

# Statica dei corpi solidi

- L'equilibrio di un corpo
- Il momento di una forza
- Il baricentro.
- Il baricentro del corpo umano e i suoi spostamenti
- Le Leve. Le leve nel corpo umano

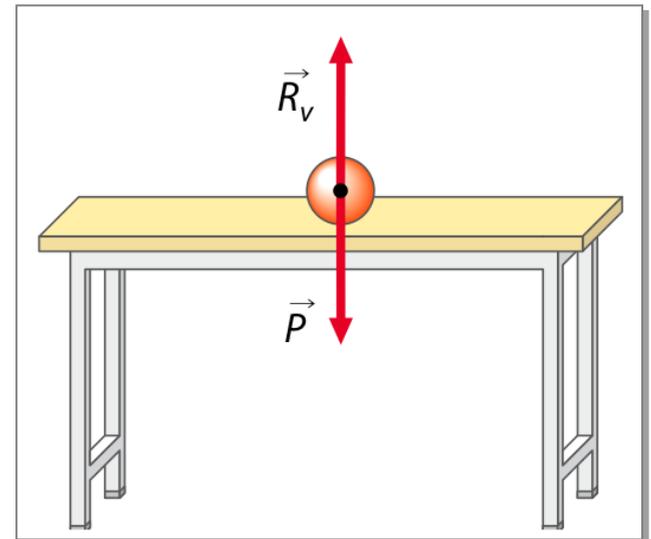
# L'equilibrio di un corpo

Un corpo è in **equilibrio** quando è **fermo** in una posizione e **continua a rimanere fermo nel tempo**.

I **vincoli limitano le possibilità di moto** dei corpi esercitando su di essi delle forze dette **reazioni vincolari**

**Oggetto appoggiato su un tavolo:**

il tavolo è un **vincolo**, perché **impedisce all'oggetto di cadere**

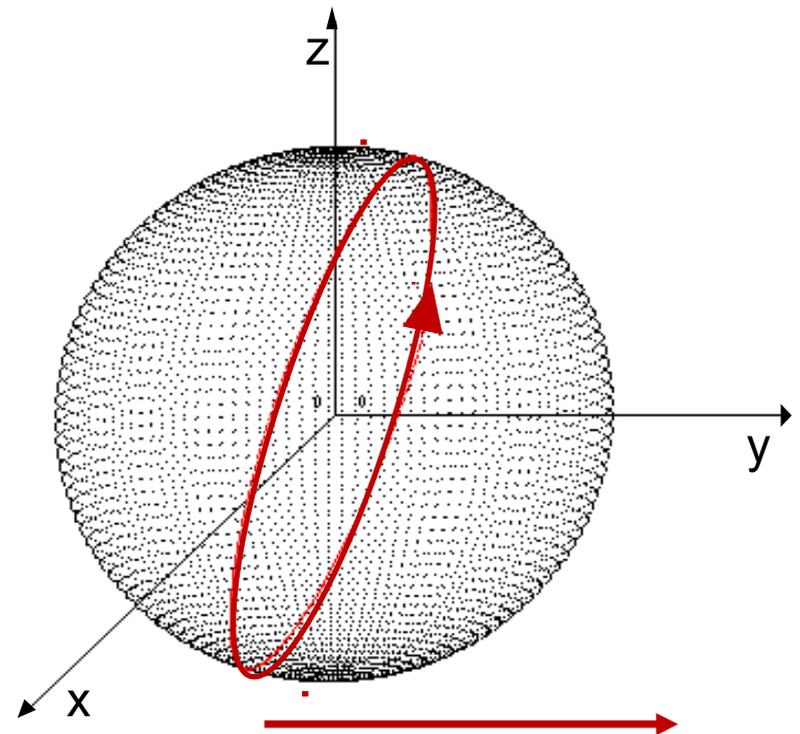


# Punto materiale e corpo rigido

Un **punto materiale** è un oggetto di dimensioni molto piccole rispetto al contesto a cui lo riferiamo

**PUNTO MATERIALE**, così come il **CORPO RIGIDO**, è una schematizzazione ideale (non esistente nella realtà), utile per definire le equazioni che descrivono l'equilibrio e/o il moto.

Un corpo rigido, a differenza del punto materiale, oltre a poter **traslare** nello spazio, può anche **ruotare** intorno ad un asse.



# Equilibrio di un punto materiale

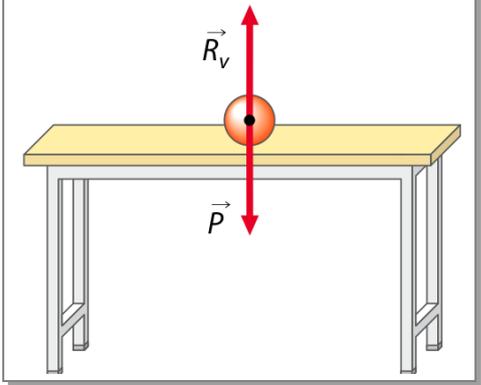
Pallina sul tavolo: **punto materiale**

Agiscono **due forze: peso e reazione vincolare**

La pallina è in **equilibrio**: le forze si compensano

$$\vec{R}_v + \vec{P} = 0$$

Se sul punto agiscono due forze ed esso è in equilibrio, le due forze sono uguali e opposte.



Un punto materiale è in **EQUILIBRIO** se la risultante (somma vettoriale) di tutte le forze ad esso applicate è uguale a zero.

$$\vec{F}_{\text{Risultante}} = \sum$$

# Corpo rigido

Per corpo rigido si intende un **corpo solido, esteso e indeformabile**. Il corpo rigido è un oggetto che non si può deformare qualunque siano le forze applicate su di esso.

Il corpo rigido è un oggetto ideale poiché non esistono nella realtà oggetti assolutamente indeformabili: anche il diamante, la più dura delle sostanze, si può comprimere o rompere. Molti oggetti, anche di uso quotidiano, si possono però approssimare abbastanza bene a corpi rigidi. L'astrazione del corpo rigido è molto utile poiché semplifica notevolmente i problemi.

Un punto materiale, può solo traslare, cioè cambiare di posizione; invece un corpo rigido, oltre a traslare, può invece anche ruotare. Quindi i movimenti a cui può essere soggetto un corpo rigido sono la traslazione, la rotazione e la roto-traslazione

# Rotazione di un Corpo rigido

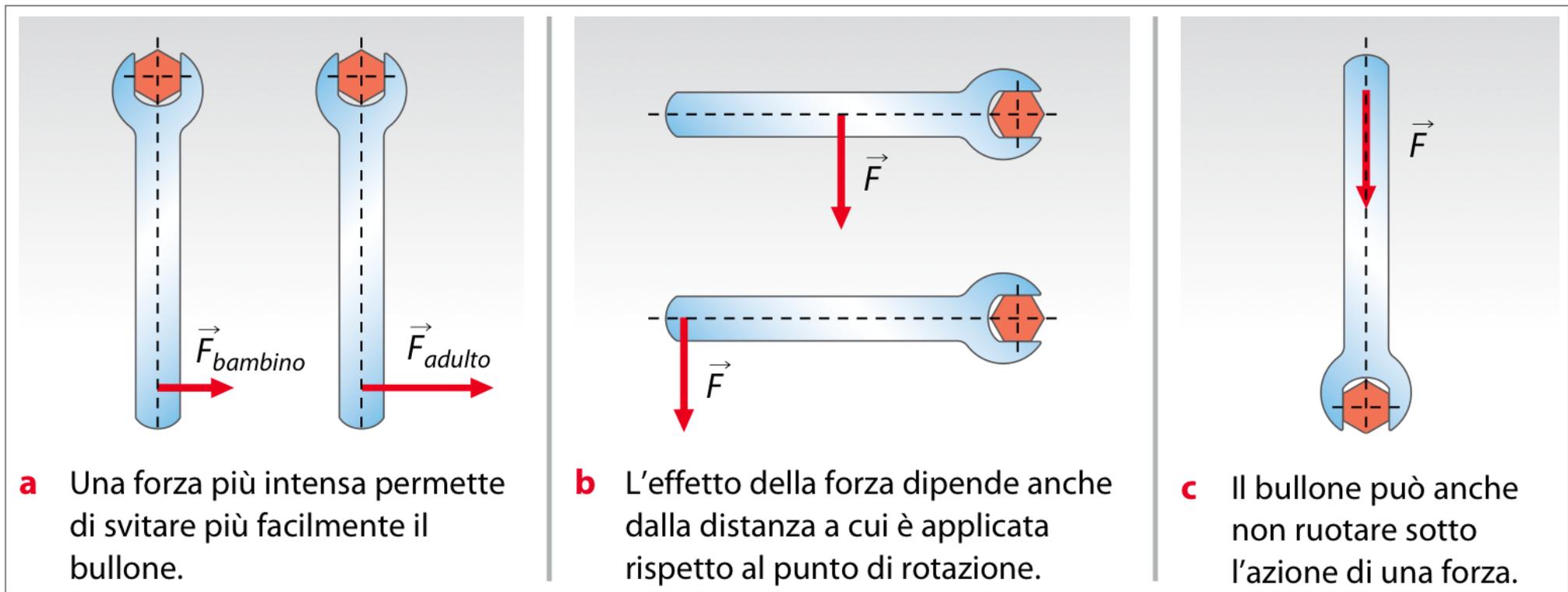
Per capire come una forza può provocare la rotazione di un corpo rigido consideriamo una situazione semplice e pratica.

Consideriamoci alle prese con una porta da aprire, è un'azione che facciamo tante volte, ci siamo mai chiesti perché la maniglia della porta è sufficientemente distante dai cardini di rotazione della porta? La risposta è semplice: per fare meno fatica nell'aprire o chiudere la porta. Se provi con una qualsiasi porta puoi verificare che, applicando la forza vicino ai cardini (cerniere) della porta, la fatica aumenta.



