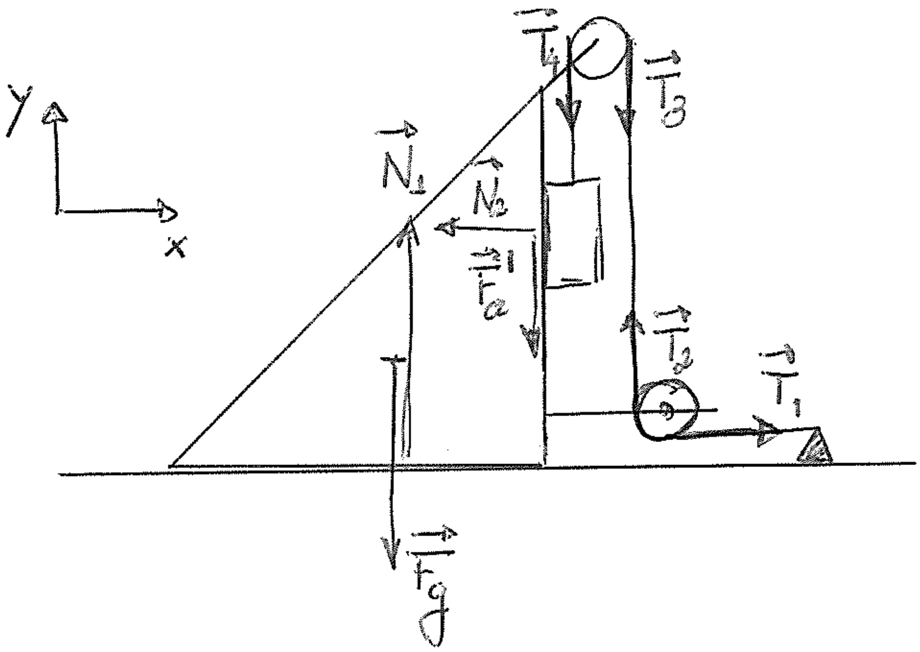
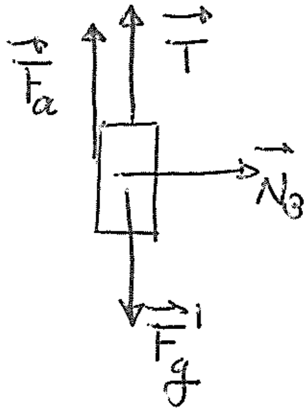




$M: \vec{F_g}, \vec{N_1}, \vec{N_2}, \vec{F_a}', \vec{T_1}, \vec{T_2}, \vec{T_3}, \vec{T_4}$

$m: \vec{F_a}, \vec{T}, \vec{N_3}, \vec{F_g}'$

$|\vec{T}| = |\vec{T_1}| = |\vec{T_2}| = |\vec{T_3}| = |\vec{T_4}|$

$|\vec{N_2}| = |\vec{N_3}|$

$|\vec{F_a}| = |\vec{F_a}'| = k N_2$

$$M: \begin{cases} x & T - N_2 = M a_x \\ Y & N_1 - Mg - F_a - T_4 \cancel{- T_3 + T_2} = M a_y \end{cases}$$

$$m: \begin{cases} x & N_3 = m a_x' \\ Y & F_a + T - mg = m a_y' \end{cases}$$

Como a corda está sempre esticada

$$\left.\begin{array}{l} a'_y = -a_x \\ a'_{x} = a_x \end{array}\right\} \quad a_x = a$$

$$a_y = 0$$

$$\begin{cases} T - N_2 = Ma \\ N_1 - Mg - \kappa N_2 - T = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} N_2 = ma \\ \kappa N_2 + T - mg = -ma \end{cases}$$

b) $\underline{\underline{a = 0}}$

$$\begin{cases} T = N_2 \\ N_1 - Mg - \kappa N_2 - T = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} N_2 = 0 \\ \kappa N_2 + T - mg = 0 \end{cases}$$

