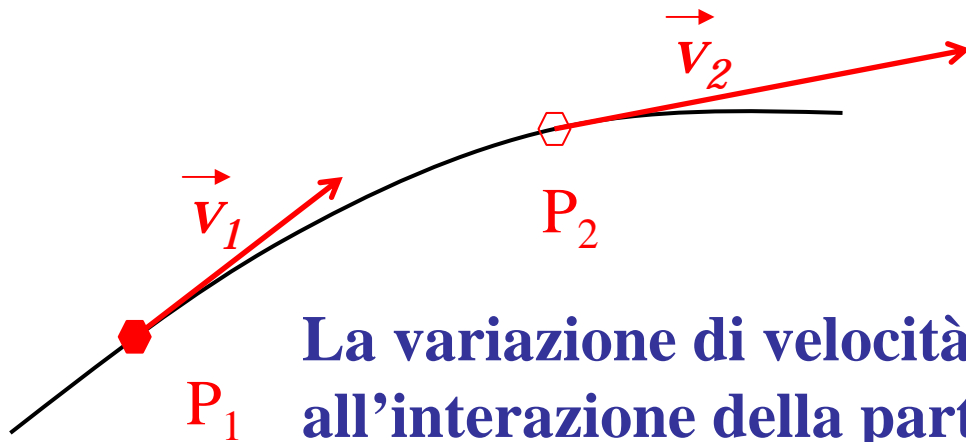


# DINAMICA - CONCETTO DI FORZA



La variazione di velocità  $\Delta\vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$  è dovuta all'interazione della particella con uno o più corpi (esempio: particella carica che interagisce con un corpo carico). A causa dell'interazione sulla particella agisce una forza.

**Ma posizione, velocità, accelerazione sono vettori che dipendono dal sistema di riferimento. Quindi, per studiare il moto dei corpi ed enunciare le leggi generali occorre prima di tutto parlare dei sistemi di riferimento.**

**Il miglior sistema di riferimento è formato da tre assi cartesiani collegati a quattro stelle fisse (le stelle sono soggette ad interazioni trascurabili): SISTEMA DI RIFERIMENTO INERZIALE.**

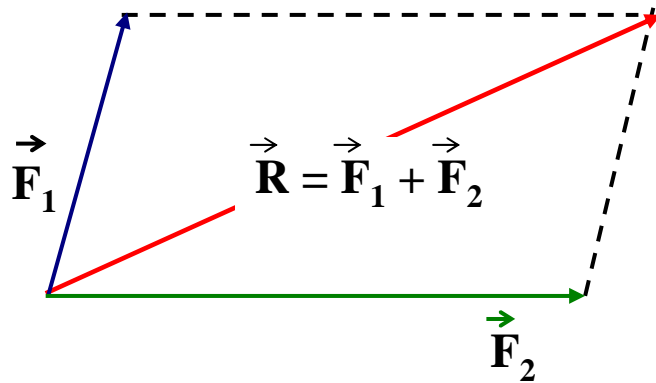
**Tutti i sistemi di riferimento in moto rettilineo uniforme rispetto a quello descritto sono anch'essi inerziali .**

**Un corpo che si muove in un sistema di riferimento inerziale è soggetto ad una forza se il suo vettore velocità cambia nel tempo, cioè se possiede un'accelerazione.**

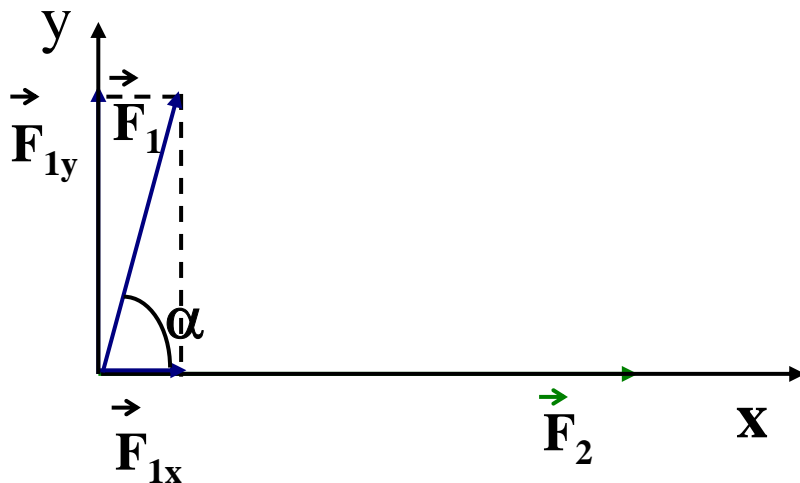
**In base a rigorose misure sperimentali, si assume che la forza agente sulla particella sia proporzionale alla sua accelerazione.**