# Forze applicate ad un corpo rigido

Gli effetti di una **forza applicata a un corpo rigido** dipendono dalla sua **intensità**, dal **punto di applicazione** e dalla **direzione** della forza



# Braccio e momento della forza

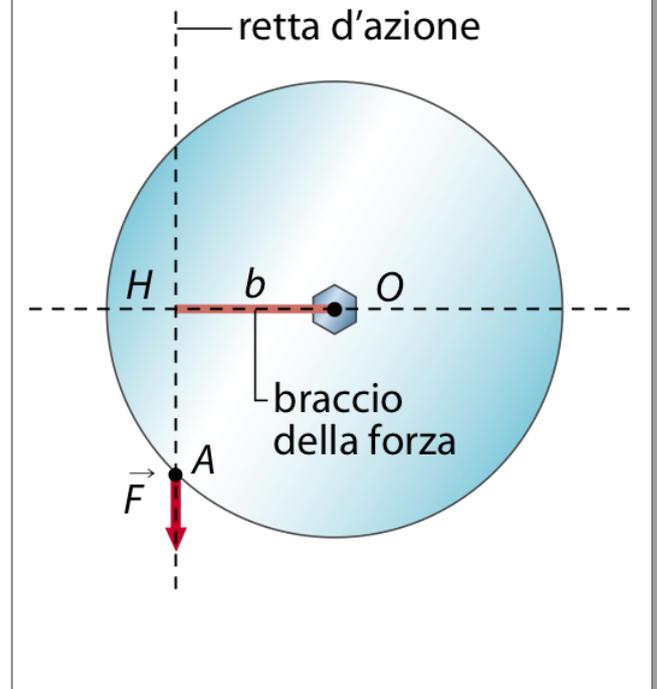
Forza  $F$  applicata a un disco che può ruotare attorno al punto  $O$ .

**Braccio** della forza: distanza fra  $O$  e la **retta d'azione** della forza.

**Momento della forza** rispetto al punto  $O$ :

*prodotto fra l'intensità della forza e il braccio.*

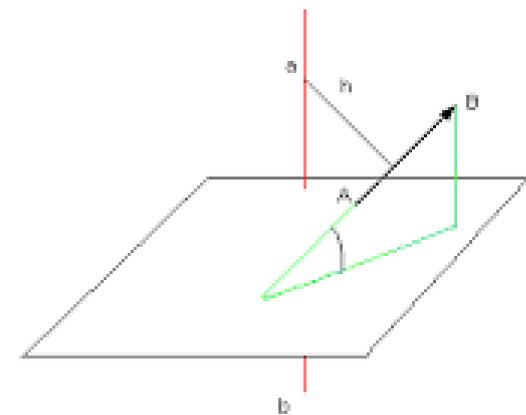
Il braccio  $OH$  della forza è la distanza tra il centro di rotazione e la retta di azione della forza.



# Definizione del momento di una forza

La grandezza che misura l'efficacia di una forza nel produrre la rotazione è chiamata **Momento della Forza**.

Si definisce **Momento di una Forza** il prodotto dell'intensità della forza per il **braccio** della forza, cioè la distanza fra la retta d'applicazione della forza e l'asse di rotazione:



momento di una forza rispetto ad un asse=

$$M = F \times B$$

dove:

- $F$  è la forza.
- $B$  è il **braccio** della forza.

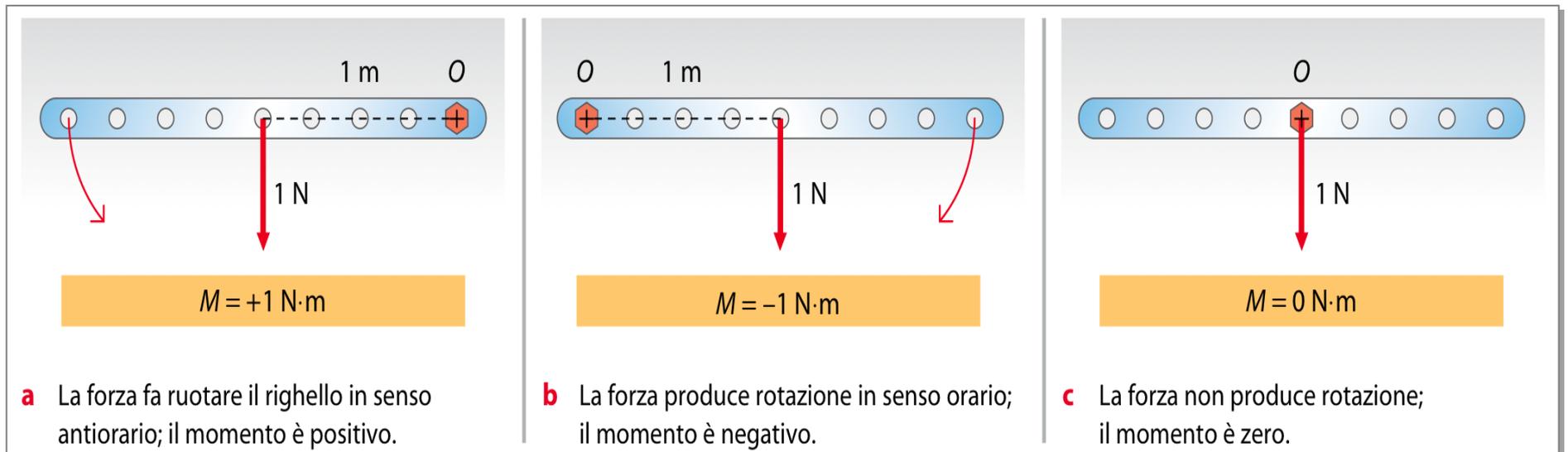


# Momento della forza

**Momento positivo:** la forza produce **rotazione antioraria**

**Momento negativo:** la forza produce **rotazione oraria**

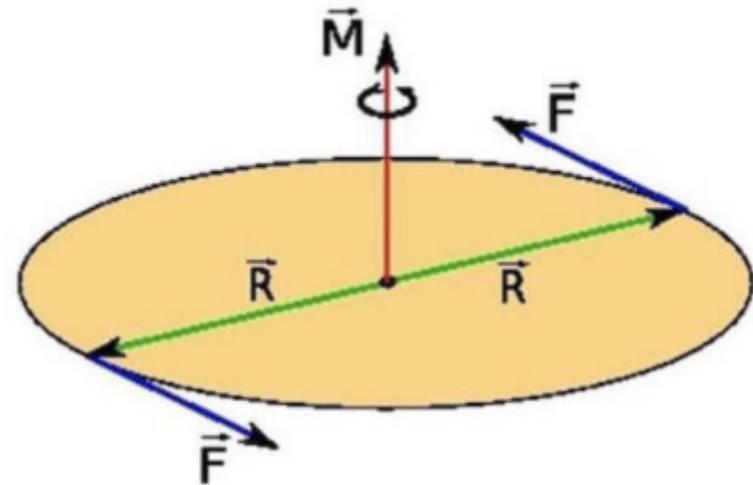
**Momento nullo:** la forza **non produce rotazione**



# Coppie di Forze

Se in un sistema agiscono più forze, sono presenti più momenti di forze diverse. Il momento risultante delle forze rispetto ad un punto è dato dalla somma vettoriale dei momenti delle singole forze agenti sempre rispetto al punto.

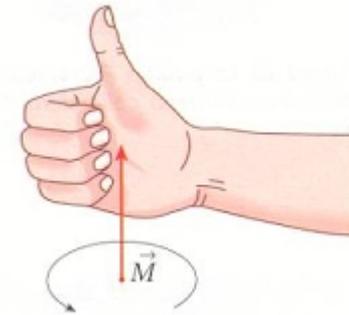
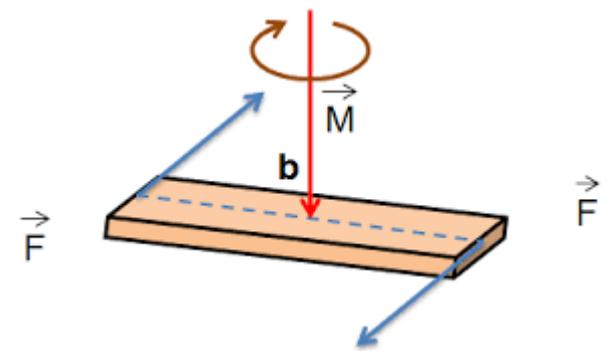
Tale sistema è detto **coppia di forze** e la sua applicazione provoca sempre una rotazione.



# Momento di una Coppia di Forze

Il momento di una coppia di forze è una grandezza vettoriale  $M$  definita nel seguente modo:

- 1) Il modulo  $M$  è dato dal prodotto  $M = F \cdot b$ , dove  $F$  è il modulo delle due forze e  $b$  è la distanza delle loro rette d'azione;
- 2) la direzione è quella perpendicolare al piano in cui si trovano le due forze della coppia;
- 3) il verso si individua con la regola della mano destra.



# Momento di una Coppia di Forze

Il momento aumenta con l'aumentare della forze e della distanza delle loro rette d'azione; se le due forze giacciono sulla stessa retta d'azione, il momento della coppia è nullo.

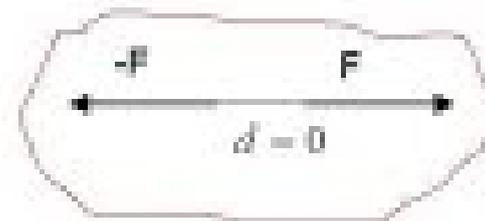
## Coppia di forze



$$\begin{array}{l} \text{a) } M = F \cdot d \\ R = F - F = 0 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} M \\ R \end{array}} \right\} \begin{array}{l} \text{Il corpo} \\ \text{ruota} \end{array}$$



$$\begin{array}{l} \text{b) } M = F \cdot d \\ R = F - F = 0 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} M \\ R \end{array}} \right\} \begin{array}{l} \text{Il corpo} \\ \text{ruota} \end{array}$$



$$\begin{array}{l} \text{c) } d = 0 ; M = 0 \\ R = F - F = 0 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} M \\ R \end{array}} \right\} \begin{array}{l} \text{Il corpo è} \\ \text{fermo} \end{array}$$

# Equilibrio di un corpo rigido

La condizione che la risultante delle forze sia zero non è sufficiente per garantire l'equilibrio di un corpo rigido. Infatti se al corpo rigido è applicata una coppia di forze (che ha risultante nulla), il corpo rigido inizierà a ruotare.

