

# Lezione III

## **I principi della dinamica ed il concetto di massa e di forza**

Le forze sono la causa del cambiamento nel moto dei corpi. In generale noi associamo all'azione di una forza la presenza di un altro corpo che l'ha generata. Se siamo ad esempio alla fermata di un autobus e ci sentiamo spingere in avanti, immediatamente ci voltiamo per capire da chi è arrivato lo spintone ed eventualmente protestare.

### **Le forze nascono da interazioni tra corpi**

### **Questo però non è sempre vero!**

Se infatti ci troviamo nell'autobus e ad una frenata dell'autista ci sentiamo spingere in avanti, non ci voltiamo alla ricerca del colpevole. In questo caso nessun altro passeggero ci ha spinto.

**La forza non è nata da una interazione tra corpi ma dalla frenata dell'autista.**

- I<sup>0</sup> principio

**Esistenza di sistemi di riferimento privilegiati,  
detti *Sistemi Inerziali***

Il primo principio della Dinamica afferma che esiste una categoria di Sistemi di Riferimento, detti *inerziali*, nei quali le forze nascono solo da interazioni tra corpi.

**La fermata dell'autobus è allora un *sistema inerziale*,  
l'autobus in frenata non lo è.**

Nei sistemi di riferimento inerziali, dunque, c'è forza su un corpo solo se esso è vicino ad altri corpi con i quali interagire. Da questo segue che, in tali sistemi, un corpo che sia isolato non ha forze che agiscano su di esso (accelerazione nulla) e quindi si muove di moto rettilineo uniforme.

Nei sistemi non inerziali possono apparire le cosiddette *forze fittizie*, che non nascono da interazioni con altri corpi ma che sono frutto del solo sistema di riferimento scelto (per esempio l'autobus in accelerazione).

**Conviene scegliere un sistema inerziale per la descrizione del moto di un corpo perché in questo caso è più semplice tener conto di tutte le forze che agiscono su di esso.**

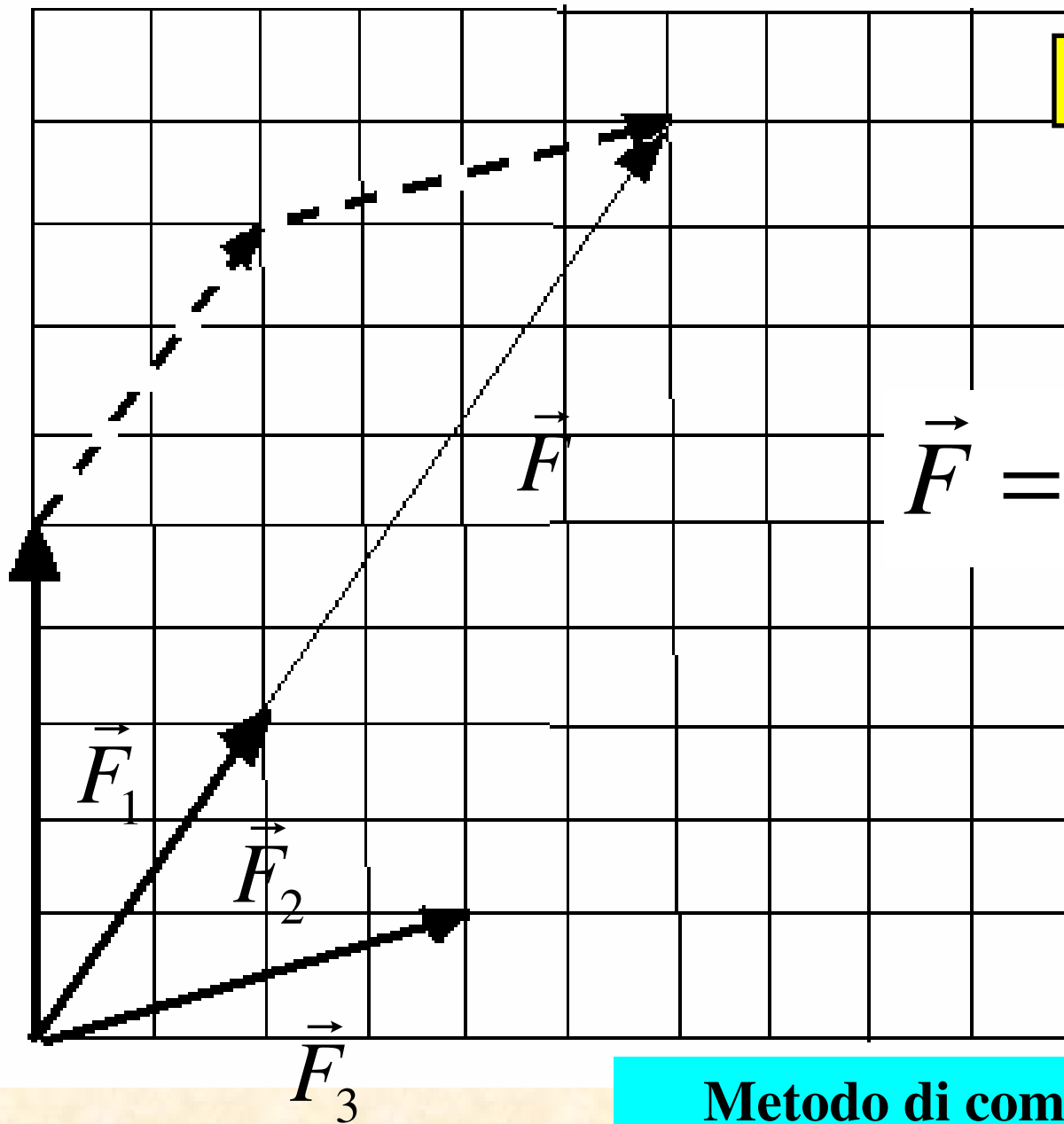
- II<sup>o</sup> principio:

