**1. Kolokvij iz Fizike na FRI**

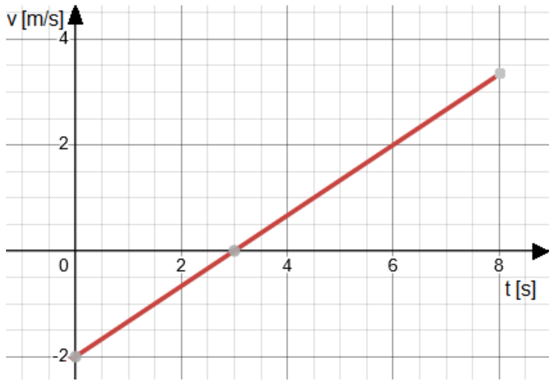
6. december 2023 ob 19:15

1. Tovornjak vozi po ravni cesti tako kot prikazuje graf njegove hitrosti v odvisnosti od časa. Privzemi, da se tovornjak giblje v 1D.

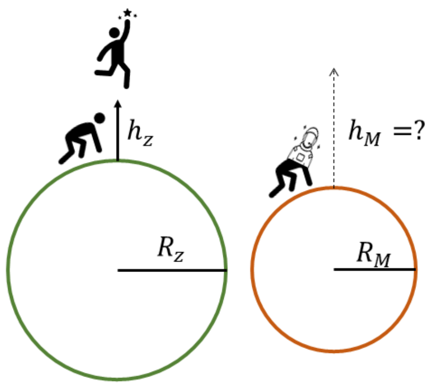
   a) Kolikšen je njegov pospešek?

   b) Kje se nahaja ob času $t = 8\,\mathrm{s}$ glede na začetno lego?

   c) Nariši graf časovne odvisnosti lege tovornjaka.



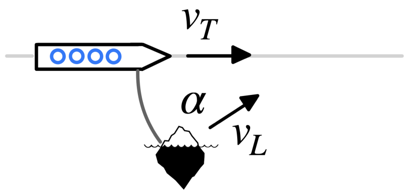

2. Matevž je astronavt, ki potuje na Mars. Je navdušenec skokov v višino, na Zemlji lahko skoči kar $2\,\mathrm{m}$ visoko. Kako visoko lahko skoči na Marsu, če se enako potrudi? Predpostavi, da sta oba planeta iz iste kamnine z enako gostoto, kjer sta polmera Zemlje in Marsa enaka $R_{\mathrm{Z}} = 6400\,\mathrm{km}$ in $R_{\mathrm{M}} = 3400\,\mathrm{km}$.



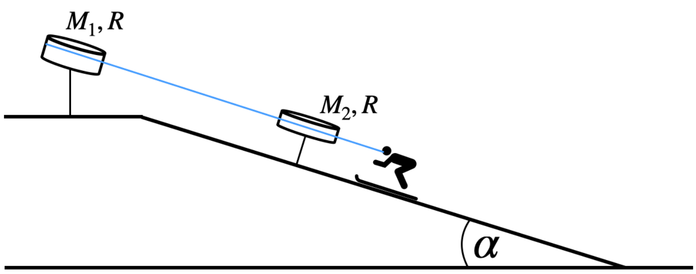
3. Titanik, ogromna ladja z maso 100 t, se s hitrostjo $v_T = 10\,\mathrm{m/s}$ premika pod kotom $\alpha = 60°$ proti 500 t težki ledeni gori, ki se premika s hitrostjo $v_L = 1\,\mathrm{m/s}$. V nekem trenutku Titanik in ledena gora trčita in se sprimeta.

   a) V katero smer se premikata Titanik in ledena gora po trku?

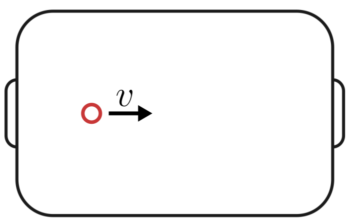
   b) S kolikšno hitrostjo se premikata po trku?




