Prendiamo come sistema di riferimento inerziale la Terra (approssimazione!), anche se tecnicamente non lo è veramente $\rightarrow$ in quanto esegue una rotazione intorno al suo asse ed una rivoluzione intorno al sole (forza centrifuga, forza di Coriolis)

$\leftarrow$ pendolo di Foucault.

2) SECONDO PRINCIPIO

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

↓

quantità di moto

$$\boxed{\bar{F} = \frac{d\bar{p}}{dt}} \xRightarrow{\text{se la massa è costante}} \bar{F} = m\bar{a}$$

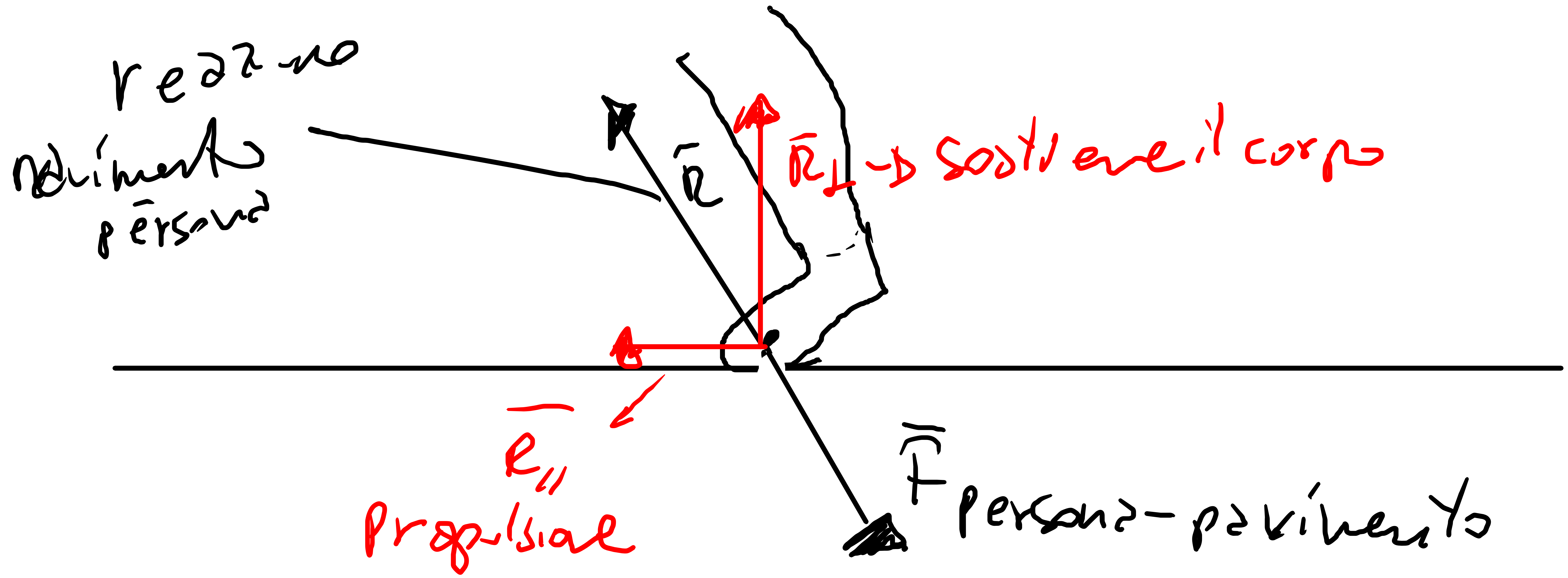
3) TERZO PRINCIPIO (o principio di AZIONE REAZIONE)

$$\bar{F}_{AB} = -\bar{F}_{BA}$$

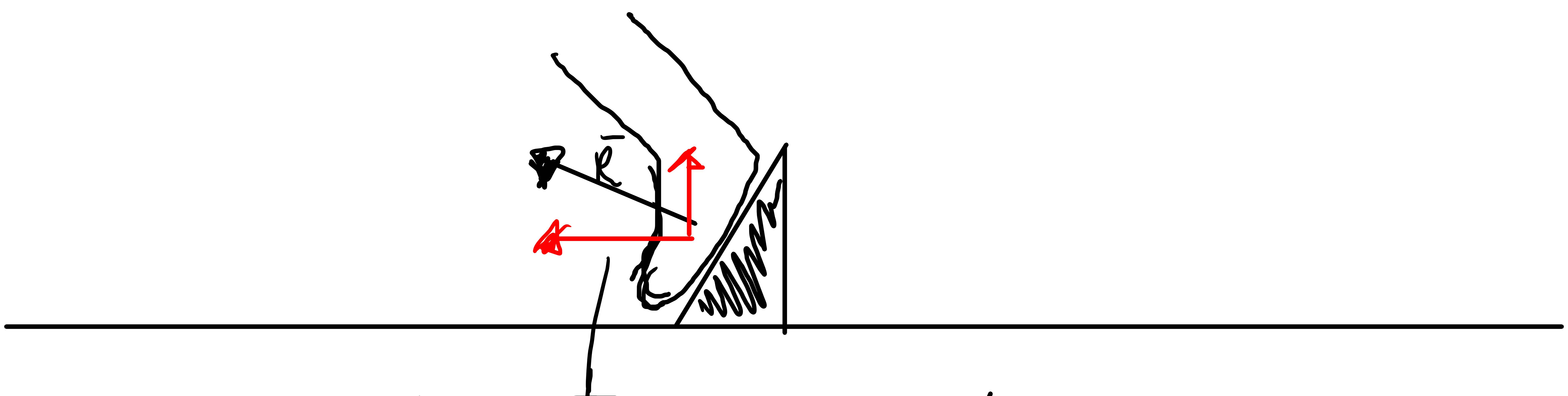
$\bar{F}_{AB}$ ↓ forza esercitata da A su B

$\bar{F}_{BA}$ ↓ forza esercitata da B su A.

