

Università degli Studi di Milano
Facoltà di Medicina e Chirurgia

CORSO DI LAUREA : INFERMIERISTICA

Corso di Fisica A.A. 2022-2023

Docente: Marie Claire Cantone

marie.cantone@unimi.it

2. MECCANICA

MECCANICA

CINEMATICA – descrive il moto a prescindere dalle cause.

DINAMICA – studia le equazioni del moto note le forze applicate.

STATICA – studia le condizioni di equilibrio per i corpi rigidi.

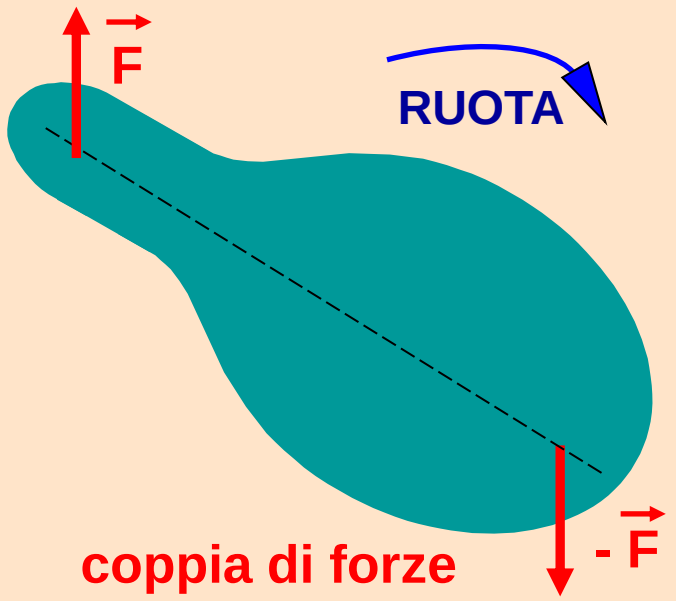
2.3 STATICA

STATICA

Studia le condizioni che mantengono in equilibrio un corpo soggetto a forze.

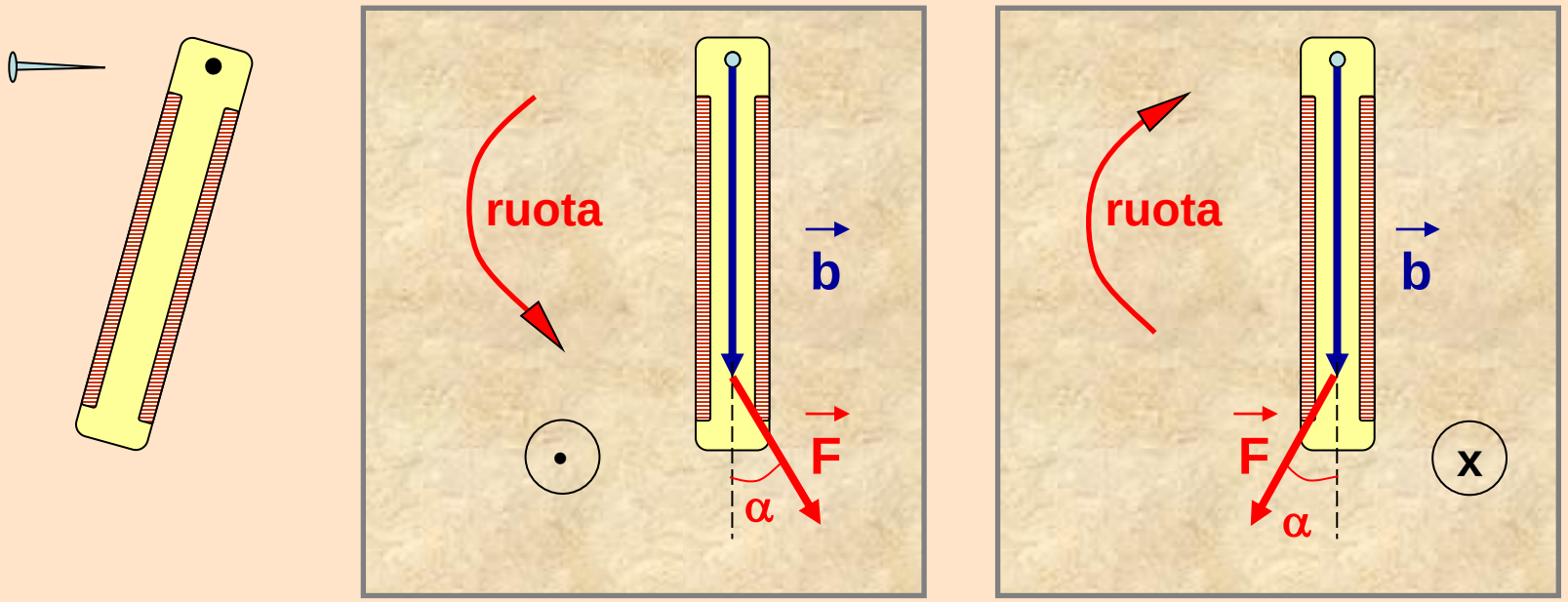
Per un corpo puntiforme la condizione di equilibrio è che la risultante di tutte le forze applicate sia nulla ($\vec{F}=0$).

Per un CORPO RIGIDO la condizione $\vec{F} = 0$ non è più sufficiente.



CORPO RIGIDO = corpo esteso che non si deforma sotto l'azione di forze.

Momento di una forza



Momento di una forza rispetto ad un punto detto polo è il prodotto vettoriale del braccio per la forza.

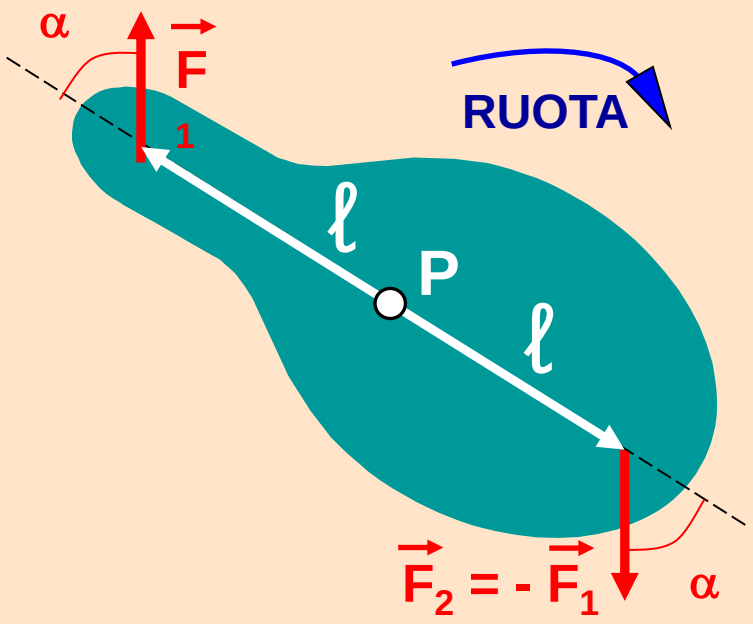
$$\vec{M} = \vec{b} \times \vec{F}$$

modulo	$M = b\,F \operatorname{sen} \alpha$
direzione	$\perp$ al piano di $\vec{b}, \vec{F}$
verso	avvitamento / svitamento

CONDIZIONI DI EQUILIBRIO

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \ldots = \sum_i \vec{F}_i = 0$$ **Equilibrio translazionale**

$$\vec{M}_1 + \vec{M}_2 + \vec{M}_3 + \ldots = \sum_i \vec{M}_i = 0$$ **Equilibrio rotazionale**



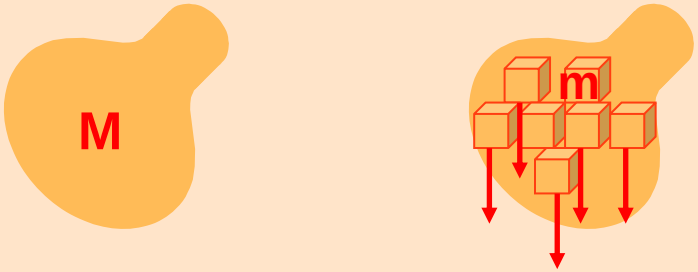
$M_1 = \ell\ F_1 \text{ sen } \alpha = \ell\ F \text{ sen } \alpha$ (x)

$M_2 = \ell\ F_2 \text{ sen } \alpha = \ell\ F \text{ sen } \alpha$ (x)

$M_T = 2\ \ell\ F \text{ sen } \alpha$ (x)

