

Università degli Studi di Milano
Facoltà di Medicina e Chirurgia

Corso di laurea

Tecniche Audiometriche – Tecniche Audioprotesiche

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.

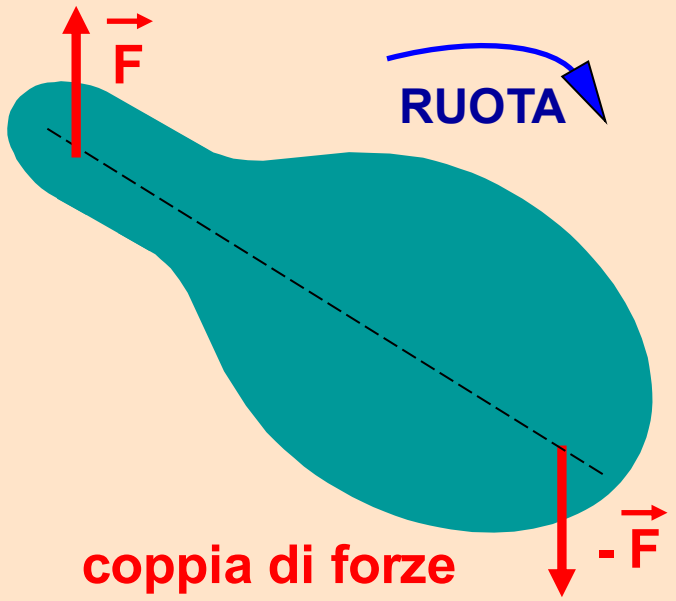
2.3 STATICA

STATICA

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

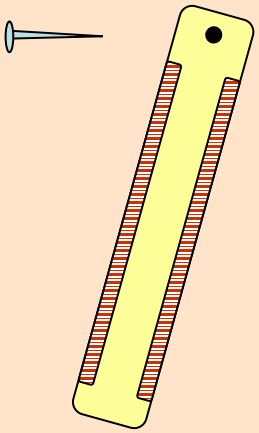
Per un corpo puntiforme la condizione di equilibrio è che la risultante di tutte le forze applicate sia nulla ($\vec{F}=0$).

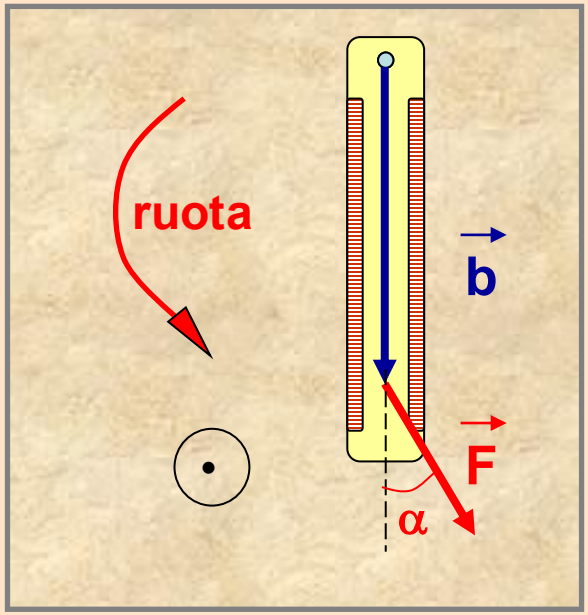
Per un CORPO RIGIDO la condizione $\vec{F} = 0$ non è più sufficiente.

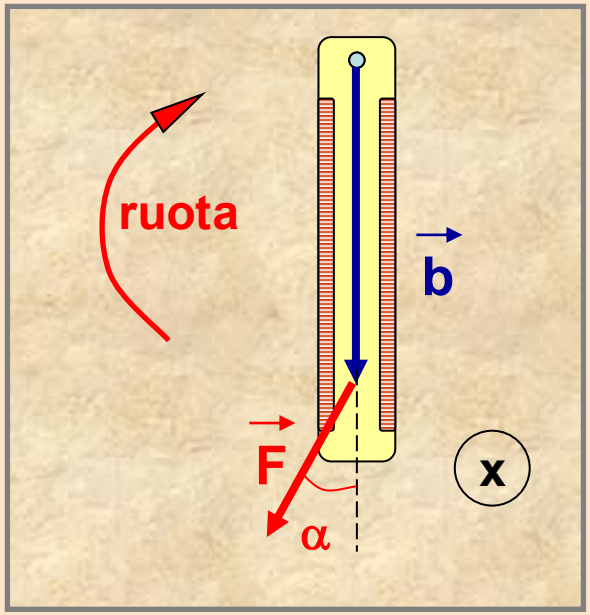


CORPO RIGIDO = corpo esteso che non si deforma sotto l'azione di forze.

Momento di una forza







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

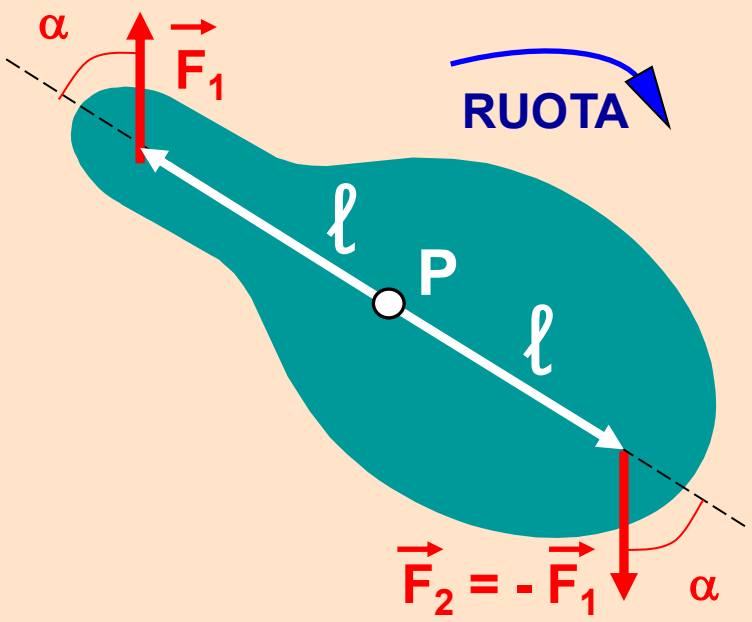
$$\vec{M} = \vec{b} \times \vec{F}$$

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**



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

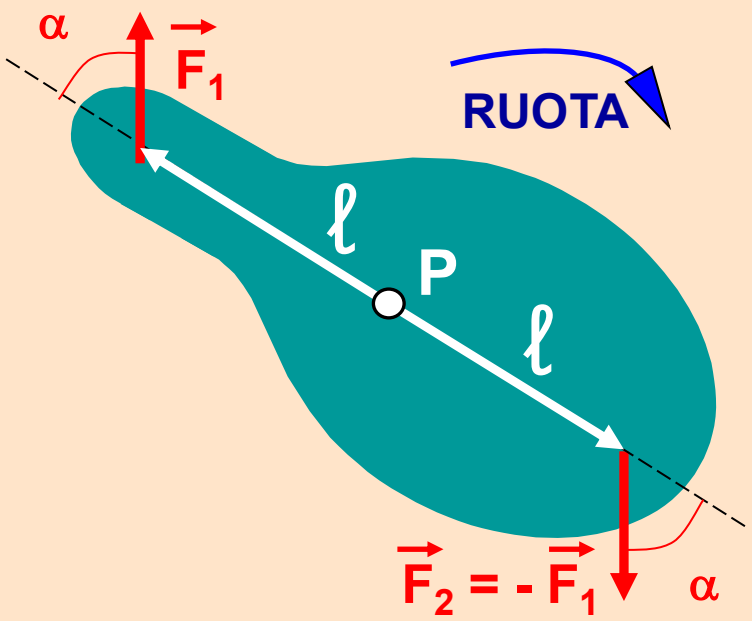
$M_2 = \ell\ F_2 \text{ sen } \alpha = \ell\ F \text{ sen } \alpha$

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

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**



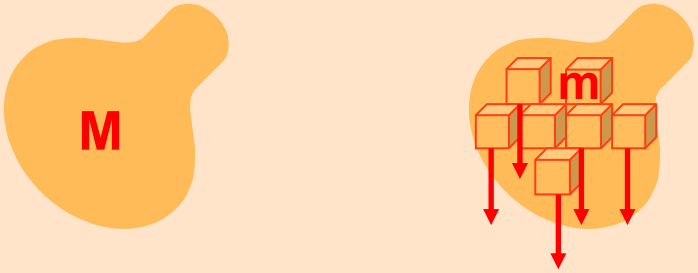
$M_1 = \ell\ F_1 \text{ sen } \alpha = \ell\ F \text{ sen } \alpha$ (x)

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

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

BARICENTRO

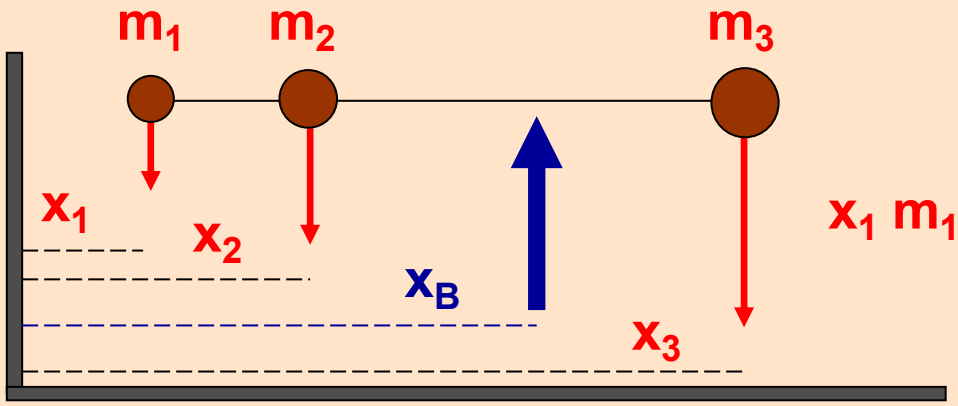
Punto di applicazione della forza peso.



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

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

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



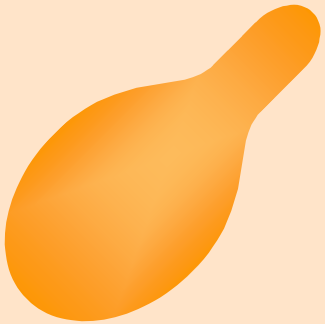
Posizione del baricentro

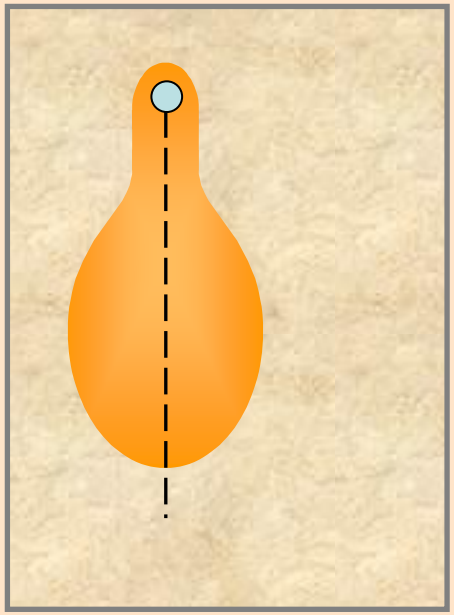
$$x_1 m_1 + x_2 m_2 + x_3 m_3 = (m_1 + m_2 + m_3)\, x_B$$

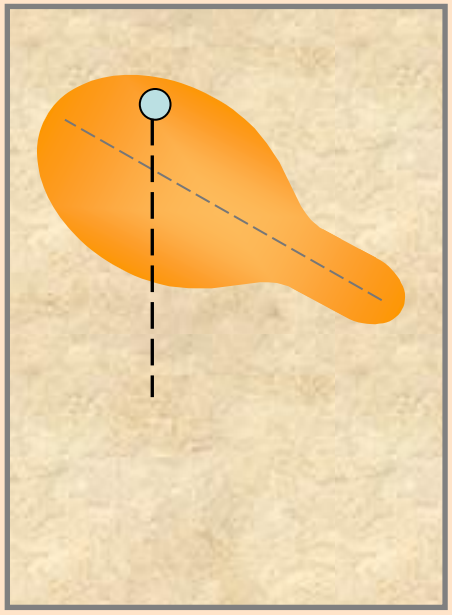
$$x_B = \frac{(x_1 m_1 + x_2 m_2 + x_3 m_3)}{M}$$

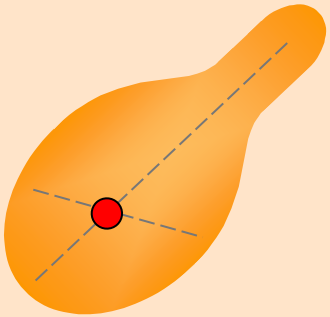
BARICENTRO

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.



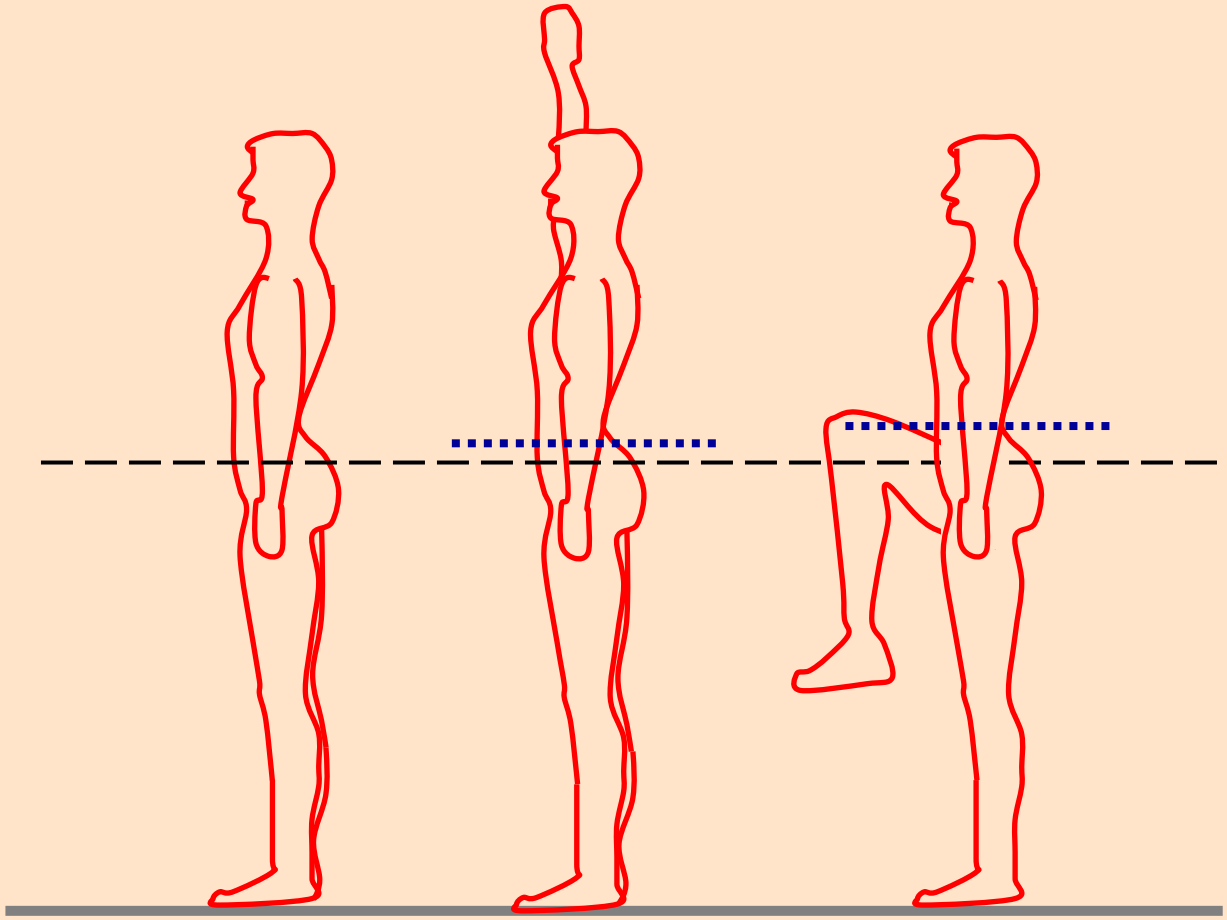




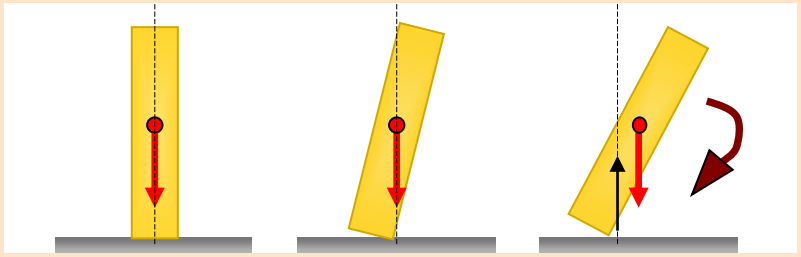


baricentro

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

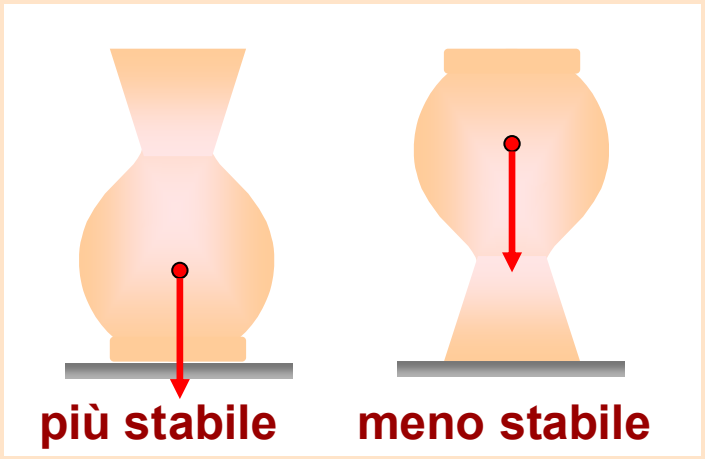


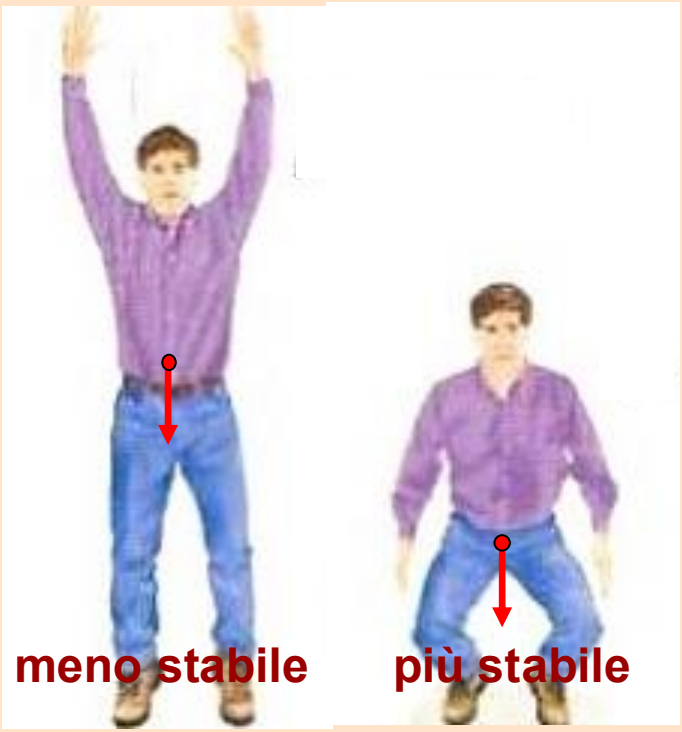
STABILITA' DELL'EQUILIBRIO



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.



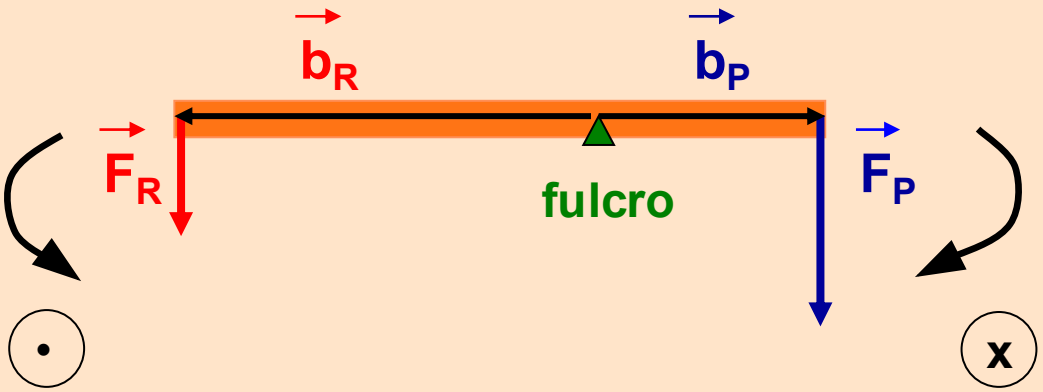


Si può migliorare la stabilità, ad es. abbassando il baricentro oppure allargando il perimetro di appoggio.