# LA FORZA E' UNA GRANDEZZA FISICA VETTORIALE

## SOMMA O RISULTANTE DI DUE FORZE



Proiettiamo le forze su due assi cartesiani:



$$\begin{cases} R_x = F_2 + F_1 \cos \alpha \\ R_y = F_1 \sin \alpha \end{cases}$$

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

## I LEGGE DI NEWTON - PRINCIPIO DI INERZIA

UNA PARTICELLA ISOLATA (NON SOGGETTA A FORZE), OPPURE SOGGETTA A FORZE CON RISULTANTE NULLA, OSSERVATA DA UN SISTEMA DI RIFERIMENTO INERZIALE, E' IN QUIETE O IN MOTO RETTILINEO UNIFORME.

## SECONDA LEGGE DI NEWTON

SPERIMENTALMENTE SI PROVA CHE:

$$\frac{F}{a} = m = \text{massa inerziale}$$

la massa inerziale è una proprietà intrinseca del corpo.

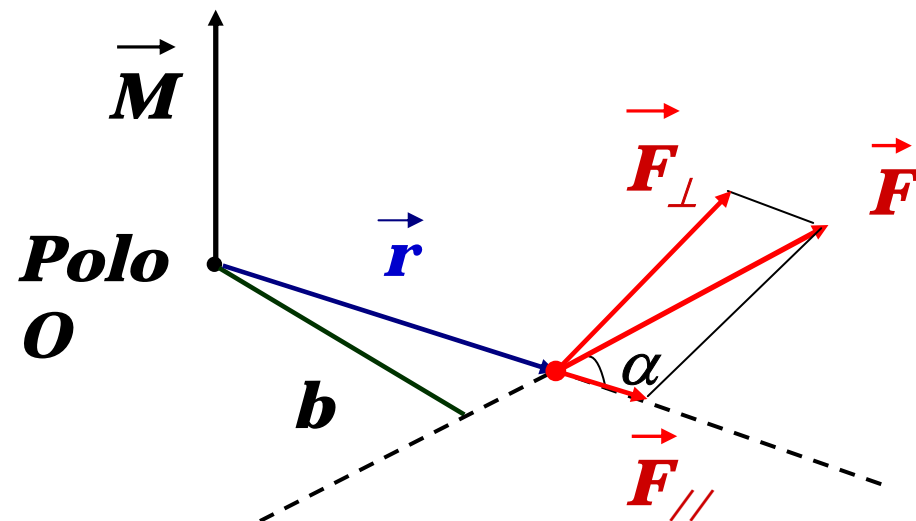
$$\vec{F} = m\vec{a}$$

$$[F] = [MLT^{-2}] \text{ unità di misura: } \text{newton} = \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$$

# MOMENTO DI UNA FORZA

**Il prodotto vettoriale:**  $\vec{M} = \vec{r} \wedge \vec{F}$

**è il momento della forza, calcolato rispetto al polo  $O$ .**



**Direzione perpendicolare al piano individuato dai vettori  $\vec{r}$  e  $\vec{F}$ . Verso stabilito con la regola della mano destra.**

