

Università degli Studi di Milano
Facoltà di Medicina e Chirurgia

Corso di laurea: Tecniche Ortopediche

Corso di Fisica A.A. 2022-2023

Docente: Marie Claire Cantone

2. MECCANICA

MECCANICA

CINEMATICA – descrive il moto a prescindere dalle cause.

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

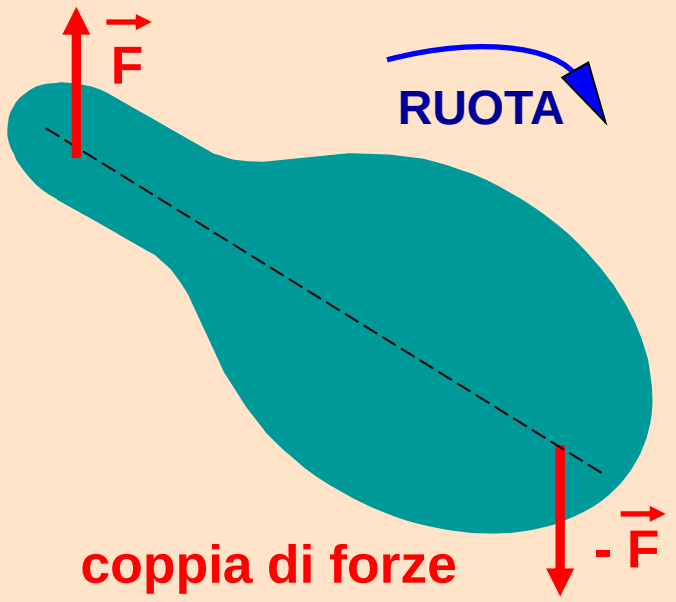
STATICA – studia le condizioni di equilibrio per i corpi rigidi.

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 ($\vec{F}=0$).

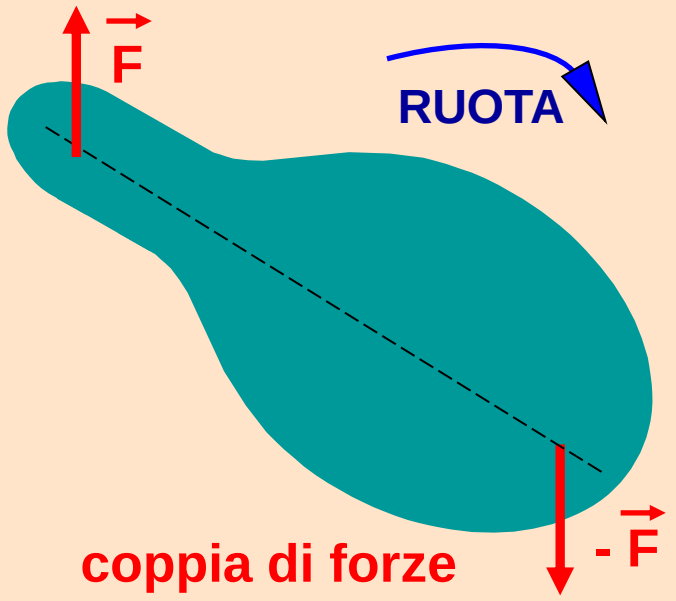


STATICA

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.



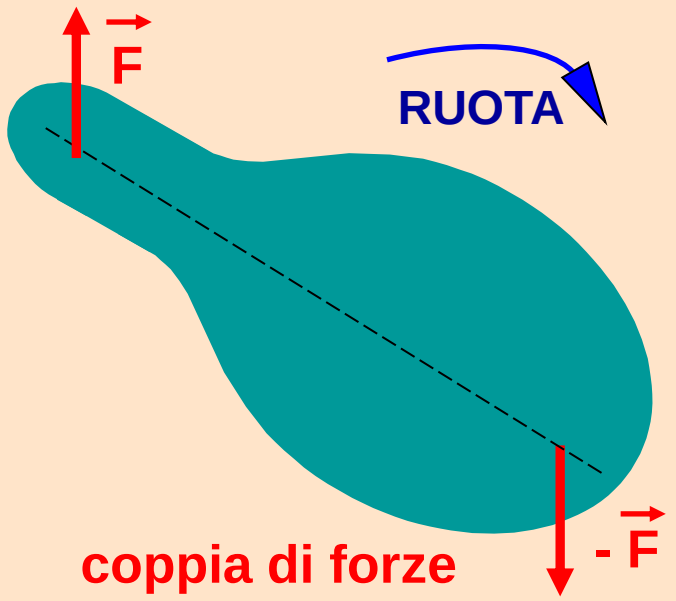
STATICA

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

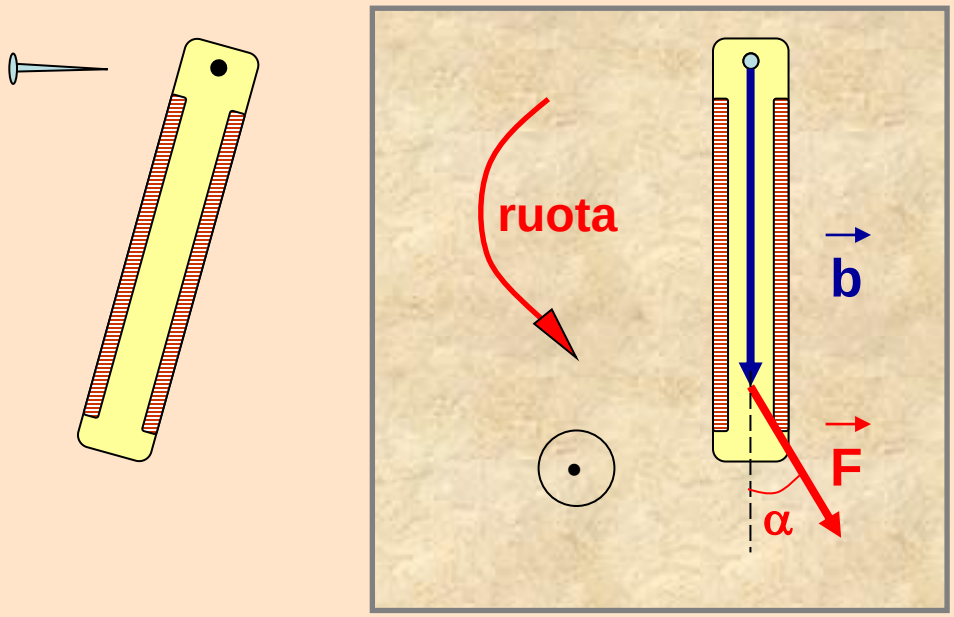
Per un corpo puntiforme la condizione di equilibrio è che la risultante di tutte le forze applicate sia nulla ($\vec{F}=0$).

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.

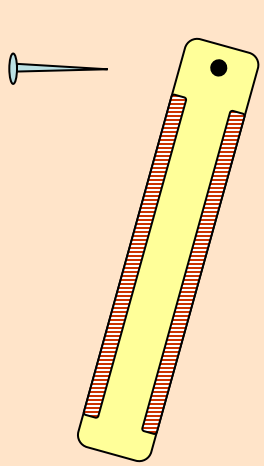


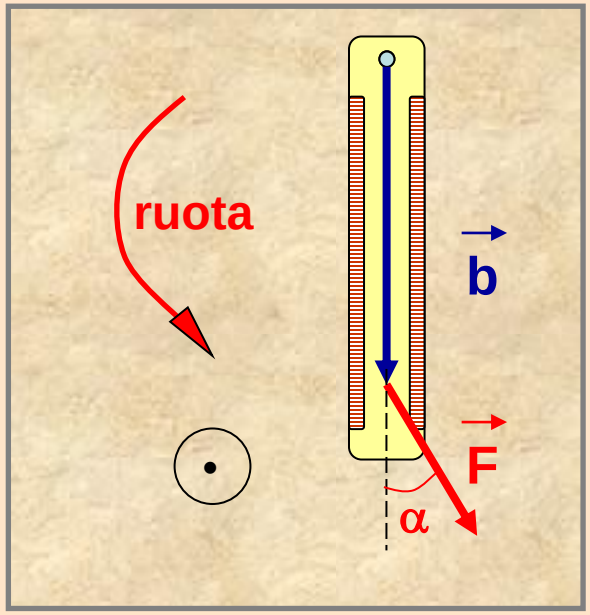
Momento di una forza

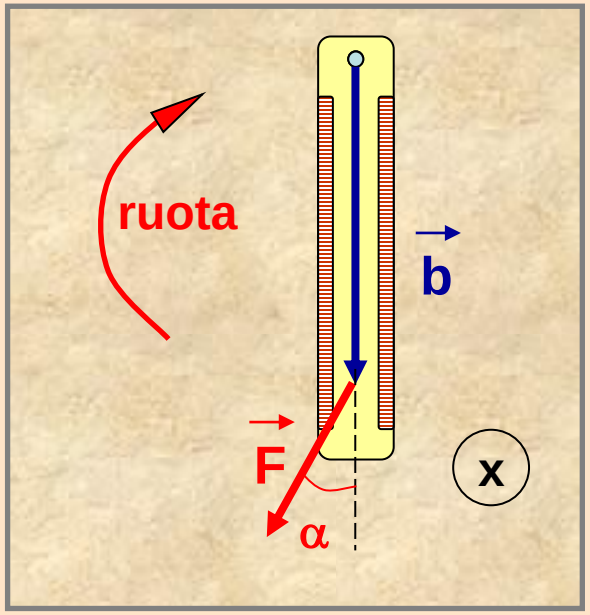


Momento di una forza rispetto ad un punto detto polo è il prodotto vettoriale del braccio per la forza.

Momento di una forza

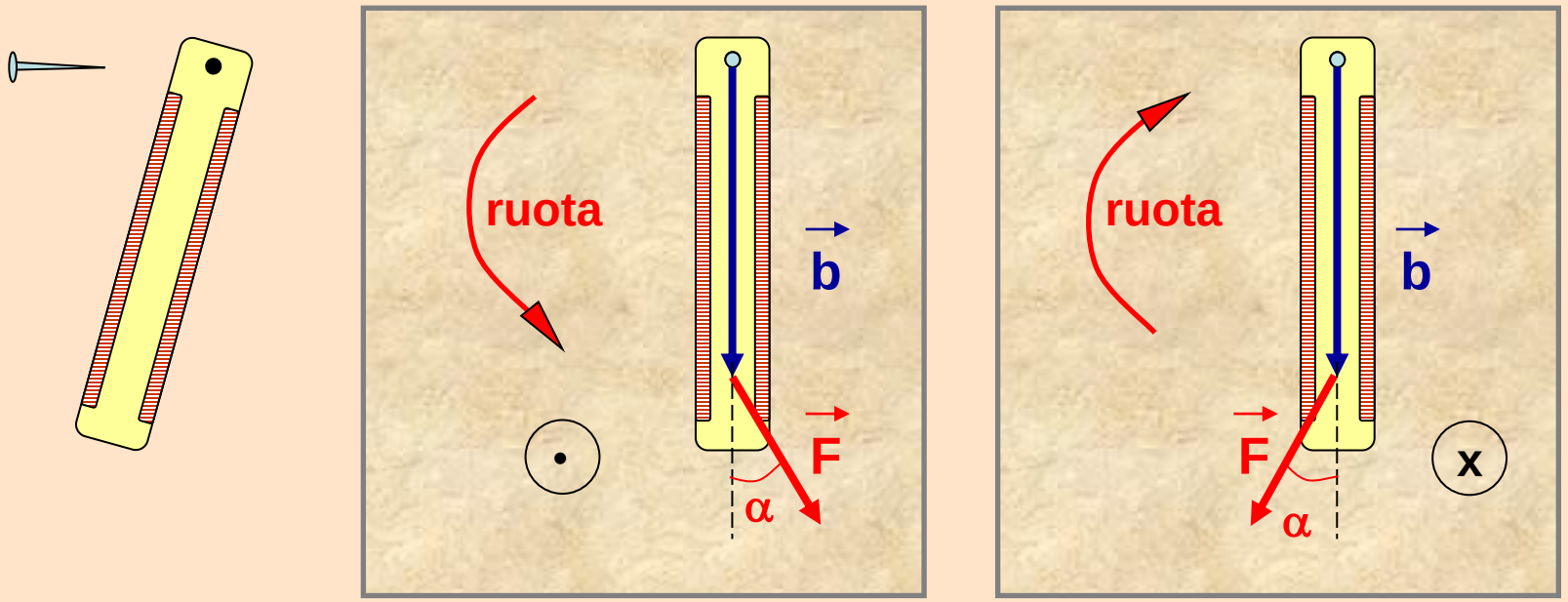






Momento di una forza rispetto ad un punto detto polo è il prodotto vettoriale del braccio per la forza.

Momento di una forza



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

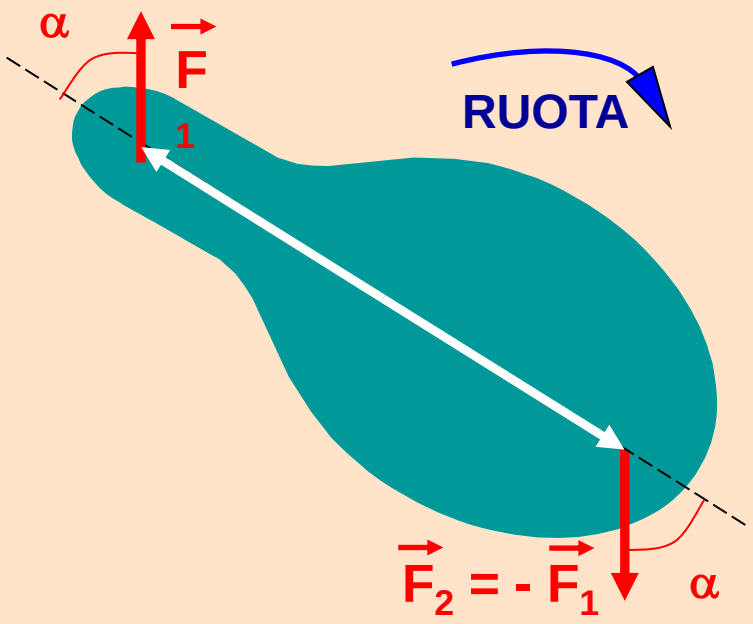
$$\vec{M} = \vec{b} \times \vec{F}$$

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



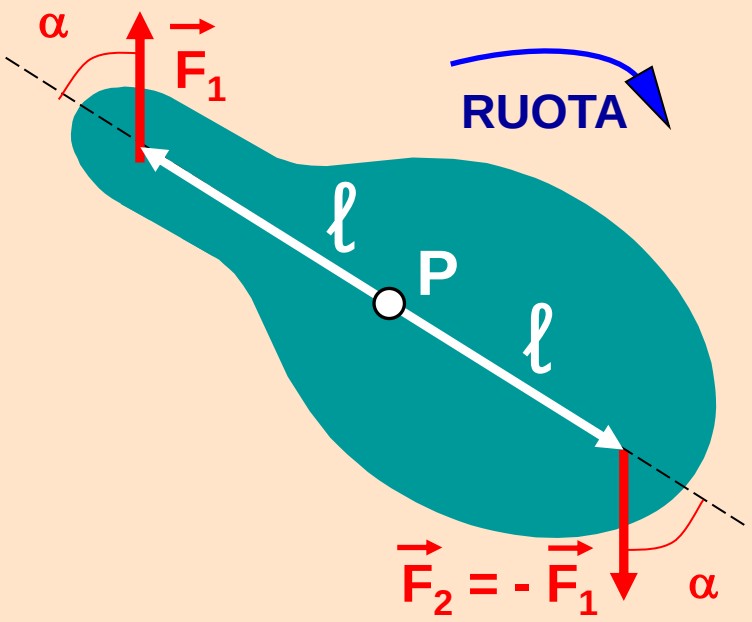
CONDIZIONI DI EQUILIBRIO

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

Equilibrio translazionale

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

Equilibrio rotazionale



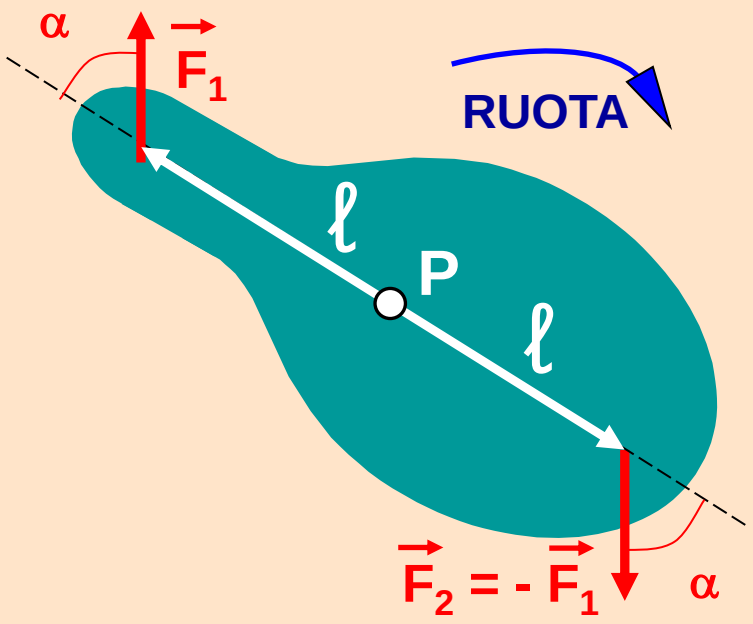
CONDIZIONI DI EQUILIBRIO

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

Equilibrio translazionale

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

Equilibrio rotazionale



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

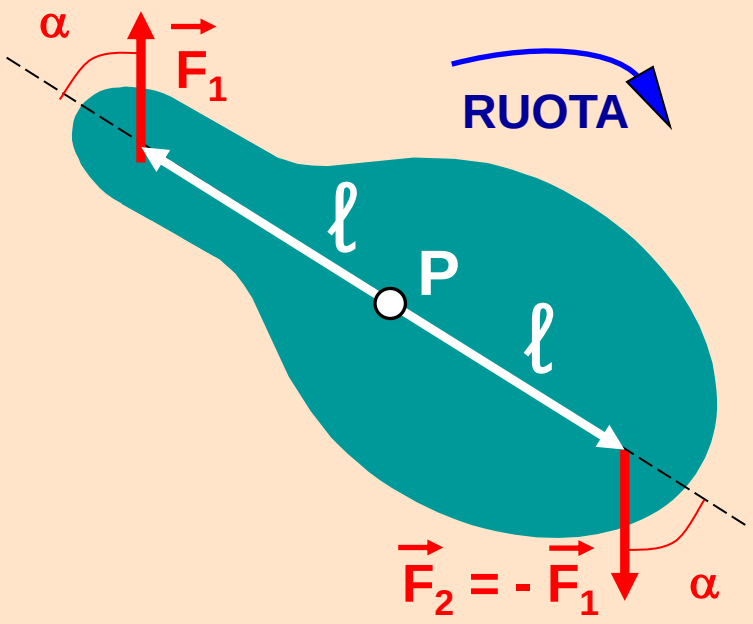
$M_2 = \ell\ F_2 \text{ sen } \alpha = \ell\ F \text{ sen } \alpha$

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

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)

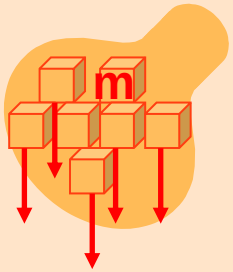
$M_2 = \ell\ F_2 \text{ sen } \alpha = \ell\ F \text{ sen } \alpha$ (x)

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

BARICENTRO

Punto di applicazione della forza peso.