**La risultante delle forze agenti su un corpo è direttamente proporzionale all'accelerazione dello stesso. Il coefficiente di proporzionalità è una quantità sempre positiva o nulla, detta massa (inerziale)**

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

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 \dots$$

**Risultante tra più forze**

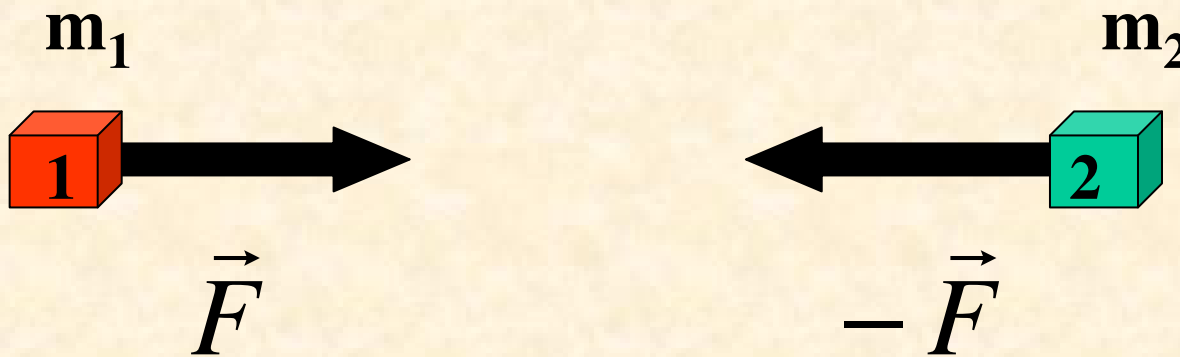


$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$$

**Metodo di composizione dei vettori o del parallelogramma**

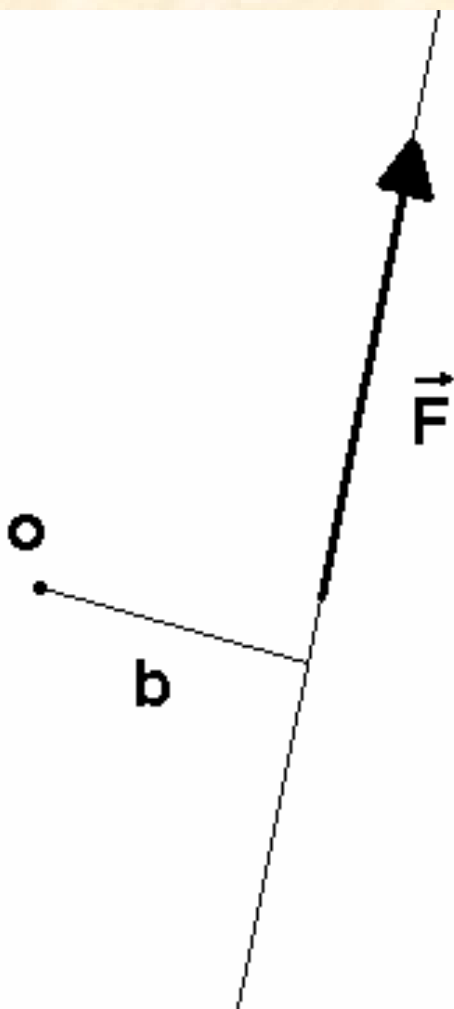
- III<sup>o</sup> principio:

**Ad ogni azione corrisponde una reazione uguale e contraria**



$$\begin{aligned} \vec{F} &= \vec{F}_1 = m_1 \vec{a}_1 \\ -\vec{F} &= \vec{F}_2 = m_2 \vec{a}_2 \end{aligned} \quad \Rightarrow \quad \frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1}$$

