

Corsi di Laurea in
Scienze motorie - Classe L-22 (D.M. 270/04)

Dr. Andrea Malizia

Lezione 4

Statica

Momenti delle forze

Centro di gravità

Le leve ed il guadagno meccanico

I muscoli

Applicazioni

LA STATICA

Lo scopo della STATICA è il calcolo delle forze agenti su strutture o entro strutture che siano in equilibrio. Lo studio di queste forze permette di stabilire se le strutture possano sostenere le forze senza subire significative deformazioni o fratture. Gli ingegneri e gli architetti devono essere in grado di calcolare le forze agenti sui componenti strutturali di un edificio, di un ponte.

Nel corpo umano la conoscenza delle forze agenti nei muscoli e nelle giunture è di grande importanza per la medicina e la fisioterapia



Fisica

Copyright 2006 Casa Editrice Ambrosiana

SISTEMI RIGIDI ED EQUILIBRIO



Un corpo è in equilibrio quando è fermo e continua a restare fermo.

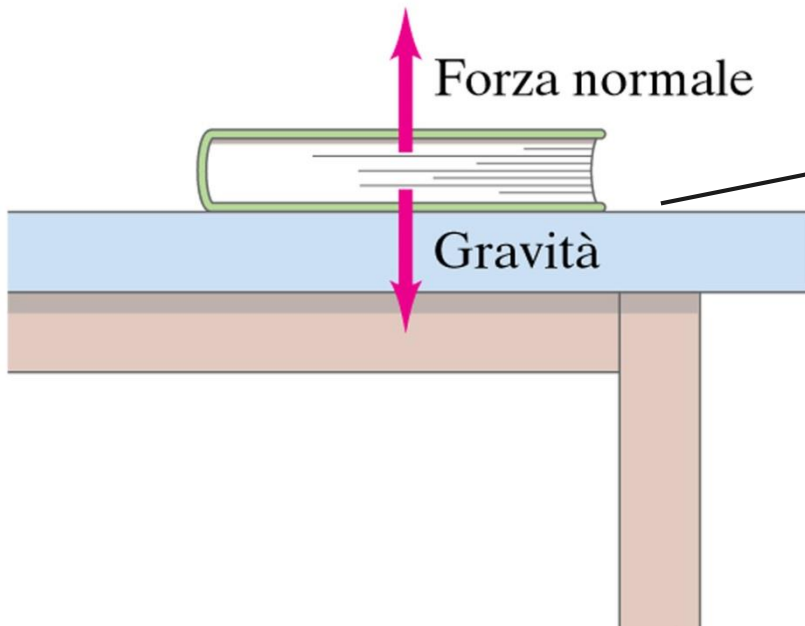
Il punto materiale è un oggetto che è considerato come un punto, perché è piccolo rispetto all'ambiente in cui si trova.

Il corpo rigido è un oggetto esteso che non subisce alcuna deformazione qualunque siano le forze che gli vengono applicate.

Gli oggetti con cui abbiamo comunemente a che fare hanno almeno una forza agente su di essi (la gravità) e, se sono in quiete, devono esistere altre forze agenti su di essi in modo tale che la forza risultante sia nulla.

Un oggetto in quiete su un tavolo, per esempio, subisce l'azione di due forze, la forza di gravità che lo tira verso il basso e la forza Normale che il tavolo esercita su di lui verso l'alto.

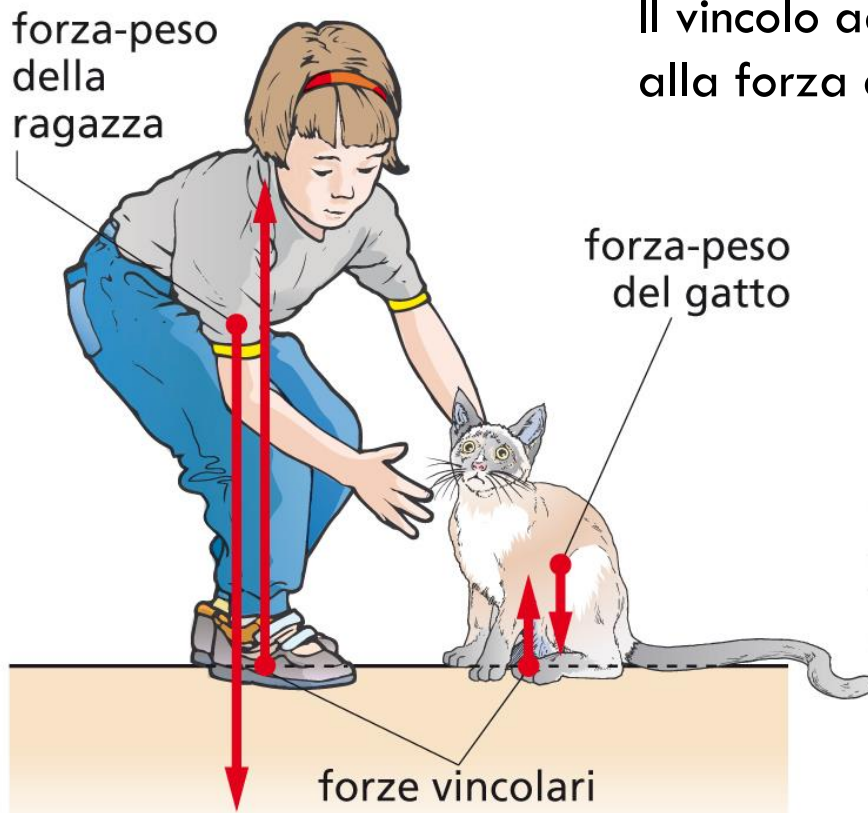
Poiché la forza risultante è nulla, la forza esercitata dal tavolo verso l'alto deve essere in modulo uguale alla forza di gravità, diretta verso il basso.



Il corpo è in equilibrio sotto l'azione delle due forze.

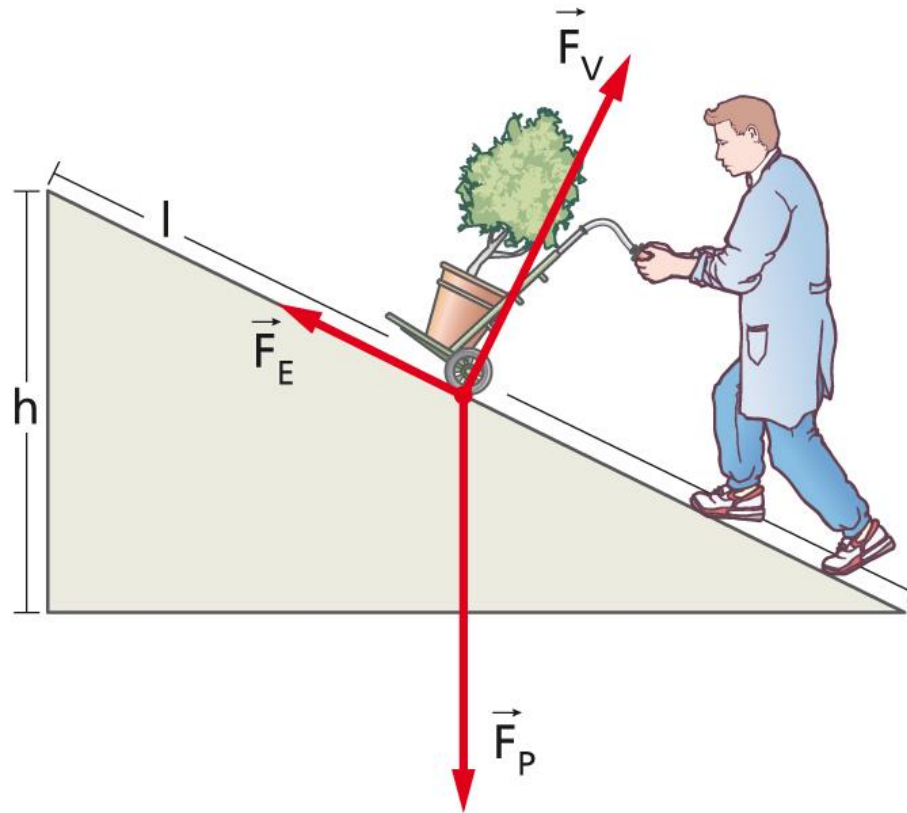
Le forze vincolari

Un **vincolo** è un oggetto che impedisce a un corpo di compiere alcuni movimenti.

