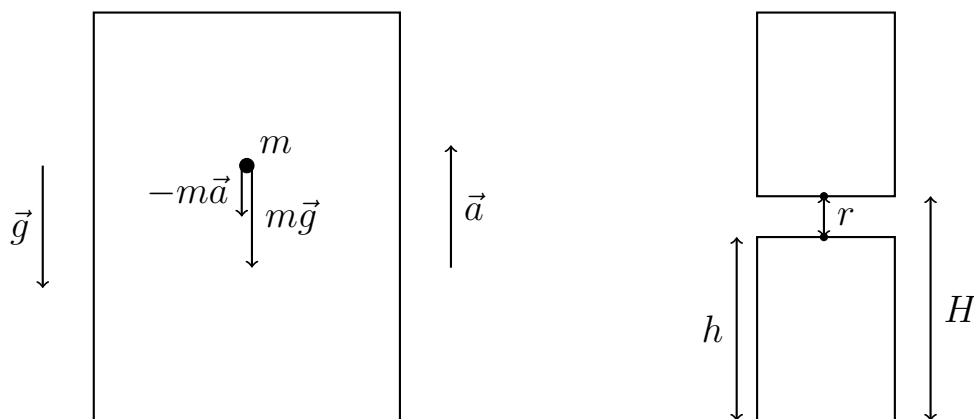


Prirodno-matematički fakultet
Društvo matematičara i fizičara Crne Gore
OLIMPIJADA ZNANJA 2025

Rešenja zadataka iz fizike za I razred srednje škole

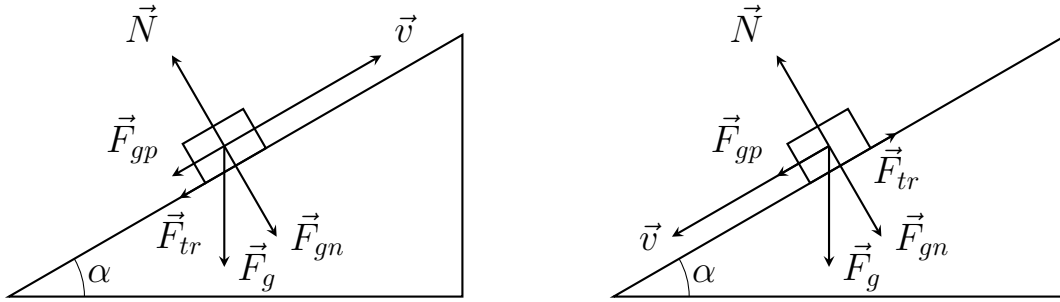
1.



a) U sistemu vezanom za lift, na zavrtnanj djeluju sila gravitacije $m\vec{g}$ i inercijalna sila $-m\vec{a}$. Smjer inercijalne sile je suprotan od smjera ubrzanja lifta, dakle naniže. Označimo sa a_u intenzitet ukupnog ubrzanja zavrtnja u liftu. Tada je, iz drugog Njutnovog zakona, $ma_u = mg + ma$, odnosno $a_u = g + a$. Dakle, zavrtnanj slobodno pada sa ubrzanjem $g + a$, pa važi $h = \frac{1}{2}(g + a)t^2$, odakle je $t = \sqrt{\frac{2h}{g+a}} = 0.68s$.