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.**



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

$$M_R = M_P$$

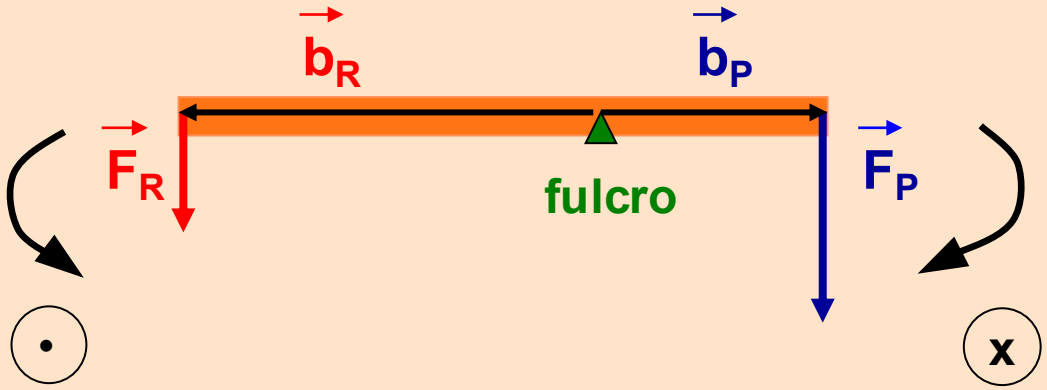
$$b_R F_R = b_P F_P$$

LE LEVE

G guadagno della leva

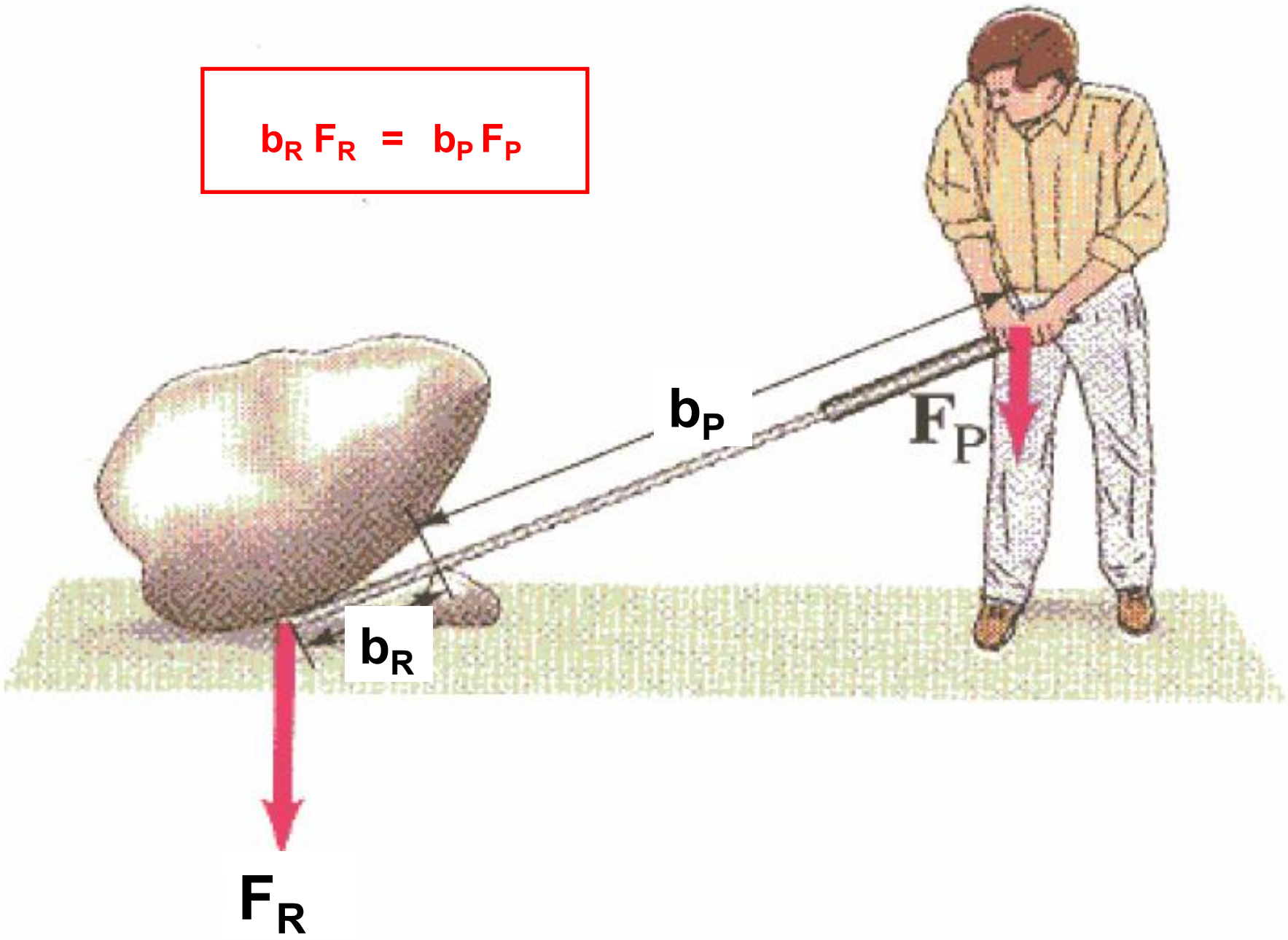
$$G = \frac{F_R}{F_P} = \frac{b_p}{b_R}$$

$$G \begin{cases} > 1 \text{ leva vantaggiosa} \\ < 1 \text{ leva svantaggiosa} \end{cases}$$

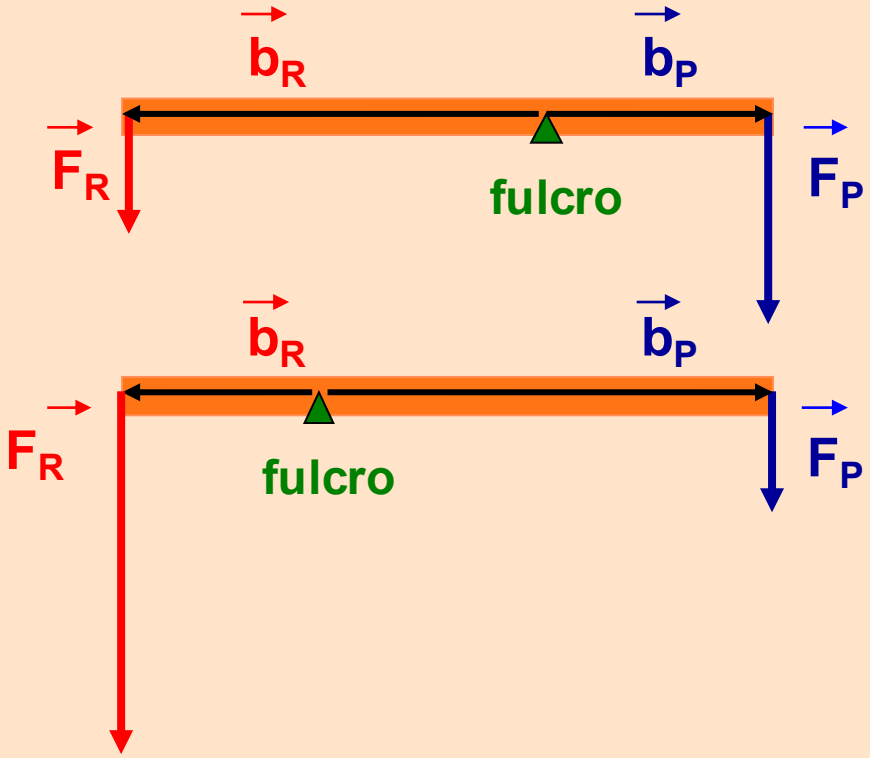


$$b_R F_R = b_P F_P$$

$$b_R F_R = b_P F_P$$



LE LEVE - 1° tipo



può essere:

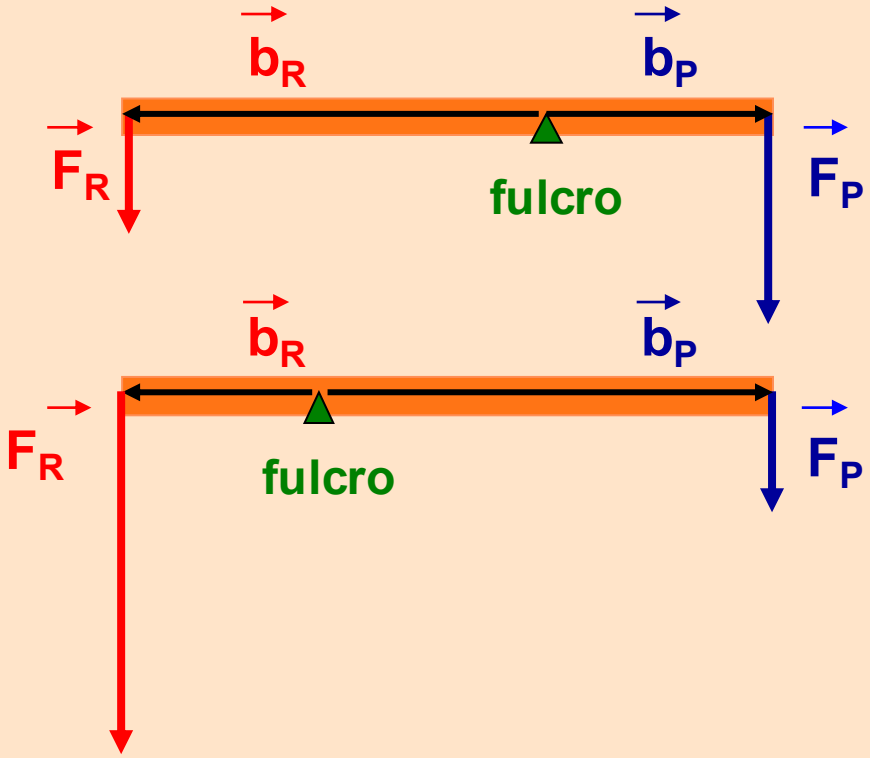
svantaggiosa

$b_P < b_R$

vantaggiosa

$b_P > b_R$

LE LEVE - 1° tipo

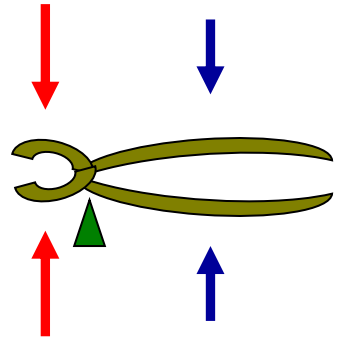


svantaggiosa

$b_P < b_R$

vantaggiosa

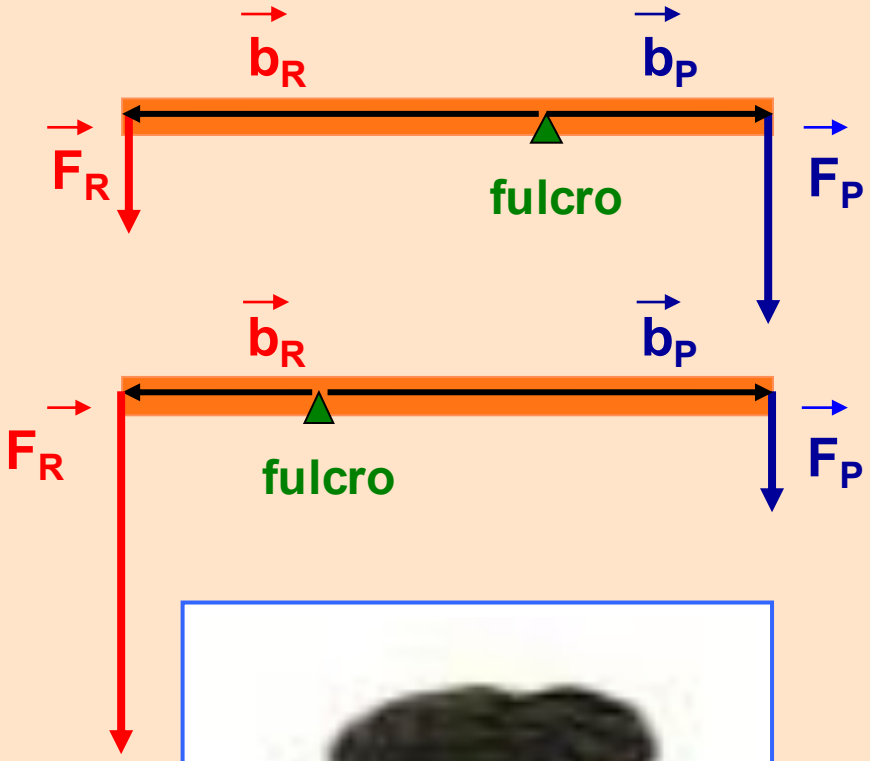
$b_P > b_R$



pinza

leva vantaggiosa

LE LEVE - 1° tipo

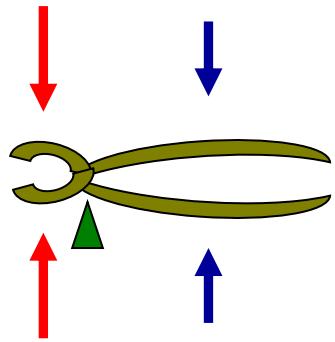


svantaggiosa

$b_P < b_R$

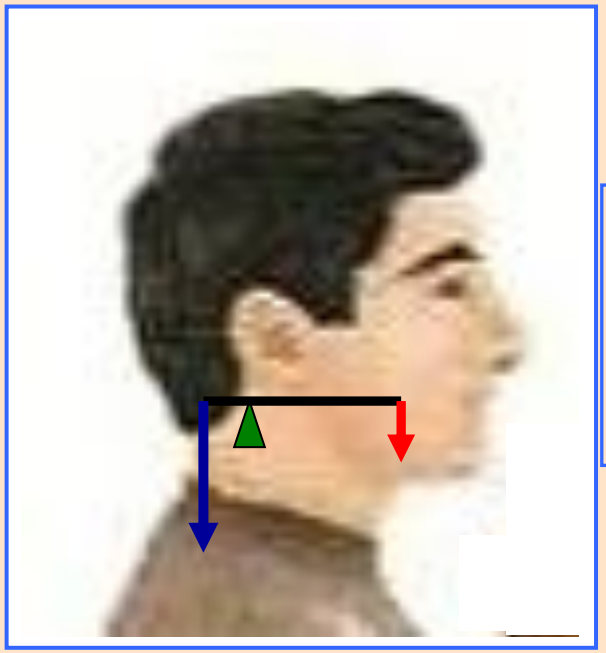
vantaggiosa

$b_P > b_R$



pinza

leva vantaggiosa



Fulcro - vertebra cervicale

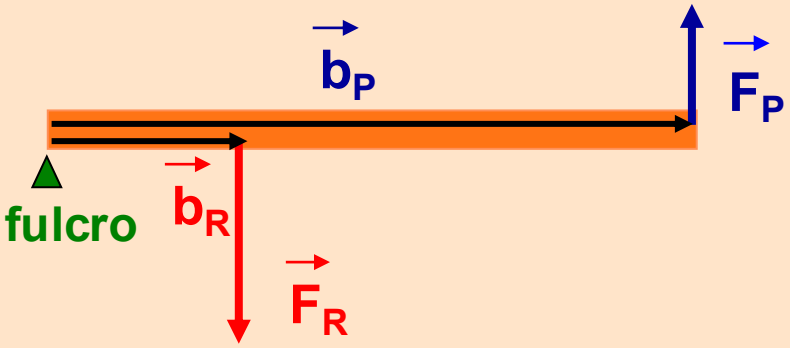
Forma motrice - forza muscoli splenici

Forza di resistenza - peso della testa

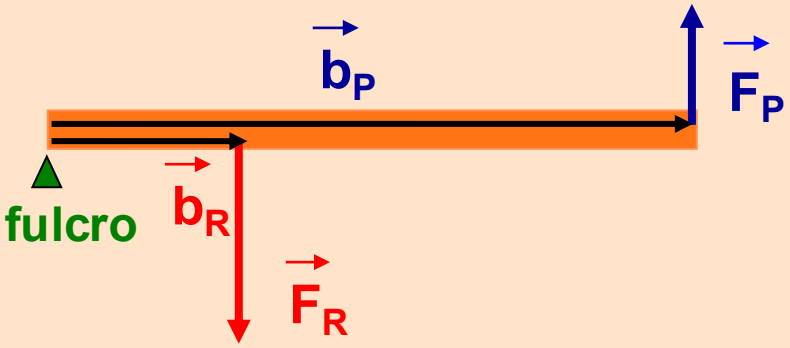
leva svantaggiosa

LE LEVE - 2° tipo

braccio della forza di potenza è maggiore
del braccio della forza di resistenza

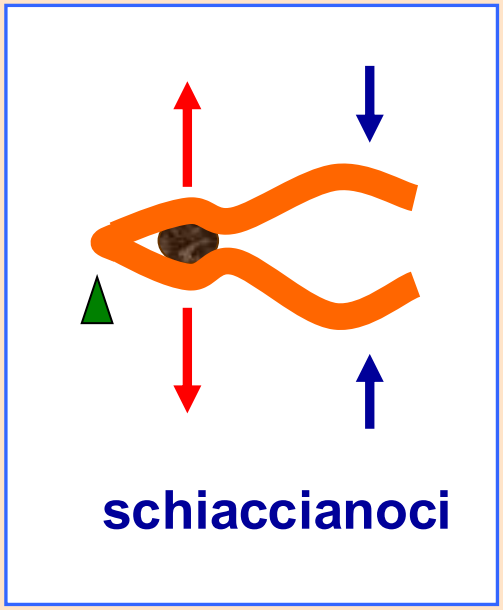


LE LEVE - 2° tipo

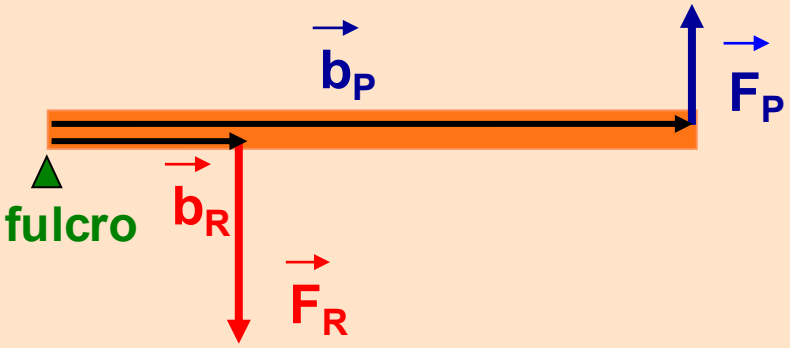


sempre vantaggiosa

sempre $b_P > b_R$

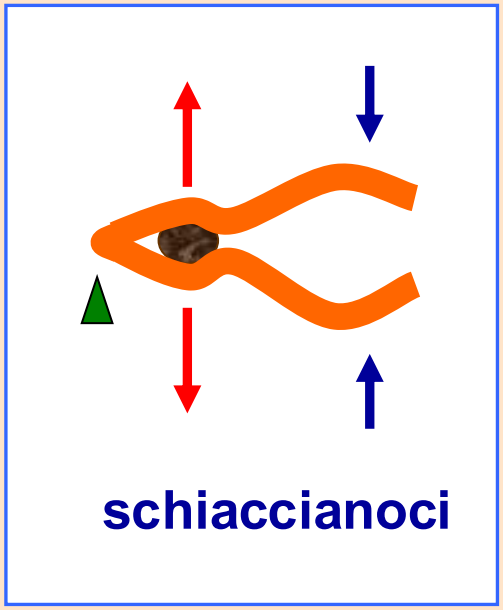


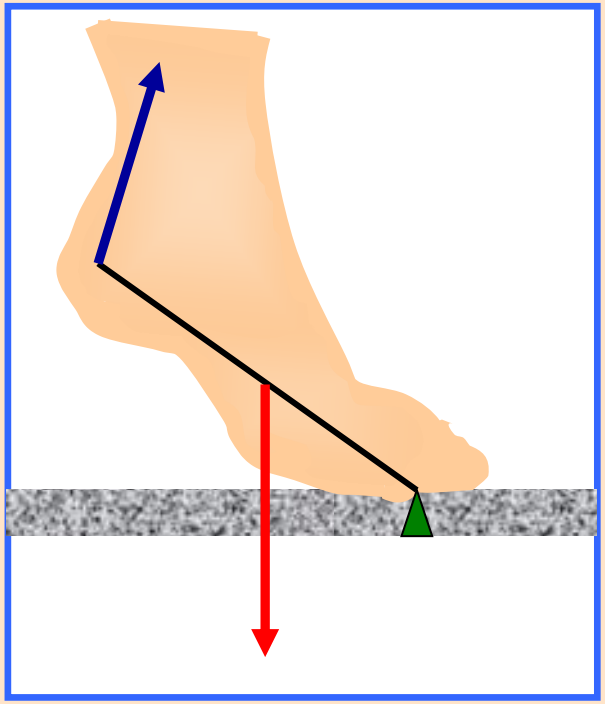
LE LEVE - 2° tipo



sempre vantaggiosa

sempre $b_P > b_R$





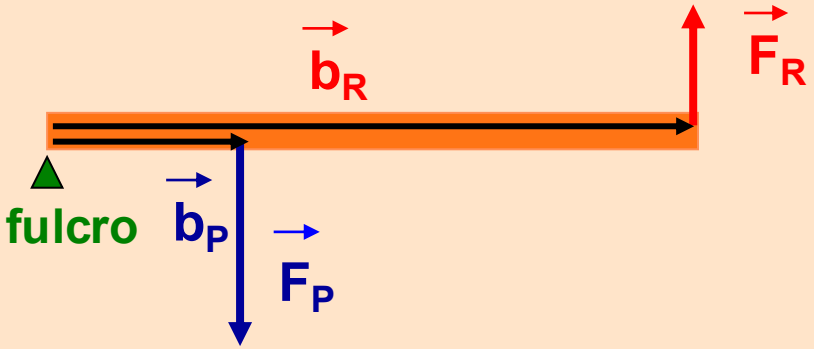
Fulcro - dita del piede

Forma motrice - forza muscoli del polpaccio

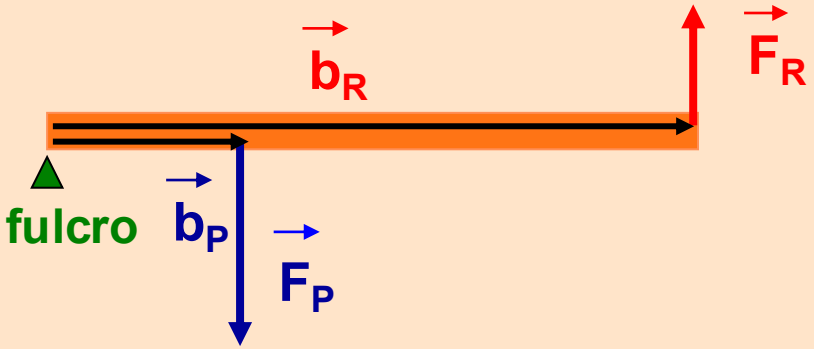
Forza di resistenza - peso del corpo che grava sulla caviglia