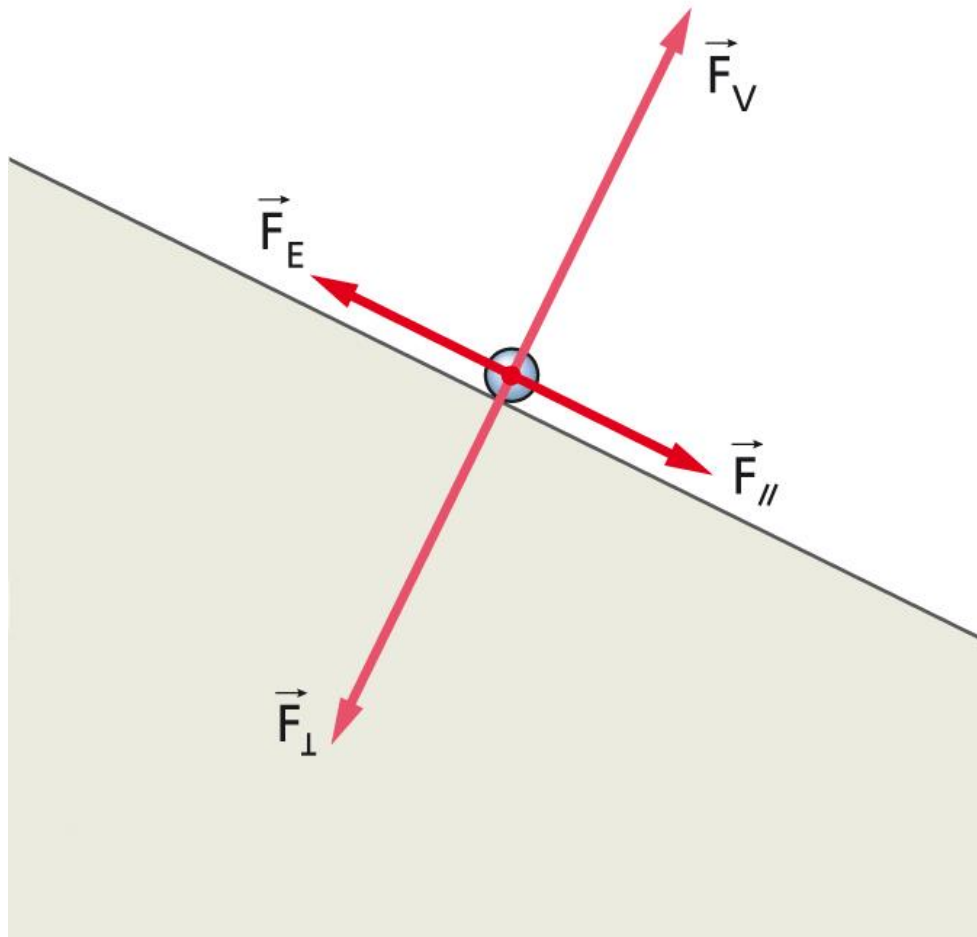


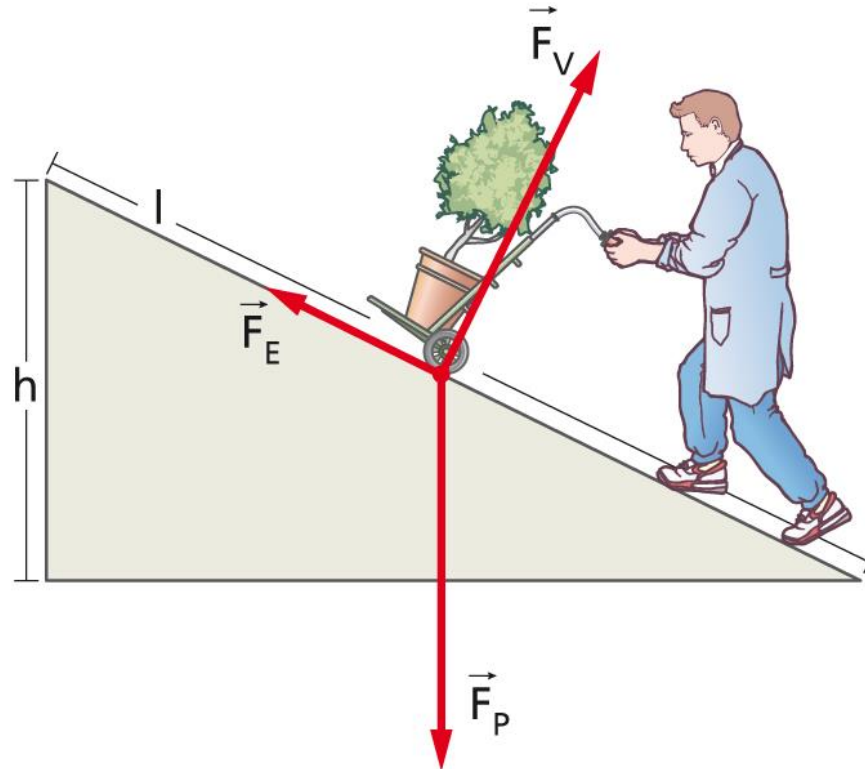
Il vincolo adatta la propria reazione alla forza attiva che agisce su di esso.

Tutti i vincoli si rompono se sono sottoposti a forze eccessive.



Che forza deve applicare l'uomo per mantenere fermo il vaso?





forza equilibrante (N) —————

forza-peso (N)

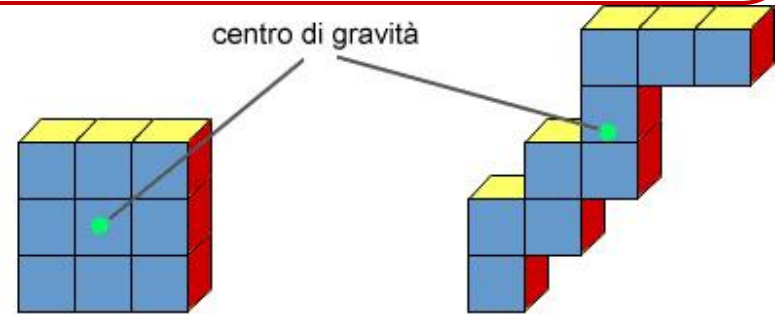
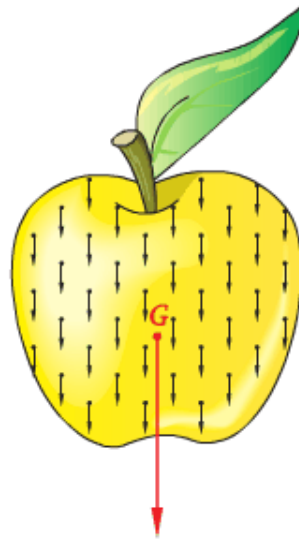
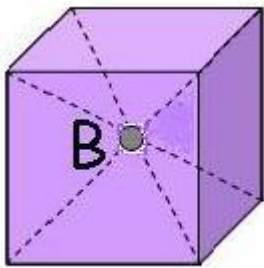
altezza (m)

lunghezza (m)

$$F_E = F_P \frac{h}{l}$$

BARICENTRO

Il *baricentro* o *centro di gravità* di un corpo rigido è quel punto del corpo al quale si può ritenere che sia applicata la forza risultante di tutte le forze peso parallele, applicate a loro volta alle parti piccolissime di materia che compongono il corpo.



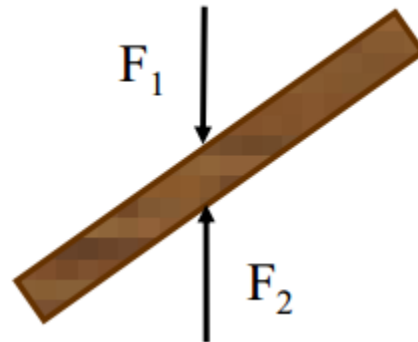
CORPO RIGIDO E EQUILIBRIO

Per l'**equilibrio** di un **CORPO RIGIDO** il fatto che la risultante delle forze su esso agenti sia nulla è una **condizione necessaria ma non sufficiente**.

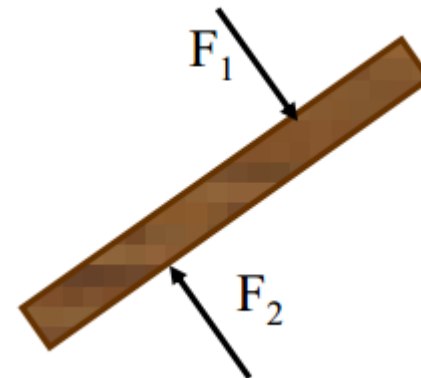
Consideriamo, ad esempio, una bacchetta rigida cui applichiamo due forze di uguale intensità ma verso opposto, così che la loro risultante sia nulla.

A seconda di come sono applicate le due forze la bacchetta sarà in equilibrio (Caso A) oppure ruoterà (caso B):

Caso A



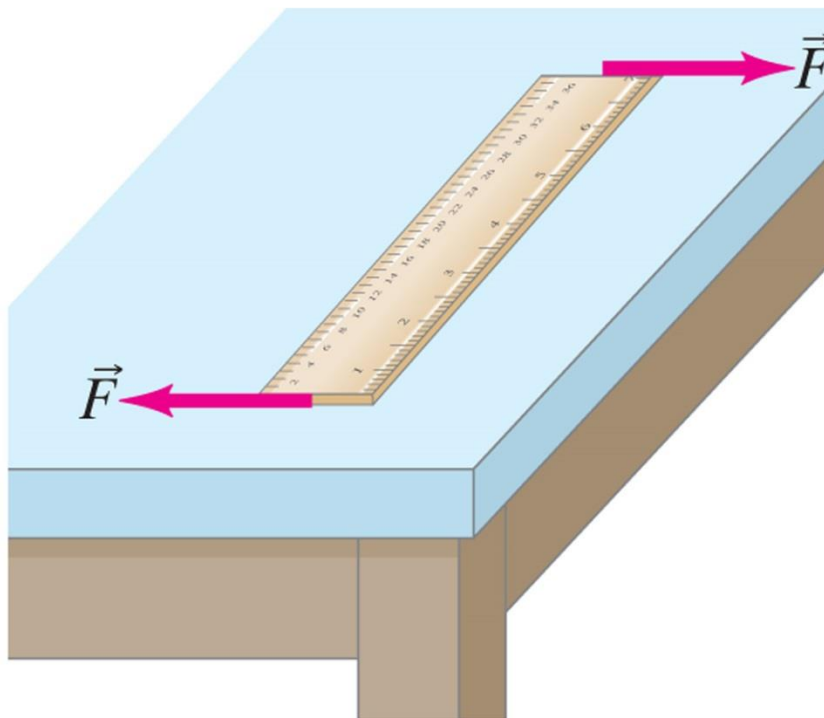
Caso B



Quindi la condizione che la risultante sia nulla, soddisfatta in entrambi i casi, non è sufficiente a garantire l'equilibrio del corpo.