Un corpo rigido è in equilibrio quando esso non trasla né ruota. Affinché ciò sia vero, è necessario che:

1. la **risultante delle forze  $R$**  sia uguale a zero; ciò assicura l'assenza di movimenti di traslazione;
2. la **risultante dei momenti  $M$  delle forze** sia uguale a zero; ciò assicura l'assenza di movimenti di rotazione.

1) La somma vettoriale di **tutte le forze** applicate al corpo è nulla

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

2) La somma vettoriale **dei momenti applicati al corpo**, calcolati rispetto ad un punto qualsiasi, è nulla

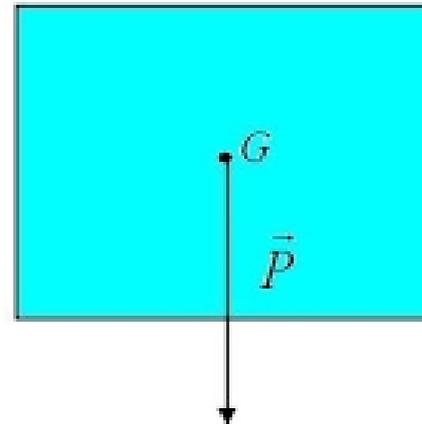
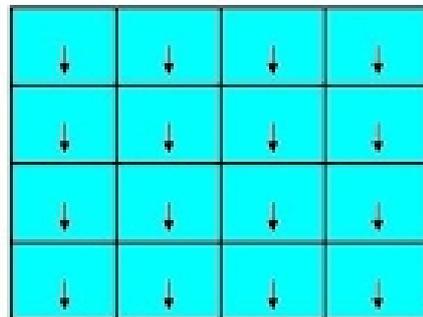
$$\sum \vec{M}_O = 0$$

• Queste vengono definite «equazioni cardinali della statica»

# baricentro

*Il baricentro o centro di gravità di un corpo rigido è un punto ideale in cui si può ritenere concentrato tutto il peso del corpo.*

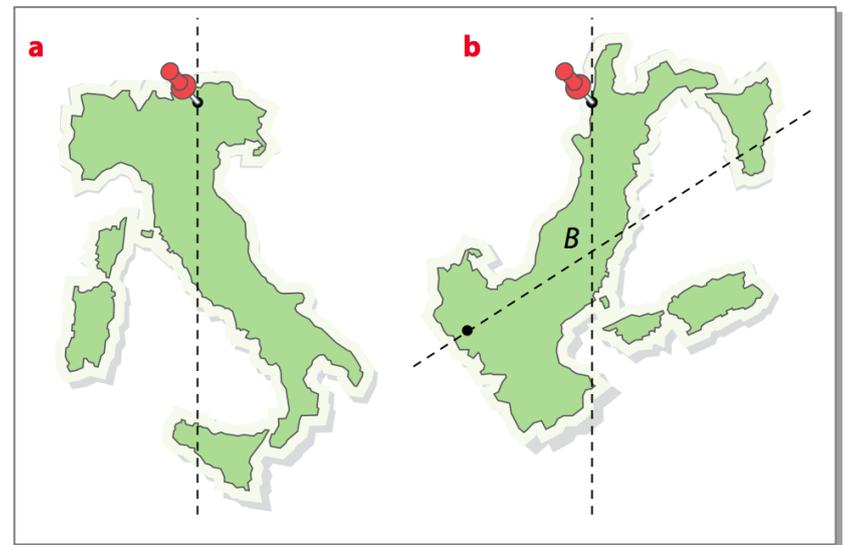
Il corpo rigido può essere immaginato come un insieme di volumetti, ognuno con un proprio peso, che occupano posizioni fisse gli uni rispetto agli altri; la somma vettoriale di tutti questi pesi parziali fornisce, naturalmente, il peso dell'intero corpo. Si chiama allora baricentro o centro di gravità del corpo rigido il punto di applicazione della forza-peso del corpo, cioè il centro delle numerose forze relative ai pesi dei volumetti in cui immaginiamo di scomporre il corpo rigido.



# Baricentro di un corpo

Se il corpo è **omogeneo** e ha un **centro di simmetria**, quest'ultimo è anche il **baricentro** del corpo.

Se il corpo **non è omogeneo** o è **irregolare**, il baricentro si può trovare per via matematica o **sperimentalmente**, ad esempio appendendo il corpo in due punti diversi e trovando il punto d'incontro delle due verticali.



# Equilibrio e stabilità

L'equilibrio può essere di tre tipi: stabile, instabile e indifferente.

## TIPI DI EQUILIBRIO



EQUILIBRIO  
STABILE

EQUILIBRIO  
INSTABILE

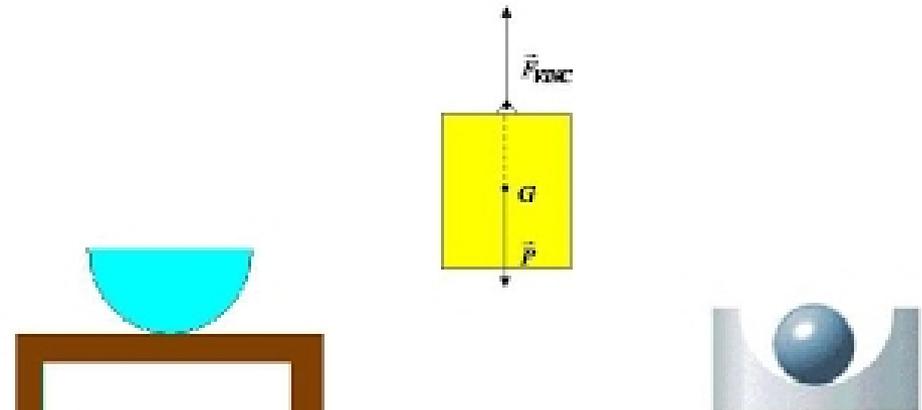
EQUILIBRIO  
INDIFFERENTE

# Equilibrio stabile

Un corpo è in **equilibrio stabile** se, spostandolo di poco dalla sua posizione di equilibrio, tende naturalmente a ritornarvi;

Una semisfera appoggiata su un tavolo è in equilibrio stabile, poiché, se pure spostata di poco, ritorna nella posizione iniziale. Anche un quadro appeso alla parete, con il baricentro posto sulla verticale del chiodo, in basso, è in equilibrio stabile

## ESEMPI DI EQUILIBRIO STABILE

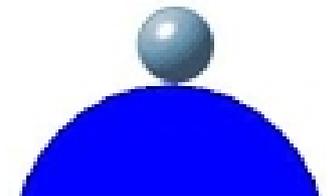
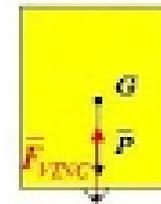
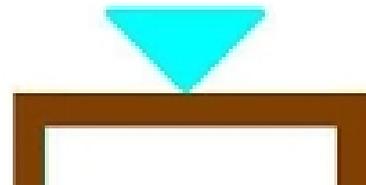


# Equilibrio instabile

Un corpo è in **equilibrio instabile** quando, spostandolo di poco dalla sua posizione di equilibrio, tende ad allontanarsi ancora di più;

Un cono appoggiato su un tavolo con la punta in basso è in equilibrio instabile, poiché, se pure spostato di pochissimo, crolla a terra. Un quadro appeso alla parete, a testa in giù, con il baricentro posto sulla verticale del chiodo, ma in alto, è in equilibrio instabile: anche se con un po' di fatica si riesce a metterlo in tale posizione, basterà un piccolissimo spostamento per riportarlo giù, nella posizione di equilibrio stabile.

## ESEMPI DI EQUILIBRIO INSTABILE

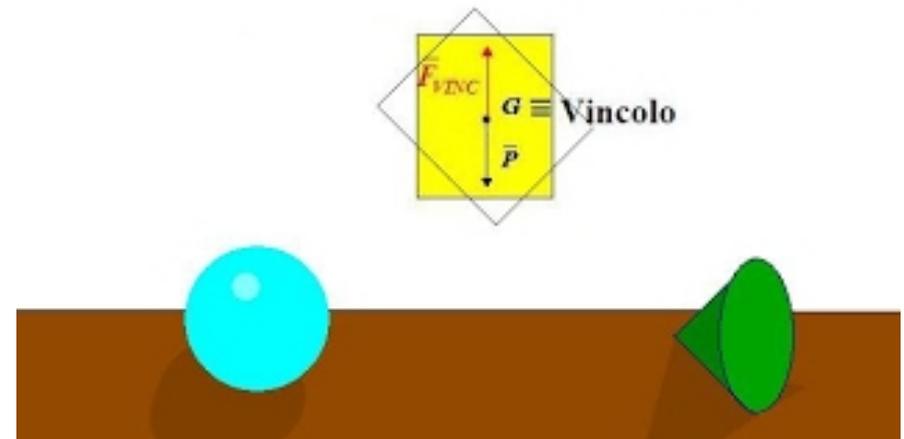


# Equilibrio indifferente

Un corpo è in **equilibrio indifferente** quando, spostato di poco dalla sua posizione di equilibrio, rimane stabilmente nella nuova posizione.

Una sfera appoggiata su un tavolo è in equilibrio indifferente poiché essa, spostata dalla posizione iniziale, resta permanentemente nella nuova posizione. Analogamente un quadro appeso nel suo baricentro è in equilibrio indifferente, poiché esso mantiene qualunque inclinazione assegnata.

