

# Prvi kup fizike u Lucijanki

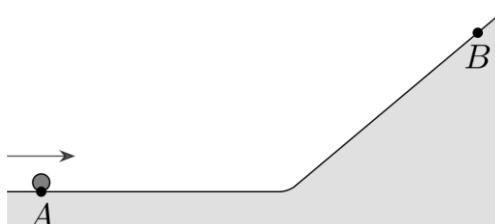
## 1. razred

### Prvi dio – teorija (40 bodova)

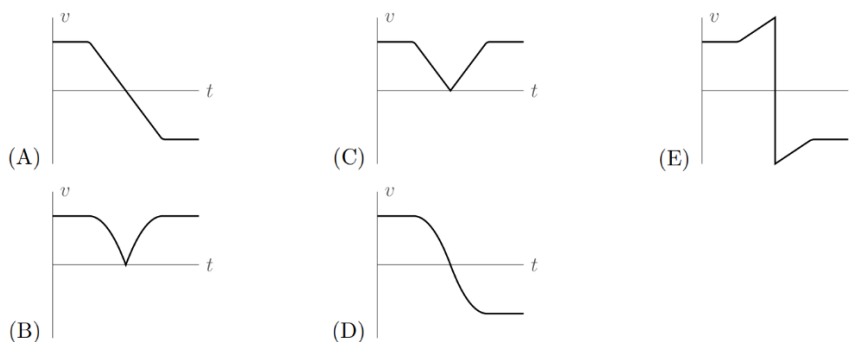
1. (10 bodova) Odredi valjanost sljedećih tvrdnji. T – točno, N – netočno.

Po I. Newtonovom zakonu je sila na tijelo jednaka umnošku njegove mase i akceleracije.	T	N
U homogenom gravitacijskom polju, gravitacijsko ubrzanje tijela ne ovisi o masi tog tijela.	T	N
Povećanje gravitacijske konstante bi rezultiralo skupljanjem sve materije svemira u kuglu.	T	N
Korisnost sustava je jednaka kvocijentu odrađenog rada sustava i uložene energije.	T	N
Teorem o količini gibanja i impulsu sile kaže da je $p = \Delta I$ .	T	N
Centripetalna sila u kružnom gibanju u jednom okretu obavlja rad, $W = F_{cp}s = 2mv^2\pi$ .	T	N
Period kruženja Zemlje oko Sunca bi bio veći da se masa Zemlje odjednom smanji.	T	N
U horizontalnom hicu pri Zemljinoj površini u vakuumu se horizontalna komponenta brzine ne mijenja.	T	N
Vrijednost gravitacijskog ubrzanja Zemlje je manja na ekvatoru nego na polovima.	T	N
Na kosini je sila reakcije podloge na tijelo okomita na površinu kosine.	T	N

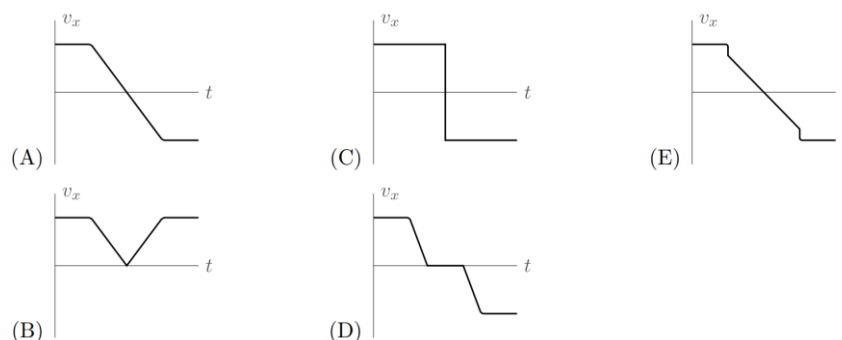
2. U trenutku  $t = 0$ , mala kuglica je puštena na stazu prikazanu na slici, s početnom brzinom udesno. Pretpostavimo da se kuglica uvijek kotrlja po stazi bez proklizavanja.