LE LEVE - 3° tipo

braccio della forza di resistenza è maggiore
del braccio della forza di potenza

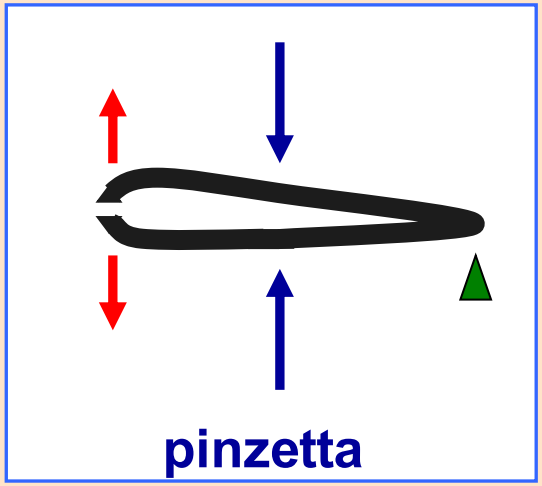


LE LEVE - 3° tipo

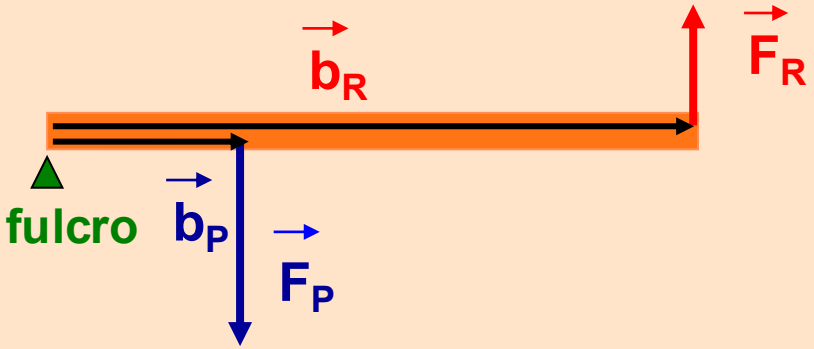


sempre svantaggiosa

sempre $b_P < b_R$

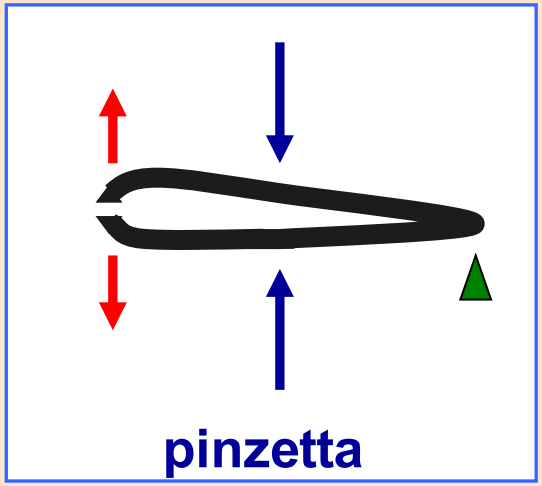


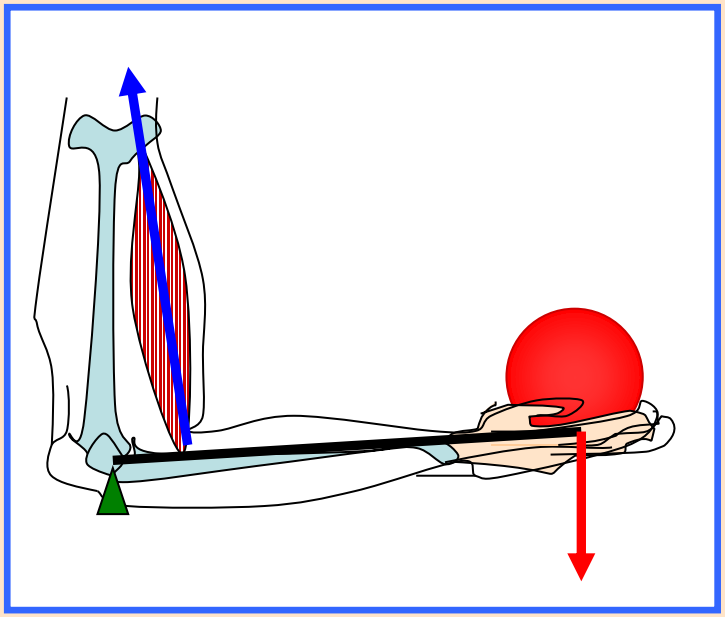
LE LEVE - 3° tipo



sempre svantaggiosa

sempre $b_P < b_R$





Fulcro - articolazione del gomito

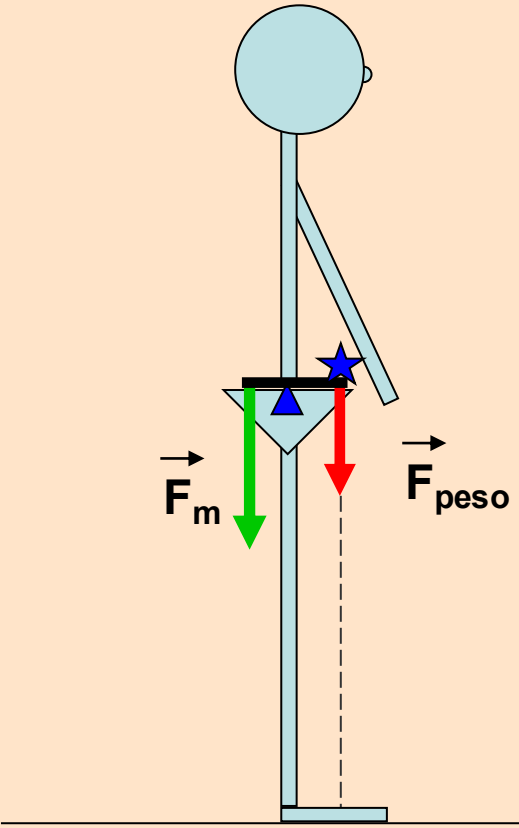
Forma motrice - forza muscolo bicipite

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

posizione eretta

$b_{peso} = 1.5\ b_m$

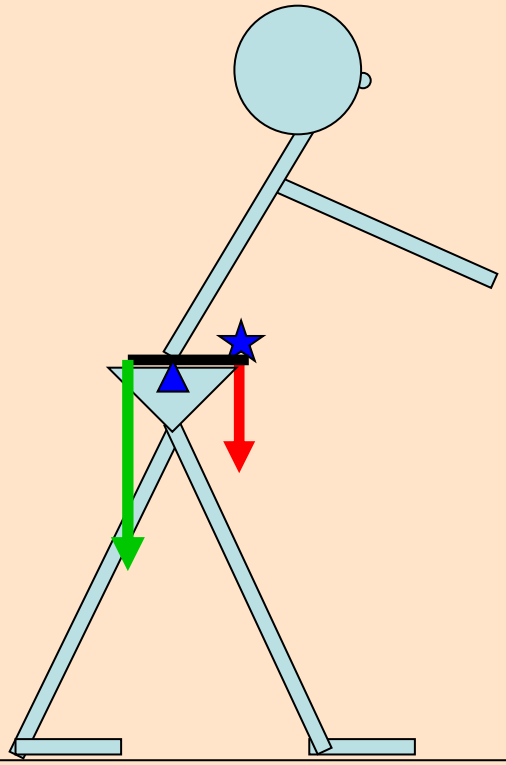
$F_m = 1.5\ F_{peso}$



postura in avanti

$b_{peso} = 3\ b_m$

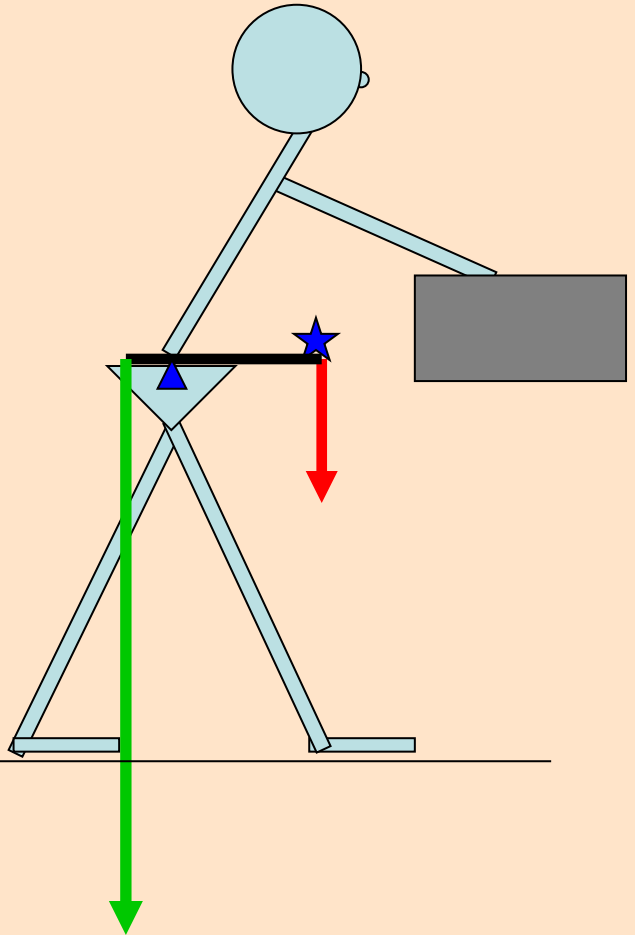
$F_m = 3\ F_{peso}$



postura in avanti con carico

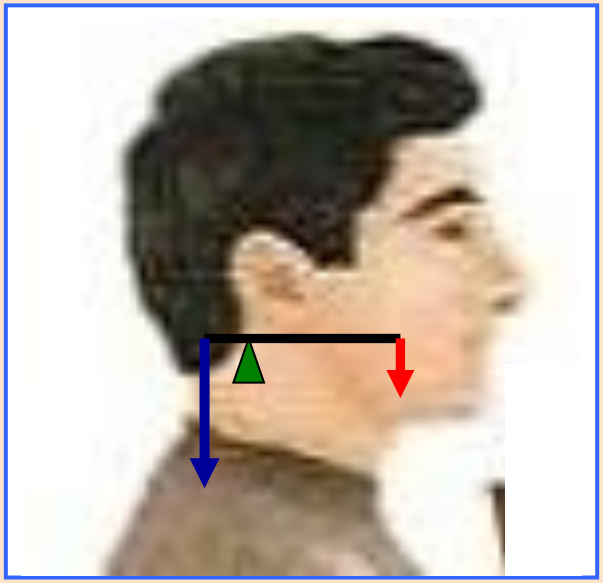
$b_{peso} = 4\ b_m$

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



ESERCIZI

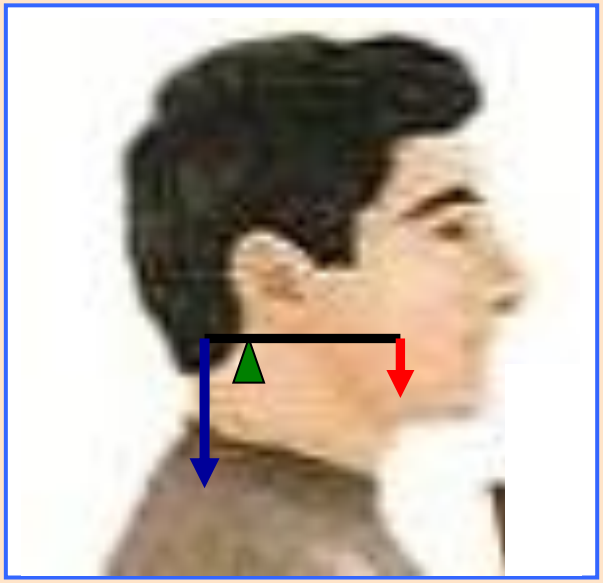
La testa ruota attorno all'articolazione atlanto-occipitale. I muscoli splenici che si trovano sotto l'articolazione sostengono la testa. Calcolare il modulo della forza muscolare per tener sollevata una testa di 8 kg con 2 cm di distanza fra fulcro e muscolo e 8 cm di distanza fra fulcro e baricentro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



Leva di 1° tipo

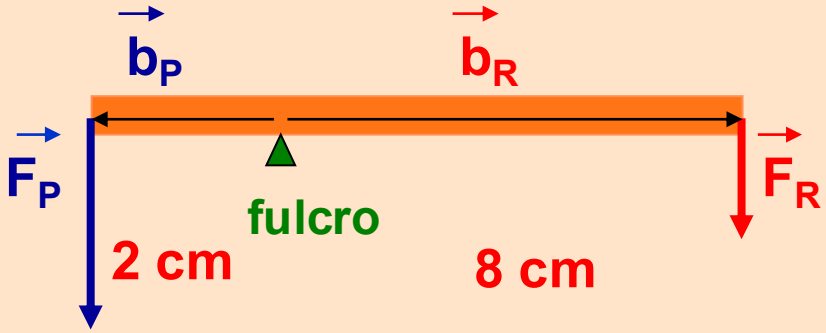
Potenza – forza muscolare
Resistenza – forza peso testa

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 .

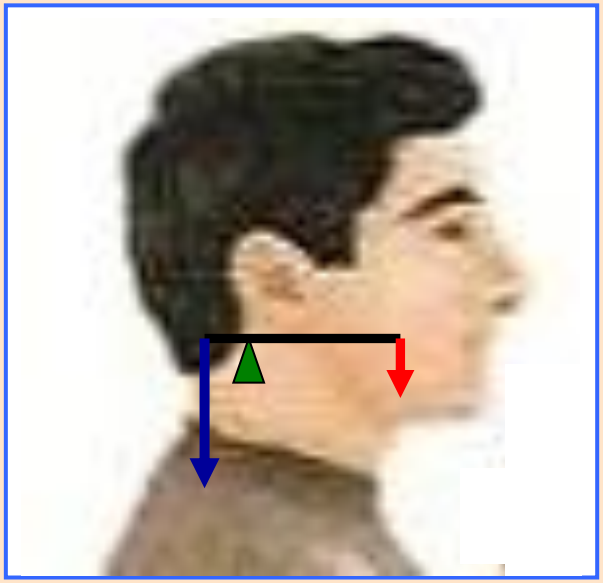


Leva di 1° tipo

Potenza – forza muscolare
Resistenza – forza peso testa

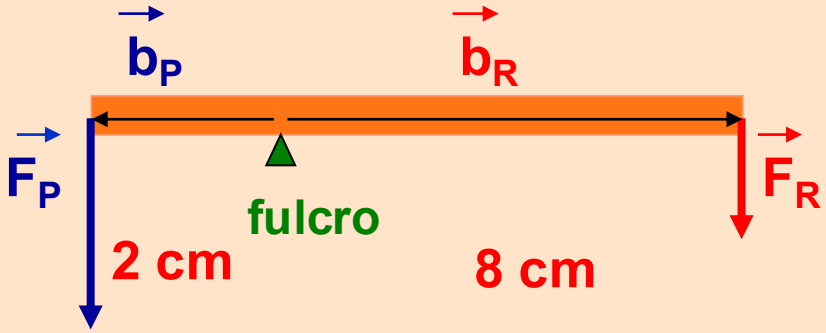


La testa ruota attorno all'articolazione atlanto-occipitale. I muscoli splenici che si trovano sotto l'articolazione sostengono la testa. Calcolare il modulo della forza muscolare per tener sollevata una testa di 8 kg con 2 cm di distanza fra fulcro e muscolo e 8 cm di distanza fra fulcro e baricentro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



Leva di 1° tipo

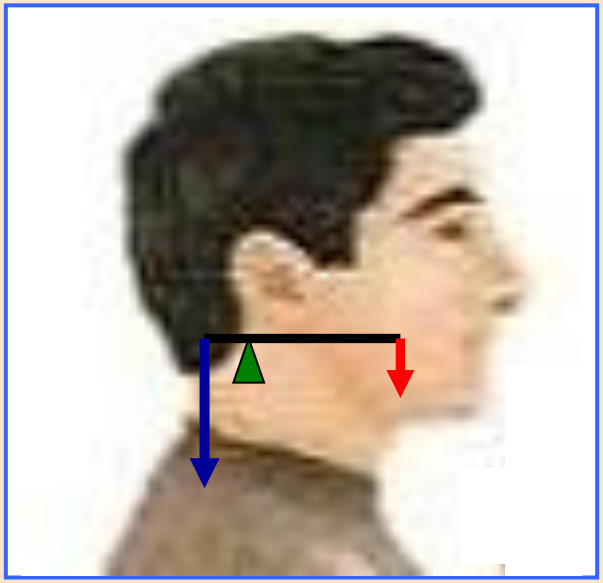
Potenza – forza muscolare
Resistenza – forza peso testa



$F_R \cdot b_R = F_p \cdot b_p$

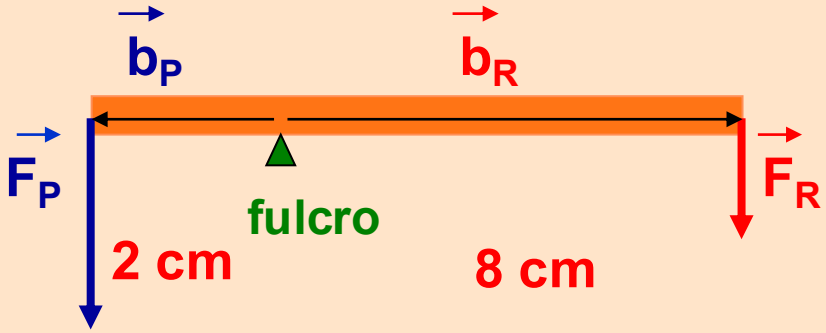
$F_p = F_R \cdot b_R / b_p$

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

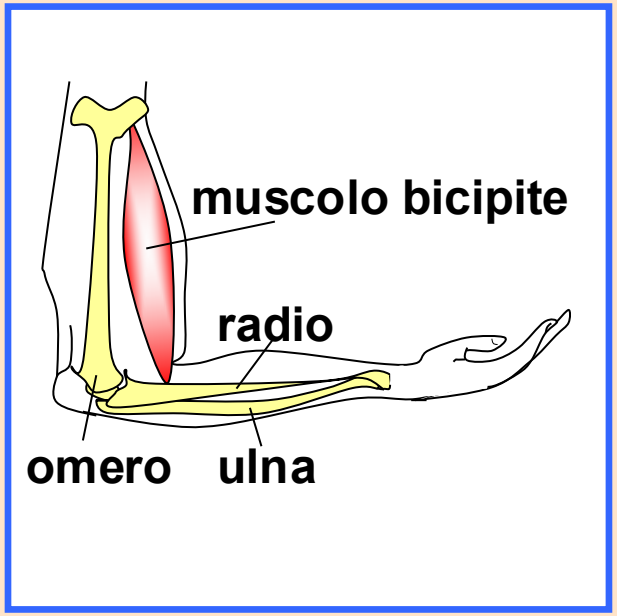


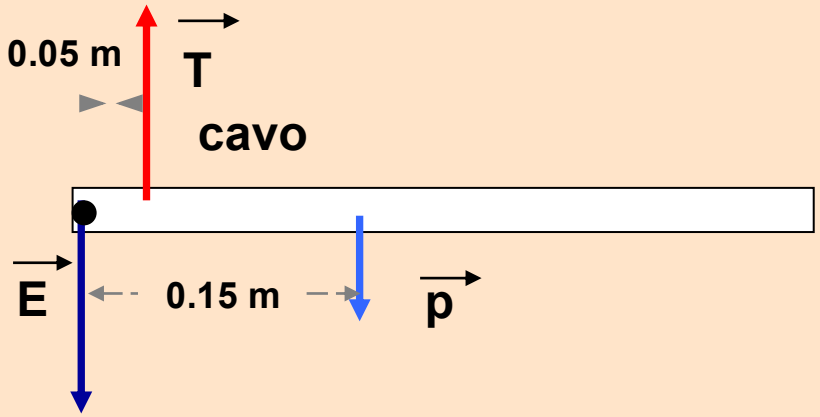
$F_R \cdot b_R = F_p \cdot b_p$ $\qquad$ $F_p = F_R \cdot b_R / b_p$

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

ovvero 4 volte la forza peso della testa !!!

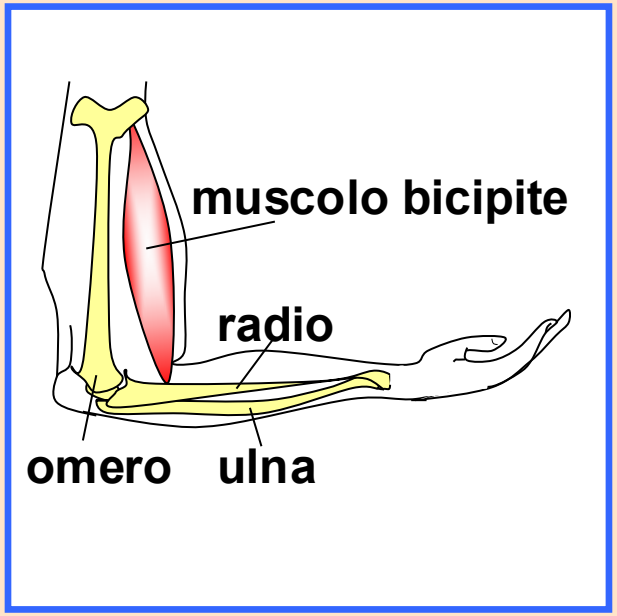
Il modello dell'avambraccio è costituito da una sbarra incernierata che è tenuta da un cavo, come in figura.

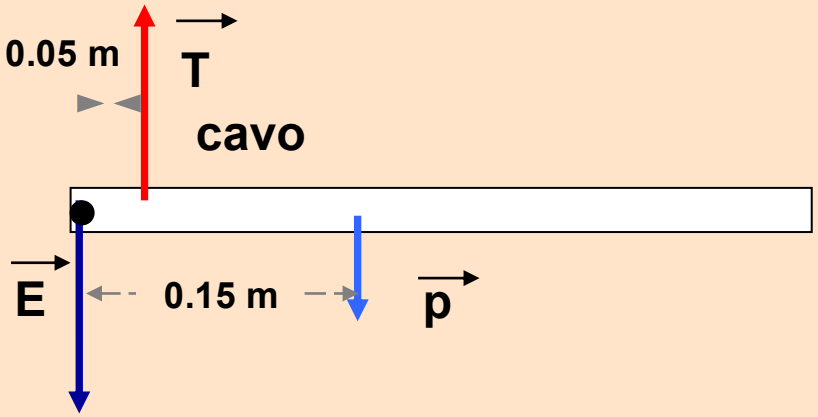




Trovare la tensione T esercitata dal bicipite e la forza E dell'articolazione del gomito, nel caso di un peso p dell'avambraccio pari a 12 N.

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

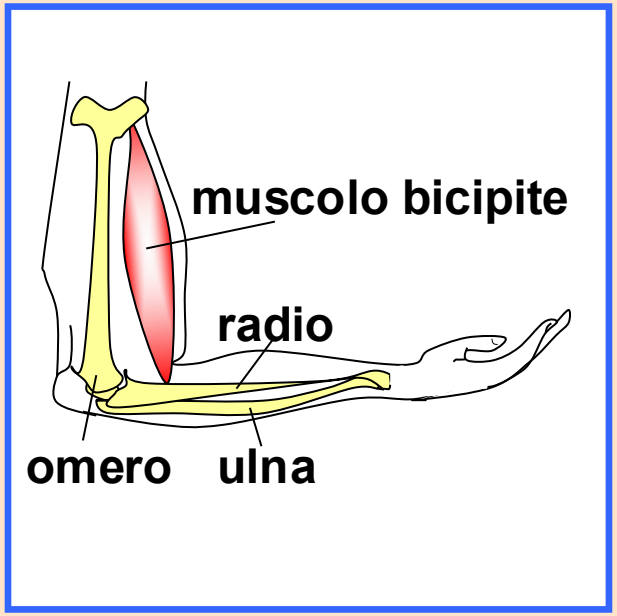


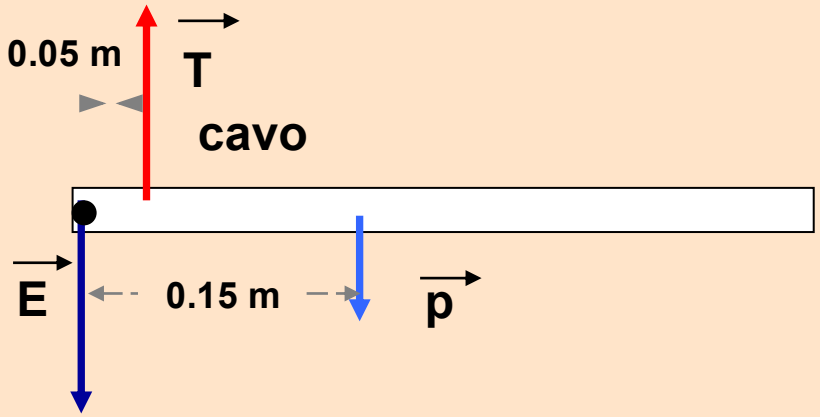


Trovare la tensione T esercitata dal bicipite e la forza E dell'articolazione del gomito, nel caso di un peso p dell'avambraccio pari a 12 N.

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

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



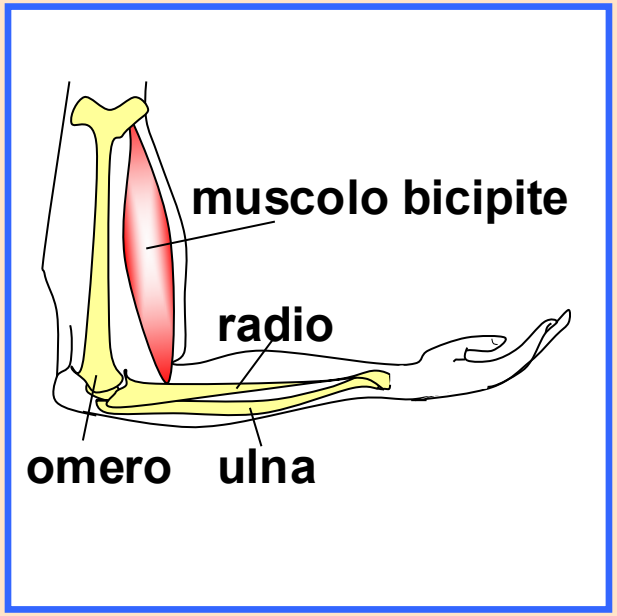


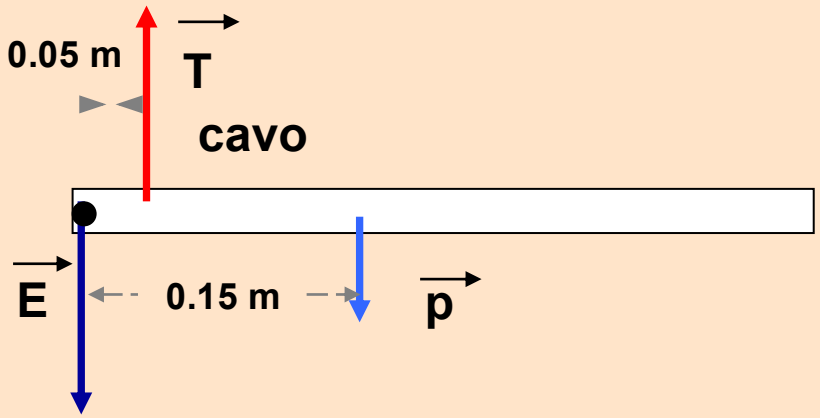
Trovare la tensione T esercitata dal bicipite e la forza E dell'articolazione del gomito, nel caso di un peso p dell'avambraccio pari a 12 N.

