

# **Statica**

**Studio delle condizioni di equilibrio**

**Cenni di Statica dei sistemi rigidi**

Gli argomenti discussi in questa lezione sono trattati, in gran parte, nel cap. 9 (Statica dei corpi rigidi) del testo di riferimento (Ferrari-Luci-Mariani-Pelissetto, Fisica 1).

# Statica

$$\vec{F}_{tot}^{(est)} = M_{tot} \frac{d\vec{v}_{c.m.}}{dt}$$

$$M_{tot a}^{(est)} = I_a \frac{d\omega_a}{dt}$$

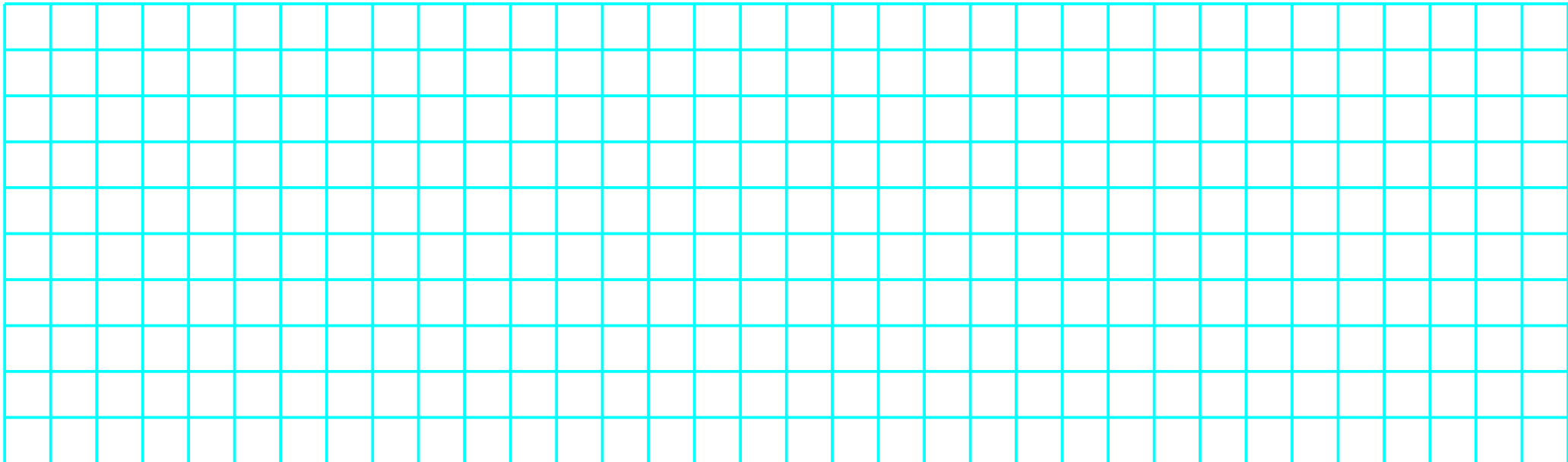
Un sistema rigido è in condizioni statiche (di equilibrio) se, in un sistema di riferimento inerziale, il sistema, inizialmente fermo