## Momento di una forza



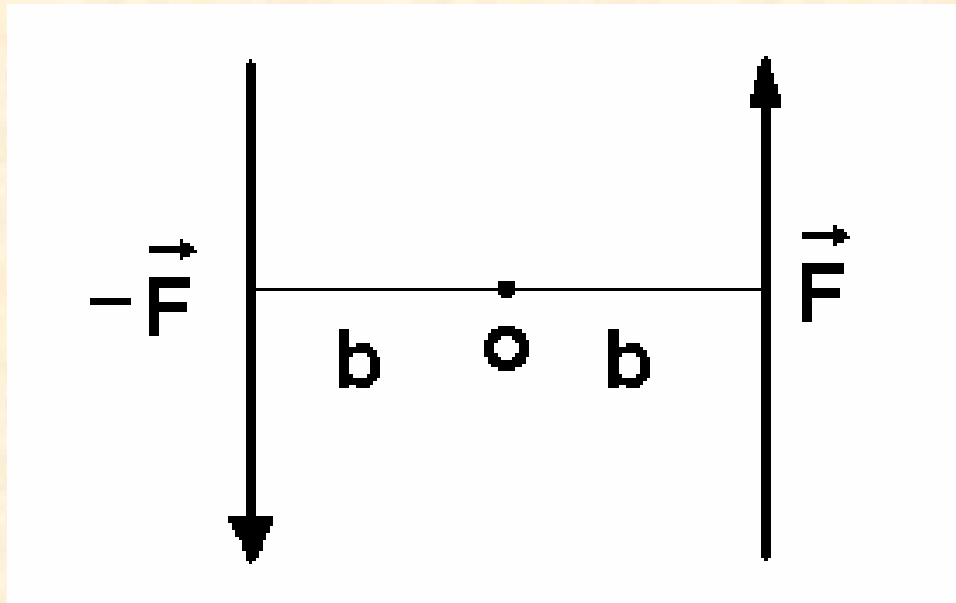
Il momento di una forza rispetto ad un centro **O** è un vettore, la cui direzione è perpendicolare al piano che contiene la forza ed il braccio **b** (direzione perp. al foglio). Il suo modulo è  $M=bF$  dove **b** (detto braccio) indica la distanza tra il punto **O** e la retta che contiene la forza **F**. Il verso è dato dalla regola della mano destra.

Il momento **M** rispetto al centro **O** è responsabile delle rotazioni intorno ad **O**. Se la retta passasse per **O** il momento **M** sarebbe nullo.



## Coppia di forze

Una coppia di forze è l'insieme di due forze parallele, discordi e di uguale intensità.

