

Lezione #7

28/11/2024

In generale l'equilibrio di un sistema biomeccanico:

$$\begin{cases} \vec{F}_{EST}^{RIS} = \vec{0} \rightarrow \text{m. trasl.} & E_{g^{mi}} \text{ cardinali} \\ \vec{M}_{EST}^{RIS} = \vec{0} \rightarrow \text{m. rotazionale} \end{cases}$$

$\vec{M} = \vec{0} \Rightarrow$ equilibrio rotaz. \rightarrow N. angolare = cost./0

LEVE

Una macchina fissa vincolata in grado di trasferire energia



F_m = forza motrice

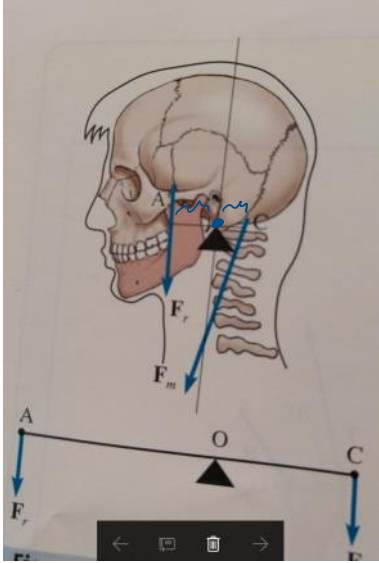
F_R = " resistiva

Una leva è in equilibrio (rotazione) quando $\vec{M}_{EST}^{RIS} = \vec{0}$

LEVA DI PRIMO GENERE

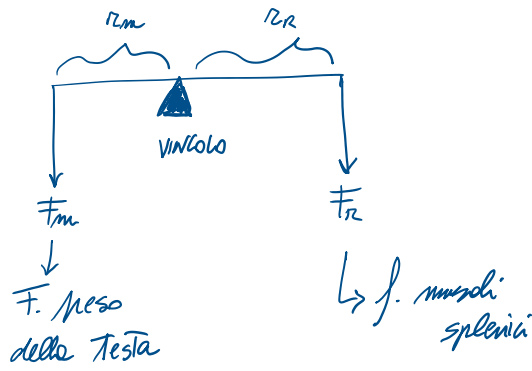
Schema generale:



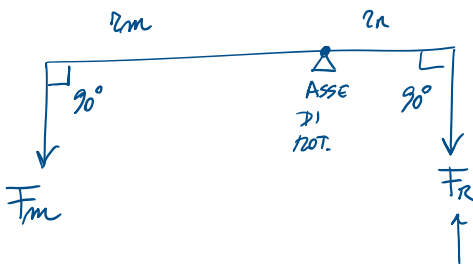


Equilibrio:

$$\begin{cases} \vec{F}^{RIS} = \vec{0} \\ \vec{M}^{RIS} = \vec{0} \end{cases}$$

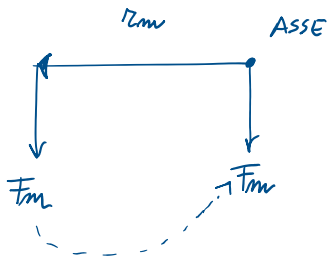


$$\begin{cases} F_m = 80 \text{ N} \text{ (Peso cranio)} \\ r_m = 8 \text{ cm} \\ F_R = ? \\ r_R = 2 \text{ cm} \end{cases}$$

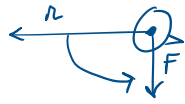


$$\vec{M}^{MS} = \vec{M}_m + \vec{M}_R = \vec{0}$$

\vec{M}_m :



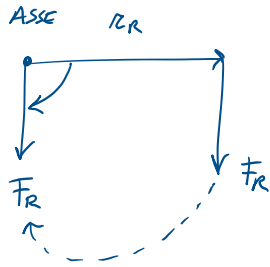
$\theta = 90^\circ$
senso antiorario



$$M_m > 0$$

$$M_m = r_m F_m \sin(90^\circ) = r_m F_m \quad \odot$$

M_R :



$$\theta = 90^\circ$$

s. orario

$$\otimes \quad M < 0$$

$$M_R = - r_R F_R \sin(90^\circ) = - r_R F_R$$

$$\vec{M}^{RIS} = \vec{0}$$

$$\odot \quad \otimes$$

$$M_m + M_R = 0$$

$$r_m F_m - r_R F_R = 0$$

$\uparrow \uparrow \quad \uparrow \downarrow$
 $\quad \quad ?$

$$r_m F_m = r_R F_R$$

$$F_R = \left(\frac{r_m}{r_R} \right) F_m = \left(\frac{8 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 10^{-2}} \right) F_m$$