$$\vec{v}_{c.m.} = 0 \quad \text{ed} \quad \omega_a = 0$$

resta fermo

$$\vec{v}_{c.m.} = \text{cost} \quad \text{ed} \quad \omega_a = \text{cost}$$

*Annotazioni*



# Sistema rigido: condizione di equilibrio

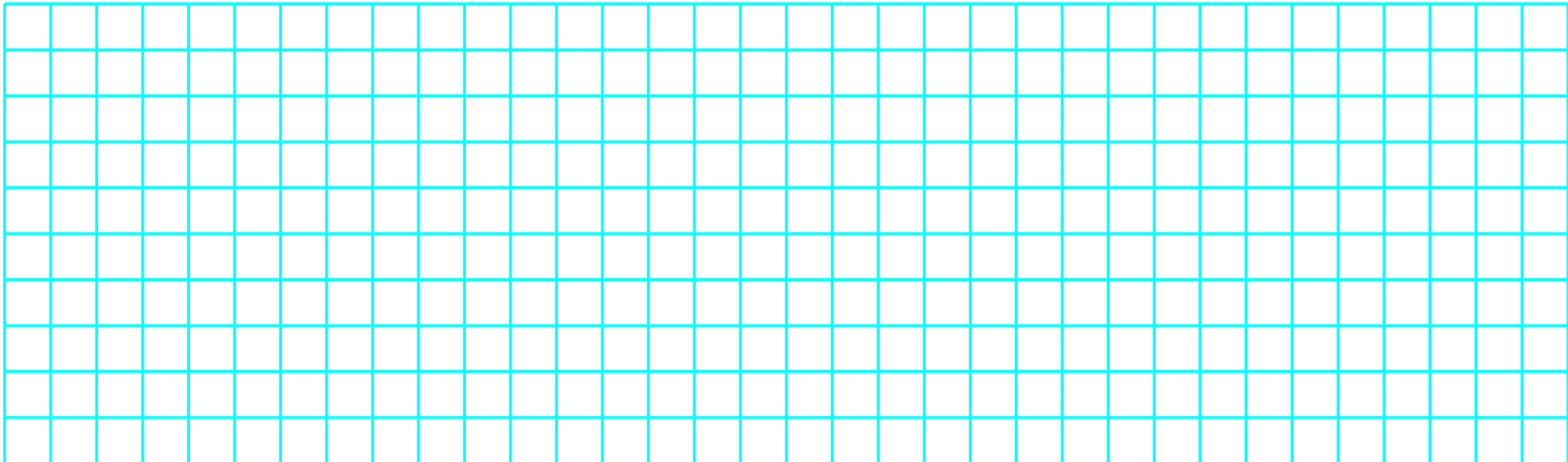
Devono devono essere nulli:

$$\vec{F}_{tot}^{(est)} = 0$$

$$M_{tot a}^{(est)} = 0$$

- il risultante delle forze esterne applicate al sistema,
- il momento risultante delle forze esterne che agiscono sul sistema.

*Annotazioni*



# Calcolo del momento risultante

Il momento di una forza dipende dalla scelta del „polo“:

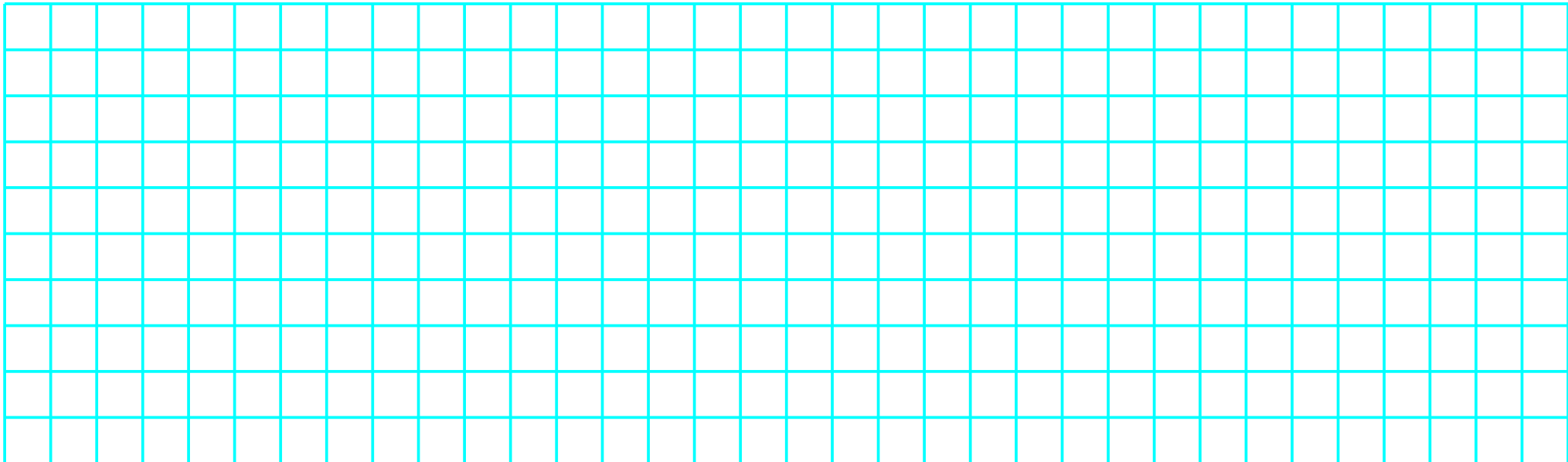
$$\vec{M}_{tot, \Omega}^{(est)} = \vec{M}_{tot, \Omega'}^{(est)} + \vec{r}_{\Omega\Omega'} \times \vec{F}_{tot}^{(est)}$$

- se il risultante delle forze è nullo il momento risultante non dipende dalla scelta del polo.

ma

- il calcolo è, in genere, più semplice se il polo è nel fulcro.