SECONDA CONDIZIONE DI EQUILIBRIO

Affinché un oggetto sia in equilibrio, non è sufficiente che la somma delle forze sia uguale a zero. Ad esempio sul righello in figura, nonostante le due forze F si sommino dando una forza risultante nulla, esse producono un momento torcente risultante diverso da zero che farà ruotare l'oggetto



Un corpo per rimanere in quiete, deve valere anche la seguente condizione detta seconda condizione di equilibrio: **la somma dei momenti torcenti agenti su un corpo deve essere zero.**

$$\sum M = 0$$

L'equilibrio di un corpo rigido

Un corpo rigido fermo rimane in **equilibrio** quando:

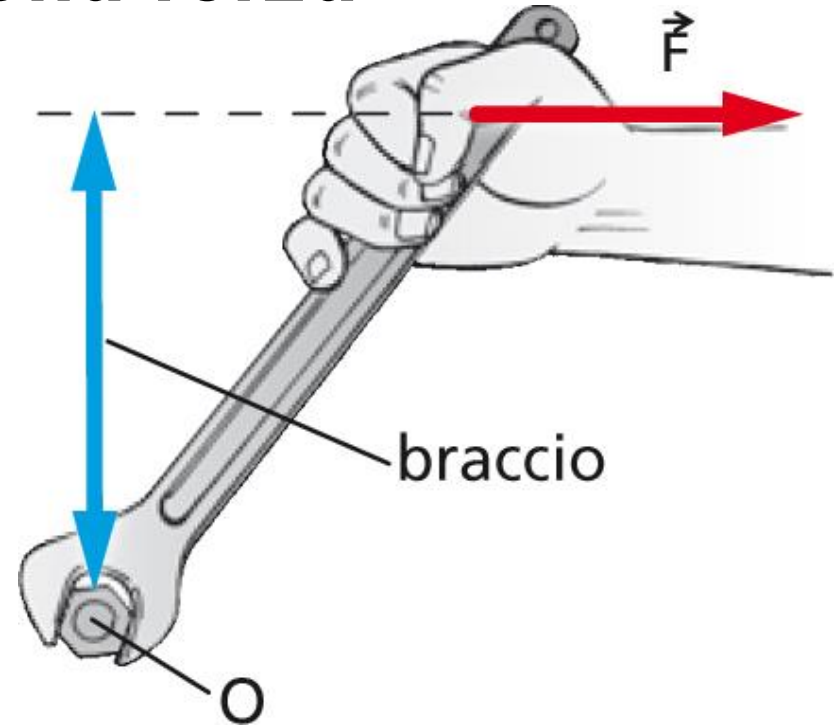
- la somma vettoriale delle *forze* applicate su di esso è uguale a zero;
- la somma vettoriale dei *momenti delle forze*, calcolati rispetto a un punto qualsiasi, è uguale a zero.

Modello	Proprietà rilevanti	Grandezze	Equilibrio
Punto materiale	Si sposta nello spazio. Non ruota.	Forze	$\vec{F}_{tot} = 0$
Corpo rigido	Si sposta nello spazio. Ruota.	Forze Momenti	$\begin{cases} \vec{F}_{tot} = 0 \\ \vec{M}_{tot} = 0 \end{cases}$

Il braccio di una forza

Il **braccio** di una forza F rispetto a un punto O è dato dalla distanza tra il punto O e la retta che contiene F . Perché la rotazione del bullone è più agevole se la chiave inglese è più lunga?

Il momento di una forza F rispetto a un punto O è uguale al prodotto dell'intensità F della forza per il braccio b .



momento della forza ($N \cdot m$)

$$M = Fb$$

forza (N)

braccio (m)

Il momento di una coppia di forze

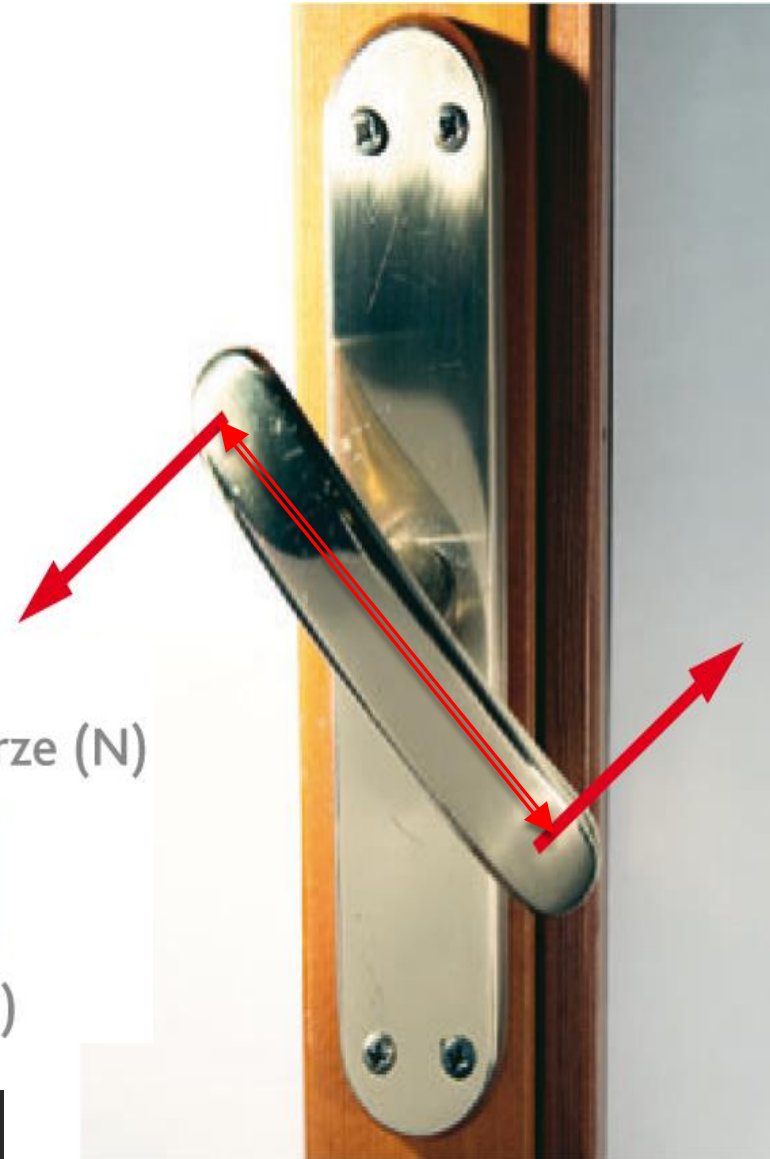
Il **momento di una coppia** è dato dalla somma dei momenti delle forze rispetto al punto medio O .
Esso è uguale al prodotto dell'intensità F di una forza per la distanza d tra le rette di azione delle due forze.

momento della coppia ($N \cdot m$)

intensità di una delle forze (N)

$$M = Fd$$

distanza (m)



EQUILIBRIO DI UN CORPO RIGIDO

Un **CORPO RIGIDO** è in **EQUILIBRIO** se:

- 1) la forza risultante di tutte le forze ad esso applicate è nulla:

$$\vec{F}_{\text{Risultante}} = \sum_i \vec{F}_i = 0$$

- 2) il momento risultante di tutti i momenti di tutte le forze applicate al corpo, determinati rispetto ad uno stesso punto, è nullo:

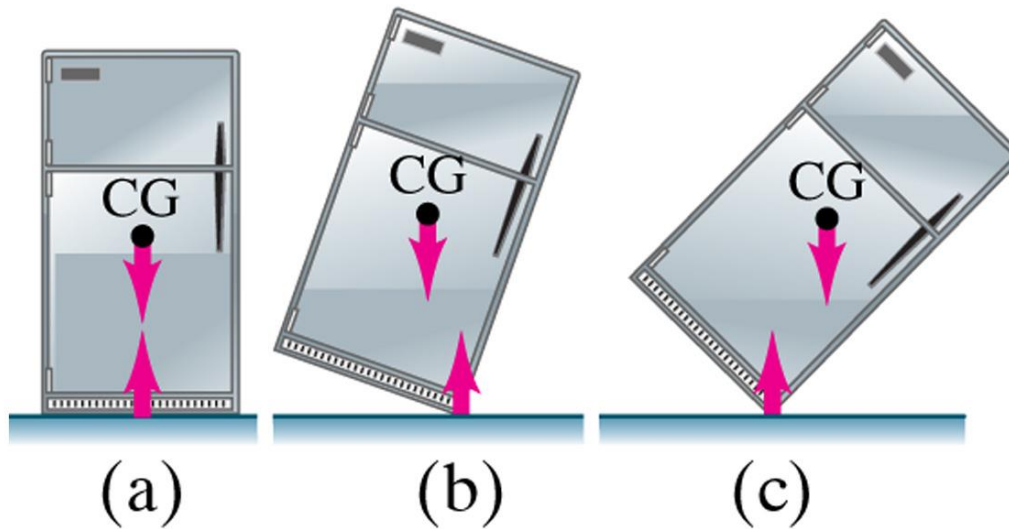
$$\vec{M}_{\text{Risultante}} = \sum_i \vec{M}_i = 0$$

Se sono soddisfatte queste condizioni il corpo non trasla e non ruota, quindi è in equilibrio.

