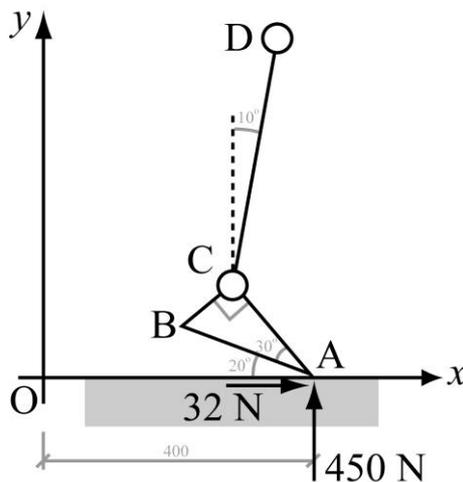


Examen de BASES FISICAS DEL MOVIMIENTO HUMANO – Enero 25

Nombre.....

La figura muestra un modelo plano del conjunto pierna y pie. Se conocen las distancias  $AB=0.2$  m y  $CD=0.4$  m. Se sabe que, en el instante representado, la punta del pie está apoyada en el suelo y no desliza sobre el mismo, y que esa situación se mantendrá en los instantes siguientes. El pie se ha modelado como un triángulo rectángulo, con ángulo recto entre los segmentos  $AC$  y  $BC$ , y ángulo de  $30^\circ$  entre los segmentos  $AB$  y  $AC$ . La planta del pie forma un ángulo de  $20^\circ$  con la horizontal, mientras que la pierna forma un ángulo de  $10^\circ$  con la vertical. Se sabe además que la coordenada  $x$  de la punta del pie es  $x_A=400$  mm.



- Calcular las coordenadas de los puntos A, B, C y D.
- Calcular el ángulo de tobillo, indicando si está en flexión plantar o dorsal.
- Si  $\omega_{\text{pie}}=-0.5$  rad/s, calcular la velocidad del tobillo (punto C). Si  $\omega_{\text{pierna}}=0$ , calcular la velocidad angular del tobillo. ¿Es de flexión plantar o dorsal?
- Si  $\alpha_{\text{pie}}=0$ , calcular la aceleración del tobillo (punto C). Si  $\alpha_{\text{pierna}}=1$  rad/s<sup>2</sup>, calcular la aceleración angular del tobillo. ¿Es de flexión plantar o dorsal?
- Si la placa mide las fuerzas indicadas en la figura, calcular las reacciones y el par motor en el tobillo, asumiendo despreciable la masa del pie. Calcular también la potencia mecánica en el tobillo. ¿El tobillo hace de motor o de freno?
- Si la masa de la pierna tiene un valor de 6 kg, calcular las reacciones y el par motor en la rodilla, para un valor de la gravedad  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>.

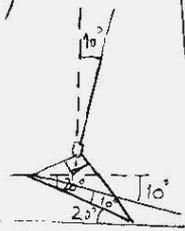
a)  $A(0.4, 0)$

$$\vec{OB} = \vec{OA} + \vec{AB} = \begin{Bmatrix} 0.4 \\ 0 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} -0.2 \cos 20^\circ \\ 0.2 \sin 20^\circ \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0.4 \\ 0 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} -0.188 \\ 0.068 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0.212 \\ 0.068 \end{Bmatrix} \Rightarrow B(0.212, 0.068)$$

$$\vec{OC} = \vec{OA} + \vec{AC} = \begin{Bmatrix} 0.4 \\ 0 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} -0.173 \cos 50^\circ \\ 0.173 \sin 50^\circ \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0.4 \\ 0 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} -0.111 \\ 0.133 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0.289 \\ 0.133 \end{Bmatrix} \Rightarrow C(0.289, 0.133)$$

$$\vec{OD} = \vec{OC} + \vec{CD} = \begin{Bmatrix} 0.289 \\ 0.133 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 0.4 \cos 10^\circ \\ 0.4 \sin 10^\circ \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0.289 \\ 0.133 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 0.394 \\ 0.069 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0.358 \\ 0.527 \end{Bmatrix} \Rightarrow D(0.358, 0.527)$$

b)