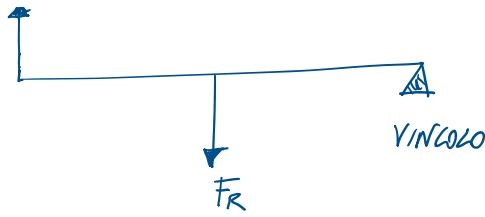
$$F_R = 4 F_m$$

$$F_R = 4.80 = 320 \text{ N}$$

Per mantenere l'equilibrio i muscoli sottomandibolari esercitano una forza pari al quadruplo della forza peso del cranio!!

LEVA 2° GENERE

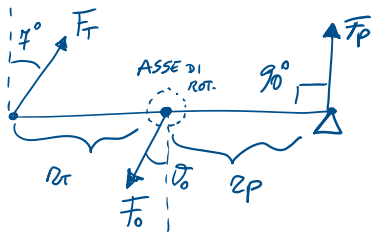
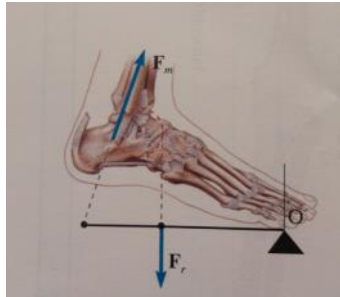
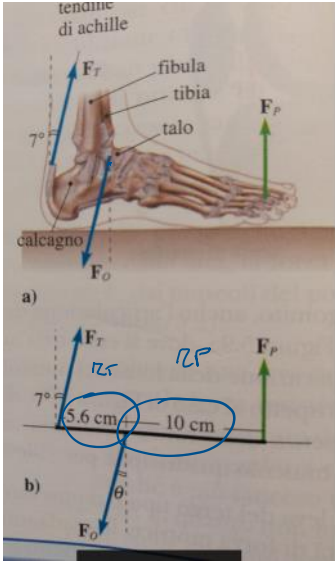
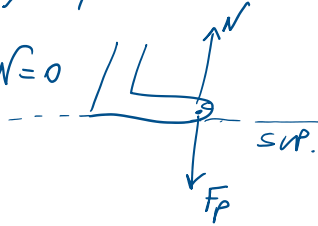




Invariante eq. F_y :

$$F_y = -F_P + N = 0$$

$$\Rightarrow \boxed{N = F_P}$$



F_T = forza tendine di Achille

F_O = forza esercitata dalle ossa

F_P = forza peso = 900N

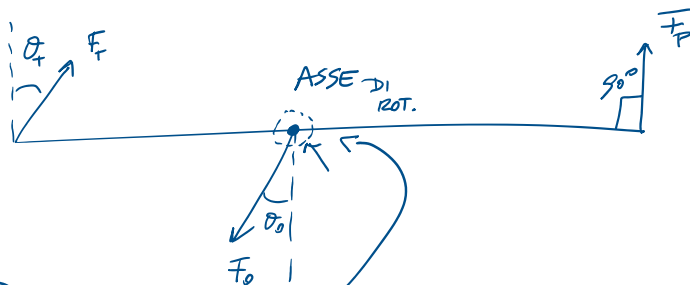
r_T = 5,6 cm

r_P = 10 cm

θ_T = 7°

$$\begin{cases} F_T = ? \\ F_O = ? \\ \theta_O = ? \end{cases}$$

Se scegliamo asse di rotazione nel punto F_O



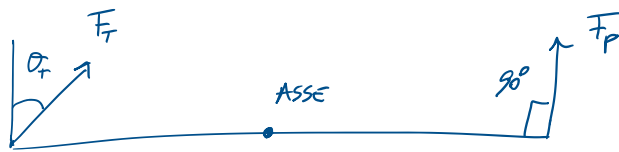
$$\vec{M}_T + \vec{M}_O + \vec{M}_P = \vec{0}$$

