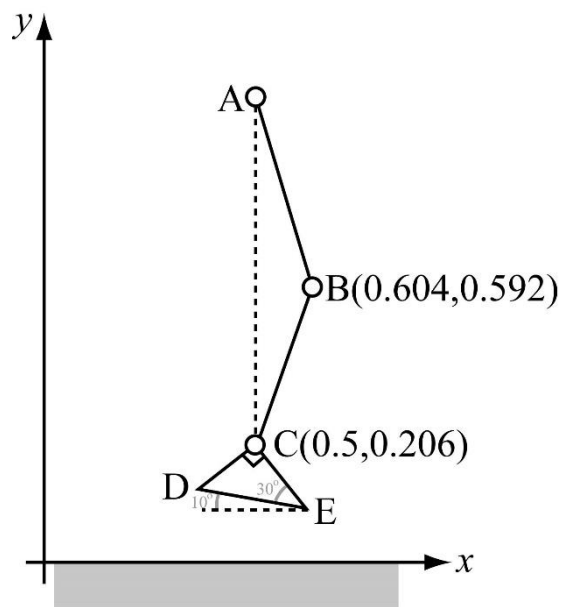


La figura muestra un modelo plano del conjunto fémur, tibia y pie, con $AB=450$ mm y $DE=280$ mm. El pie se representa con un triángulo rectángulo, con ángulo recto en el tobillo y ángulo de 30° en la puntera. La planta del pie, DE, forma, en el instante representado, un ángulo de 10° con la horizontal.



Si se conocen las coordenadas de los puntos B (rodilla) y C (tobillo), según se recogen en la figura:

- Obtener las coordenadas de los puntos A (cadera), D (talón) y E (puntera).
- Calcular la longitud de la tibia BC, el ángulo que forma la tibia con la vertical, y el ángulo que forma el fémur con la vertical.
- Determinar el ángulo de rodilla, indicando si es flexión o extensión, y el ángulo de tobillo, indicando si es flexión dorsal o plantar.
- Si $\mathbf{v}_C=(1,0)$ y $\omega_{\text{pie}}=0.2$ rad/s, calcular la velocidad del punto E (puntera).
- Si $\omega_{\text{tibia}}=0.3$ rad/s, obtener la velocidad angular de la articulación del tobillo, indicando si es de flexión dorsal o plantar.
- Si $\mathbf{a}_C=(0,0)$ y $\alpha_{\text{pie}}=-0.1$ rad/s², calcular la aceleración del punto E (puntera).

$$a) \quad x_A = 0'5; \quad AB = \sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2} =$$

$$= \sqrt{(0'604 - 0'5)^2 + (0'592 - y_A)^2} = 0'45 \Rightarrow y_A = 1'03$$

$$\boxed{A(0'5, 1'03)}$$

$$\vec{OE} = \vec{OC} + \vec{CE} = \begin{Bmatrix} 0'5 \\ 0'206 \end{Bmatrix} + 0'242 \begin{Bmatrix} \cos 40^\circ \\ -\sin 40^\circ \end{Bmatrix} =$$

$$CE = DE \cos 20 = 0'28 \cos 30 = 0'242$$

$$= \begin{Bmatrix} 0'5 \\ 0'206 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 0'185 \\ -0'156 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0'685 \\ 0'05 \end{Bmatrix} \Rightarrow \boxed{E(0'685, 0'05)}$$

$$\vec{OD} = \vec{OE} + \vec{ED} = \begin{Bmatrix} 0'685 \\ 0'05 \end{Bmatrix} + 0'28 \begin{Bmatrix} -\cos 10 \\ \sin 10 \end{Bmatrix} =$$

$$= \begin{Bmatrix} 0'685 \\ 0'05 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} -0'276 \\ 0'049 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0'409 \\ 0'099 \end{Bmatrix} \Rightarrow \boxed{D(0'409, 0'099)}$$

$$b) \quad BC = \sqrt{(x_C - x_B)^2 + (y_C - y_B)^2} = \sqrt{(0'5 - 0'604)^2 + (0'206 - 0'592)^2}$$

$$\boxed{BC = 0'4 \text{ m}}$$

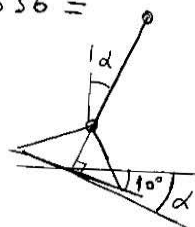
$$\sin \alpha = \frac{x_B - x_C}{BC} = \frac{0'604 - 0'5}{0'4} = 0'26 \Rightarrow \boxed{\alpha = 15'07^\circ}$$

$$\sin \beta = \frac{x_B - x_A}{AB} = \frac{0'604 - 0'5}{0'45} = 0'231 \Rightarrow$$

$$\boxed{\beta = 13'36^\circ}$$

$$c) \quad \boxed{\text{Angulo rodilla} = \alpha + \beta = 15'07^\circ + 13'36^\circ = 28'43^\circ \text{ flexión}}$$

$$\boxed{\text{Angulo tobillo} = \alpha - 10^\circ = 15'07^\circ - 10^\circ = 5'07^\circ \text{ flexión dorsal}}$$



$$d) \quad \vec{V}_E = \vec{V}_C + \vec{V}_{E/C} = \begin{Bmatrix} 1 \\ 0 \end{Bmatrix} + \omega_{pie} \begin{Bmatrix} -CE_y \\ CE_x \end{Bmatrix} =$$

$$= \begin{Bmatrix} 1 \\ 0 \end{Bmatrix} + 0.2 \begin{Bmatrix} 0.156 \\ 0.185 \end{Bmatrix} = \boxed{\begin{Bmatrix} 1.031 \\ 0.037 \end{Bmatrix}} = \vec{V}_E$$

$$e) \quad \boxed{\omega_{tooth} = \omega_{pie} - \omega_{tibia} = 0.2 - 0.3 = -0.1 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \quad \text{flexion plantar}}$$

$$f) \quad \vec{a}_E = \vec{a}_C + \vec{a}_{E/C} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \end{Bmatrix} - \omega_{pie}^2 \begin{Bmatrix} CE_x \\ CE_y \end{Bmatrix} + \alpha_{pie} \begin{Bmatrix} -CE_y \\ CE_x \end{Bmatrix} =$$

$$= \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \end{Bmatrix} - 0.2^2 \begin{Bmatrix} 0.185 \\ -0.156 \end{Bmatrix} - 0.1 \begin{Bmatrix} 0.156 \\ 0.185 \end{Bmatrix} = \boxed{\begin{Bmatrix} -0.023 \\ -0.012 \end{Bmatrix}} = \vec{a}_E$$