Esempio: camminata



corridori ai blocchi di partenza



Forza peso (o forza di gravità)

Due corpi dotati di massa si attraggono tramite la forza gravitazionale

↓

Sulla superficie della Terra, l'attrazione gravitazionale tra un corpo e la Terra è data da

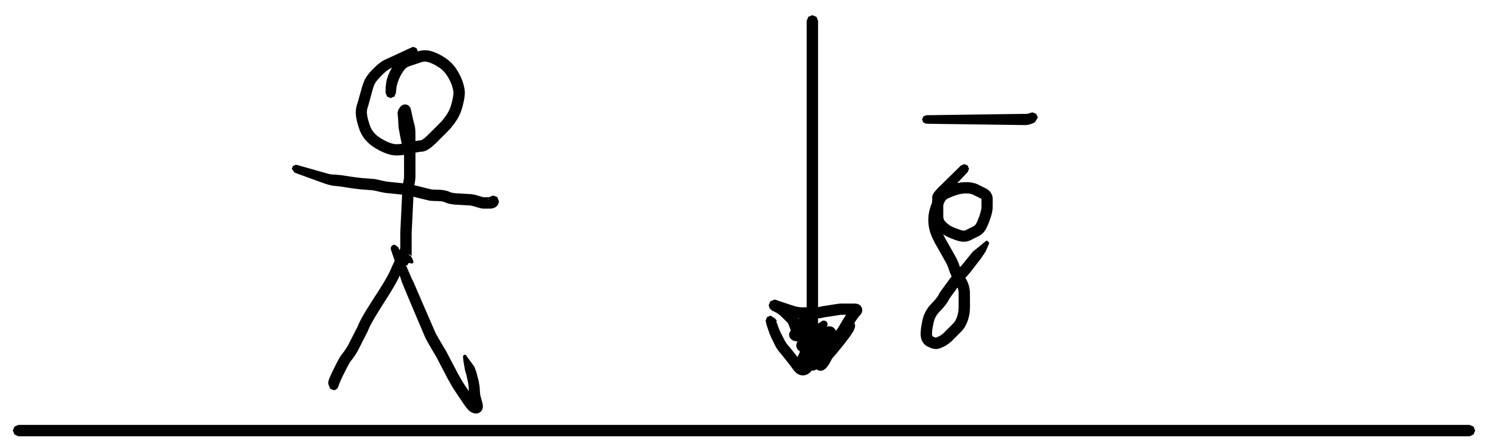
$$\vec{F}_g = m\,\bar{g}$$

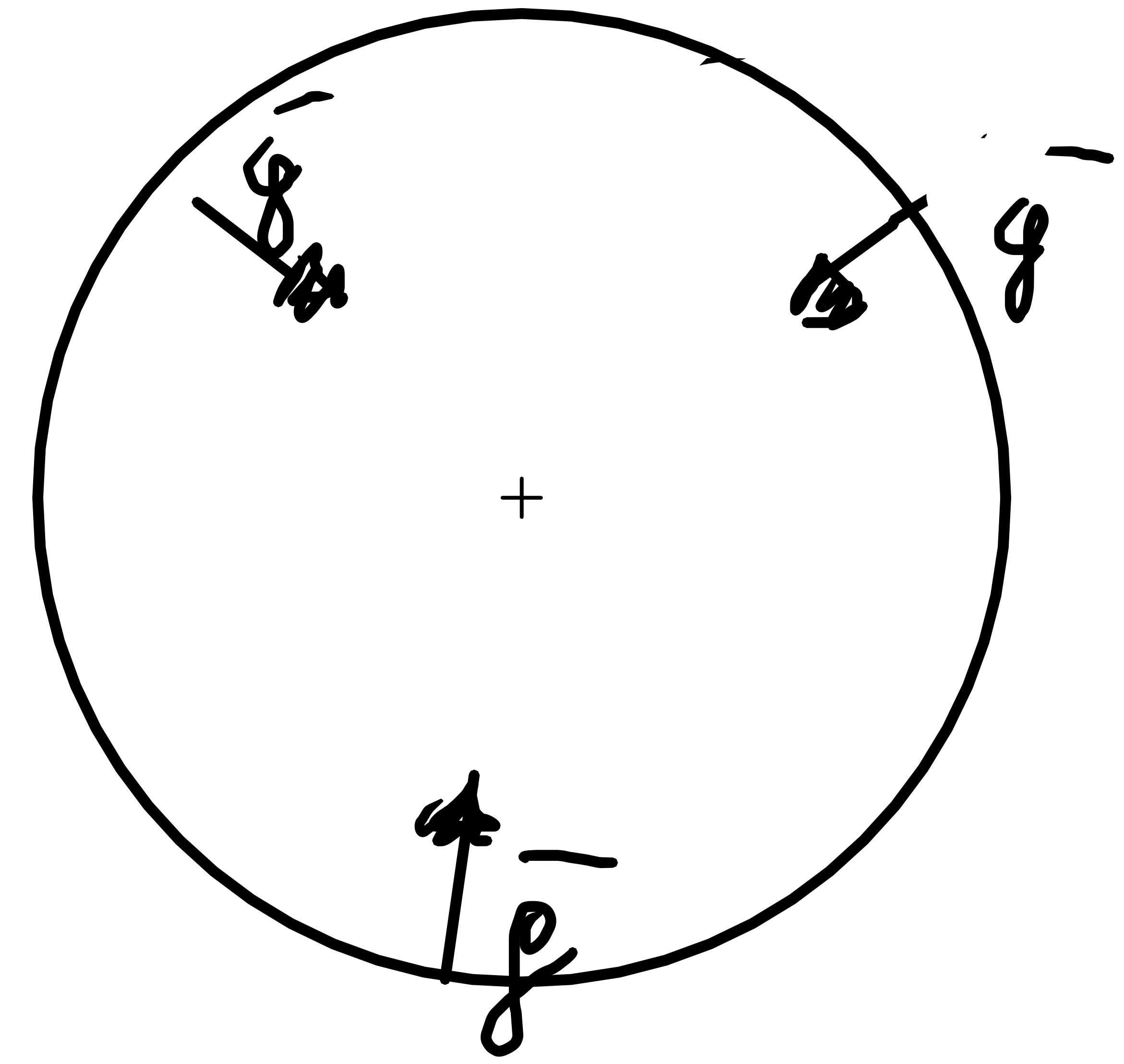
massa del corpo

→ l'accelerazione di gravità

$\bar{g}$

- pari a circa $9.8\ m/s^2$ ($\sim 10\ m/s^2$)
- diretta verso il basso (ovvero verso il centro della Terra)





<u>Esercizio</u>: un cannone spara un proiettile a 200 m/s con un angolo di 45° ($\pi/4$) rispetto al terreno. Calcolare la gittata