$$\vec{M}^{ris} = \vec{0}$$

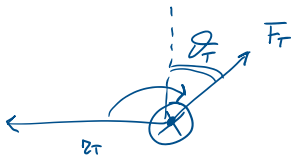
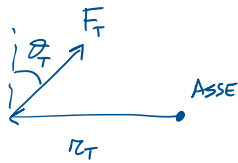
se ASSE è $\Rightarrow M_O = 0$ perché la distanza

↳ se ASSE \bar{e} $\Rightarrow M_0 = 0$ xché la distanza di $F_0 \bar{e} = 0$ dall'asse

$$M_0 = \underset{0}{r_0} F_0 \sin 0^\circ = 0$$



M_T :



s. orario

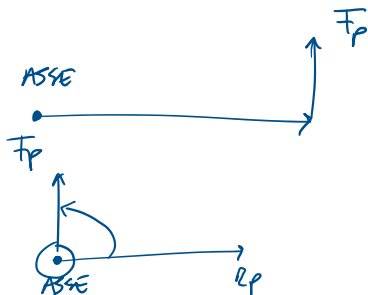
$$M_T < 0$$



$$\theta = 90^\circ + 4^\circ = 94^\circ$$

$$M_T = - r_T F_T \sin(94^\circ)$$

M_P :



s. antiorario

$$M_P > 0$$



$$\theta = 90^\circ$$

$$M_P = r_P F_P$$

$$M_{TOT} = \underset{\uparrow \uparrow}{r_P F_P} - \underset{\uparrow \downarrow}{r_T F_T \sin(94^\circ)} = 0$$

?

$$r_T F_T \sin(94^\circ) = r_P F_P$$

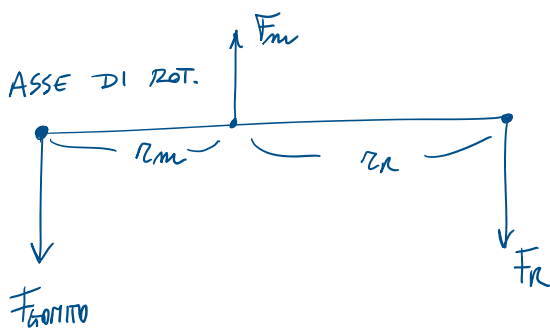
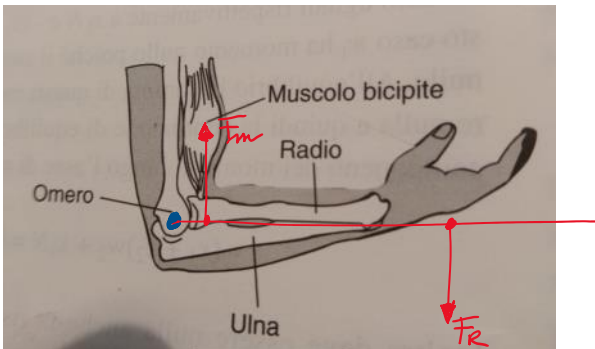
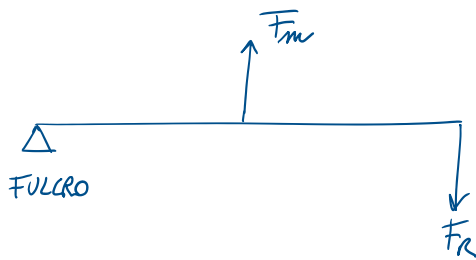
$$F_T = \left[\frac{r_P}{r_T \sin(90^\circ)} \right] F_P$$

1,8

$$F_T = 2 F_P$$

Ad ogni singolo passo sulla Tendenza di Achille si esercita una forza pari al duplo della nostra forza peso!