$$b = r \operatorname{sen} \alpha$$

$$F_{\perp} = F \operatorname{sen} \alpha$$

**Modulo:**  $M = rF \operatorname{sen} \alpha = rF_{\perp} = Fb$

**Il momento della forza  $\vec{F}_{//}$  è nullo**

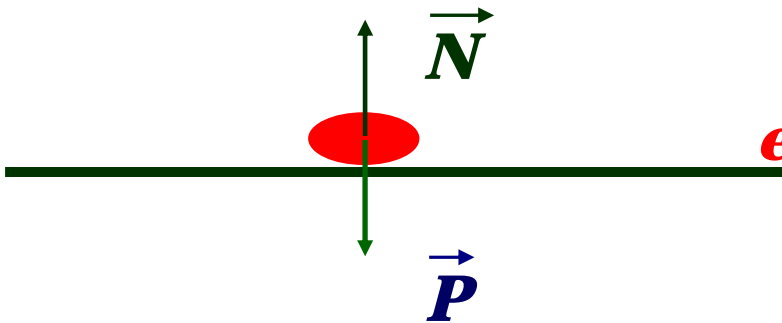
## Riferimento inerziale

**Particella in moto rettilineo uniforme: equilibrio dinamico.**

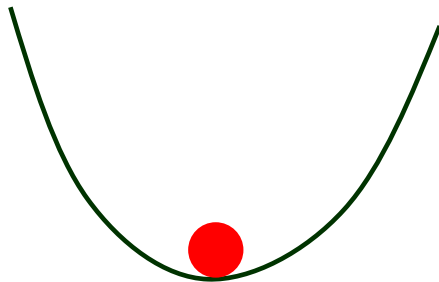
**Particella ferma: equilibrio statico.**