4. Smučar z maso $m = 90\,\mathrm{kg}$ se vozi z vlečnico po pobočju z naklonom $\alpha = 15°$. Nekaj gre narobe in celotna vlečnica se ustavi. Kmalu zatem se sliši pok pretrgane jeklenice na dnu vlečnice. Smučar, še vedno privezan na vlečnico, začne drseti po hribu navzdol. Vlečnica je sestavljena iz lahke jeklenice, ki potuje preko dveh valjastih škripcev - enega težkega na vrhu hriba z $M_1 = 340\,\mathrm{kg}$ in $R = 1\,\mathrm{m}$, ter enega lažjega z maso $M_2 = 200\,\mathrm{kg}$ in istim polmerom; slednji se nahaja tik pred smučarjem, ko le-ta začne drseti po hribu navzdol. S kolikšnim pospeškom smučar zdrsi po hribu? Upoštevaj, da je koeficient trenja med smučkami in snegom $k_{\mathrm{tr}} = 0{,}01$, ter da je jeklenica vzporedna s tlemi in ne spodrsava. Koliko časa potrebuje smučar do dna hriba, če je lažji škripec od dna oddaljen 50 m?



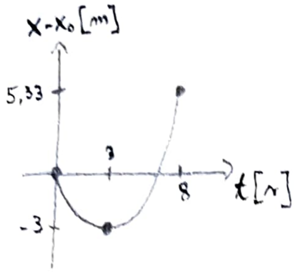

5. Med napeto igro air hockey-a med Alice in Bobom nenadoma zmanjka elektrike. To se zgodi ravno v trenutku, ko Alice iz razdalje 4/5 dolžine mize proti Bobovemu golu s hitrostjo 5 m/s pošlje plošček za odločilni zadetek. V istem trenutku se zaradi pojenjanja zračne blazine prične povečevati koeficient trenja med mizo in ploščkom s časovno odvisnostjo $k(t) = \beta\, t$, kjer je $\beta = 1\,\mathrm{s}^{-1}$. Ali Alice da odločilni zadetek? Miza je dolga 3 m.



1. a) (7) $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ (4) $a = 0,667 \frac{m}{s^2}$ (3)

b) (9) $x - x_0 = v_0 t + \frac{a t^2}{2}$ (4) $v_0 = -2 \frac{m}{s}$ (3) $x - x_0 = 5,33\ m$ (2)

c) (9)



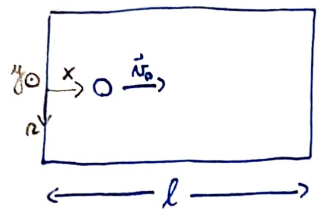

- Parabola (1) z $\frac{d^2x}{dt^2} > 0$ (3)
- (3) Točka $x(0) = 0$ z $\frac{dx}{dt}\Big|_{t=0} < 0$
- (1) Točka $x(8s) = 5,33\ m$
- (1) Točka $x(3s) = \min$

---

5. 
- Zapisan Newtonov zakon (z silo trenja) (vektorsko ali x-smer) (2) (Samo F = ma brez konteksta (1))
- $|\vec{F}_{tr}| = k\,|\vec{F}_p|$ (1)
- $a_x = -kg$ (2) (pozabljen - (1))
- Pravilno nastavljen integral za $v(t)$ (2) z robnimi pogoji (1)
- $v(t)$ (3)
- Pravilno nastavljen integral za $x(t)$ (2) z robnimi pogoji (1)
- $x(t)$ (2)
- Ugotovitev, da je najlažje izračunati x ko se plošček ustavi (4)

  ↳ NE VELJA ČE SE GRE PREKO ENERGIJ
- $t_1 = \sqrt{\frac{2v_0}{\beta g}}$ (2)
- $x_1 = \frac{l}{5} + v_0 t_1 - \frac{\beta g}{6} t_1^3$ (1)
- $x_1 = 3,97\ m$ (1)
- GOL! (1) → (NE VELJA BREZ PRAVILNEGA POSTOPKA)