$$\begin{cases} x = V_{0x} t \\ y = V_{0y} t - g \dfrac{t^2}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} V_{0x} = V_0 \cos\theta \\ V_{0y} = V_0 \sin\theta \end{cases} \qquad \theta = 45^\circ \Rightarrow V_{0x} = V_{0y} = \frac{\sqrt{2}}{2} V_0$$

$\cos 45^\circ = \sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$

$$\tilde{y} = 0 \Rightarrow \begin{cases} \tilde{x} = \frac{\sqrt{2}}{2} V_0 \tilde{t} \\ 0 = \frac{\sqrt{2}}{2} V_0 \tilde{t} - g \frac{\tilde{t}^2}{2} = \tilde{t} \left(\frac{\sqrt{2}}{2} V_0 - g \frac{\tilde{t}}{2} \right) \end{cases}$$

"partenza" $\tilde{t} = 0$

$$\tilde{t} = \frac{\sqrt{2}\, V_0}{g}$$

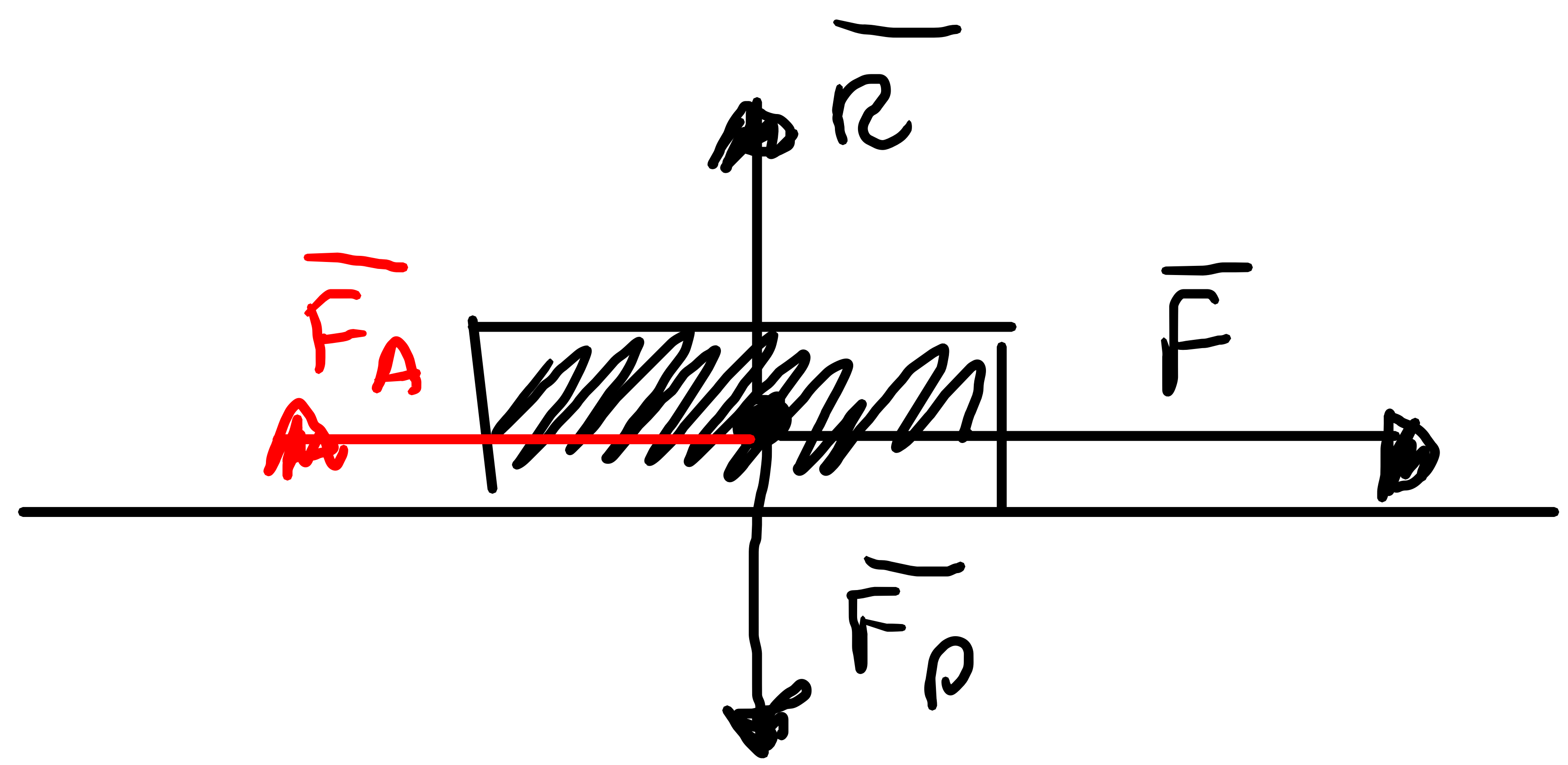
$\tilde{t} \Rightarrow (\tilde{x}, 0)$

gittata

$$\tilde{x} = \frac{\sqrt{2}}{2} V_0 \frac{\sqrt{2} V_0}{g} = \frac{V_0^2}{g} \simeq \frac{(300\, m/s)^2}{(10\, m/s^2)} = \frac{3^2 \cdot 10^4}{10} m = 9 \cdot 10^3 m$$