EQUILIBRIO E STABILITÀ

- ❑ Un corpo è in **equilibrio stabile** se, spostandolo di poco dalla sua posizione di equilibrio, tende naturalmente a ritornarvi;
- ❑ Un corpo è in **equilibrio instabile** quando, scostandolo di poco dalla sua posizione di equilibrio, tende ad allontanarsi ancora di più;
- ❑ Un corpo è in **equilibrio indifferente** quando, spostato di poco dalla sua posizione di equilibrio, rimane stabilmente nella nuova posizione.

EQUILIBRIO E STABILITÀ

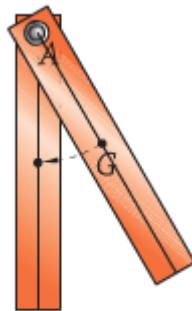


Fisica
Copyright 2006 Casa Editrice Ambrosiana

EQUILIBRIO E STABILITÀ

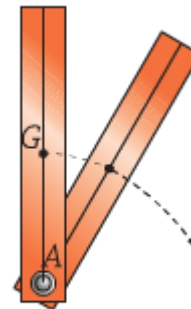
Esempio 1:

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



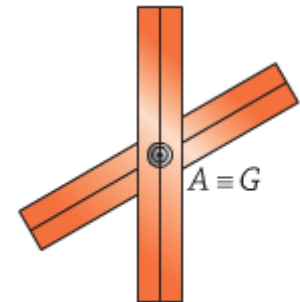
Equilibrio stabile

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

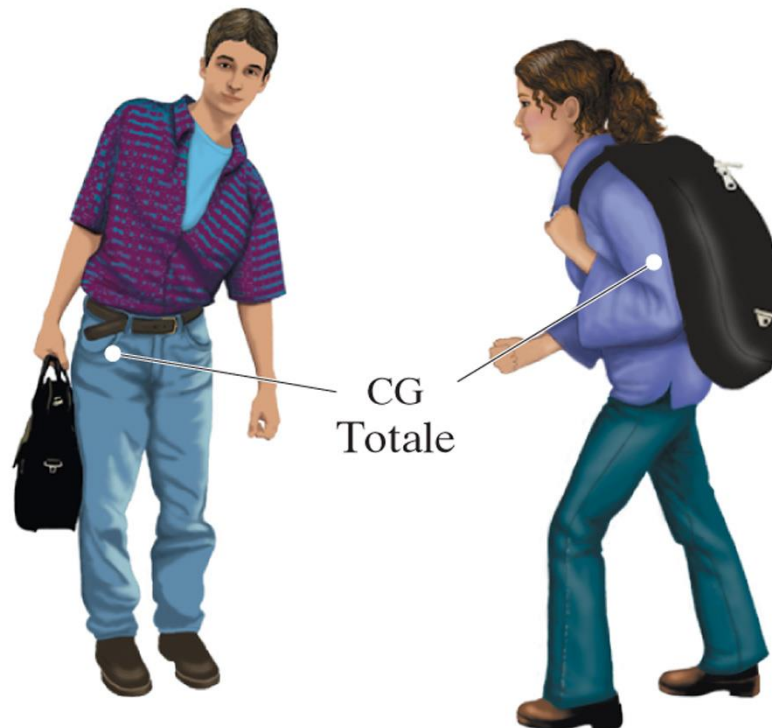
Esempio 2:

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 E STABILITÀ

Gli uomini sono molto meno stabili dei mammiferi quadrupedi sia perché hanno una base maggiore di appoggio avendo quattro zampe, sia perché il baricentro è più basso.



Fisica
Copyright 2006 Casa Editrice Ambrosiana

LE 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).

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**

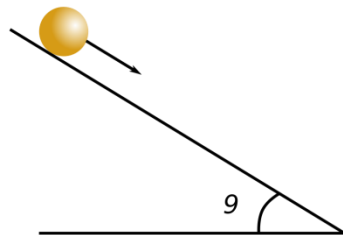
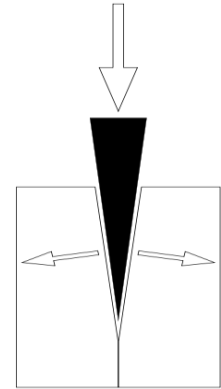
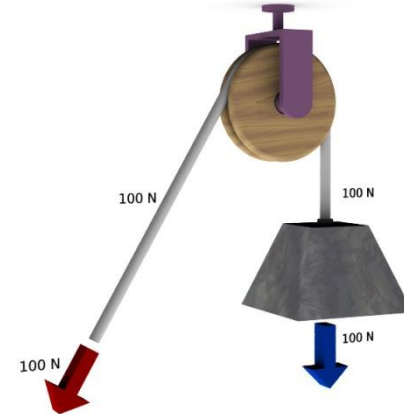
$G < 1$  **MACCHINA SVANTAGGIOSA**

$G = 1$  **MACCHINA INDIFFERENTE**

LE MACCHINE SEMPLICI

Esistono sei tipi di macchine semplici tradizionalmente riconosciute:

- 1) la leva;
- 2) l'asse della ruota;
- 3) la puleggia;
- 4) il piano inclinato;
- 5) la vite;
- 6) il cuneo.

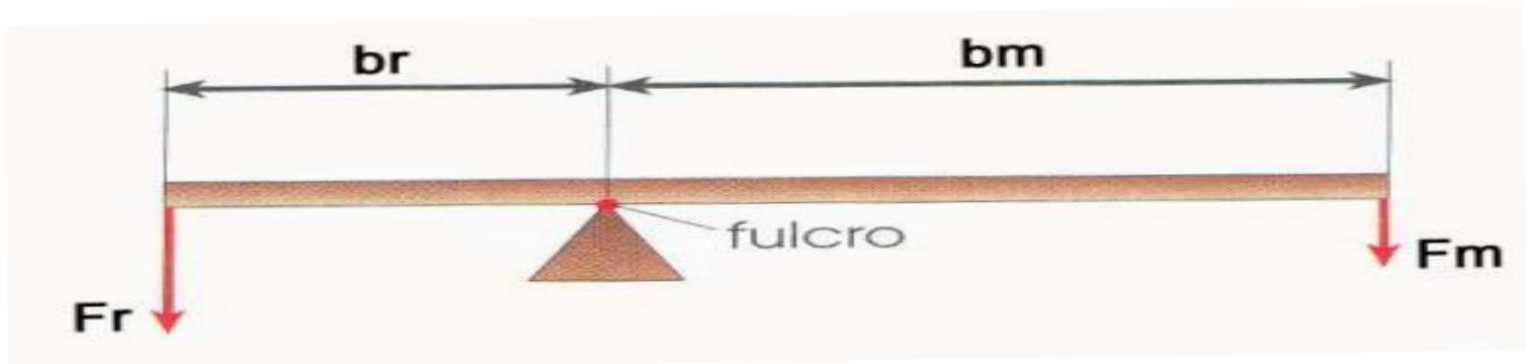


LE LEVE

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

Il principio della leva fu "scoperto" da Archimede, il matematico greco, che disse ...





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

$$F_R \cdot B_R = F_M \cdot B_M \Rightarrow G = \frac{F_R}{F_M} = \frac{B_M}{B_R}$$

Da ciò si ricava che:

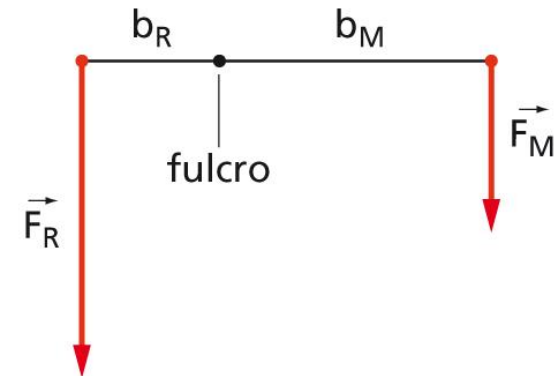
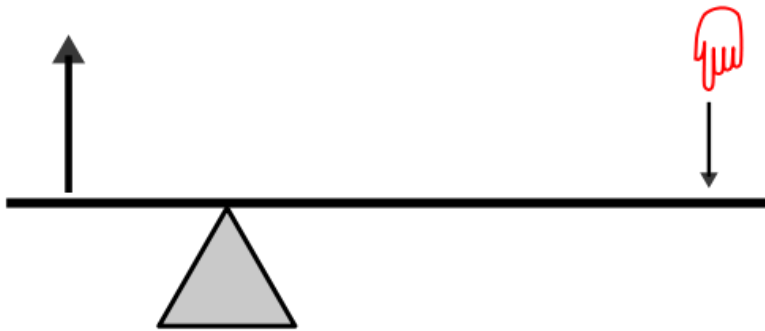
$$B_M > B_R \Rightarrow \text{Leva Vantaggiosa}$$

