

**DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE 2001. - 1. Grupa**  
Zadar, 16.-19. svibnja 2001.

**Zadatak 1 (18 bodova)**

Bobi i Rudi razgovaraju:

*Bobi* Bio sam jučer na kolodvoru i htio sam izmjeriti akceleraciju vlaka koji kreće. Stajao sam na početku kompozicije (u liniji prednjeg kraja lokomotive), i počeo mjeriti vrijeme u trenutku kada je ona krenula. Nakon 36 sekundi pokraj mene je prošao zadnji kraj  $n_0$ -og vagona, a nakon 60 sekundi (od početnog trenutka) zadnji kraj  $n_1$ -og. Nažalost, zaboravio sam koliki su  $n_0$  i  $n_1$ , iako znam da je duljina vagona bila 25 m i da ih je u kompoziciji bilo sve skupa 59. Zato ne vidim načina na koji mogu izračunati akceleraciju kompozicije iz ovih podataka.

*Rudi* Nije sve tako 'crno' Bobi – s ovim tvojim podacima se mogu dobiti samo dvije vrijednosti za akceleraciju. Da li možda možeš ocijeniti koliko je vremena prošlo od  $n_1$ -og vagona do kraja kompozicije?

*Bobi* Ne znam točno, ali sigurno manje od 10 sekundi.

*Rudi* Pa onda nije teško dobiti da je akceleracija kompozicije jednaka ...

Kolika je akceleracija kompozicije? (Duljina lokomotive jednaka je duljini vagona.)

**Zadatak 2 (17 bodova)**

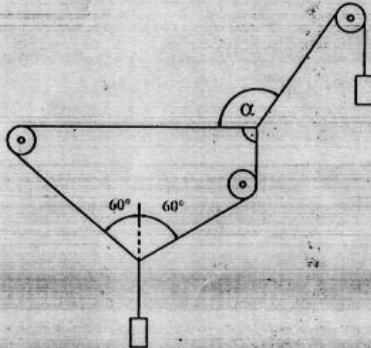
Sletjevši na planetoid kuglastog oblika i pravilne ('ravne') površine, pilot svemirskog broda se odluči provozati njegovom površinom, s priručnim vozilom iz standardne opreme. Krenuvši od parkiranog svemirskog broda, pilot nakon 2500 km 'pravocrtnog' gibanja po površini planeta skrene pod pravim kutom. Nakon slijedećih 2500 km 'pravocrtnog' gibanja, pilot opet skrene pod pravim kutom. Nakon toga, gibajući se i opet na isti način, te prevliviš također 2500 km, pilot začudo stigne nazad do svog šzemirskog broda. Kako se odnose težine pilota na planetoidu i na Zemlji, ako je gustoća planetoida jednaka srednjoj gustoći Zemlje? (Polumjer Zemlje jednak je 6400 km.)  
*(u odnosu na potonju vijer.)*

**Zadatak 3 (18 bodova)**

Električno brojilo sastoji se, između ostalog, i od malog diska koji se okreće ovisno o tome koliku električnu energiju tj. snagu trebaju potrošači koji su u danom trenutku uključeni. Brzina okretanja diska je direktno proporcionalna trenutnoj snazi, što znači da nam broj okretaja diska, govori o količini potrošene električne energije. Koji iznos energije odgovara jednom okretu diska, ako je izmjereneno da je vrijeme potrebno za jedan krug diska s uključenom žaruljom (u nekom kućanstvu) koja troši 120 W jednako 13.4 s. a bez žarulje 2.2 s više.

**Zadatak 4 (17 bodova)**

Sistem od dva utega, nerastezljivih niti zanemarive mase, te tri koljura pričvršćenih za zid nalazi se u ravnoteži u Zemljinoj gravitacionom polju (vidi sliku). Odredite kut  $\alpha$ , te omjer masa utega. (Zanemarite trenje.)



**DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE 2001. - 1. grupa**  
**Eksperimentalni zadatak**

**ODREĐIVANJE DULJINE ŽICE**

**Pribor:**

tijelo od žice  
elastična opruga  
mjerna traka 50 cm  
plastična čaša s milimetarskim papirom  
stegač s pripadajućim priborom

**Zadatak:**

- 1) Odredi konstantu,  $k$ , zadane opruge!
- 2) Odredi masu,  $m$ , žice!
- 3) Odredi duljinu,  $l$ , žice!