*Annotazioni*



# Leva

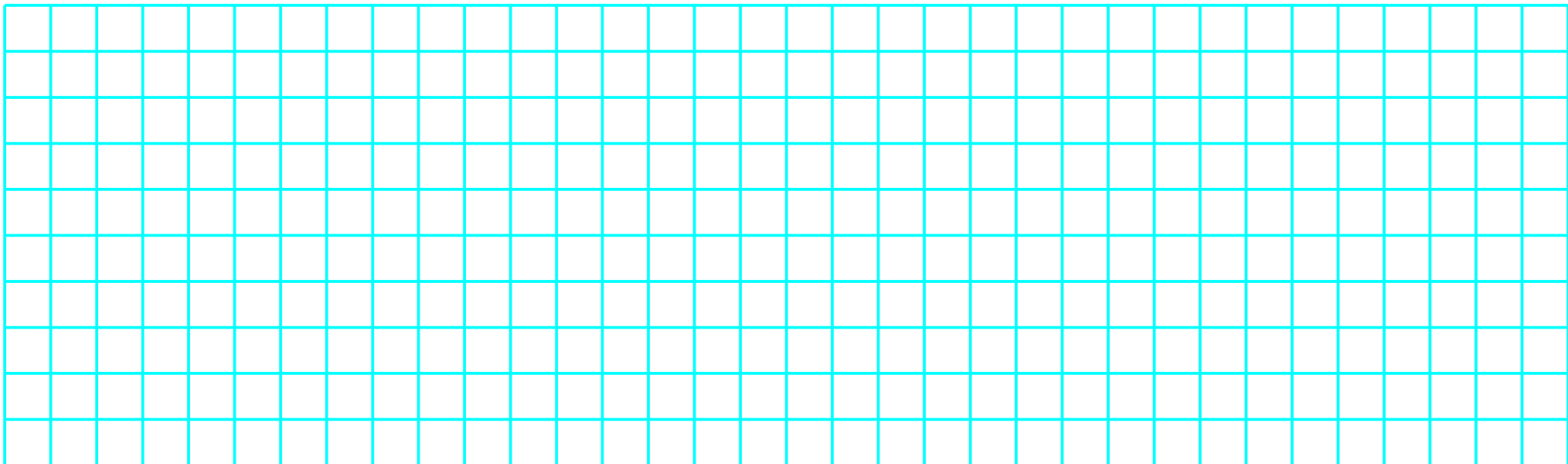
Una leva è un sistema rigido con un asse (o un punto) fisso cui sono applicate due forze (oltre alle reazioni del vincolo sull'asse o nel „fulcro“).

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_v = 0$$

$$\vec{r}_1 \times \vec{F}_1 + \vec{r}_2 \times \vec{F}_2 = 0$$

- il risultante delle forze esterne è sempre nullo (c'è la reazione del vincolo),
- il momento risultante deve essere calcolato rispetto al fulcro per non dover considerare la reazione del vincolo.