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

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

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



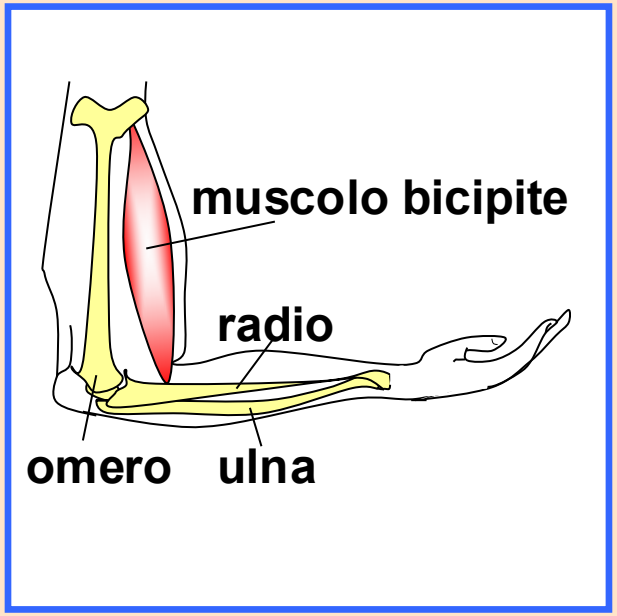


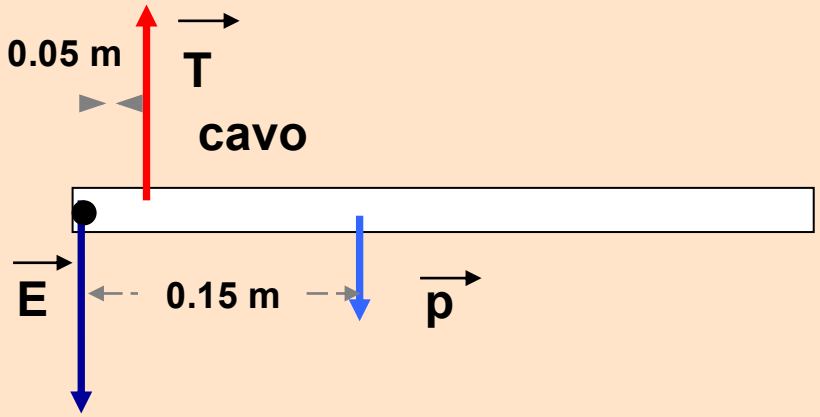
Trovare la tensione T esercitata dal bicipite e la forza E dell'articolazione del gomito, nel caso di un peso p dell'avambraccio pari a 12 N.

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

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

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





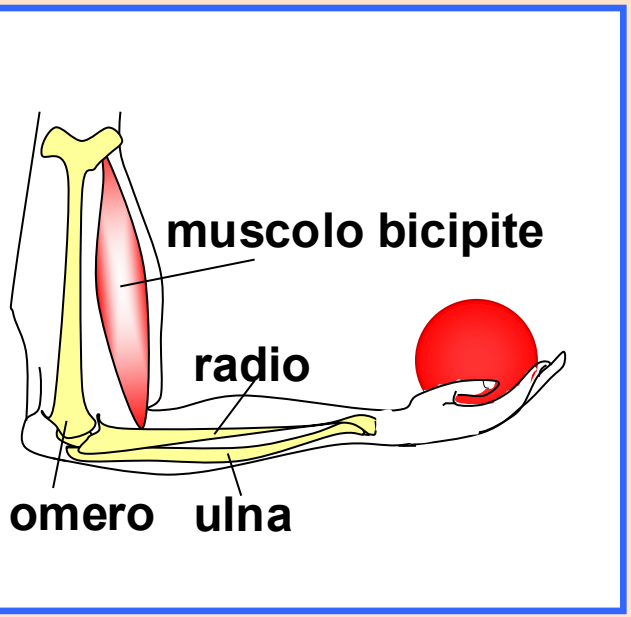
Trovare la tensione T esercitata dal bicipite e la forza E dell'articolazione del gomito, nel caso di un peso p dell'avambraccio pari a 12 N.

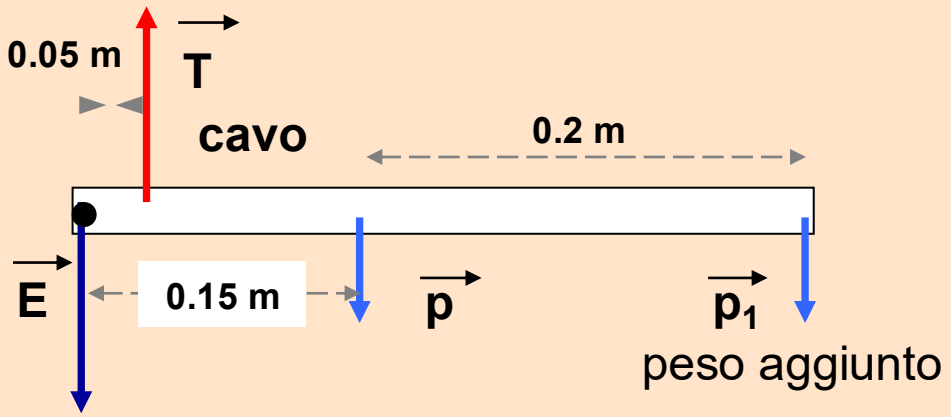
$\vec{T} + \vec{E} + \vec{p} = 0$ $\quad E + p = T$

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

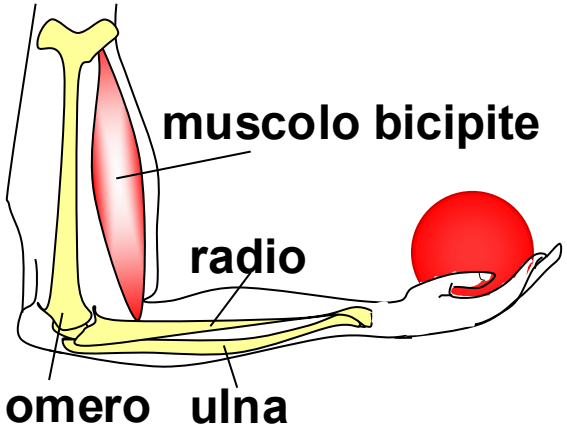
$E = T - p$ $\quad E = 36\ N - 12\ N$ $\quad E = 24\ N$

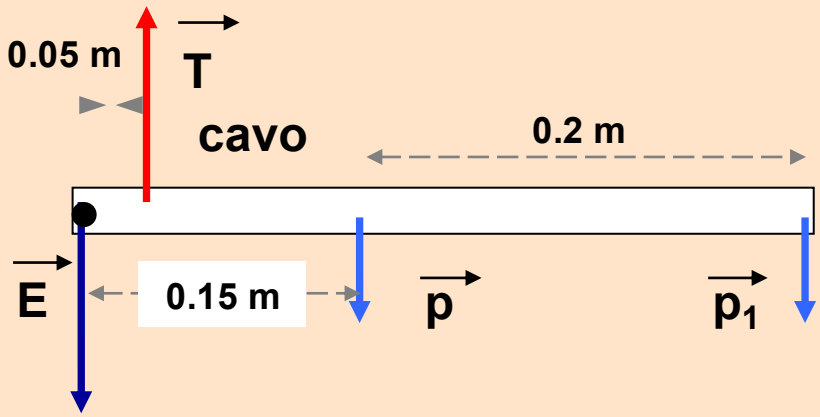
Sulla base del modello precedente dell'avambraccio, trovare T ed E nel caso in cui un peso P1 di 12 N sia sostenuto dalla mano.





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.

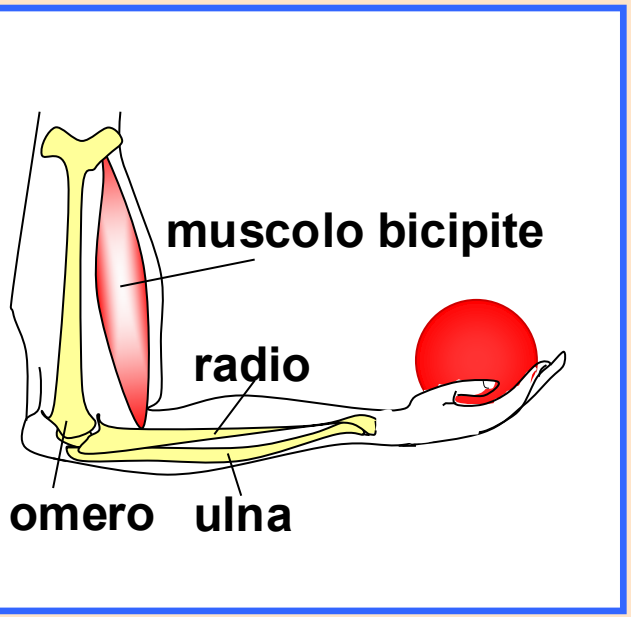


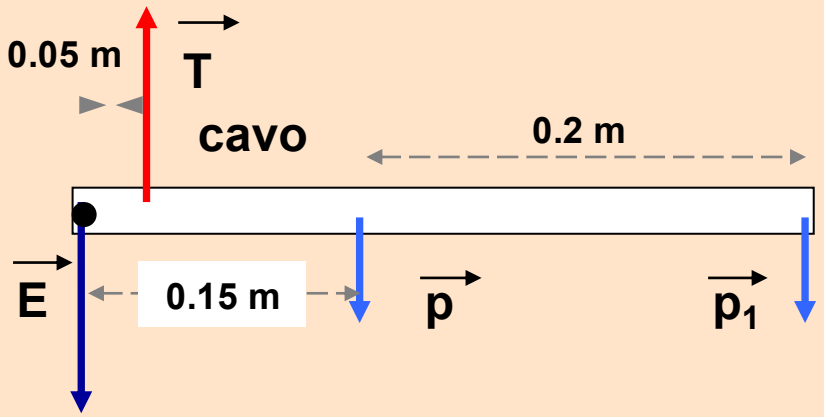


$$\vec{T} + \vec{E} + \vec{p} + \vec{p}_1 = 0 \qquad E = T - p - p_1$$

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

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.



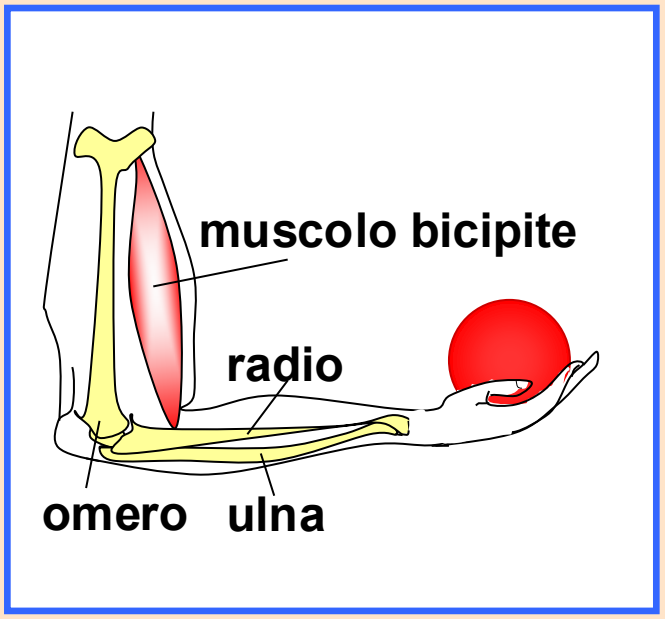


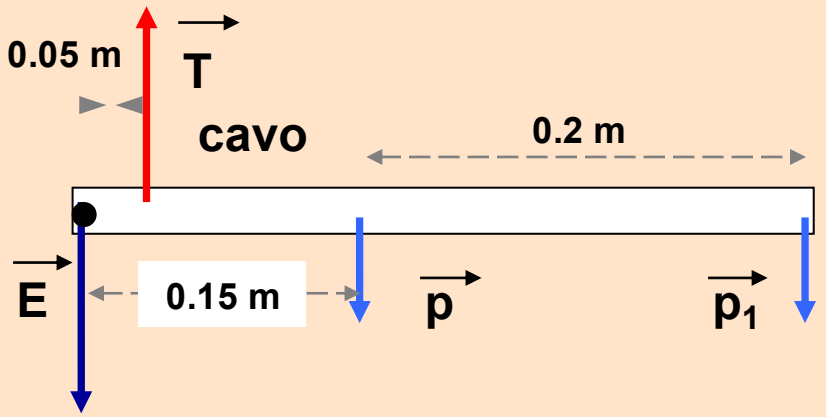
$$\vec{T} + \vec{E} + \vec{p} + \vec{p}_1 = 0 \qquad E = T - p - p_1$$

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

$$0.05\,T = 0.15 \cdot 12 + 0.35 \cdot 12 \qquad T = 120\ N$$

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.





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

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

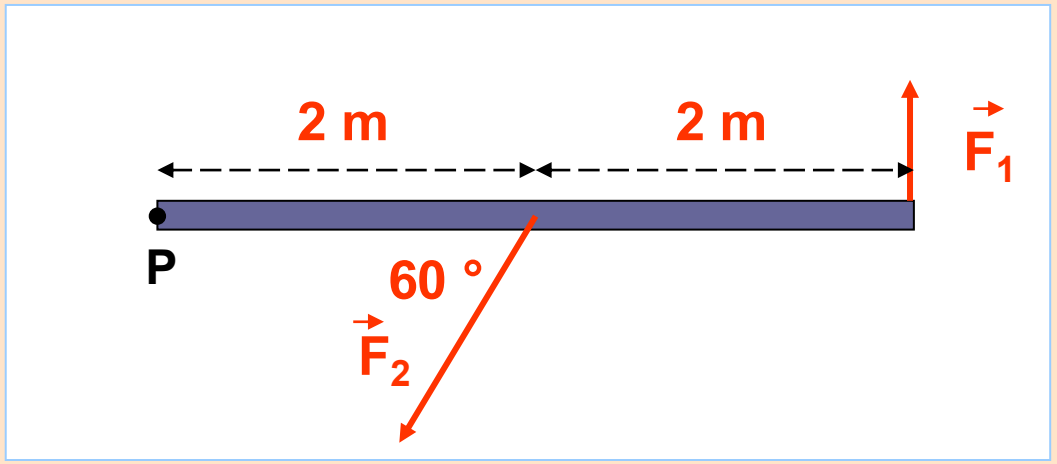
$$0.05\,T = 0.15 \cdot 12 + 0.35 \cdot 12 \qquad T = 120\ N$$

$$E = 120 - 12 - 12 = 96\ N$$

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

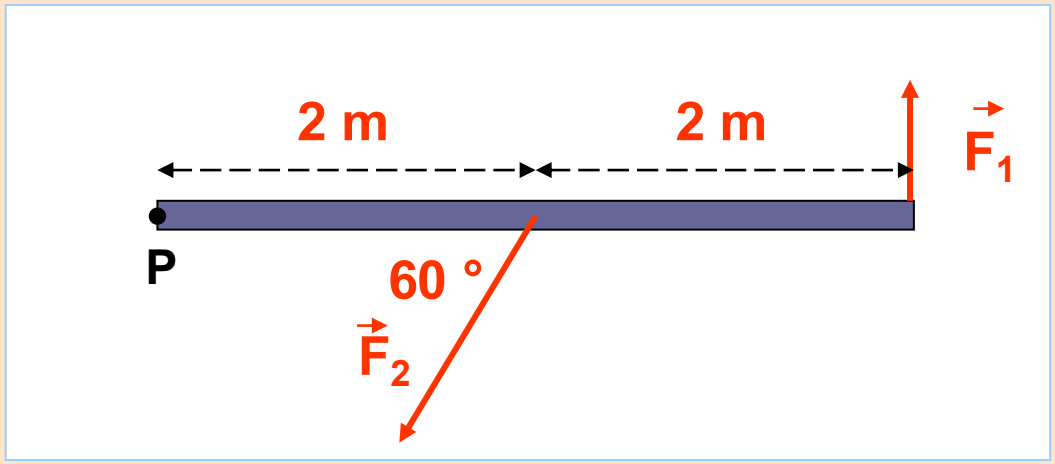
$F_2 = 10$ N



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

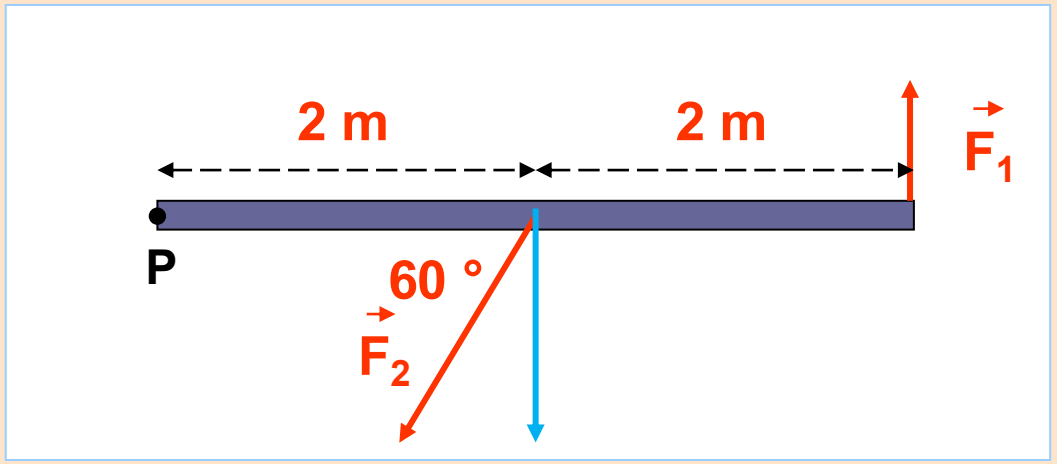


$M_1 = 4\ m \cdot 5\ N = 20\ Nm$

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

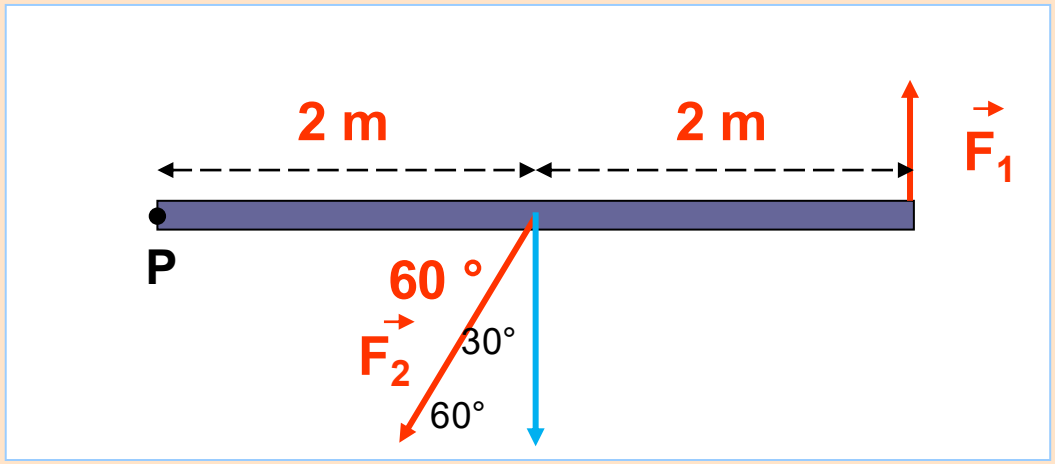


$M_1 = 4\ m \cdot 5\ N = 20\ Nm$

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



$\frac{\sqrt{3}}{2}$

$M_1 = 4\ m \cdot 5\ N = 20\ Nm$

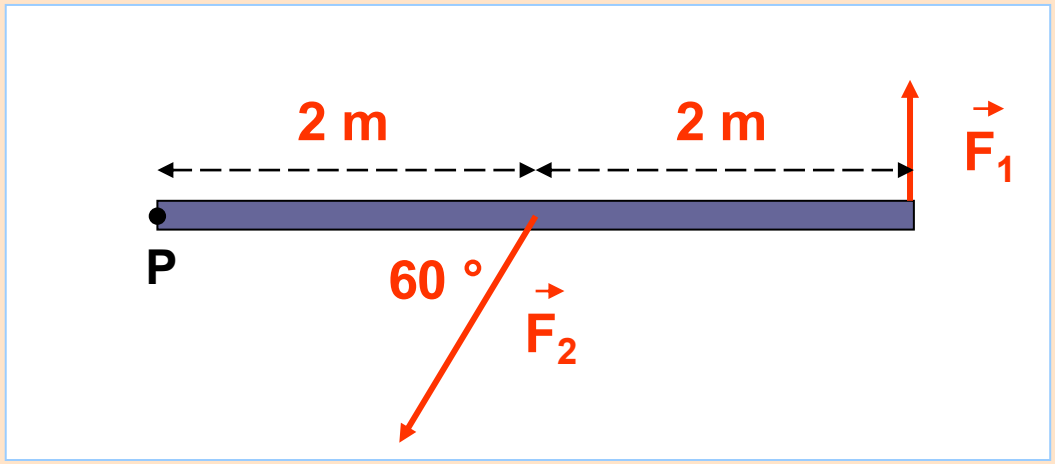
$M_2 = 2\ m \cdot 10\ N \cdot \text{sen } 60°$

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

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



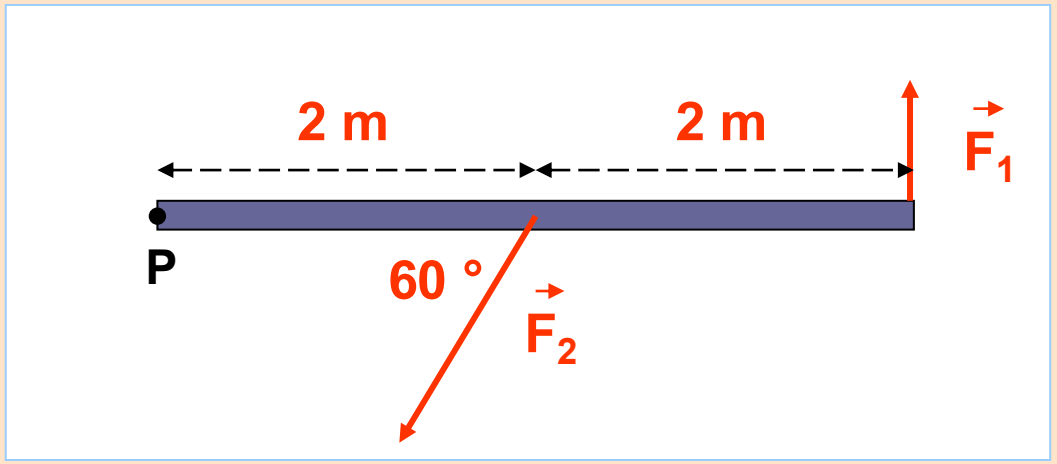
$M_1 = 4\ m \cdot 5\ N = 20\ Nm$

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

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



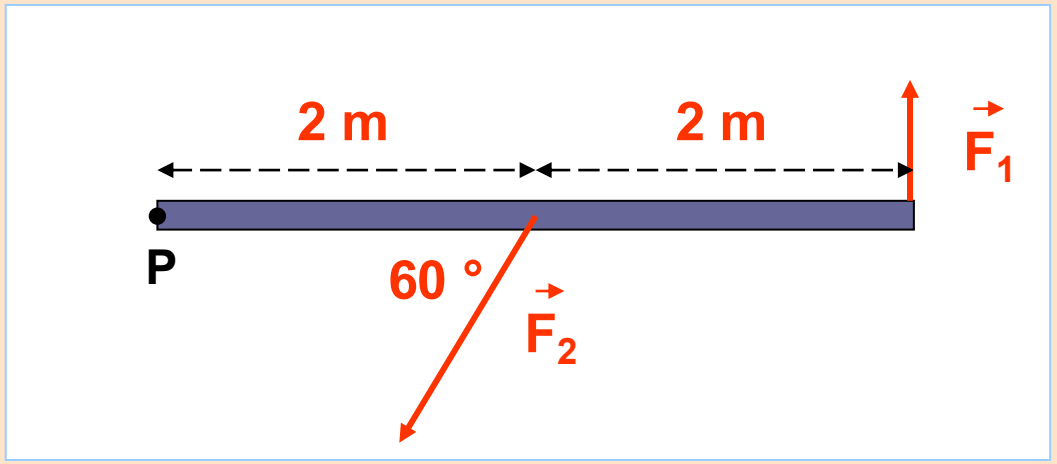
$M_1 = 4\ m \cdot 5\ N = 20\ Nm$ ⊙ $M_2 = 2\ m \cdot 10\ N \cdot 0.866 = 17.3\ Nm$ ⊗

