

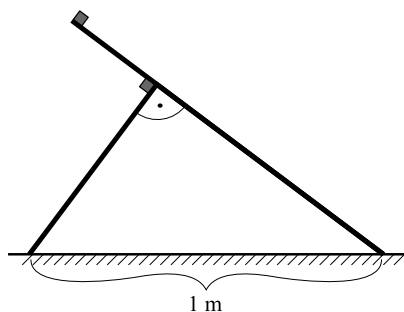
Državno natjecanje iz fizike 2021/2022

Podgora, 26. – 29. travnja 2022.

Srednje škole – 1. grupa

**VAŽNO:** Tijekom ispita **ne smijete koristiti nikakav pisani materijal** (knjige, bilježnice, formule...). Za pisanje koristite kemijsku olovku ili nalivpero. **Pri ruci ne smijete imati mobitele niti druge elektroničke uređaje osim kalkulatora.**

**1. zadatak (16 bodova)**



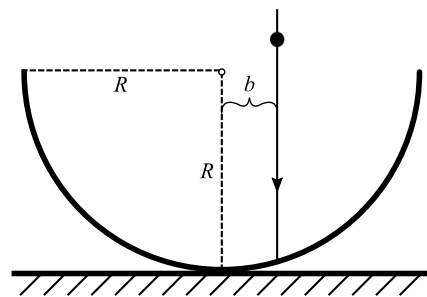
Dvije nepomične daske duljine 60 cm i 110 cm naslonjene su jedna na drugu, kao što je prikazano na slici. Razmak uporišta dasaka na horizontalnoj podlozi je 1 m, a postavljene su tako da u točki dodira zatvaraju pravi kut. Dva mala tijela nalaze se u početnom položaju koji je prikazan na slici. Iz početnog položaja tijela se istovremeno počinju gibati. Trenje između oba mala tijela i daske je zanemarivo. Zanemarite dimenzije malih tijela.

- Izračunajte vertikalnu udaljenost dvaju tijela u trenutku kada je njihova horizontalna udaljenost jednaka nuli.
- Izračunajte minimalnu udaljenost između dvaju tijela za vrijeme gibanja.

Uputa za b) dio zadatka: Kvadratna funkcija  $f(x) = ax^2 + bx + c$ , u kojoj je  $a > 0$  i  $b < 0$ , ima najmanju vrijednost u točki tjemenja, odnosno za  $x_0 = -\frac{b}{2a}$ .

**2. zadatak (17 bodova)**

Na horizontalnoj podlozi nalazi se polukružna zdjela polumjera zakrivljenosti  $R$ . Mala kuglica mase  $m$  puštena je da slobodno pada s visine  $h$  u odnosu na horizontalnu podlogu. Kuglica se giba po pravcu udaljenom za  $b = \frac{7}{25}R$  od osi zdjele, kao što je prikazano na slici. Kuglica se elastično odbije od dna zdjele. Pretpostavite da je masa zdjele mnogo veća od mase kuglice te da zdjela ostaje nepomična prilikom odbijanja kuglice. Odredite najmanju moguću visinu  $h$  takvu da kuglica iskoči iz zdjele. Rezultat izrazite pomoću polumjera zdjele  $R$ .



*Napomena:* Možete koristiti sljedeće trigonometrijske identitete:  $\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha$ ,  $\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha$ .

**3. zadatak (17 bodova)**

*International space station* (ISS) je međunarodna svemirska stanica koja se nalazi u niskoj orbiti oko Zemlje. ISS se kreće po približno kružnoj orbiti na visini od 400 km iznad površine Zemlje. (Ravnina u kojoj se giba ISS zatvara kut s ekvatorijalnom ravinom Zemlje od  $51.6^\circ$ .) Masa ISS-a je 420 000 kg, masa Zemlje je  $5.97 \cdot 10^{24}$  kg, polumjer Zemlje je 6 371 km, gravitacijska konstanta je  $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$ .

- Izračunajte period ISS-a i koliko puta obiđe Zemlju u jednom danu.
- Izračunajte brzinu kojom se giba ISS.
- Izračunajte put koji prijeđe točka na ekvatoru Zemlje između dva uzastopna prolaska ISS-a iznad ekvatora u blizinu odabrane točke.
- Polumjer orbite ISS-a smanji se za 2 km u mjesec dana zbog otpora vrlo rijetke atmosfere. Izračunajte gubitak energije ISS-a u mjesec dana.

#### 4. zadatak (20 bodova)

*Curling* je zimski sport u kojem dvije ekipe naizmjenično guraju osam kamena po ledenoj stazi i nastoje ih smjestiti što bliže središtu koncentričnih krugova nacrtanih na kraju staze. Igrači mogu kontrolirati putanju i brzinu klizanja kamena po ledu tako da posebnom četkom četkaju led ispred klizajućeg kamena i na taj način smanjuju trenje između kamena i leda. U ovom zadatku pretpostavit ćemo da je putanja kamena uvijek pravocrtna i da se četkanjem leda može mijenjati samo koeficijent trenja između kamena i ledene podloge. Središte koncentričnih krugova na slici označeno je sa S. Polumjer kamena je  $R = 14.5$  cm. Sva su tri kamena identična. Gravitacijsko je ubrzanje  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>.

- Dio *curling* staze prikazan je na slici. Kamen #1 miruje na rubu crvenog kruga s unutarnje strane. Promjer crvenog kruga je 1.22 m. Igrač gura kamen #2 po pravcu prikazanom isprekidanom linijom, koji prolazi točkom S, i ispušta ga u trenutku kada prednji rub kamena dotakne liniju koja je udaljena od točke S za 6.4 m (vidi sliku). Brzina kamena #2 u tom je trenutku jednaka  $v_0 = 1.4$  m/s. Kamen #2 zaustavlja se tik do kamena #1. Koeficijent trenja između kamena i ledene podloge iznosi 0.025. Četkanjem leda koeficijent trenja smanjuje se za 40%. Odredite koliki su dio staze igrači morali četkati ledenu podlogu da se kamen zaustavi na zadanom položaju.
- Nakon što se kamen #2 zaustavio, sljedeći igrač gura kamen #3. Kamen #3 giba se po pravcu paralelnom središnjoj isprekidanoj liniji i udaljenom od nje za  $b = \sqrt{2}R$ . Brzina kamena #3 u trenutku udara u kamen #2 je 60 cm/s. Sudari kamena su elastični. Ledena podloga, po kojoj se kameni gibaju nakon sudara, očetkana je tj. na njoj je trenje smanjeno. Odredite udaljenost položaja svakog kamena (kad se zaustave) od središta S.

