SOLUZIONE 1

Scriviamo le equazioni del moto:

$$\begin{aligned} m_1 a &= T \\ m_2 a &= F\cos\vartheta - T \end{aligned}$$

Sommando le due equazioni si ottiene:

$$(m_1+m_2)a = F\cos\vartheta$$

Si ottiene quindi:

$$a = \frac{F\cos\vartheta}{(m_1+m_2)}, \quad T = m_1\frac{F\cos\vartheta}{(m_1+m_2)}, \quad F = \frac{(m_1+m_2)T}{m_1\cos\vartheta}.$$

Il filo si spezza quando la tensione è massima, ovvero quando $T = T_{MAX} = 60\,\mathrm{N}$:

$$F_{MAX} = \frac{(m_1+m_2)T_{MAX}}{m_1\cos\vartheta} = 184.8\,\mathrm{N}.$$

Nel caso in cui sia presente attrito le equazioni del moto si scrivono:

$$\begin{aligned} m_1 a &= T - \mu_1 m_1 g \\ m_2 a &= F\cos\vartheta - T - \mu_2(m_2 g - F\sin\vartheta). \end{aligned}$$

Sommando le due equazioni si ottiene:

$$(m_1+m_2)a = F(\cos\vartheta + \mu_2\sin\vartheta) - g(\mu_1 m_1 + \mu_2 m_2),$$

quindi

$$\begin{aligned} a &= \frac{F(\cos\vartheta + \mu_2\sin\vartheta) - g(\mu_1 m_1 + \mu_2 m_2)}{(m_1+m_2)}, \\ T &= \frac{m_1}{m_1+m_2}[F(\cos\vartheta + \mu_2\sin\vartheta) - m_2 g(\mu_2 - \mu_1)], \\ F &= \frac{1}{(\cos\vartheta + \mu_2\sin\vartheta)}\Big[\frac{m_1+m_2}{m_1}T + \mathrm{m}_2 g(\mu_2 - \mu_1)\Big]. \end{aligned}$$

Sostituendo a T il valore $T' = 40\,\mathrm{N}$ si ottiene

$$F \approx 99.9\,\mathrm{N}, \qquad a \approx 1.75\,\mathrm{m/s^2}$$

SOLUZIONE 2

Il minimo valore di v_A è quello per cui il punto materiale arriva alla molla con velocità nulla. L'energia cinetica viene dissipata per attrito:

$$\frac{1}{2}mv_A^2 = \mu mgd \qquad \Rightarrow \qquad v_A = \sqrt{2\mu gd} \approx 5.4\,\mathrm{m/s}.$$

Nel caso in cui v_A è noto e v_B è la velocità di impatto:

$$\frac{1}{2}mv_A^2 = \frac{1}{2}mv_B^2 + \mu mgd \qquad \Rightarrow \qquad v_B = \sqrt{v_A^2 - 2\mu gd} \approx 3.6\,\mathrm{m/s}$$

Il moto è uniformemente decelerato con accelerazione $a = -\mu g$ quindi:

$$v_B = v_A - \mu g t_B \qquad \Rightarrow \qquad t_B = \frac{v_A - v_B}{\mu g} = 0.6\,\mathrm{s}$$

Quando la molla è totalmente compressa, una parte dell'energia cinetica viene convertita in energia potenziale della molla. L'energia restante è dissipata per attrito.

$$\frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{1}{2}kL^2 + \mu mgL \qquad \Rightarrow \qquad kL^2 + 2\mu mgL - mv_B^2 = 0$$

Considerando solo la soluzione positiva:

$$L = \frac{1}{k}\left[\sqrt{(\mu mg)^2 + kmv_B^2} - \mu mg\right] = 0.75\,\mathrm{m}$$

Il corpo rimane in equilibrio solo se la forza esercitata dalla molla è bilanciata dalla forza di attrito.:

$$kL \leqslant \mu_S mg \qquad \Rightarrow \qquad \mu_S \geqslant \frac{kL}{mg} \approx 0.76$$