$$= 9\ km$$

FORZA D'ATTRITO



Def: forza che si oppone allo spostamento di un corpo a contatto con un altro.

Se $F < F_s^{max}$ ⇒ Il corpo non si muove ⇒ ATTRITO STATICO

$$F_s^{max} = \mu_s \, F_\perp$$

μ_s → coefficiente di attrito statico

$F_\perp$ → Forza normale che il corpo esercita sul piano.

Se $F > F_s^{max}$ → il corpo si muove, a quel punto l'attrito esercita una forza:

$$F_d = \mu_d \, F_\perp \Rightarrow$$ ATTRITO DINAMICO

coefficiente di attrito dinamico

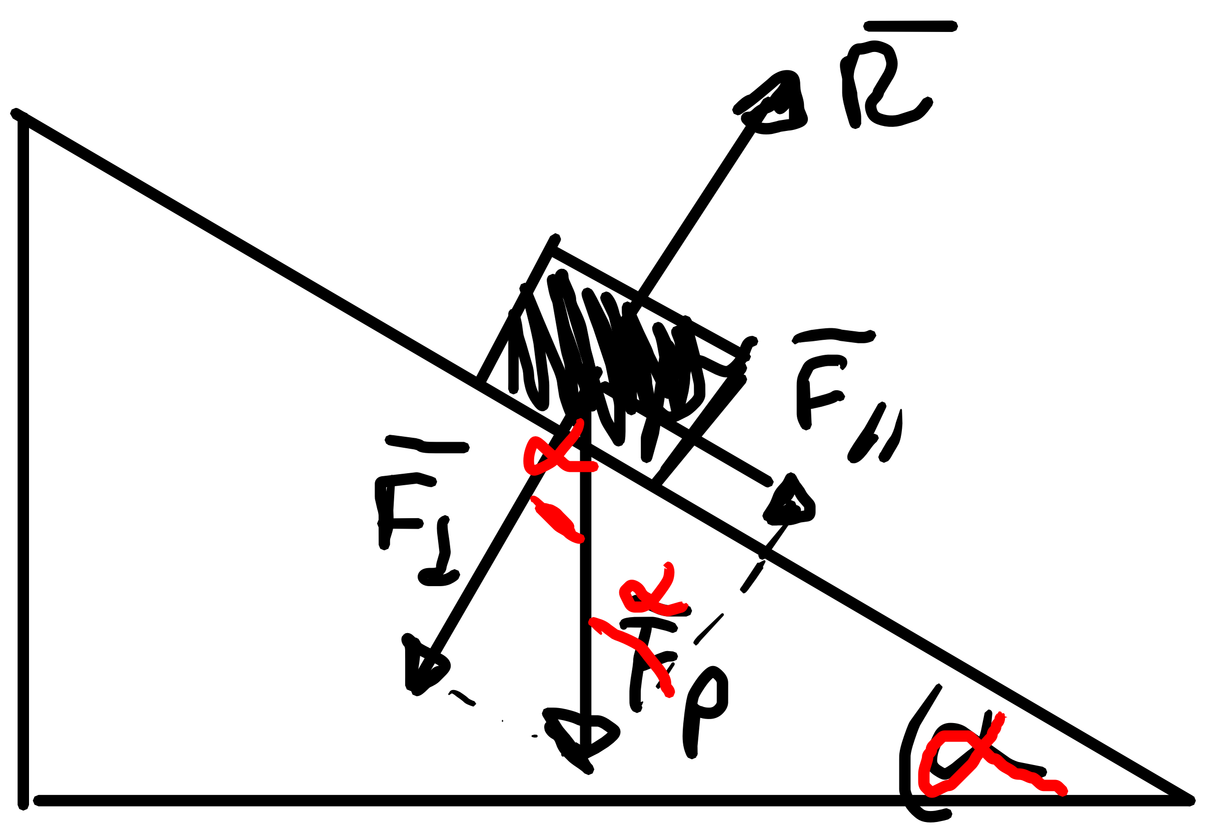
In genere $F_s^{max} > F_d$

Esempi di coefficienti d'attrito