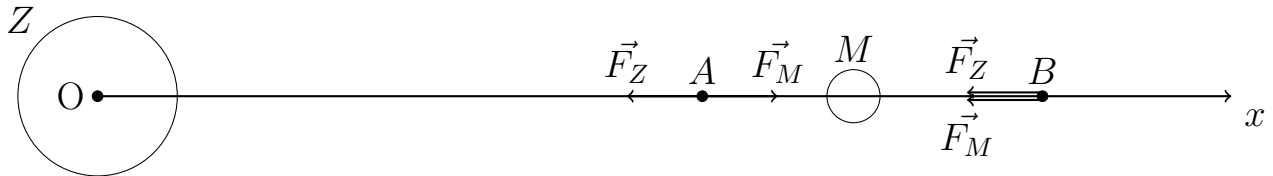
b) Od početka kretanja do pada zavrtnja na pod, lift se popne na visinu $H = \frac{1}{2}a(t_1 + t)^2 = 3.59m$. Sa slike se vidi da je pomjeraj zavrtnja $r = H - h = 1.09m$. U sistemu vezanom za Zemlju, zavrtnanj se prvo tokom vremena t_1 kreće zajedno sa liftom ravnomjerno ubrzano, a zatim tokom vremena t po zakonima vertikalnog hica, sa početnom brzinom koja je jednaka brzini lifta u trenutku t_1 , odnosno $v_0 = at_1 = 2\frac{m}{s}$. Pređeni put tokom prvog dijela kretanja je $h_1 = \frac{1}{2}at_1^2 = 2m$. Nakon što se zavrtnanj otkači, vrijeme potrebno do zaustavljanja je $t_2 = \frac{v_0}{g} = 0.2s$. Pređeni put za to vrijeme je $h_2 = \frac{v_0^2}{2g} = 0.2m$. Zatim zavrtnanj slobodno pada tokom vremena $t_3 = t - t_2 = 0.48s$, i prelazi put $h_3 = \frac{1}{2}gt_3^2 = 1.11m$. Ukupan pređeni put je $S = h_1 + h_2 + h_3 = 3.32m$.

2.



Na tijelo u pravcu kretanja djeluju sila trenja \vec{F}_{tr} i komponenta gravitacione sile paralelna sa podlogom \vec{F}_{gp} . Intenziteti tih sila su $F_{gp} = \frac{mg}{2}$ i $F_{tr} = \mu N = \mu F_{gn} = \frac{\mu mg\sqrt{3}}{2}$. Tokom penjanja, ove dvije sile djeluju u istom smjeru, naniže, pa je tada $ma_1 = \frac{mg}{2} + \frac{\mu mg\sqrt{3}}{2}$. Odavde je usporenje pri penjanju $a_1 = \frac{g}{2}(1 + \mu\sqrt{3})$. Tokom spuštanja, sila trenja djeluje naviše, pa je tada $ma_2 = \frac{mg}{2} - \frac{\mu mg\sqrt{3}}{2}$. Dakle, ubrzanje pri spuštanju je $a_2 = \frac{g}{2}(1 - \mu\sqrt{3})$. Označimo sa v_0 brzinu kojom je tijelo krenulo sa dna strme ravni. Pređeni put tokom penjanja je $S_1 = v_0 t_1 - \frac{1}{2} a_1 t_1^2 = \frac{1}{2} a_1 t_1^2$, gdje je t_1 vrijeme penjanja. Za spuštanje važi $S_2 = \frac{1}{2} a_2 t_2^2$. Putevi tokom penjanja i spuštanja su jednaki, pa je $\frac{1}{2} a_1 t_1^2 = \frac{1}{2} a_2 t_2^2$, odnosno $\frac{a_1}{a_2} = \left(\frac{t_2}{t_1}\right)^2 = 4$. Zamjenom dobijenih izraza za ubrzanja, dobijamo $\frac{\frac{g}{2}(1+\mu\sqrt{3})}{\frac{g}{2}(1-\mu\sqrt{3})} = 4$, odakle je $\mu = \frac{\sqrt{3}}{5} = 0.35$.

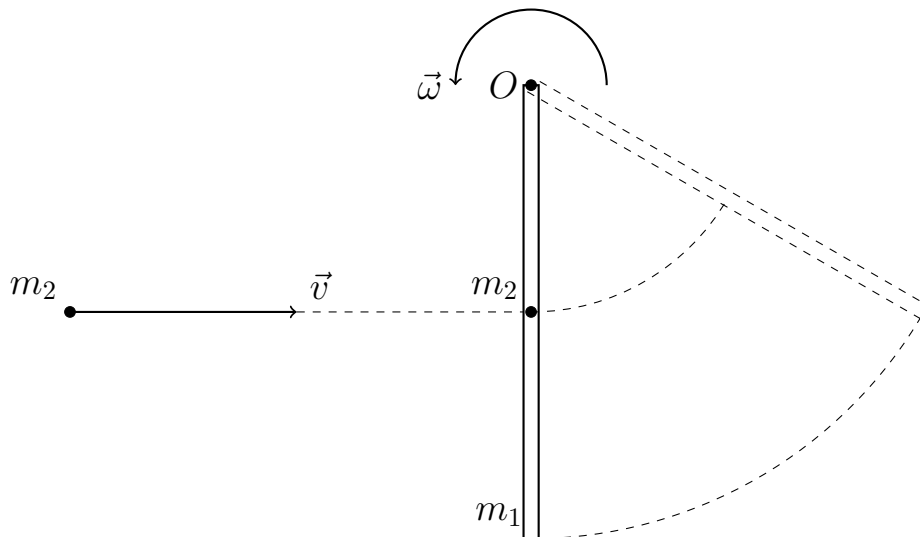
3.