BARICENTRO

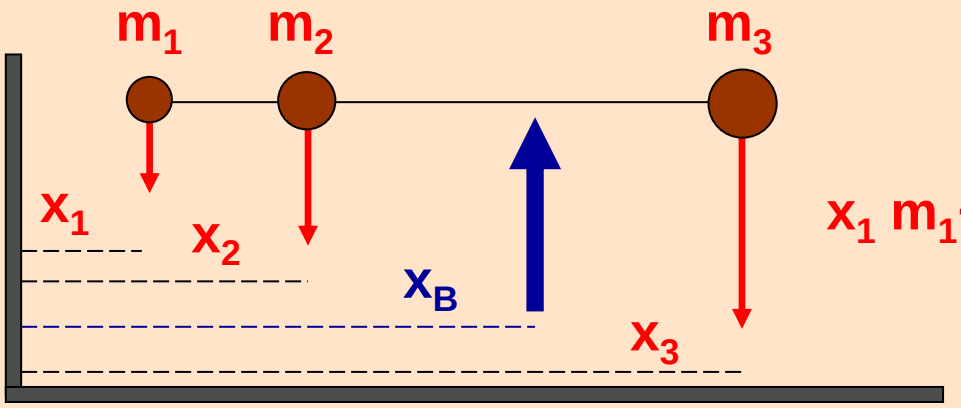
Punto di applicazione della forza peso.



$$M = m_1 + m_2 + m_3 + \ldots = \sum_i m_i$$

La forza peso che agisce su M è la risultante delle forze di gravità elementari, ovvero :

$$Mg = \sum_i m_i\, g$$



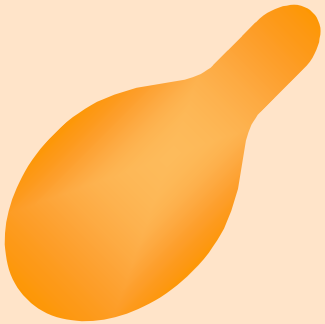
Posizione del baricentro

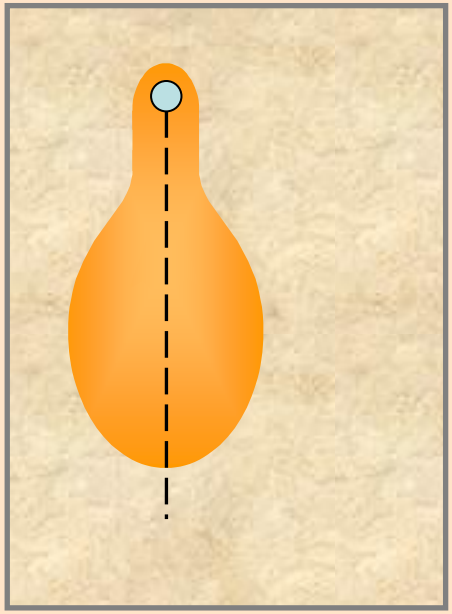
$$x_1 m_1 + x_2 m_2 + x_3 m_3 = (m_1 + m_2 + m_3)\, x$$

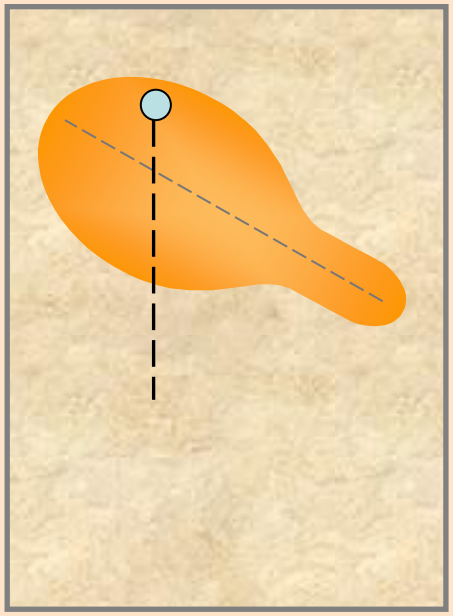
$$x_B = \frac{(x_1 m_1 + x_2 m_2 + x_3 m_3)}{M}$$

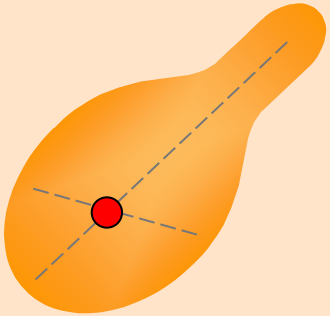
BARICENTRO

Per una determinazione empirica del baricentro di un corpo esteso: 1) appendere il corpo in un punto, 2) lasciarlo libero di ruotare e tracciare la verticale quando è raggiunta la posizione di equilibrio, 3) quindi ripetere l'operazione con un punto diverso del corpo.
Il baricentro è posto all'incrocio delle rette.



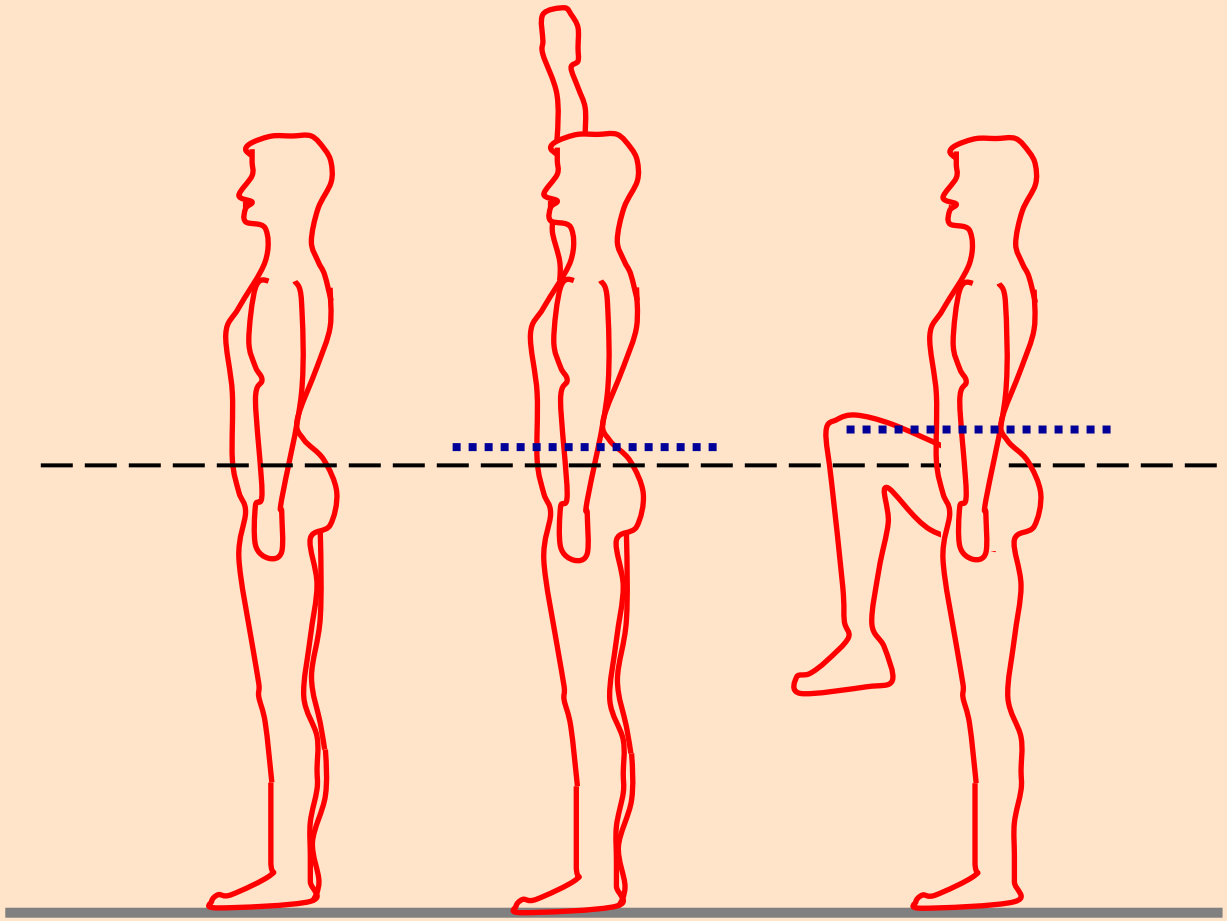




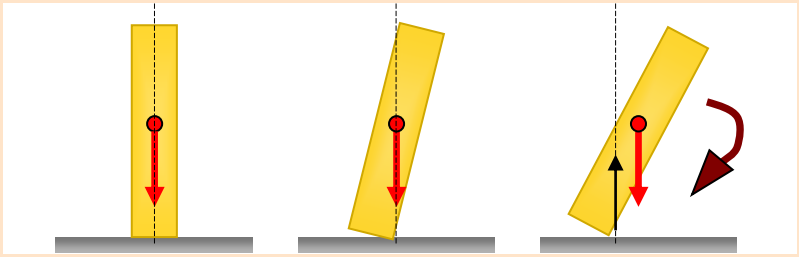


baricentro

Il baricentro può cambiare posizione all'interno del corpo, ad esempio quando, stando in posizione eretta, si muovono gli arti.

