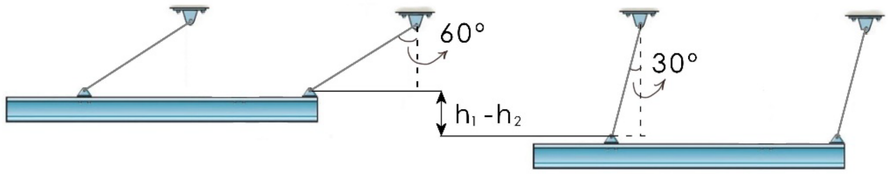
a) La masa de la barra es:

$$m=\frac{P}{g}=\frac{20}{9,8}=2,0408\ \text{kg}$$

Aplicamos el teorema del trabajo y la energía cinética entre la posición (1), cuando la barra parte del reposo en la posición $\theta=60º$ y la posición (2), cuando $\theta=30º$. El movimiento de la barra no es una rotación, sino una traslación curvilínea, de modo que todos los puntos de la barra tienen la misma velocidad:

$$v=\omega r=0,5\omega$$

Así, tendremos que la única fuerza que realiza trabajo es el peso, ya que las tensiones en los cables (dirección normal) son siempre perpendiculares al desplazamiento en cada instante (dirección tangencial). Nos queda:

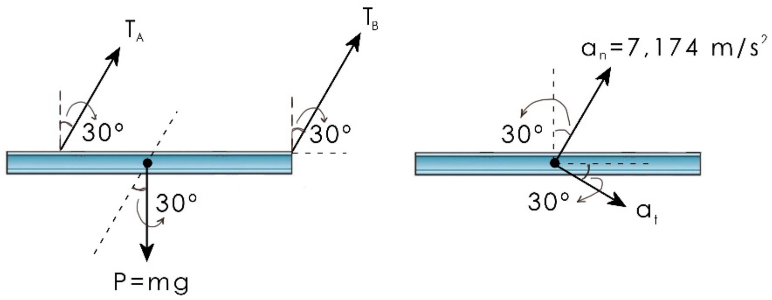


$$W_{12}=\Delta E_C \Rightarrow W_{mg}=\Delta E_C \Rightarrow mg(h_1-h_2)=\frac{1}{2}mv_2^2 \Rightarrow 9,8(0,5\cos 30º-0,5\cos 60º)=\frac{1}{2}v_2^2$$

$$\underline{v_2=1,894\ \text{m/s}}$$

b) Ahora vamos a la posición en que $\theta=30º$. El centro de masas realiza un movimiento circular de 0,5 m de radio, luego tiene aceleración tangencial (que llamaremos a_t) y aceleración normal, que valdrá:

$$a_n=\frac{v_1^2}{r}=\frac{1,894^2}{0,5}=7,174\ \text{m/s}^2$$



Hacemos el diagrama de sólido libre de la barra en esa posición, teniendo en cuenta que, puesto que no es una rotación, sino una traslación curvilínea, la aceleración angular es nula. Tendremos entonces:

$$\Sigma F_n=ma_n \Rightarrow T_A+T_B-mg\cos 30º=ma_n \Rightarrow T_A+T_B-20\cos 30º=2,0408\cdot 7,174 \Rightarrow T_A+T_B=31,961$$

$$\Sigma M_{CM}=I_{CM}\alpha \Rightarrow -T_A \text{sen} 30º\cdot 0,25+T_B \text{sen} 30º\cdot 0,5=0 \Rightarrow T_A=2T_B$$

Tenemos un sistema de dos ecuaciones y dos incógnitas. Sustituyendo la segunda en la primera:

$$T_A+T_B=31,961 \Rightarrow 2T_B+T_B=31,961 \Rightarrow T_B=10,654\ \text{N}$$

$$\underline{T_B=10,654\ \text{N}}$$

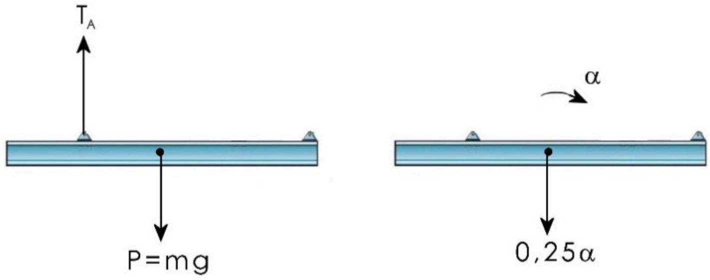
Y la otra tension:

$$T_A=2T_B=2\cdot 10,654=21,308\ \text{N}$$

$$\underline{T_A=21,308\ \text{N}}$$

c) Ahora en la posición de reposo se corta el cable B, de modo que sí habrá rotación. El momento de inercia de la barra respecto de su centro de masas valdrá:

$$I_{CM}=\frac{1}{12}mL^2=\frac{1}{12}2,0408\cdot 1^2=0,17\ \text{kgm}^2$$



Hacemos el diagrama de sólido libre de la barra. Puesto que todas las fuerzas que quedan son verticales, la aceleración del centro de masas será vertical, y será la componente tangencial:

$$a_t=\alpha r=0{,}25\alpha$$

Aplicando la segunda ley de Newton a la traslación y a la rotación:

$$\Sigma F_y=ma_y \Rightarrow T_A\text{-}P=\text{-}m0{,}25\alpha \Rightarrow T_A\text{-}20=\text{-}2{,}0408 \cdot 0{,}25\alpha \Rightarrow T_A\text{-}20=\text{-}0{,}510\alpha$$

$$\Sigma M_{CM}=I_{CM}\alpha \Rightarrow 0{,}25T_A=0{,}17\alpha \Rightarrow \alpha=1{,}47T_A$$

Sustituimos la segunda ecuación en la primera:

$$T_A\text{-}20=\text{-}0{,}510\alpha \Rightarrow T_A\text{-}20=\text{-}0{,}510 \cdot 1{,}47T_A \Rightarrow T_A=11{,}431 \text{ N}$$

$\underline{T_A=11{,}431 \text{ N}}$