FRI Kolokvij 6.12.2023 - Naloga 5

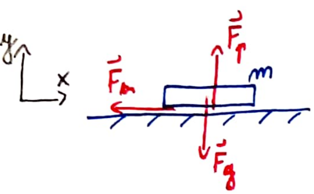



$v_0 = 5\ \frac{m}{s}$ $\qquad v_1 = 0$

$x_0 = \frac{\ell}{5}$ $\longrightarrow$ $x_1 = ?$

OZNAKE:
- 0 → začetni položaj
- 1 → plošček se ustavi

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$




x: $-|\vec{F}_{tr}| = m a_x$

$|\vec{F}_{tr}| = k|\vec{F}_p|$

$\Rightarrow \quad -k\cancel{m}g = \cancel{m}a_x$

$a_x = -kg$

y: $|\vec{F}_p| - |\vec{F}_g| = m \overset{0}{\overset{\shortparallel}{a_y}} = 0$

$\Rightarrow \quad |\vec{F}_p| = mg$

$$\frac{dv_x}{dt} = -\beta t g$$

$$\int_{v_0}^{v} dv_x = -\beta g \int_0^t t\,dt$$

$$v - v_0 = -\beta g \frac{t^2}{2}$$

$$v = v_0 - \beta g \frac{t^2}{2}$$

$$\frac{dx}{dt} = v_0 - \beta g \frac{t^2}{2}$$

$$\int_{x_0}^{x} dx = \int_0^t \left(v_0 - \frac{\beta g}{2} t^2\right) dt$$

$$x - x_0 = v_0 t - \frac{\beta g}{2}\frac{t^3}{3}$$

$$x = \underset{\overset{\shortparallel}{\frac{\ell}{5}}}{x_0} + v_0 t - \beta g \frac{t^3}{6}$$

$t_1$ je čas, ko se plošček ustavi

$v(t_1) = v_1 = 0$

$0 = v_0 - \beta g \frac{t_1^2}{2}$

$\Rightarrow \quad t_1 = \sqrt{\frac{2v_0}{\beta g}}$

$(t_1 = 1,01\ s)$

$x_1 = x(t_1)$

$x_1 = x_0 + v_0\sqrt{\frac{2v_0}{\beta g}} - \frac{\beta g}{6}\left(\frac{2v_0}{\beta g}\right)^{\frac{3}{2}}$

$x_1 = 3,97\ m$

$\Rightarrow \quad x_1 > \ell \quad \Rightarrow$ GOL!

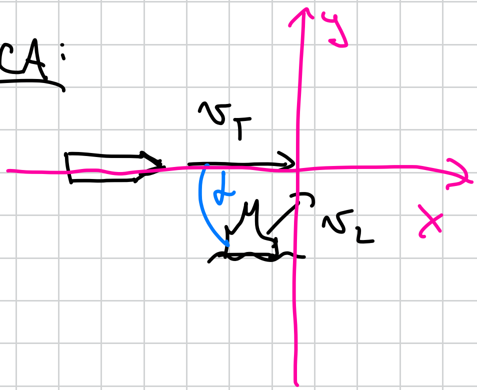
(3) Titanik, ogromna ladja z maso 100t, se s hitrostjo $v_T = 10 m/s$ premika pod kotom $\alpha = 60°$ proti 500 t težki ledeni gori, ki se premika s hitrostjo $v_L = 1 m/s$. Ko trčita se sprimeta.

a) v katero smer se premikata Titanik in ledena gora po trku?

b) S kolikšno hitrostjo se premikata?

a) SKICA:

z:




Ker se sprimeta je trk neprožen 2

⇓

ohranja se le gibalna količina

$$\vec{G}_z = \vec{G}_L + \vec{G}_T$$

$$\vec{G}_T = (m_T v_T, 0)$$

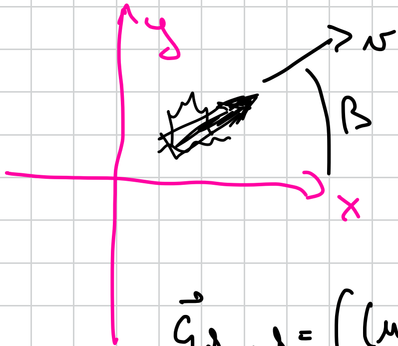
$$\vec{G}_L = (m_L v_L \cos\alpha, m_L v_L \sin\alpha)$$