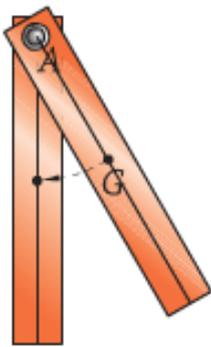
## ESEMPI DI EQUILIBRIO INDIFFERENTE



# Equilibrio e stabilità: esempi

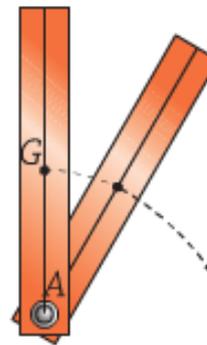
## Esempio 1:

Per un corpo con baricentro  $G$  vincolato in un punto  $A$  si ha:



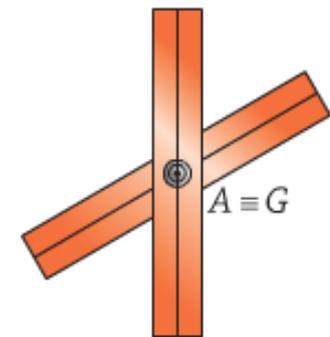
Equilibrio stabile

*se il baricentro  $G$  è sotto il punto  $A$*



Equilibrio instabile

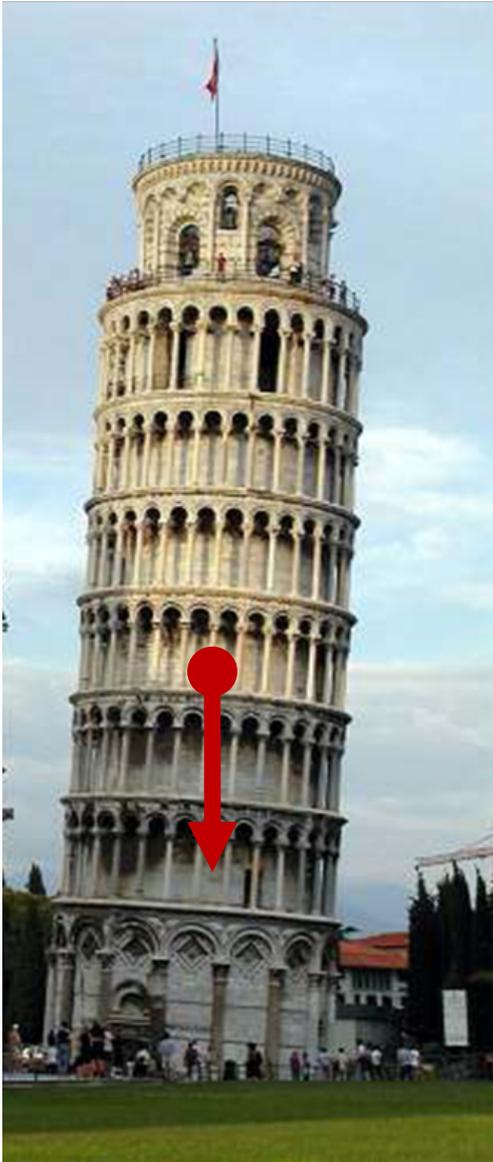
*se il baricentro  $G$  è sopra il punto  $A$*



Equilibrio indifferente

*se il baricentro  $G$  coincide con il punto  $A$*

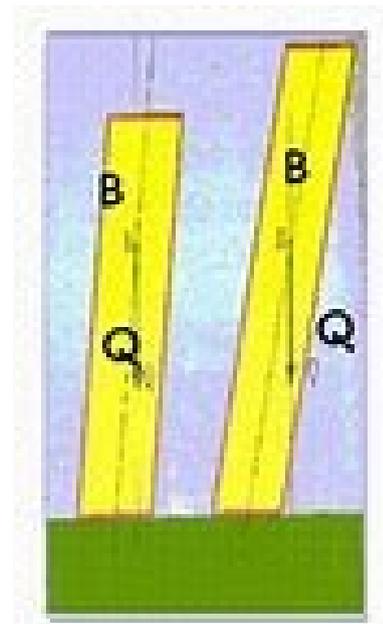
# Equilibrio e stabilità: esempi



## Esempio 2:

Un corpo appoggiato su un piano è in equilibrio se la retta verticale passante per il suo baricentro interseca la base di appoggio del corpo.

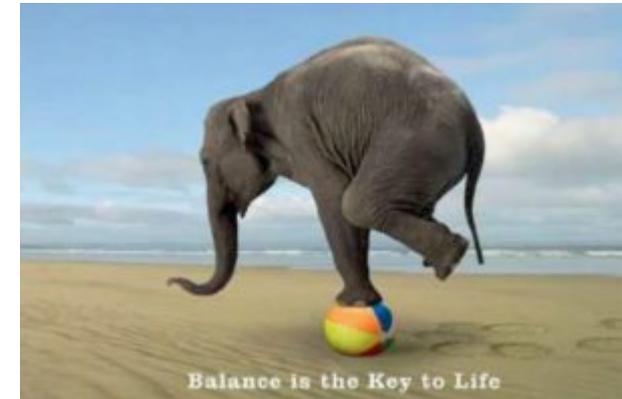
Se invece la verticale cade fuori della base il corpo si ribalta.



# Equilibrio di un corpo umano

Nel corpo umano l'equilibrio è un insieme di aggiustamenti automatici ed inconsci che ci permettono, contrastando la forza di gravità, di mantenere una posizione o di non cadere durante l'esecuzione di un gesto

L'unico momento in cui il corpo umano non resiste alla forza di gravità è quando si è sdraiati



Il baricentro si proietta sul terreno all'interno di una zona detta base d'appoggio

Fino a quando la proiezione del centro di gravità si mantiene all'interno della base di appoggio si è in una condizione di equilibrio, quando tale proiezione si sposta verso la sua periferia si perde progressivamente stabilità e si è costretti, per mantenere l'equilibrio, ad un aumento di lavoro muscolare o a una veloce variazione della base di appoggio



# Tipi di equilibrio

Si possono distinguere due tipi di equilibrio:

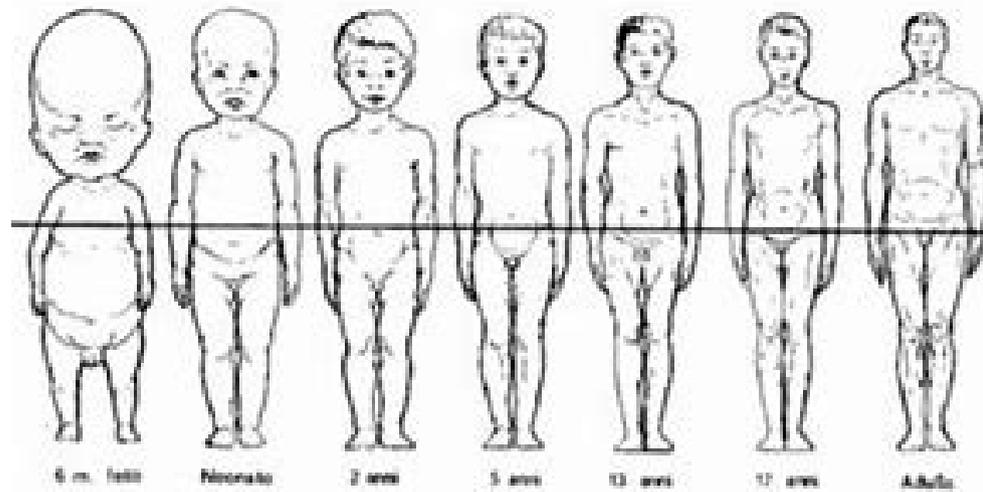
**l'equilibrio statico** ovvero la capacità del corpo o di un suo segmento di mantenere una posizione statica

**l'equilibrio dinamico** o la capacità di mantenere, durante la gestualità e le traslocazioni, i segmenti corporei in una condizione di stabilità.

Una particolare situazione di equilibrio dinamico la ritroviamo quando riusciamo a mantenere il controllo e la padronanza del nostro corpo in situazione di volo.

# La posizione del baricentro nel nostro corpo

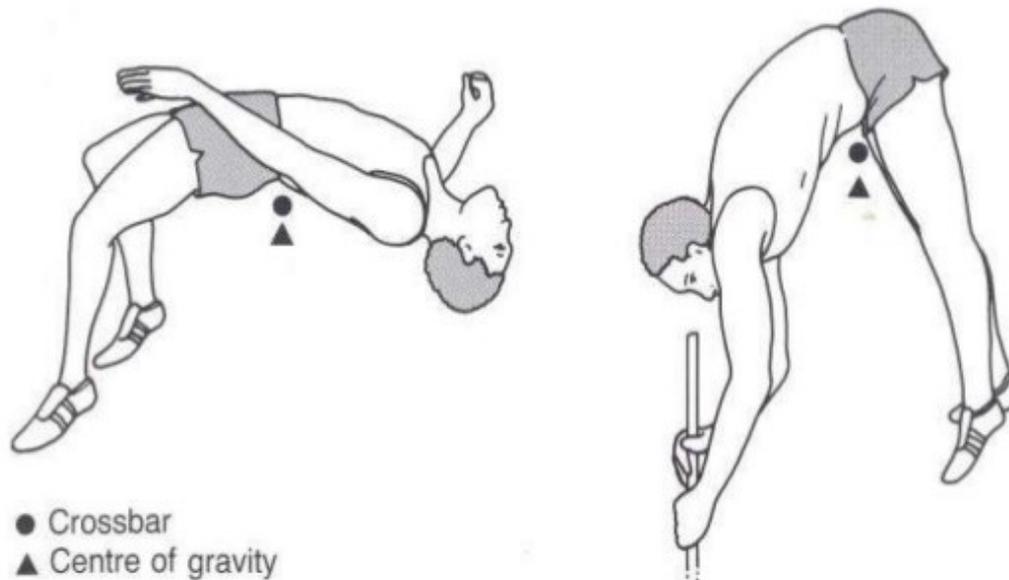
Il baricentro o centro di gravità è il punto in cui passa la retta di azione del peso complessivo di un corpo e nell'uomo adulto di costituzione e proporzioni medie ed in stazione eretta si trova all'incirca al 57% dell'altezza totale (55% nella donna) che coincide con la prima o seconda vertebra sacrale o di poco al di sotto dell'ombelico. La sua posizione varia a seconda dell'età come si può notare dalla figura



Variation of the height of the center of gravity in relation to the age of the man.