- a) Objasni postupak i izvedi potrebne relacije za izvršenje zadatka (12 bodova)  
b) Mjerjenje potrebnih veličina i račun za  $k$  i  $m$  (10 bodova)  
c) Mjerjenje potrebnih veličina i račun za duljinu žice (8 bodova)

Ukupno 1. eksperimentalni zadatak: 30 bodova

**NAPOMENA:** Koristi se isključivo zadanim priborom. Gustoća vode,  
 $\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$ .

DN-2001. g.

Rezultati zadatka 1. grupe (2004.)  
(državno natjecanje)

Zadatak 1 (18 bodova)

S obzirom da se radi o jednolikom ubrzanom gibanju, vrijedi:

$$s_0 = n_0 L = \frac{a}{2} t_0^2 \quad \text{i} \quad s_1 = n_1 L = \frac{a}{2} t_1^2 \quad (2)$$

Dijeljenjem tih dviju jednadžbi, dobiva se:

$$\frac{n_1}{n_0} = \left( \frac{t_1}{t_0} \right)^2 = \left( \frac{60}{36} \right)^2 = \left( \frac{5}{3} \right)^2 = \frac{25}{9} \quad (1)$$

Dakle,  $n_0$  je višekratnik broja 9, a  $n_1$  broja 25. (4)

S obzirom da broj vagona (s lokomotivom) nije veći od 60 ( $n_1 \leq 60$ ), u obzir dolaze samo dvije vrijednosti para brojeva  $n_0$  i  $n_1$ :

$$i) (n_0, n_1) = (9, 25) \quad \text{iли} \quad ii) (n_0, n_1) = (18, 50) \quad (4)$$

Za akceleraciju dobivamo:

$$i) a = \frac{2n_0 L}{t_0^2} = \frac{2 \cdot 9 \cdot 25}{36^2} = 0.3472 \text{ m/s}^2 \quad \text{iли} \quad ii) a = \frac{2 \cdot 18 \cdot 25}{36^2} = 0.6944 \text{ m/s}^2 \quad (2)$$

Vrijeme proteklo od prolaska  $n_1$ -og vagona do kraja kompozicije jednako je:

$$\Delta T = \sqrt{\frac{2s}{a}} - t_1 \quad (1)$$

To iznosi:

$$i) \Delta T = \sqrt{\frac{2 \cdot 60 \cdot 25}{0.3472}} - 60 = 32.95 \text{ s} \quad \text{iли} \quad ii) \Delta T = \sqrt{\frac{2 \cdot 60 \cdot 25}{0.6944}} - 60 = 5.73 \text{ s} \quad (2)$$

Prema tome, traženi parovi brojeva su  $(n_0, n_1) = (18, 50)$ , te je akceleracija jednaka

$$a = 0.6944 \text{ m/s}^2 \quad (2)$$

Zadatak 2 (17 bodova)

Jedini istostranični 'trokut' na kugli (tzv. sferni trokut) sa svim kutovima jednakim  $90^\circ$  ima jedan vrh na polu, a druga dva leže na ekvatoru. To znači da je duljina stranice tog trokuta jednak četvrtini opsega najveće kružnice nastale presijecanjem kugle-planetoida:

$$L = \frac{1}{4} 2R\pi \Rightarrow R = \frac{2}{\pi} L \quad (9)$$

Izjednačavanjem sile gravitacije i težine dobiva se izraz za konstantu gravitacije  $g$ :

$$G \frac{Mm}{R^2} = mg \Rightarrow g = G \frac{M}{R^2} \quad (2)$$

To se dalje može napisati kao:

$$g = G \frac{\rho V}{R^2} = G \frac{\rho \frac{4}{3} R^3 \pi}{R^2} = \frac{4}{3} \pi G \rho R \quad (3)$$

Težine pilota na planetoidu i zemlji se odnose kao:

$$\frac{T}{T_z} = \frac{mg}{mg_z} = \frac{R}{R_z} = \frac{2}{\pi} \frac{L}{R_z} \quad (2)$$

Uvrštavanjem slijedi:

$$\frac{T}{T_z} = 0.2487 \quad (1)$$

### Zadatak 3 (18 bodova)

Energija koja odgovara jednom krugu diska kada je uključena žarulja iznosi:

$$E = (W + \Delta W) \cdot t \quad (6)$$

Slično, kada žarulja nije uključena, vrijedi:

$$E = W \cdot (t + \Delta t) \quad (6)$$

( $W$  – snaga koju troše nepoznati potrošači,  $\Delta W$  – snaga koju troši žarulja,  $t$  – vrijeme potrebno za jedan krug s uključenom žaruljom,  $\Delta t$  – dodatno proteklo vrijeme potrebno za jedan krug diska bez uključene žarulje.)

