

Domande.

(1) $27 \text{ cm} = 12.7 \text{ mm}$

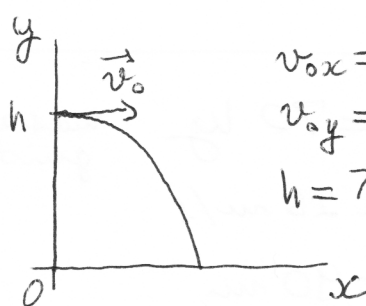
$$s = \frac{12.7 \text{ mm}}{80} = 0.15875 \text{ mm} \approx 0.159 \text{ mm}$$

Qui si assume che il N. di fogli, ottenuto da un conteggio, NON sia soggetto ad errore.

Pero' secondo la convenzione adottata da molti (incluso il libro di testo) 80 ha una sola cifra significativa, e quindi anche la risposta $s = 0.2 \text{ mm}$ è stata accettata per buona.

Infine, si è accettata anche la risposta $s = 0.16 \text{ mm}$, che è probabilmente la più sensata.

(2)



$v_{0x} = 25 \text{ m/s}$
 $v_{0y} = 0$
 $h = 75 \text{ m}$

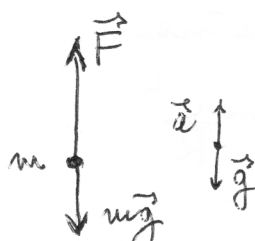
$$y = y_0 + v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$= h - \frac{1}{2}gt^2$$

$$y=0 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 3.91 \text{ s}$$

$$\approx 3.9 \text{ s}$$

(3)



$mg = 98 \text{ N}$, $\vec{a} = -\vec{g}$
 $\Sigma \vec{F} = \vec{F} + m\vec{g} = m\vec{a}$
 $y: F - mg = ma_y = mg$
 $F = 2mg = 2 \times 98 \text{ N} = 196 \text{ N}$

(4) $\vec{F}$ costante $\Rightarrow \vec{a}$ costante. $v_0 = 35 \text{ m/s}$

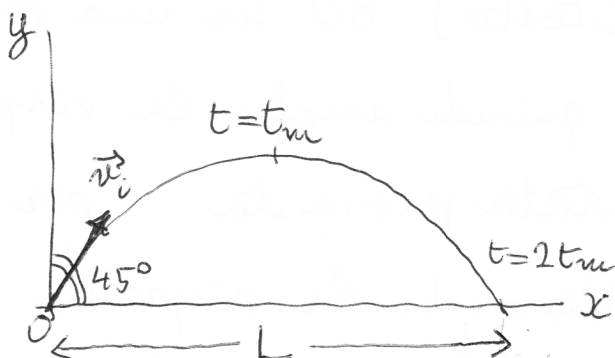
$$v_x = v_{x0} + a_x t = 0 \quad \text{per } t = 12 \text{ s}$$

$$a_x = -\frac{v_{x0}}{t}$$

$$F_{xc} = m a_{xc} = -m \frac{v_{x0}}{t}$$

$$F = |F_{xc}| = 3 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \frac{35 \text{ m/s}}{12 \text{ s}} = 8750 \text{ N} \approx 8.8 \times 10^3 \text{ N}$$

(5)



$$\vec{a} = \vec{g} = -g \vec{j}$$

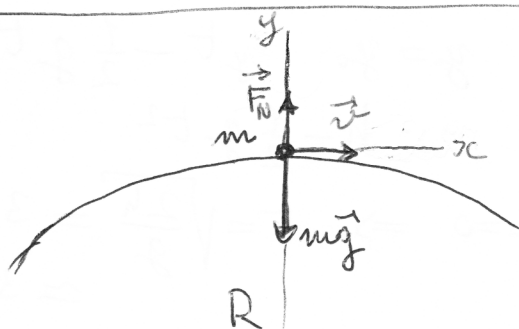
$$x = (v_i \cos 45^\circ) t = \frac{v_i}{\sqrt{2}} t$$

$$v_y = v_i \cos 45^\circ - g t$$

$$v_y = 0 \quad \text{per } t = t_m = \frac{v_i}{\sqrt{2} g}$$

$$L = x(t = 2t_m) = \frac{v_i}{\sqrt{2}} 2t_m = \frac{v_i}{\sqrt{2}} 2 \frac{v_i}{\sqrt{2} g} = \frac{v_i^2}{g}$$