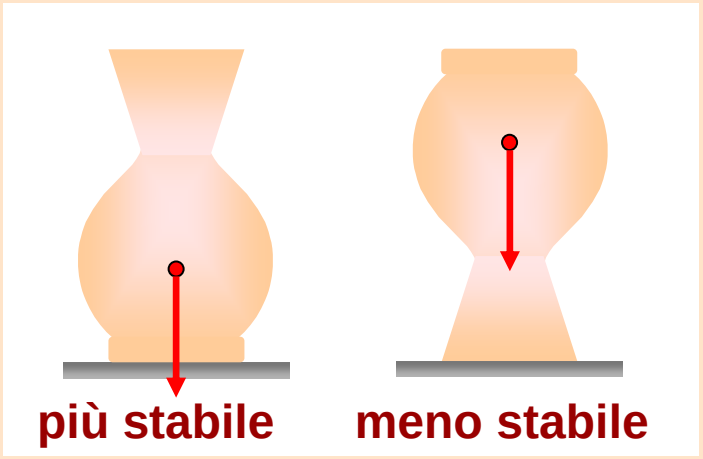


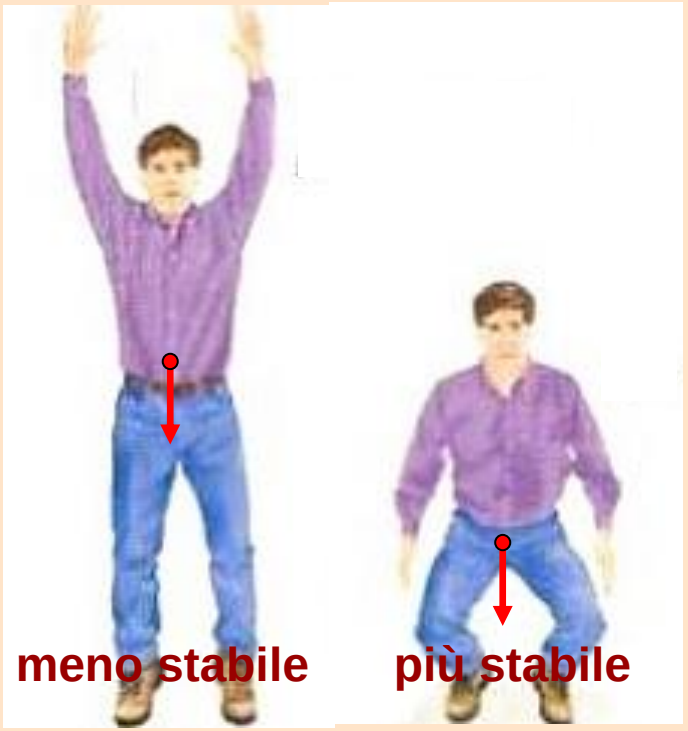
STABILITA' DELL'EQUILIBRIO



Se la perturbazione è piccola l'asta tende a tornare nella posizione di equilibrio iniziale.

Se la perturbazione è grande l'asta cade verso una nuova posizione di equilibrio.



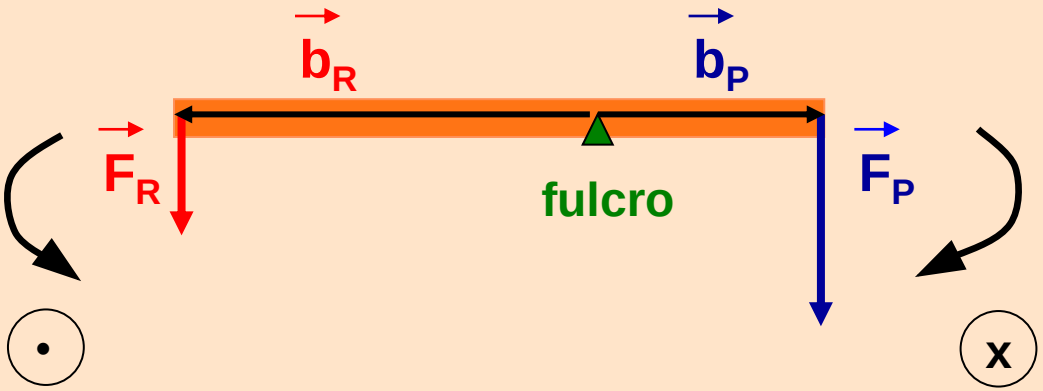


Si può migliorare la stabilità, ad es. abbassando il baricentro oppure allargando il perimetro di appoggio.

LE LEVE

- **Sistema meccanico: asta rigida girevole attorno ad un asse perpendicolare all'asta e passante per un punto detto fulcro.**

- **Il sistema è soggetto all'azione di due forze dette potenza (o forza motrice) e resistenza (o forza di resistenza) che sono applicate in modo da mantenere il sistema in equilibrio.**