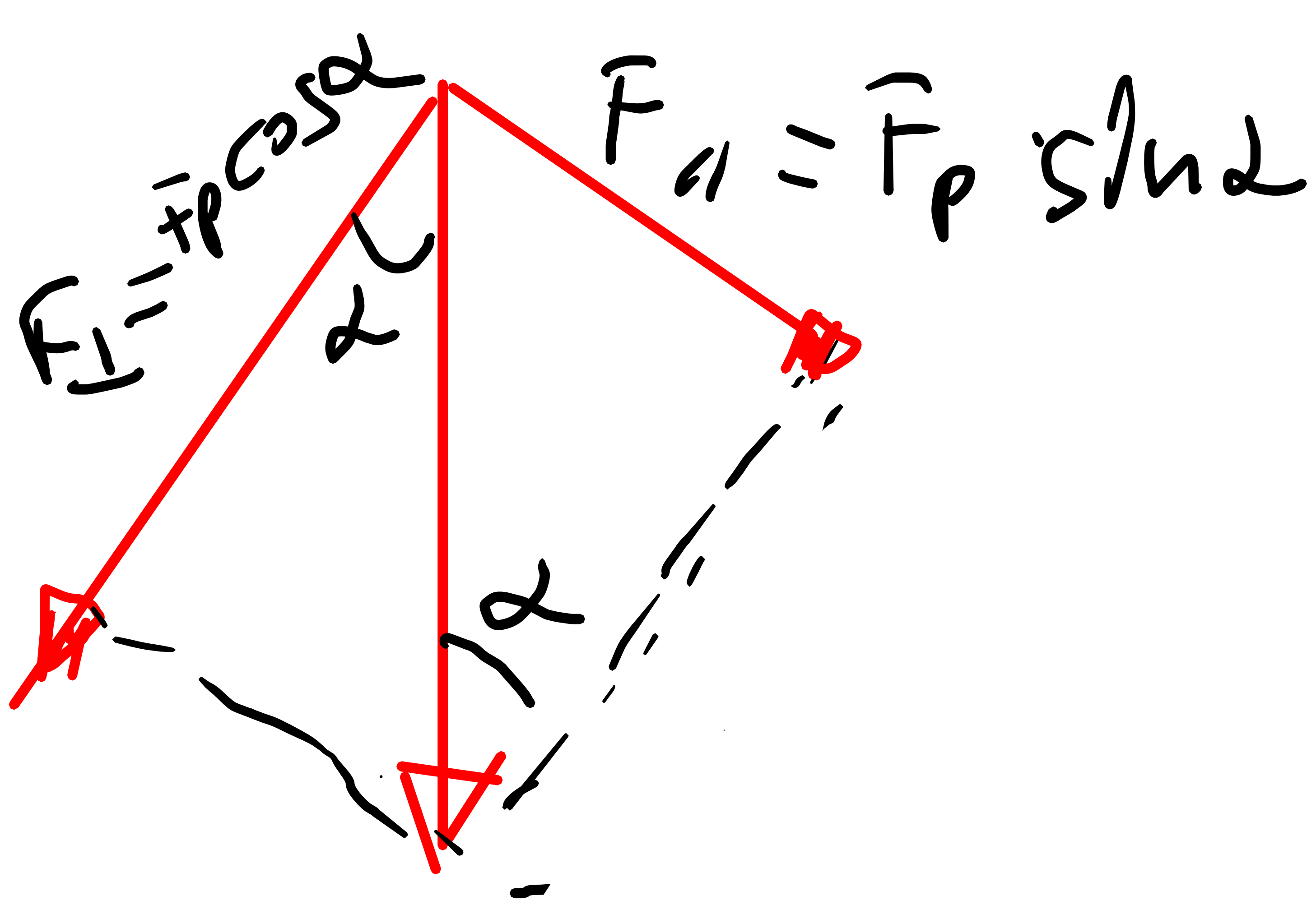
- Acciaio su acciaio $\mu_s \simeq 0.74$ $\mu_d = 0.57$
- Ghiaccio su ghiaccio $\mu_s \simeq 0.1$ $\mu_d \simeq 0.03$
- Teflon su teflon $\mu_s \simeq 0.04$ $\mu_d \simeq 0.04$
- Articolazione sinoviale $\mu_s \simeq 0.01$ $\mu_d \simeq 0.003$

Esercizio: un blocco rettangolare di massa m che si trova su di un piano inclinato con coefficiente di attrito $\mu_s = 0.5$

Trovare l'angolo massimo per cui il blocco non si muove



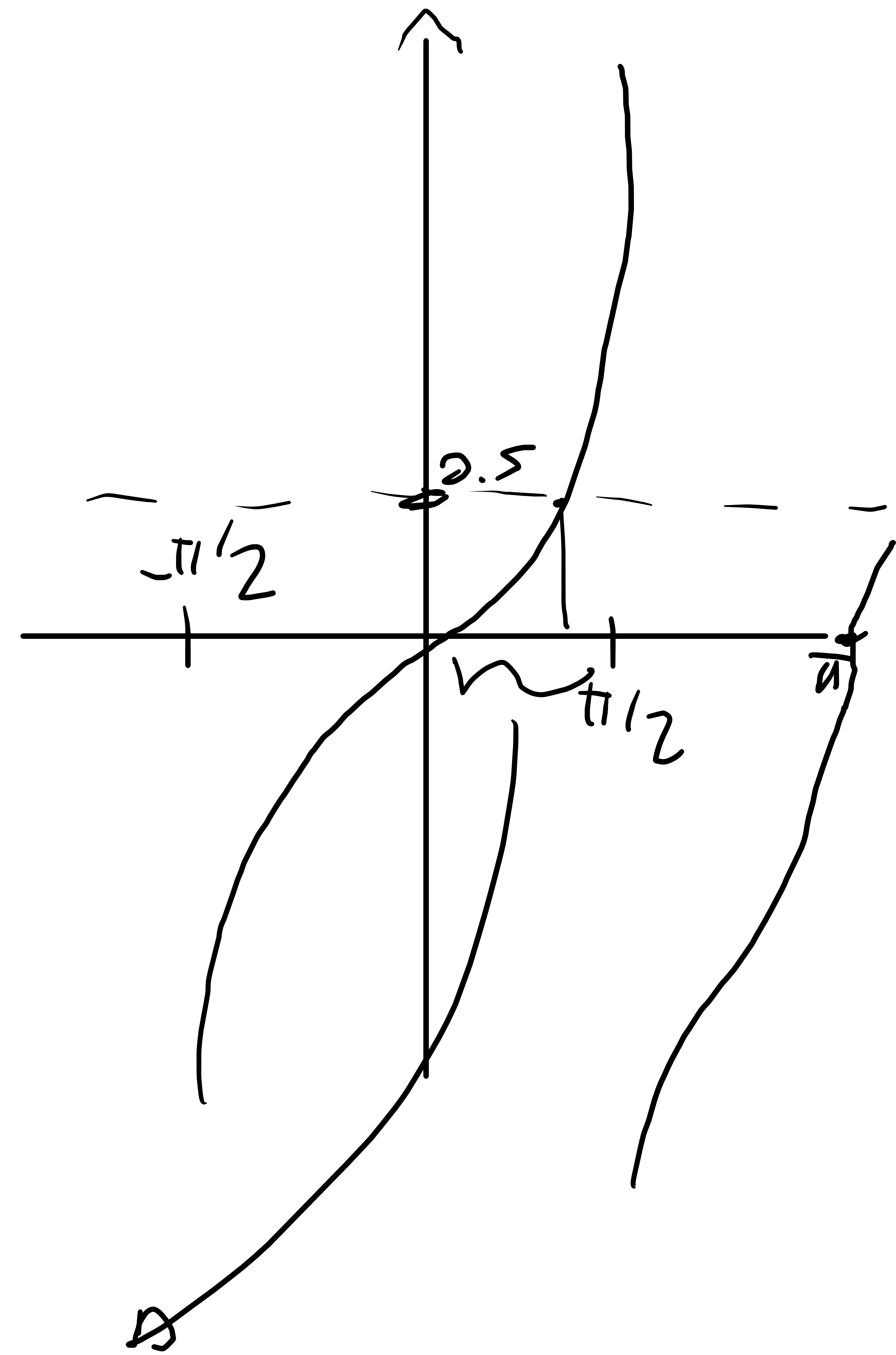
$$\begin{cases} F_\perp = mg\cos\alpha \\ F_\parallel = mg\sin\alpha \end{cases}$$