*Annotazioni*



## Leva: condizione di equilibrio

$$\vec{r}_1 \times \vec{F}_1 + \vec{r}_2 \times \vec{F}_2 = 0$$

$$\vec{r}_1 \times \vec{F}_1 = -\vec{r}_2 \times \vec{F}_2$$

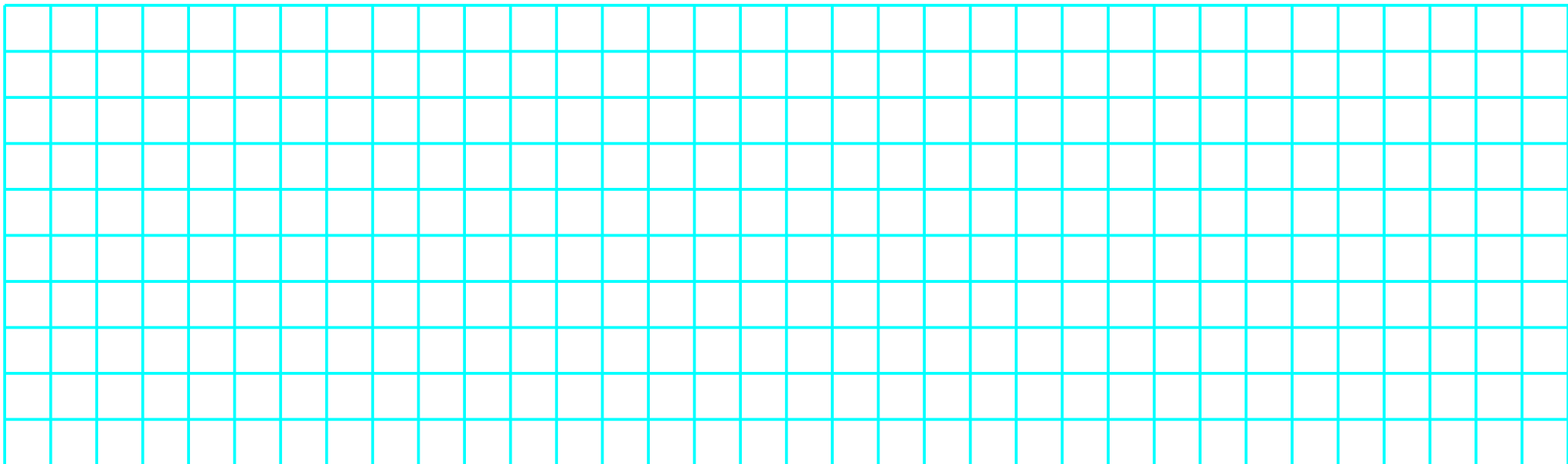
$$|\vec{r}_1 \times \vec{F}_1| = |\vec{r}_2 \times \vec{F}_2|$$

$$b_1 F_1 = b_2 F_2$$

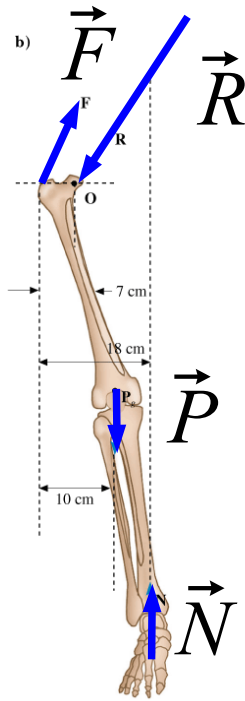
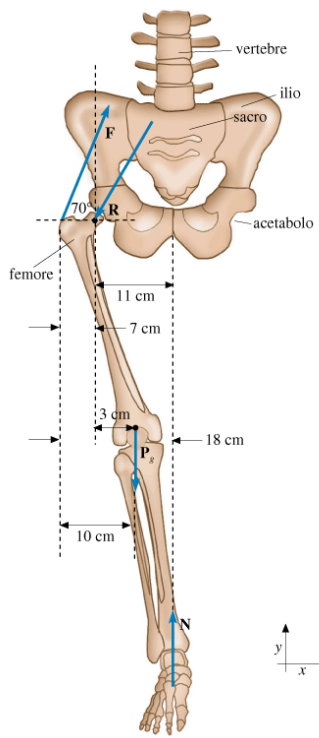
Affinché la leva sia in equilibrio, i moduli delle due forze devono essere inversamente proporzionali ai loro bracci.

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{b_1}{b_2}$$

*Annotazioni*



# Equilibrio su di una gamba



F: Forza esercitata dai muscoli

R: Forza esercitata dall'articolazione

P: Forza peso (della gamba)