**Per l'equilibrio di una particella è necessario e sufficiente che:**

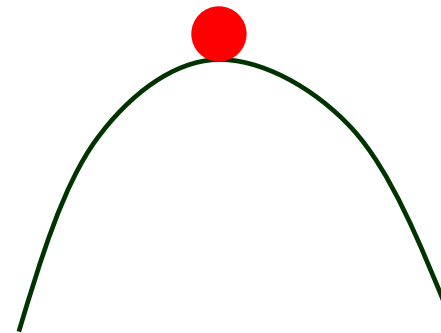
$$\vec{R} = \sum_i \vec{F}_i = 0$$



**equilibrio indifferente**



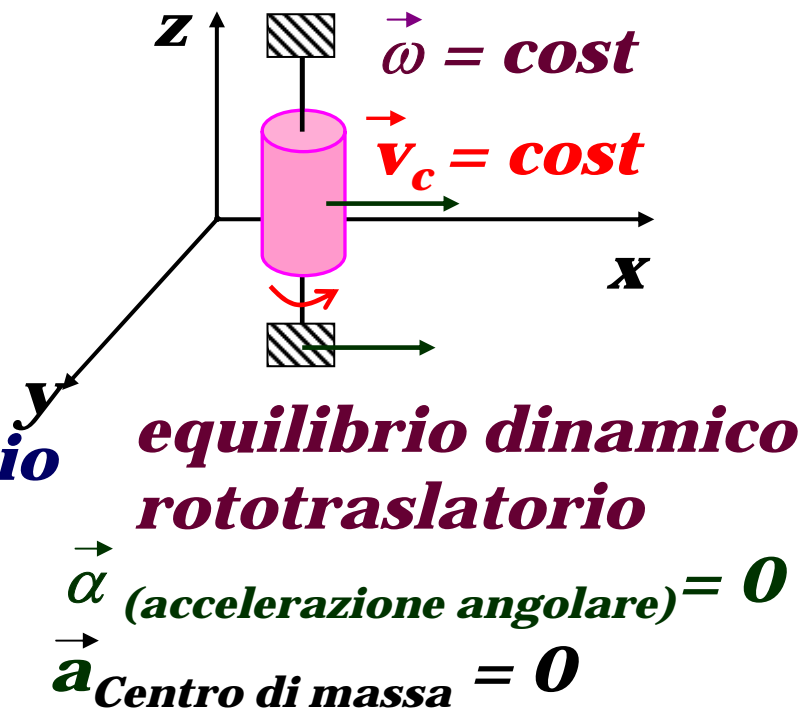
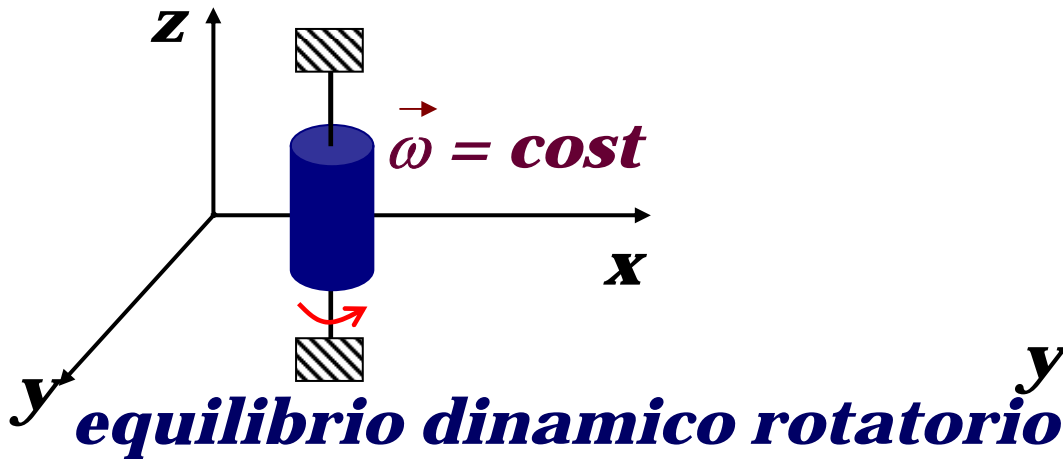
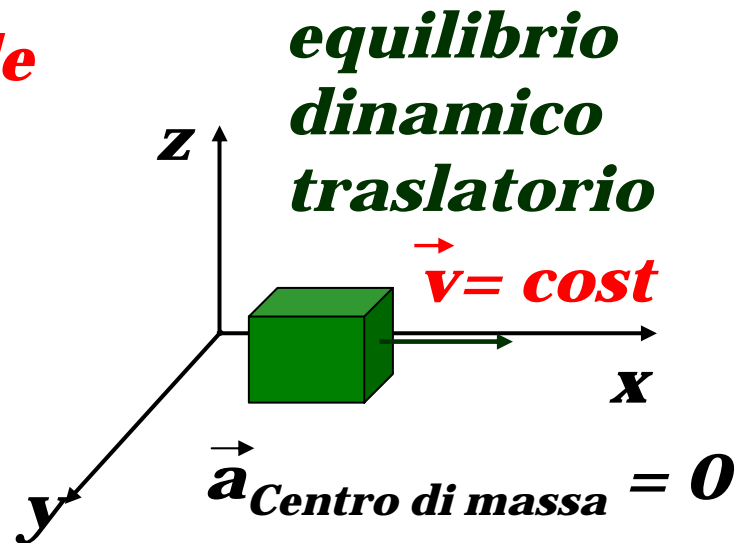
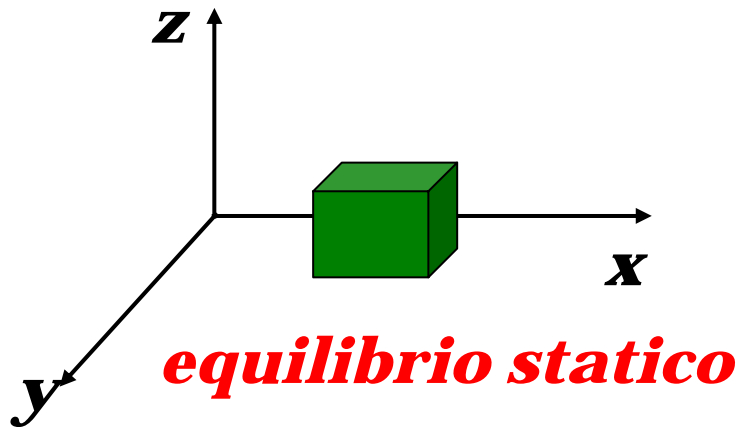
**equilibrio stabile, energia potenziale minima**



**equilibrio instabile, energia potenziale massima**

# Equilibrio di un corpo rigido

## Sistema di riferimento inerziale



$$\vec{\alpha} \text{ (accelerazione angolare)} = 0$$

$$\vec{v}_{\text{Centro di massa}} = 0$$

$$\vec{\alpha} \text{ (accelerazione angolare)} = 0$$

$$\vec{a}_{\text{Centro di massa}} = 0$$

## ***Statica dei corpi rigidi con asse di rotazione fisso***

$$\frac{\Delta \vec{Q}}{\Delta t} = M \frac{\Delta \vec{v}_C}{\Delta t} = \vec{R}_{\text{est}} \qquad \frac{\Delta \vec{L}_z}{\Delta t} = I \vec{\alpha} = \vec{M}_{\text{Test}}^{(z)}$$