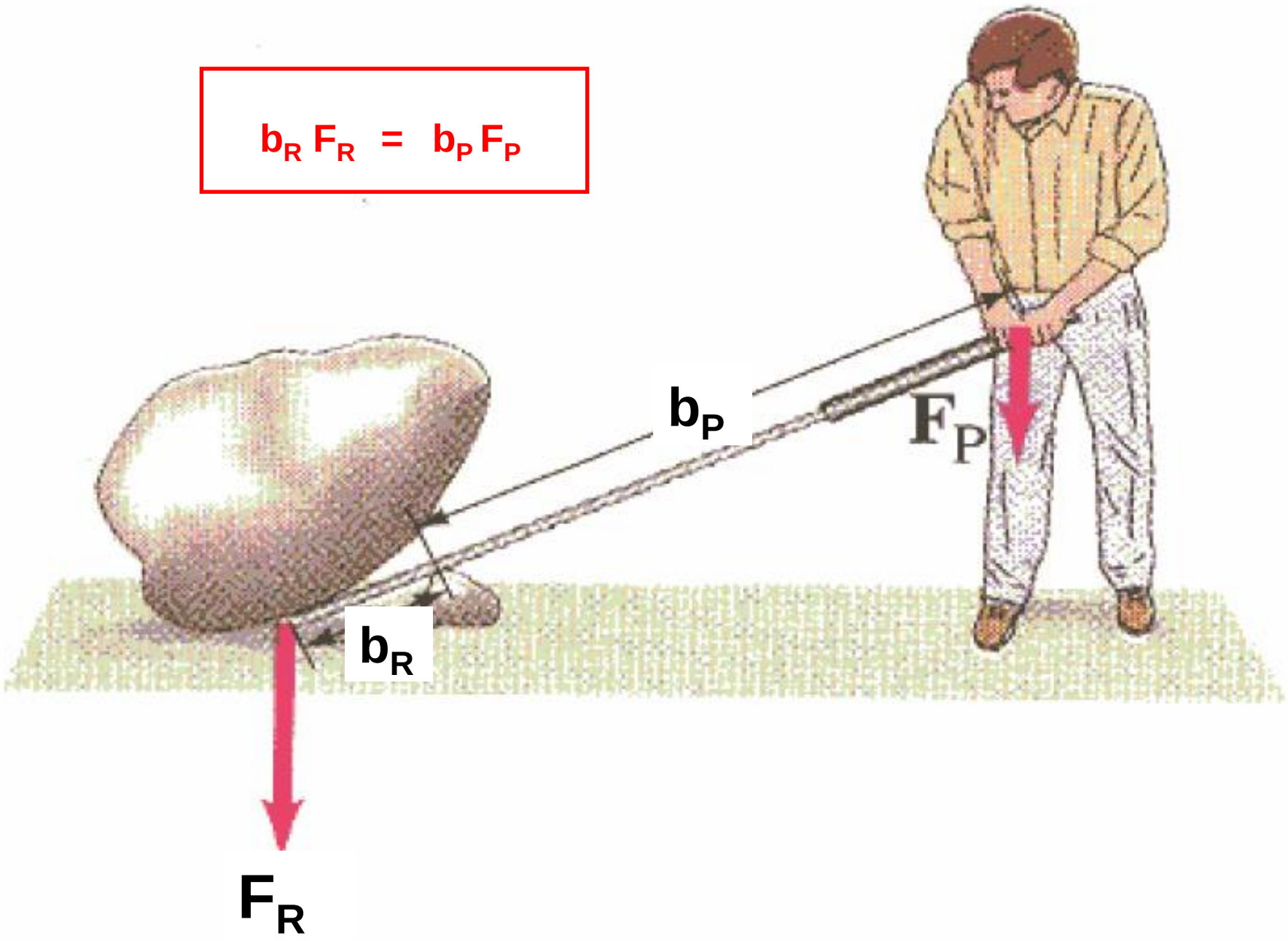


$$\vec{M}_R + \vec{M}_P = 0$$

$$M_R = M_P$$

$$b_R F_R = b_P F_P$$

$$b_R F_R = b_P F_P$$

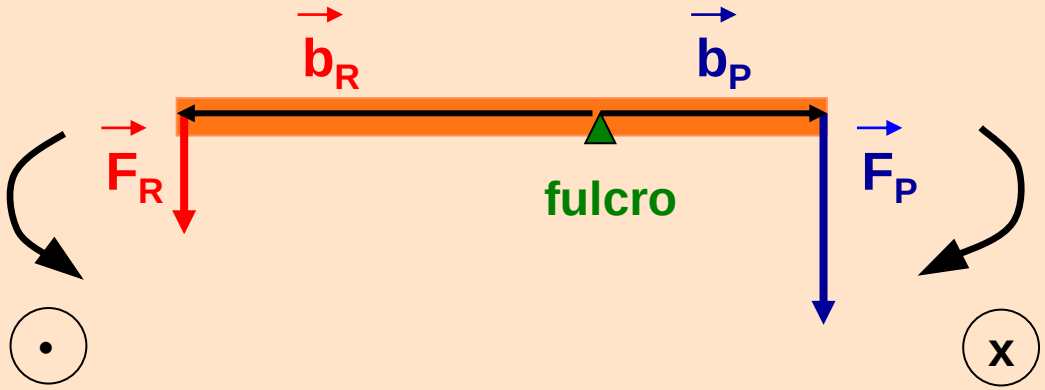


LE LEVE

G guadagno della leva

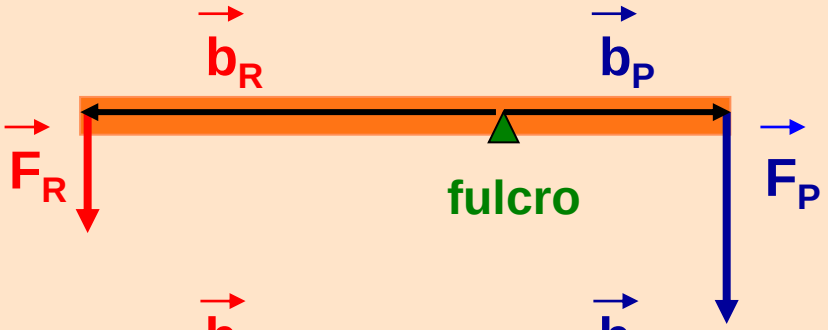
$$G = \frac{F_R}{F_P} = \frac{b_p}{b_R}$$