N: Forza esercitata dal suolo

$$\vec{N} = -M \vec{g}_n$$

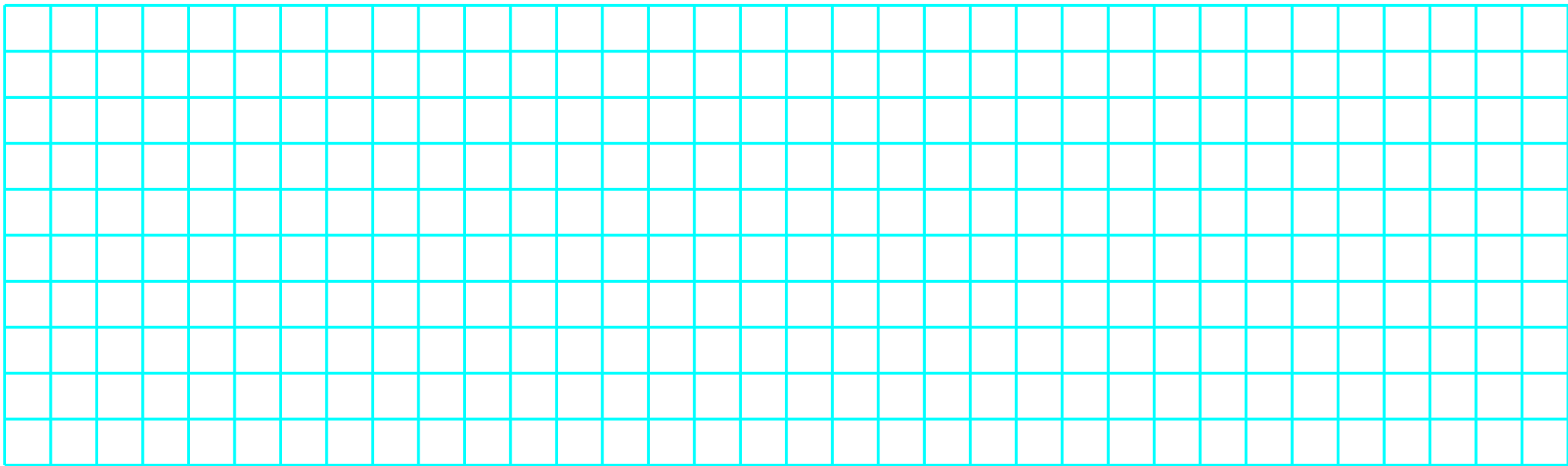
$$\vec{P} = \left( \frac{1}{7} \right) M \vec{g}_n$$

$$\vartheta_F = 70^\circ$$

$$\vec{R} = ?$$

$$\vec{F} = ?$$

*Annotazioni*



# Equilibrio su gamba e bastone

F: Forza esercitata dai muscoli

R: Forza esercitata dall'articolazione

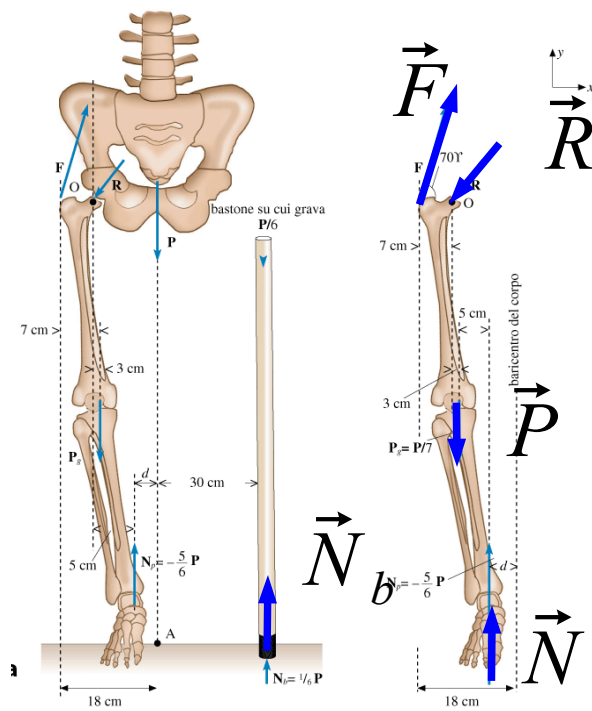
P: Forza peso (della gamba)

