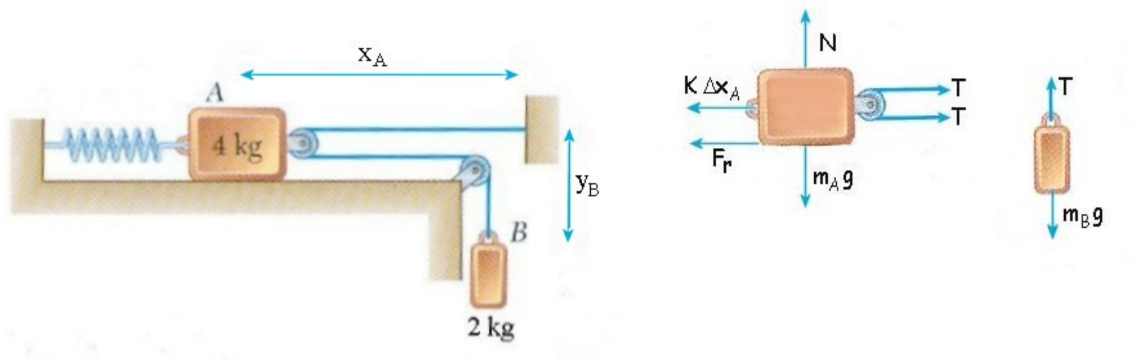
En la figura están representadas las posiciones de los bloques respecto al punto fijo donde está amarrado uno de los extremos de la cuerda (x_A e y_B) y los diagramas de sólido libre de ambos bloques.
La tensión de la cuerda es la misma a ambos lados de cada polea porque las masas de las poleas son despreciables.



Vamos a razonar hacia donde es la aceleración inicialmente. Consideramos todo el conjunto cuando se suelta desde el reposo. En ese instante el muelle está sin deformar por lo que $k\Delta x_A=0$, el peso de B es $m_B g=19.6$ N y cuando es inminente el movimiento la fuerza de rozamiento $F_r=\mu\ m_A g= 0.1\cdot 4\cdot 9.8=3.92$ N. El peso de B es mayor que la fuerza de rozamiento por lo que la aceleración de B será hacia abajo y la de A hacia la izquierda. Como estaban en reposo empezarán a moverse en ese sentido.

Si tenemos en cuenta que la longitud de la cuerda es constante y expresamos esa longitud en función de las posiciones de los bloques obtenemos la ecuación:

$$L= 2\ x_A+y_B+cte=cte$$

$$\text{En valor absoluto } 2\Delta x_A=\Delta y_B \ \Rightarrow\ \Delta x_A = \frac{\Delta y_B}{2}$$

Es decir el bloque A se desplaza a la izquierda la mitad de lo que se desplaza el bloque B hacia abajo
Además tenemos:

$$2\frac{dx_A}{dt}+\frac{dy_B}{dt}=0 \quad \Rightarrow \quad 2v_A = v_B$$

La velocidad de B es doble que la de A

$$2\frac{d^2x_A}{dt^2}+\frac{d^2y_B}{dt^2}=0 \quad \Rightarrow \quad 2a_A = a_B$$

La aceleración de B es doble que la de A

a)

Para calcular la velocidad de A cuando B se ha desplazado 150 mm y A $\frac{150}{2}$ mm aplicamos el principio del trabajo y la energía a los dos bloques:

$$W_{fuerzas}=\Delta E_C \quad \text{ó bien}$$

$$(E_{mécanica})_{inicial}+W_{fuerzas\ no\ conservativas}=(E_{mécanica})_{final}$$

$$(E_c)_{inicial}+(E_{pg})_{inicial}+(E_{pe})_{inicial}+W_{Fr}=(E_c)_{final}+(E_{pg})_{final}+(E_{pe})_{final}$$

Si utilizamos la forma

$$W_{fuerzas}=\Delta E_C$$

$$-\frac{1}{2}k\Delta x_A^2 - \mu m_A g\Delta x_A + \int_0^{\Delta X_A} 2T dx = \frac{1}{2}m_A v_A^2 - 0$$

$$m_B g\Delta y_B - \int_0^{\Delta y_B} T dy = \frac{1}{2}m_B v_B^2 - 0$$

Sumando las dos ecuaciones obtenemos:

$$-\frac{1}{2}k\Delta x_A^2 - \mu m_A g\Delta x_A + m_B g\Delta y_B = \frac{1}{2}m_A v_A^2 + \frac{1}{2}m_B v_B^2 = \frac{1}{2}m_A v_A^2 + \frac{1}{2}m_B(2v_A)^2 = \frac{1}{2}v_A^2(m_A + 4m_B)$$

$$-\frac{1}{2}300\left(\frac{0.15}{2}\right)^2 - 0.1\cdot 4\cdot 9.8\cdot\left(\frac{0.15}{2}\right) + 2\cdot 9.8\cdot 0.15 = \frac{1}{2}(4+8)v_A^2$$

$\underline{v_A=0.548\ \text{m/s}}$

No se pueden aplicar las ecuaciones del movimiento uniformemente acelerado para calcular la velocidad porque la fuerza elástica del resorte es variable y por ello la aceleración no es constante.