$$T = N_2 = 0$$

$$N_1 = Mg \qquad mg = 0$$

logo o sistema não tem nenhuma posição de equilíbrio (ou melhor, existe uma, quando m está em contacto com o chão)

c)

$$\begin{cases} T - N_2 = Ma & (1) \\ N_1 - Mg - kN_2 - T = 0 & (2) \end{cases}$$

$$\begin{cases} N_2 = ma & (3) \\ kN_2 + T - mg = -ma & (4) \end{cases}$$

Substituindo (3) nas restantes equações

$$\begin{cases} T = (m + M)\, a & (1) \\ N_1 - Mg - \underline{\underline{kma - T}} = 0 & (2) \\ \underline{\underline{kma + T}} - mg = -ma & (3) \end{cases}$$

substituindo (1) em (3) vem

$$kma + (m+M)\, a - mg = -ma$$

$$a\left[(2+k)m + M\right] = mg$$

$$a = \frac{m}{M + (2+k)m}\, g$$

A aceleração pedida é $\vec{a} = a\,\hat{e}_x - a\,\hat{e}_y$, logo

$$|\vec{a}| = \frac{\sqrt{2}\, m}{M + (2+k)m}\, g$$

d) A pressão média é dada por

$$P = \frac{N_1}{S} .$$

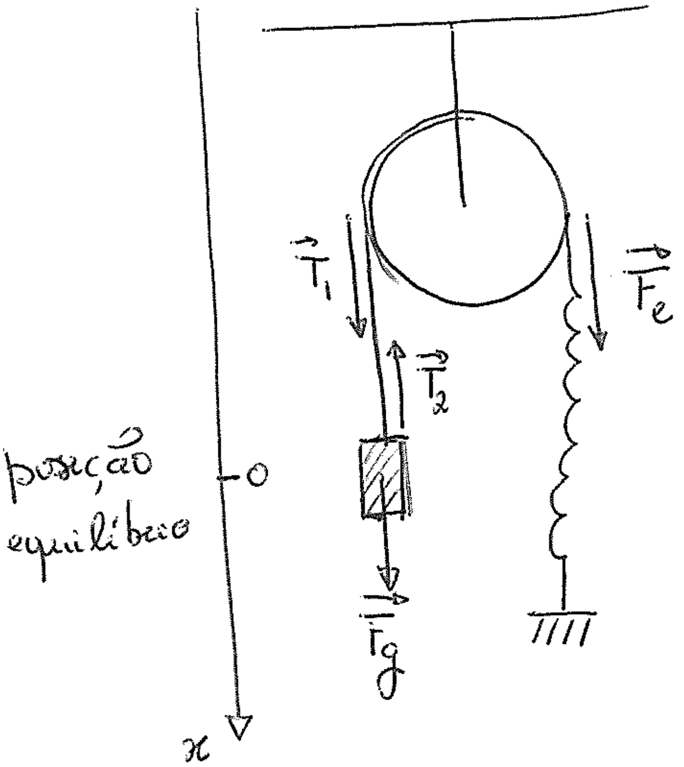
Da equação (2) vem

$$N_1 = Mg + kma + \underbrace{T}_{(m+M)a}$$

$$= Mg + \left[(1+k)m + M\right] a$$

$$= \left[M + \frac{(1+k)m + M}{M + (2+k)m}\right] g$$

$$P = \frac{M + \dfrac{(1+k)m + M}{(2+k)m + M}}{S}\, g$$



$$|\vec{F}_e| = k\,|\Delta \ell|$$

a) $$T_2 = T_1 = F_g = mg$$

$$R\,T_1 = R\,F_e \qquad\qquad T_1 = mg = k\,\Delta\ell$$

$$\Delta \ell = \frac{mg}{k}$$

b)