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

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

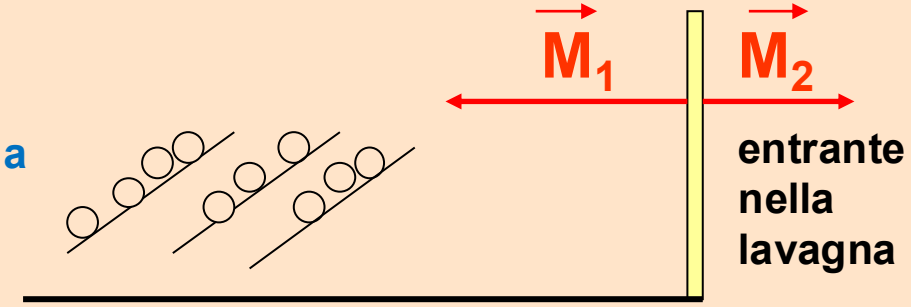


$M_1 = 4\ m \cdot 5\ N = 20\ Nm$ ⊙ $M_2 = 2\ m \cdot 10\ N \cdot 0.866 = 17.3\ Nm$ ⊗

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

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.**

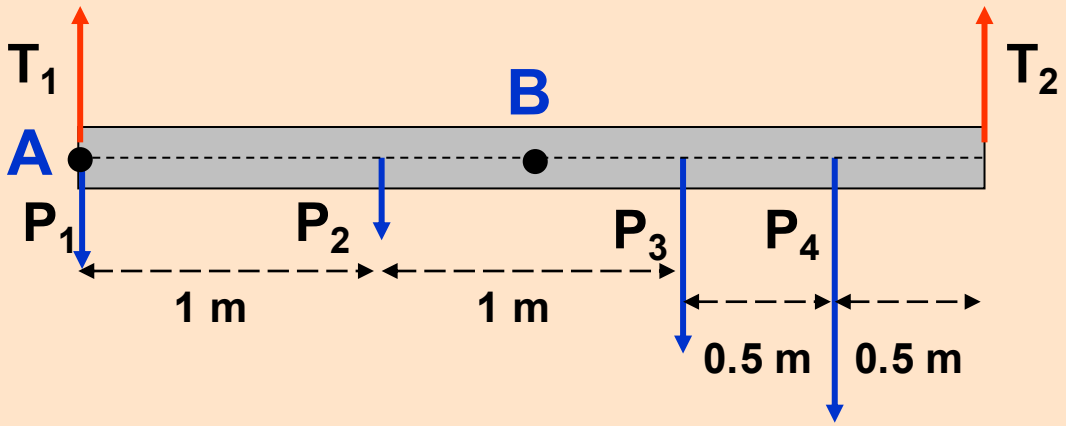
forza peso

$P_1 = 10$ N

$P_2 = 6$ N

$P_3 = 20$ N

$P_4 = 30$ N



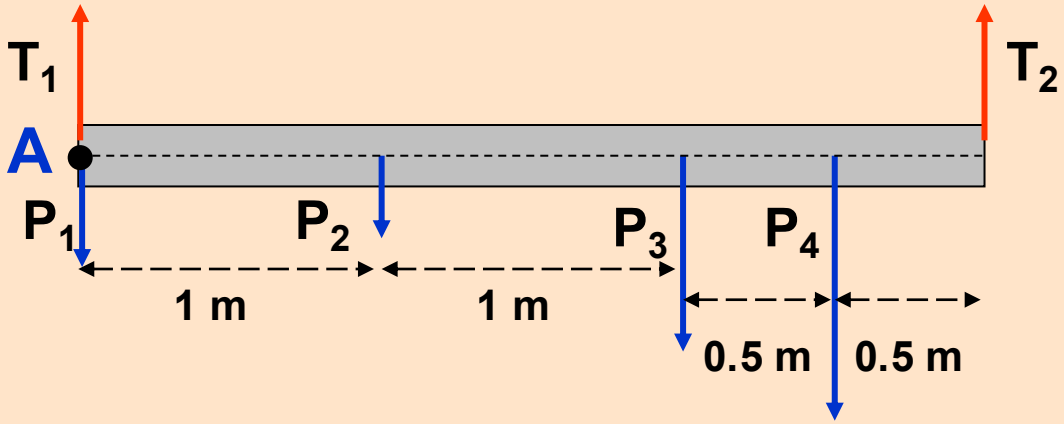
27 **Una sbarra priva di peso è sostenuta da due funi verticali. Da essa pendono quattro pesi come in figura. Trovare le tensioni T_1 e T_2 che si esercitano sulle funi.**

$P_1 = 10$ N

$P_2 = 6$ N

$P_3 = 20$ N

$P_4 = 30$ N



---

rispetto ad A

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

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

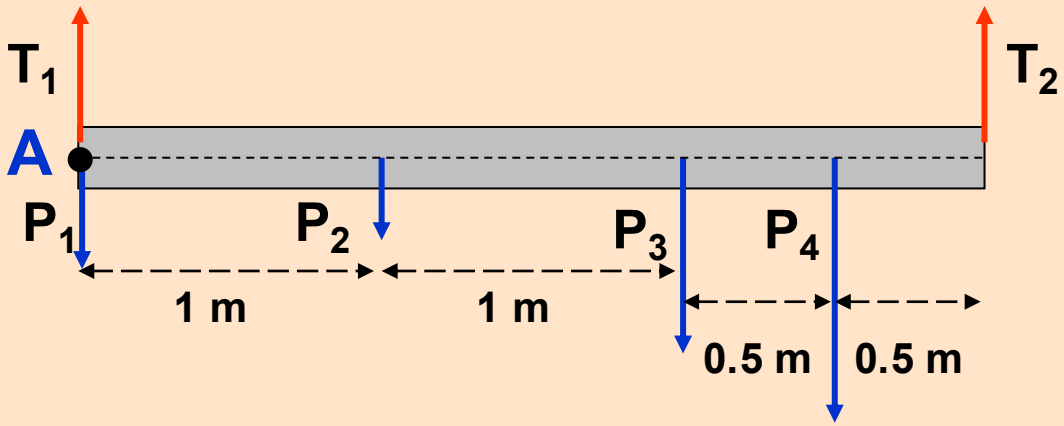
27 **Una sbarra priva di peso è sostenuta da due funi verticali. Da essa pendono quattro pesi come in figura. Trovare le tensioni T_1 e T_2 che si esercitano sulle funi.**

$P_1 = 10$ N

$P_2 = 6$ N

$P_3 = 20$ N

$P_4 = 30$ N



---

rispetto ad A

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

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

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

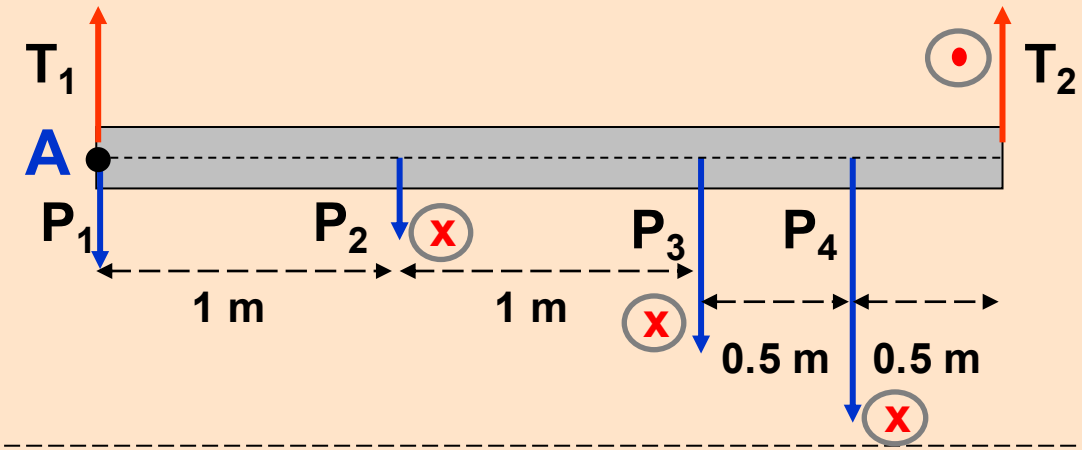
27 **Una sbarra priva di peso è sostenuta da due funi verticali. Da essa pendono quattro pesi come in figura. Trovare le tensioni T_1 e T_2 che si esercitano sulle funi.**

$P_1 = 10$ N

$P_2 = 6$ N

$P_3 = 20$ N

$P_4 = 30$ N



---

rispetto ad A

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

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

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

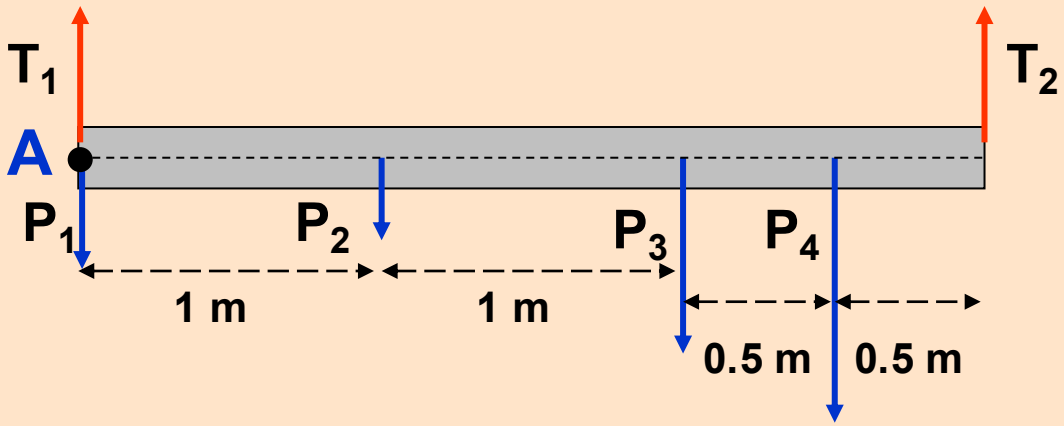
27 **Una sbarra priva di peso è sostenuta da due funi verticali. Da essa pendono quattro pesi come in figura. Trovare le tensioni T_1 e T_2 che si esercitano sulle funi.**

$P_1 = 10$ N

$P_2 = 6$ N

$P_3 = 20$ N

$P_4 = 30$ N



---

rispetto ad A

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

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

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

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

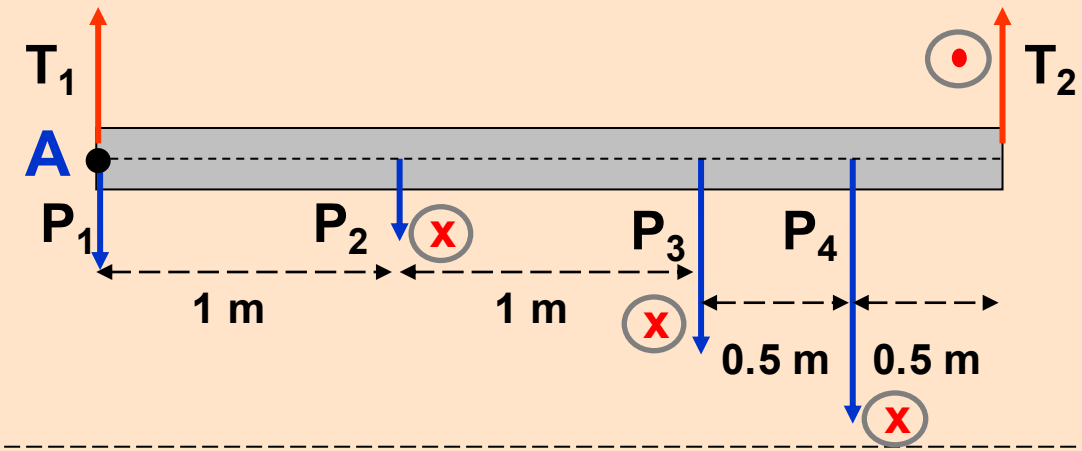
27 **Una sbarra priva di peso è sostenuta da due funi verticali. Da essa pendono quattro pesi come in figura. Trovare le tensioni T_1 e T_2 che si esercitano sulle funi.**

$P_1 = 10$ N

$P_2 = 6$ N

$P_3 = 20$ N

$P_4 = 30$ N



---

rispetto ad A

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

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

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

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

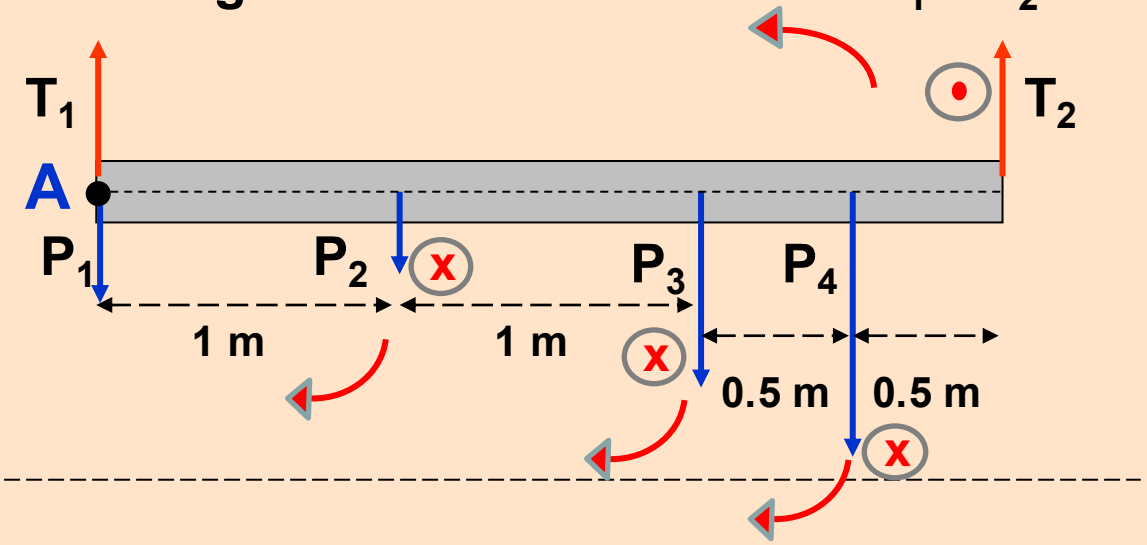
27 **Una sbarra priva di peso è sostenuta da due funi verticali. Da essa pendono quattro pesi come in figura. Trovare le tensioni T_1 e T_2 che si esercitano sulle funi.**

$P_1 = 10$ N

$P_2 = 6$ N

$P_3 = 20$ N

$P_4 = 30$ N



rispetto ad A

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

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

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

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

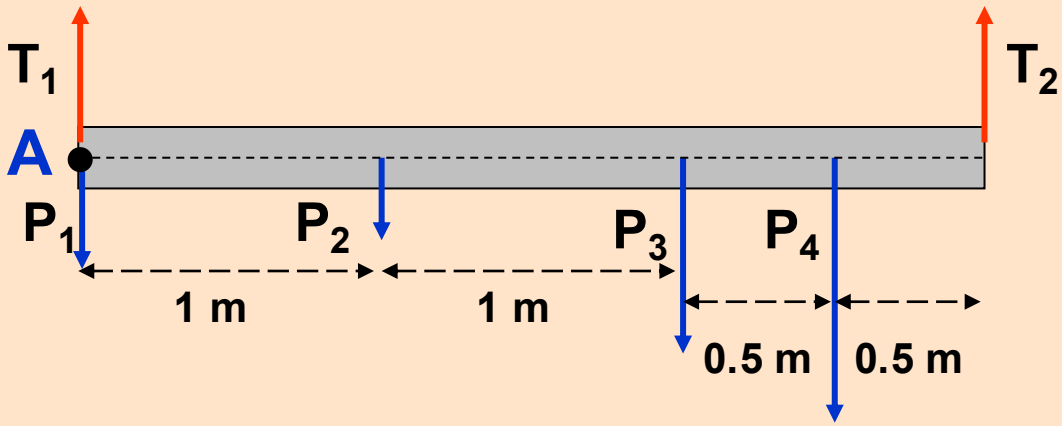
27 **Una sbarra priva di peso è sostenuta da due funi verticali. Da essa pendono quattro pesi come in figura. Trovare le tensioni T_1 e T_2 che si esercitano sulle funi.**

$P_1 = 10$ N

$P_2 = 6$ N

$P_3 = 20$ N

$P_4 = 30$ N



---

rispetto ad A

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

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

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

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

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

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

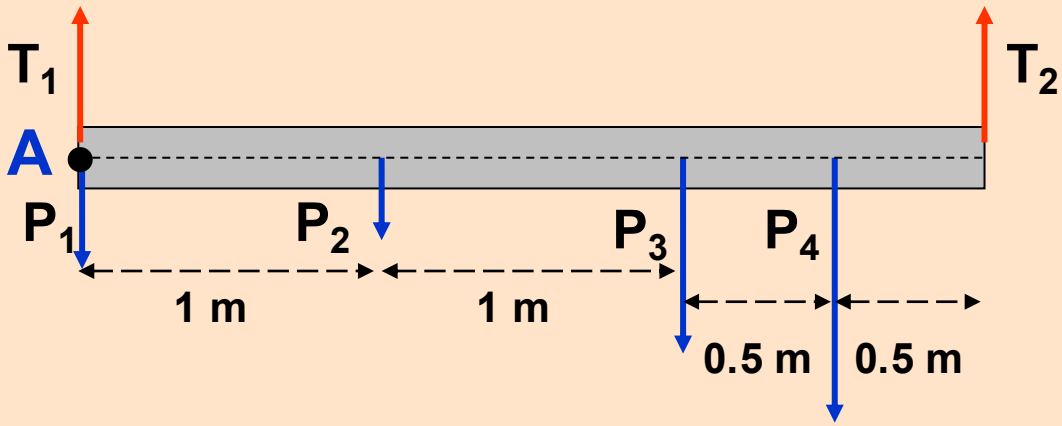
27 **Una sbarra priva di peso è sostenuta da due funi verticali. Da essa pendono quattro pesi come in figura. Trovare le tensioni T_1 e T_2 che si esercitano sulle funi.**

$P_1 = 10$ 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

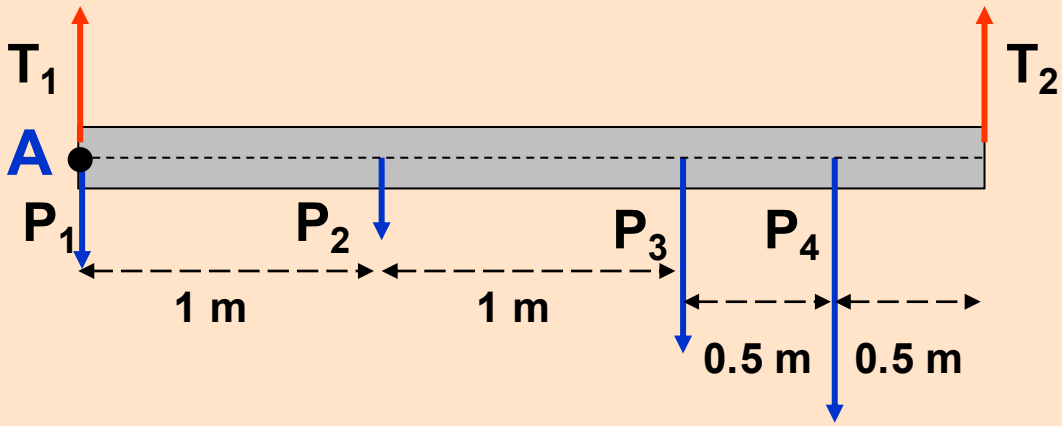
27 **Una sbarra priva di peso è sostenuta da due funi verticali. Da essa pendono quattro pesi come in figura. Trovare le tensioni T_1 e T_2 che si esercitano sulle funi.**

$P_1 = 10$ N

$P_2 = 6$ N

$P_3 = 20$ N

$P_4 = 30$ N



---

rispetto ad A

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

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

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

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

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

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

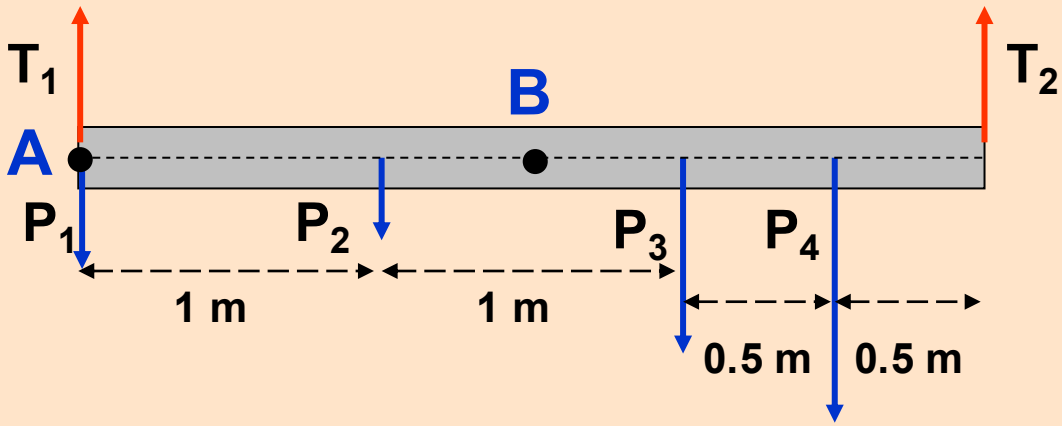
27 **Una sbarra priva di peso è sostenuta da due funi verticali. Da essa pendono quattro pesi come in figura. Trovare le tensioni T_1 e T_2 che si esercitano sulle funi.**

$P_1 = 10$ 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 questo esercizio
come compito a casa

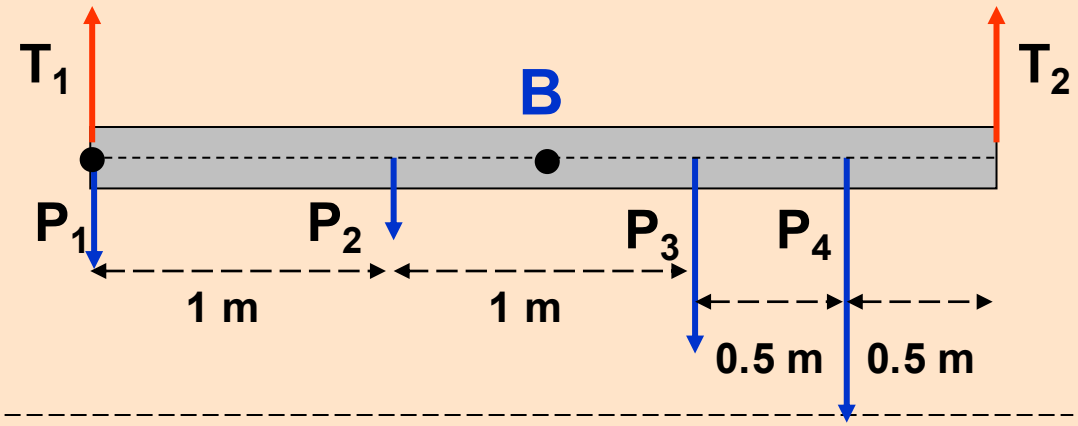
27 **Una sbarra priva di peso è sostenuta da due funi verticali. Da essa pendono quattro pesi come in figura. Trovare le tensioni T_1 e T_2 che si esercitano sulle funi.**