$$B_M < B_R \Rightarrow \text{Leva Svantaggiosa}$$

$$B_M = B_R \Rightarrow \text{Leva Indifferente}$$

LEVA DI I GENERE

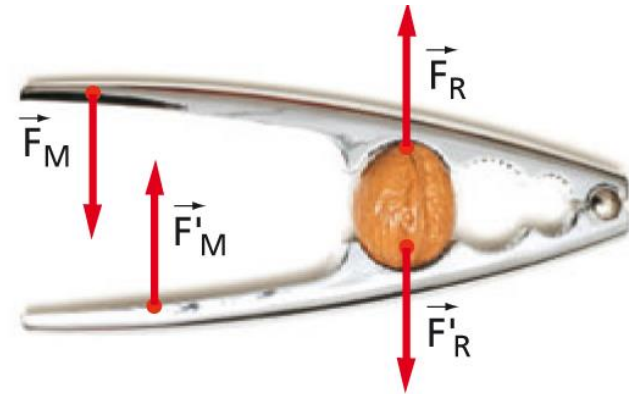
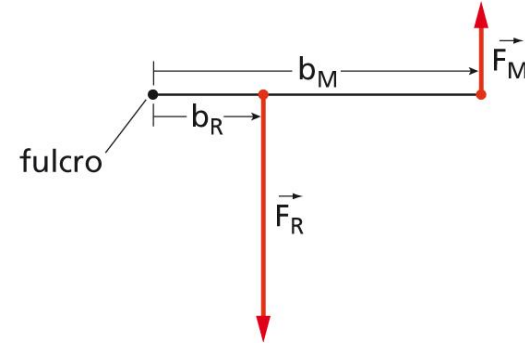
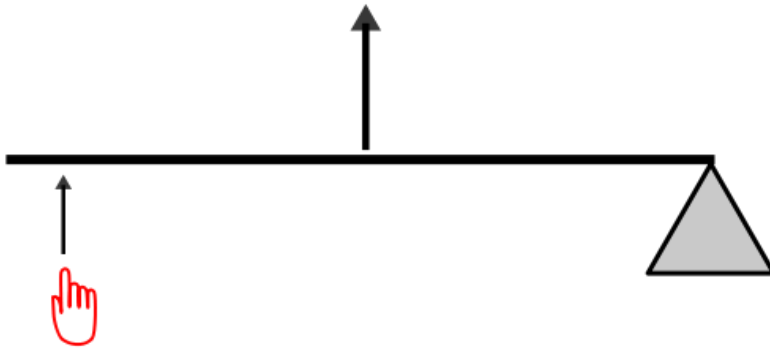
In una Leva di I genere il fulcro si trova tra la Forza Motrice F_M e la Forza Resistente F_R .



Le leve di I genere possono essere Vantaggiose, Svantaggiose e Indifferenti, a seconda della lunghezza dei bracci:

LEVA DI II GENERE

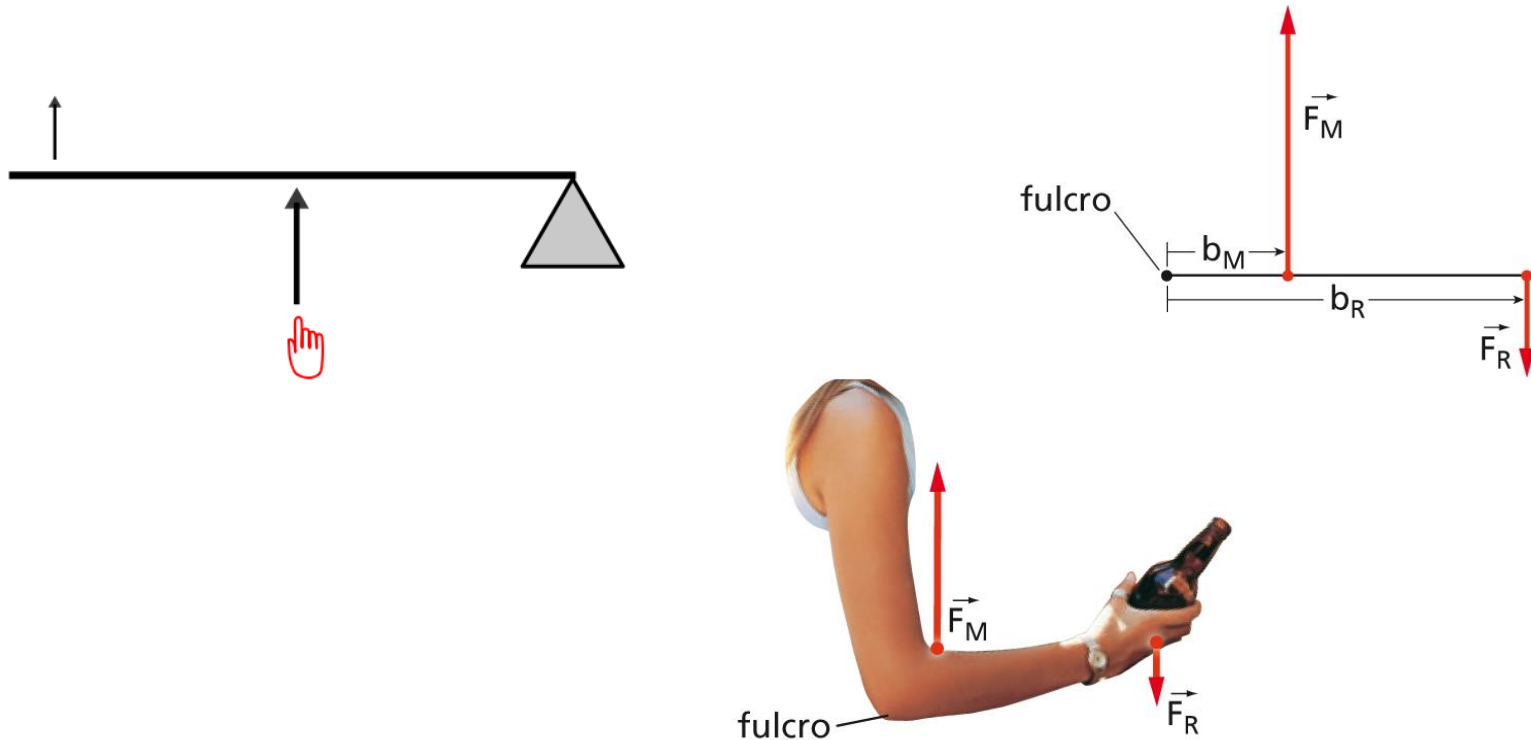
In una Leva di II genere la Forza Resistente F_R si trova tra la Forza Motrice F_M e il fulcro.



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

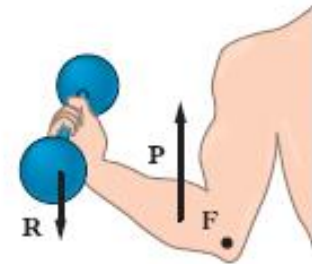
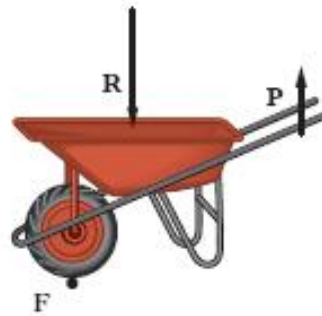
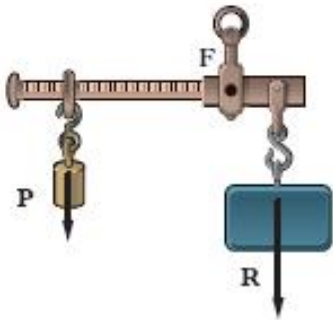
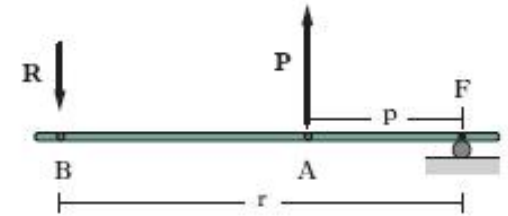
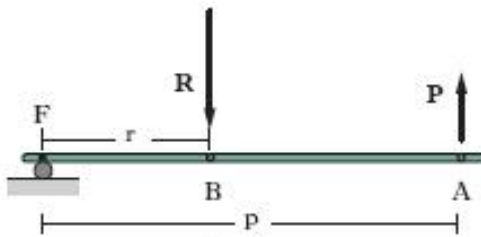
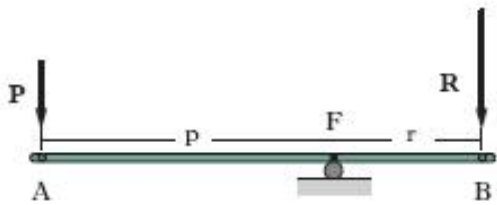
LEVA DI III GENERE

In una Leva di III genere la Forza Motrice F_M 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.

RIASSUMENDO



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

Il sistema muscolare

Il sistema muscolare è costituito da organi, i muscoli, che generano movimenti grazie alla loro capacità di contrarsi, accorciandosi o ingrossandosi.

I muscoli sono costituiti da tessuto muscolare che può essere

striato



formato da cellule allungate dette fibre con striature trasversali, tipico dei muscoli volontari

liscio



formato da cellule allungate a forma di fuso con striature longitudinali, tipico dei muscoli involontari (es. app. digerente, vasi sanguigni..)