G { > 1 leva vantaggiosa
< 1 leva svantaggiosa



$$b_R F_R = b_P F_P$$

LE LEVE - 1° tipo



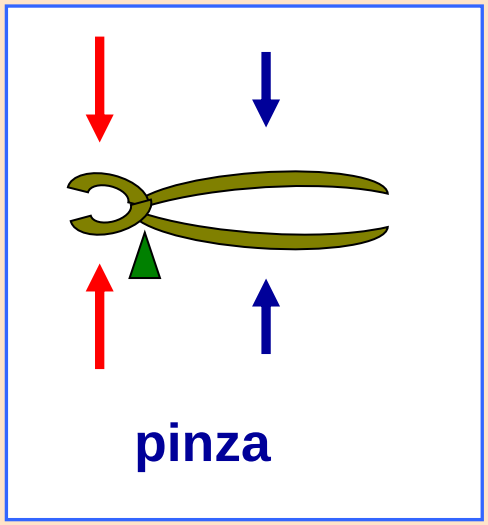
svantaggiosa

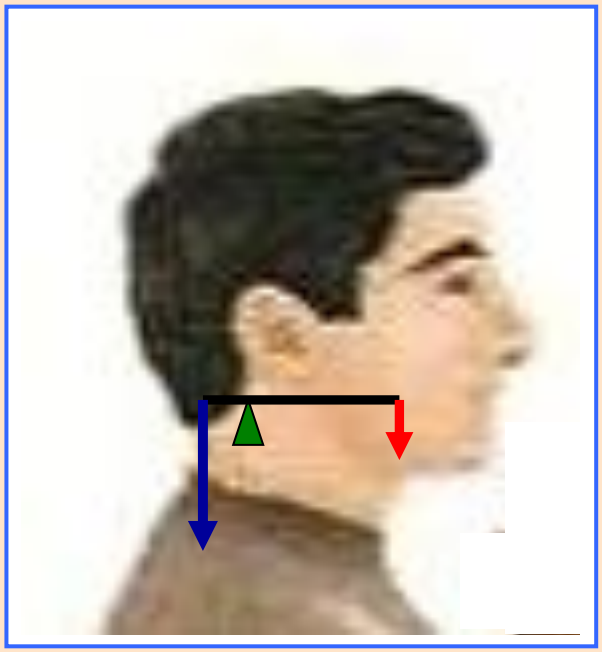
$b_P < b_R$



vantaggiosa

$b_P > b_R$



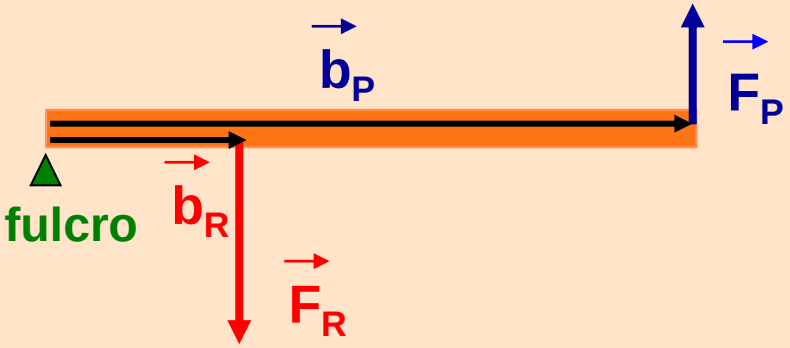


Fulcro, vertebra cervicale

Forma motrice, forza muscoli splenici

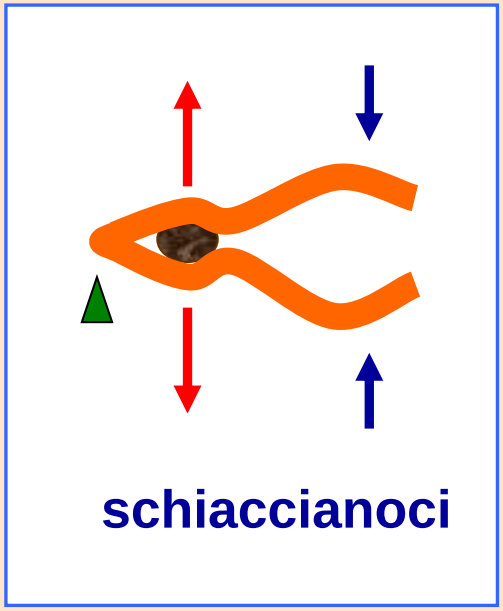
Forza di resistenza, peso della testa

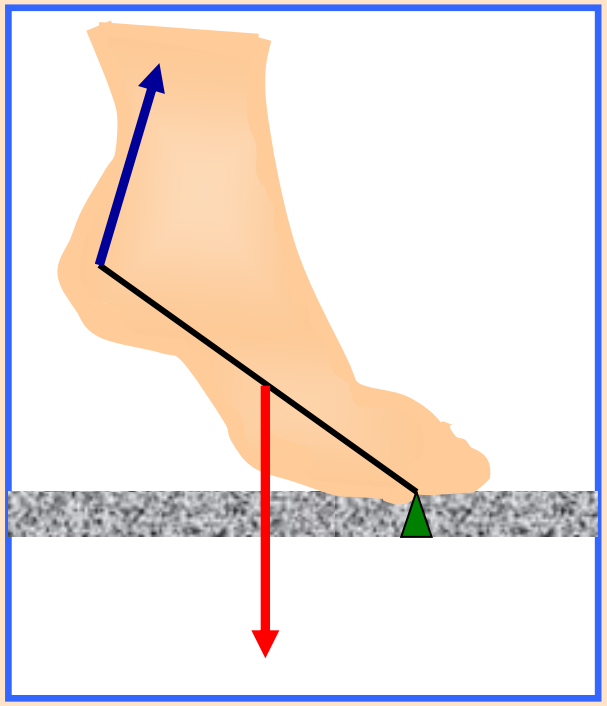
LE LEVE - 2° tipo



sempre vantaggiosa

sempre $b_P > b_R$



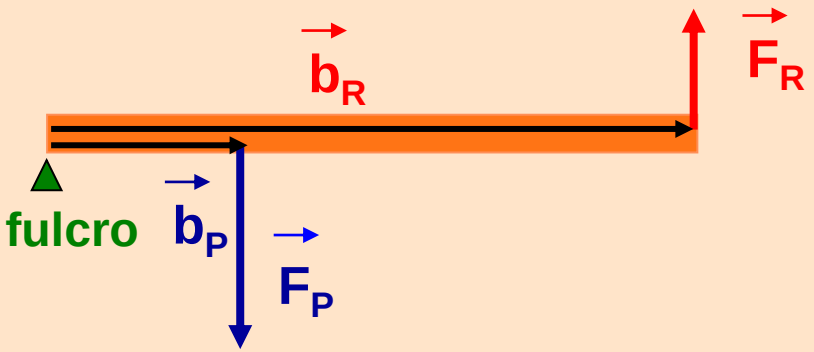


Fulcro, dita del piede

Forma motrice, forza muscoli del polpaccio

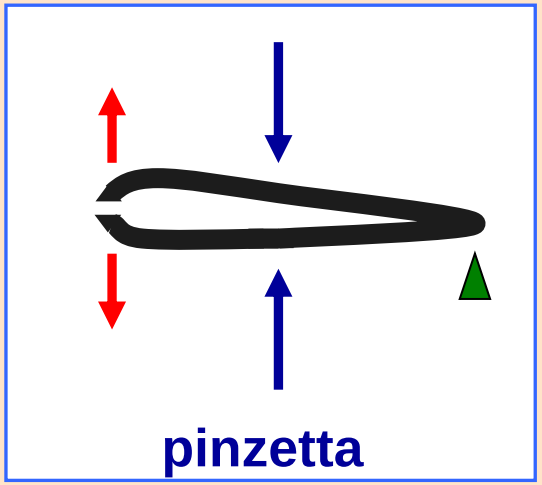
Forza di resistenza, peso del corpo che grava sulla caviglia

