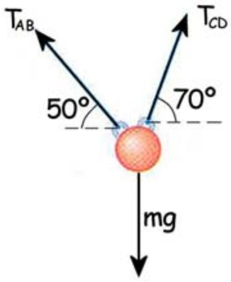


a) Tal como se encuentra el sistema, la bola tiene que estar en equilibrio. Hacemos por tanto el diagrama de sólido libre y tendremos:

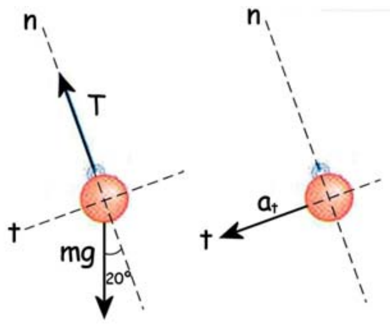
$$\Sigma F_X=0 \Rightarrow T_{CD}\cos70º-T_{AB}\cos50º=0 \Rightarrow T_{CD}=1.879T_{AB}$$
$$\Sigma F_Y=0 \Rightarrow T_{AB}\text{sen}50º+T_{CD}\text{sen}70º-mg=0$$
$$T_{AB}\text{sen}50º+1.879T_{AB}\text{sen}70º-3 \cdot 9.8=0 \Rightarrow T_{AB}=11.61\text{ N}$$

$\underline{T_{AB}=11.61\text{ N}}$

Y la otra tensión sustituyendo:

$$T_{CD}=1.879T_{AB}=1.879 \cdot 11.61=21.82\text{ N}$$

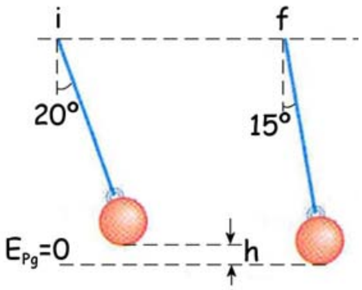
$\underline{T_{CD}=21.82\text{ N}}$



b) Al soltar la bola del cable AB sobre la bola actúan la tensión del hilo CD y el peso, ya no está en equilibrio, lo que tenemos es un péndulo simple de longitud l=2 m. Como la tensión del hilo no realiza trabajo y el peso es una fuerza conservativa no hay ninguna variación de energía, es obvio que en el extremo derecho de la oscilación el ángulo que formará la cuerda con la vertical será idéntico al inicial, es decir, 20º. Si hacemos el diagrama de sólido libre en esta posición tendremos lo que aparece en la figura (tendremos en cuenta que puesto que la velocidad de la bola es nula, la aceleración normal también lo será). Aplicando la segunda ley de Newton:

$$\Sigma F_n=ma_n \Rightarrow T-mg\cos20º=0 \Rightarrow T=mg\cos20º=3 \cdot 9.8\cos20º=27.63\text{ N}$$

$\underline{T=27.63\text{ N}}$



c) Para determinar la velocidad de la bola podemos aplicar el teorema de conservación de la energía mecánica entre el extremo de la oscilación (i), donde la velocidad de la bola es nula, y el punto en el cual la cuerda forma un ángulo de 15º con la vertical (f). Así, tendremos:

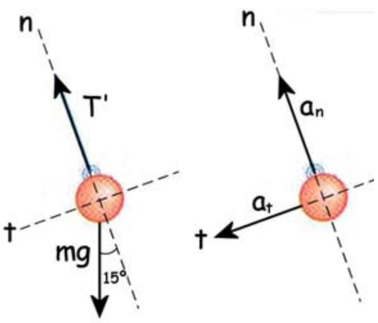
$$E_{Ti}=E_{Tf}$$

$$E_{Ti}=E_{Tf} \Rightarrow E_{Pgi}-E_{Pgf}=E_{Cf} \Rightarrow mgh=\frac{1}{2}mv_f^2 \Rightarrow v_f=\sqrt{2gh}=\sqrt{2g(l\cos15º-l\cos20º)}=$$
$$=\sqrt{2gl(\cos15º-\cos20º)}=\sqrt{2\cdot9.8\cdot2(\cos15º-\cos20º)}=1.014\text{ m/s}$$

$\underline{v_f=1.014\text{ m/s}}$

Con esto tenemos además la aceleración normal:

$$a_n=\frac{v_f^2}{\rho}=\frac{v_f^2}{l}=\frac{1.014^2}{2}=0.514\text{ m/s}^2$$



Para la aceleración tangencial hacemos el diagrama de sólido libre de la bola cuando la cuerda forma un ángulo de 15º con la vertical. Tendremos lo que aparece en la figura, donde denominaremos T' a la nueva tensión para no confundirla con la anterior. Aplicando la segunda ley de Newton:

$$\Sigma F_t=ma_t \Rightarrow mg\text{sen}15º=ma_t \Rightarrow a_t=g\text{sen}15º==9.8\text{sen}15º=2.536\text{ m/s}^2$$

Por tanto la aceleración será:

$$a=\sqrt{a_n^2+a_t^2}=\sqrt{0.514^2+2.536^2}=2.588\ m/s^2$$

<u>$a=2.588\ m/s^2$</u>

d) Vamos a ver en primer lugar qué tipo de amortiguamiento tenemos. La frecuencia natural del sistema será la de un péndulo simple, es decir:

$$\omega_0=\sqrt{\frac{g}{l}}=\sqrt{\frac{9.8}{2}}=2.214\ rad/s$$

La fuerza de amortiguamiento es del tipo $F=\gamma v$ donde la constante de amortiguamiento es $\gamma=3$ Ns/m. Por tanto el parámetro de amortiguamiento será:

$$\beta=\frac{\gamma}{2m}=\frac{3}{2\cdot 3}=0.5\ s^{-1}$$

Como vemos, $\beta<\omega_0$ de modo que tenemos un sistema subamortiguado. La ecuación del movimiento será:

$$\theta=\theta_0 e^{-\beta t}\cos(\omega t+\varphi_0)$$

La frecuencia de la oscilación es:

$$\omega=\sqrt{\omega_0^2-\beta^2}=\sqrt{2.214^2-0.5^2}=2.156\ rad/s$$

Sabemos el ángulo inicial, que es $\theta_0=20º=0.349$ rad. Sustituyendo en la ecuación del movimiento estas condiciones ($t=0 \Rightarrow \theta=\theta_0$):

$$\theta=\theta_0 e^{-\beta t}\cos(\omega t+\varphi_0) \Rightarrow \theta_0=\theta_0\cos\varphi_0 \Rightarrow \cos\varphi_0=1 \Rightarrow \varphi_0=0$$

Nos queda la ecuación:

$$\theta=\theta_0 e^{-\beta t}\cos(\omega t+\varphi_0)=\theta_0 e^{-\beta t}\cos\omega t=0.349e^{-0.5t}\cos 2.156t$$

<u>$\theta=0.349e^{-0.5t}\cos 2.156t$</u>