# La posizione del baricentro nel nostro corpo

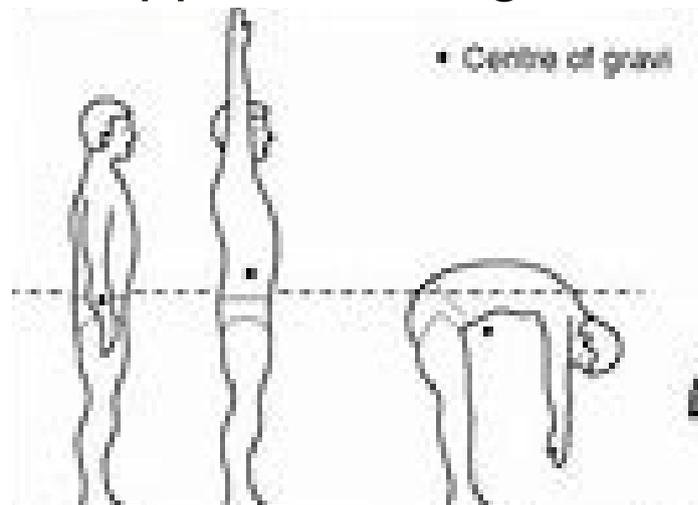
Poiché il corpo in moto è formato da segmenti mobili tra loro, il Baricentro del corpo risulta anch'esso mobile e può, nel corso dell'esecuzione di alcuni gesti sportivi, venirsi a trovare fuori dal corpo dell'atleta



**Positions where center of gravity is outside the body.**

# Equilibrio di un corpo

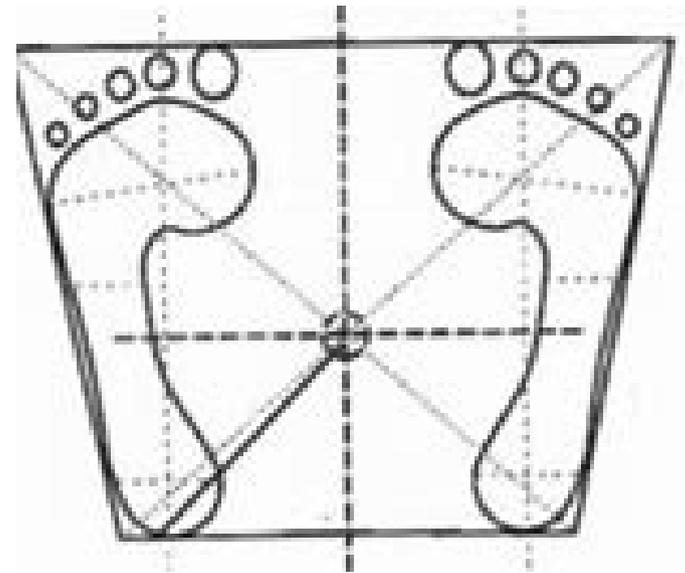
Un corpo sarà tanto più stabile quanto più il baricentro è basso. Nello sci, sport di scivolamento che mette a dura prova la capacità di equilibrio dinamico, il maestro consiglia ai suoi allievi che stanno apprendendo di piegare le ginocchia e di flettere leggermente il busto in avanti procurando in questo modo l'abbassamento del baricentro e ricreando una condizione di equilibrio più stabile. L'ubicazione del baricentro cambia anche in dipendenza dai reciproci rapporti dei segmenti corporei.



# La base di appoggio

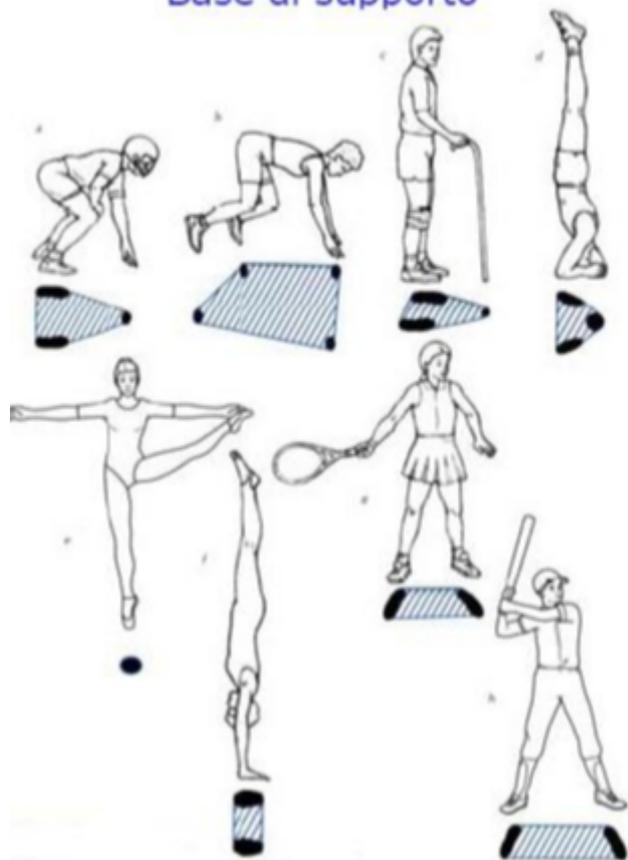
La condizione di stabilità dipende dalla dimensione e l'orientamento della base di appoggio, che quanto più è ampia ed orientata verso la direzione del possibile squilibrio tanto più ci consente un mantenimento della condizione fondamentale.

Possiamo notarlo quando, in piedi su un mezzo pubblico, siamo costretti ad operare una serie di aggiustamenti preventivi che ci portano per prima cosa ad allargare le gambe aumentando la larghezza tra i due appoggi plantari ma soprattutto a disporci trasversalmente rispetto alla direzione di marcia. Una disposizione frontale risulterebbe infatti poco compatibile e poco efficace al mantenimento dell'equilibrio nelle frequenti fermate e ripartenze. Se poi il mezzo dovesse curvare, ci risulterebbe automatico e naturale lo spostamento di un piede verso l'interno della curva.



# Posizioni e loro base di supporto

## Base di supporto



In *geometria*, il **baricentro** (a volte chiamato centroide) di una figura è l'intersezione di tutti i piani che dividono la figura in due parti identiche

In *fisica* il **baricentro** può coincidere con il **centro di massa** di un corpo, e anche con il suo **centro di gravità**, il che porta spesso a ritenere questi tre termini intercambiabili. **baricentro = centro di massa** di un corpo se questo ha densità uniforme, oppure la distribuzione della materia del corpo deve avere alcune proprietà, come ad esempio proprietà di simmetria **baricentro = centro di gravità**, se il baricentro coincide con il centro di massa del corpo, che deve inoltre essere in un campo gravitazionale uniforme. [ovvero per i punti del sistema l'accelerazione di gravità assume sempre lo stesso valore (modulo e verso) (questo è normalmente verificato per corpi "piccoli" cioè aventi dimensioni trascurabili rispetto alle distanze di interazione )]

# Vincoli esterni

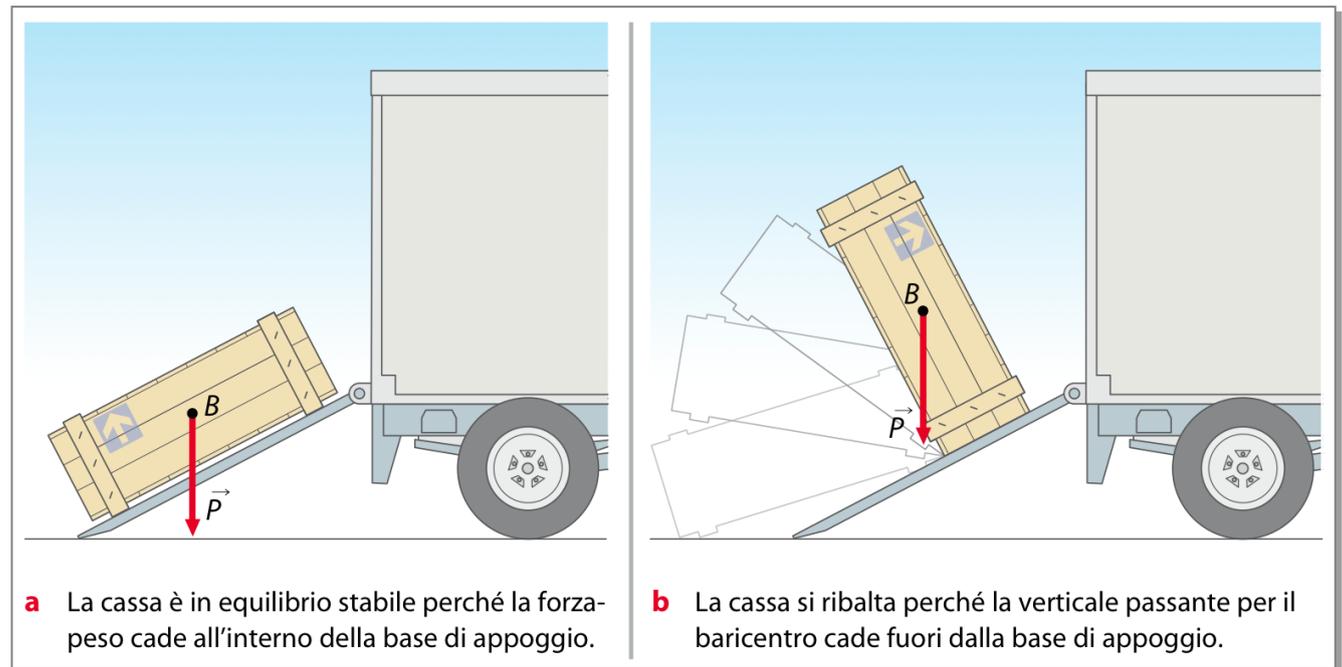
Per il mantenimento di posizioni di equilibrio siamo inoltre facilitati da vincoli esterni . Ad un parente anziano o ad un bambino consigliamo spesso di 'tenersi' ad una parte del nostro corpo, ad una maniglia o ad un bastone