$P_1 = 10$ N

$P_2 = 6$ N

$P_3 = 20$ N

$P_4 = 30$ N



rispetto ad B

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

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

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

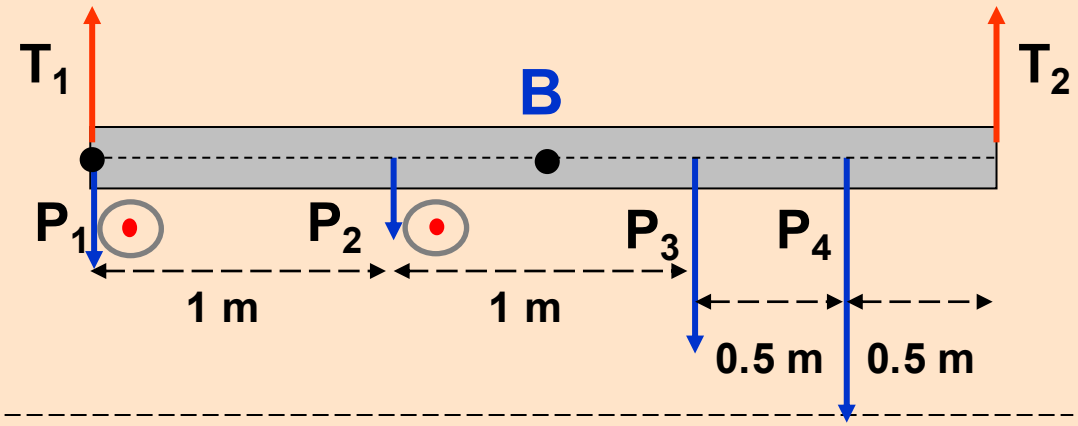
27 **Una sbarra priva di peso è sostenuta da due funi verticali. Da essa pendono quattro pesi come in figura. Trovare le tensioni T_1 e T_2 che si esercitano sulle funi.**

$P_1 = 10$ N

$P_2 = 6$ N

$P_3 = 20$ N

$P_4 = 30$ N



rispetto ad B

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

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

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

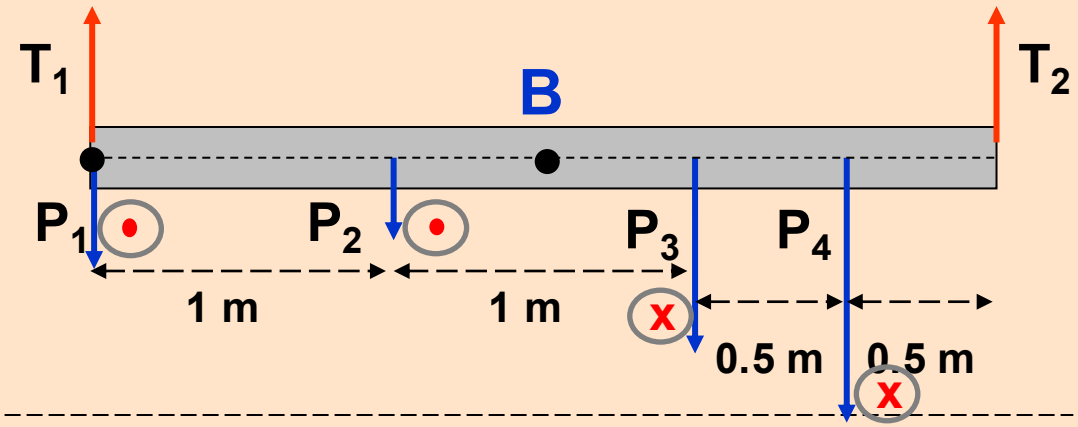
27 **Una sbarra priva di peso è sostenuta da due funi verticali. Da essa pendono quattro pesi come in figura. Trovare le tensioni T_1 e T_2 che si esercitano sulle funi.**

$P_1 = 10$ N

$P_2 = 6$ N

$P_3 = 20$ N

$P_4 = 30$ N



rispetto ad B

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

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

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

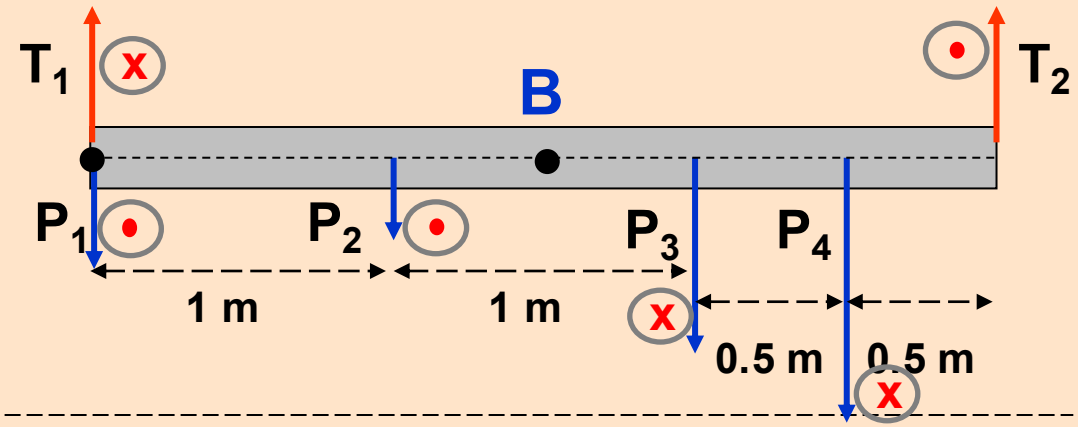
27 **Una sbarra priva di peso è sostenuta da due funi verticali. Da essa pendono quattro pesi come in figura. Trovare le tensioni T_1 e T_2 che si esercitano sulle funi.**

$P_1 = 10$ N

$P_2 = 6$ N

$P_3 = 20$ N

$P_4 = 30$ N



rispetto ad B

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

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

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

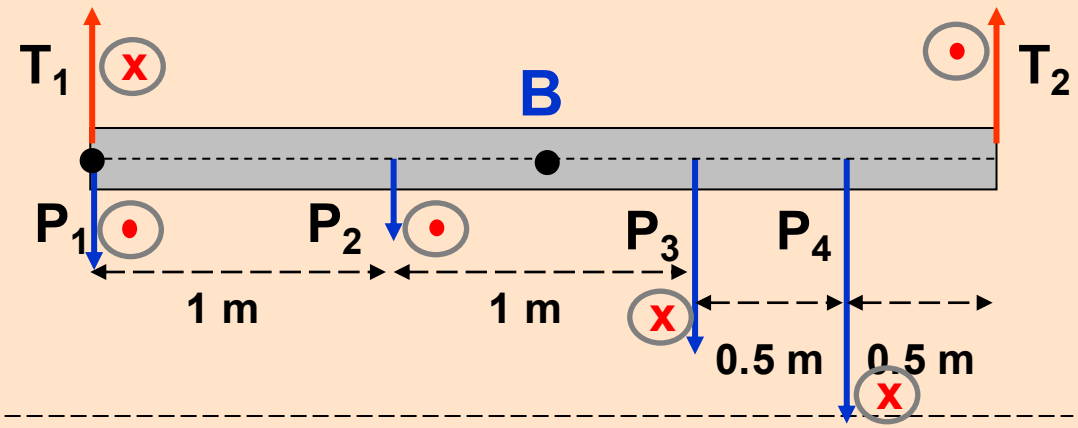
27 **Una sbarra priva di peso è sostenuta da due funi verticali. Da essa pendono quattro pesi come in figura. Trovare le tensioni T_1 e T_2 che si esercitano sulle funi.**

$P_1 = 10$ N

$P_2 = 6$ N

$P_3 = 20$ N

$P_4 = 30$ N



rispetto ad B

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

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

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

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

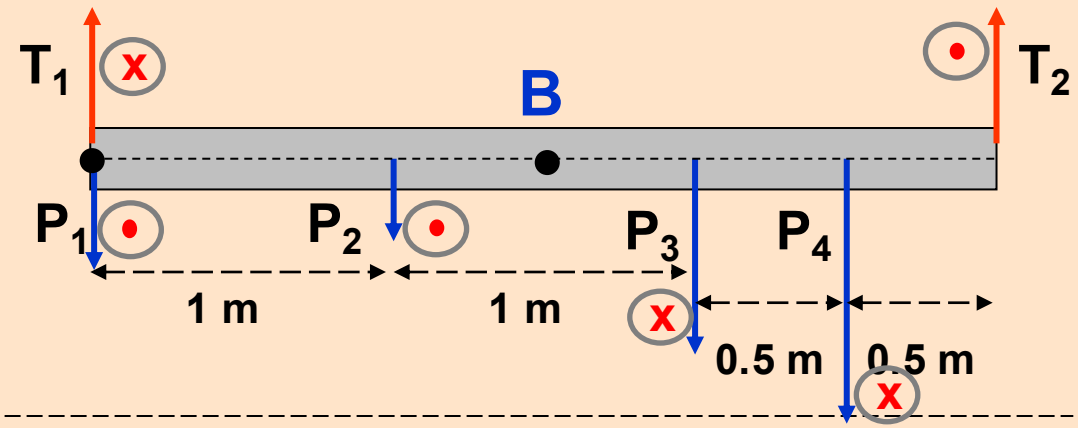
27 **Una sbarra priva di peso è sostenuta da due funi verticali. Da essa pendono quattro pesi come in figura. Trovare le tensioni T_1 e T_2 che si esercitano sulle funi.**

$P_1 = 10$ N

$P_2 = 6$ N

$P_3 = 20$ N

$P_4 = 30$ N



rispetto ad B

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

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

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

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

$1.5\ T_1 + 0.5 \times 20 + 1 \times 30 = 1.5\ T_2 + 1.5 \times 10 + 0.5 \times 6$

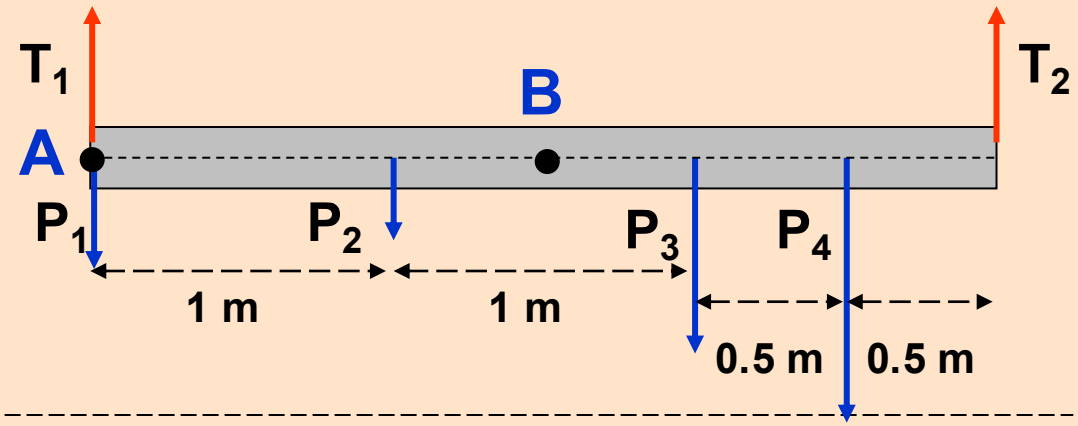
27 **Una sbarra priva di peso è sostenuta da due funi verticali. Da essa pendono quattro pesi come in figura. Trovare le tensioni T_1 e T_2 che si esercitano sulle funi.**

$P_1 = 10$ N

$P_2 = 6$ N

$P_3 = 20$ N

$P_4 = 30$ N



rispetto ad B

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

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

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

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

$1.5\ T_1 + 0.5 \times 20 + 1 \times 30 = 1.5\ T_2 + 1.5 \times 10 + 0.5 \times 6$

$1.5\ T_2 + 15 + 3 = 1.5\ T_1 + 10 + 30$

$1.5\ T_2 = 1.5\ T_1 + 40 - 18$

$1.5\ T_2 = 1.5\ T_1 + 22$

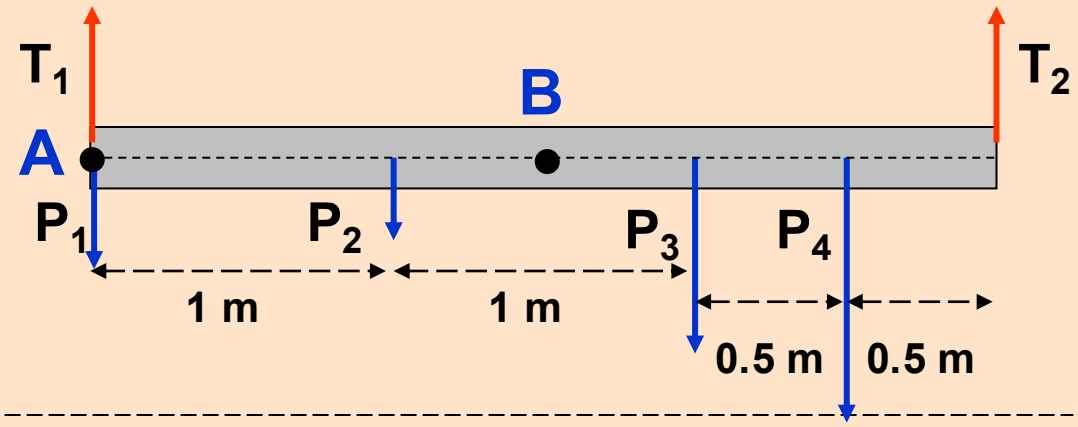
27 **Una sbarra priva di peso è sostenuta da due funi verticali. Da essa pendono quattro pesi come in figura. Trovare le tensioni T_1 e T_2 che si esercitano sulle funi.**

$P_1 = 10$ N

$P_2 = 6$ N

$P_3 = 20$ N

$P_4 = 30$ N



rispetto ad B

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

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

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

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

$$1.5\,T_1 + 0.5 \times 20 + 1 \times 30 = 1.5\,T_2 + 1.5 \times 10 + 0.5 \times 6$$

$$1.5\,T_2 + 15 + 3 = 1.5\,T_1 + 10 + 30$$

$$1.5\,T_2 = 1.5\,T_1 + 40 - 18$$

$$1.5\,T_2 = 1.5\,T_1 + 22$$

$$\begin{cases} T_1 = 66 - T_2 \\ 1.5\,T_2 = 1.5\,T_1 + 22 \end{cases}$$

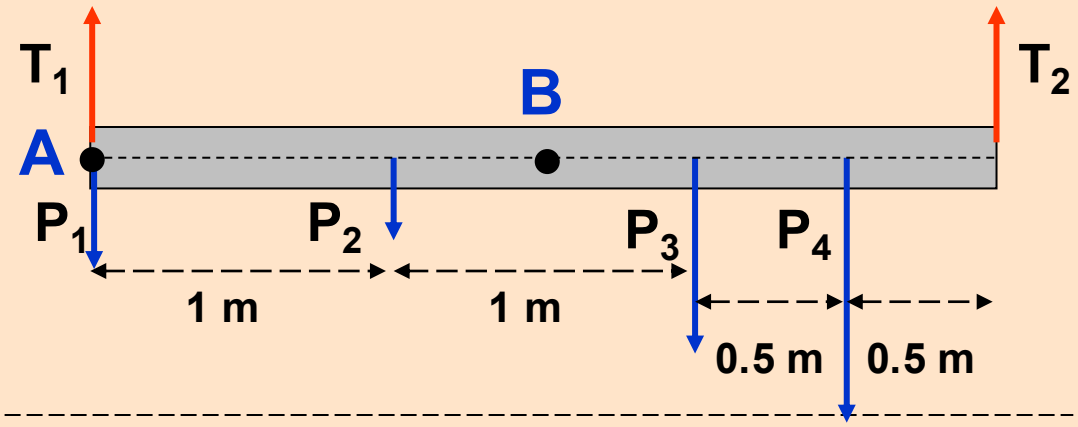
27 **Una sbarra priva di peso è sostenuta da due funi verticali. Da essa pendono quattro pesi come in figura. Trovare le tensioni T_1 e T_2 che si esercitano sulle funi.**

$P_1 = 10$ N

$P_2 = 6$ N

$P_3 = 20$ N

$P_4 = 30$ N



rispetto ad B

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

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

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

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

$1.5\ T_1 + 0.5 \times 20 + 1 \times 30 = 1.5\ T_2 + 1.5 \times 10 + 0.5 \times 6$

$1.5\ T_2 + 15 + 3 = 1.5\ T_1 + 10 + 30$

$1.5\ T_2 = 1.5\ T_1 + 40 - 18$

$1.5\ T_2 = 1.5\ T_1 + 22$

$T_1 = 66 - T_2$

$1.5\ T_2 = 1.5\ T_1 + 22$

$T_2 = 66 - T_1$

$1.5\ T_2 = 1.5\ (66 - T_2) + 22$

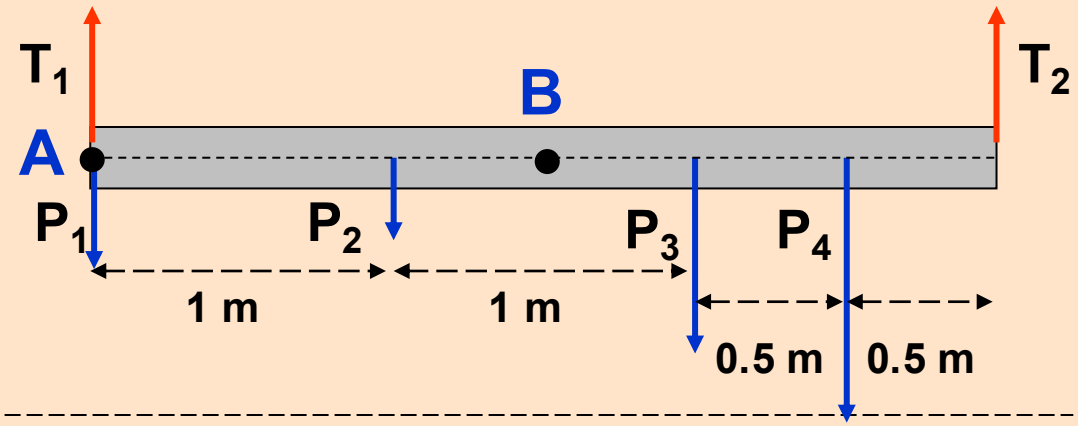
27 **Una sbarra priva di peso è sostenuta da due funi verticali. Da essa pendono quattro pesi come in figura. Trovare le tensioni T_1 e T_2 che si esercitano sulle funi.**

$P_1 = 10$ N

$P_2 = 6$ N

$P_3 = 20$ N

$P_4 = 30$ N



rispetto ad B

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

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

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

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

$$1.5\,T_1 + 0.5 \times 20 + 1 \times 30 = 1.5\,T_2 + 1.5 \times 10 + 0.5 \times 6$$

$$1.5\,T_2 + 15 + 3 = 1.5\,T_1 + 10 + 30$$

$$1.5\,T_2 = 1.5\,T_1 + 40 - 18$$

$$1.5\,T_2 = 1.5\,T_1 + 22$$

$$T_1 = 66 - T_2$$

$$1.5\,T_2 = 1.5\,T_1 + 22$$

$$T_2 = 66 - T_1$$

$$1.5\,T_2 = 1.5\,(66 - T_2) + 22$$

$$T_2 = 66 - T_1$$

$$1.5\,T_2 = 99 - 1.5\,T_2 + 22$$

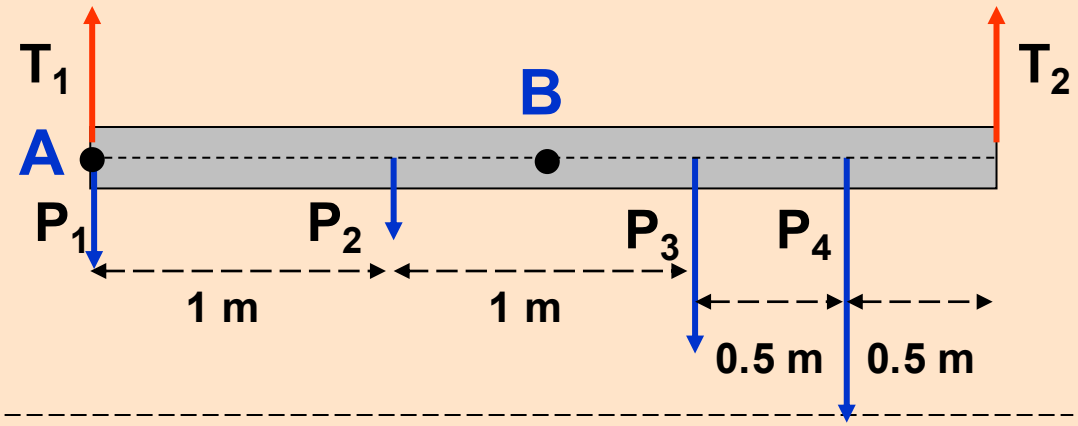
27 Una sbarra priva di peso è sostenuta da due funi verticali. Da essa pendono quattro pesi come in figura. Trovare le tensioni T_1 e T_2 che si esercitano sulle funi.

$P_1 = 10$ N

$P_2 = 6$ N

$P_3 = 20$ N

$P_4 = 30$ N



rispetto ad B

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

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

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

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

$1.5\ T_1 + 0.5 \times 20 + 1 \times 30 = 1.5\ T_2 + 1.5 \times 10 + 0.5 \times 6$

$T_1 = 66 - T_2$

$1.5\ T_2 = 1.5\ T_1 + 22$

$T_2 = 66 - T_1$

$1.5\ T_2 = 1.5\ (66 - T_2) + 22$

$T_1 = 66 - T_2$

$3\ T_2 = 121$

$T_2 = 66 - T_1$

$1.5\ T_2 = 99 - 1.5\ T_2 + 22$

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

$T_1 = 66 - T_2$ $\qquad T_1 = 25.67$ N

Un tuono arriva ad un osservatore con un ritardo di 5 secondi rispetto al lampo. A quale distanza è avvenuta la scarica?

(velocità del suono v = 340 m/s; velocità della luce c = 3 x 10^8 m/s)

Il lampo arriva praticamente istantaneamente, quindi dal tempo di propagazione del tuono (5 secondi) si può calcolare la distanza.



$c = 3 \times 10^8$ m/s

c = ??? km/h

- - - - - - - - - - - - - - - - - - -

3×10^5 km/s

1 h = 3600 s

$3 \times 10^5 \times 3{,}6 \times 10^3$ km/h

$10{,}8 \times 10^8$ km/h

1079252849 km/h

Un tuono arriva ad un osservatore con un ritardo di 5 secondi rispetto al lampo. A quale distanza è avvenuta la scarica?

(velocità del suono v = 340 m/s; velocità della luce c = 3 x 10^8 m/s)

Il lampo arriva praticamente istantaneamente, quindi dal tempo di propagazione del tuono (5 secondi) si può calcolare la distanza.

x = 340 m/s 5 s = 1700 m



Un tuono arriva ad un osservatore con un ritardo di 5 secondi rispetto al lampo. A quale distanza è avvenuta la scarica?

(velocità del suono v = 340 m/s; velocità della luce c = 3 x 10^8 m/s)

Il lampo arriva praticamente istantaneamente, quindi dal tempo di propagazione del tuono (5 secondi) si può calcolare la distanza.

x = 340 m/s 5 s = 1700 m



Oppure considerare la stessa distanza (x) e le velocità (suono v; luce c)

$x = v\,t_1$ suono $\qquad x = c\,t_2$ luce $\qquad t_1 - t_2 = \frac{x}{v} - \frac{x}{c}$

Un tuono arriva ad un osservatore con un ritardo di 5 secondi rispetto al lampo. A quale distanza è avvenuta la scarica?