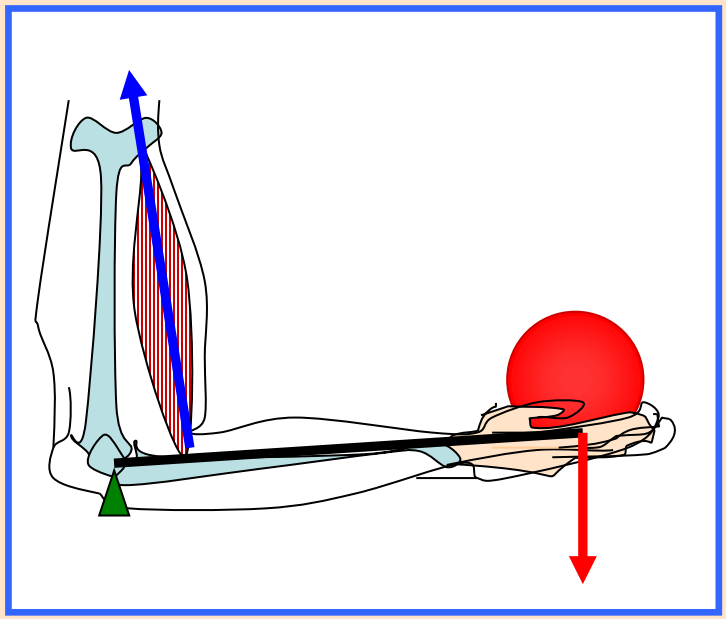
LE LEVE - 3° tipo



sempre svantaggiosa

sempre $b_P < b_R$





Fulcro, articolazione del gomito

Forma motrice, forza muscolo bicipite

Forza di resistenza, peso dell' avambraccio e peso sostenuto dalla mano

posizione eretta

$b_{peso} = 1.5\ b_m$

$F_m = 1.5\ F_{peso}$

postura in avanti

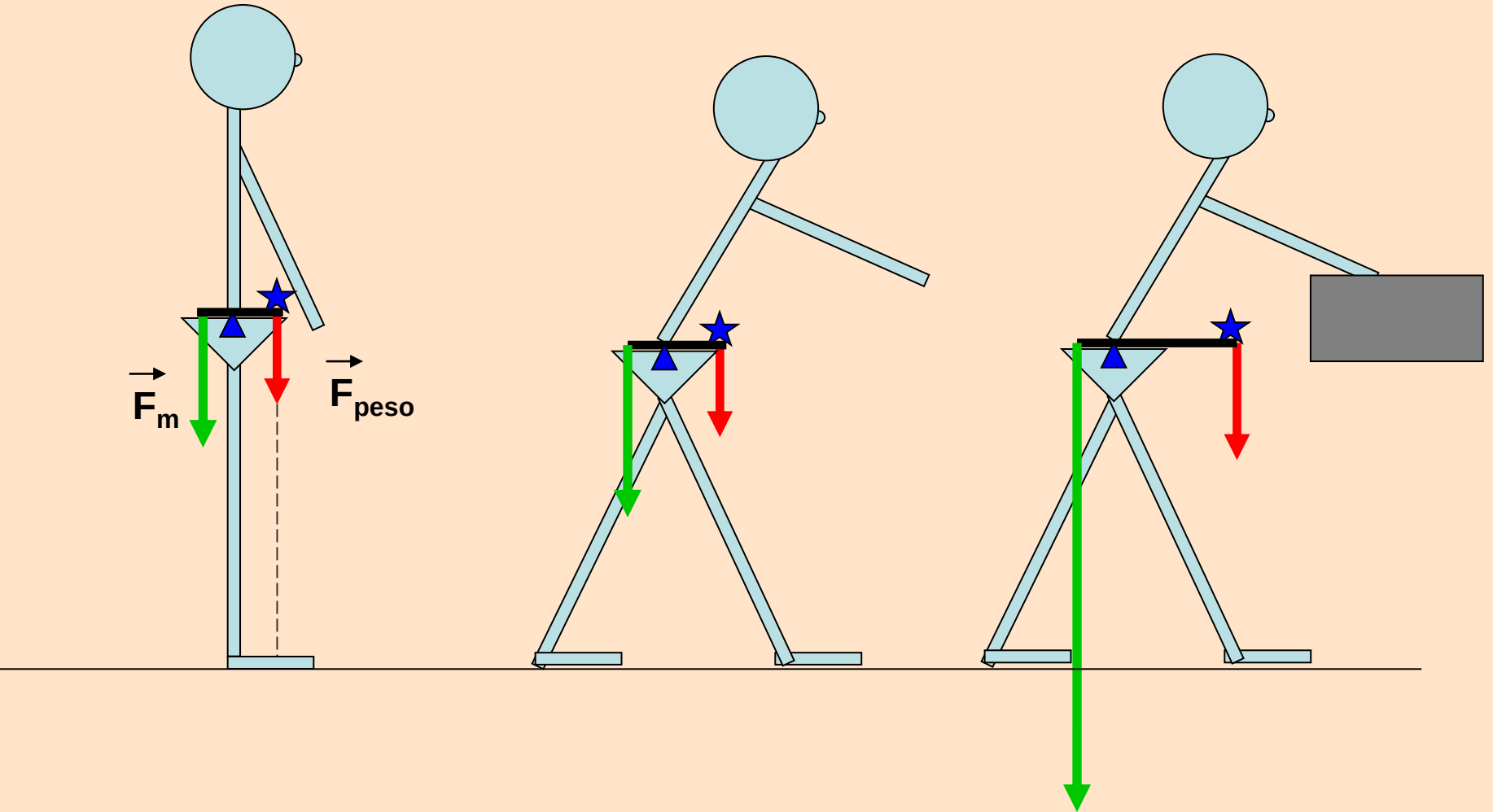
$b_{peso} = 3\ b_m$

$F_m = 3\ F_{peso}$

postura in avanti con carico

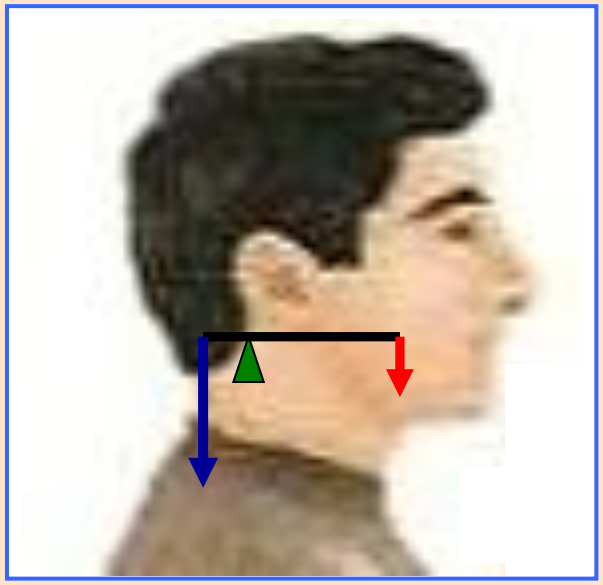
$b_{peso} = 4\ b_m$

$F_m = 3\ (F_{peso} + E_{carico})$



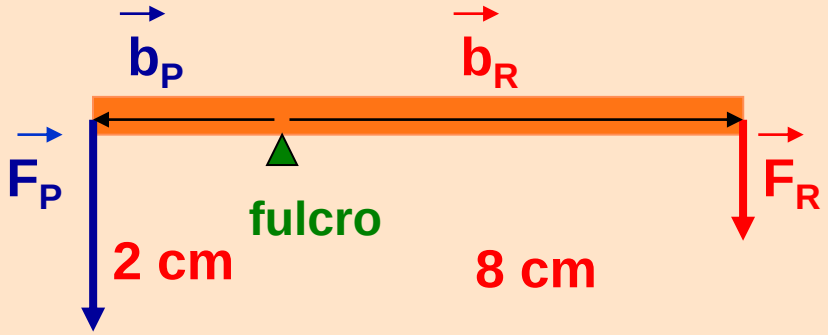
28

La testa ruota attorno all'articolazione atlanto-occipitale. I muscoli splenici che si trovano sotto l'articolazione sostengono la testa. Calcolare il modulo della forza muscolare per tener sollevata una testa di 8 kg con 2 cm di distanza fra fulcro e muscolo e 8 cm di distanza fra fulcro e baricentro della testa .



Leva di 1° tipo

Potenza – forza muscolare
Resistenza – forza peso testa

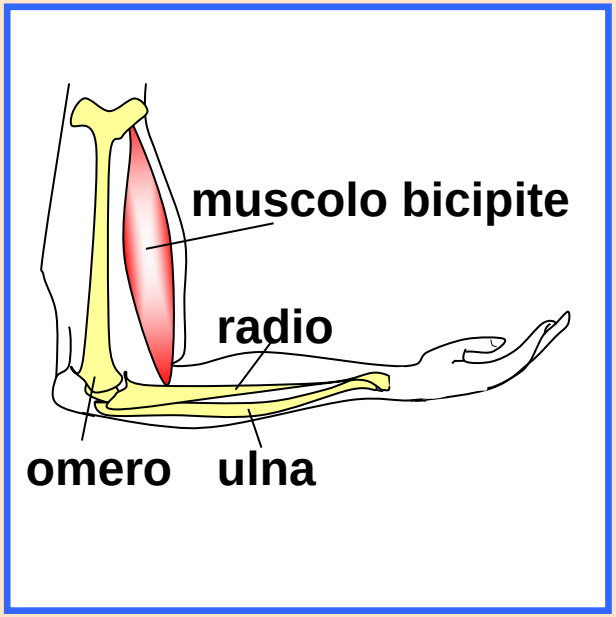


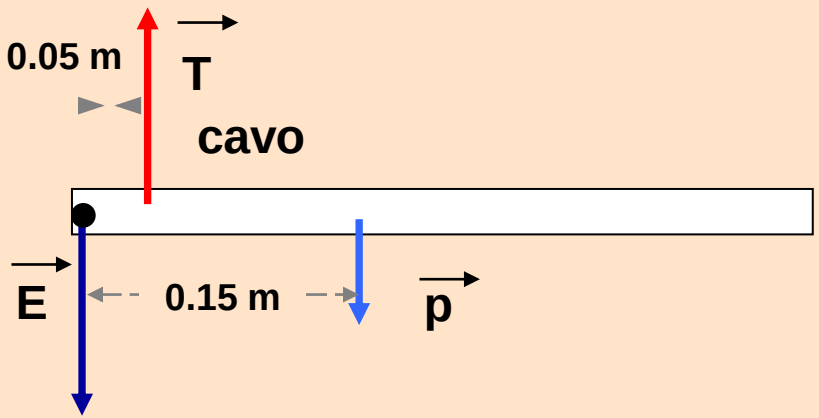
$F_R \cdot b_R = F_p \cdot b_p$ $\qquad$ $F_p = F_R \cdot b_R / b_p$

$F_p = (8\ kg)\ (9.8\ ms^{-2})\ (8 \cdot 10^{-2}\ m) / (2 \cdot 10^{-2} m) = 320\ N$

ovvero 4 volte la forza peso della testa !!!

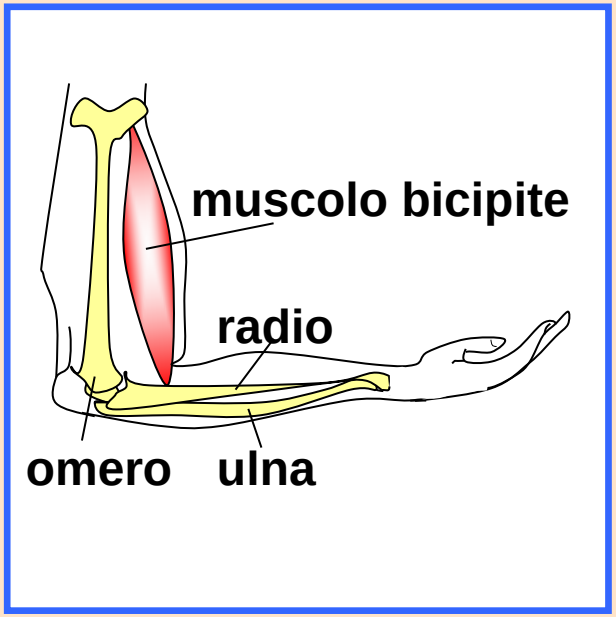
Il modello dell'avambraccio è costituito da una sbarra incernierata che è tenuta da un cavo, come in figura.

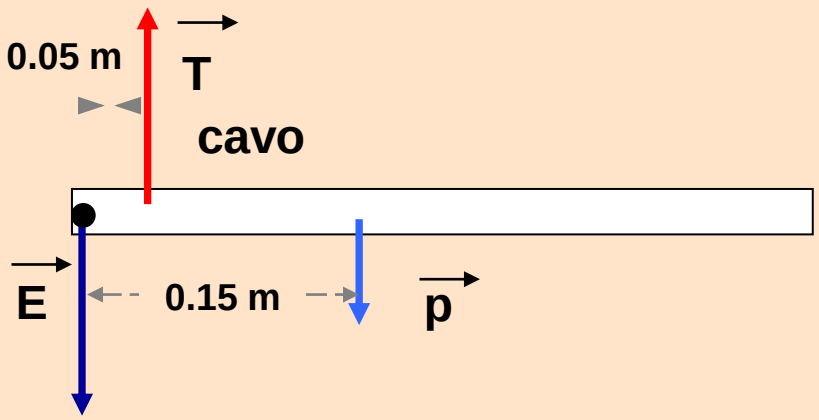




Trovare la tensione T esercitata dal bicipite e la forza E dell'articolazione del gomito, nel caso di un peso p dell'avambraccio pari a 12 N.

Il modello dell'avambraccio è costituito da una sbarra incernierata che è tenuta da un cavo, come in figura.