# Corpi in equilibrio

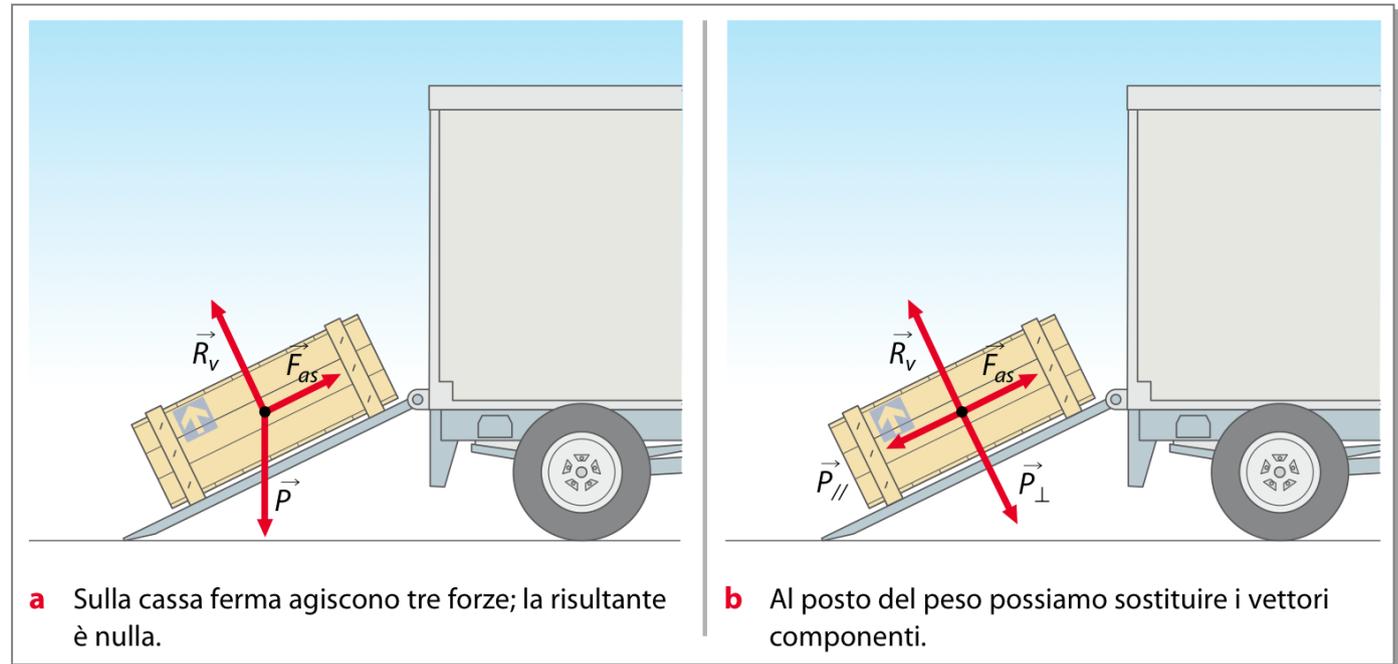
Un corpo **appoggiato** è in **equilibrio** se la **verticale** passante per il **baricentro** incontra la **base di appoggio**.

Se la verticale cade fuori dalla base, il corpo si ribalta.



# Moto su un piano inclinato

Su un piano inclinato la forza di attrito statico, se abbastanza intensa, può equilibrare un corpo

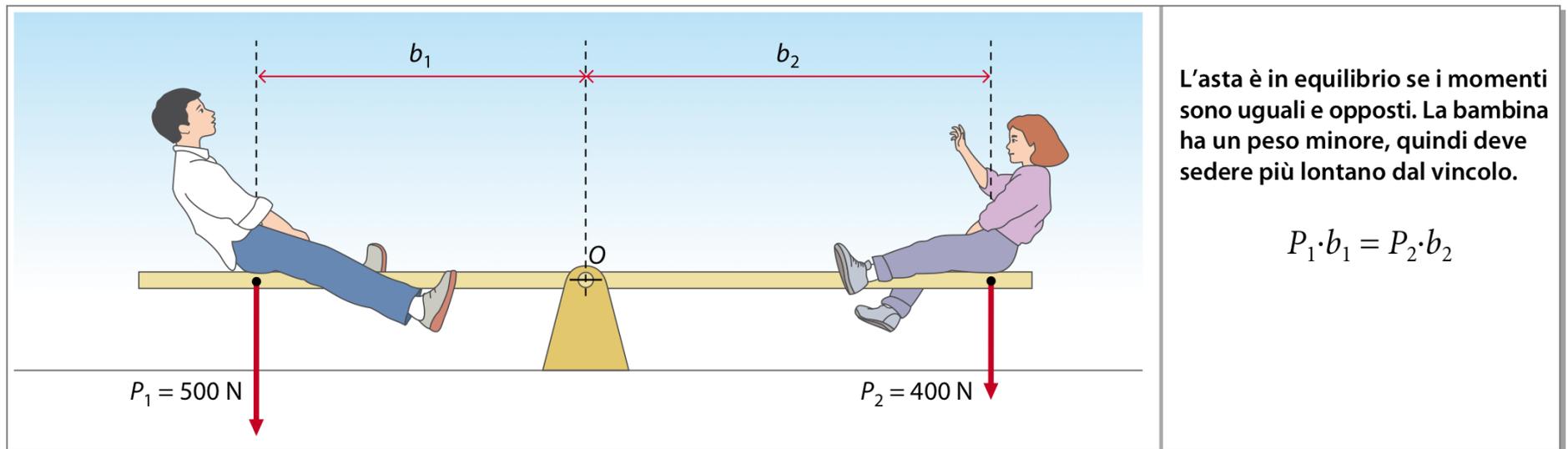


**ESEMPIO 4** Se la cassa pesa 100 N, e l'altezza del pianale è metà della lunghezza ( $h/l = 0,5$ ),

allora:  $P_{//} = \frac{P \cdot h}{l} = (100 \text{ N}) \times 0,5 = 50 \text{ N}$ ; anche la forza di attrito vale 50 N.

# Equilibrio

Quando un oggetto è in **equilibrio** la **somma algebrica dei momenti di tutte le forze applicate**, calcolati rispetto allo stesso punto, **è uguale a zero**.



# Macchine semplici

Una **Macchina Semplice** è uno strumento che consente di equilibrare una forza, detta **Forza Resistente**  $F_R$ , con un'altra forza, detta **Forza Motrice**  $F_M$  (detta anche Potenza).

# Guadagno

Si definisce **GUADAGNO** di una macchina semplice il rapporto tra la forza resistente e la forza motrice:

$$G = \frac{F_R}{F_M}$$

$G > 1$       **MACCHINA VANTAGGIOSA**

$G < 1$       **MACCHINA SVANTAGGIOSA**

$G = 1$       **MACCHINA INDIFFERENTE**

# Macchine semplici

Una macchina è un dispositivo che permette di fare agire una forza in direzioni diverse dalla sua retta d'azione.

Con l'ausilio di una macchina si può fare equilibrio ad una forza, o ad un sistema di forze che ammette risultante, alla quale si dà il nome di **resistenza**, mediante un'altra forza detta forza **motrice**, che si differenzia dalla precedente per uno o più dei suoi caratteri vettoriali (intensità, direzione e verso)

Le macchine semplici sono chiamate così perché non si possono scomporre in macchine ancora più elementari. Altre macchine, infatti, si possono considerare combinazioni di più macchine semplici. Esse potenziano enormemente la forza muscolare.

# Guadagno

Una macchina che ci consente di equilibrare una grande resistenza mediante una piccola forza motrice è sicuramente molto preziosa, anche se a volte sono utili macchine con le quali si ottiene l'effetto contrario.

Per mettere in evidenza le caratteristiche delle macchine da questo punto di vista, è utile definire il vantaggio o guadagno di una macchina

Il guadagno di una macchina è il rapporto tra l'intensità della resistenza e l'intensità della forza motrice

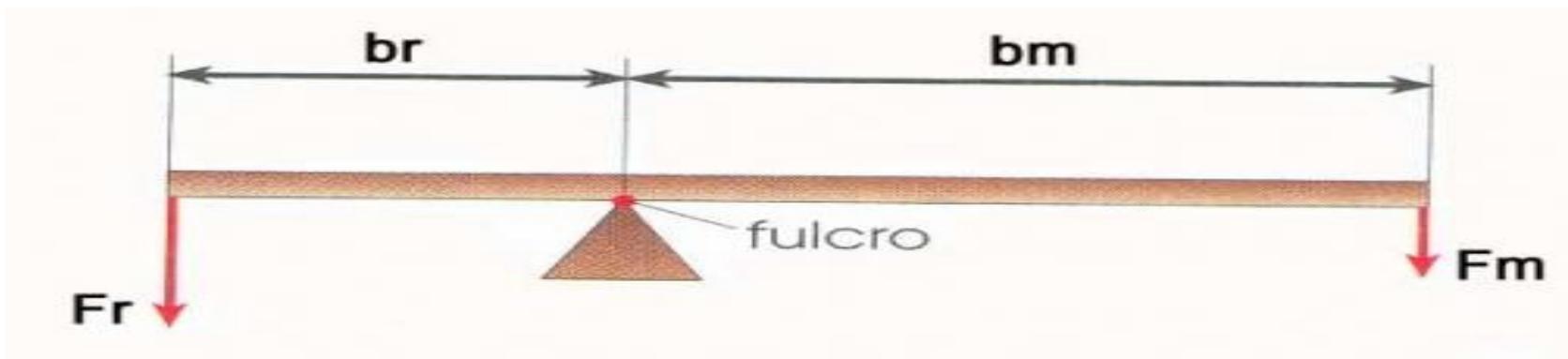
**“Datemi un punto d’appoggio e vi  
solleverò il mondo...”**