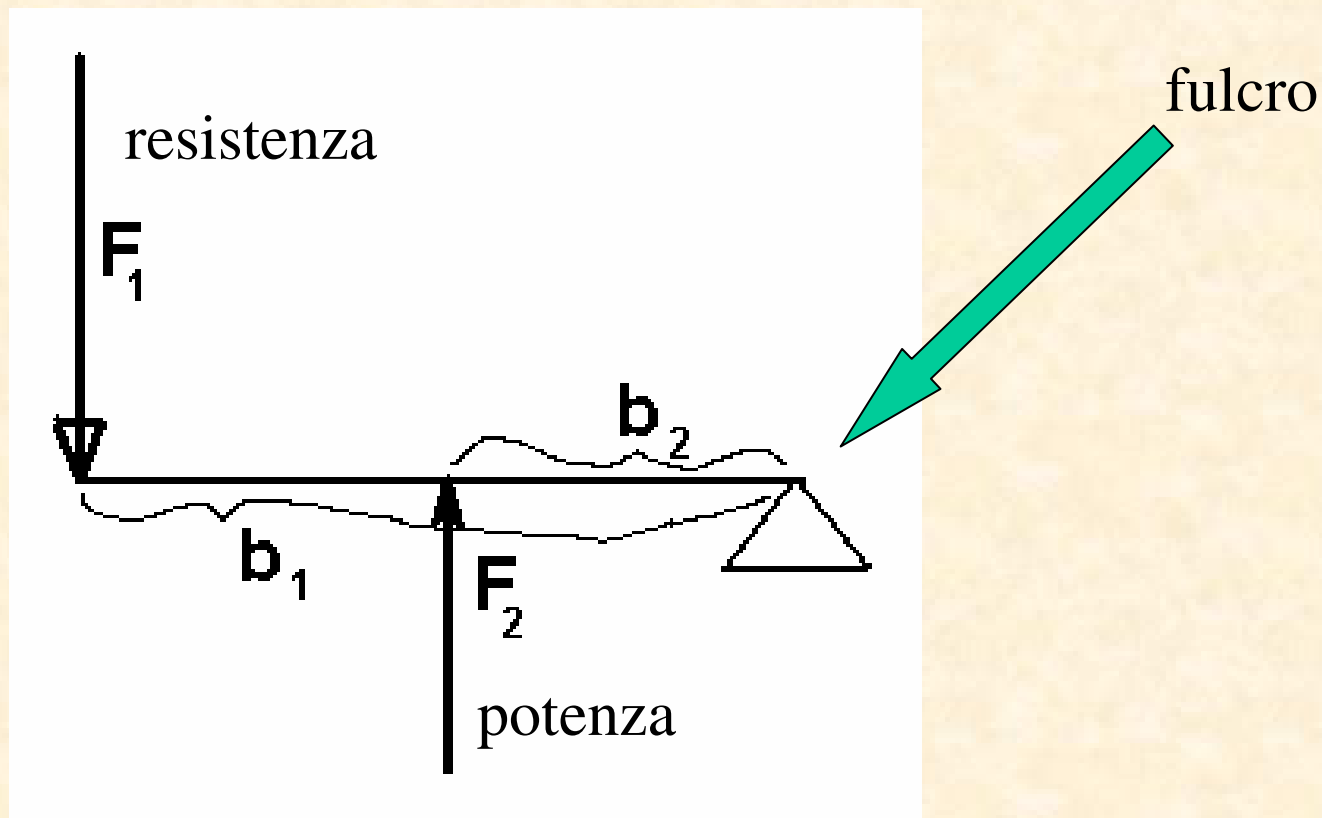


$$\vec{R} = \vec{F} + (-\vec{F}) = \vec{0}$$

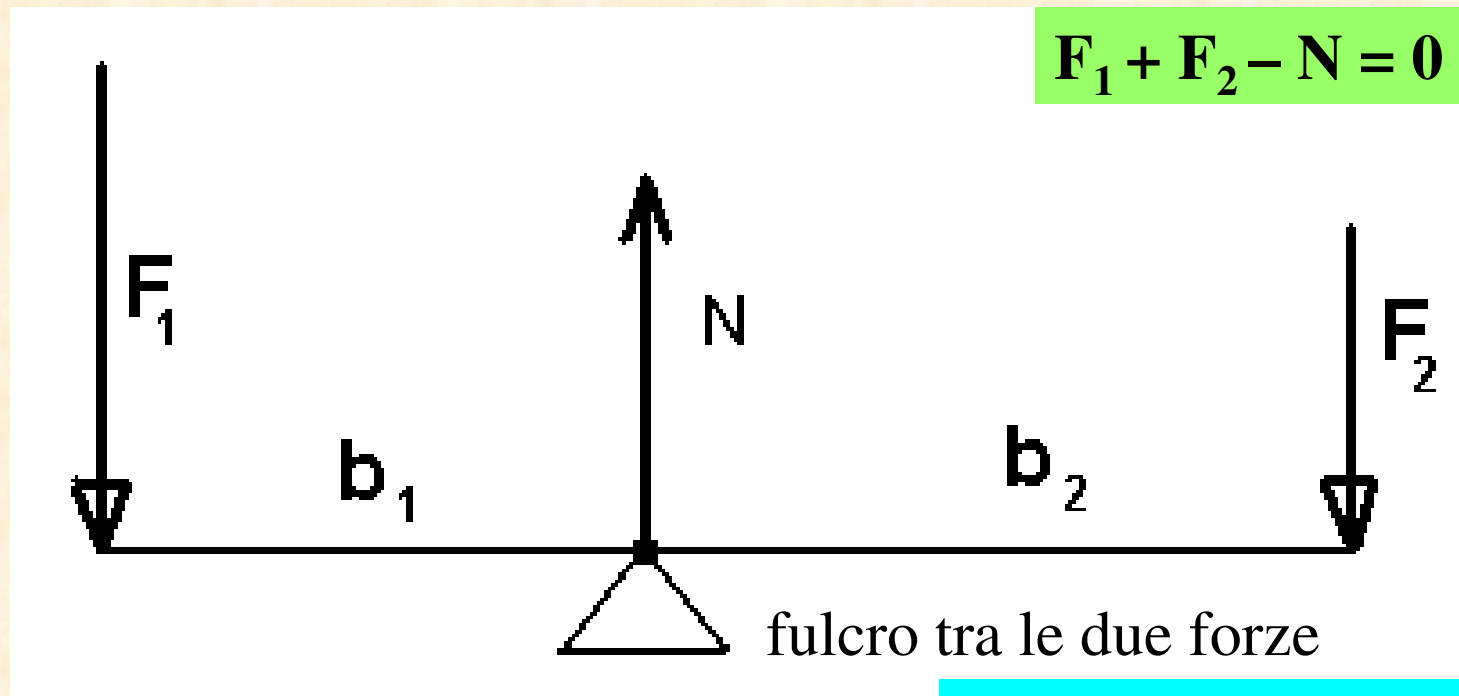
$$M = b F + b F = 2 b F \quad \text{Forza per braccio}$$

## Le leve

Le leve sono macchine semplici, costituite da sbarre rigide girevoli intorno ad un punto fisso, detto *fulcro*. Con una leva si può fare equilibrio ad una forza (la *resistenza*) mediante un'altra forza (la *potenza*).



Un corpo rigido è in equilibrio se le risultanti delle forze e dei momenti sono identicamente nulle.