$$F_\parallel < F_s^{max}$$

$$F_s^{max} = \mu_s \cdot mg\cos\alpha$$

$$\cancel{mg}\sin\alpha < \mu_s \cancel{mg}\cos\alpha \Rightarrow \tan\alpha < \mu_s$$



tra 0 e $\pi/2$ $(0, 90^\circ)$

è monotona.

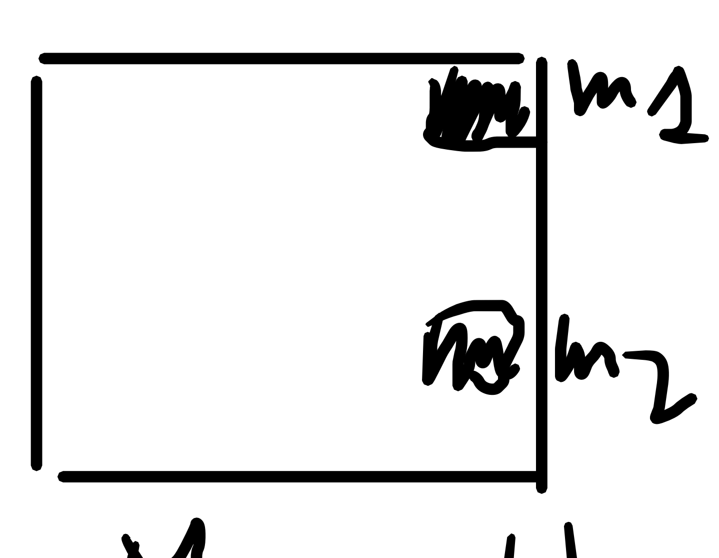
$\tan \alpha < \mu_s \Rightarrow \quad \alpha_{max} = \arctan(\mu_s)$

$= \arctan(0.5)$

$\cong 0.464 \text{ rad} \cong 27^\circ$

CORPO RIGIDO $\Rightarrow$ è un corpo indeformabile

CENTRO DI MASSA



$$\bar{F}_p = \sum_i m_i \bar{g} = M \bar{g}$$

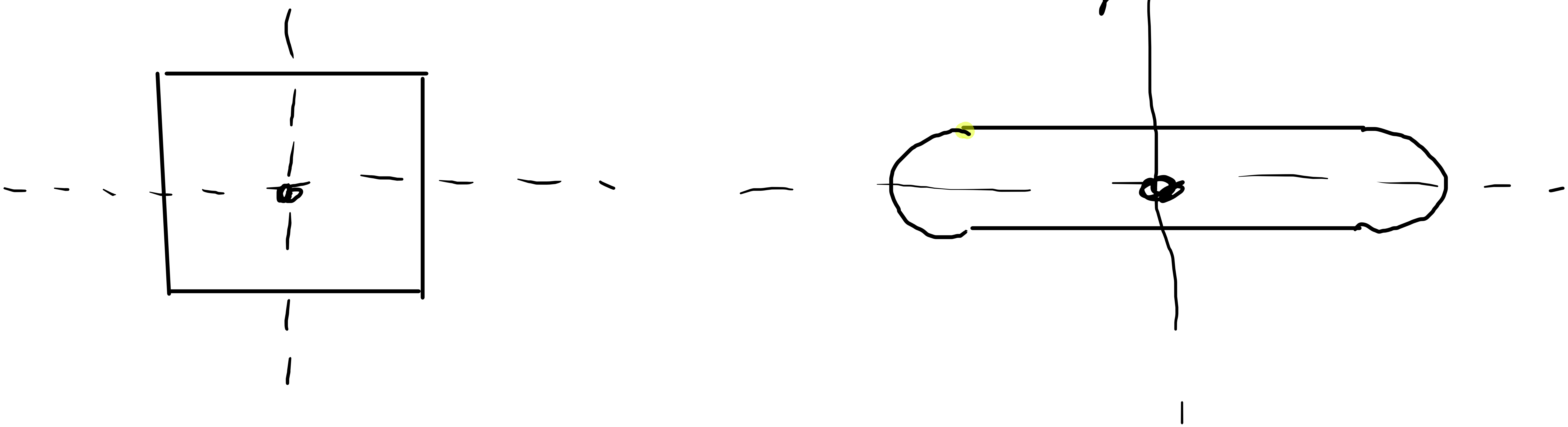
La risultante di tutte le forze che agiscono su di un corpo rigido è pari alla somma di tutte le forze applicata al centro di massa

$$\bar{r}_{CM} = \frac{1}{M}\sum_i \bar{r}_i m_i \to \frac{1}{M}\int \bar{r}\, dm = \frac{1}{M}\int \bar{r}\rho\, dV$$