(6)



$$m = 70 \text{ kg} \quad \text{massa del guidatore}$$

$$v = 20 \text{ m/s}$$

$$R = 90 \text{ m}$$

F_N : Forza che il sedile esercita sul guidatore

$$\Sigma \vec{F} = m\vec{g} + \vec{F}_N = m\vec{a} \quad a = a_c = \frac{mv^2}{R}$$

$$y: -mg + F_N = -m \frac{v^2}{R}$$

$$F_N = m \left(g - \frac{v^2}{R} \right) = 70 \text{ kg} \left[9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} - \frac{(20 \text{ m/s})^2}{90 \text{ m}} \right]$$

$$= 374 \text{ N} \approx 3.7 \times 10^2 \text{ N}$$

Problema 1

$$(a) \quad T = \frac{60s}{33} \approx 1.818s$$

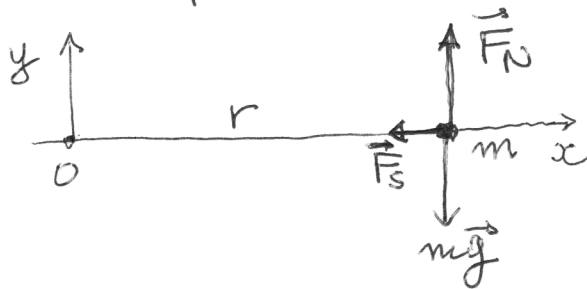
$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{1.818s} = 3.456s^{-1} \approx 3.5s^{-1}$$

$$v = \frac{2\pi r}{T} = r\omega = 0.07m \cdot 3.456s^{-1} = 0.2419m/s \approx 0.24m/s$$

$$a = \frac{v^2}{r} = v\omega = r\omega^2 = 0.07m \cdot (3.456s^{-1})^2 = 0.836m/s^2 \approx 0.84m/s^2$$

L'accelerazione è centripeta: : diretta lungo il raggio, verso il centro della circonferenza.

(b) Nel piano verticale:



$$\sum \vec{F} = m\vec{g} + \vec{F}_N + \vec{F}_s = m\vec{a}$$

$$y: -mg + F_N = 0$$

$$F_N = mg$$

$$x: -F_s = -m\frac{v^2}{r}$$

$$F_s = m\frac{v^2}{r} = 2 \times 10^{-3}kg \cdot 0.836\frac{m}{s^2}$$

$$= 1.67 \times 10^{-3}N$$

$$\approx 1.7 \times 10^{-3}N$$

(C) Per $r = r_{\max} = 12 \text{ cm} = 0.12 \text{ m}$ la forza d'attrito statico raggiunge il suo valore massimo:

$$F_{s \max} = m \omega^2 r_{\max} = \mu_s F_N = \mu$$

$$\text{ma } F_{s \max} = \mu_s F_N = \mu_s mg$$

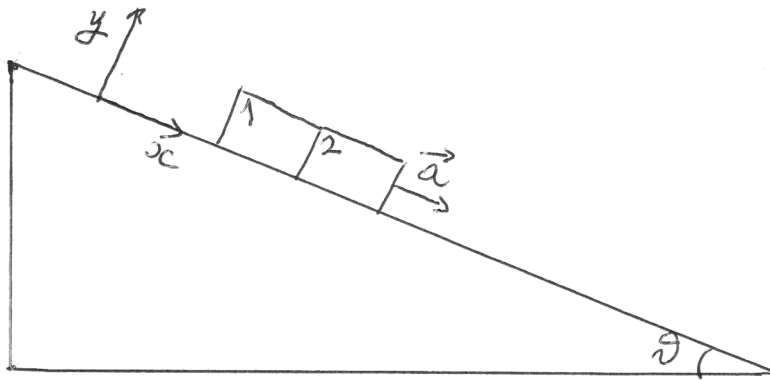
$$\text{e quindi: } \mu_s mg = m \omega^2 r_{\max}$$

$$\mu_s = \frac{\omega^2 r_{\max}}{g} = \frac{(3.456 \text{ s}^{-1})^2 \cdot 0.12 \text{ m}}{9.8 \text{ m s}^{-2}} = 0.146$$

$$\mu_s \approx 0.15$$

NOTA: Al variare del raggio, ω (e non v) rimane costante. Quindi non è corretto scrivere $F_{s \max} = \frac{m v^2}{r_{\max}}$ e utilizzare per v il valore calcolato in (a), dove $r = 7 \text{ cm}$.