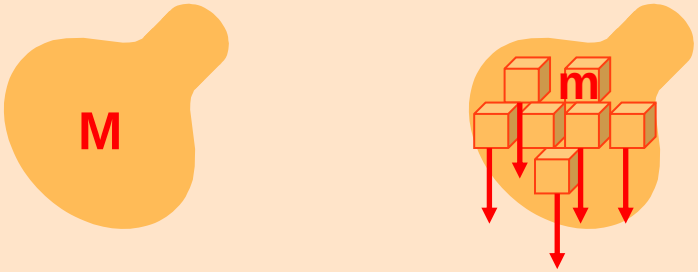




$$M = m_1 + m_2 + m_3 + \ldots = \sum_i m_i$$

BARICENTRO

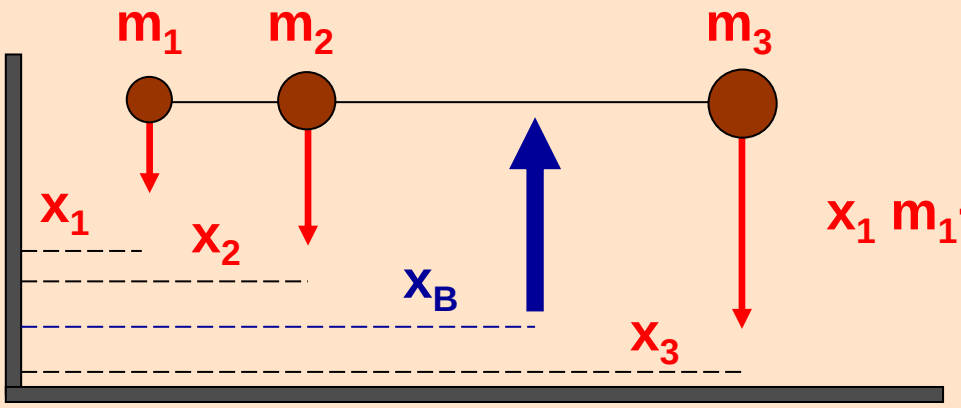
Punto di applicazione della forza peso.



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

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

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



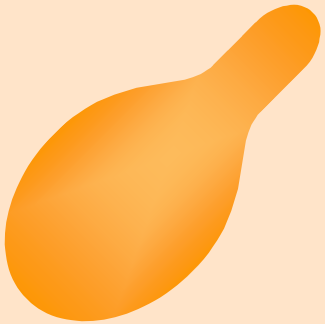
Posizione del baricentro

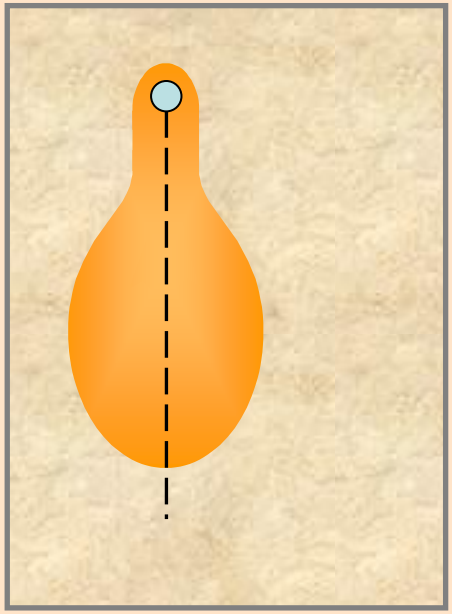
$$x_1 m_1 + x_2 m_2 + x_3 m_3 = (m_1 + m_2 + m_3)\, x_B$$

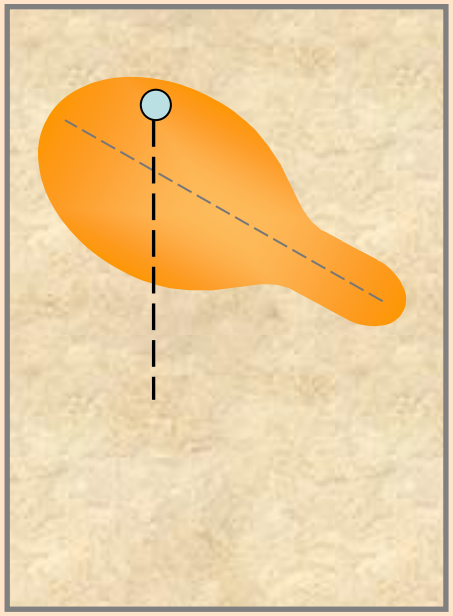
$$x_B = \frac{(x_1 m_1 + x_2 m_2 + x_3 m_3)}{M}$$

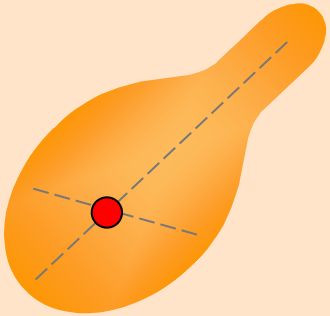
BARICENTRO

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.



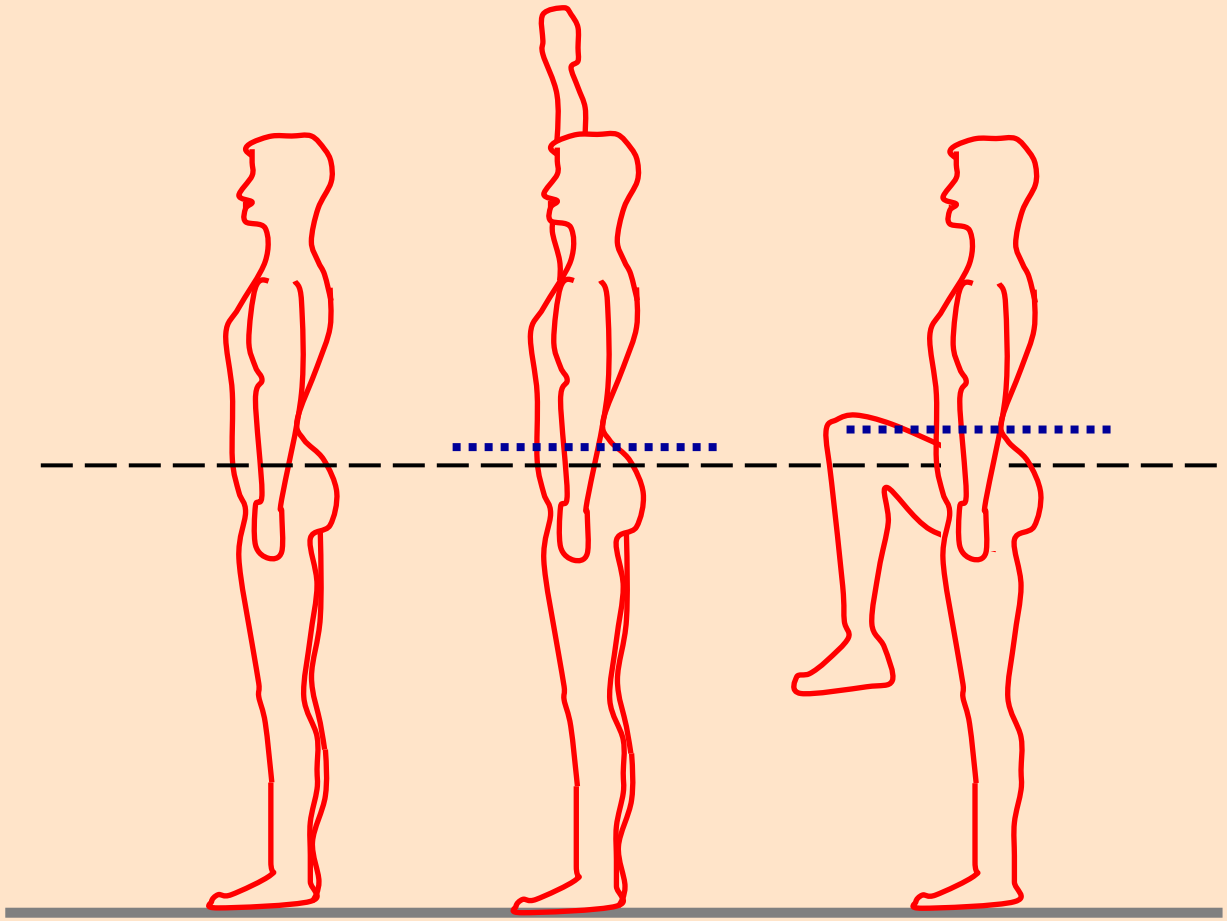




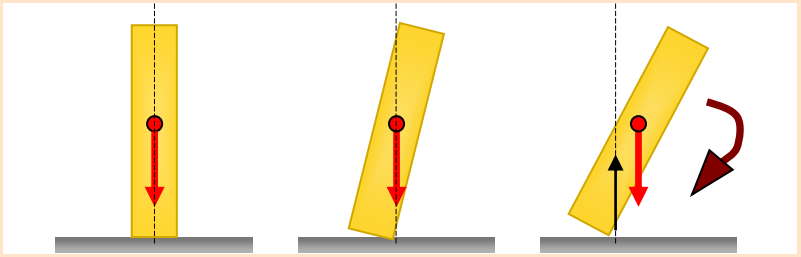


baricentro

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



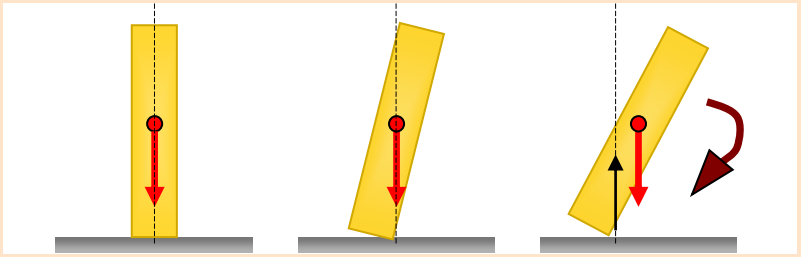
STABILITA' DELL'EQUILIBRIO



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

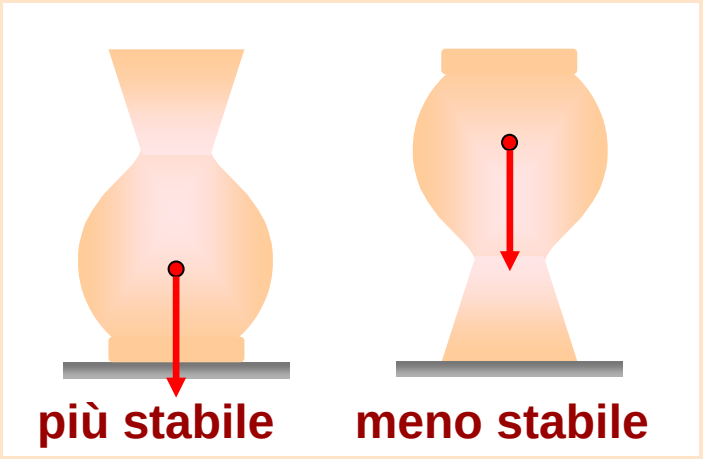
Se la perturbazione è grande l'asta cade verso una nuova posizione di equilibrio.

STABILITA' DELL'EQUILIBRIO



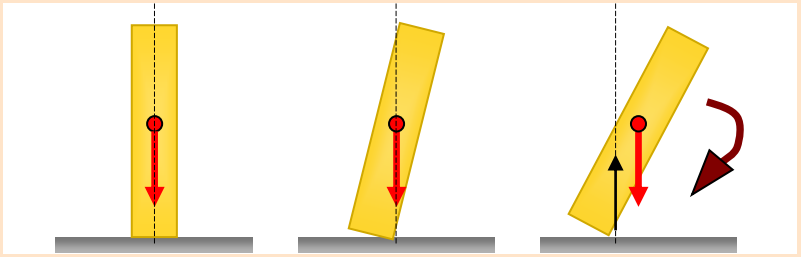
Se la perturbazione è piccola l'asta tende a tornare nella posizione di equilibrio iniziale.

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



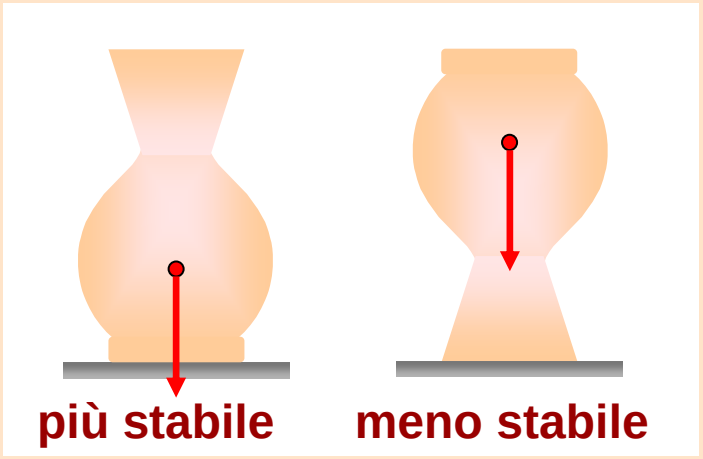
Si può migliorare la stabilità, ad es. abbassando il baricentro oppure allargando il perimetro di appoggio.

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.



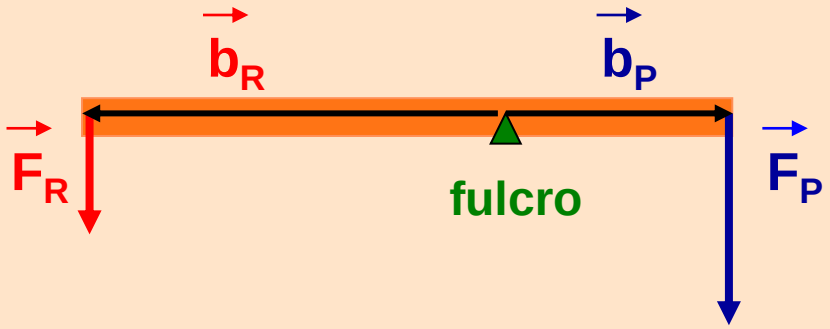
LE LEVE

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

LE LEVE

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

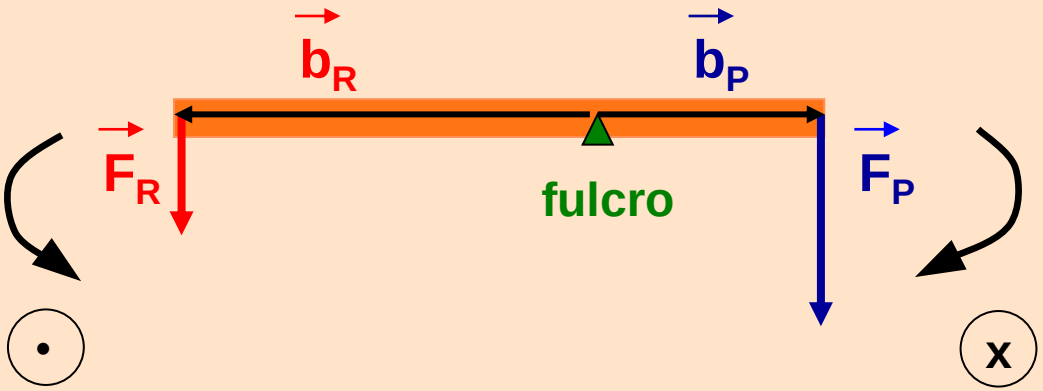
- **Il sistema è soggetto all'azione di due forze dette potenza (o forza motrice) e resistenza (o forza di resistenza) che sono applicate in modo da mantenere il sistema in equilibrio.**