Postavimo koordinatni početak u centru Zemlje i usmjerimo x-osu ka Mjesecu. Sve tačke na negativnom dijelu x-ose su bliže Zemlji nego Mjesecu, a pošto Zemlja ima veću masu od Mjeseca, njeno gravitaciono privlačenje će biti jače. Dakle, u ovom dijelu nema traženih tačaka. Posmatrajmo tačke sa x-koordinatom $0 < x < d$. Tačka na udaljenosti x od Zemlje je od Mjeseca udaljena za $d - x$. Uslov za jednakost sila koje djeluju na brod mase m je $\gamma \frac{M_Z m}{x^2} = \gamma \frac{M_M m}{(d-x)^2}$. Odavde se dobija $x = \frac{d}{1 + \sqrt{\frac{M_M}{M_Z}}} = 0.9d = 345960 km$. Označimo ovu tačku sa A. U oblasti $x > d$,

udaljenost od Mjeseca je $x - d$. Tada je uslov za jednakost sila $\gamma \frac{M_Z m}{x^2} = \gamma \frac{M_M m}{(x-d)^2}$. Odavde je $x = \frac{d}{1 - \sqrt{\frac{M_M}{M_Z}}} = 1.125d = 432450 \text{ km}$. Označimo ovu tačku sa B. Kada je brod u tački A, sile \vec{F}_Z i \vec{F}_M koje djeluju na njega su istih intenziteta i suprotnih smjerova, pa je brod u ravnoteži. U tački B te sile imaju isti smjer, pa brod tu nije u ravnoteži. Ako se brod iz tačke A malo pomjeri prema Zemlji, intenzitet sile \vec{F}_Z će se povećati, a \vec{F}_M smanjiti, pa će brod početi da pada na Zemlju. Slično, ako se brod pomjeri prema Mjesecu, padaće na njega. Dakle, ravnoteža u tački A nije stabilna.

4.



a) Moment impulsa u odnosu na osu rotacije prije sudara je $L_1 = m_2 v \cdot \frac{l}{2}$. Moment impulsa nakon sudara je $L_2 = I\omega$, gdje je I moment inercije koji iznosi $I = I_1 + I_2 = \frac{1}{3}m_1 l^2 + m_2 (\frac{l}{2})^2 = 5.35 \text{ kgm}^2$. Zbog zakona održanja momenta impulsa je $L_1 = L_2$, odnosno $\frac{1}{2}m_2 v l = I\omega$. Odavde se dobija da je ugaona brzina sistema nakon sudara $\omega = \frac{m_2 v l}{2I} = 1.04 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$.

b) Nakon sudara, štap se zajedno sa metkom kreće po kružnoj putanji. Pošto se zaustavi nakon opisanog ugla $\theta = 2\pi$, onda po zakonu ravnomjerno usporenog kružnog kretanja važi $\omega^2 = 2\alpha\theta = 4\pi\alpha$. Dakle, ugaono usporenje štapa je $\alpha = \frac{\omega^2}{4\pi}$. Na osnovu drugog Njutnovog zakona za rotaciono kretanje krutog tijela, moment sile kojim treba djelovati da bi se štap zaustavio nakon jednog opisanog kruga iznosi $M = I\alpha = \frac{I\omega^2}{4\pi} = 0.46 \text{ Nm}$.