***Condizioni necessarie e sufficienti di equilibrio:***

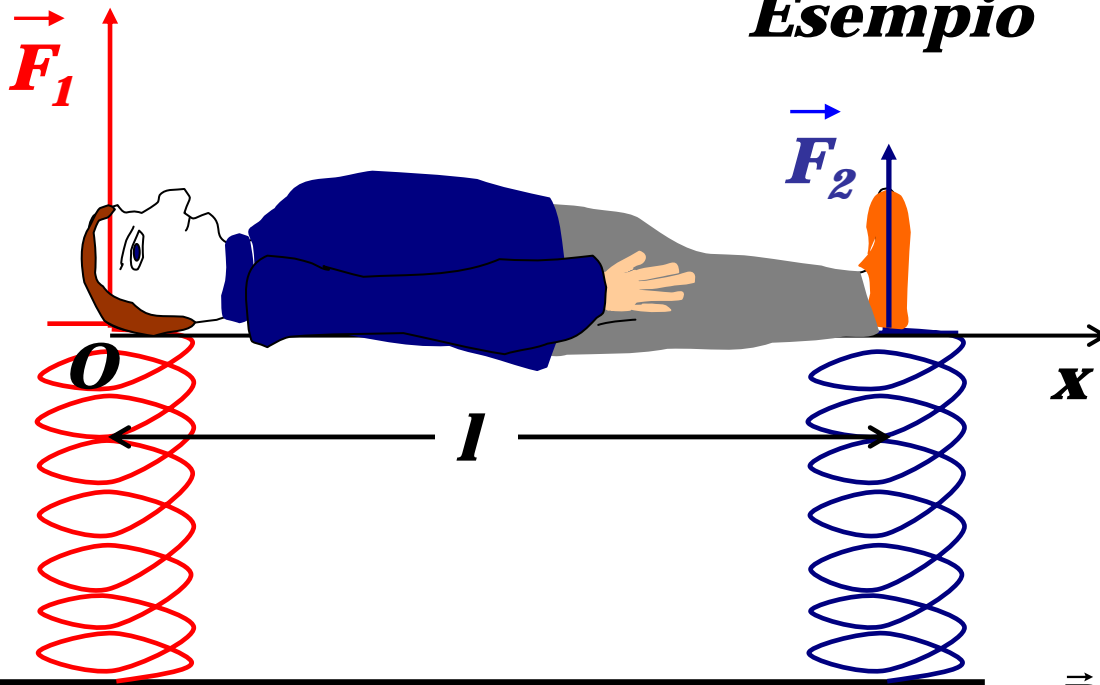
***La risultante delle forze esterne deve essere nulla:***

$$\vec{R}_{\text{est}} = \sum_i \vec{F}_{i\text{est}} = 0 \qquad \vec{a}_{CM} = 0$$

***Contemporaneamente deve essere nulla anche la componente lungo l'asse di rotazione della somma vettoriale dei momenti delle forze esterne è nulla:***

$$\vec{M}_{\text{Test}}^{(z)} = \left( \sum_i \vec{r}_i \wedge \vec{F}_{i\text{est}} \right)^z = 0 \qquad \vec{\alpha} = 0$$

## Esempio



$$F_1 = 600 \text{ N}$$

$$F_2 = 200 \text{ N}$$

$$l = 1.6 \text{ m}$$

**Dov'è il centro di massa?**

$$\vec{R}_{\text{est}} = 0$$

$$\vec{P} + \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0 \quad P - F_1 - F_2 = 0 \quad P = F_1 + F_2 = 800 \text{ N}$$

$\vec{M}_T = 0$  **Polo nel punto di applicazione di  $\vec{F}_1$ ; asse  $x$  orizzontale con origine nel polo  $O$ .**