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.**



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

$$M_R = M_P$$

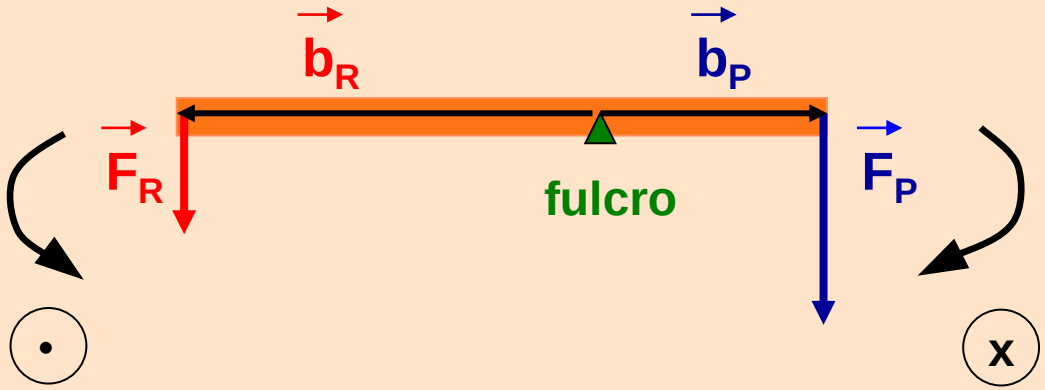
$$b_R F_R = b_P F_P$$

LE LEVE

G guadagno della leva

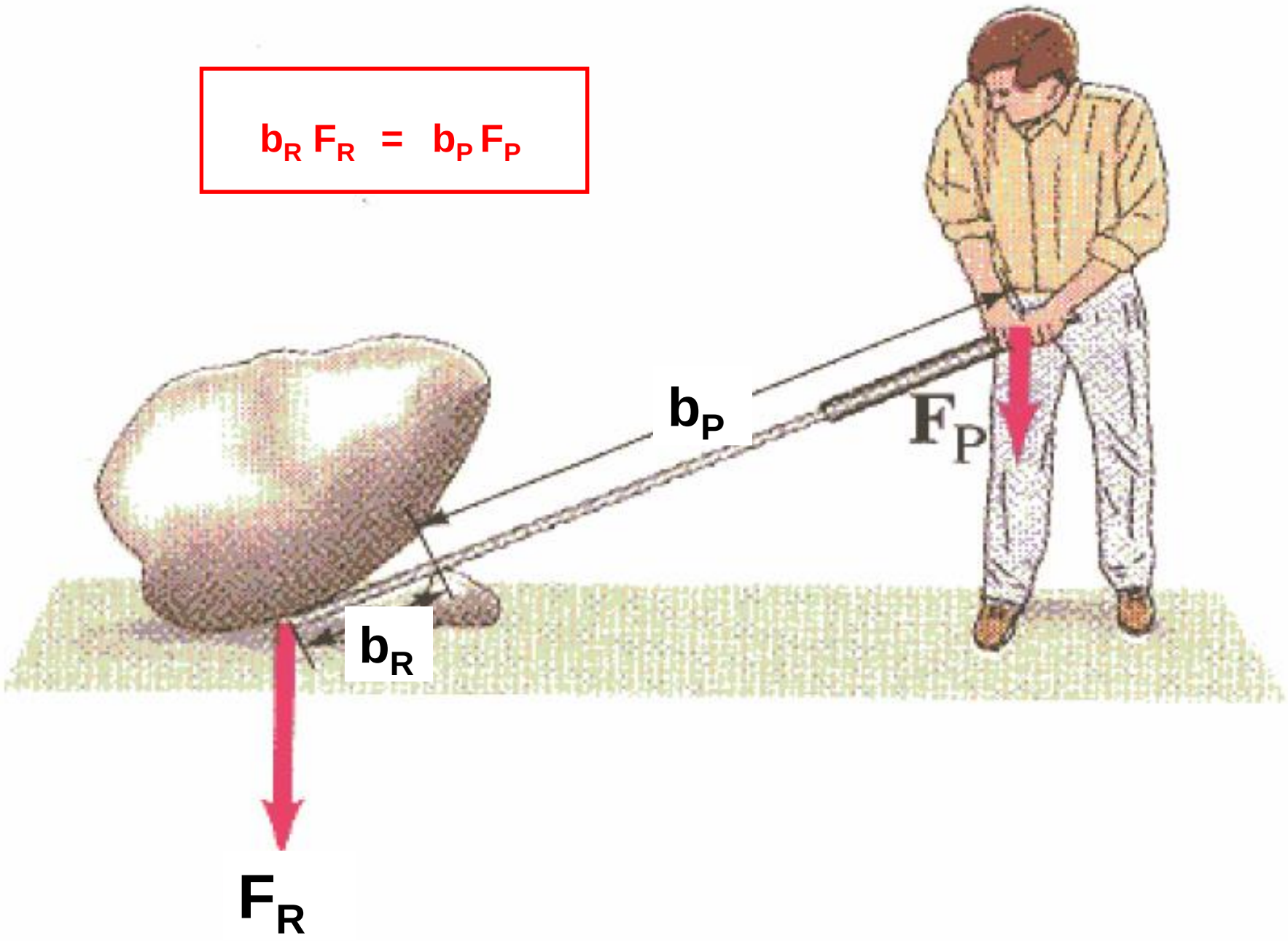
$$G = \frac{F_R}{F_P} = \frac{b_p}{b_R}$$