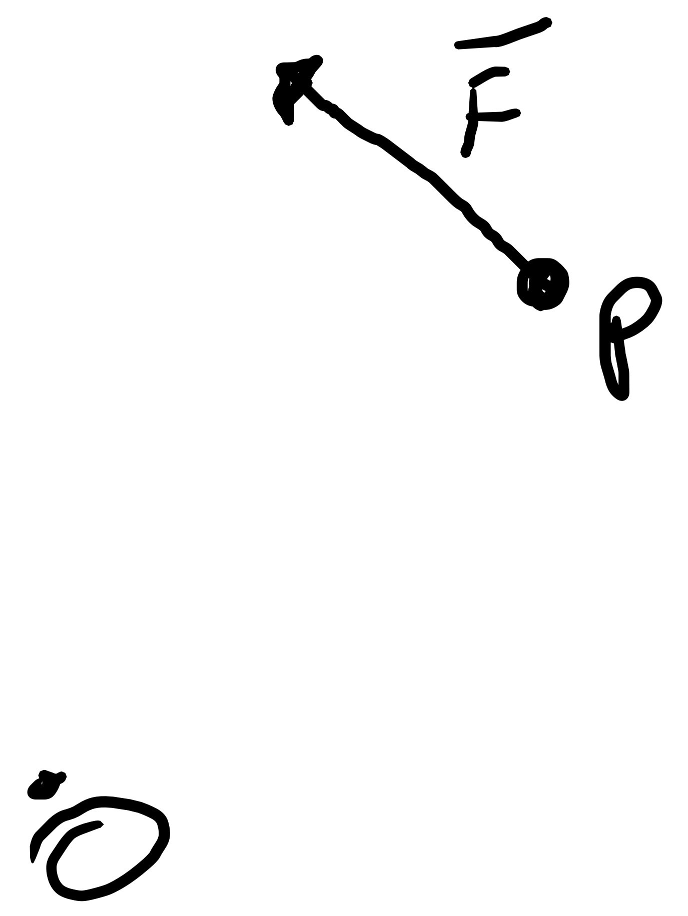
ρ uniforme

$$= \frac{1}{V}\int \bar{r}\, dV$$

Se la densità è uniforme il centro di massa coincide con il centro geometrico



MOMENTO DI UNA FORZA

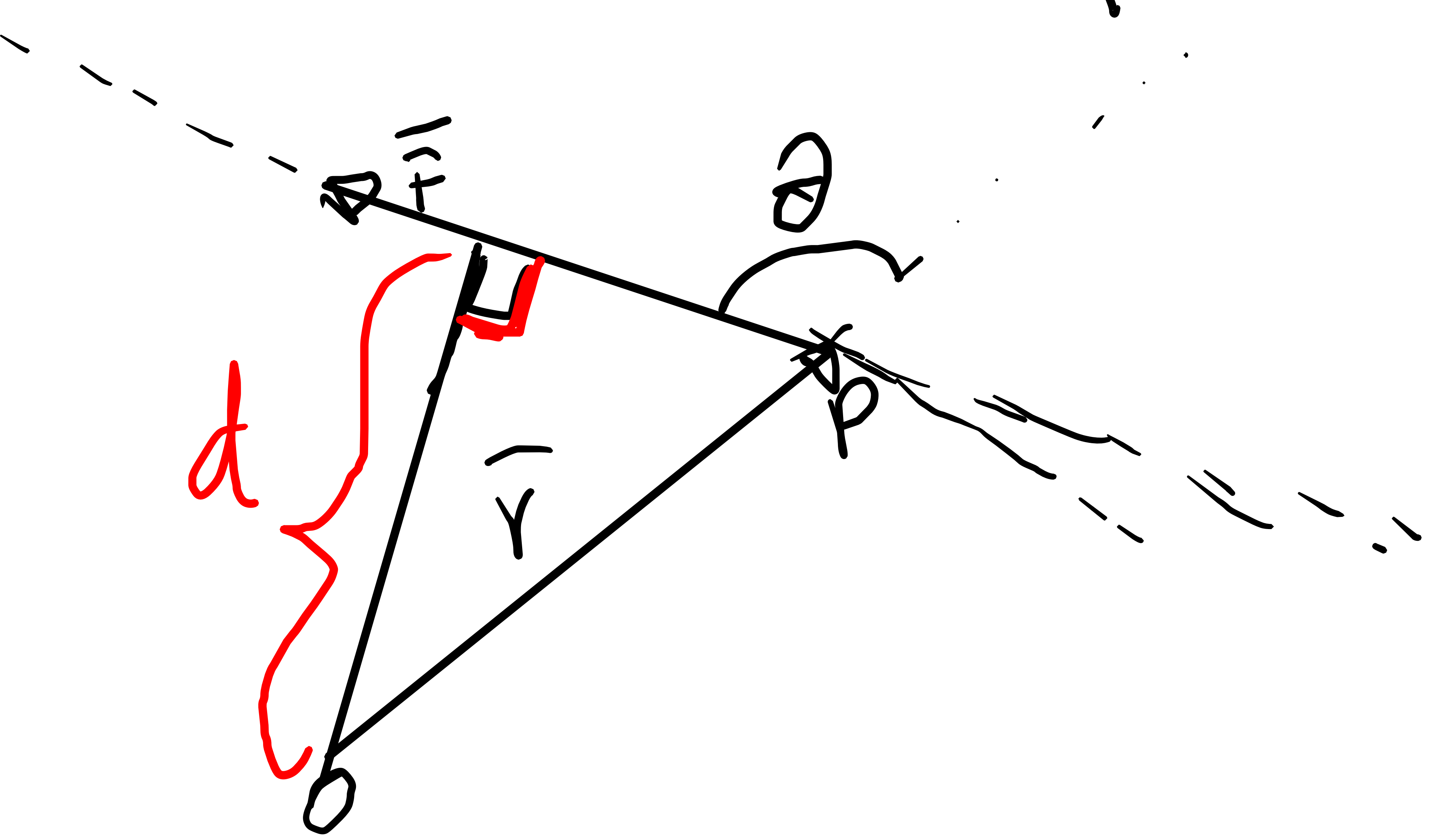


Data una forza $\bar{F}$ applicata ad un punto P, si definisce momento della forza rispetto ad un punto O, la quantità

$$\boxed{\bar{M} = \bar{r} \times \bar{F}}$$

dove $\bar{r} = \overline{OP}$

$$M = |\bar{M}| = r \cdot F \cdot \sin\theta = d\,F$$