(velocità del suono v = 340 m/s; velocità della luce c = 3 x 10^8 m/s)

Il lampo arriva praticamente istantaneamente, quindi dal tempo di propagazione del tuono (5 secondi) si può calcolare la distanza.

x = 340 m/s 5 s = 1700 m



Oppure considerare la stessa distanza (x) e le velocità (suono v; luce c)

$x = v\,t_1$ suono

$x = c\,t_2$ luce

$$t_1 - t_2 = \frac{x}{v} - \frac{x}{c}$$

Δt ritardo 5 minuti

Un tuono arriva ad un osservatore con un ritardo di 5 secondi rispetto al lampo. A quale distanza è avvenuta la scarica?

(velocità del suono v = 340 m/s; velocità della luce c = 3 x 10^8 m/s)

Il lampo arriva praticamente istantaneamente, quindi dal tempo di propagazione del tuono (5 secondi) si può calcolare la distanza.

x = 340 m/s 5 s = 1700 m



Oppure considerare la stessa distanza (x) e le velocità (suono v; luce c)

$x = v\,t_1$ suono $\qquad x = c\,t_2$ luce $\qquad t_1 - t_2 = \frac{x}{v} - \frac{x}{c}$

Δt ritardo 5 minuti

$$\Delta t = \frac{x\,c - x\,v}{v \cdot c}$$

Un tuono arriva ad un osservatore con un ritardo di 5 secondi rispetto al lampo. A quale distanza è avvenuta la scarica?

(velocità del suono v = 340 m/s; velocità della luce c = 3 x 10^8 m/s)

Il lampo arriva praticamente istantaneamente, quindi dal tempo di propagazione del tuono (5 secondi) si può calcolare la distanza.

x = 340 m/s 5 s = 1700 m



Oppure considerare la stessa distanza (x) e le velocità (suono v; luce c)

$x = v\,t_1$ suono $\qquad x = c\,t_2$ luce $\qquad t_1 - t_2 = \frac{x}{v} - \frac{x}{c}$

Δt ritardo 5 minuti

$$\Delta t = \frac{x\,c - x\,v}{v \cdot c}$$

$$\Delta t = \frac{x\,(c - v)}{v \cdot c} \quad \Rightarrow \quad x = \frac{\Delta t \cdot v \cdot c}{c - v}$$

Un tuono arriva ad un osservatore con un ritardo di 5 secondi rispetto al lampo. A quale distanza è avvenuta la scarica?

(velocità del suono v = 340 m/s; velocità della luce c = 3×10^8 m/s)

Il lampo arriva praticamente istantaneamente, quindi dal tempo di propagazione del tuono (5 secondi) si può calcolare la distanza.

$x = 340 \text{ m/s} \cdot 5 \text{ s} = 1700 \text{ m}$



Oppure considerare la stessa distanza (x) e le velocità (suono v; luce c)

$x = v\,t_1$ suono $\qquad x = c\,t_2$ luce $\qquad t_1 - t_2 = \frac{x}{v} - \frac{x}{c}$

$$x = \frac{\Delta t \cdot v \cdot c}{c - v}$$

$$x = \frac{5 \cdot 340 \cdot 3 \cdot 10^8}{3 \cdot 10^8 - 340} \approx 5 \cdot 340 = 1700 \text{ m}$$

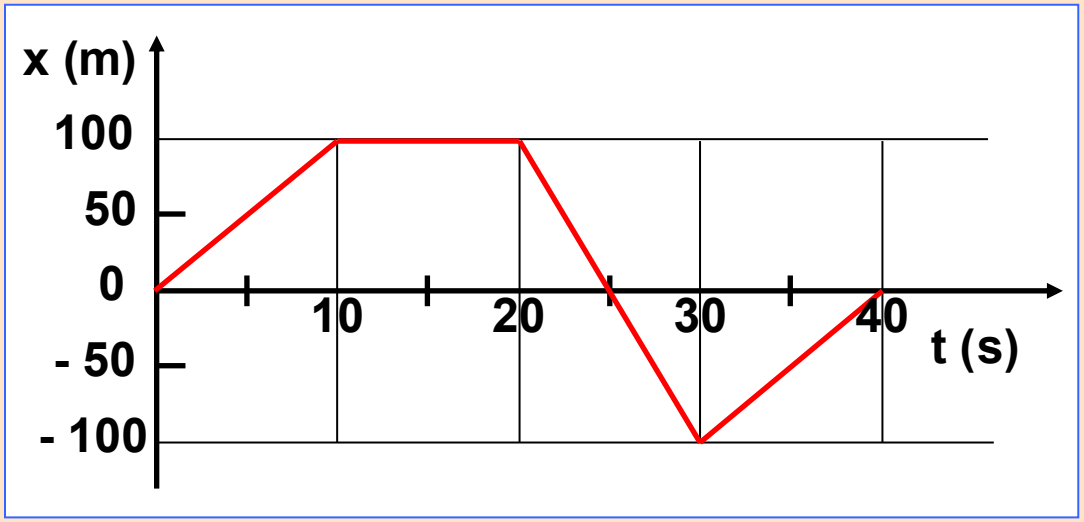
Dal grafico della posizione in funzione del tempo riportato in figura, trovare la velocità media :

1) da t = 0 secondi a t = 10 secondi

2) da t = 0 secondi a t = 20 secondi

3) da t = 0 secondi a t = 40 secondi

e trovare la velocità istantanea per t = 5 s, t = 15 s, t = 25 s.



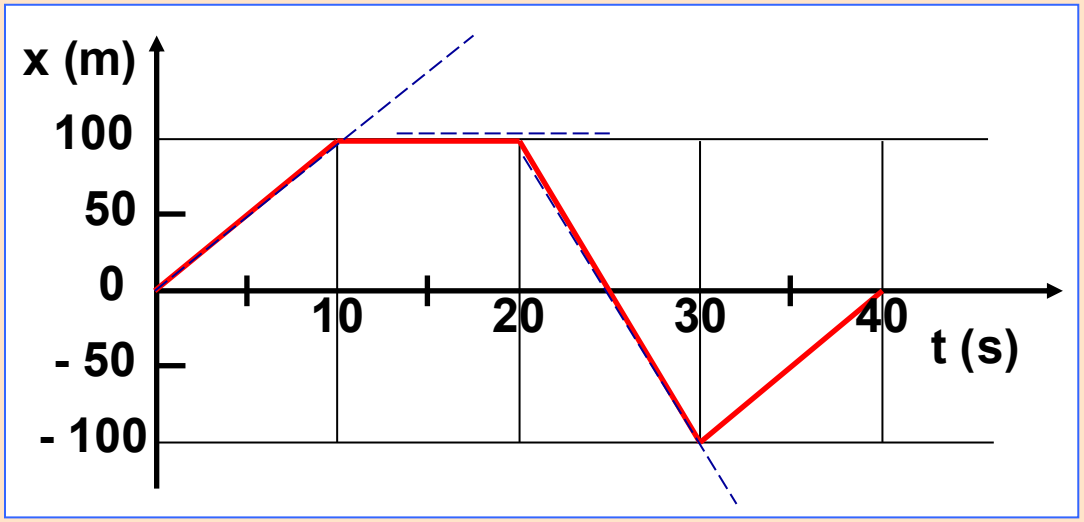
Dal grafico della posizione in funzione del tempo riportato in figura, trovare la velocità media :

1) da t = 0 secondi a t = 10 secondi

2) da t = 0 secondi a t = 20 secondi

3) da t = 0 secondi a t = 40 secondi

e trovare la velocità istantanea per t = 5 s, t = 15 s, t = 25 s.



$$\vec{v}_m = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t}$$

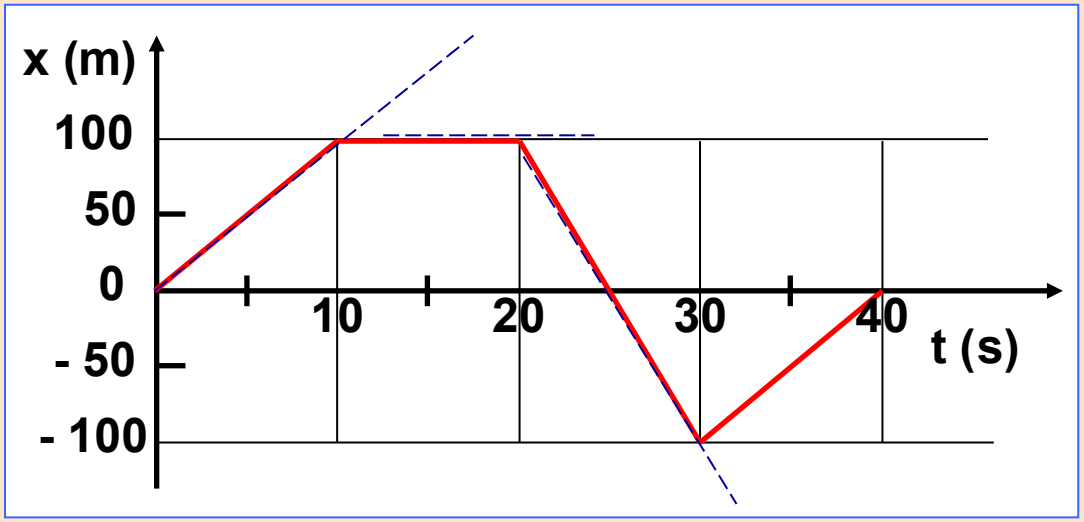
Dal grafico della posizione in funzione del tempo riportato in figura, trovare la velocità media :

1) da t = 0 secondi a t = 10 secondi

2) da t = 0 secondi a t = 20 secondi

3) da t = 0 secondi a t = 40 secondi

e trovare la velocità istantanea per t = 5 s, t = 15 s, t = 25 s.



$$\vec{v}_m = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t}$$

$v_m = (+100 - 0) / 10 = 10$ m/s

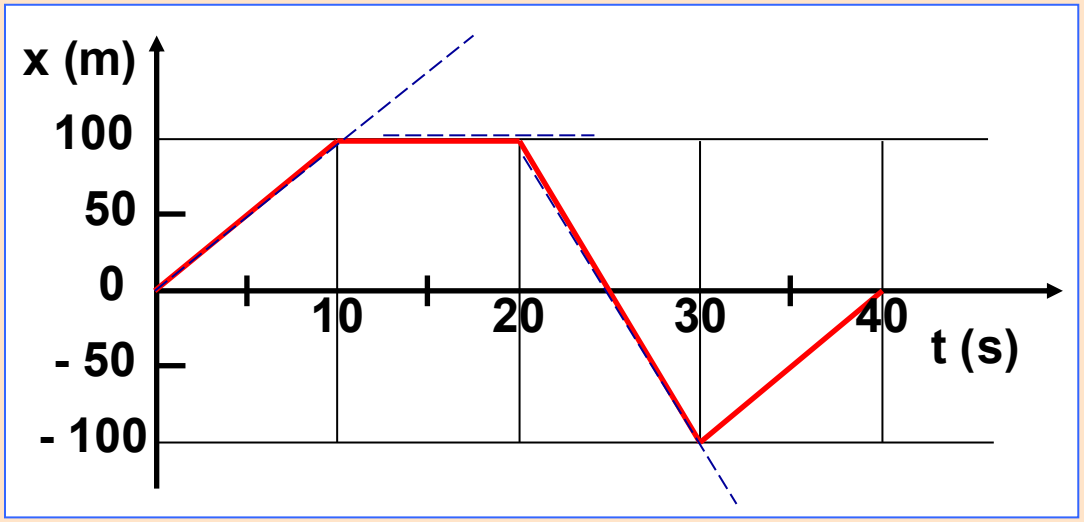
Dal grafico della posizione in funzione del tempo riportato in figura, trovare la velocità media :

1) da t = 0 secondi a t = 10 secondi

2) da t = 0 secondi a t = 20 secondi

3) da t = 0 secondi a t = 40 secondi

e trovare la velocità istantanea per t = 5 s, t = 15 s, t = 25 s.



$$\vec{v}_m = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t}$$

$v_m = (+100 - 0) / 10 = 10$ m/s

$v_m = (+100 - 0) / 20 = 5$ m/s

$v_m = (0 - 0) / 40 = 0$ m/s

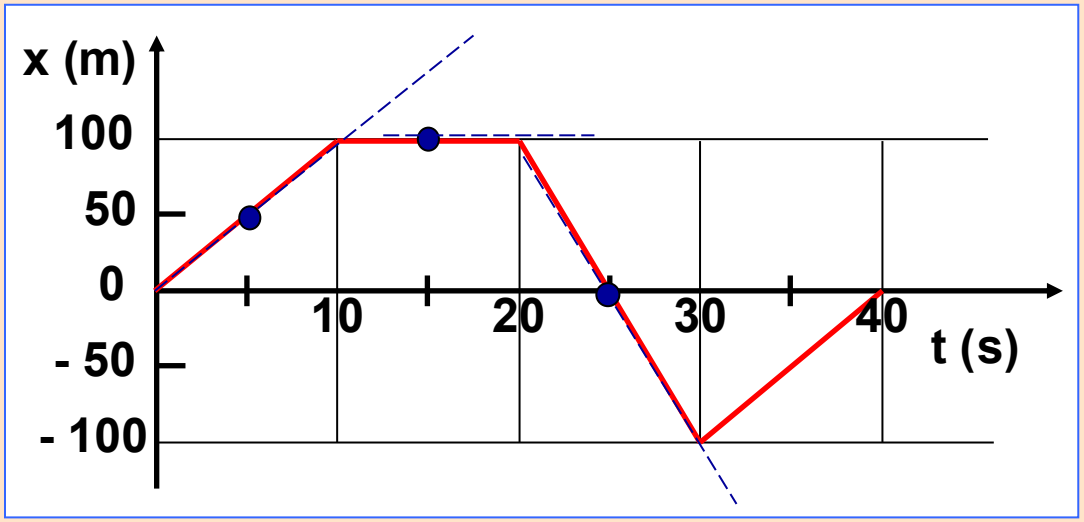
Dal grafico della posizione in funzione del tempo riportato in figura, trovare la velocità media :

1) da t = 0 secondi a t = 10 secondi

2) da t = 0 secondi a t = 20 secondi

3) da t = 0 secondi a t = 40 secondi

e trovare la velocità istantanea per t = 5 s, t = 15 s, t = 25 s.



$$\vec{v}_m = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t}$$

$v_m = (+100 - 0) / 10 = 10$ m/s

$v_m = (+100 - 0) / 20 = 5$ m/s

$v_m = (0 - 0) / 40 = 0$ m/s

$$\vec{v}_{ist} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t}$$

t = 5 s

t = 15 s

t = 25 s

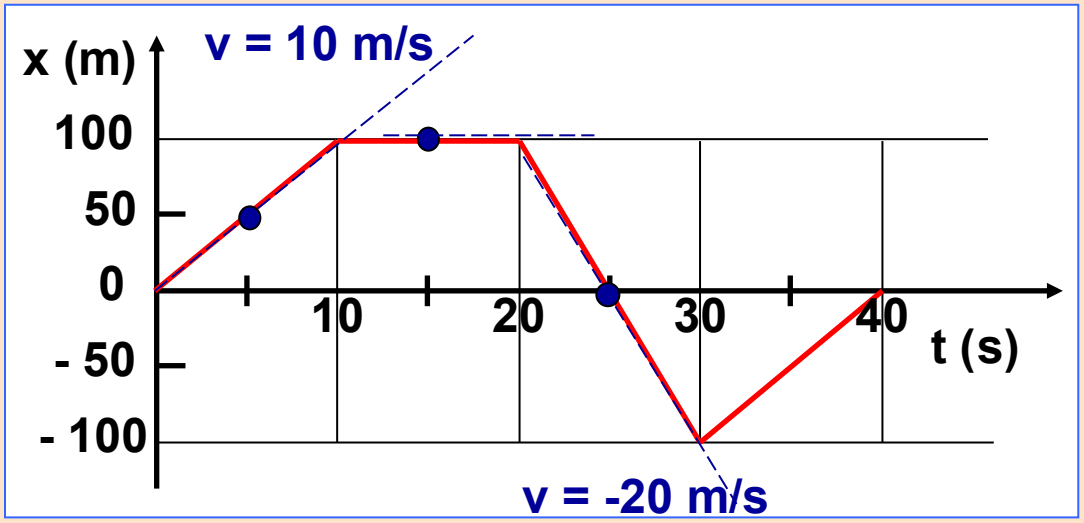
Dal grafico della posizione in funzione del tempo riportato in figura, trovare la velocità media :

1) da t = 0 secondi a t = 10 secondi

2) da t = 0 secondi a t = 20 secondi

3) da t = 0 secondi a t = 40 secondi

e trovare la velocità istantanea per t = 5 s, t = 15 s, t = 25 s.



$$\vec{v}_m = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t}$$

$v_m = (+100 - 0) / 10 = 10$ m/s

$v_m = (+100 - 0) / 20 = 5$ m/s

$v_m = (0 - 0) / 40 = 0$ m/s

$$\vec{v}_{ist} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t}$$

t = 5 s

t = 15 s

t = 25 s

$v_{ist} = 10$ m/s

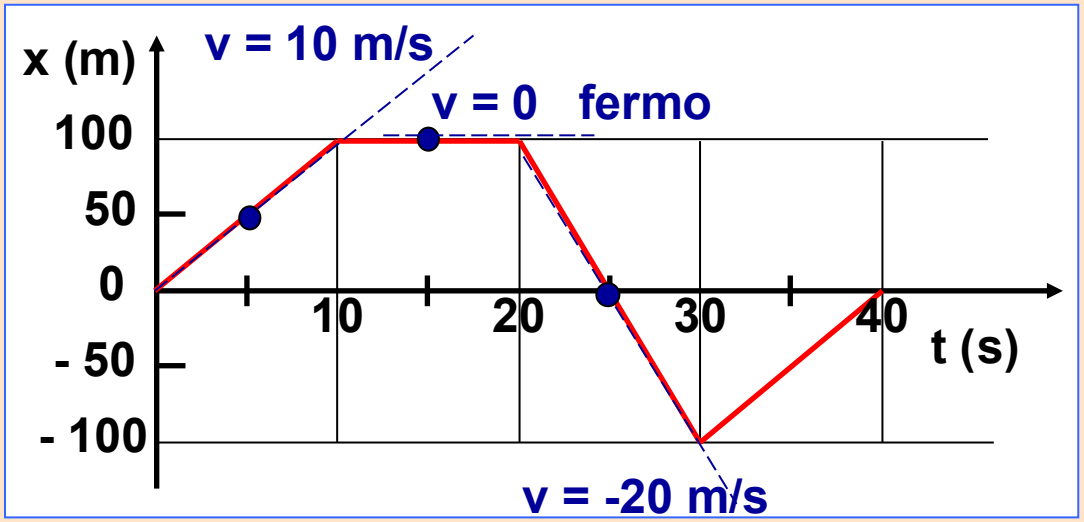
Dal grafico della posizione in funzione del tempo riportato in figura, trovare la velocità media :

1) da t = 0 secondi a t = 10 secondi

2) da t = 0 secondi a t = 20 secondi

3) da t = 0 secondi a t = 40 secondi

e trovare la velocità istantanea per t = 5 s, t = 15 s, t = 25 s.



$$\vec{v}_m = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t}$$

$v_m = (+100 - 0) / 10 = 10$ m/s

$v_m = (+100 - 0) / 20 = 5$ m/s

$v_m = (0 - 0) / 40 = 0$ m/s

$$\vec{v}_{ist} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t}$$

t = 5 s $\quad v_{ist} = 10$ m/s

t = 15 s $\quad v_{ist} = 0$ m/s

t = 25 s

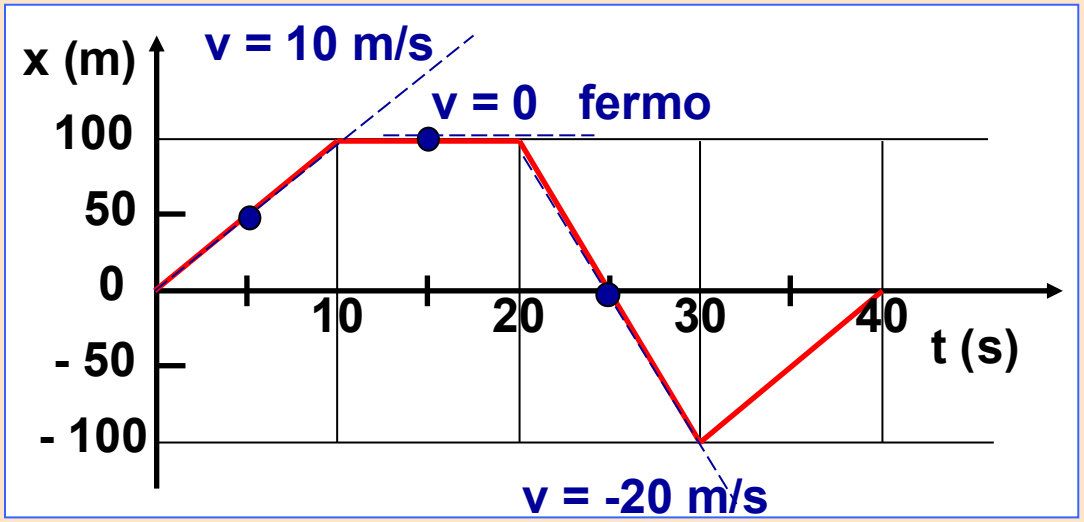
Dal grafico della posizione in funzione del tempo riportato in figura, trovare la velocità media :

1) da t = 0 secondi a t = 10 secondi

2) da t = 0 secondi a t = 20 secondi

3) da t = 0 secondi a t = 40 secondi

e trovare la velocità istantanea per t = 5 s, t = 15 s, t = 25 s.



$$\vec{v}_m = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t}$$

$v_m = (+100 - 0) / 10 = 10$ m/s

$v_m = (+100 - 0) / 20 = 5$ m/s

$v_m = (0 - 0) / 40 = 0$ m/s

$$\vec{v}_{ist} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t}$$

t = 5 s $v_{ist} = 10$ m/s

t = 15 s $v_{ist} = 0$ m/s

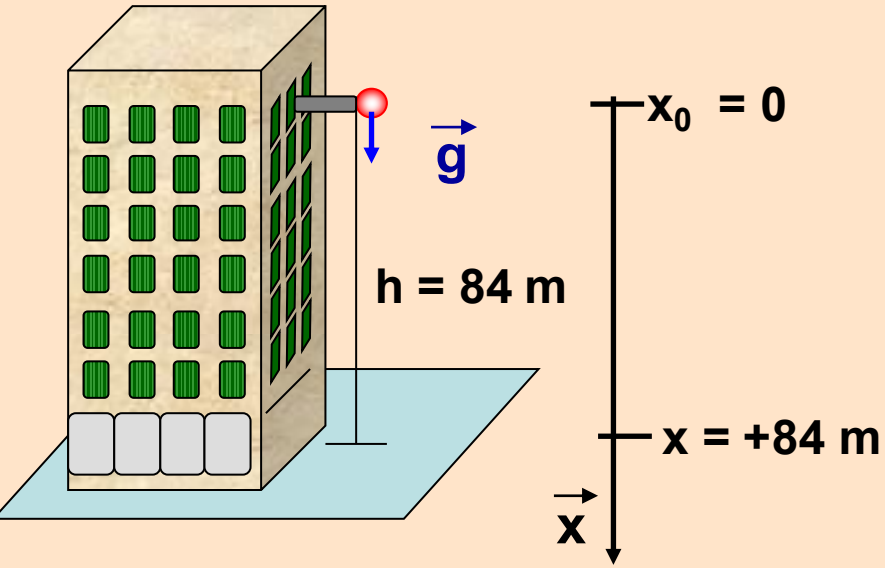
t = 25 s $v_{ist} = (- 100 - 100) / 10 = - 20$ m/s

(posiz. finale – posiz. iniziale) / tempo

Una palla viene lasciata cadere da una altezzza di 84 m. (accelerazione di gravità g= 9.8 ms^{-2})

1) Dopo quanto tempo tocca terra?