Tipi di muscoli

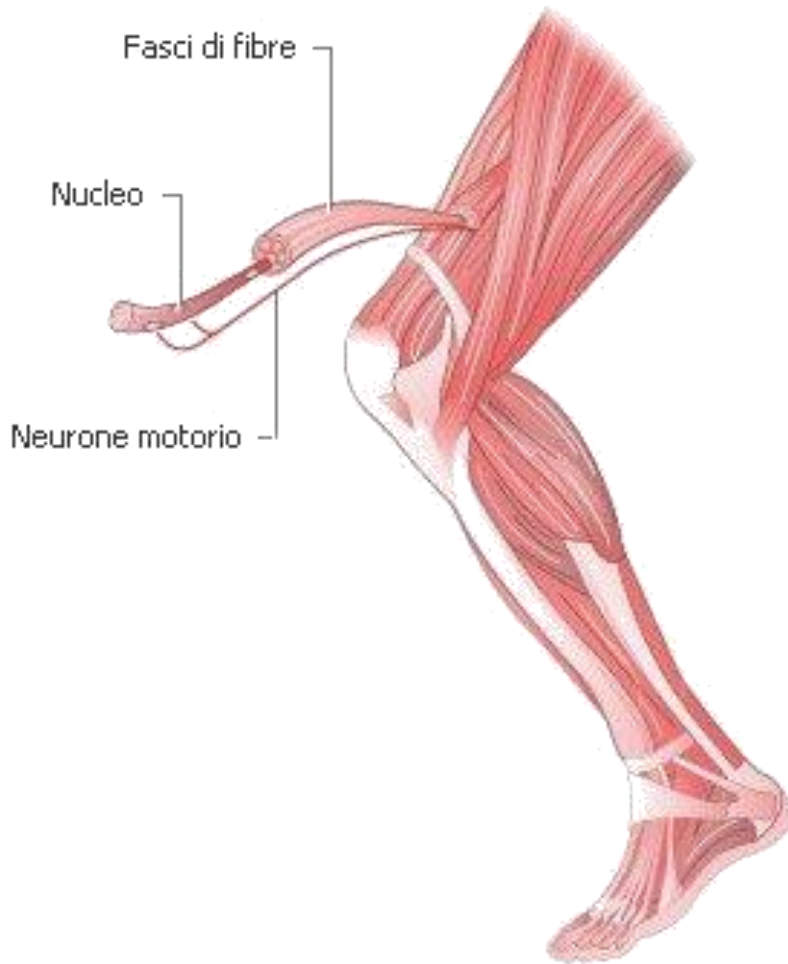
I muscoli del corpo umano sono più di 600 e costituiscono circa la metà del nostro peso corporeo.

I muscoli possono essere scheletrici e viscerali.

I muscoli scheletrici sono quelli che realizzano il movimento in collaborazione delle ossa (es. muscoli della faccia per sorridere o fischiare). Essi sono volontari

I muscoli viscerali sono muscoli di organi interni (quali l'esofago o delle pareti dell'apparato digerente). Essi sono involontari

I muscoli scheletrici



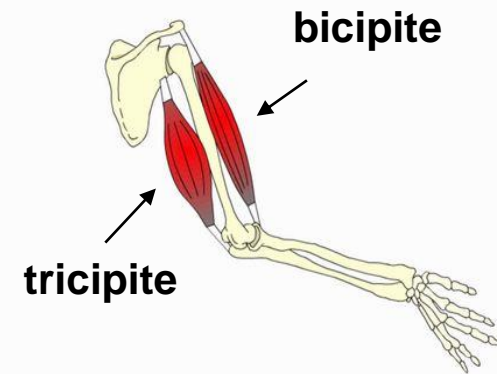
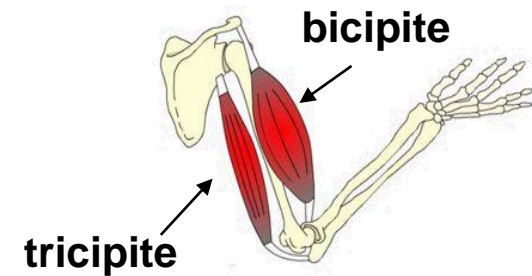
Hanno forma affusolata e sono formati da fasci di fibre. Ogni muscolo scheletrico è collegato alle ossa per mezzo dei **tendini**. Questo legame fa sì che il muscolo, contraendosi eserciti una trazione che sposta l'osso. Al muscolo arrivano le terminazioni nervose che danno l'impulso per la contrazione e vasi sanguigni che conducono alle cellule sostanze nutritive e ossigeno (mioglobina)

I muscoli producono movimento in seguito alla “trazione” che essi esercitano sulle ossa che si comportano come leve il cui fulcro è in corrispondenza delle articolazioni.

La maggior parte dei movimenti del corpo sono resi possibili grazie all’azione coordinata dei muscoli **agonisti e antagonisti**. Per comprendere questo concetto possiamo riferirci al movimento dell’avambraccio sul braccio in cui la coppia **agonista-antagonista** in azione è data dal **bicipite-tricipite**.

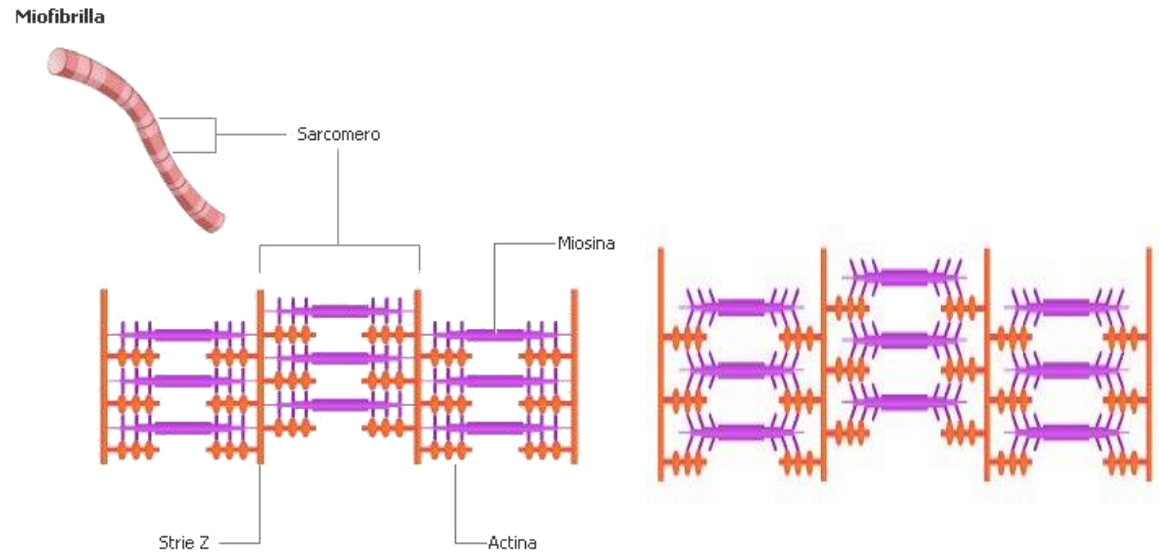
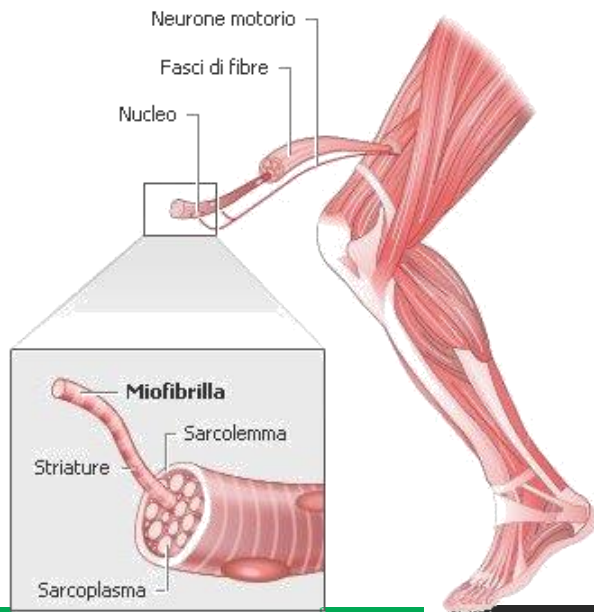
Esempio

La **flessione del braccio sull’avambraccio** è resa possibile dalla contrazione del bicipite e rilassamento del tricipite. La distensione dell’avambraccio è data viceversa dalla contrazione del tricipite e dal rilassamento del bicipite.



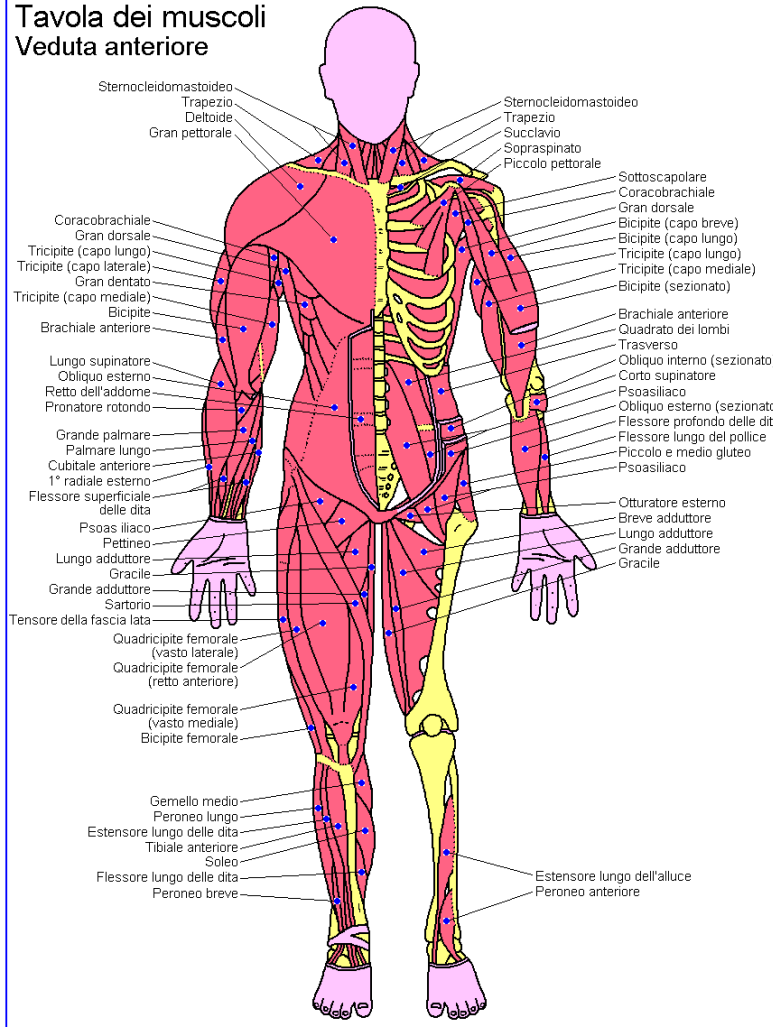
La contrazione muscolare

Le fibre muscolari hanno alcune particolarità: esse presentano dei sottili filamenti detti **miofibrille** che conferiscono al muscolo l'aspetto striato dovuto all'alternarsi tra bande scure e bande chiare (**sarcomero**). Esse sono formate da due tipi di filamenti formati da sostanze proteiche **actina** e **miosina**. All'arrivo dell'impulso nervoso, queste sostanze fanno contrarre il muscolo accorciandolo e lo rilasciano, allungandolo.