“Archimede”



# Leve

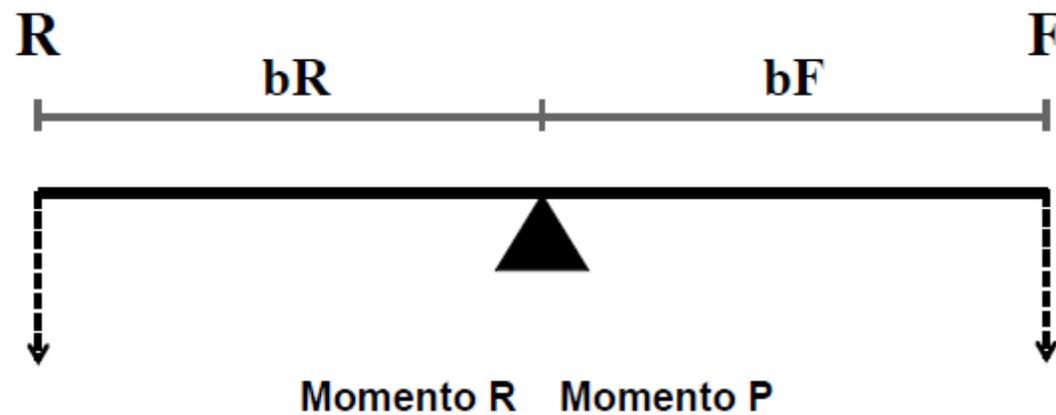
Una **LEVA** è una macchina semplice che è costituita da un'asta rigida che ruota attorno ad un punto fisso, detto **fulcro**.



# Condizione di equilibrio

Affinché una leva sia in equilibrio è necessario che i momenti delle forze motrice e resistente siano uguali:

$$F_R \cdot b_R = F_M \cdot b_M$$



# Leve vantaggiose?

$$F_R \cdot B_R = F_M$$

— —

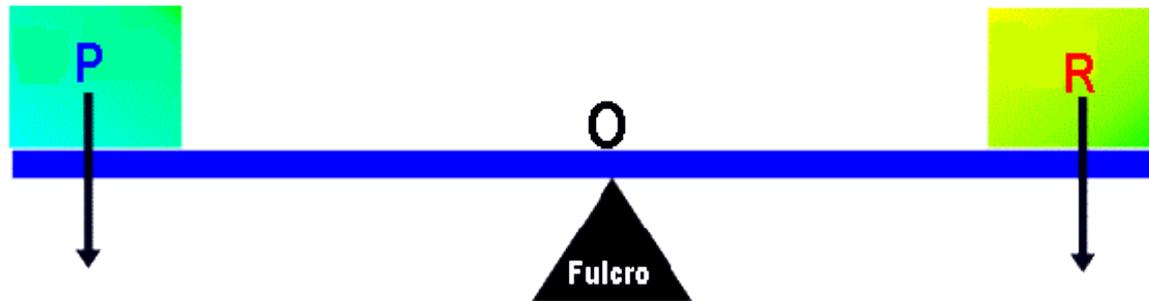
Da ciò si ricava che:

$$B_M > B_R =$$

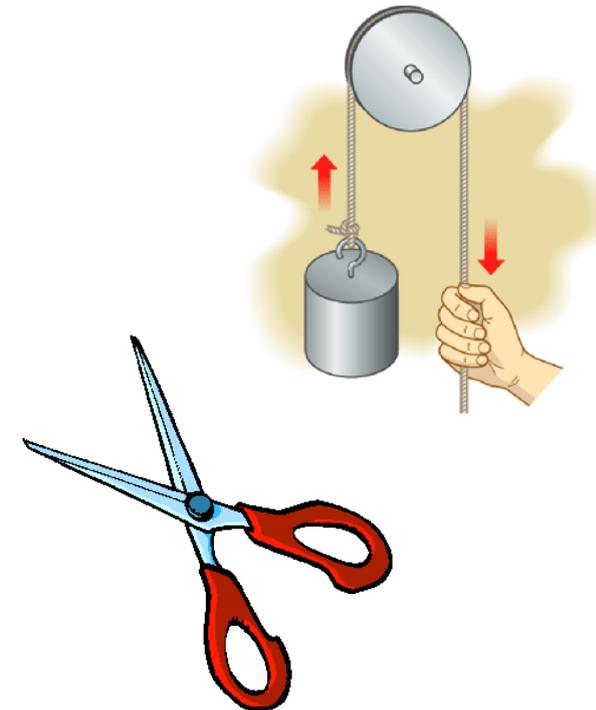
$$R_M < R_R =$$

# Leve di I genere

In una Leva di I genere il fulcro si trova tra la Forza Motrice  $F_M$  (Potenza) e la Forza Resistente  $F_R$ .

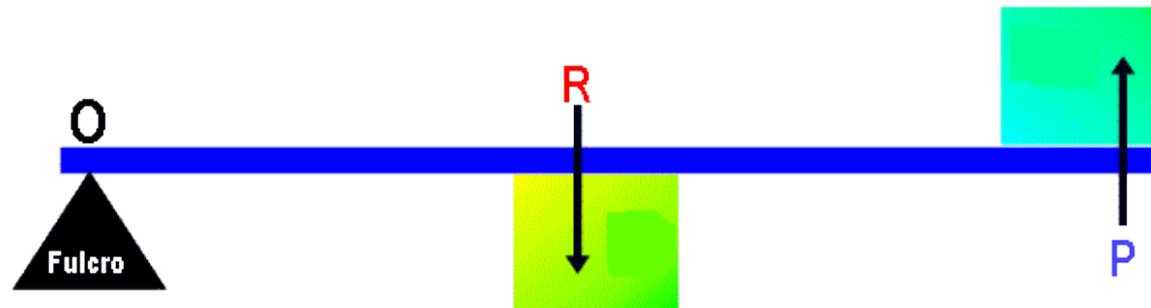


Le leve di I genere possono essere Vantaggiose, Svantaggiose e Indifferenti, a seconda della lunghezza dei bracci: se il braccio della forza motrice è maggiore la leva è vantaggiosa, se è minore la leva è svantaggiosa, se sono uguali la leva è indifferente.



# Leva di II genere

In una Leva di II genere la Forza Resistente  $F_R$  si trova tra la Forza Motrice  $F_M$  (Potenza) e il Fulcro.

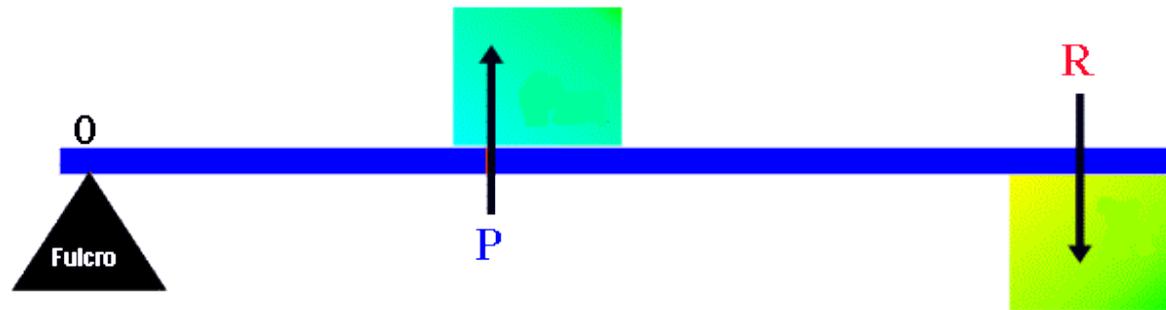


Le leve di II genere sono **SEMPRE VANTAGGIOSE**, perché il braccio della forza motrice è sempre più lungo del braccio della forza resistente.

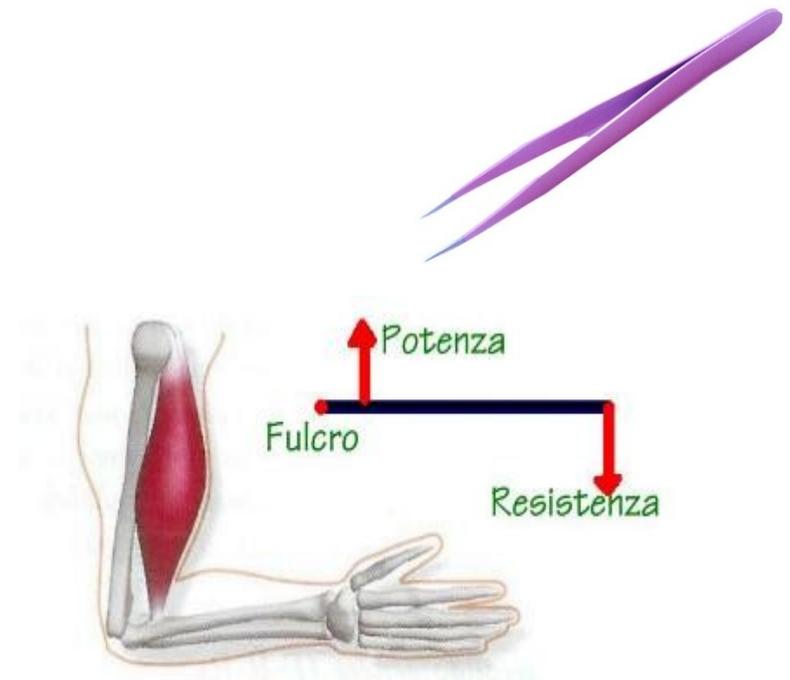


# Leva di III genere

In una Leva di III genere la Forza Motrice  $F_M$  (Potenza) si trova tra la Forza Resistente  $F_R$  e il fulcro.



Le leve di III genere sono **SEMPRE SVANTAGGIOSE**, perché il braccio della forza resistente è sempre più lungo del braccio della forza motrice.