LEVA DI III GENERE



$$\begin{cases} r_m = 0,05 \text{ m} \\ r_n = 0,15 \text{ m} \\ F_r = 12 \text{ N} \end{cases}$$

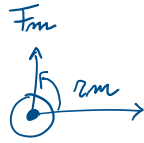
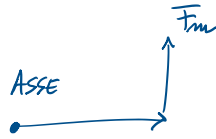
$$F_m = ?$$

$$F_{\text{gravito}} = ?$$

$$\vec{M}_{RIS} = \vec{M}_m + \vec{M}_r = \vec{0}$$

$$\vec{M}_{RIS} = \vec{M}_m + \vec{M}_R = \vec{0}$$

M_m :



s. antiorario

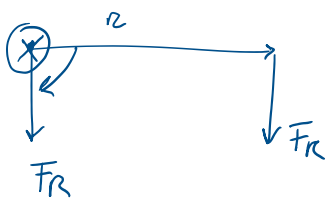
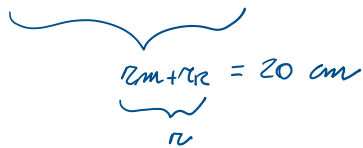
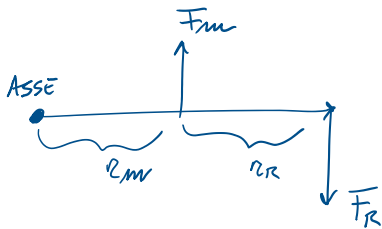
$$\theta = 90^\circ$$

$$M_m > 0$$



$$M_m = r_m F_m$$

M_R :



s. orario

$$M < 0$$



$$M_R = -(r_m + r_R) F_R$$

$$M_{RIS} = r_m F_m - (r_m + r_R) F_R = 0$$

↓
?

$$F_m = \left(\frac{r_m + r_R}{r_m} \right) F_R$$

$$= \left(\frac{4}{\frac{20 \text{ m}}{5 \text{ m}}} \right) F_R$$

$$\boxed{F_m = 4 F_R}$$

$$F_m = 4 \cdot 12 = 48 \text{ N}$$

Nel caso peggiore ($\theta = 90^\circ$) nei muscoli per mantenere il peso in equilibrio si esercita una forza 4x + grande del peso applicato

RIFLESSO VERTICALE DEL GATTO

$$\begin{cases} \vec{F}^{res} = \vec{0} \\ \vec{M}^{res} = \vec{0} \end{cases} \quad F = ma$$

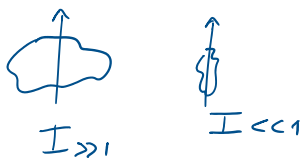
$$\Rightarrow M = I d \quad \begin{matrix} \uparrow \\ \text{momento} \\ \text{d'inerzia} \end{matrix} \rightarrow \text{accel. angolare}$$

$$M=0 \Rightarrow I d = I \frac{\Delta \omega}{\Delta t} = 0 \Rightarrow \underbrace{I \omega = \text{cost.}}$$

se $M=0 \Rightarrow I \omega = \text{cost.}$

↓

mom. d'inerzia



1) Da un pto delle \vec{F} :

$$-F_p + F_{aerzo} = ma$$

... in fase di atterraggio





documente in fase di avvampio
la sup. e il fattore di forma

↓

$$N_{lim} \rightarrow N_{lim} = \sqrt{\frac{2mg}{\rho \cdot C \cdot A}}$$

$\uparrow \quad \uparrow \quad \searrow$
 fattore di forma
 di forma \rightarrow sup

2) Ma come fa a girarsi su se stesso?

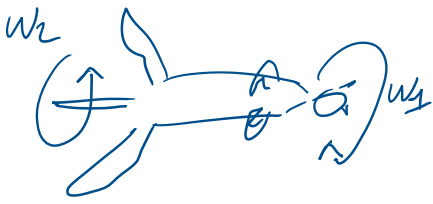


$M^{ris} = 0$ sempre! Perché $r = 0$

M^{ris} rimane sempre nullo.