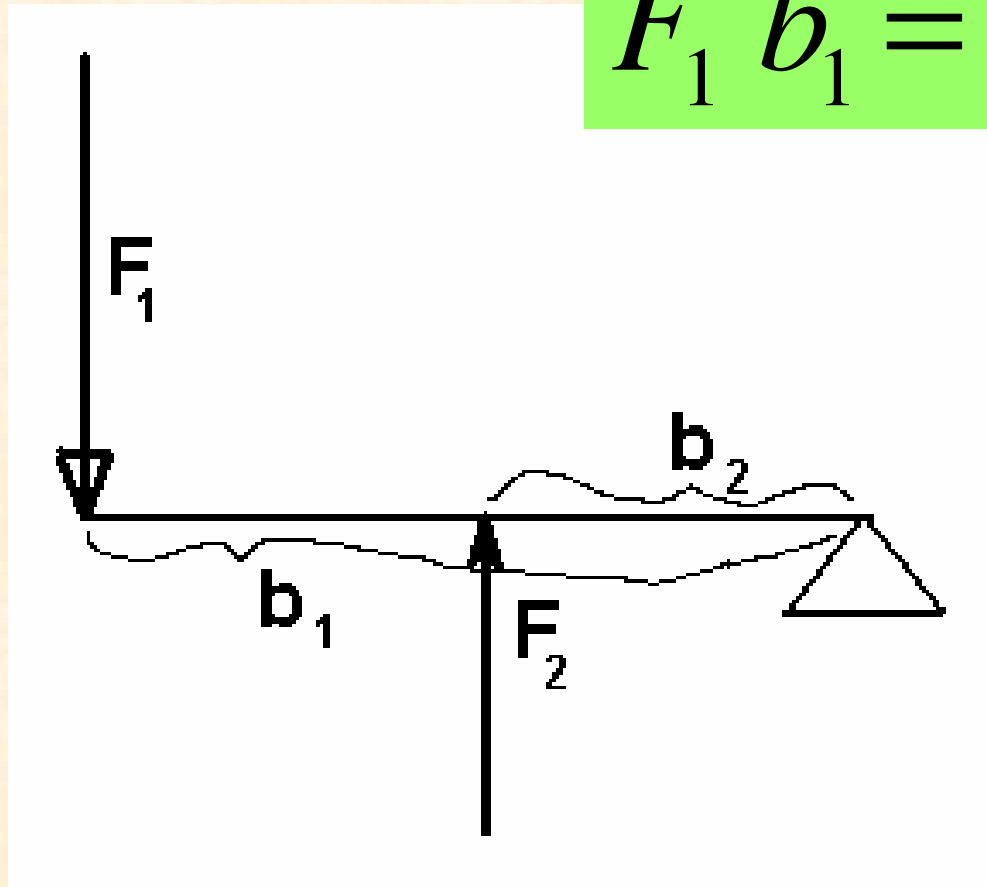


**Risultante dei momenti nulla**

$$F_1 b_1 - F_2 b_2 = 0$$

In questo caso, al fine di bilanciare la leva,  $F_2$  deve essere maggiore di  $F_1$  solo se  $b_1$  è maggiore di  $b_2$ .

$$F_1 b_1 = F_2 b_2$$



$F_2$  deve essere maggiore di  $F_1$  per bilanciare la leva, dato che  $b_1$  è maggiore di  $b_2$ .

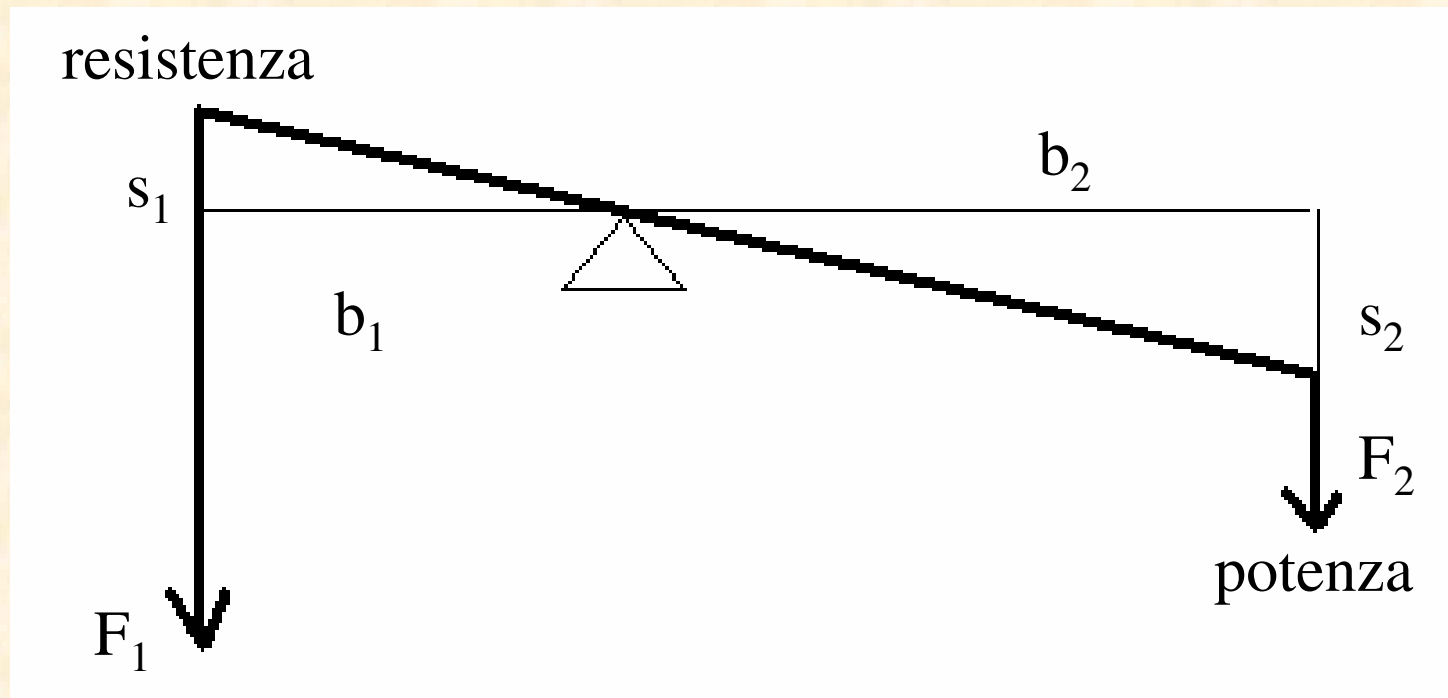
## **In base al tipo di leva si può avere:**