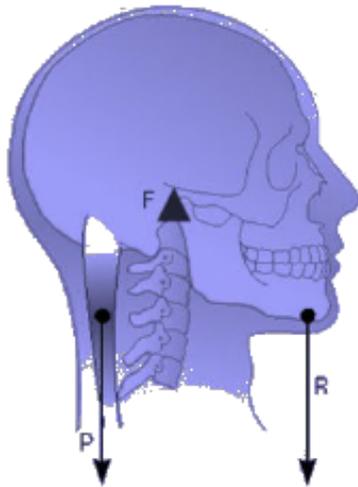
# Esempi di Leve

---

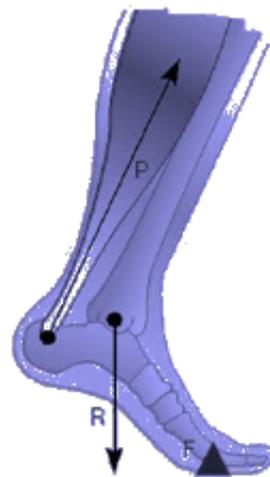
Leva	Fulcro	Forza resistente	Forza applicata	Tipo
Forbici	Cerniera	Oggetto da tagliare	Impugnatura	I
Tenaglia	Cerniera	Chiodo	Impugnatura	I
Carrucola fissa	Asse centrale	Oggetto da sollevare	Forza fisica	I
Vanga	Mano o coscia	Lama con zolla	Altra mano	I
Remo di barca	Acqua	Scalmo	Mani	II
Pagaia doppia(Remo da kayak)	Acqua	Il sedere sulla chiglia	La sommatoria delle mani	
Mantice	Ugello	Sacca d'aria	Impugnatura	II
Carriola	Asse della ruota	Peso da trasportare	Manici	II
Schiaccianoci	Perno	Noce	Mano	II
Braccio umano	Gomito	Oggetto sorretto dalla mano	Bicipite	III
Prendi ghiaccio	Perno	Cubetto di ghiaccio	Mano	III
Pinzetta	Perno	Oggetto da prendere (ad esempio: pelo, francobollo)	Dita	III
Pinza per i carboni ardenti	Perno	Oggetto da prendere (carbone)	Dita	III

# Le leve del corpo umano

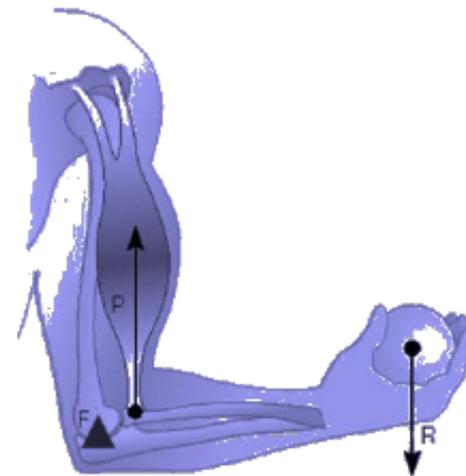
Tutto l'apparato locomotore è basato su un sistema di leve. Questa situazione determina che tutte le volte che c'è movimento, si produce una leva che può essere di primo, di secondo o di terzo tipo



**I genere**  
Interfissa



**II genere**  
Interresistente  
Vantaggiosa



**III genere**  
Interpotente  
Svantaggiosa

# Muscoli e 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**.

**FULCRO** asse di rotazione (di solito l'articolazione, ma può anche essere un punto di appoggio o di presa);

**POTENZA** punto in cui viene applicata la forza (di solito l'origine o l'inserzione muscolare, non il ventre muscolare);

**RESISTENZA** punto in cui viene generata la resistenza stessa (un peso, lo spostamento di un segmento corporeo, la gravità, ecc.).

# Muscoli e leve

Le Leve nel corpo umano sono di notevole importanza. Esse costituiscono il complesso delle catene cinematiche su cui si fonda la possibilità di movimento dell'uomo.

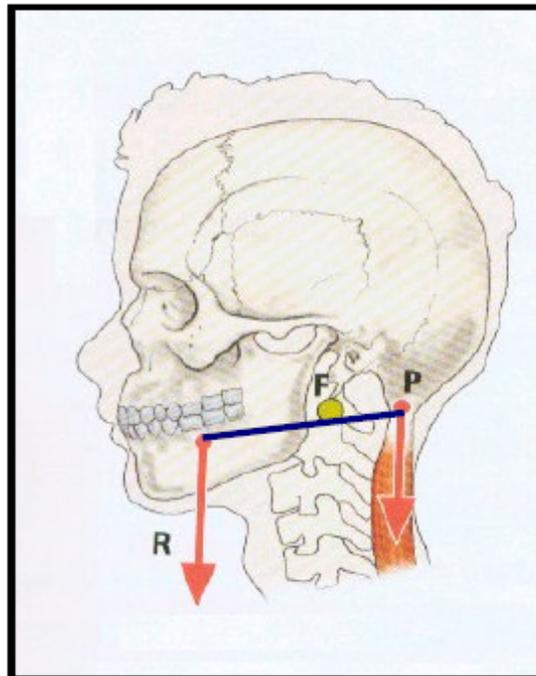
Le forze dovute alla contrazione muscolare, infatti, vengono trasmesse alle diverse parti dei segmenti ossei attraverso un sistema di leve che ne modifica l'intensità e la direzione.

Le leve del corpo umano risultano il più delle volte particolarmente svantaggiose ( $V$  molto minore di uno), in quanto i muscoli scheletrici, inserendosi in prossimità dell'articolazione, hanno un braccio di leva molto corto.

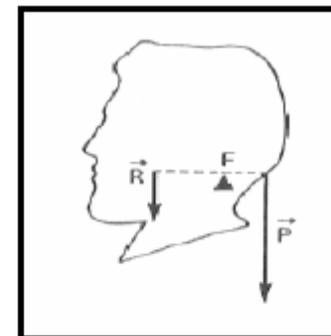
Ciò comporta una notevole amplificazione degli sforzi muscolari rispetto alle resistenze da vincere (peso proprio, carichi esterni, inerzie, attriti, ecc) a fronte, però, di una maggiore ampiezza e velocità di movimento: minimi cambiamenti della lunghezza muscolare determinano, infatti, escursioni significative all'estremità della leva ossea.

# Leve di I genere

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 nucali, 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!

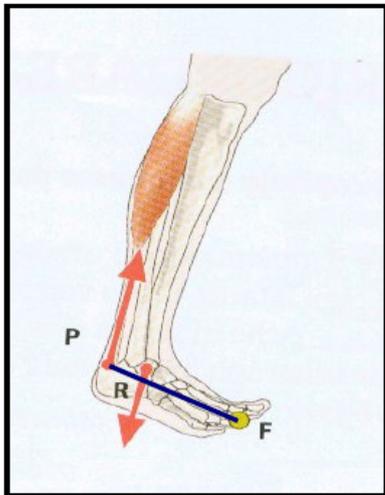


FULCRO	=	ARTICOLAZIONE
Resistenza	=	PESO del CAPO
FORZA	=	MUSCOLI SPLENICI

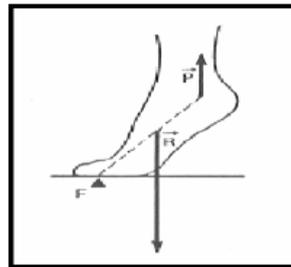


# Leve di II genere

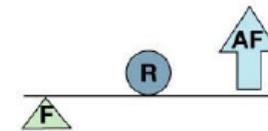
Un esempio di leva del II genere è costituita dal  **piede**: qui resistenza (peso) e potenza (muscolo) si trovano dalla medesima parte rispetto al fulcro, e la potenza ne è più lontana (maggior braccio).



FULCRO = AVANPIEDE  
RESISTENZA = PESO che grava sulla CAVIGLIA  
FORZA = MUSCOLI GEMELLI

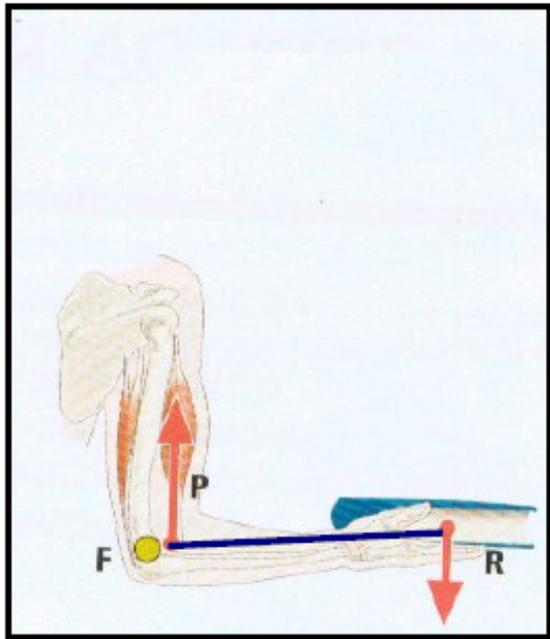


(b) Second-class lever

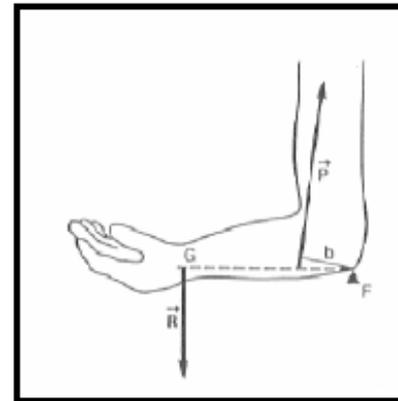


# Leve di III genere

Un esempio di leva del III genere 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.



- FULCRO** = ARTICOLAZIONE del GOMITO
- RESISTENZA** = PESO dell'AVAMBRACCIO e della eventuale massa sostenuta dalla mano
- FORZA** = Forza esercitata dal **M. BICIPITE BRACHIALE**



# Leve di III genere

L'articolazione del gomito col braccio disteso è più svantaggiosa dell'articolazione del gomito col braccio raccolto vicino al tronco poiché in questo caso si può aumentare il braccio della potenza ( $b_m$ ) e diminuire quello della resistenza.