G { > 1 leva vantaggiosa
< 1 leva svantaggiosa

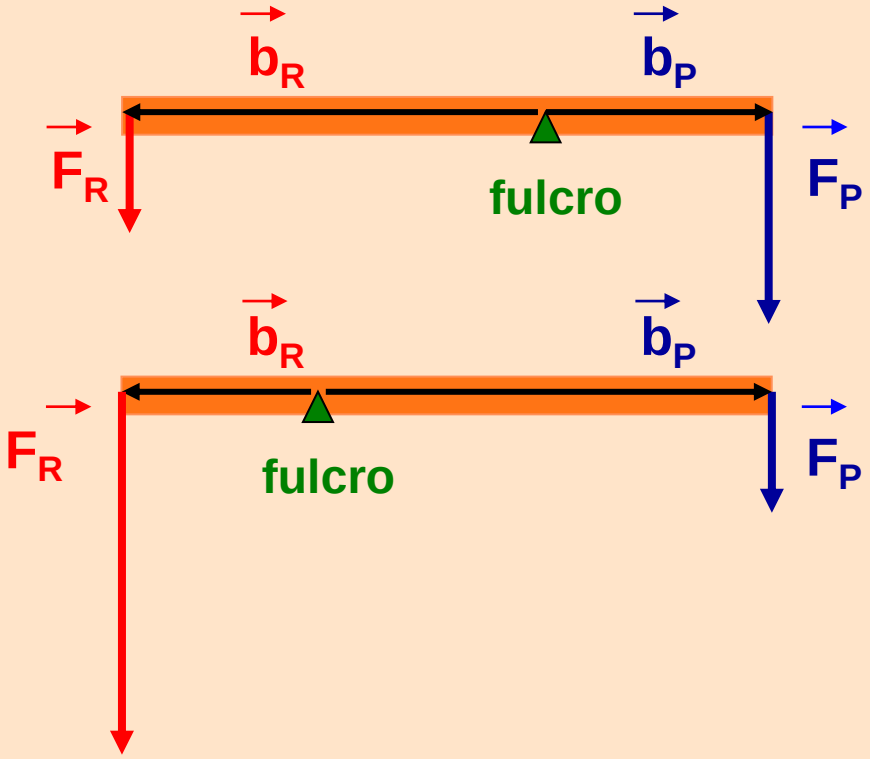


$$b_R F_R = b_P F_P$$

$$b_R F_R = b_P F_P$$



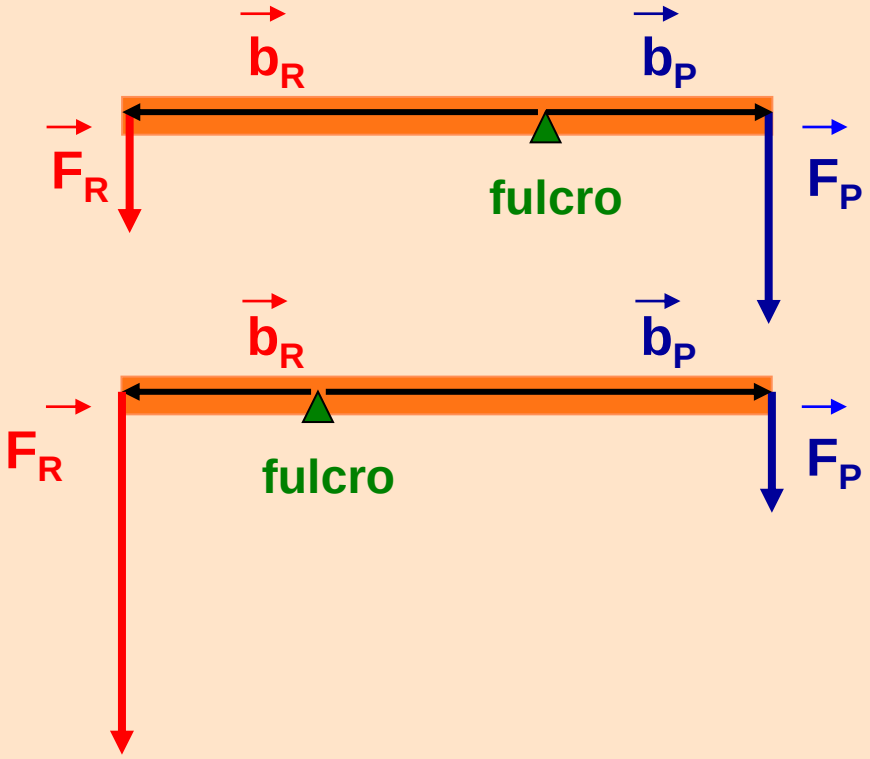
LE LEVE - 1° tipo



$b_P < b_R$

$b_P > b_R$

LE LEVE - 1° tipo



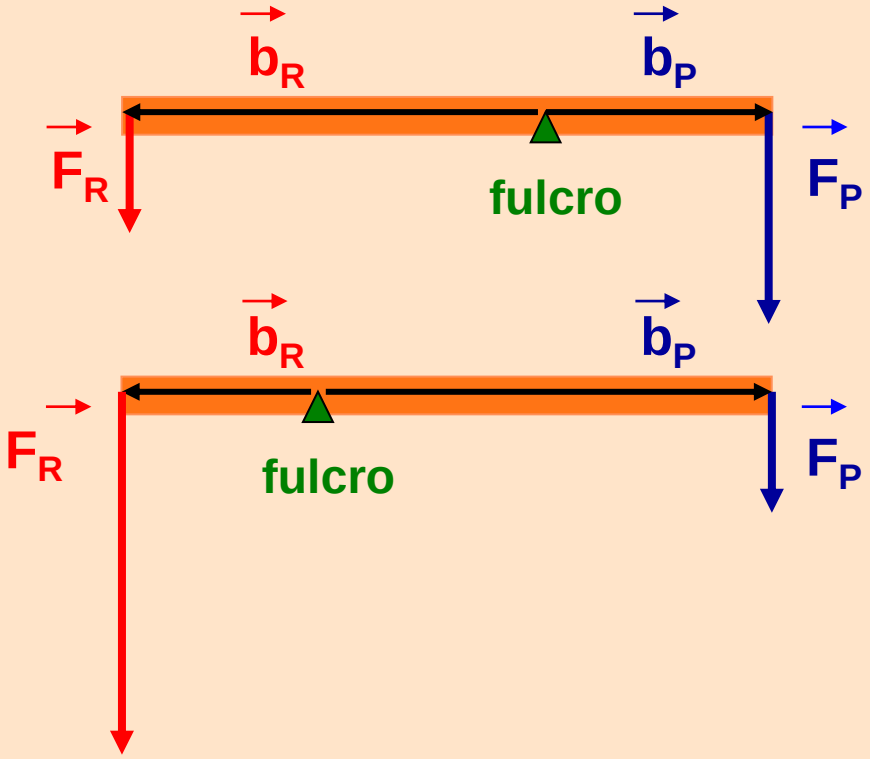
svantaggiosa

$b_P < b_R$

vantaggiosa

$b_P > b_R$

LE LEVE - 1° tipo

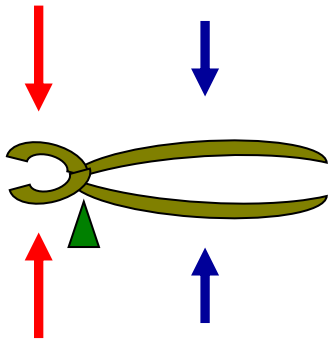


svantaggiosa

$b_P < b_R$

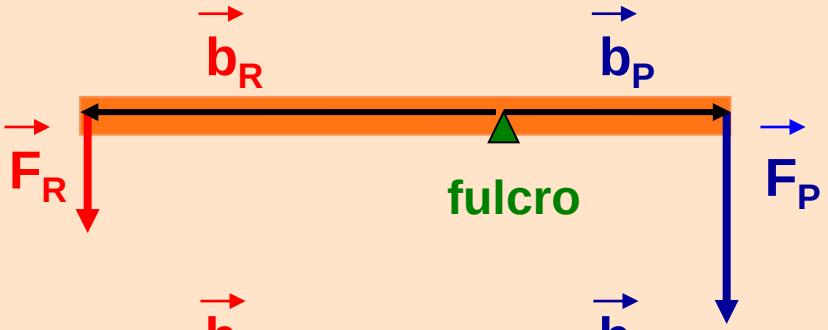
vantaggiosa

$b_P > b_R$



pinza

LE LEVE - 1° tipo



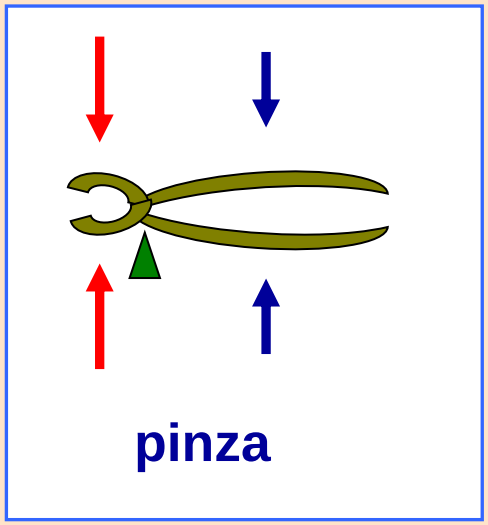
svantaggiosa

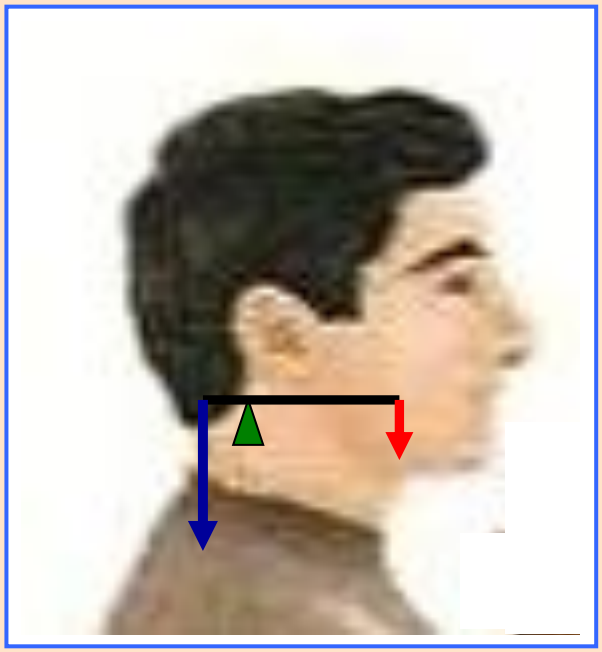
$b_P < b_R$



vantaggiosa

$b_P > b_R$



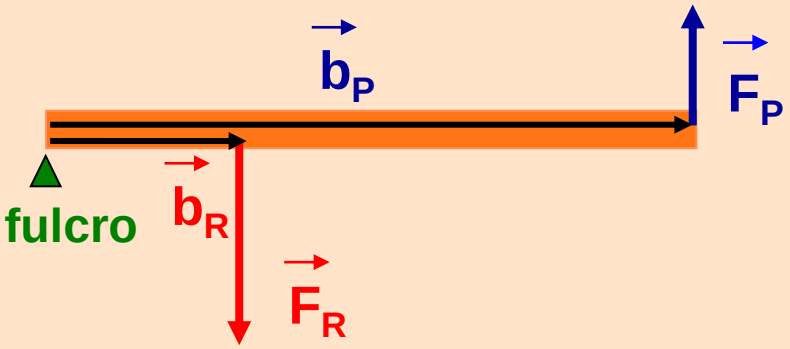


Fulcro, vertebra cervicale

Forma motrice, forza muscoli splenici

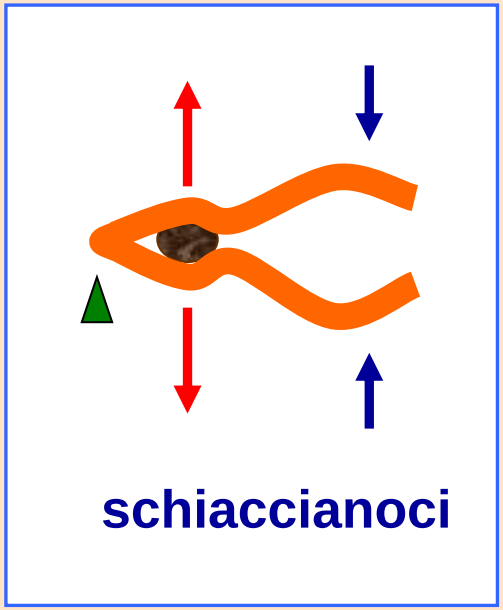
Forza di resistenza, peso della testa

LE LEVE - 2° tipo

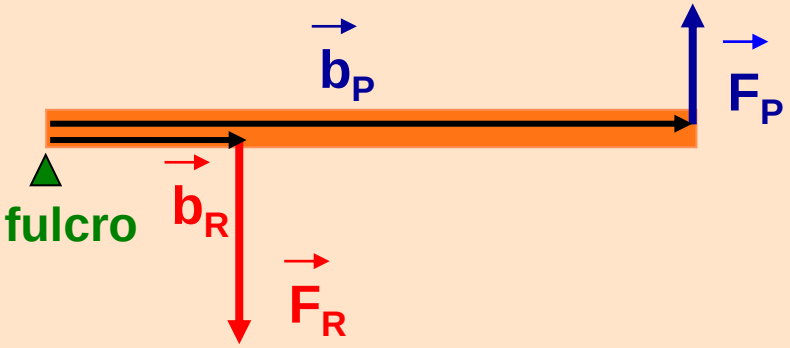


sempre vantaggiosa

sempre $b_P > b_R$

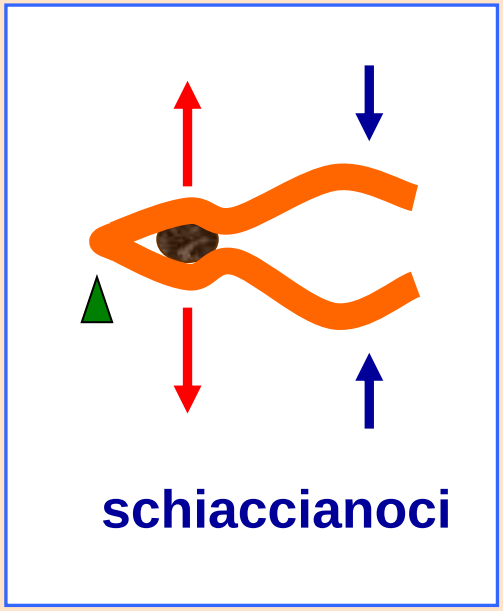


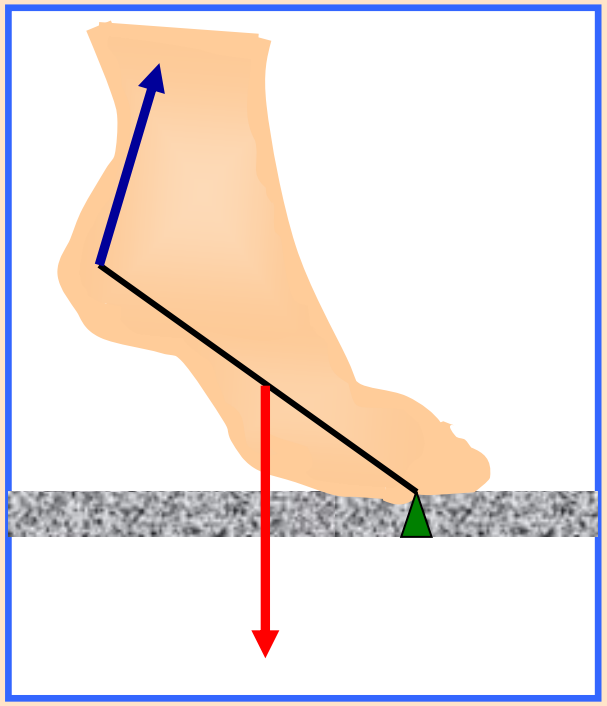
LE LEVE - 2° tipo



sempre vantaggiosa

sempre $b_P > b_R$



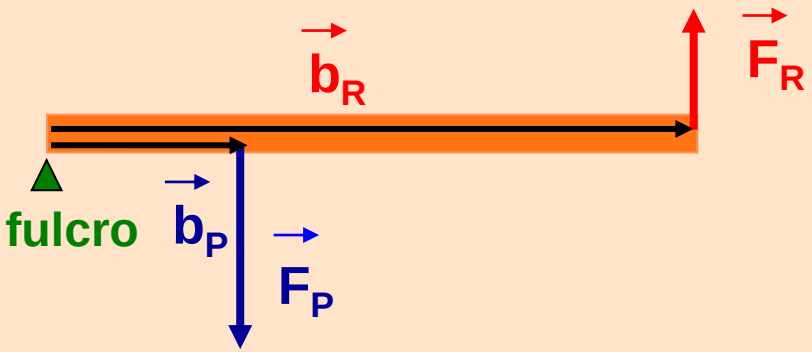


Fulcro, dita del piede

Forma motrice, forza muscoli del polpaccio

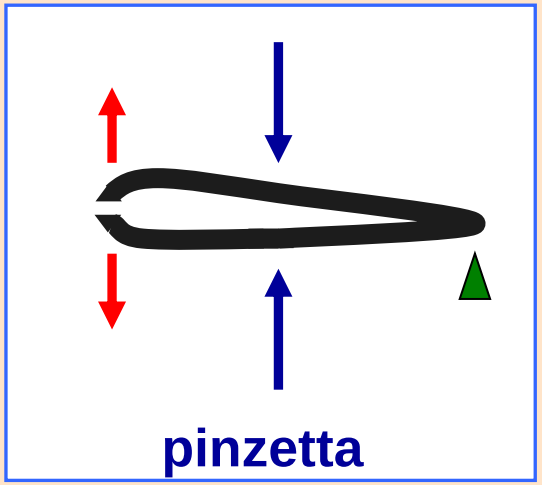
Forza di resistenza, peso del corpo che grava sulla caviglia

LE LEVE - 3° tipo

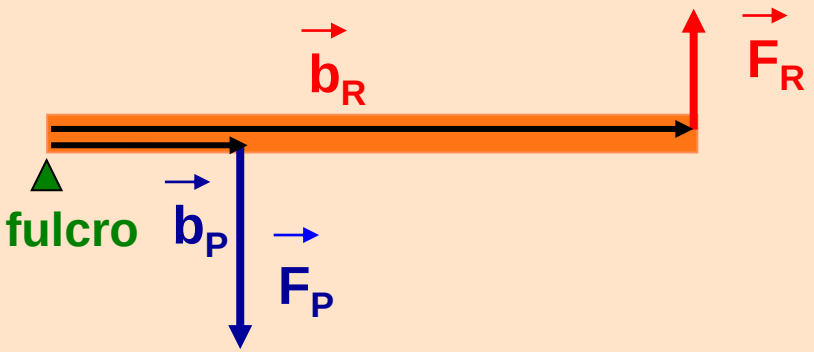


sempre svantaggiosa

sempre $b_P < b_R$

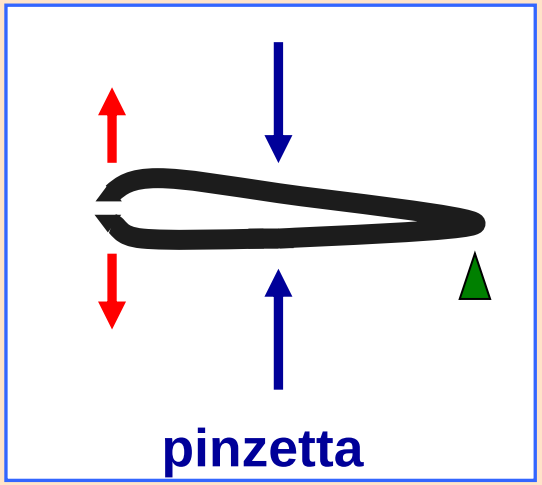


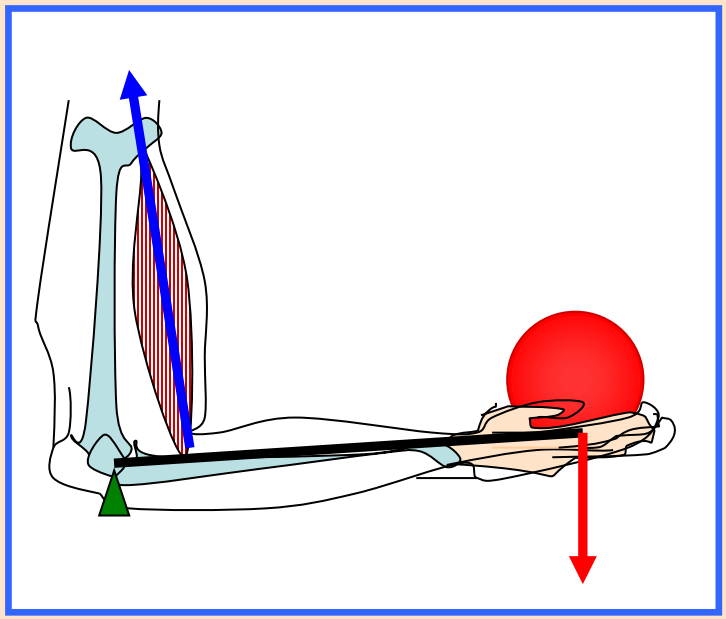
LE LEVE - 3° tipo



sempre svantaggiosa

sempre $b_P < b_R$





Fulcro, articolazione del gomito

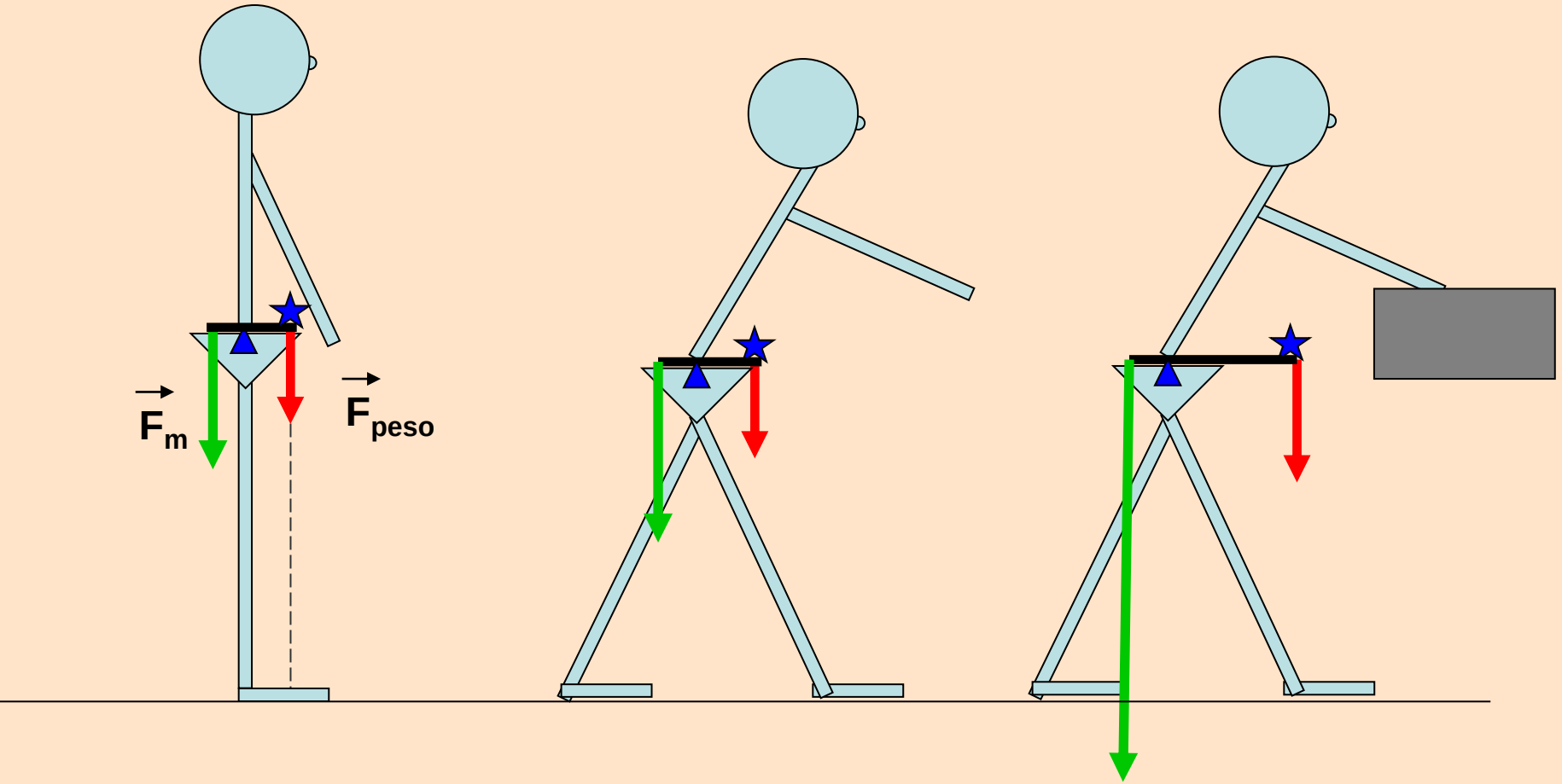
Forma motrice, forza muscolo bicipite

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

posizione eretta

postura in avanti

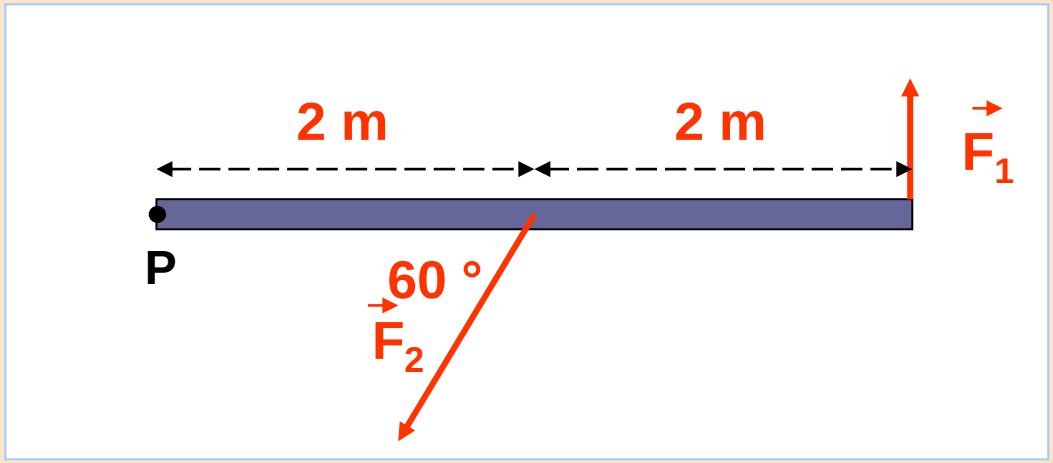
postura in avanti con carico



26 **Con riferimento alla figura, trovare i momenti delle forze F_1 e F_2 rispetto al polo P ed il momento totale.**

$F_1 = 5$ N

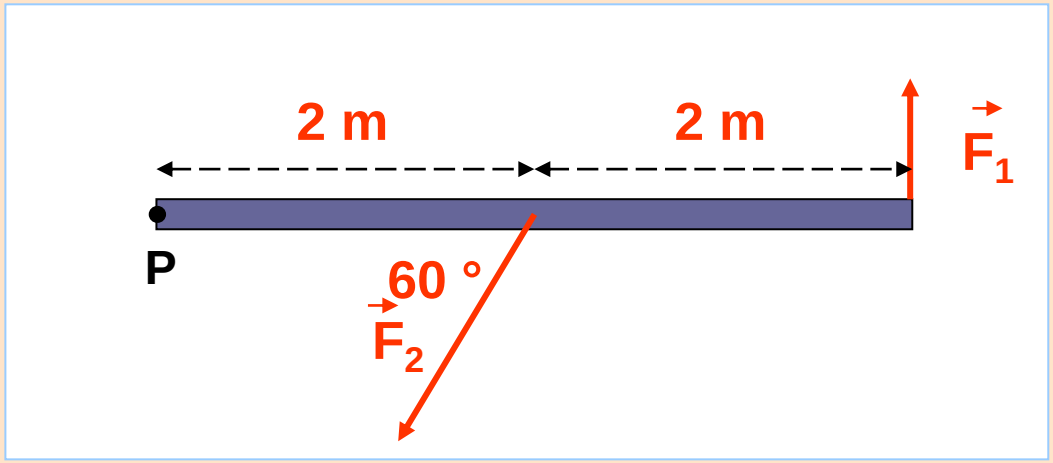
$F_2 = 10$ N



26 **Con riferimento alla figura, trovare i momenti delle forze F_1 e F_2 rispetto al polo P ed il momento totale.**

$F_1 = 5$ N

$F_2 = 10$ N

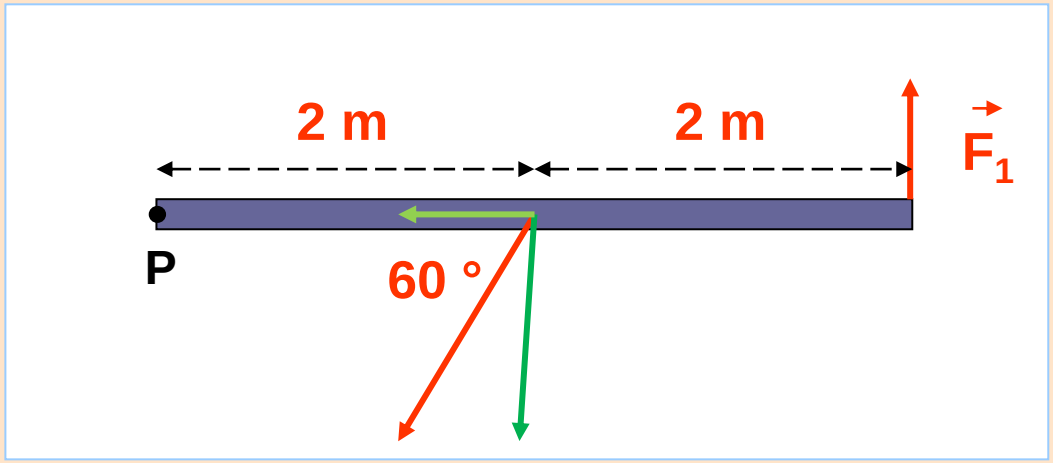


$M_1 = 4\ m \cdot 5\ N = 20\ Nm$ ⊙

26 **Con riferimento alla figura, trovare i momenti delle forze F_1 e F_2 rispetto al polo P ed il momento totale.**

$F_1 = 5$ N

$F_2 = 10$ N



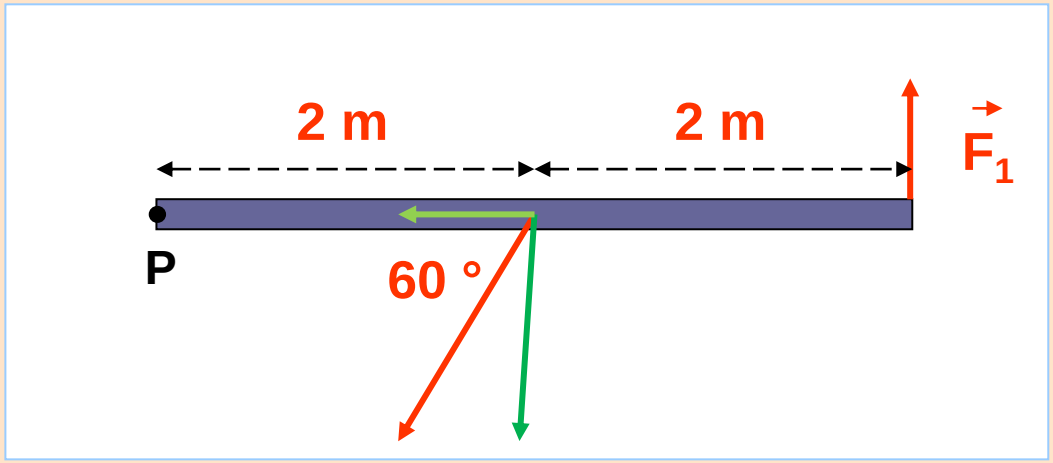
$M_1 = 4\ m \cdot 5\ N = 20\ Nm$ ⊙

Per calcolare M_2 ? ?