• **un vantaggio statico**, quando impiegando una minore potenza si può vincere una maggiore resistenza. In questo caso, però, la velocità e l'ampiezza del movimento sono piccole (svantaggio dinamico).

• **uno svantaggio statico**, quando impiegando una maggiore potenza si può vincere una minore resistenza. In questo caso, la velocità e l'ampiezza del movimento sono grandi (vantaggio dinamico).

• **un pareggio statico**, cioè impiegando una uguale potenza si può vincere una uguale resistenza. Un pareggio statico provoca automaticamente anche un pareggio dinamico.

Vantaggio statico, ma svantaggio dinamico.



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

$$s_2 = s_1 \frac{b_2}{b_1}$$

*Si possono avere tre tipi di leva:*

• **Leva di primo tipo:** *nella leva di primo tipo il fulcro si trova tra la potenza e la resistenza. E' una leva che può dar luogo ad un vantaggio, ad uno svantaggio o ad un pareggio statico, a seconda che il braccio della potenza fosse più lungo, più corto o uguale al braccio della resistenza. E' una leva che si riscontra nel corpo umano anche se non troppo frequentemente.*

***Es.** l'estensione dell'avambraccio sul braccio ad opera del tricipite - il fulcro è dato dall'articolazione del gomito, la potenza è data dall'inserzione del tricipite sull'olecrano e la resistenza è data dal peso dell'avambraccio)*

•**Leva di secondo tipo:** *nella leva di secondo tipo la resistenza si trova tra il fulcro e la potenza. E' una leva che dà sempre luogo ad un vantaggio statico. E' una leva che si riscontra molto raramente nel corpo umano.*

**Es.** *la flessione plantare del piede da ritti - il fulcro è dato dai metatarsi, la resistenza è data dall'articolazione della caviglia e la potenza è data dal muscolo tricipite surale sul calcagno*



•**Leva di terzo tipo:** *nella leva di terzo tipo la potenza si trova tra il fulcro e la resistenza. E' una leva che da sempre luogo ad uno svantaggio statico. E' una leva molto frequente nel corpo umano.*

**Es.** *la flessione dell'avambraccio sul braccio ad opera del brachiale - il fulcro è dato dal gomito, la potenza è data dall'inserzione del muscolo brachiale sull'ulna, la resistenza è data dal peso dell'avambraccio.*

## **Le leve del corpo umano**

Nel nostro corpo tutte le articolazioni, ossia le regioni di 'snodo' tra le parti fisse, realizzano delle leve: quando sono in condizioni di equilibrio consentono il blocco dell'articolazione, in caso contrario ne consentono il movimento.