Problema 2



$$\theta = 25^\circ$$

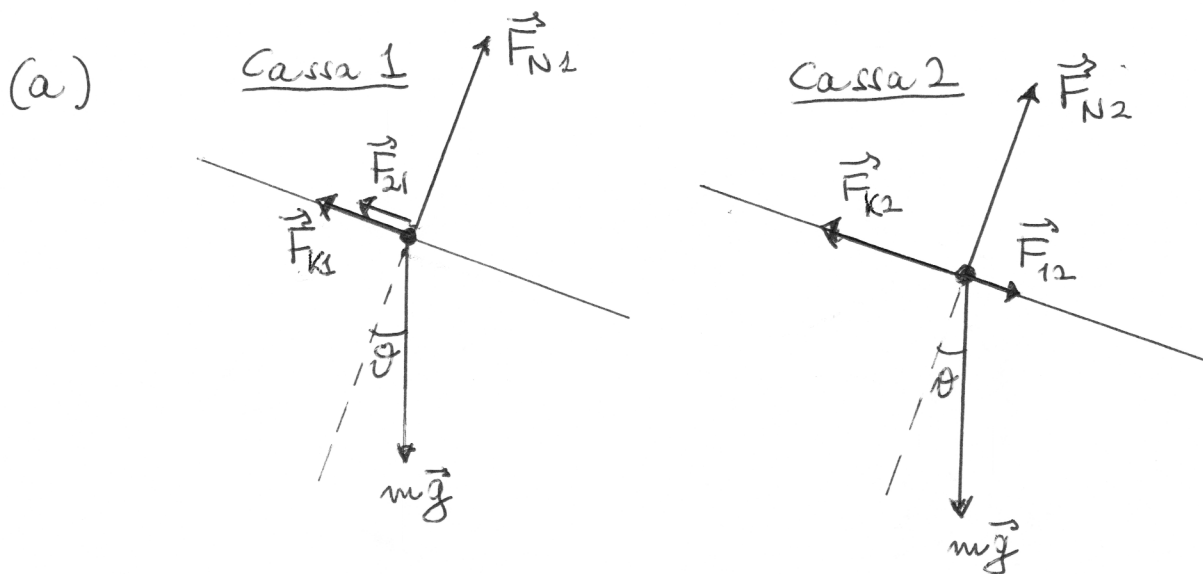
$$m_1 = m_2 = m = 3.0 \text{ kg}$$

$$\mu_1 = 0.20 \quad \mu_2 = 0.25$$

Le casse sono in contatto

$$\Rightarrow \vec{v}_1 = \vec{v}_2 = \vec{v}$$

$$\vec{a}_1 = \vec{a}_2 = \vec{a}$$



$m\vec{g}$: Forza peso

$\vec{F}_N$: Forza normale del piano sulla cassa

F_{k1}, F_{k2} : Forze di attrito cinetico

$$F_{k1} = \mu_1 F_{N1}, \quad F_{k2} = \mu_2 F_{N2}$$

$\vec{F}_{21}$: Forza di contatto esercitata dalla cassa 2 sulla cassa 1

$\vec{F}_{12}$: Forza di contatto dalla 1 sulla 2.

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} \quad (\text{III}^a \text{ Legge di Newton})$$

$$F_{12} = F_{21}$$

(b) Per la cassa 1 :

$$\Sigma \vec{F} = m\vec{g} + \vec{F}_{N1} + \vec{F}_{k1} + \vec{F}_{21} = m\vec{a}$$

$$y: -mg \cos \theta + F_{N1} = 0 \Rightarrow F_{N1} = mg \cos \theta$$

$$F_{k1} = \mu_1 F_{N1} = \mu_1 mg \cos \theta$$

$$x: mg \sin \theta - \mu_1 mg \cos \theta - F_{21} = m a_x$$

$$(1) \quad mg (\sin \theta - \mu_1 \cos \theta) - F_{21} = m a_x$$

Per la cassa 2 :

$$\Sigma \vec{F} = m\vec{g} + \vec{F}_{N2} + \vec{F}_{k2} + \vec{F}_{12} = m\vec{a} \quad (\vec{a}_1 = \vec{a}_2 = \vec{a})$$

$$y: -mg \cos \theta + F_{N2} = 0 \Rightarrow F_{N2} = mg \cos \theta = F_{N1}$$

$$F_{k2} = \mu_2 F_{N2} = \mu_2 mg \cos \theta > F_{k1}$$

$$x: mg \sin \theta - \mu_2 mg \cos \theta + F_{12} = m a_x$$

$$(2) \quad mg (\sin \theta - \mu_2 \cos \theta) + F_{12} = m a_x$$

Sommando le (1) e (2) si elimina la forza di contatto $F_{21} = F_{12}$:

$$mg [2 \sin \theta - (\mu_1 + \mu_2) \cos \theta] - \cancel{F_{21}} + \cancel{F_{12}} = 2m a_x$$

$$a_x = g \left(\sin \theta - \frac{\mu_1 + \mu_2}{2} \cos \theta \right)$$

$$a_x = 9.8 \frac{m}{s^2} \left(\sin 25^\circ - \frac{0.20 + 0.25}{2} \cos 25^\circ \right) = 2.14 \frac{m}{s^2}$$

$$a_x = 2.1 \frac{m}{s^2}$$

(3) Sottraendo (2) da (1) si ottiene:

$$mg(-\mu_1 \cos \vartheta + \mu_2 \cos \vartheta) - F_{21} - F_{12} = 0$$

$$(\mu_2 - \mu_1) mg \cos \vartheta = F_{21} + F_{12} = 2 F_{12}$$

$$\begin{aligned} F_{12} = F_{21} &= \frac{\mu_2 - \mu_1}{2} mg \cos \vartheta \\ &= \frac{0.25 - 0.20}{2} \cdot 3.0 \text{ kg} \cdot 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cos 25^\circ \\ &= \frac{0.05}{2} \cdot 26.6 \text{ N} \approx 0.67 \text{ N} \end{aligned}$$

$$F_{12} = F_{21} \approx 0.7 \text{ N}$$

Il risultato ha una sola cifra significativa, perché la differenza $\mu_2 - \mu_1 = 0.05$ ha una sola cifra significativa.