Izjednačavanjem tih dvaju izraza:

$$(W + \Delta W) \cdot t = W \cdot (t + \Delta t) \Rightarrow \frac{\Delta W}{W} = \frac{\Delta t}{t} \quad (3)$$

Odatle možemo dobiti  $W$ , i onda uvrstiti u izraz za energiju  $E$ :

$$E = \Delta W \cdot \frac{t}{\Delta t} (t + \Delta t) = \Delta W \cdot t \left(1 + \frac{t}{\Delta t}\right) \quad (2)$$

Uvrštavanjem:

$$E = 11.40 \text{ kJ} \quad (1)$$

### Zadatak 4 (17 bodova)

U točki spoja dviju niti koje zatvaraju pravi kut, napetost u oba kraka je jednaka. Iz toga slijedi da je kut  $\alpha$  jednak:

$$\alpha = 90^\circ + 45^\circ = 135^\circ \quad (7)$$

Iz dijagrama sila donjeg utega možemo zaključiti kolike su napetosti obje niti:

$$N_{y-donji} \cdot \frac{1}{2} + N_{y-donji} \cdot \frac{1}{2} = m_{donji} g \Rightarrow N_{y-donji} = m_{donji} g \quad (3)$$

Analogno, nalazimo za napetost niti u gornjem hватишту (u točki gdje ona zatvara pravi kut):

$$m_{gornji} g = N_{gornji} \frac{\sqrt{2}}{2} + N_{gornji} \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow N_{gornji} = \frac{\sqrt{2}}{2} m_{gornji} g \quad (3)$$

Naravno, te dvije napetosti su jednake, pa prema tome slijedi:

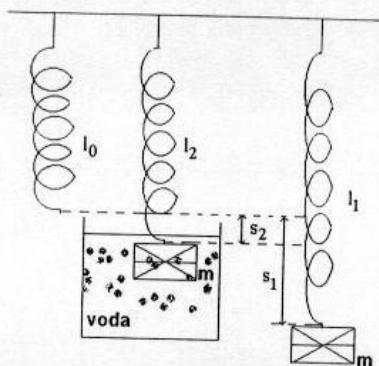
$$\frac{\sqrt{2}}{2} m_{gornji} g = m_{donji} g \quad (3)$$

Odatle dobivamo:

$$\frac{m_{gornji}}{m_{donji}} = \sqrt{2} \quad \text{ili} \quad \frac{m_{donji}}{m_{gornji}} = \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{1}{\sqrt{2}} \quad (1)$$

**DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE 2001. - 1. grupa**  
**Rješenje eksperimentalnog zadatka**

**ODREDIVANJE DULJINE ŽICE**



Konstantu zadane opruge izračunati ćemo tako da prvo izmjerimo produljenje opruge  $s_1$  s žicom u zraku, a zatim produljenje opruge  $s_2$  s žicom kada se nalazi u vodi (vidi sliku). Nadalje vrijedi:

$$k \cdot s_1 = m \cdot g \quad (1)$$

$$k \cdot s_2 = m \cdot g - V_{tijela} \rho_{vode} \cdot g \quad (2)$$

Uvrstimo li relaciju (1) u relaciju (2) nakon sređivanja dobivamo relaciju za konstantu opruge,  $k$ ,

$$k = \frac{V_{tijela} \rho_{vode} g}{s_1 - s_2} \quad (3) \quad (12 \text{ bodova})$$

Mjerenjem produljenja opruge  $s_1$ ,  $s_2$  i određivanjem obujma žice,  $V_{tijela}$ , menzurom, (plastična čaša s milimetarskim papirom) možemo pomoći relacije (3) izračunati konstantu opruge  $k$ ,

$$k = 20 \text{ N/m.}$$

Pomoći relacije (1) izračunamo masu žice,  $m$ ,

$$m = 0.135 \text{ kg}$$

Duljinu žice odredimo pomoći relacije

$$l_{žice} = 4 V_{tijela} / \pi d^2$$

mjerenjem promjera žice,  $d$ ,

$$l_{žice} = 4 \text{ m.}$$

(10 bodova)

(8 bodova)