26 **Con riferimento alla figura, trovare i momenti delle forze F_1 e F_2 rispetto al polo P ed il momento totale.**

$F_1 = 5$ N

$F_2 = 10$ N



$M_1 = 4\ m \cdot 5\ N = 20\ Nm$ ⊙

Per calcolare M_2 ? ?

$\cos 30° = \sqrt{3} / 2$

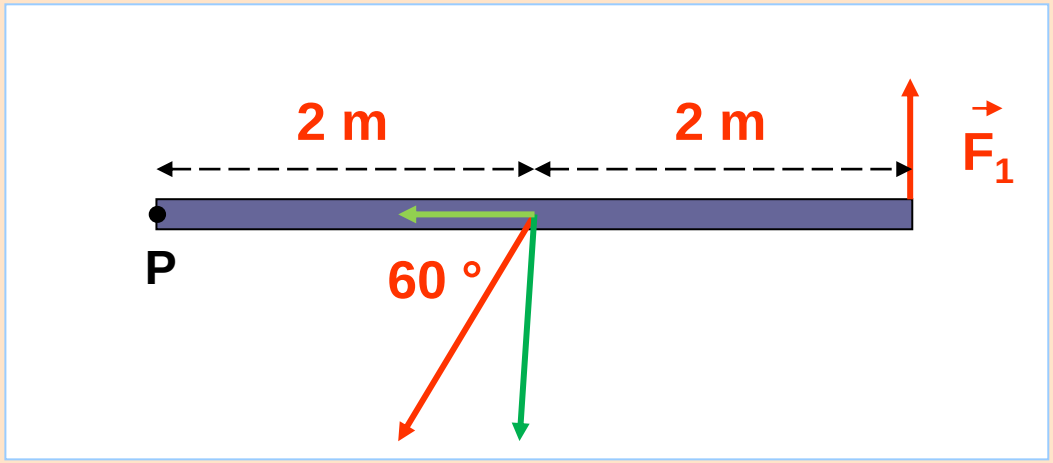
$= 1.73 / 2$

$= 0.866$

26 **Con riferimento alla figura, trovare i momenti delle forze F_1 e F_2 rispetto al polo P ed il momento totale.**

$F_1 = 5$ N

$F_2 = 10$ N



$M_1 = 4\ m \cdot 5\ N = 20\ Nm$ (•)

$M_2 = 2\ m \cdot 10\ N \cdot 0.866 = 17.3\ Nm$ (x)

Per calcolare M_2 ? ?

$\cos 30° = \sqrt{3} / 2$

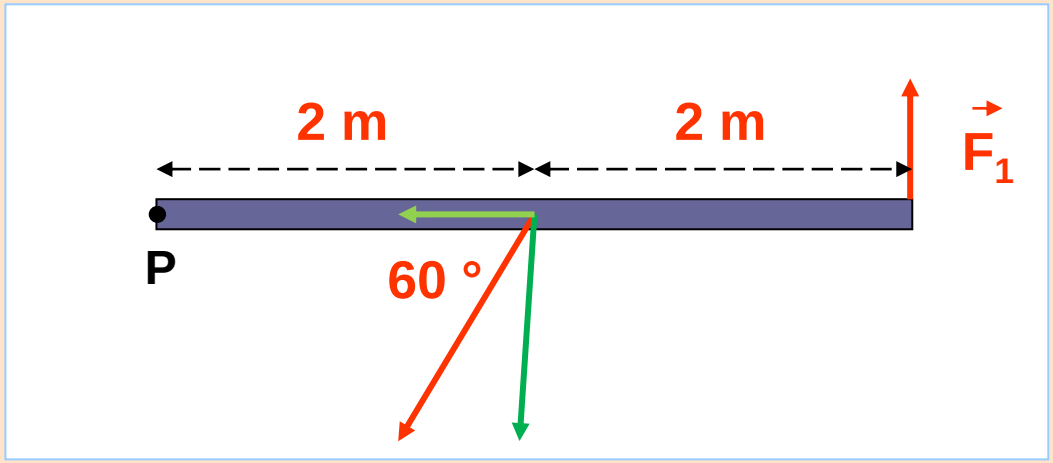
$= 1.73 / 2$

$= 0.866$

26 **Con riferimento alla figura, trovare i momenti delle forze F_1 e F_2 rispetto al polo P ed il momento totale.**

$F_1 = 5$ N

$F_2 = 10$ N



$M_1 = 4\ m \cdot 5\ N = 20\ Nm$ (•)

$M_2 = 2\ m \cdot 10\ N \cdot 0.866 = 17.3\ Nm$ (x)

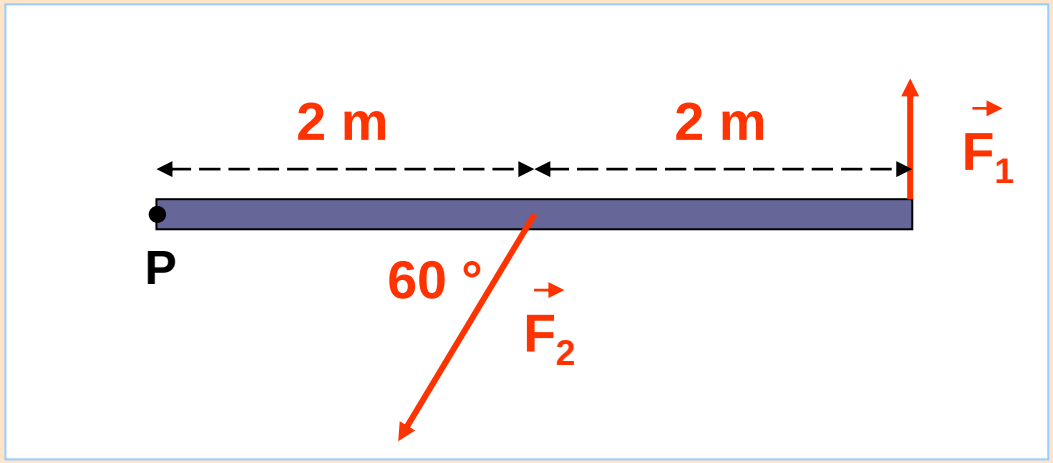
$M_{TOT} = 20\ Nm - 17.3\ Nm = 2.7\ Nm$

26

Con riferimento alla figura, trovare i momenti delle forze F_1 e F_2 rispetto al polo P ed il momento totale.

$F_1 = 5$ N

$F_2 = 10$ N

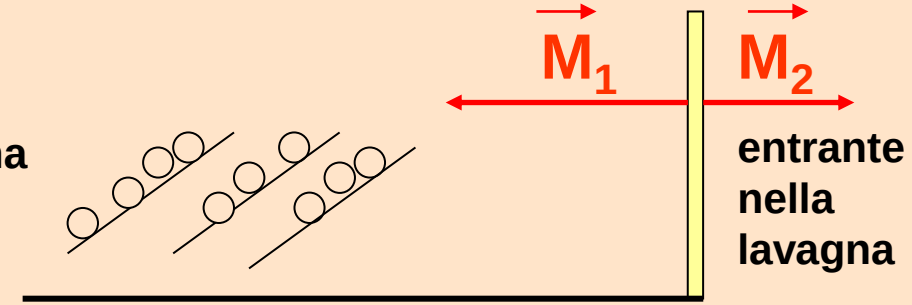


$M_1 = 4\ m \cdot 5\ N = 20\ Nm$ ⊙ $M_2 = 2\ m \cdot 10\ N \cdot 0.866 = 17.3\ Nm$ x

$M_{TOT} = 20\ Nm - 17.3\ Nm = 2.7\ Nm$ ⊙

Ad esempio rispetto al disegno sulla lavagna luminosa . . .

studenti vedrebbero
M_{TOT} uscire dalla lavagna



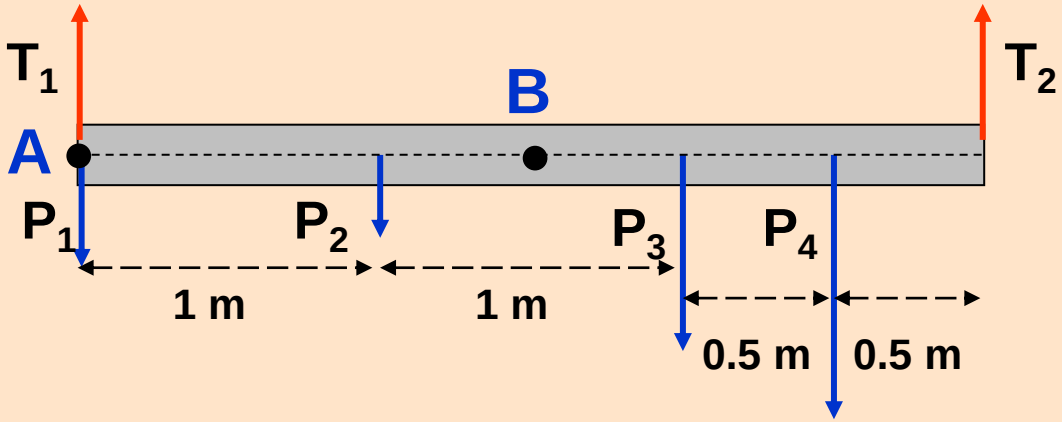
27 **Una sbarra priva di peso è sostenuta da due funi verticali. Da essa pendono quattro pesi come in figura. Trovare le tensioni T_1 e T_2 che si esercitano sulle funi.**

$P_1 = 10$ N

$P_2 = 6$ N

$P_3 = 20$ N

$P_4 = 30$ N



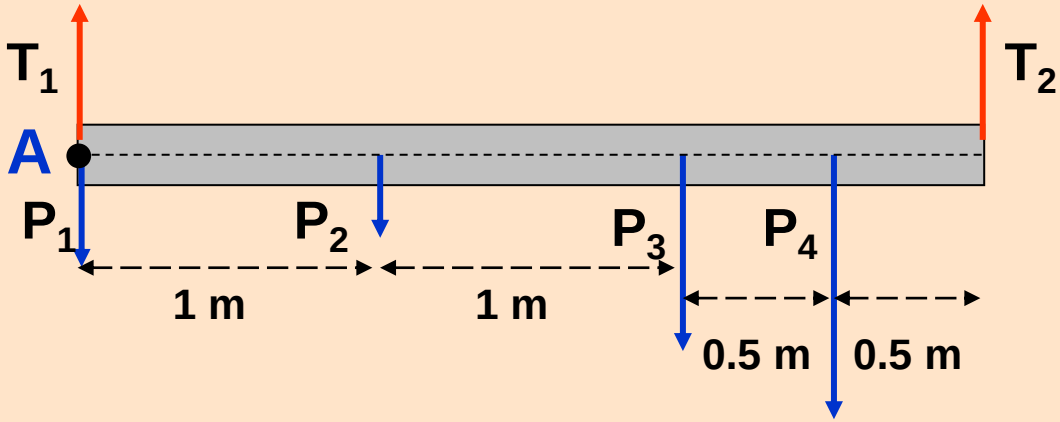
27 **Una sbarra priva di peso è sostenuta da due funi verticali. Da essa pendono quattro pesi come in figura. Trovare le tensioni T_1 e T_2 che si esercitano sulle funi.**

$P_1 = 10$ N

$P_2 = 6$ N

$P_3 = 20$ N

$P_4 = 30$ N



---

rispetto ad A

$$\sum \vec{F_i} = 0 \qquad \vec{T_1} + \vec{T_2} + \vec{P_1} + \vec{P_2} + \vec{P_3} + \vec{P_4} = 0$$

$$\sum \vec{M_i} = 0 \qquad \vec{M_{T1}} + \vec{M_{T2}} + \vec{M_1} + \vec{M_2} + \vec{M_3} + \vec{M_4} = 0$$

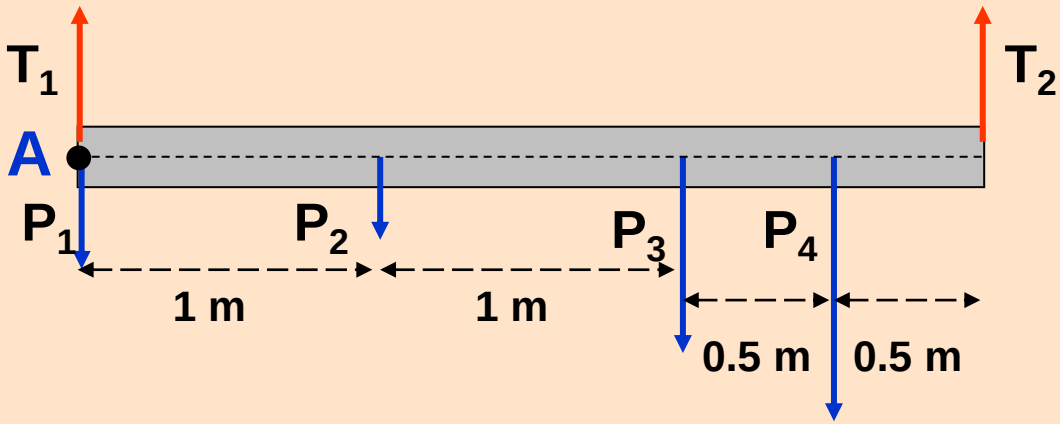
27 **Una sbarra priva di peso è sostenuta da due funi verticali. Da essa pendono quattro pesi come in figura. Trovare le tensioni T_1 e T_2 che si esercitano sulle funi.**

$P_1 = 10$ N

$P_2 = 6$ N

$P_3 = 20$ N

$P_4 = 30$ N



---

rispetto ad A

$\sum \vec{F_i} = 0 \qquad \vec{T_1} + \vec{T_2} + \vec{P_1} + \vec{P_2} + \vec{P_3} + \vec{P_4} = 0$

$T_1 + T_2 = 10 + 6 + 20 + 30 \qquad T_1 + T_2 = 66$

$\sum \vec{M_i} = 0 \qquad \vec{M}_{T1} + \vec{M}_{T2} + \vec{M}_1 + \vec{M}_2 + \vec{M}_3 + \vec{M}_4 = 0$

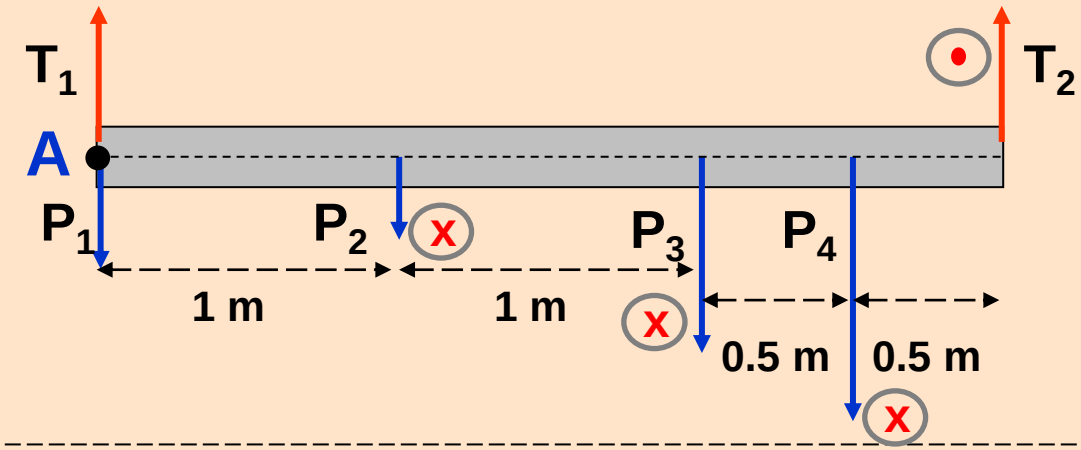
27 **Una sbarra priva di peso è sostenuta da due funi verticali. Da essa pendono quattro pesi come in figura. Trovare le tensioni T_1 e T_2 che si esercitano sulle funi.**