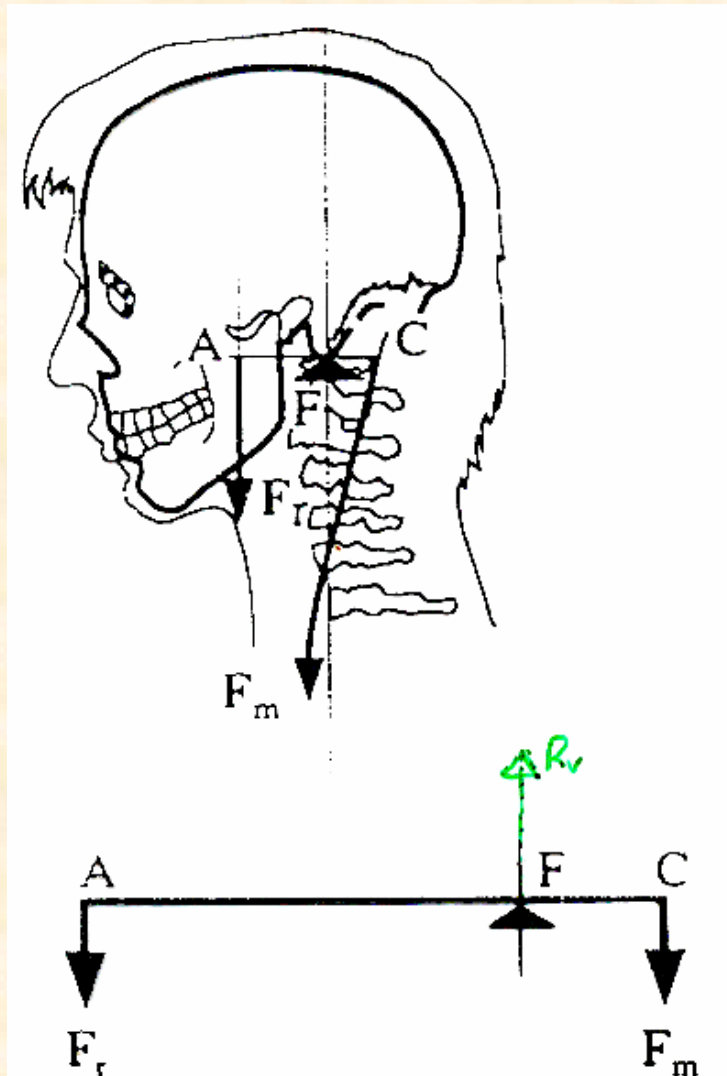
## I Muscoli e le Leve

I muscoli scheletrici (che rappresentano l'elemento attivo del movimento), inserendosi sulle ossa (che rappresentano l'elemento passivo del movimento), per mezzo della contrazione muscolare determinano il movimento. Questo è possibile grazie anche alle articolazioni (che rappresentano l'elemento di congiunzione e perno delle ossa).

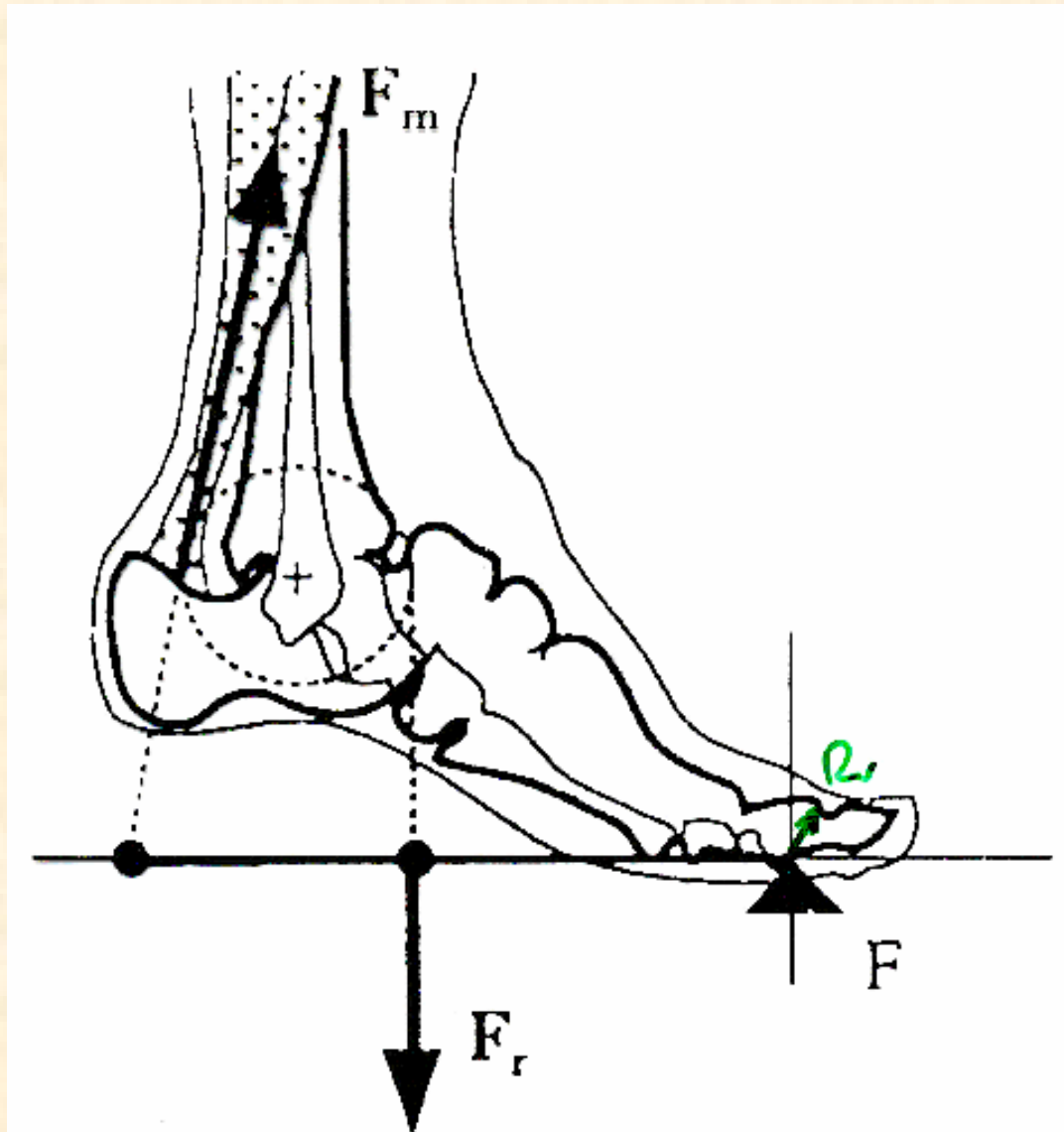
Tutto l'apparato locomotore è basato su un sistema di leve. Questa situazione determina che, tutte le volte che c'è movimento, si produce una leva che può essere di primo, di secondo o di terzo tipo. Il fulcro della leva è dato dall'asse di rotazione (di solito l'articolazione, ma può anche essere un punto di appoggio o di presa); la potenza è data dal punto in cui viene applicata la forza (di solito l'origine o l'inserzione muscolare, non il ventre muscolare); la resistenza è data dal punto in cui viene generata la resistenza stessa (un peso, lo spostamento di un segmento corporeo, la gravità, ecc.).