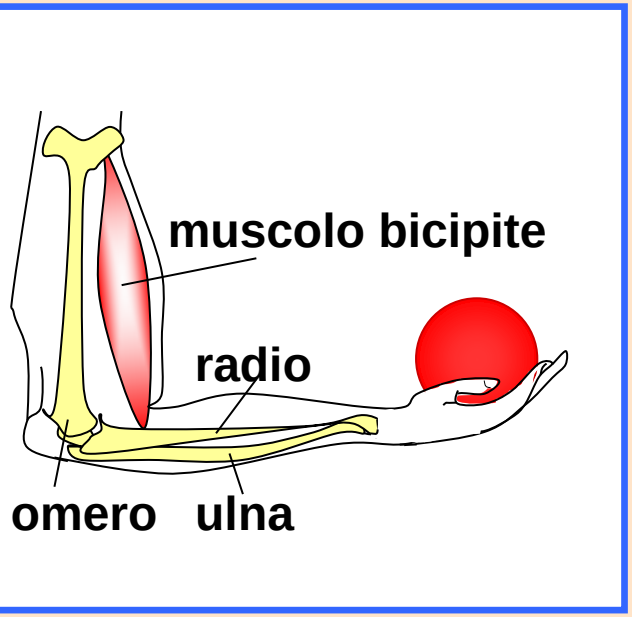
Trovare la tensione T esercitata dal bicipite e la forza E dell'articolazione del gomito, nel caso di un peso p dell'avambraccio pari a 12 N.

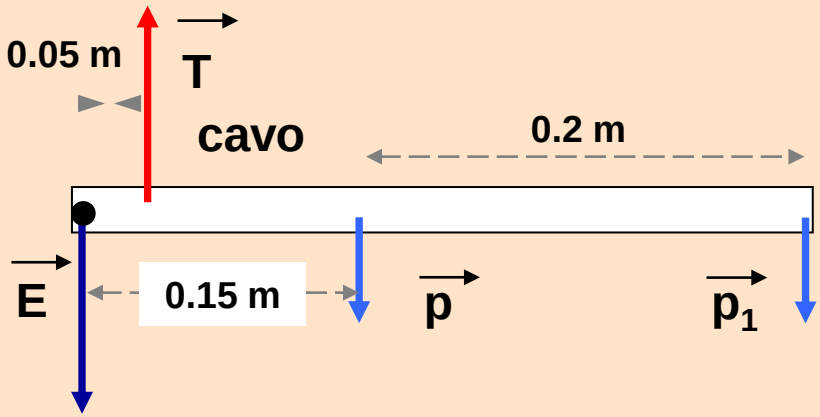
$\vec{T} + \vec{E} + \vec{p} = 0$ $\qquad E = T - p$

$\vec{M}_T + \vec{M}_E + \vec{M}_P = 0$ $\qquad M_T = M_P$ $\qquad 0.05\ T = 0.15 \cdot 12$ $\qquad T = 36\ N$

$E = 36\ N - 12\ N$ $\qquad E = 24\ N$

Sulla base del modello precedente dell'avambraccio, trovare T ed E nel caso in cui un peso P1 di 12 N sia sostenuto dalla mano.





17

Ad un corpo di 1 kg, fermo su un piano orizzontale e in assenza di attrito, viene applicata una forza di 10 N in una direzione parallela al piano. 1) Calcolare: l'accelerazione impressa al corpo, la velocità del corpo dopo 10 s, la distanza percorsa dopo 10 s. 2) Calcolare il valore delle stesse quantità nel caso in cui il corpo, sempre in assenza di attrito, sia dotato di velocità iniziale pari a 10 m/s.

17

Ad un corpo di 1 kg, fermo su un piano orizzontale e in assenza di attrito, viene applicata una forza di 10 N in una direzione parallela al piano. 1) Calcolare: l'accelerazione impressa al corpo, la velocità del corpo dopo 10 s, la distanza percorsa dopo 10 s. 2) Calcolare il valore delle stesse quantità nel caso in cui il corpo, sempre in assenza di attrito, sia dotato di velocità iniziale pari a 10 m/s.

---

1)

$F = ma$ $\quad a = F/m$ $\quad a = (10\ N)\ /\ (1\ kg) = 10\ ms^{-2}$

$a = (v-v_0)/t$ $\quad v_0 = 0$ $\quad v = a\,t$ $\quad v = (10\ ms^{-2})\ (10\ s) = 100\ ms^{-1}$

$x = \frac{1}{2}\, a\, t^2 + v_0\, t$ $\quad x = 0.5\ (10\ ms^{-2})\ (10\ s)^2 = 500\ m$

17

Ad un corpo di 1 kg, fermo su un piano orizzontale e in assenza di attrito, viene applicata una forza di 10 N in una direzione parallela al piano. 1) Calcolare: l'accelerazione impressa al corpo, la velocità del corpo dopo 10 s, la distanza percorsa dopo 10 s. 2) Calcolare il valore delle stesse quantità nel caso in cui il corpo, sempre in assenza di attrito, sia dotato di velocità iniziale pari a 10 m/s.

---

1)

$F = ma$ $\quad a = F/m$ $\quad a = (10\ N)\ /\ (1\ kg) = 10\ ms^{-2}$

$a = (v-v_0)/t$ $\quad v_0 = 0$ $\quad v = a\,t$ $\quad v = (10\ ms^{-2})\ (10\ s) = 100\ ms^{-1}$

$x = \frac{1}{2}\, a\, t^2 + v_0\, t$ $\quad x = 0.5\ (10\ ms^{-2})\ (10\ s)^2 = 500\ m$

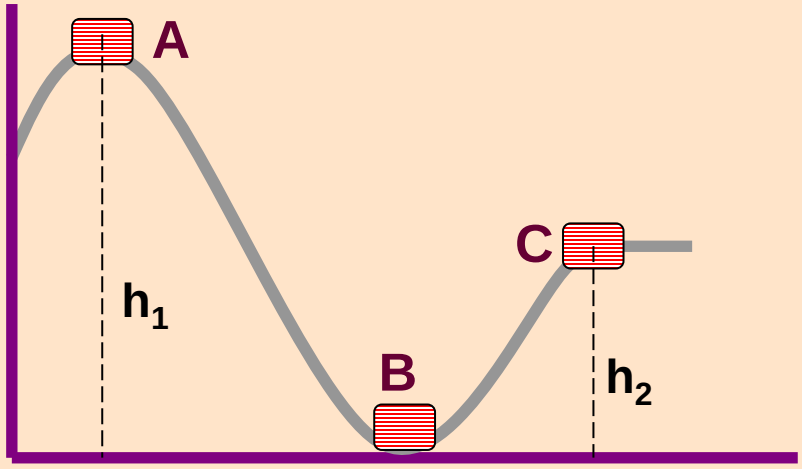
2)

$a = (v-v_0)/t$ $\quad v = a\,t + v_0$ $\quad v = (10\ ms^{-2})\ (10\ s) + 10\ ms^{-1} = 110\ ms^{-1}$

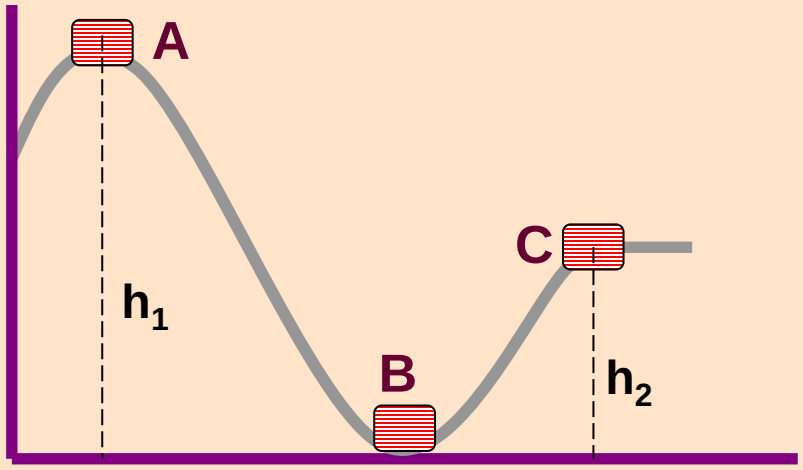
$x = \frac{1}{2}\, a\, t^2 + v_0\, t$ $\quad x = 0.5\ (10\ ms^{-2})\ (10\ s)^2 + (10\ ms^{-1})\ (10\ s) = 600\ m$

19

Un carrello di 10 kg compie il percorso indicato in figura, partendo da fermo dal punto A. Calcolare la velocità del carrello nei punti B e C sapendo che la differenza di altezza fra A e B è di 2 m e la differenza di altezza fra B e C è di 1.5 m.



Un carrello di 10 kg compie il percorso indicato in figura, partendo da fermo dal punto A. Calcolare la velocità del carrello nei punti B e C sapendo che la differenza di altezza fra A e B è di 2 m e la differenza di altezza fra B e C è di 1.5 m.