5

$$\vec{G}_z = (m_L v_L \cos\alpha + m_T v_T, m_L v_L \sin\alpha)$$

I

K:




$$\vec{G}_k = \vec{G}_{skupek}$$

5

$$\vec{G}_{skupek} = \left( (m_L + m_T) v \cos\beta \, , \, (m_L + m_T) v \sin\beta \right)$$

Ohranja se gibalna količina:

$$\vec{G}_k = \vec{G}_z$$

3

x: $m_L v_L \cos\alpha + m_T v_T = (m_L + m_T) v \cos\beta$

y: $m_L v_L \sin\alpha = (m_L + m_T) v \sin\beta$

da dobim smer rabim $\beta$

=> delim enačbo y z x

$$\frac{m_L v_L \sin\alpha}{m_L v_L \cos\alpha + m_T v_T} = \frac{\cancel{(m_L + m_T)} \cancel{v} \sin\beta}{\cancel{(m_L + m_T)} \cancel{v} \cos\beta}$$

$$\frac{m_L v_L \sin\alpha}{m_L v_L \cos\alpha + m_T v_T} = \tan\beta$$

3

$$\tan\beta = \frac{500\,t \cdot 1\,m/s \cdot \sin 60^\circ}{500\,t \cdot 1\,m/s \cdot \cos 60^\circ + 100\,t \cdot 10\,m/s} = \frac{433}{1250} = 0.3464$$

II

$$\beta = 19.1^\circ$$ 2

b) Za dobiti hitrost $v$, vstavim v enačbo $y$:

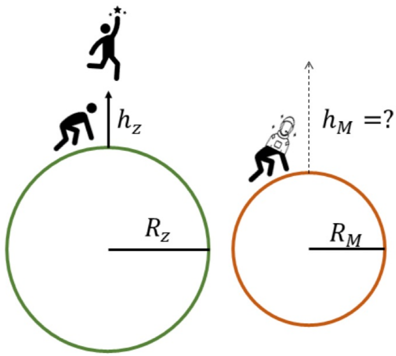
$$m_L v_L \sin\alpha = (m_L + m_T) v \sin\beta$$

$$v = \frac{m_L v_L \sin\alpha}{(m_L + m_T)\sin\beta} \quad 3 \quad = \frac{500t \cdot 1\,m/s \cdot \sin 60^\circ}{(500t + 100t)\cdot \sin 19.1^\circ}$$

$$= \frac{433}{202.26}\,\frac{m}{s} = \underline{\underline{2.14\,m/s}} \quad 2$$

II

2. Matevž je astronavt, ki potuje na Mars. Je navdušenec skokov v višino, na Zemlji lahko skoči kar 2 m visoko. Kako visoko lahko skoči na Marsu, če se enako potrudi? Predpostavi, da sta oba planeta iz iste kamnine z enako gostoto, kjer sta polmera Zemlje in Marsa enaka $R_Z = 6400\,\text{km}$ in $R_M = 3400\,\text{km}$.



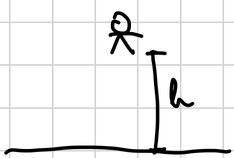

ZEMLJA: skok v višino

Z:


$$W_{kin} = \frac{1}{2} m v^2$$
$$W_{pot} = 0$$
$$\Big\} \; W_{tot} = \frac{1}{2} m v^2$$

3

K:




$$W_{kin} = 0$$
$$W_{pot} = m g_z h$$
$$\Big\} \; W_{tot} = m g_z h$$

ohranitev energije: $W_{tot}^{(z)} = W_{tot}^{(k)}$ 2

$$\frac{1}{2} \cancel{m} v^2 = \cancel{m} g_z h$$

$$v^2 = 2 g_z h$$

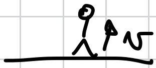
3

$$v = \sqrt{2 g_z h} = \sqrt{2 \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot 2m} = \underline{\underline{6.32 \frac{m}{s}}}$$

