

Tutorstvo iz Fizike I, 10. 11. 2014

Rešitev domače naloge dne 29. 10. 2014:

1. Najprej tovornjak miruje. Razstavimo sile, ki delujejo na sistem klad, glede na klanec

$$\begin{aligned} F_{\parallel} &= -m_2 g \sin \varphi - k_{tr} m_2 g \cos \varphi + m_1 g = (m_1 + m_2) a, \\ F_{\perp} &= F_N - m_2 g \cos \varphi = 0. \end{aligned}$$

Na gibanje klade vpliva le vzporedna komponenta. Pospešek izrazimo kot

$$a_{2x} = (-m_2 \sin \varphi - k_{tr} m_2 \cos \varphi + m_1) \frac{g}{m_1 + m_2}$$

in ga dvakrat integrirajmo, da dobimo položaj

$$x(t) = (-m_2 \sin \varphi - k_{tr} m_2 \cos \varphi + m_1) \frac{g}{m_1 + m_2} \frac{t^2}{2}. \quad (1)$$

2. Tokrat se tovornjak giblje s pospeškom $a_0 = Ct$. Zapišimo vsoto sil na vsako posamezno klado v sistemu znotraj tovornjaka, za prvo se glasita komponenti

$$\begin{aligned} F_{1\parallel} &= m_1 g - k_{tr} m_1 Ct - F_v = m_1 a, \\ F_{1\perp} &= F_N - m_1 Ct = 0, \end{aligned}$$

za drugo pa

$$\begin{aligned} F_{2\parallel} &= -m_2 g \sin \varphi - m_2 Ct \cos \varphi - k_{tr}(m_2 g \cos \varphi - m_2 Ct \sin \varphi) + F_v = m_2 a, \\ F_{2\perp} &= F_N + m_2 Ct \sin \varphi - m_2 g \cos \varphi = 0, \end{aligned}$$

pri čemer smo upoštevali $F_{tr} = k_{tr} F_N$ in sistemsko silo $F = -a_0 m_i$. Enačbi seštejemo in dobimo rešitev sistema obeh klad

$$(m_1 + m_2) a = -m_2 g \sin \varphi - m_2 Ct \cos \varphi - k_{tr}(m_2 g \cos \varphi - m_2 Ct \sin \varphi) + m_1 g - k_{tr} m_1 Ct. \quad (2)$$

Sedaj imamo že vse kar potrebujemo, da odgovorimo na naša vprašanja.

a) Klada se odlepi od klanca, ko je pravokotna komponenta sistemske sile večja od pravokotne komponente sile teže, torej

$$m_2 Ct \sin \varphi \geq m_2 g \cos \varphi.$$

To se zgodi ob časih

$$t \geq \frac{g}{C} \cot \varphi. \quad (3)$$

b) Pospešek dobimo preprosto tako, da enačbo (2) delimo z vsoto mas in dobimo

$$a_{rel}(t) = \frac{-m_2 g \sin \varphi - m_2 Ct \cos \varphi - k_{tr}(m_2 g \cos \varphi - m_2 Ct \sin \varphi) + m_1 g - k_{tr} m_1 Ct}{m_1 + m_2}. \quad (4)$$

c) Zgornji rezultat še integriramo in dobimo

$$x_{rel}(t) = \frac{-m_2 g \sin \varphi \frac{t^2}{2} - m_2 \frac{Ct^3}{6} \cos \varphi - k_{tr}(m_2 g \cos \varphi \frac{t^2}{2} - m_2 \frac{Ct^3}{6} \sin \varphi) + m_1 g \frac{t^2}{2} - k_{tr} m_1 \frac{Ct^3}{6}}{m_1 + m_2}. \quad (5)$$