Scelto $U_B = 0$ si ha:

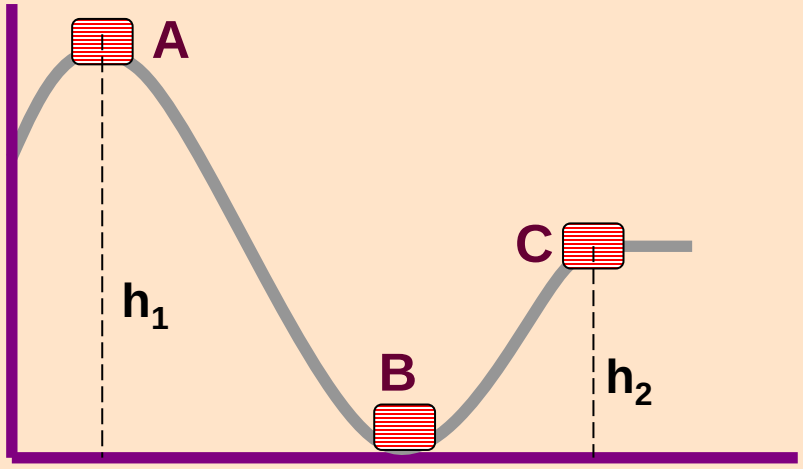
$U_A = mgh_1 \quad U_C = mgh_2$

In un campo conservativo:

$U_A + T_A = U_B + T_B$

$U_A + T_A = U_C + T_C$

Un carrello di 10 kg compie il percorso indicato in figura, partendo da fermo dal punto A. Calcolare la velocità del carrello nei punti B e C sapendo che la differenza di altezza fra A e B è di 2 m e la differenza di altezza fra B e C è di 1.5 m.



Scelto $U_B = 0$ si ha:

$U_A = mgh_1$ $U_C = mgh_2$

In un campo conservativo:

$U_A + T_A = U_B + T_B$

$U_A + T_A = U_C + T_C$

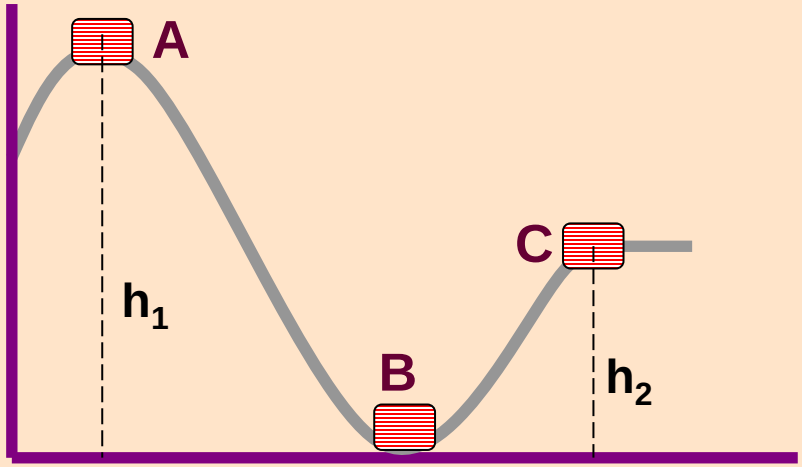
$T_A = 0$

$T_B = ½ m v_B^2$

$T_C = ½ m v_C^2$

$mgh_1 + 0 = 0 + ½ m v_B^2$

Un carrello di 10 kg compie il percorso indicato in figura, partendo da fermo dal punto A. Calcolare la velocità del carrello nei punti B e C sapendo che la differenza di altezza fra A e B è di 2 m e la differenza di altezza fra B e C è di 1.5 m.



Scelto $U_B = 0$ si ha:

$U_A = mgh_1$ $U_C = mgh_2$

In un campo conservativo:

$U_A + T_A = U_B + T_B$

$U_A + T_A = U_C + T_C$

$T_A = 0$

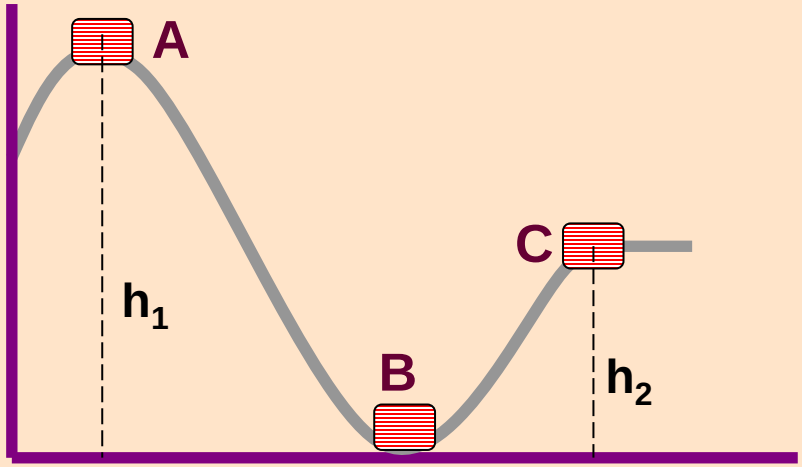
$T_B = \frac{1}{2} m v_B^2$

$T_C = \frac{1}{2} m v_C^2$

$mgh_1 + 0 = 0 + \frac{1}{2} m v_B^2$ $v_B = \sqrt{2gh_1}$

$v_B = \sqrt{2 \cdot 9.8 \cdot 2} = 6.25$ m/s

Un carrello di 10 kg compie il percorso indicato in figura, partendo da fermo dal punto A. Calcolare la velocità del carrello nei punti B e C sapendo che la differenza di altezza fra A e B è di 2 m e la differenza di altezza fra B e C è di 1.5 m.



Scelto $U_B = 0$ si ha:

$U_A = mgh_1 \quad U_C = mgh_2$

In un campo conservativo:

$U_A + T_A = U_B + T_B$

$U_A + T_A = U_C + T_C$

$T_A = 0$

$T_B = \frac{1}{2} m v_B^2$

$T_C = \frac{1}{2} m v_C^2$

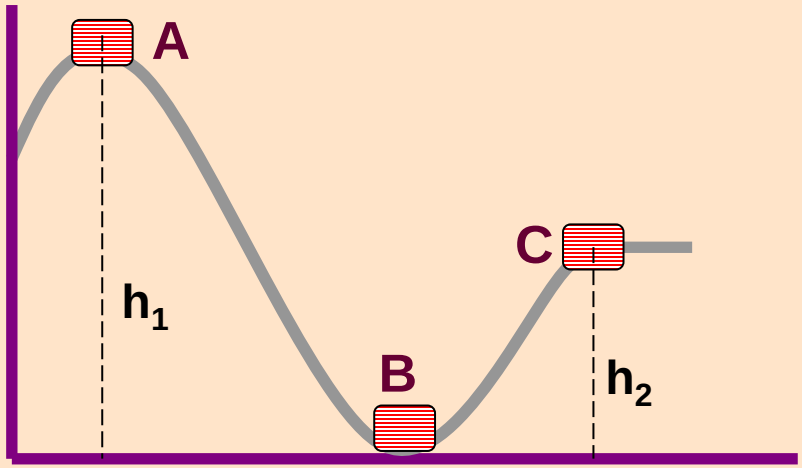
$mgh_1 + 0 = 0 + \frac{1}{2} m v_B^2$

$v_B = \sqrt{2gh_1}$

$v_B = \sqrt{2 \cdot 9.8 \cdot 2} = 6.25$ m/s

$mgh_1 + 0 = mgh_2 + \frac{1}{2} m v_C^2$

Un carrello di 10 kg compie il percorso indicato in figura, partendo da fermo dal punto A. Calcolare la velocità del carrello nei punti B e C sapendo che la differenza di altezza fra A e B è di 2 m e la differenza di altezza fra B e C è di 1.5 m.



Scelto $U_B = 0$ si ha:

$U_A = mgh_1 \quad U_C = mgh_2$

In un campo conservativo:

$U_A + T_A = U_B + T_B$

$U_A + T_A = U_C + T_C$

$T_A = 0$

$T_B = \frac{1}{2} m v_B^2$

$T_C = \frac{1}{2} m v_C^2$

$mgh_1 + 0 = 0 + \frac{1}{2} m v_B^2 \qquad v_B = \sqrt{2gh_1}$

$v_B = \sqrt{2 \cdot 9.8 \cdot 2} = 6.25$ m/s

$mgh_1 + 0 = mgh_2 + \frac{1}{2} m v_C^2 \qquad v_c = \sqrt{2g(h_1 - h_2)}$

$v_c = \sqrt{2 \cdot 9.8\ 0.5} = 3.13$ m/s