I

## MARS:

**Z:**



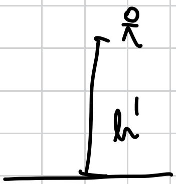

$$W_{kin} = \frac{1}{2} m v^2 = m g_Z h \quad ; \; v = 6.32 \frac{m}{s}$$

$$W_{pot} = 0$$

$$W_{tot} = m g_Z h$$

2

**K:**




$$W_{kin} = 0$$

$$W_{pot} = m g_M h'$$

$$W_{tot} = m g_M h'$$

ohranitev energije: $W_{tot}^{(Z)} = W_{tot}^{(K)}$

$$\cancel{m} g_Z h = \cancel{m} g_M h'$$

$$h' = h \frac{g_Z}{g_M}$$

ZVEZA ZA $g$:

$$g(R) = \frac{GM}{r^2}$$ 5 $$M = \rho V = \frac{4\pi R^3}{3} \rho$$

$$= \frac{G \rho 4\pi}{3} r$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{m^3}{kg\, s^2}$$

$$g_Z = g(R_Z) = \frac{G \rho 4\pi}{3} R_Z$$ 3

$$g_M = g(R_M) = \frac{G \rho 4\pi}{3} \cdot R_M$$

razmerje: $\frac{g_Z}{g_M} = \frac{R_Z}{R_M}$ 2

II

$$h' = h \cdot \frac{R_Z}{R_M}^{\,2} = 2\,\mathrm{m} \cdot \frac{6400\,\mathrm{km}}{3400\,\mathrm{km}}$$

$$= \underline{3{,}76\,\mathrm{m}} \qquad 3$$

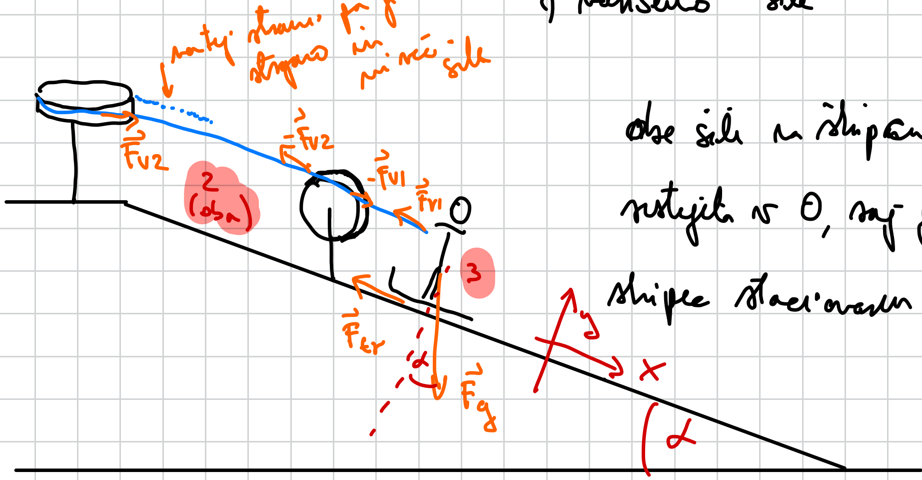
$z\ m = 90\,kg$ $\qquad\qquad\qquad\qquad$ $z$ naklonom $\alpha = 15°$

(4) Smučar se vozi z vlečnico po pobočju hriba. Nato se ustavi, tako da je še pri miru. V nekem trenutku se kabel na dnu hriba strga in smučar, še vedno privezan na vlečnico, začne drseti navzdol po hribu.

Vlečnica je sestavljena iz zajle, ki poteka prek dveh valjastih škripcev – enega težkega na vrhu z $M_1 = 340\,kg$ in $R = 1\,m$, ter enega lažjega z $M_2 = 200\,kg$ in istim polmerom; slednji se nahaja tik pred smučarjem, ko le-ta začne drseti navzdol po hribu. S kolikšnim pospeškom zdrsi po hribu? Koliko časa rabi do dna, če je od smučarja do dna hriba 50 m? Koeficient trenja med smučmi in snegom je $k_t = 0.01$. Zajla ne spodrsava. Zajla je vzporedna klancu.

SKICA

i) narišemo sile




obe sili na škripcu se sestejeta v O, saj je škripec stacionaren!