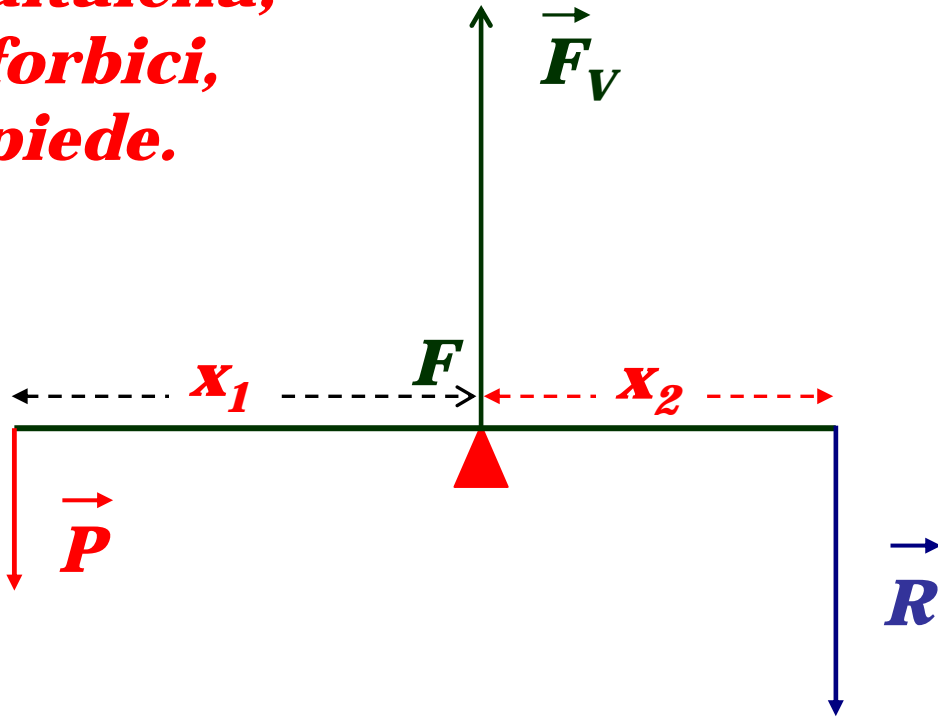
$$Px = F_2 l$$

$$x = \frac{F_2 l}{P} = \frac{200 \cdot 1.6}{800} = 0.4 \text{ m}$$

## Leva di primo tipo

*altalena,  
forbici,  
piede.*

***P = potenza***  
***R = resistenza***  
***F = fulcro***



$$\sum_i \vec{F}_{iest} = 0$$

$$\vec{F}_V + \vec{P} + \vec{R} = 0$$

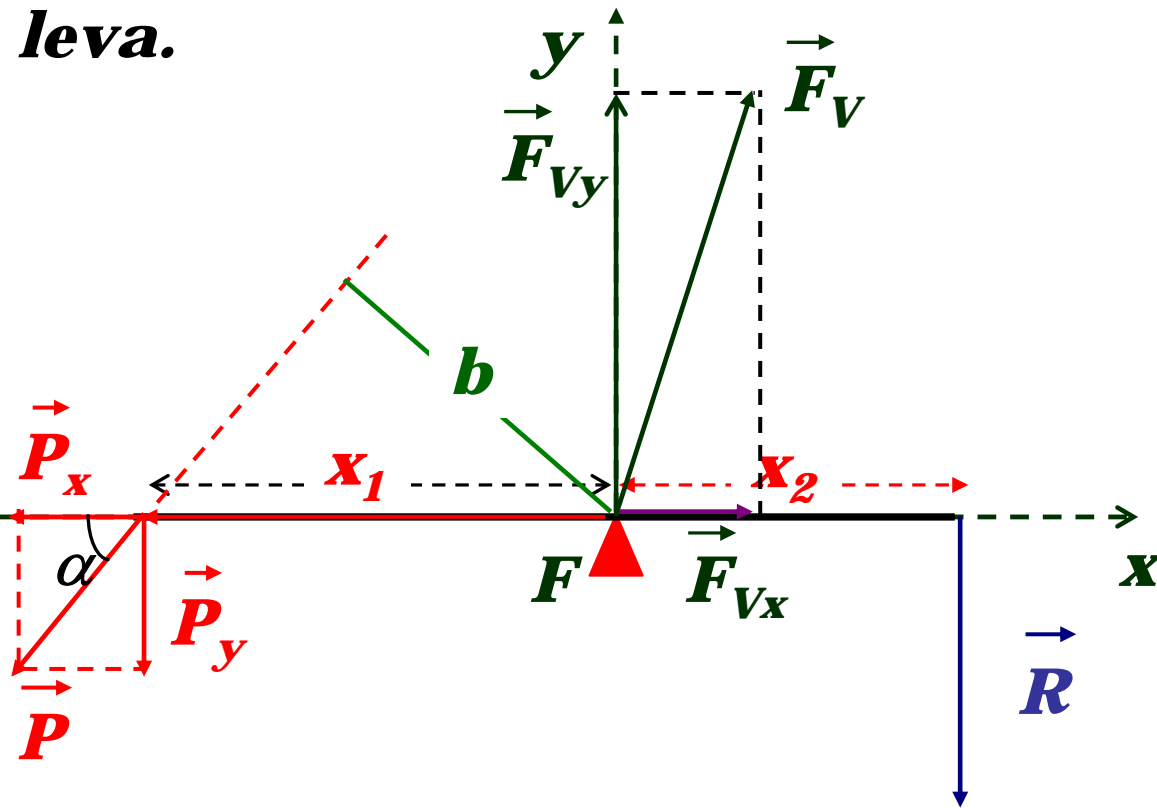
$$F_V = P + R$$

$$\vec{M}_T = \sum_i \vec{r}_i \wedge \vec{F}_{iest} = 0 \quad \text{polo nel fulcro } F: \quad Px_1 = Rx_2$$