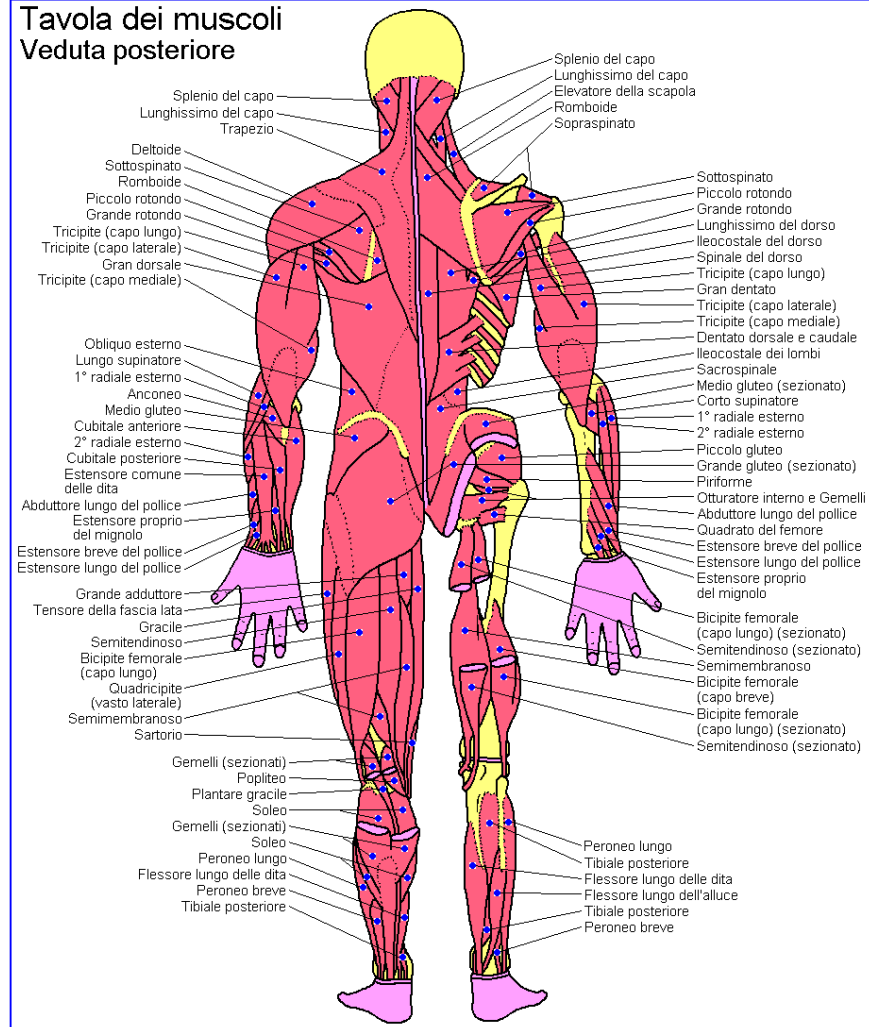


MUSCOLI ANTERIORI e POSTERIORI

**Tavola dei muscoli
Veduta anteriore**






**Tavola dei muscoli
Veduta posteriore**

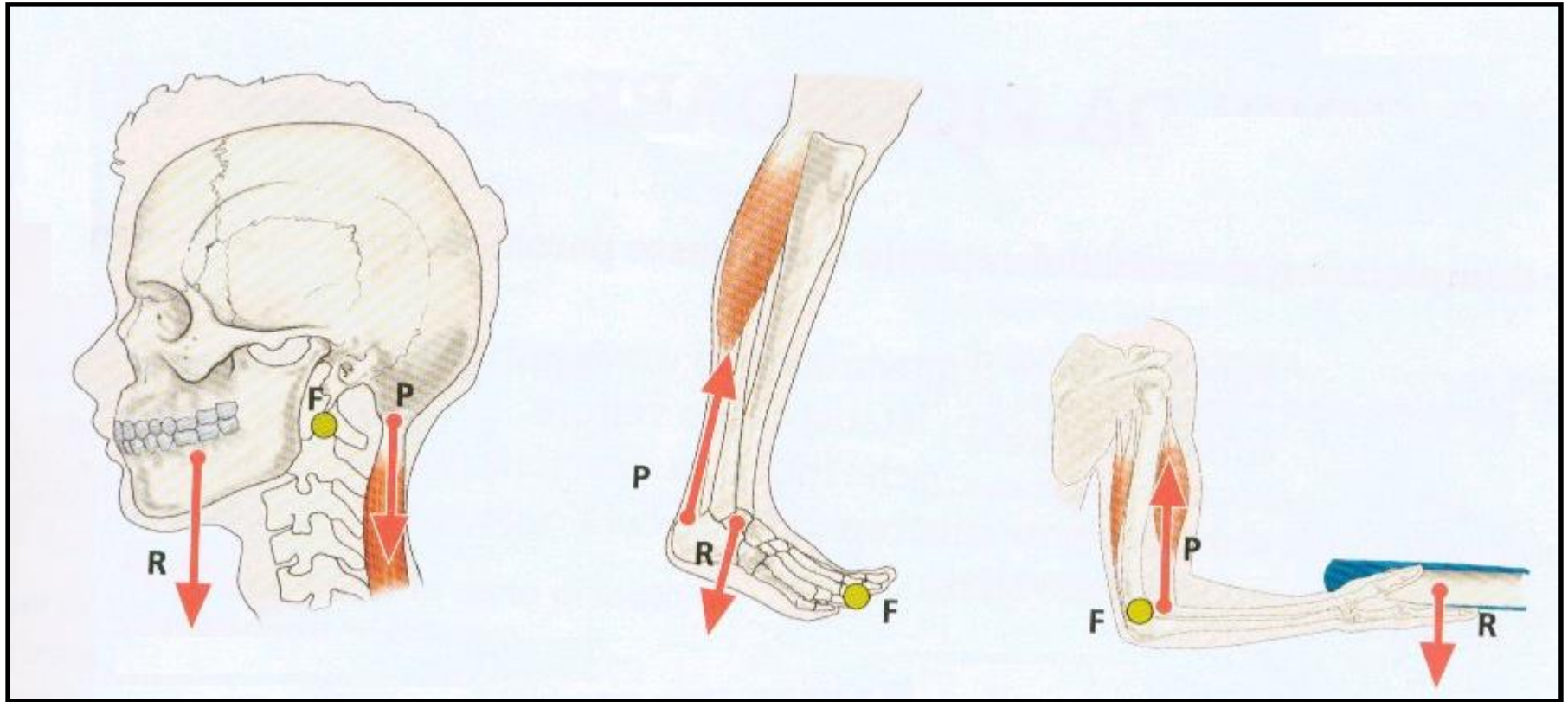


LE LEVE DEL CORPO UMANO

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.).

Le leve del corpo umano



1° genere

2° genere

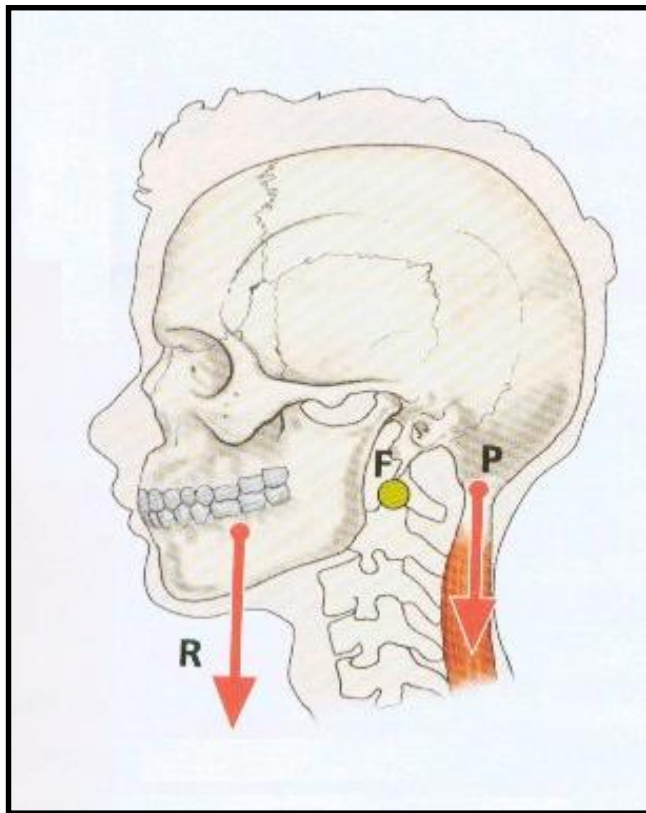
3° genere

Articolazione di appoggio del capo

Atlanto – Occipitale.