$P_1 = 10$ N

$P_2 = 6$ N

$P_3 = 20$ N

$P_4 = 30$ N



rispetto ad A

$\sum \vec{F_i} = 0 \qquad \vec{T_1} + \vec{T_2} + \vec{P_1} + \vec{P_2} + \vec{P_3} + \vec{P_4} = 0$

$T_1 + T_2 = 10 + 6 + 20 + 30 \qquad T_1 + T_2 = 66$

$\sum \vec{M_i} = 0 \qquad \vec{M_{T1}} + \vec{M_{T2}} + \vec{M_1} + \vec{M_2} + \vec{M_3} + \vec{M_4} = 0$

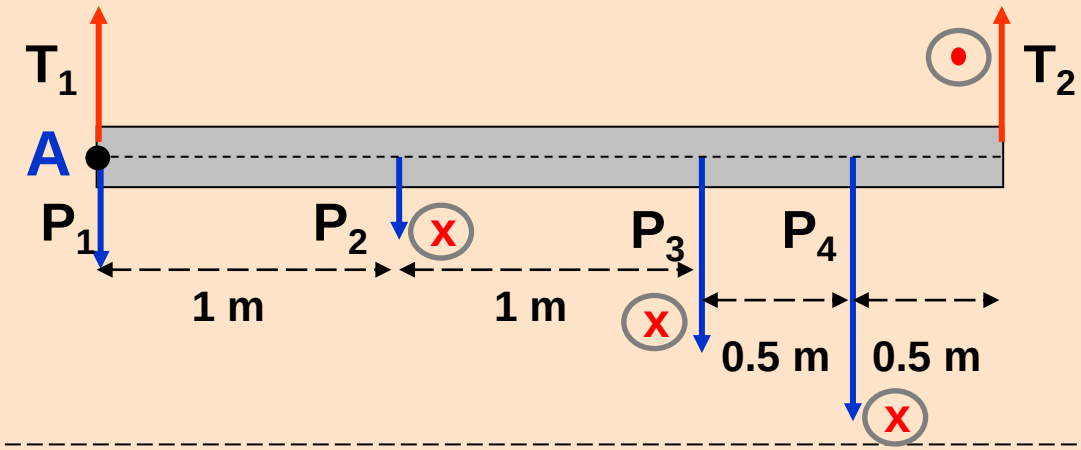
27 **Una sbarra priva di peso è sostenuta da due funi verticali. Da essa pendono quattro pesi come in figura. Trovare le tensioni T_1 e T_2 che si esercitano sulle funi.**

$P_1 = 10$ N

$P_2 = 6$ N

$P_3 = 20$ N

$P_4 = 30$ N



rispetto ad A

$\sum \vec{F_i} = 0$ $\quad \vec{T_1} + \vec{T_2} + \vec{P_1} + \vec{P_2} + \vec{P_3} + \vec{P_4} = 0$

$T_1 + T_2 = 10 + 6 + 20 + 30$ $\quad T_1 + T_2 = 66$

$\sum \vec{M_i} = 0$ $\quad \vec{M_{T1}} + \vec{M_{T2}} + \vec{M_1} + \vec{M_2} + \vec{M_3} + \vec{M_4} = 0$

$M_{T1} = 0$ $\quad M_1 = 0$ $\quad M_{T2} = M_2 + M_3 + M_4$

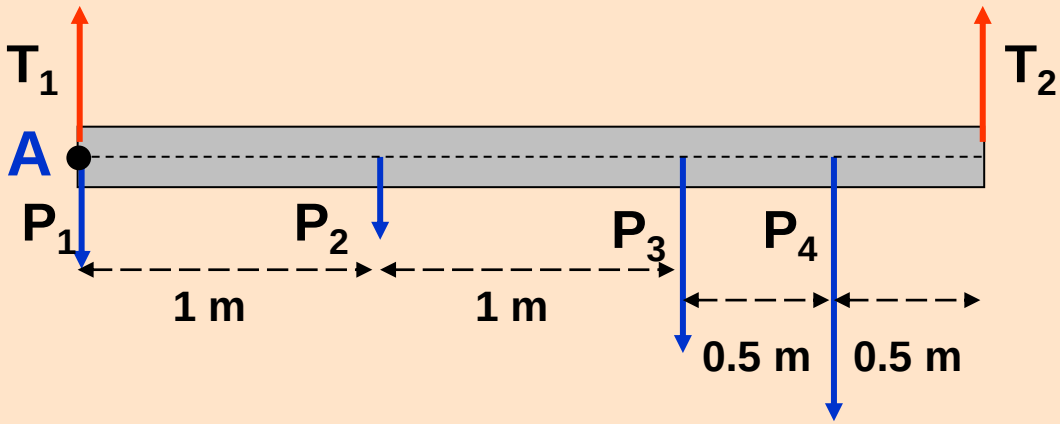
27 **Una sbarra priva di peso è sostenuta da due funi verticali. Da essa pendono quattro pesi come in figura. Trovare le tensioni T_1 e T_2 che si esercitano sulle funi.**

$P_1 = 10$ N

$P_2 = 6$ N

$P_3 = 20$ N

$P_4 = 30$ N



---

rispetto ad A

$\sum \vec{F_i} = 0$ $\quad \vec{T_1} + \vec{T_2} + \vec{P_1} + \vec{P_2} + \vec{P_3} + \vec{P_4} = 0$

$T_1 + T_2 = 10 + 6 + 20 + 30$ $\quad T_1 + T_2 = 66$

$\sum \vec{M_i} = 0$ $\quad \vec{M}_{T1} + \vec{M}_{T2} + \vec{M}_1 + \vec{M}_2 + \vec{M}_3 + \vec{M}_4 = 0$

$M_{T1} = 0$ $\quad M_1 = 0$ $\quad M_{T2} = M_2 + M_3 + M_4$

$3 \times T_2 = 1 \times 6 + 2 \times 20 + 2.5 \times 30$

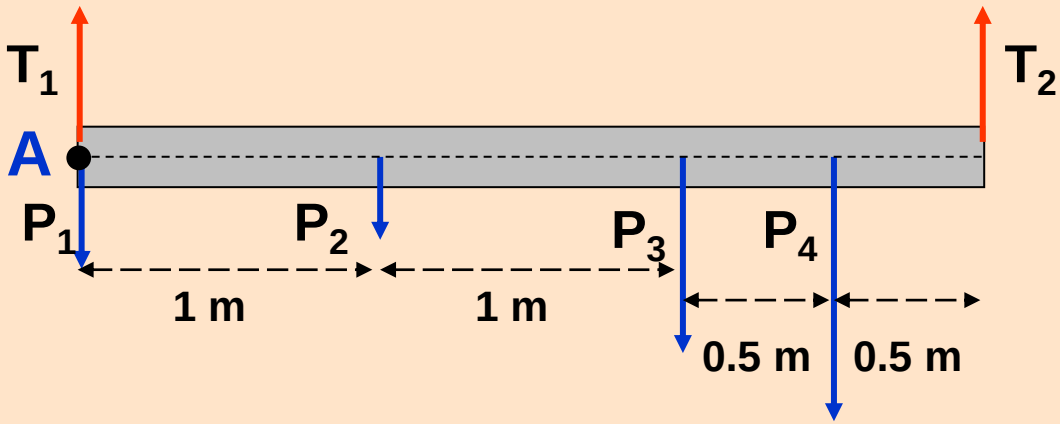
27 **Una sbarra priva di peso è sostenuta da due funi verticali. Da essa pendono quattro pesi come in figura. Trovare le tensioni T_1 e T_2 che si esercitano sulle funi.**

$P_1 = 10$ N

$P_2 = 6$ N

$P_3 = 20$ N

$P_4 = 30$ N



---

rispetto ad A

$\sum \vec{F_i} = 0$ $\quad \vec{T_1} + \vec{T_2} + \vec{P_1} + \vec{P_2} + \vec{P_3} + \vec{P_4} = 0$

$T_1 + T_2 = 10 + 6 + 20 + 30$ $\quad T_1 + T_2 = 66$

$\sum \vec{M_i} = 0$ $\quad \vec{M_{T1}} + \vec{M_{T2}} + \vec{M_1} + \vec{M_2} + \vec{M_3} + \vec{M_4} = 0$

$M_{T1} = 0$ $\quad M_1 = 0$

$M_{T2} = M_2 + M_3 + M_4$

$3 \times T_2 = 1 \times 6 + 2 \times 20 + 2.5 \times 30$

$3T_2 = 121$ $\quad T_2 = 40.33$ N

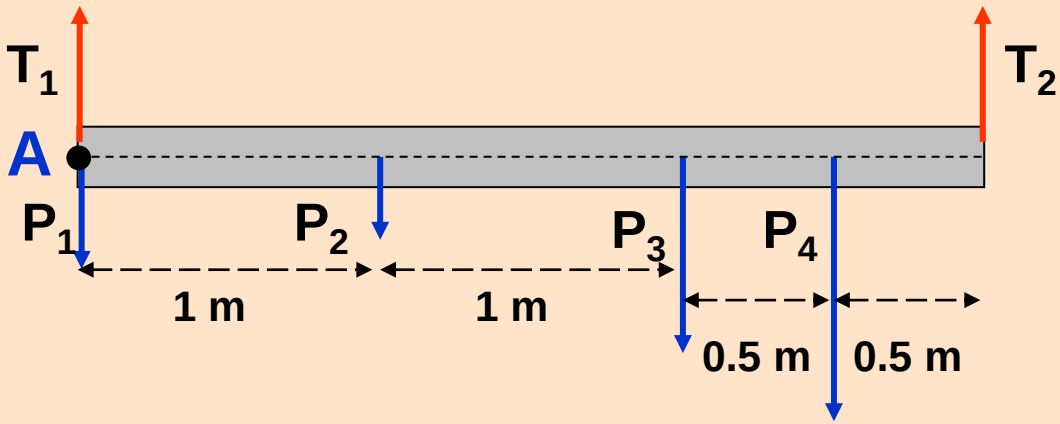
27 **Una sbarra priva di peso è sostenuta da due funi verticali. Da essa pendono quattro pesi come in figura. Trovare le tensioni T_1 e T_2 che si esercitano sulle funi.**

$P_1 = 10$ N

$P_2 = 6$ N

$P_3 = 20$ N

$P_4 = 30$ N



---

rispetto ad A

$\sum \vec{F_i} = 0$ $\quad \vec{T_1} + \vec{T_2} + \vec{P_1} + \vec{P_2} + \vec{P_3} + \vec{P_4} = 0$

$T_1 + T_2 = 10 + 6 + 20 + 30$ $\quad T_1 + T_2 = 66$

$\sum \vec{M_i} = 0$ $\quad \vec{M_{T1}} + \vec{M_{T2}} + \vec{M_1} + \vec{M_2} + \vec{M_3} + \vec{M_4} = 0$

$M_{T1} = 0$ $\quad M_1 = 0$

$M_{T2} = M_2 + M_3 + M_4$

$3 \times T_2 = 1 \times 6 + 2 \times 20 + 2.5 \times 30$

$3T_2 = 121$ $\quad T_2 = 40.33$ N $\quad T_1 = 66 - T_2$ $\quad T_1 = 25.67$ N

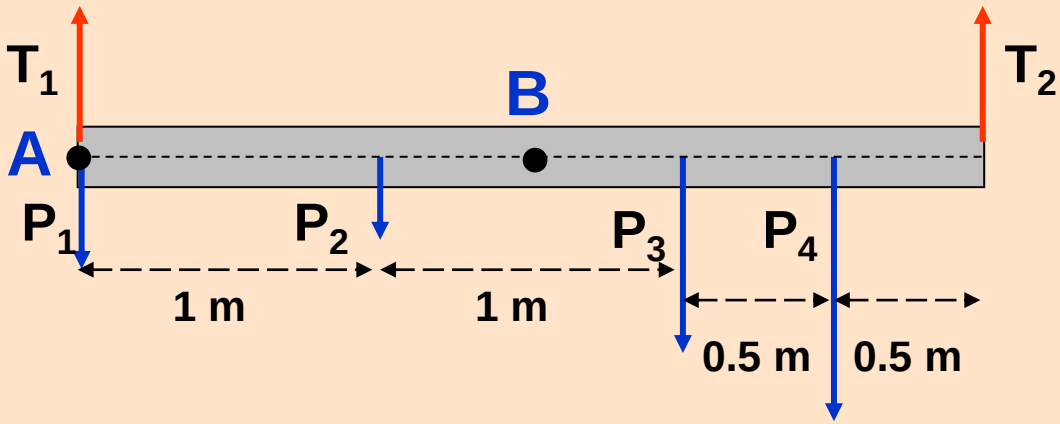
27 **Una sbarra priva di peso è sostenuta da due funi verticali. Da essa pendono quattro pesi come in figura. Trovare le tensioni T_1 e T_2 che si esercitano sulle funi.**

$P_1 = 10$ N

$P_2 = 6$ N

$P_3 = 20$ N

$P_4 = 30$ N



---

rispetto ad A

$\sum \vec{F_i} = 0$ $\quad \vec{T_1} + \vec{T_2} + \vec{P_1} + \vec{P_2} + \vec{P_3} + \vec{P_4} = 0$

$T_1 + T_2 = 10 + 6 + 20 + 30$ $\quad T_1 + T_2 = 66$

$\sum \vec{M_i} = 0$ $\quad \vec{M_{T1}} + \vec{M_{T2}} + \vec{M_1} + \vec{M_2} + \vec{M_3} + \vec{M_4} = 0$

$M_{T1} = 0$ $\quad M_1 = 0$ $\quad M_{T2} = M_2 + M_3 + M_4$

$3 \times T_2 = 1 \times 6 + 2 \times 20 + 2.5 \times 30$

. . . e rispetto a B ??

$3T_2 = 121$ $\quad T_2 = 40.33$ N $\quad T_1 = 66 - T_2$ $\quad T_1 = 25.67$ N

Provare a fare lo stesso esercizio precedente, considerando B come riferimento, invece che A

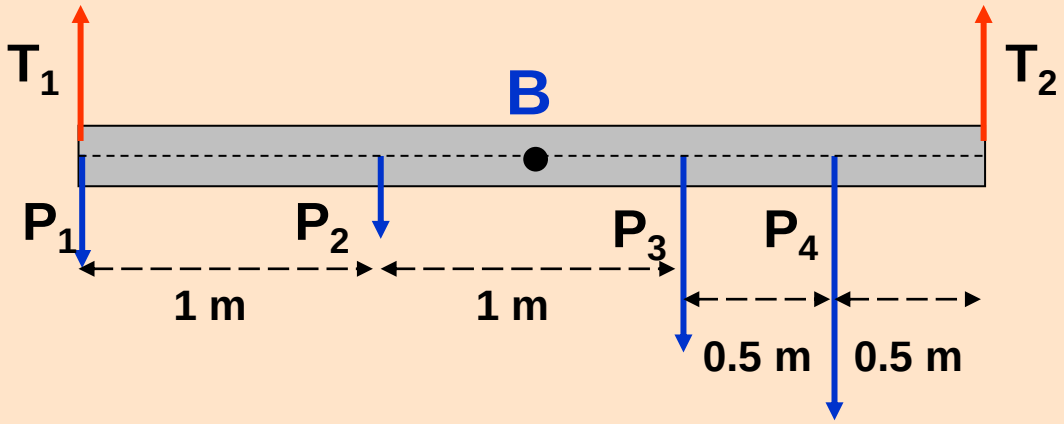
Una sbarra priva di peso è sostenuta da due funi verticali. Da essa pendono quattro pesi come in figura. Trovare le tensioni T_1 e T_2 che si esercitano sulle funi.