***Guadagno della leva:*** 
$$G = \frac{R}{P} = \frac{x_1}{x_2}$$

***Leva di primo tipo: G può assumere qualsiasi valore.***

**Leva di primo tipo: potenza non perpendicolare alla leva.**



$$\sum_i \vec{F}_{i\text{est}} = 0$$

$$\vec{F}_V + \vec{P} + \vec{R} = 0$$

$$-P_x + F_{Vx} = 0$$

$$F_{Vy} - P_y - R = 0$$

$$F_{Vy} = P_y + R$$

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

**polo nel fulcro  $F$ :**

$$Px_1 \text{ sen } \alpha = Rx_2$$

$$x_1 \text{ sen } \alpha = b$$

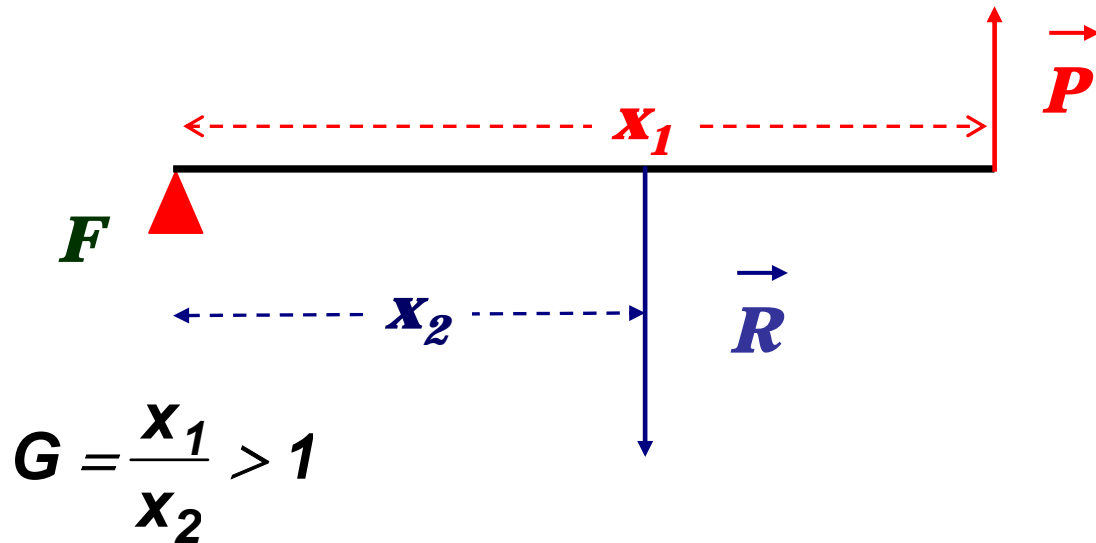
$$Pb = Rx_2$$

$$P \text{ sen } \alpha = P_y = P_{\perp}$$

$$P_{\perp} x_1 = R x_2$$

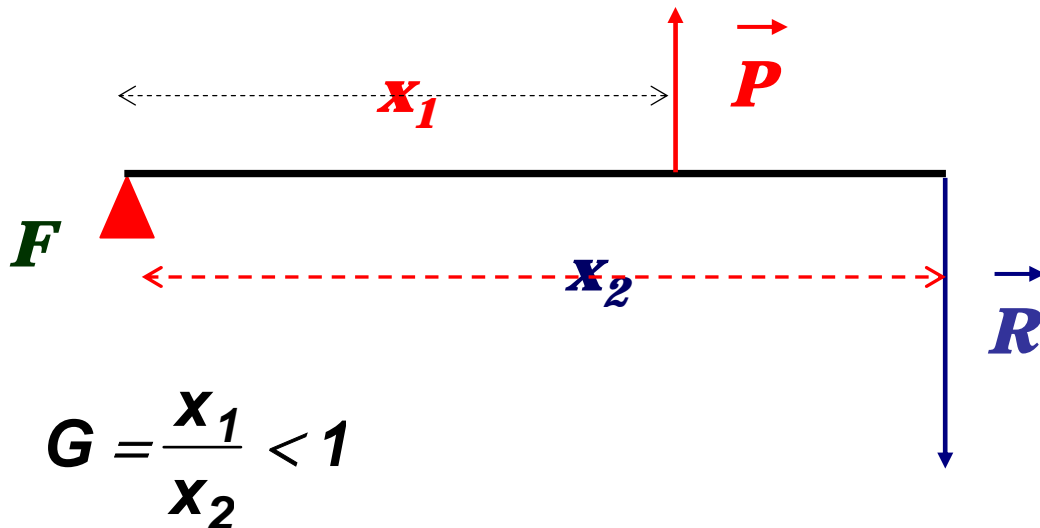