N: Forza gamba/suolo

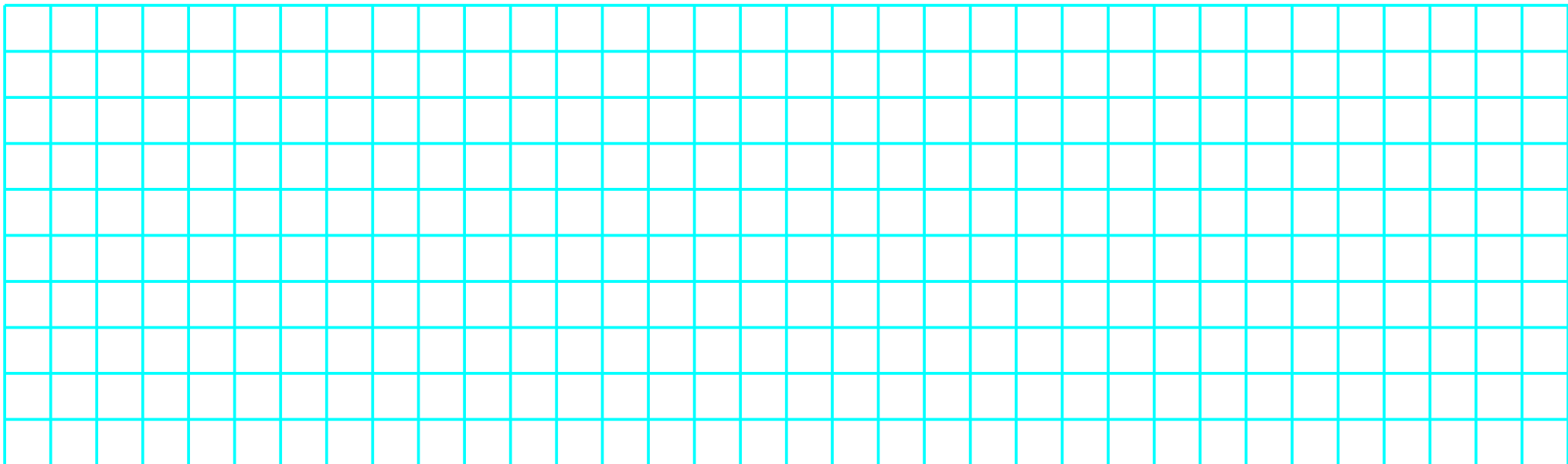
$N_b$ : Forza suolo/bastone

$$\vec{N}_b = -\left(\frac{1}{6}\right) M \vec{g}_n \quad \vartheta_F = 70^\circ \quad \vec{R} = ?$$

$$\vec{P} = \left(\frac{1}{7}\right) M \vec{g}_n \quad \vec{F} = ?$$



## Annotazioni



Essendo noti, in base a considerazioni anatomiche e geometriche i punti di applicazione delle forze, si ricava

Equilibrio su una gamba

$$\vec{F} = (1.6 M g_n, 70^\circ)_{\text{pol}}$$

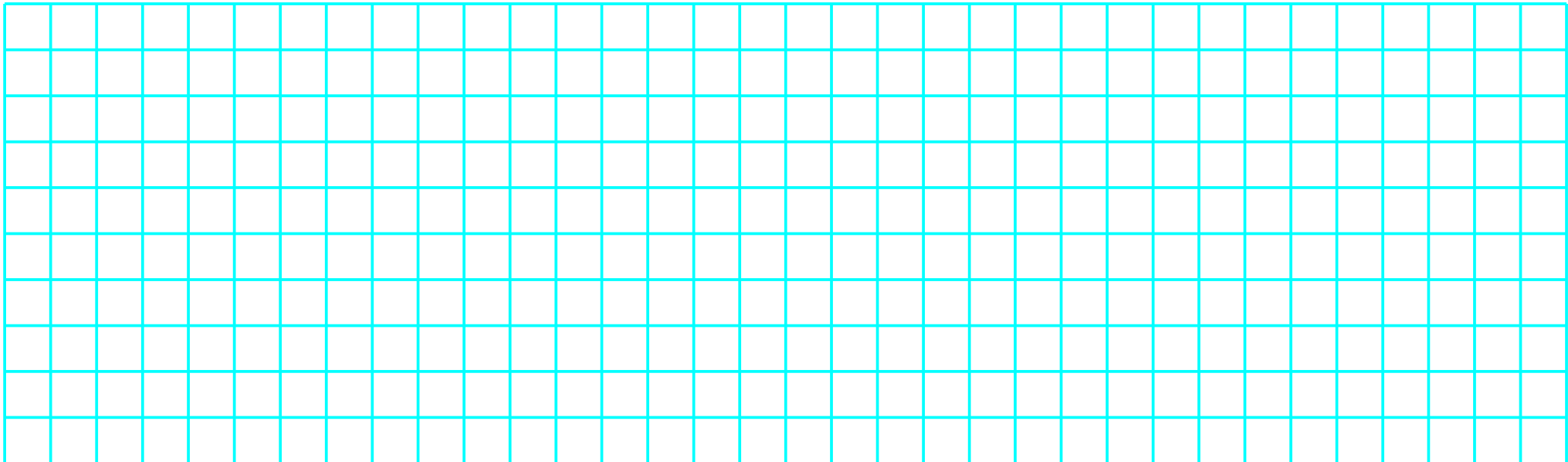
$$\vec{R} = (2.4 M g_n, -103^\circ)_{\text{pol}}$$