$P_1 = 10$ N

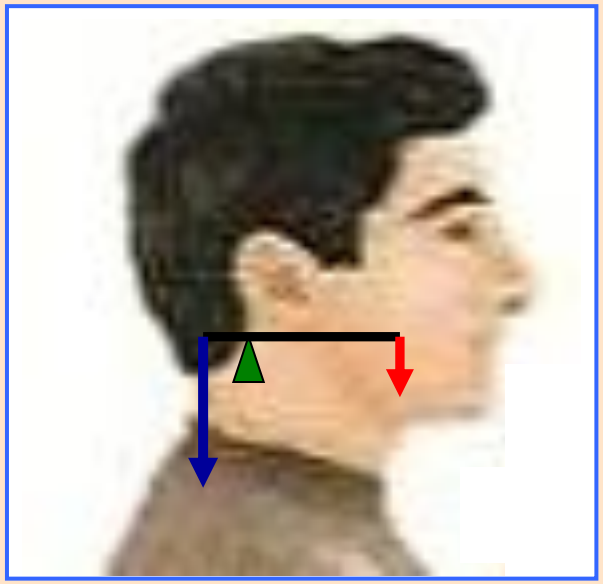
$P_2 = 6$ N

$P_3 = 20$ N

$P_4 = 30$ N

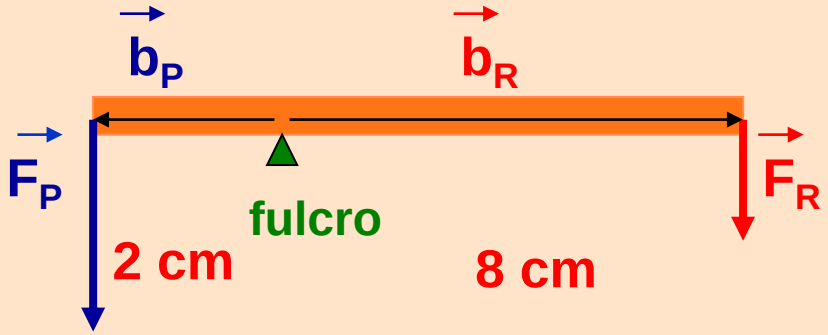


28 **La testa ruota attorno all'articolazione atlanto-occipitale. I muscoli splenici che si trovano sotto l'articolazione sostengono la testa. Calcolare il modulo della forza muscolare per tener sollevata una testa di 8 kg con 2 cm di distanza fra fulcro e muscolo e 8 cm di distanza fra fulcro e baricentro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

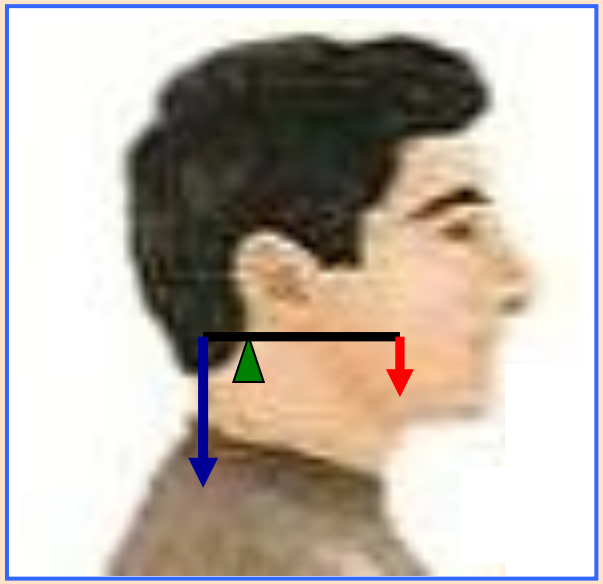


Leva di 1° tipo

Potenza – forza muscolare
Resistenza – forza peso testa

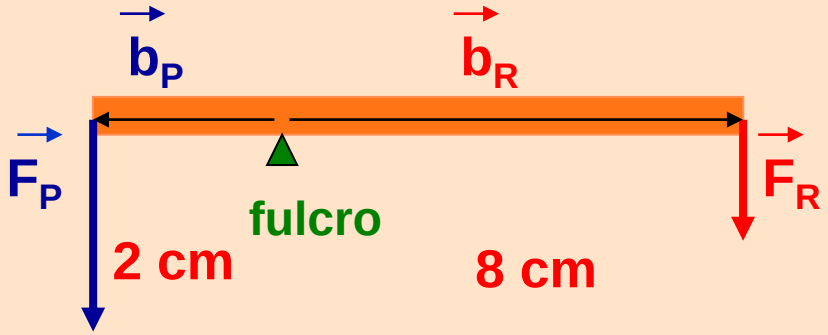


28 **La testa ruota attorno all'articolazione atlanto-occipitale. I muscoli splenici che si trovano sotto l'articolazione sostengono la testa. Calcolare il modulo della forza muscolare per tener sollevata una testa di 8 kg con 2 cm di distanza fra fulcro e muscolo e 8 cm di distanza fra fulcro e baricentro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



Leva di 1° tipo

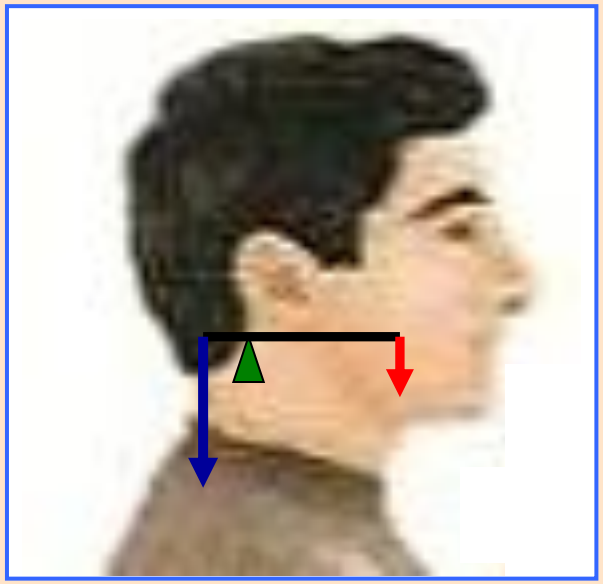
Potenza – forza muscolare
Resistenza – forza peso testa



$F_R \cdot b_R = F_p \cdot b_p$

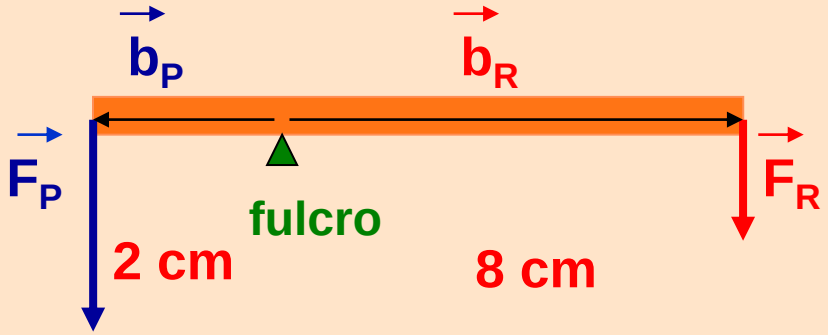
$F_p = F_R \cdot b_R / b_p$

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

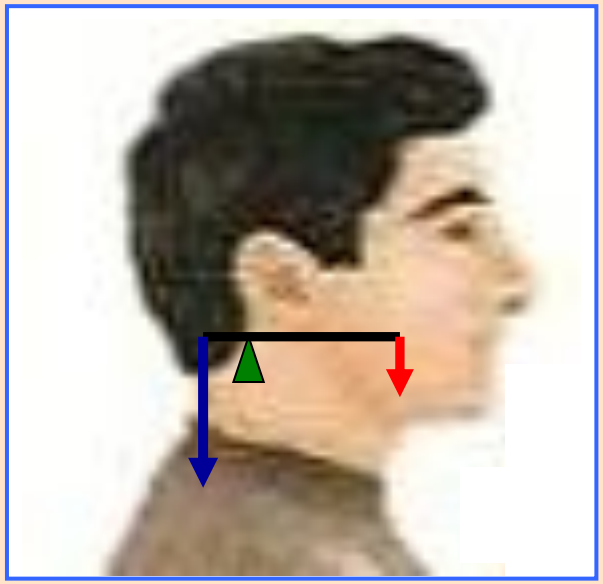


$F_R \cdot b_R = F_p \cdot b_p$

$F_p = F_R \cdot b_R / b_p$

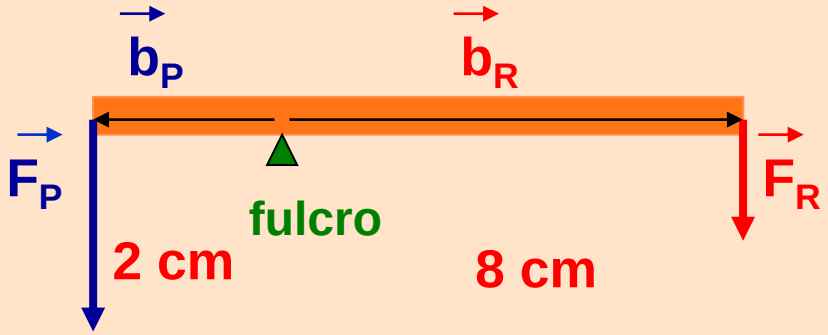
$F_p = (8\ kg)\ (9.8\ ms^{-2})\ (8 \cdot 10^{-2}\ m) / (2 \cdot 10^{-2} m) = 320\ N$

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

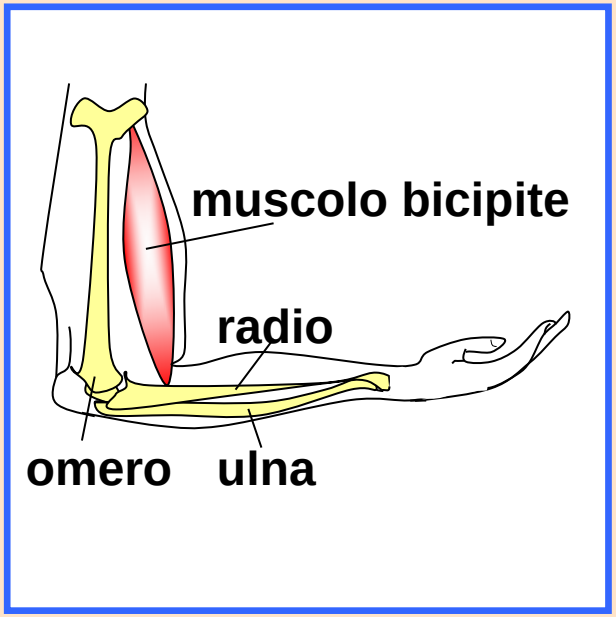


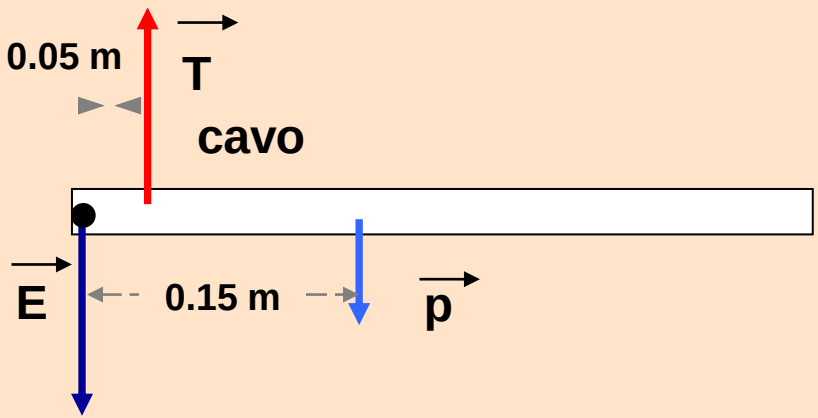
$F_R \cdot b_R = F_p \cdot b_p$ $\qquad$ $F_p = F_R \cdot b_R / b_p$

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

ovvero 4 volte la forza peso della testa !!!

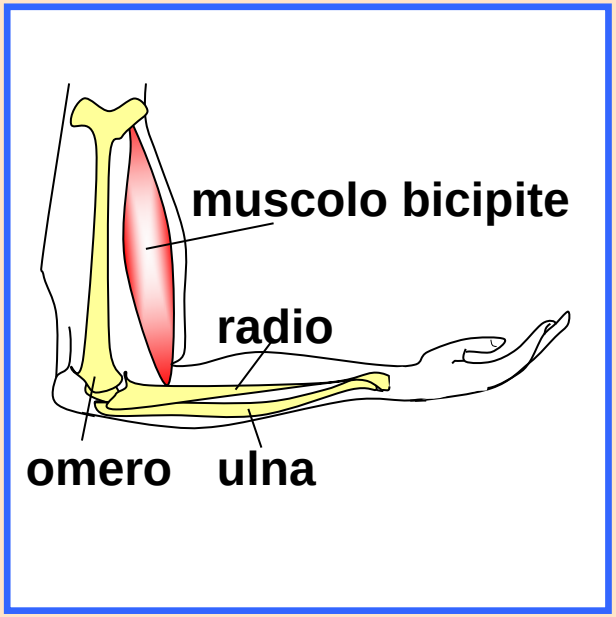
Il modello dell'avambraccio è costituito da una sbarra incernierata che è tenuta da un cavo, come in figura.

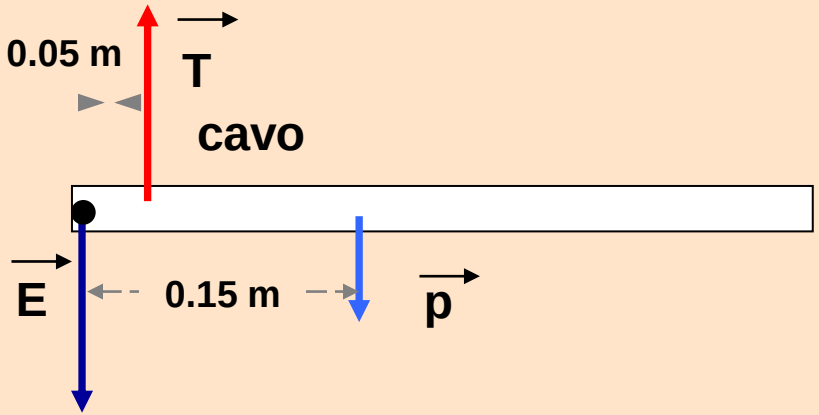




Trovare la tensione T esercitata dal bicipite e la forza E dell'articolazione del gomito, nel caso di un peso p dell'avambraccio pari a 12 N.

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



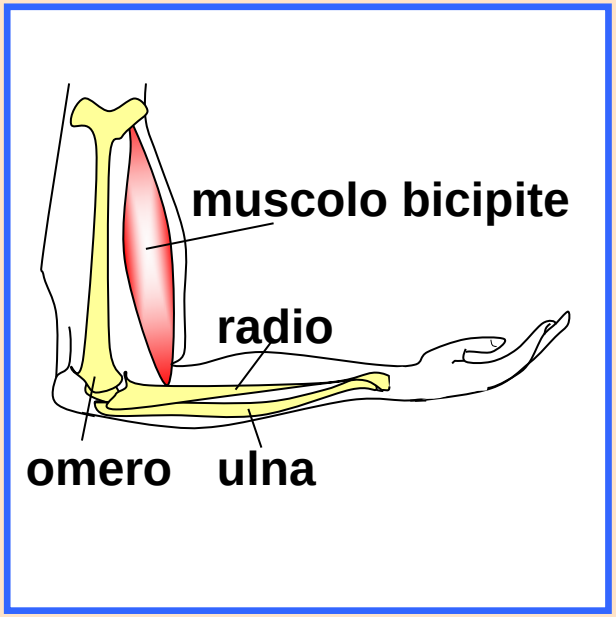


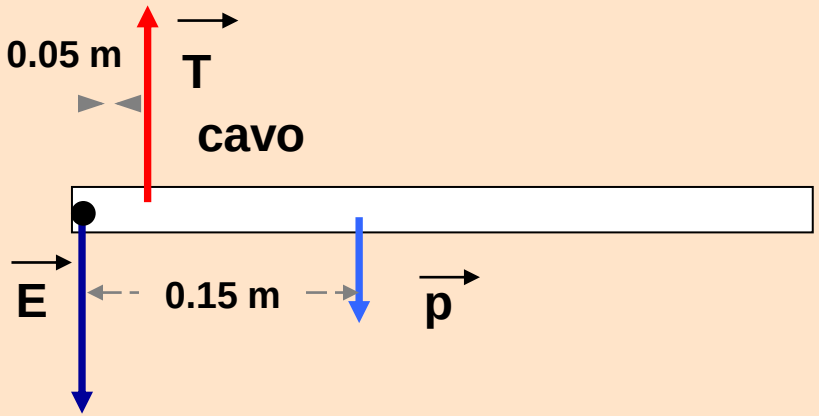
Trovare la tensione T esercitata dal bicipite e la forza E dell'articolazione del gomito, nel caso di un peso p dell'avambraccio pari a 12 N.

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

$$\vec{M}_T + \vec{M}_E + \vec{M}_P = 0$$

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



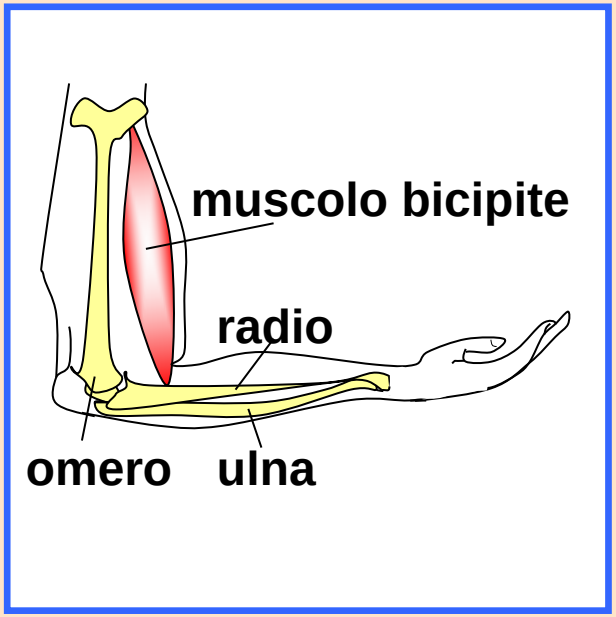


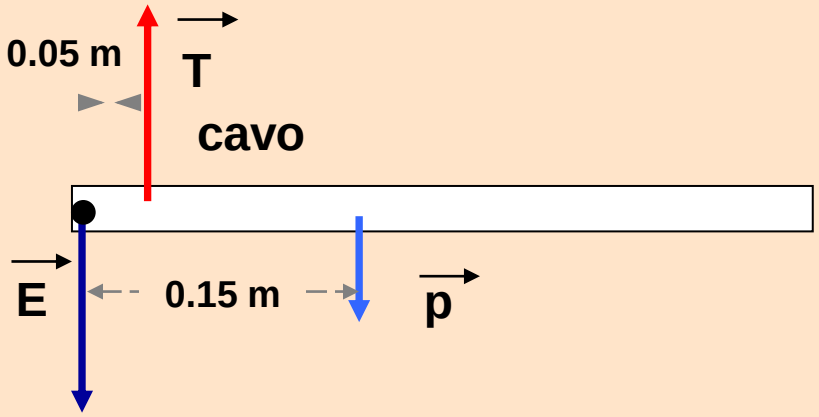
Trovare la tensione T esercitata dal bicipite e la forza E dell'articolazione del gomito, nel caso di un peso p dell'avambraccio pari a 12 N.