b)

Para calcular la tensión en el instante en que B se ha desplazado 150 mm y A $\frac{150}{2}$ mm aplicamos la segunda ley de Newton

Para el bloque A

$$-k\Delta x_A - F_r + 2T = m_A a_A$$
$$N - m_A g = 0 \Rightarrow N = m_A g$$
$$F_r = \mu N = \mu m_A g$$
$$-k\Delta x_A - \mu m_A g + 2T = m_A a_A = 4a_A$$

Para el bloque B

$$m_B g - T = m_B a_B = m_B 2a_A = 4a_A$$

$$-k\Delta x_A - \mu m_A g + 2T = m_B g - T$$
$$3T = k\Delta x_A + \mu m_A g + m_B g$$
$$3T = 300\cdot 0.075 + 0.1\cdot 4\cdot 9.8 + 2\cdot 9.8 = 46.02\ \text{N}$$

$\underline{T=15.34\ \text{N}}$

c)

El bloque B alcanza su velocidad máxima en el instante en el que su aceleración es nula. Es decir cuando está en equilibrio $\Sigma F=0$.

Calculemos el desplazamiento de B en esta situación y después aplicando el principio del trabajo y la energía al igual que en el apartado a) calculamos la velocidad en ese instante que es la máxima velocidad

$$-k\frac{\Delta y_B'}{2} - \mu m_A g + 2T = 0$$
$$m_B g - T = 0$$
$$-k\frac{\Delta y_B'}{2} - \mu m_A g + 2m_B g = 0$$
$$-300\frac{\Delta y_B'}{2} - 0.1\cdot 4\cdot 9.8 + 2\cdot 2\cdot 9.8 = 0$$
$$\Delta y_B' = 0.2342\ \text{m}$$

tenemos:

$$-\frac{1}{2}k\left(\frac{\Delta y_B^{'}}{2}\right)^2-\mu m_A g\left(\frac{\Delta y_B^{'}}{2}\right)+m_B g\Delta y_B^{'}=\frac{1}{2}m_A v_A^2+\frac{1}{2}m_B v_B^2=\frac{1}{2}m_A\left(\frac{v_B}{2}\right)^2+\frac{1}{2}m_B v_B^2=\frac{1}{2}v_B^2\left(\frac{m_A}{4}+m_B\right)$$

$$-\frac{1}{2}300\left(\frac{0.2342}{2}\right)^2-0.1\cdot 4\cdot 9.8\cdot\left(\frac{0.2342}{2}\right)+2\cdot 9.8\cdot 0.2342=\frac{1}{2}(0.5+4)v_B^2$$

$$\underline{(v_B)_{máx}=1.173\ \ m/s}$$

A partir de este instante, la fuerza neta tiene sentido contrario al movimiento y por lo tanto la aceleración también, la velocidad irá disminuyendo.

d)

El máximo desplazamiento de B es cuando su velocidad se anula momentáneamente. A partir de ese instante, el movimiento cambia de sentido.

$$-\frac{1}{2}k\left(\frac{\Delta y_B^{''}}{2}\right)^2-\mu m_A g\left(\frac{\Delta y_B^{''}}{2}\right)+m_B g\Delta y_B^{''}=0$$

$$-\frac{1}{2}300\left(\frac{\Delta y_B^{''}}{2}\right)^2-0.1\cdot 4\cdot 9.8\cdot\left(\frac{\Delta y_B^{''}}{2}\right)+2\cdot 9.8\cdot\Delta y_B^{''}=0$$

$$-\frac{1}{2}300\left(\frac{\Delta y_B^{''}}{2}\right)-0.1\cdot 4\cdot 9.8\cdot\left(\frac{1}{2}\right)+2\cdot 9.8=0$$

$$\Delta y_B^{''}=(\Delta y_B)_{máx}=0.4704\ m$$

$$\underline{(\Delta y_B)_{máx}=0.4704\ m}$$

e)

La tensión de la cuerda cuando el desplazamiento de B es máximo se calcula de una forma similar a como se calcula en el apartado b). Ahora el desplazamiento del bloque A en vez de ser como en el apartado b) $\frac{0.150}{2}$ m es $\frac{0.4704}{2}$ m y además hay que tener en cuenta que como a partir de ese instante cambia el sentido del movimiento la fuerza de rozamiento tiene sentido opuesto al que tenía en el apartado b)

$$-k\frac{(\Delta y_B)_{máx}}{2}+\mu m_A g+2T=-m_A a_A=-4a_A$$

$$T-m_B g=m_B a_B=2\cdot 2a_A=4a_A$$

$$k\frac{(\Delta y_B)_{máx}}{2}-\mu m_A g-2T=T-m_B g$$

$$k\frac{(\Delta y_B)_{máx}}{2}-\mu m_A g+m_B g=3T$$

$$3T=300\cdot 0.2352-0.1\cdot 4\cdot 9.8+2\cdot 9.8=86.24\ N$$

$$\underline{T=28.75\ N}$$