2) Qual è la velocità nell'istante in cui tocca terra ?



Una palla viene lasciata cadere da una altezzza di 84 m. (accelerazione di gravità g= 9.8 ms^{-2})

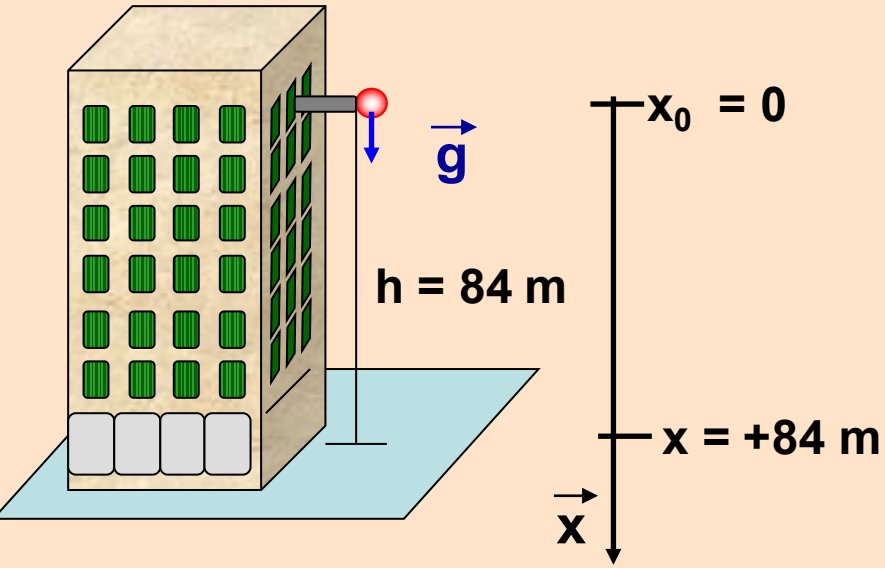
1) Dopo quanto tempo tocca terra?

2) Qual è la velocità nell'istante in cui tocca terra ?

---

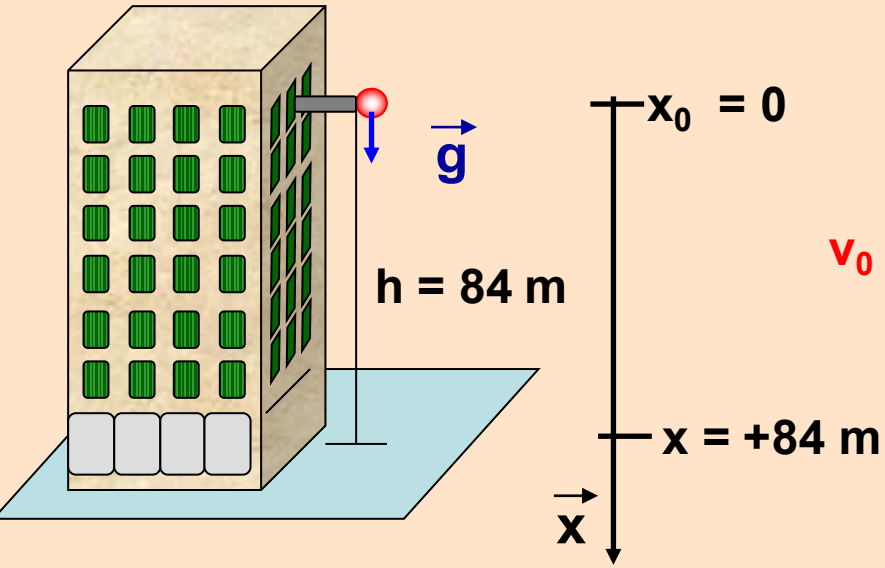
moto uniformemente accelerato

$$x = \tfrac{1}{2}\, a\, \Delta t^2 + v_o\, \Delta t + x_0$$



Una palla viene **lasciata cadere** da una altezzza di 84 m.
(accelerazione di gravità g= 9.8 ms^{-2})

1) Dopo quanto tempo tocca terra?
2) Qual è la velocità nell'istante in cui tocca terra ?



$$x = \tfrac{1}{2}\, a\, \Delta t^2 + v_o\, \Delta t + x_0$$

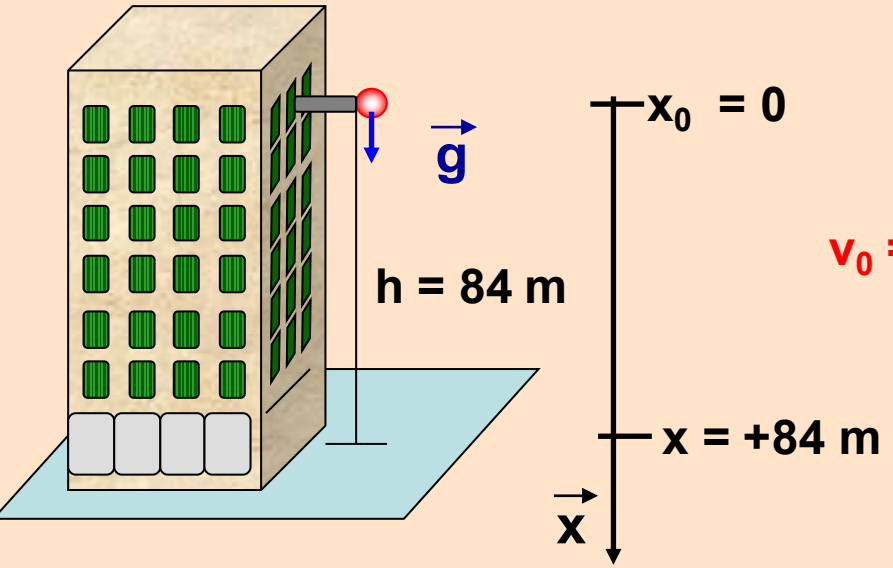
$$x = \tfrac{1}{2}\, g\, \Delta t^2 + \cancel{v_o\, \Delta t} + \cancel{x_0}$$

$v_0 = 0$ perché parte da ferma (lasciata cadere)

t = ?

Una palla viene lasciata cadere da una altezzza di 84 m. (accelerazione di gravità g= 9.8 ms^{-2})

1) Dopo quanto tempo tocca terra?
2) Qual è la velocità nell'istante in cui tocca terra ?



$$x = \tfrac{1}{2}\, a\, \Delta t^2 + v_o\, \Delta t + x_0$$

$$x = \tfrac{1}{2}\, g\, \Delta t^2 + \cancel{v_o\, \Delta t} + \cancel{x_0}$$

$v_0 = 0$ perché parte da ferma (lasciata cadere)

$$t^2 = \frac{2\,x}{g}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 84\ m}{9.8\ m\ s^{-2}}} = 4.14\ s$$

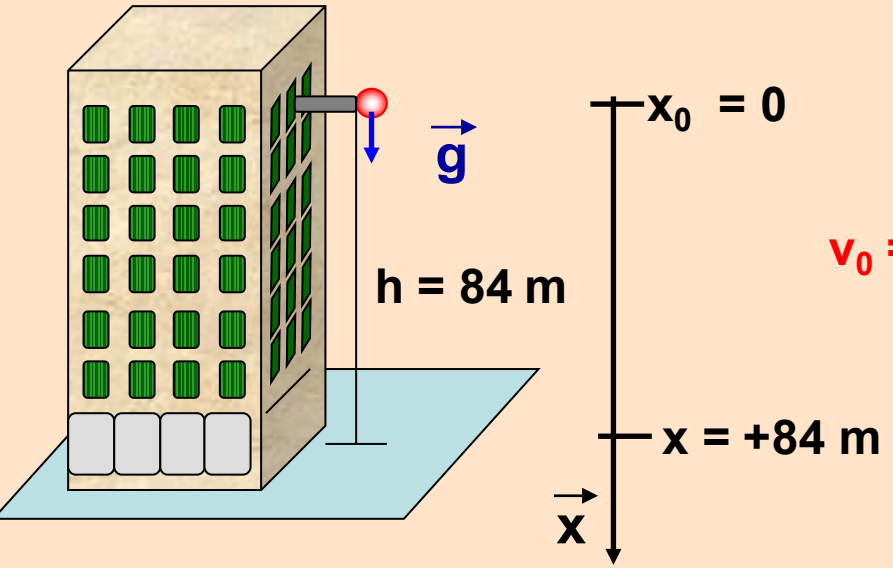
tempo impiegato per arrivare a terra

$v = ?$

Una palla viene lasciata cadere da una altezzza di 84 m. (accelerazione di gravità g= 9.8 ms^{-2})

1) Dopo quanto tempo tocca terra?

2) Qual è la velocità nell'istante in cui tocca terra ?



$$x = \tfrac{1}{2}\, a\, \Delta t^2 + v_o\, \Delta t + x_0$$

$$x = \tfrac{1}{2}\, g\, \Delta t^2 + \cancel{v_o\, \Delta t} + \cancel{x_0}$$

$v_0 = 0$ perché parte da ferma (lasciata cadere)

$$t^2 = \frac{2\,x}{g}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 84\ m}{9.8\ m\ s^{-2}}} = 4.14\ s$$

tempo impiegato per arrivare a terra

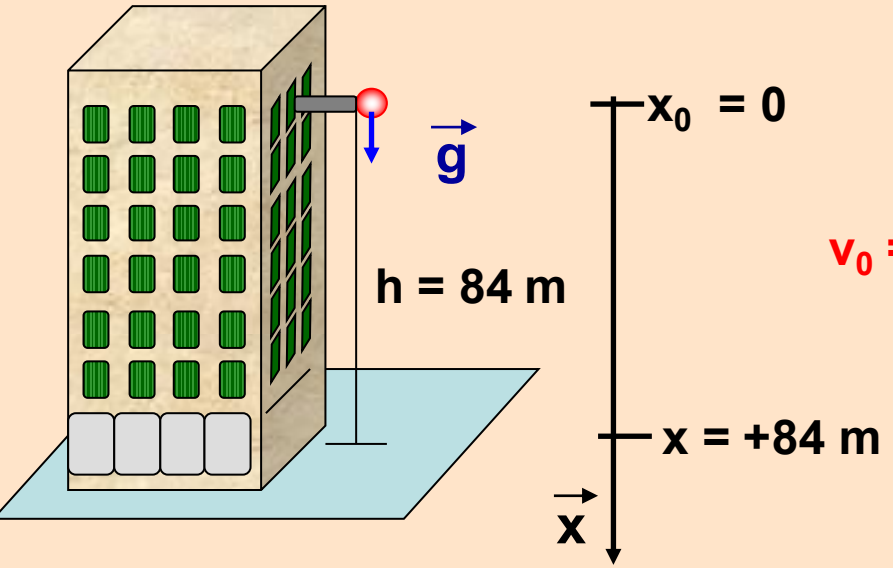
v = velocità con cui tocca terrra

$$g = \frac{v - v_0}{\Delta t} = \frac{v}{t}$$

Una palla viene lasciata cadere da una altezzza di 84 m. (accelerazione di gravità g= 9.8 ms^{-2})

1) Dopo quanto tempo tocca terra?

2) Qual è la velocità nell'istante in cui tocca terra ?



$$x = \tfrac{1}{2}\, a\, \Delta t^2 + v_o\, \Delta t + x_0$$

$$x = \tfrac{1}{2}\, g\, \Delta t^2 + \cancel{v_o\, \Delta t} + \cancel{x_0}$$

$v_0 = 0$ perché parte da ferma (lasciata cadere)

$$t^2 = \frac{2\,x}{g}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 84\ m}{9.8\ m\ s^{-2}}} = 4.14\ s$$

tempo impiegato per arrivare a terra

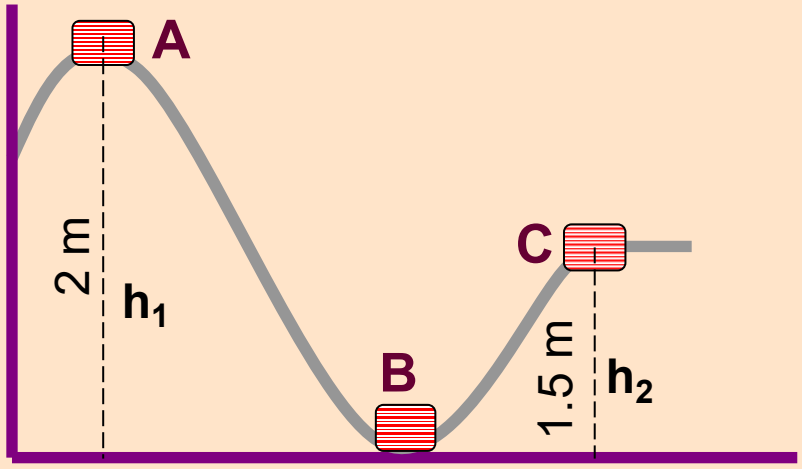
v = velocità con cui tocca terrra

$$g = \frac{v - v_0}{\Delta t} = \frac{v}{t} \longrightarrow v = g\,t$$

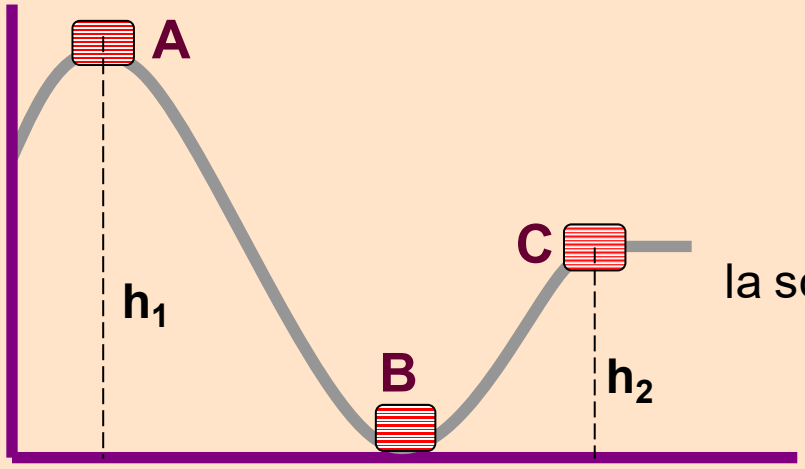
$$v = 9.8\ ms^{-2} \cdot 4.14\ s = 40\ m\ s^{-1}$$

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.



livello di riferimento $U_B = 0$

Scelto $U_B = 0$ si ha:

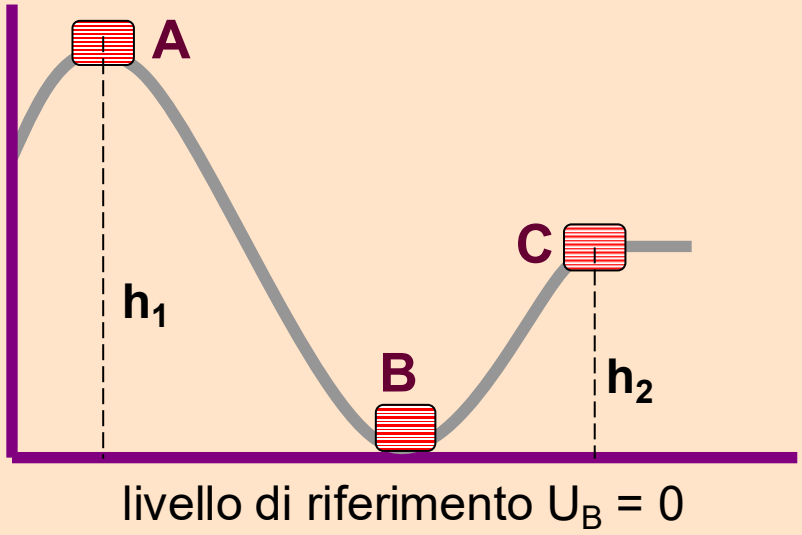
$U_A = mgh_1$ $U_C = mgh_2$

inoltre

In un campo conservativo:

la somma di energia cinetica e energia potenziale

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:

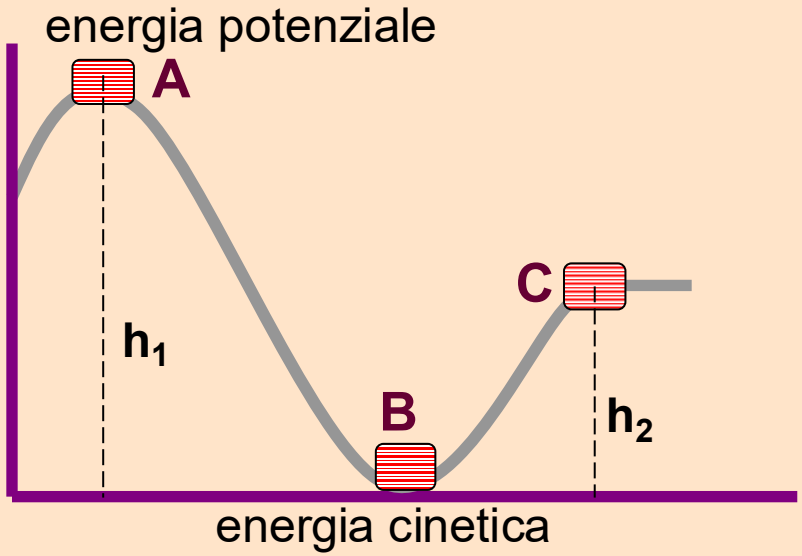
$U_A = mgh_1$ $U_C = mgh_2$

In un campo conservativo:

$U_A + T_A = U_B + T_B$

$U_A + T_A = U_C + T_C$

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:

$U_A + T_A = U_B + T_B$

$U_A + T_A = U_C + T_C$

parte da fermo

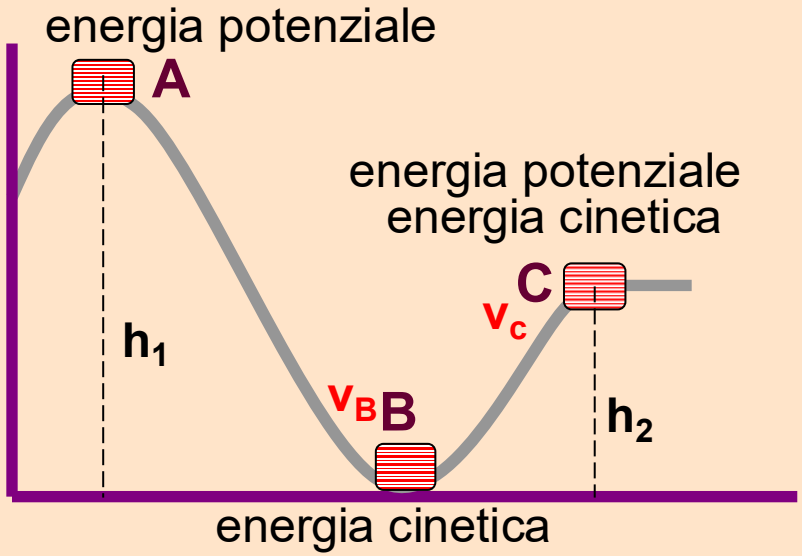
$T_A = 0$

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

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

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

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:

$U_A + T_A = U_B + T_B$

$U_A + T_A = U_C + T_C$

parte da fermo

$T_A = 0$

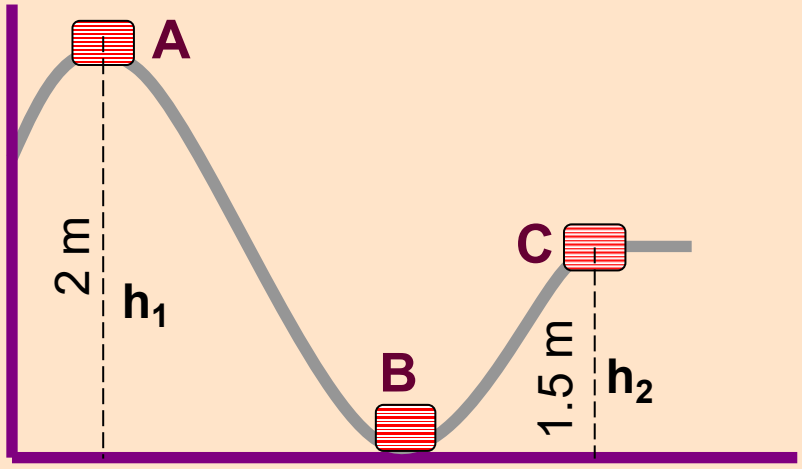
$T_B = \frac{1}{2} m v_B^2$

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

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

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

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:

$U_A + T_A = U_B + T_B$

$U_A + T_A = U_C + T_C$

$T_A = 0$

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

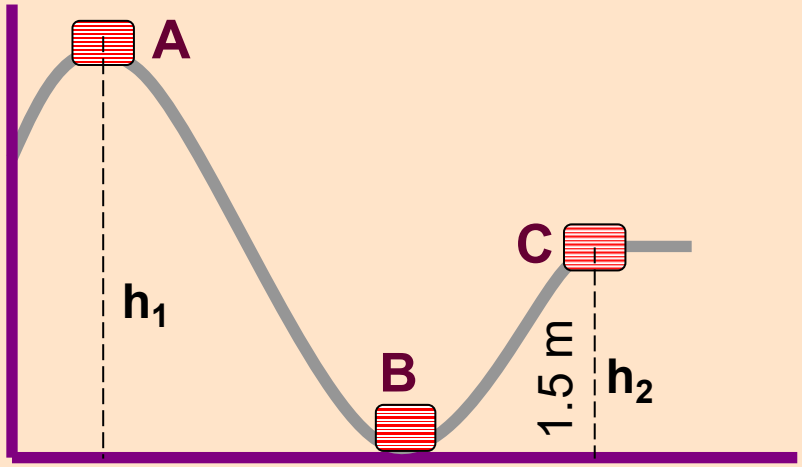
$T_C = \frac{1}{2} m v_C^2$

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

$v_B = \sqrt{2 g h_1}$

$v_B = \sqrt{2 \cdot 9.8 \cdot 2} = 6.25$ 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:

$U_A + T_A = U_B + T_B$

$U_A + T_A = U_C + T_C$

$T_A = 0$

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

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

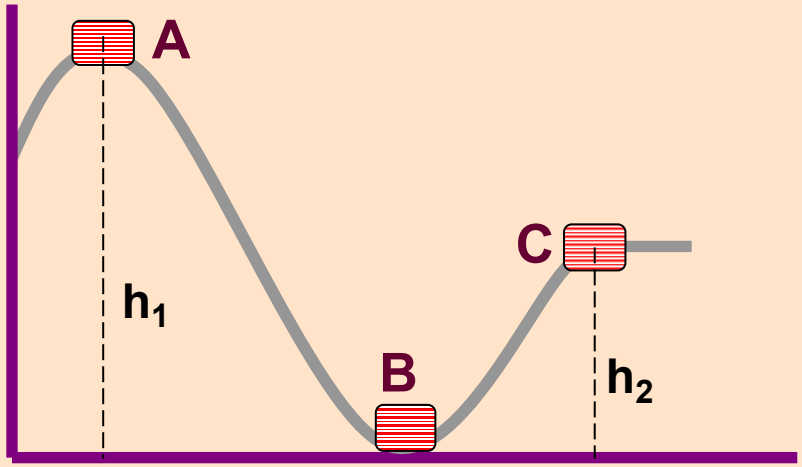
$mgh_1 + 0 = 0 + \frac{1}{2} m v_B^2$

$v_B = \sqrt{2gh_1}$

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

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

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:

$U_A + T_A = U_B + T_B$

$U_A + T_A = U_C + T_C$

$T_A = 0$

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

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

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

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

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

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