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

$\vec{M}_T + \vec{M}_E + \vec{M}_P = 0$ $\qquad$ $M_T = M_P$

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



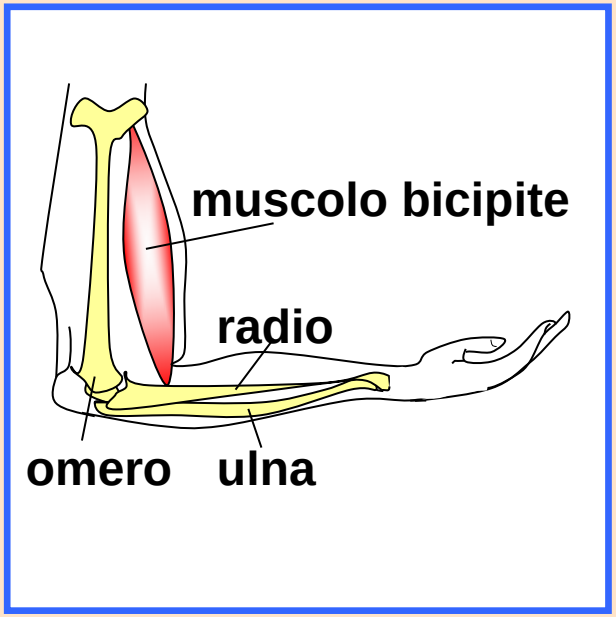


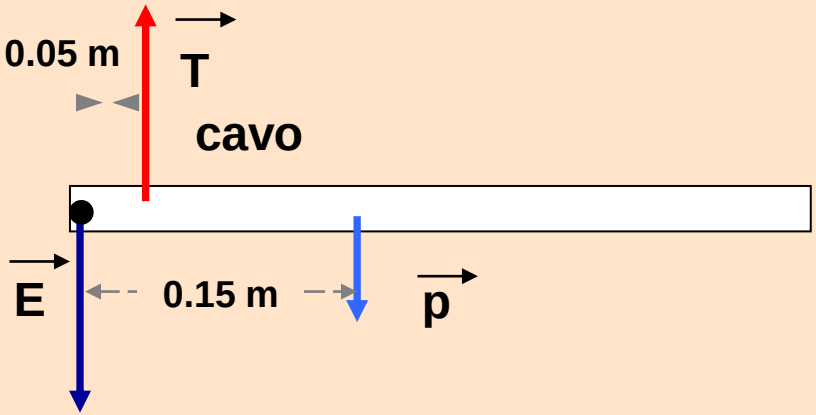
Trovare la tensione T esercitata dal bicipite e la forza E dell'articolazione del gomito, nel caso di un peso p dell'avambraccio pari a 12 N.

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

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

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





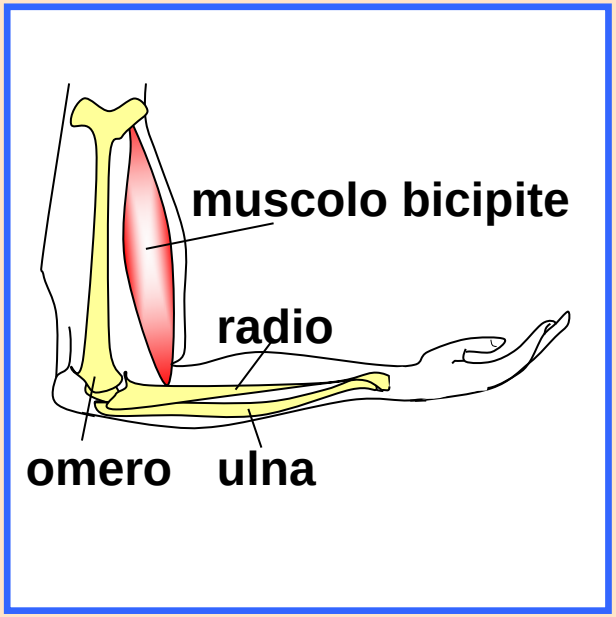
Trovare la tensione T esercitata dal bicipite e la forza E dell'articolazione del gomito, nel caso di un peso p dell'avambraccio pari a 12 N.

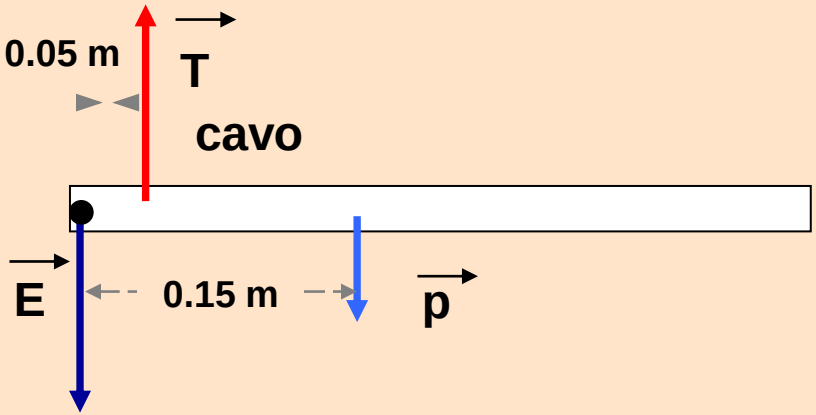
$\vec{T} + \vec{E} + \vec{p} = 0$ $\qquad T = E + p$

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

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

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





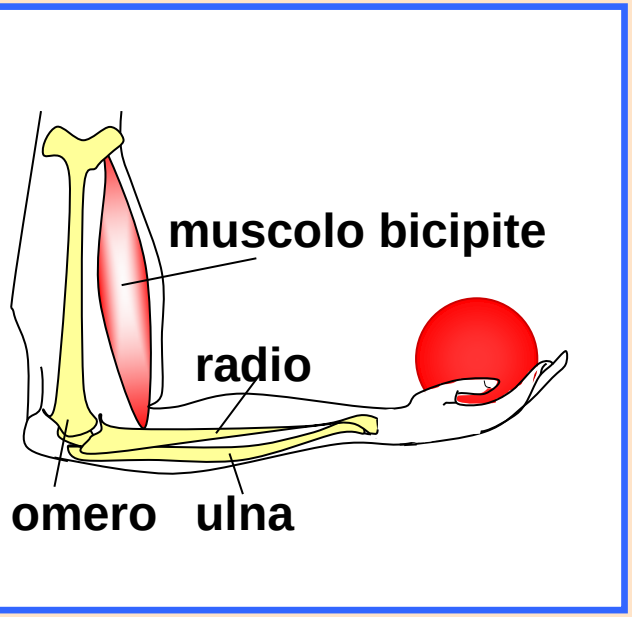
Trovare la tensione T esercitata dal bicipite e la forza E dell'articolazione del gomito, nel caso di un peso p dell'avambraccio pari a 12 N.

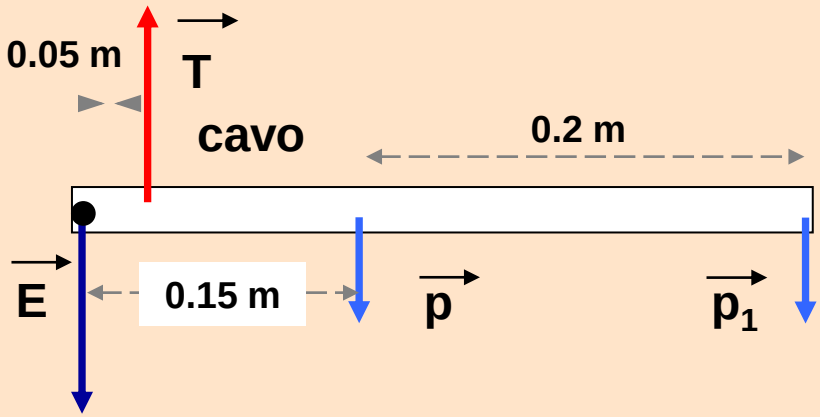
$\vec{T} + \vec{E} + \vec{p} = 0$ $\qquad T = E + p$

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

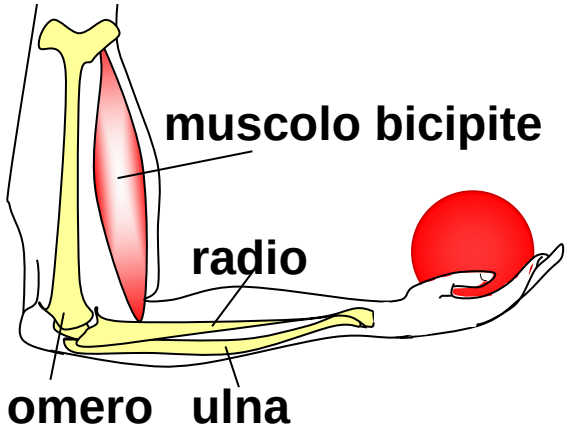
$E = 36\ N - 12\ N$ $\qquad$ **E = 24 N**

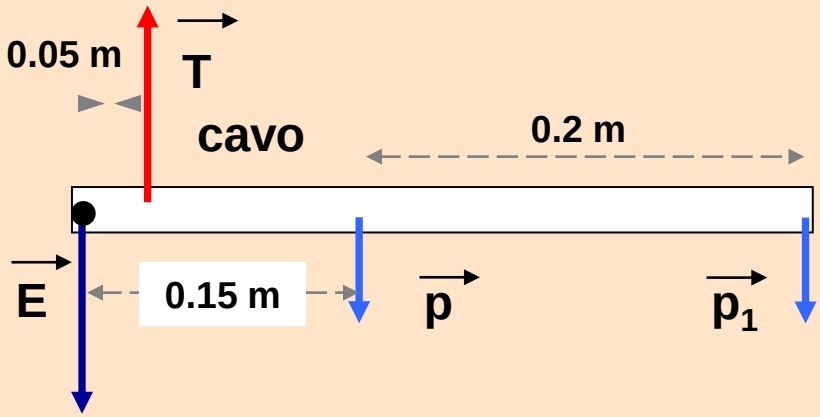
Sulla base del modello precedente dell'avambraccio, trovare T ed E nel caso in cui un peso P1 di 12 N sia sostenuto dalla mano.





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.

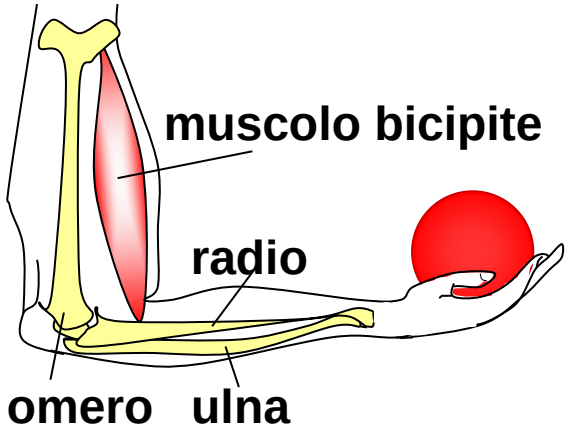


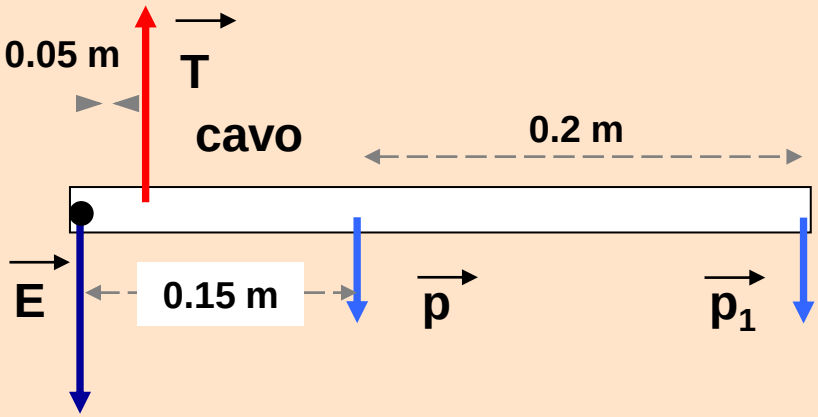


$$\vec{T} + \vec{E} + \vec{p} + \vec{p}_1 = 0 \qquad T = E + p + p_1$$

$$\vec{M}_T + \vec{M}_E + \vec{M}_P + \vec{M}_{P1} = 0 \qquad M_T = M_P + M_{P1}$$

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.





$$\vec{T} + \vec{E} + \vec{p} + \vec{p}_1 = 0$$

$$\vec{M}_T + \vec{M}_E + \vec{M}_P + \vec{M}_{P1} = 0$$

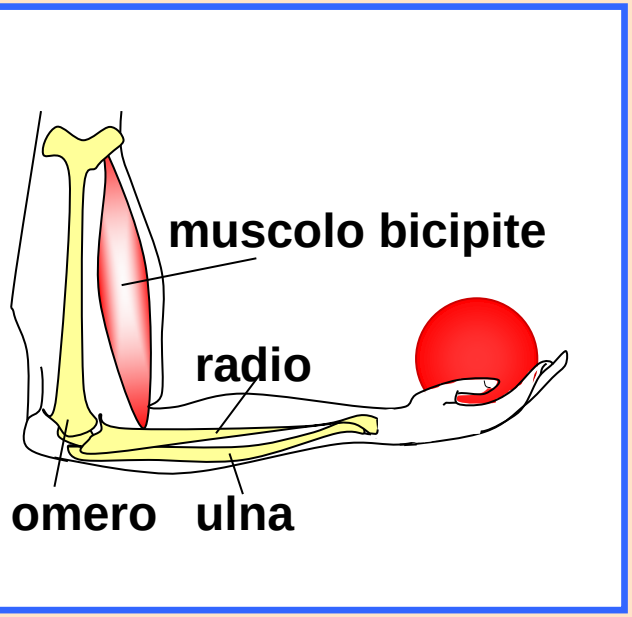
$$T = E + p + p_1$$

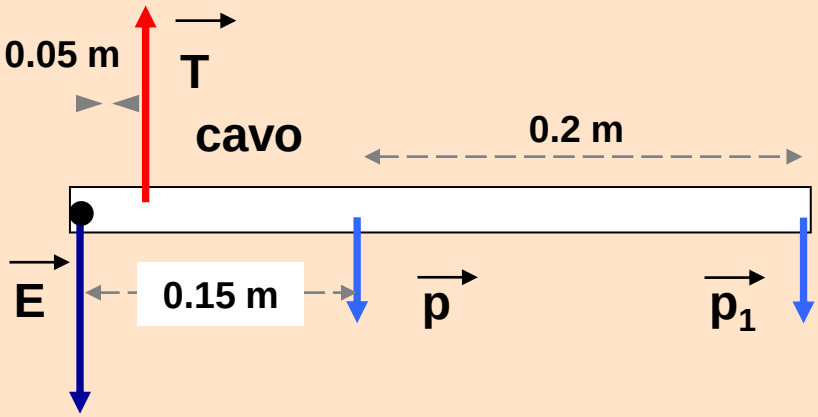
$$M_T = M_P + M_{P1}$$

$$0.05\,T = 0.15 \cdot 12 + 0.35 \cdot 12$$

$$T = 120\ \text{N}$$

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.





$$\vec{T} + \vec{E} + \vec{p} + \vec{p}_1 = 0$$

$$\vec{M}_T + \vec{M}_E + \vec{M}_P + \vec{M}_{P1} = 0$$

$$T = E + p + p_1$$

$$M_T = M_P + M_{P1}$$

$$0.05\ T = 0.15 \cdot 12 + 0.35 \cdot 12$$

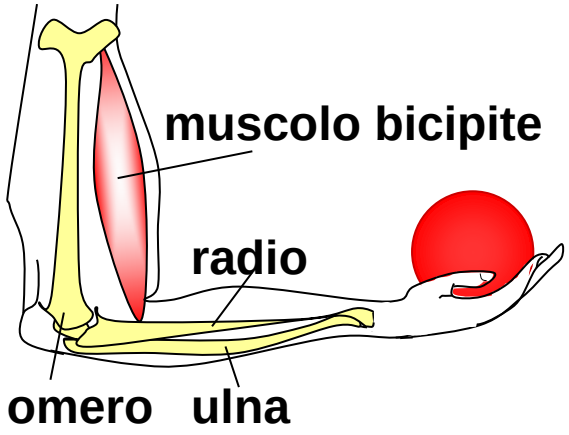
$$T = 120\ N$$

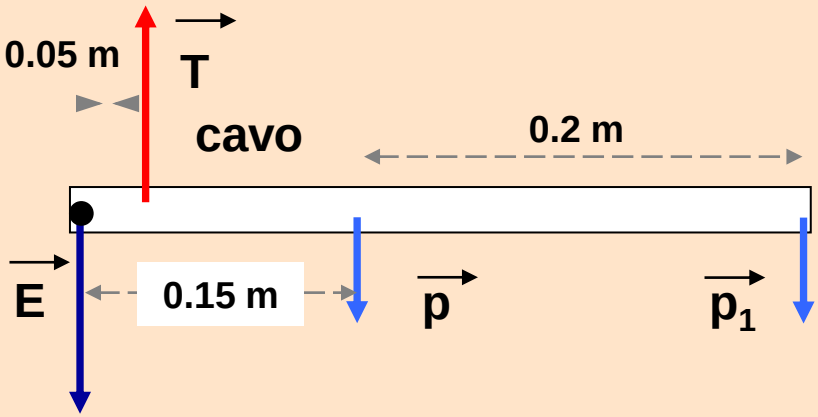
$1/\ 0.05 = 20$

$1.8 + 4.2$

$T = 6 \times 20 = 120$

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.





$$\vec{T} + \vec{E} + \vec{p} + \vec{p}_1 = 0$$

$$\vec{M}_T + \vec{M}_E + \vec{M}_P + \vec{M}_{P1} = 0$$

$$0.05\,T = 0.15 \cdot 12 + 0.35 \cdot 12$$

$$T = 120 \text{ N}$$

$$E = T - p - p_1$$

$$M_T = M_P + M_{P1}$$

$$E = 120 - 12 - 12 = 96 \text{ N}$$