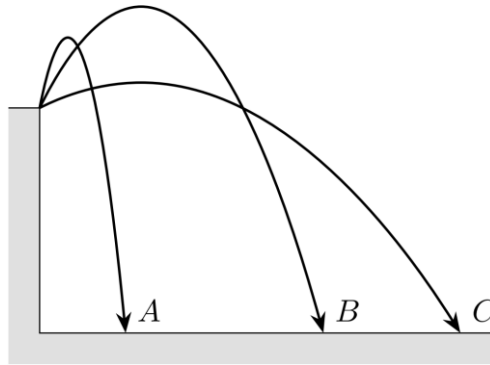
a) (2,5 boda) Kuglica kreće u točki A, okrene orijentaciju vektora brzine u točki B i vrati se u točku A. Koji od ponuđenih grafova ispravno pokazuje iznos brzine kuglice kao funkciju vremena?



b) (2,5 boda) Koji od ponuđenih grafova ispravno pokazuje iznos horizontalne brzine kuglice kao funkciju vremena?



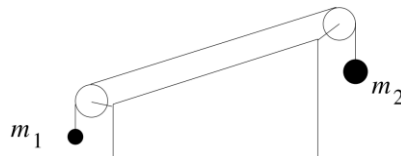
3. (3 boda) Tijela  $A$ ,  $B$  i  $C$  su istovremena bačena s litice te su njihove putanje prikazane na slici.



Zanemarujući otpor zraka, odredi odnos vremena  $t_A$ ,  $t_B$  i  $t_C$  dok su tijela bila u gibanju.

- (A)  $t_A < t_B < t_C$       (B)  $t_A < t_C < t_B$       (C)  $t_C < t_B < t_A$       (D)  $t_C < t_A < t_B$

4. (2 boda) Dvije mase su povezane užetom zanemarive mase preko dviju kolotura kako je prikazano na slici. Sustav nema trenja. Ako su mase puštene iz mirovanja, tada kosina



- (A) akcelerira ulijevo ako je  $m_1 < m_2$       (C) akcelerira udesno ako je  $m_1 < m_2$   
(B) akcelerira lijevo ili desno neovisno o odnosu masa      (D) ostaje nepomična

5. (5 bodova) Satelit se kružno giba u orbiti Zemlje. U vrlo dugom periodu vremena, efekti otpora zraka smanje satelitovu ukupnu energiju za 1 J. Tada se kinetička energija satelita

- (A) poveća za 1 J      (B) ne mijenja      (C) smanji za  $\frac{1}{2}$  J      (D) smanji za 1 J      (E) smanji za 2 J

6. (5 bodova) Kuglica je lansirana ravno prema tlu početnom brzinom  $v_0$ . Kada se odbije od tla, izgubi pola kinetičke energije. Nakon odbijanja dolazi do visine  $2h$  prije nego što opet krene padati prema tlu. Koliki je  $v_0$ ?

- (A)  $\sqrt{gh}$       (B)  $\sqrt{2gh}$       (C)  $\sqrt{3gh}$       (D)  $2\sqrt{gh}$       (E)  $\sqrt{6gh}$

7. (3 boda) Marko i Luka stoje jedan pokraj drugog na Zemljinom ekvatoru. Ako Marko skoči direktno prema gore, u njegovom referentnom sustavu, za malu visinu  $h$  koja je zanemariva u odnosu na polumjer Zemlje, sletjet će na udaljenosti  $D$  zapadno od Luke. Da je Marko skočio na visinu  $2h$ , koliko zapadno od Luke bi sletio? Zanemari otpor zraka.