Il caso dell'articolazione di appoggio della testa è un esempio di leva del primo tipo. Per bilanciare il peso del capo, applicato nel suo baricentro, ed evitare che la testa ciondoli in avanti, viene esercitata una **potenza** da parte dei muscoli nuchali, che si trovano dall'altro lato rispetto al fulcro.

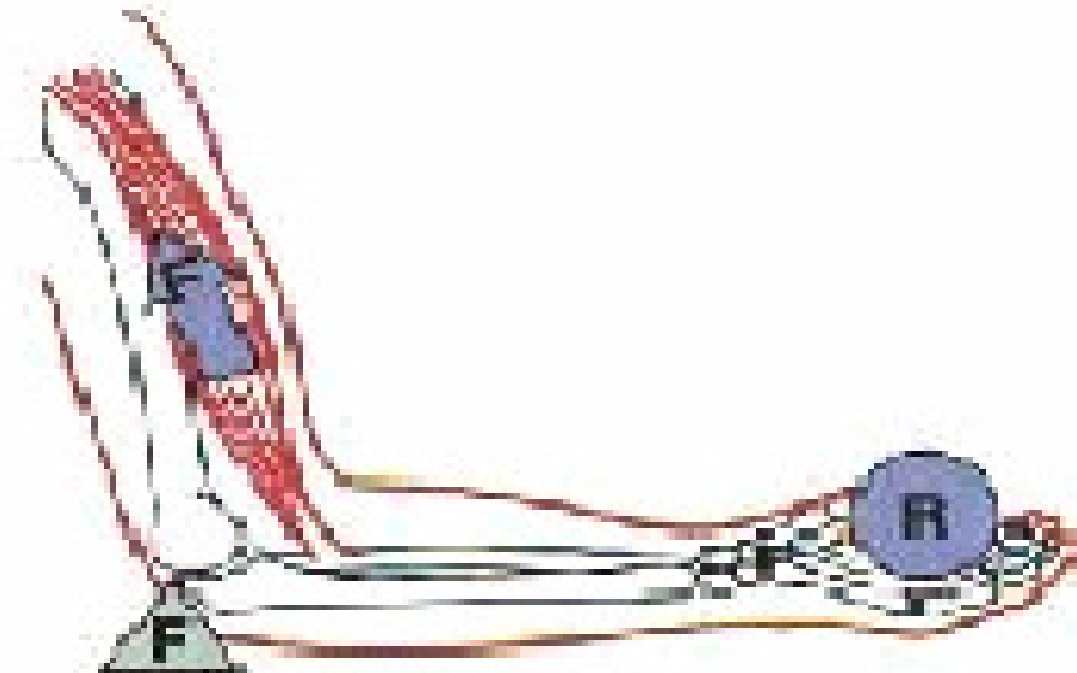
L'intensità della forza realizzata dal muscolo sarà tale da produrre un momento esattamente uguale a quello prodotto dalla **resistenza**. Si noti anche che l'insieme delle due forze tenderebbe a causare un abbassamento del sistema: il fulcro realizza anche una reazione vincolare che si oppone alla traslazione: per questo dopo un certo tempo l'articolazione è affaticata!



Un esempio di leva del II genere è costituita dal piede: qui resistenza (peso) e potenza (muscolo) si trovano dalla medesima parte rispetto al fulcro, e la potenza ne è più lontana (maggior braccio).



Un esempio di leva del III genere, infine, è costituita dall'avambraccio, dove la potenza (tensione muscolare del bicipite) è molto vicina al fulcro (gomito), mentre la resistenza (peso del braccio, più eventuale peso sostenuto dalla mano) è più distale.



(c) Leva di terza classe