Equilibrio su gamba e bastone

$$\vec{F} = (0.7 M g_n, 70^\circ)_{\text{pol}}$$

$$\vec{R} = (1.3 M g_n, -100^\circ)_{\text{pol}}$$

*Annotazioni*

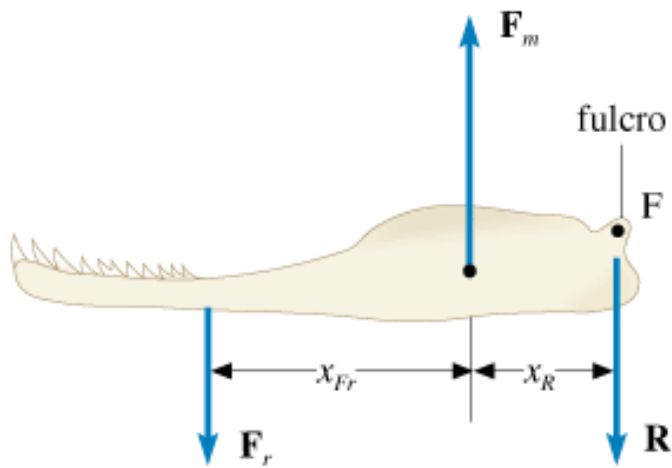




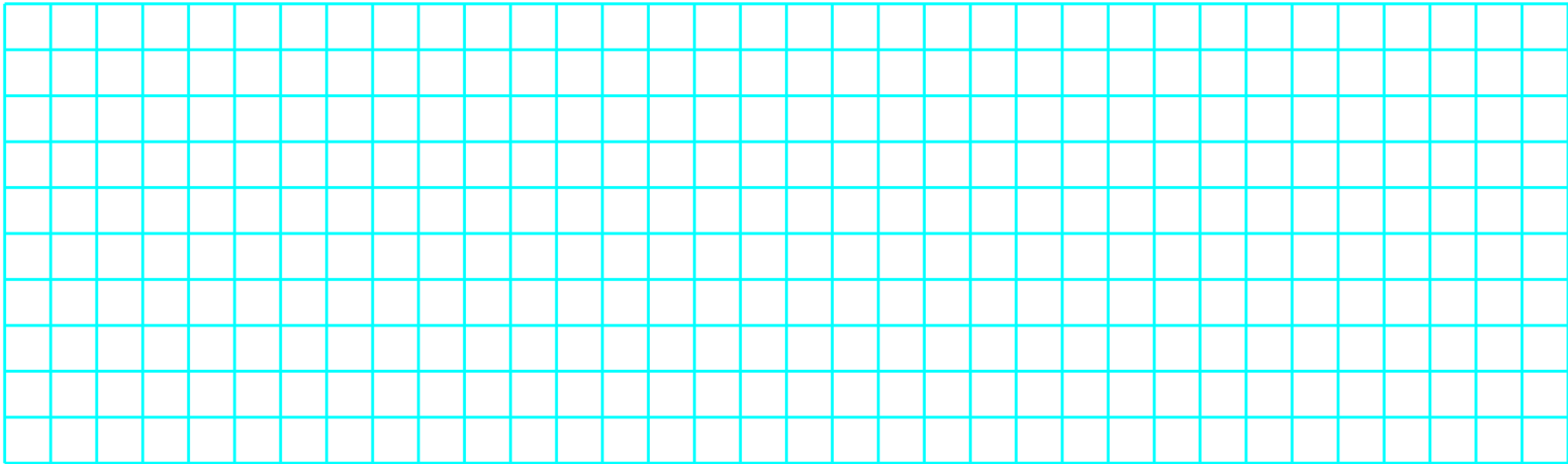


-

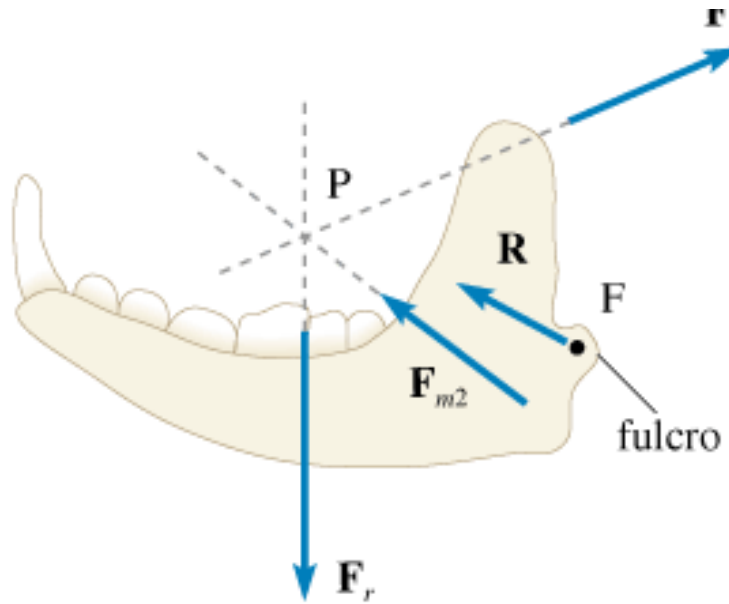
Si può annullare il momento risultante variando opportunamente il modulo di  $F_m$ , ma per annullare il risultante delle forze è necessario applicare una opportuna reazione del vincolo ( $R_x$  ed  $R_y$  ovvero  $R$  e  $\mathcal{S}_R$ ).