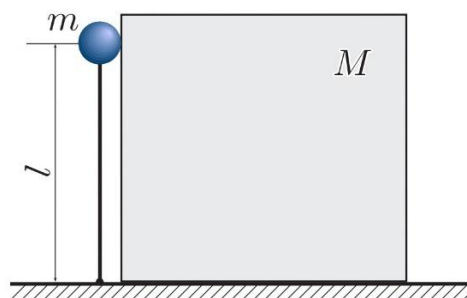
- (A)  $D/\sqrt{2}$       (B)  $D$       (C)  $\sqrt{2} D$       (D)  $2D$       (E)  $2\sqrt{2} D$

8. (7 bodova) Vlak kreće iz grada A i staje u gradu B. Udaljenost između dvaju gradova je  $s$ . Maksimalna akceleracija vlaka je  $a_1$ , a maksimalna deceleracija je  $a_2$  (apsolutna vrijednost). Kako glasi izraz za najkraće vrijeme u kojem vlak može putovati između A i B?

- (A)  $2\sqrt{\frac{s}{a_1 + a_2}}$  (B)  $2\sqrt{\frac{s}{\sqrt{a_1 a_2}}}$  (C)  $\sqrt{\frac{2s(a_1 + a_2)}{a_1 a_2}}$  (D)  $\sqrt{\frac{2sa_2}{a_1(a_1 + a_2)}}$  (E)  $\sqrt{\frac{s\sqrt{a_1 a_2}}{(a_1 + a_2)^2}}$

## Drugi dio – račun (60 bodova) – svaki zadatak vrijedi 15 bodova.

9. NASA obučava astronaute da iskuse bestežinsko stanje koristeći zrakoplov koji leti paraboličnom putanjom s konstantnim ubrzanjem  $g$  prema tlu. Zrakoplov može ostati na ovoj putanji najviše 25 sekundi zbog velikih promjena u visini koje su potrebne. Ako bi umjesto simuliranja bestežinskog stanja NASA htjela letjeti putanjom koja bi simulirala gravitacijsko ubrzanje Marsa od  $3,7 \text{ m/s}^2$ , koliko dugo zrakoplov može simulirati Marsovu gravitaciju? Odgovor zaokruži na prvi prirodan broj. Pretpostavimo da je maksimalna promjena visine jednaka za obje putanje.
10. Silu trenja na zrakoplov koji se giba jednoliko pravocrtno možemo iskazati kao  $F_{tr} = kv^2$ , gdje je  $k$  neka konstanta, a  $v$  je brzina zrakoplova. Kada se zrakoplov giba brzinom  $v_0$ , motori razvijaju snagu  $P_0$ . Ako se razvijena snaga motora poveća za 100% na  $2P_0$ , zrakoplov će letjeti novom brzinom  $mv_0$ . Odredi vrijednost konstante  $m$ , ako je  $m \in \mathbb{R}$ .
11. Štap zanemarive mase i duljine  $l$  povezan je s horizontalnim tlom preko šarke bez trenja. Šarka mu omogućuje slobodno gibanje oko jednog vrha. Na drugom se vrhu štapa nalazi mala sfera mase  $m$  zanemarive veličine. U početnom je trenutku štap u vertikalnom položaju u odnosu na tlo i naslonjen je na kvadar mase  $M$ , kako je prikazano na slici. Sustav je ostavljen da se slobodno giba te nakon određenog vremena kvadar gubi kontakt s površinom male sfere – u trenutku kada je kut između štapa i tla  $30^\circ$ . Odredi omjer masa  $M/m$  i nađi izraz za brzinu kvadra  $v$  u trenutku gubitka kontakta sa sferom.



12. Iskrcaвши se na pol nekog planeta, astronauti su izmjerili da je tamo gravitacijsko ubrzanje jednako stotom dijelu Zemljina gravitacijskog ubrzanja, a da je trajanje dana jednako trajanju dana na Zemlji. Istraživanjem planeta je dalje utvrđeno da su na ekvatoru tijela bez težine zbog izuzetno velike kutne brzine planeta koji rotira oko svoje osi. Odredi polumjer planeta u kilometrima.