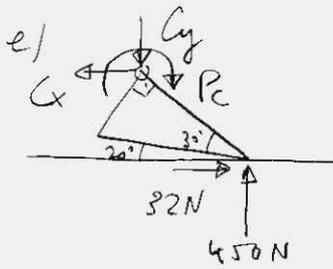
Ángulo de tobillo =  $10^\circ$  flexión plantar

c)  $\vec{v}_c = \vec{v}_A + \vec{v}_{C/A} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \end{Bmatrix} + \omega_{pie} \begin{Bmatrix} -AC_y \\ AC_x \end{Bmatrix} = -0.5 \begin{Bmatrix} -0.133 \\ -0.111 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0.066 \\ 0.055 \end{Bmatrix} = \vec{v}_c$

$\omega_{\text{tobillo}} = \omega_{pie} - \omega_{píeme} = -0.5 - 0 = -0.5 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$  flexión plantar

d)  $\vec{a}_c = \vec{a}_A + \vec{a}_{C/A} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \end{Bmatrix} - \omega_{pie}^2 \begin{Bmatrix} AC_x \\ AC_y \end{Bmatrix} + \alpha_{pie} \begin{Bmatrix} -AC_y \\ AC_x \end{Bmatrix} = -(-0.5)^2 \begin{Bmatrix} -0.111 \\ 0.133 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0.028 \\ -0.033 \end{Bmatrix} = \vec{a}_c$

$\alpha_{\text{tobillo}} = \alpha_{pie} - \alpha_{píeme} = 0 - 1 = -1 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$  flexión plantar



$$32 - C_x = 0 \Rightarrow C_x = 32 \text{ N}$$

$$450 - C_y = 0 \Rightarrow C_y = 450 \text{ N}$$

$$0 = -P_c + 450 \times 0.173 \cos 30 + 32 \times 0.173 \sin 30$$

$$P_c = 54.28 \text{ Nm}$$

$$W_{\text{tobillo}} = P_c W_{\text{tobillo}} = 54.28 \times 0.5 = 27.14 \text{ W (motor)}$$

f)

$$\vec{a}_G = \vec{a}_c + \vec{a}_{c/c} = \begin{Bmatrix} 0.028 \\ -0.033 \end{Bmatrix} - \omega_{\text{pivote}}^2 \begin{Bmatrix} C_{Gx} \\ C_{Gy} \end{Bmatrix} + \alpha_{\text{pivote}} \begin{Bmatrix} -C_{Gy} \\ C_{Gx} \end{Bmatrix} =$$

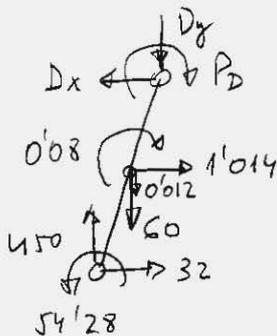
$$= \begin{Bmatrix} 0.028 \\ -0.033 \end{Bmatrix} + 1 \begin{Bmatrix} -0.2 \cos 10 \\ 0.2 \sin 10 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0.028 \\ -0.033 \end{Bmatrix} + 1 \begin{Bmatrix} -0.197 \\ 0.035 \end{Bmatrix} =$$

$$= \begin{Bmatrix} -0.169 \\ 0.002 \end{Bmatrix} = \vec{a}_G$$

$$\begin{cases} \vec{F}_{\text{in}} = -m_{\text{pivote}} \vec{a}_c = -6 \times \begin{Bmatrix} -0.169 \\ 0.002 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1.014 \\ -0.012 \end{Bmatrix} \text{ N} \end{cases}$$

$$\begin{cases} M_{\text{kin}} = -I_G \alpha_{\text{pivote}} = -\left(\frac{1}{12} m_{\text{pivote}} L_{\text{pivote}}^2\right) \alpha_{\text{pivote}} = \\ = -\left(\frac{1}{12} \times 6 \times 0.4^2\right) \times 1 = -0.08 \text{ Nm} \end{cases}$$

$$P_{\text{res}} = m_{\text{pivote}} \times g = 6 \times 10 = 60 \text{ N}$$



$$32 + 1.014 - D_x = 0 \Rightarrow D_x = 33.014 \text{ N}$$

$$450 - 60 - 0.012 - D_y = 0 \Rightarrow D_y = 389.988 \text{ N}$$

$$54.28 - P_D - 450 \times 0.4 \sin 10 + 32 \times 0.4 \cos 10 + 1.014 \times 0.2 \cos 10 + 60 \times 0.12 \times 0.2 \sin 10 - 0.08 = 0$$

$$P_D = 37.83 \text{ Nm}$$