Il gatto "divide" il corpo a metà e nella prima fase chiude le zampe davanti e apre quelle dietro

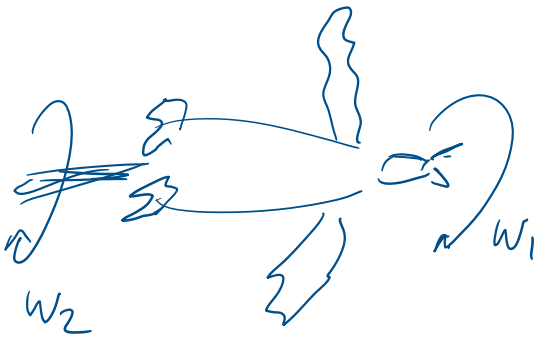
chiude le zampe davanti e apre quelle dietro



$$I\omega = \text{cost}$$

se $I_1 \searrow \quad \omega_1 \nearrow$
 " $I_2 \nearrow \quad \omega_2 \searrow$ } la parte ant.
 ruota + veloc.

Nella seconda fase succede l'opposto: apre le zampe davanti e chiude " " dietro



$$I_1 \nearrow \quad \omega_1 \searrow$$

$$I_2 \searrow \quad \omega_2 \nearrow$$

la parte posteriore ruota + velocemente
 di quella anteriore

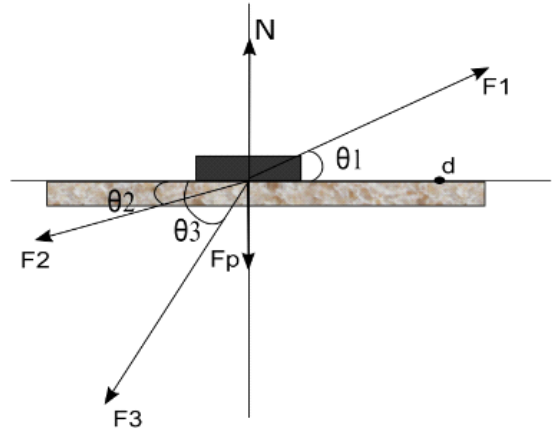
Esercitazione:

Compito esame:

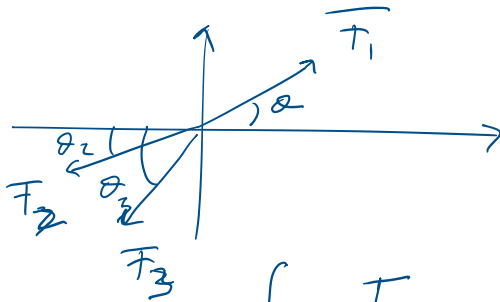
Esercizio 1 (13 pts)

Un blocco di massa $m = 5,89 \text{ kg}$, visto trasversalmente, è sottoposto alla sua forza peso (F_p), alla forza normale della superficie (N) e a tre forze F_1 , F_2 e F_3 che lo spingono su un piano orizzontale (impenetrabile) privo di attrito. Sapendo che $F_1 = 11 \text{ N}$, $\theta_1 = 21^\circ$, $F_2 = 3 \text{ N}$, $\theta_2 = 36^\circ$, $F_3 = 12 \text{ N}$, $\theta_3 = 66^\circ$ calcolare:

1. Modulo, direzione e verso della risultante delle forze e accelerazione del blocco;
2. Il momento della forza F_1 rispetto ad un asse perpendicolare al piano e passante per il punto d (vedi figura); $d = 3 \text{ m}$
3. Il lavoro svolto dalla risultante delle forze per spostare il blocco lungo l'asse y dal punto (0,0) al punto (0,h).



1)



$$\begin{cases} F_x = F_1 \cos \theta_1 - F_2 \cos \theta_2 - F_3 \cos \theta_3 = 2,96 \text{ N} \\ F_y = N - F_p + F_1 \sin \theta_1 - F_2 \sin \theta_2 - F_3 \sin \theta_3 = 0 \end{cases}$$

$$F^{Ris} = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = F_x = 2,96 \text{ N}$$

$F^{Ris} \approx 3 \text{ N} \quad (1 \text{ ls})$

$$\alpha^{Ris} = \arctg\left(\frac{F_y}{F_x}\right) = \arctg\left(\frac{0}{2,96}\right) = 0^\circ$$

$$F = ma \quad \Rightarrow \quad a = \frac{F}{m} = \frac{2,96}{5,89} = 0,503 \text{ m/s}^2$$

$$a \leq 0,5 \text{ m/s}^2$$