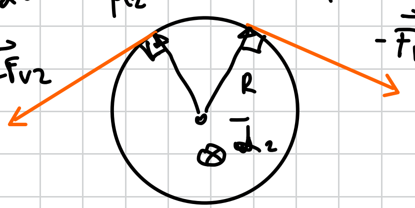
a) RAZMISLEK:

upošteval sem sile mi v skici

v srednjem škripcu velja: $\sum_i M_i = J\alpha$

- poskrbi za prave predznake

$M_2$ ⊙ $M_1$ ⊗




$-\vec{F}_{v1} \rightarrow M_1 = R F_{v1}$

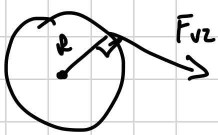
$M_2 = R F_{v2} \Rightarrow$

3

$\Rightarrow R F_{v1} - R F_{v2} = J_2 \alpha_2$

v zgornjem škripcu velja:

$M = R F_{v3}$




$\rightarrow R F_{v2} = J_1 \alpha_1$

3

v sunčanju velja: $\sum_i \vec{F}_i = m\vec{a}$

$\vec{F}_g = (+mg\sin\alpha, -mg\cos\alpha)$

$\vec{F}_{tr} = (-k_{tr} F_N, 0)$ $\quad \vec{F}_{v1} = (-F_{v1}, 0)$

$\vec{F}_N = (0, F_N)$

Ⓘ

$y: \ -mg\cos\alpha + F_N = 0 \Rightarrow \quad F_N = mg\cos\alpha$

4

$x: \ +mg\sin\alpha - k_{tr} F_N - F_{v1} = ma$

PA SI ZAPIŠEM ENAČBE:

$$mg\sin\alpha - k_{tr} mg\cos\alpha - F_{v1} = ma$$

$$R F_{v1} - R F_{v2} = J_2 \alpha_2$$

$$R F_{v2} = J_1 \alpha_1$$

KER ZAJLA NE SPODRSAVA, SE MORA PREMIKATI Z ISTIM POSPEŠKOM KOT SMUČAR:

$$\alpha_2 R = a$$

3

$$\alpha_1 R = a$$

upoštevam še vztrajnostne momente škripcev / valjev

$$J_1 = \frac{1}{2} M_1 R^2 \qquad\qquad J_2 = \frac{1}{2} M_2 R^2$$

$$\cancel{R} F_{v2} = \frac{1}{2} M_1 R^{\cancel{2}} \alpha_1 \qquad\qquad R F_{v1} - R F_{v2} = J_2 \alpha_2$$

$$F_{v2} = \frac{1}{2} M_1 a \qquad\qquad \cancel{R} F_{v1} - \cancel{R} F_{v2} = \frac{1}{2} M_2 R^{\cancel{2}} \alpha_2$$

$$F_{v1} - F_{v2} = \frac{1}{2} M_2 a$$

združim ti dve enačbi da dobim $F_{v1}$

$$F_{v1} - \frac{1}{2} M_1 a = \frac{1}{2} M_2 a$$

$F_{V1} = \frac{1}{2}(M_1+M_2)a$ → to pa lahko vstavimo v 2N.Z.:

$$mg \sin\alpha - k_{tr} mg\cos\alpha - F_{V1} = ma$$

Fuj:

$$mg \sin\alpha - k_{tr} g\cos\alpha - \frac{1}{2}(M_1+M_2)a = ma$$

$$mg(\sin\alpha - k_{tr}\cos\alpha) = a\left(m + \frac{M_1+M_2}{2}\right)$$

$$a = \frac{mg(\sin\alpha - k_{tr}\cos\alpha)}{m + \frac{M_1+M_2}{2}} =$$

$$a = g\frac{\sin 15^\circ - 0.01\cos 15^\circ}{1 + \frac{340+200}{2\cdot 90}} = 10\frac{m}{s^2}\cdot\left(\frac{0.2588 - 0.0097}{1+3}\right) \quad 2$$

$$= \underline{\underline{0.62\,m/s^2}}$$

b) enakomerno pospešeno gibanje z $v_0 = 0$

$$s = \frac{1}{2}at^2 \quad 3 \quad \to \quad t = \sqrt{\frac{2s}{a}} = \sqrt{\frac{2\cdot 50m}{0.62m}}\,s$$

$$= \underline{\underline{12.7s}} \quad 2$$