Leva di 1° GENERE

In questo caso **SVANTAGGIOSA** → **bP è < di bR**

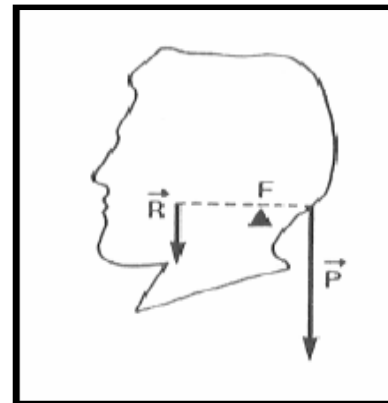


FULCRO = ARTICOLAZIONE

Resistenza = PESO del CAPO

POTENZA = MUSCOLI SPLENICI

(posteriori del collo)

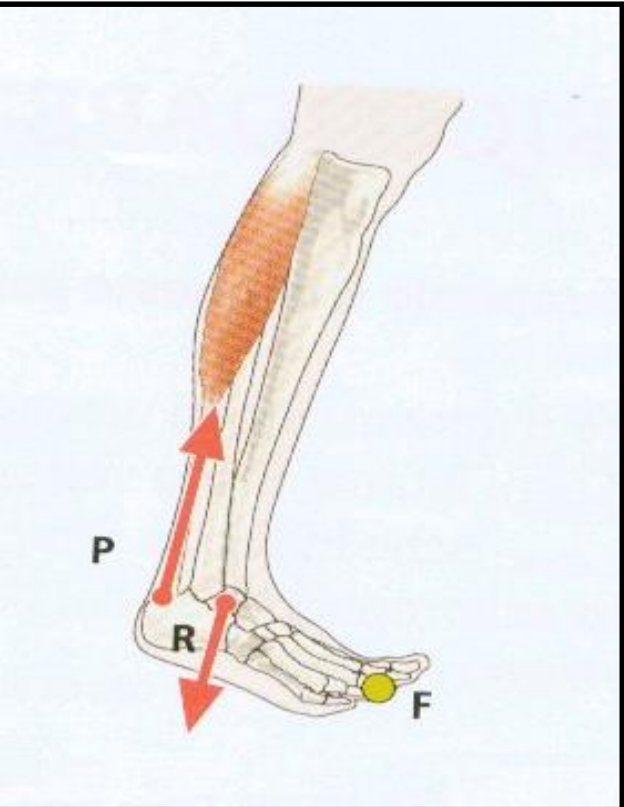


Sollevamento sugli avampiedi

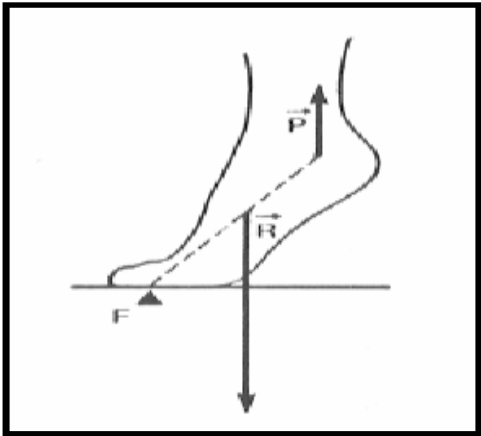
Flessione plantare del piede dalla stazione eretta

Leva di 2° GENERE

VANTAGGIOSA → **bP è > di bR**



- FULCRO** = DITA
- RESISTENZA** = PESO che grava sulla CAVIGLIA
- POTENZA** = MUSCOLI GEMELLI
(esercitano una trazione sul Tendine di Achille)

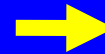


Articolazione del Gomito

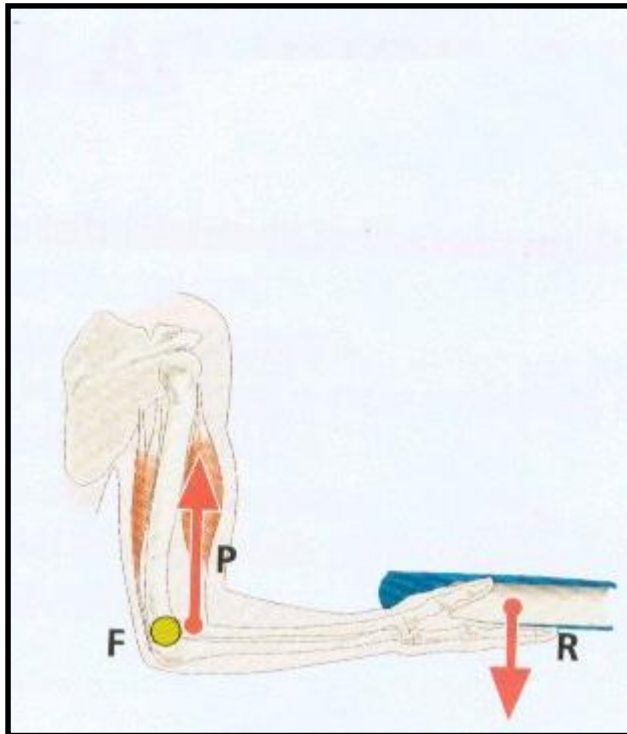
Flessione dell'avambraccio sul braccio

Leva di 3° GENERE

SVANTAGGIOSA



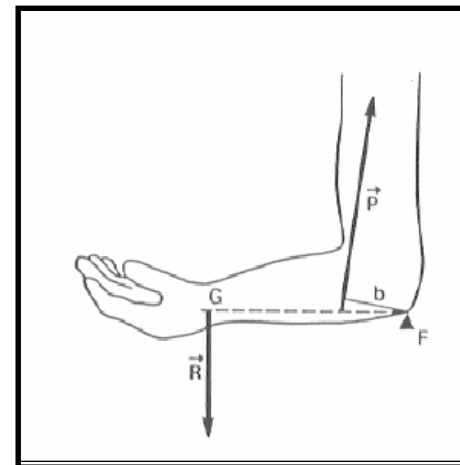
bP è < di bR



FULCRO = ARTICOLAZIONE del GOMITO

RESISTENZA = PESO dell'AVAMBRACCIO e della eventuale massa sostenuta dalla mano

POTENZA = Forza esercitata dal **M. BICIPITE BRACHIALE**



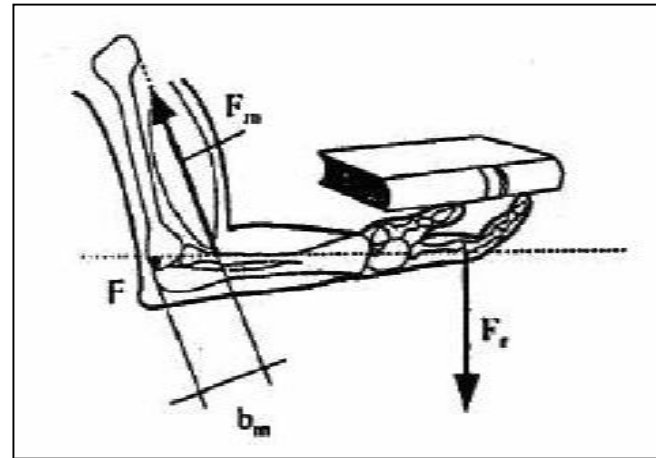
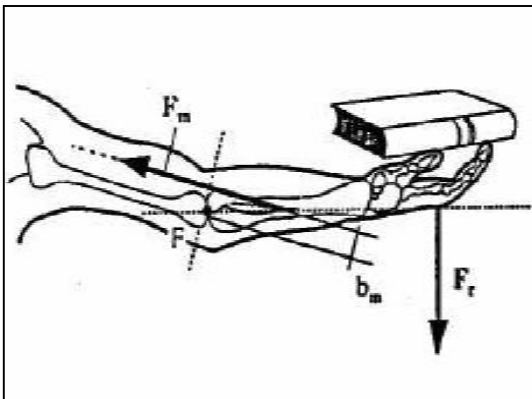
Articolazione del Gomito

Flessione dell'avambraccio sul braccio

Leva di 3° GENERE

SVANTAGGIOSA → bP è < di bR

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_p) e diminuire quello della resistenza (B_r).



RIFERIMENTI

- 0) Elementi di Fisica Biomedica. Edises, E. Scannicchio – E. Giroletti
- 1) Massimiliano Morena. “Accuratezza, precisione, tipi di errori e cifre significative dei dati analitici». IIS “Gobetti - Marchesini Casale” sezione Tecnica Chimica e Materiali Analisi chimica, elaborazione dati e Laboratorio.
- 2) <http://ctntes.arpa.piemonte.it/Raccolta%20Metodi%202003/html/frame/descrizionequalit.htm>
- 3) http://personalpages.to.infn.it/~zaninett/libri/libro6_latex_html/node13.html
- 4) http://www.ing.unitn.it/~zatelli/cartografia_numerica/slides/Sistemi_di_riferimento.pdf
- 5) <https://www.docenti.unina.it/downloadPub.do?tipoFile=md&id=260217>
- 6) <http://www.youtube.com/watch?v=RzZYhZEecZM>
- 7) www.docente.unicas.it/useruploads/193/files/lezione_2_apparato_locomotore.pptx
- 8) enricocastello.info/Fisica/Le%20leve.ppt
- 9) www.suism.unito.it/didattica/att/4473.2133.file.pdf