$$mg - T_2 = m\,a$$

velocidade de um ponto na superfície, igual à velocid do corpo de massa m

$$v = R\omega$$

Roldana: $$\frac{dL}{dt} = I\,\frac{d\omega}{dt}$$

$$= R\,(T_1 - F_e)$$

$$\frac{I}{R}\,a = R\,(T_2 - F_e)$$

$$\begin{cases} mg - T_1 = ma \\ \dfrac{I}{R^2}\, a = T_1 - F_e \end{cases}$$

$$mg - F_e = \left(m + \frac{I}{R^2}\right) a$$

$$F_e = k\,(\Delta l + x)$$

mas $k \Delta l = mg$

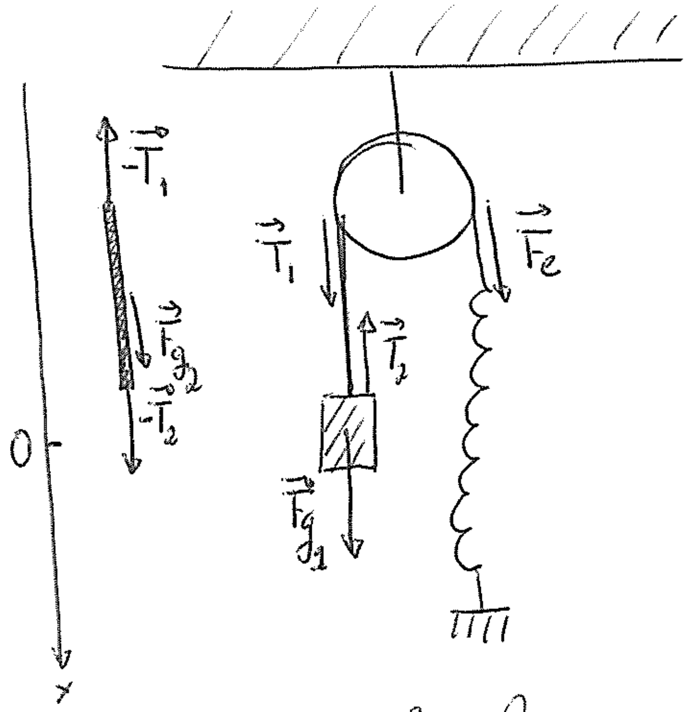
$$\boxed{-k\,x = \left(m + \frac{I}{R^2}\right) a}$$

equação de um oscilador harmónico

de frequência

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m + \frac{I}{R^2}}}$$

c)



λ = densidade linear de massa do fio

Equilíbrio

$$T_2 = F_{g_1} = mg \quad \text{corpo}$$

$$T_1 - F_{g_2} - T_2 = 0 \qquad \text{fio}$$

$$T_1 = (m + \lambda L)\, g$$

$$R T_1 = R F_e \qquad \text{roldana}$$

$$F_e = (m + \lambda L)\, g = k \Delta l'$$

$$\Delta l' = \frac{m + \lambda L}{k}$$

situação dinâmica

$$mg - T_2 = ma$$

$$\lambda L g + T_2 - T_1 = \cancel{m}\lambda L a$$

$$\frac{I}{R^2} a = T_1 - F_e$$

$$mg - \cancel{T_2} + \cancel{T_2} - \cancel{T_1} + \cancel{T_1} - F_e \overset{+\lambda L g}{=}$$

$$= \left(m + \lambda L + \frac{I}{R^2}\right) a$$

$$mg + \lambda L g - F_e = \left(m + \lambda L + \frac{I}{R^2}\right) a$$

$$F_e = k(\Delta l' + x)$$

mas $k \Delta l' = (m + \lambda L) g$

$$\boxed{-kx = \left(m + \lambda L + \frac{I}{R^2}\right) a}$$

O sistema oscila em torno do ponto de equilíbrio com frequência

$$\sqrt{\frac{k}{m + \lambda L + \frac{I}{R^2}}}$$