**Il prodotto della potenza per il braccio della potenza è uguale al prodotto della resistenza per il braccio della resistenza.**

## ***Leva di secondo tipo***



***carriola***  
***schiaccianoci***  
***remo***  
***schiena***

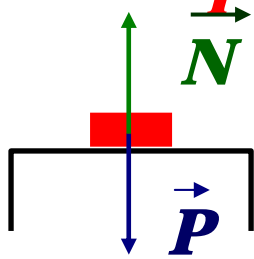
## ***Leva di terzo tipo***



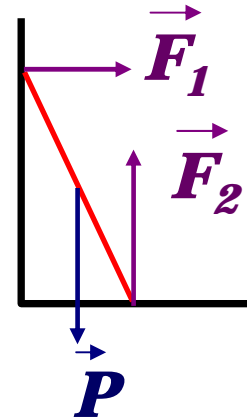
***canna da pesca***  
***pinzetta***  
***avambraccio***

# VINCOLI

*La mobilità di un corpo può essere limitata dalla presenza di qualche vincolo*



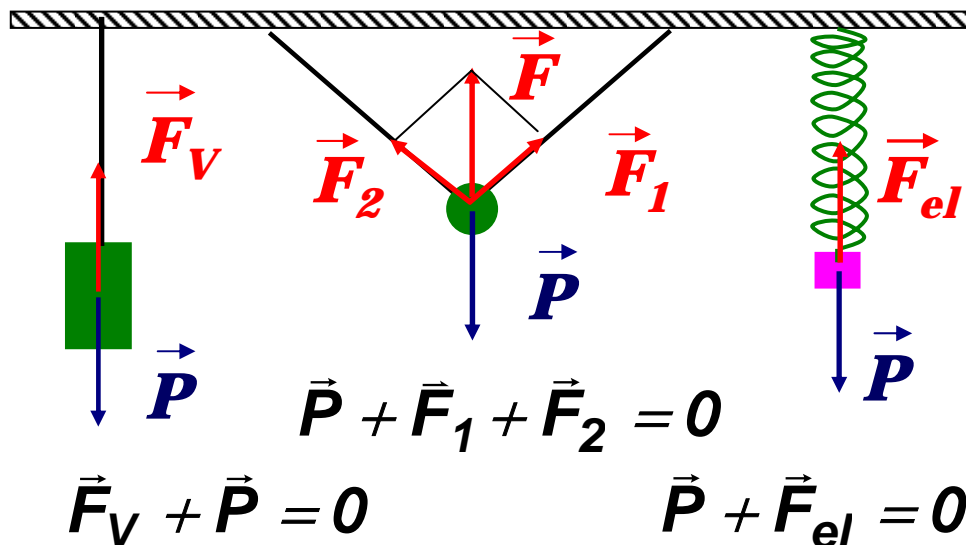
*vincolo di appoggio*



*situazione di non equilibrio!*

*Che altra forza occorre?*

*vincolo di sostegno: fune, molla (la forza vincolare è lungo la fune)*



*Fulcro (direzione da determinare)*