## *Annotazioni*



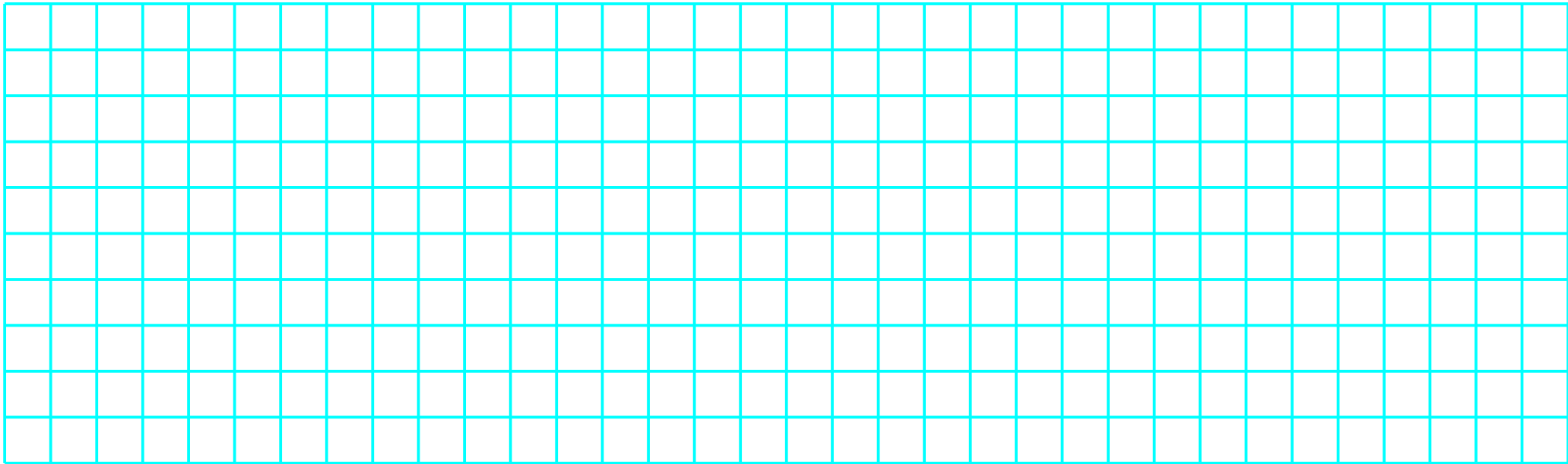
# Vincolo non sollecitato



Se è possibile applicare più forze ( $F_{m1}$ ,  $F_{m2}$ ) la „soluzione“ ( $F_{m1}$ ,  $F_{m2}$ ,  $R_x$  ed  $R_y$ ) non è unica.

Se tutte le rette di azione hanno un punto in comune, la reazione del vincolo può essere nulla.

## *Annotazioni*



# Statica dei sistemi rigidi

Figure tratte da



Scannicchio  
**Fisica Biomedica**  
EdiSES

*Annotazioni*