d: braccio della forza, ovvero la distanza della retta d'azione di F dal punto O.

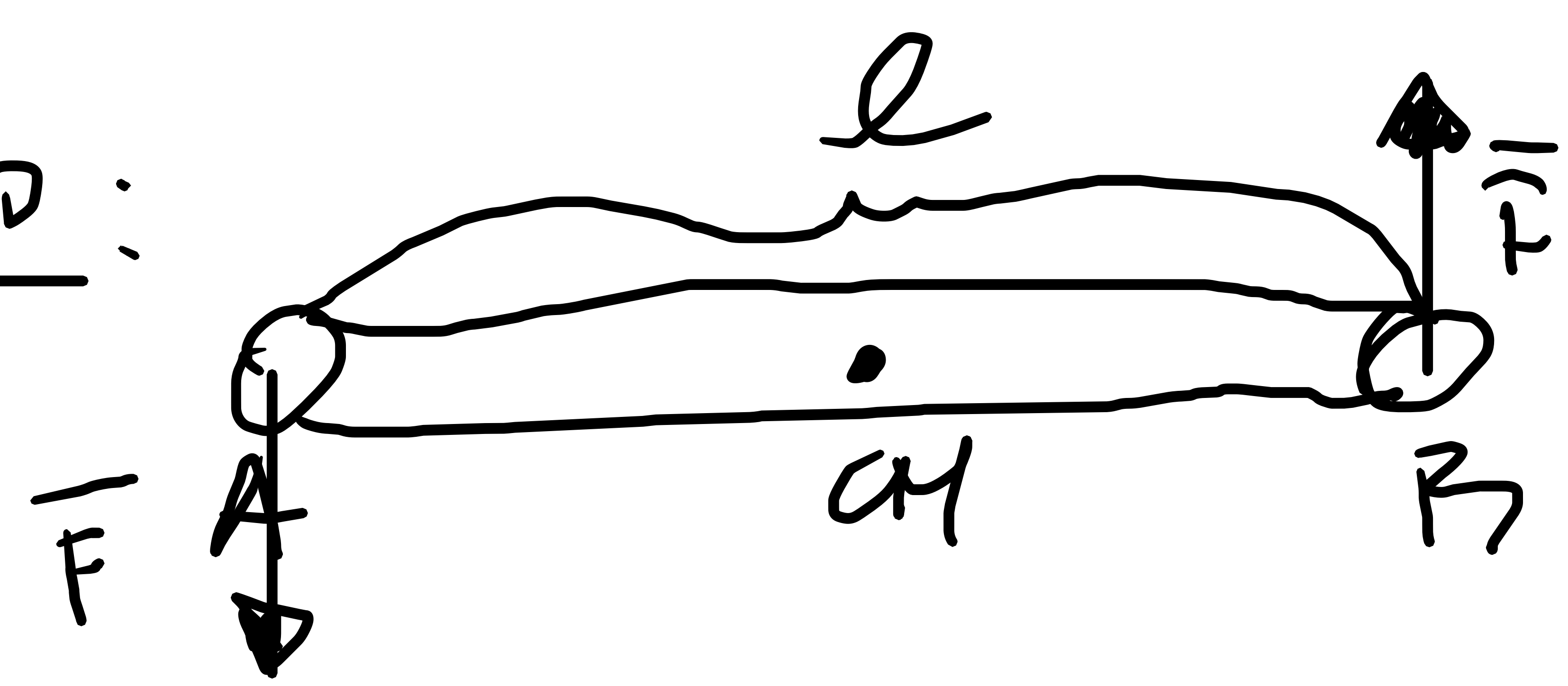
STABILITÀ DI UN CORPO RIGIDO

Un corpo rigido si dice stabile in una posizione di equilibrio se la risultante delle forze e dei momenti applicati ad esso risulta nulla.

$$1)\ \sum_i \overline{F_i} = 0$$

$$2)\ \sum_i \overline{M_i} = 0$$

Esempio:



$$\sum_i \overline{F_i} = 0$$

$$\sum_i \overline{M_i} \neq 0$$

$$M_A = M_B = \frac{l}{2} \cdot F \implies |M| = M_A + M_B = lF$$