

DRŽAVNA SMOTRA I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA
Gospić, 12.-15. svibnja 2005.

Srednje škole – 1. grupa

EKSPERIMENTALNI ZADATAK

Određivanje mase tijela

Pribor: kolica (2 kom), tijelo nepoznate mase, ravnalo, metar

Zadatak: Odrediti masu tijela zadanim priborom

- a) opisati postupak određivanja mase i nacrtati sliku (10 bodova)
- b) izvesti potrebne relacije (10 bodova)
- c) izvršiti mjerenja i rezultate prikazati tablično (8 bodova)
- d) odrediti srednju vrijednost pogreške (2 boda)

ukupno: 30 bodova

masa kolica zapisana je na kolicima.

Srednje škole – 1. grupa – rješenja

Zadatak 1. (19 bodova)

Ukupni broj kuglica pričvršćenih na nit jest:

$$N = \frac{L}{d} + 1 = \frac{150 \text{ cm}}{10 \text{ cm}} + 1 = 16 \quad (1)$$

a) Kada prva kuglica pređe ruba stola, čitava nit se – do dolaska druge kuglice do ruba stola – giba konstantnom akceleracijom:

$$Nma = mg \Rightarrow a = \frac{g}{N} \quad (1)$$

Vrijeme potrebno da druga kuglica dođe do ruba stola iznosi:

$$d = \frac{a}{2} t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2d}{a}} = \sqrt{\frac{2dN}{g}} \quad (1)$$

a) pripadna brzina u tom trenutku:

$$v_1 = at = \sqrt{2ad} = \sqrt{\frac{2dg}{N}} \quad (2)$$

Uvrštavanjem:

$$t = 0.5657 \text{ s}, \quad v_1 = 0.3536 \text{ m/s} \quad (g = 10 \text{ m/s}^2) \quad (1)$$

$$t = 0.5711 \text{ s}, \quad v_1 = 0.3502 \text{ m/s} \quad (g = 9.81 \text{ m/s}^2)$$

b) Brzinu sustava možemo izračunati iz zakon očuvanja energije. U trenutku kada šesta kuglica dolazi na rub, pet kuglica već visi preko ruba. (1)

Njihova potencijalna energija se, u odnosu na početnu smanjila za:

$$\Delta E = mgd(5+4+3+2+1) = 5 \times mg(3d) = 15mgd \quad (2)$$

Ta energija se pretvorila u kinetičku:

$$\frac{1}{2}(Nm)v_5^2 = 15mgd \Rightarrow v_5 = \sqrt{\frac{30gd}{N}} \quad (3)$$

Slično se dobiva i za jedanaestu kuglicu:

$$\frac{1}{2}(Nm)v_{10}^2 = mgd(10+9+\dots+2+1) = 55mgd \quad (5)$$

Odatle dobivamo:

$$v_{10} = \sqrt{\frac{110gd}{N}} \quad (1)$$

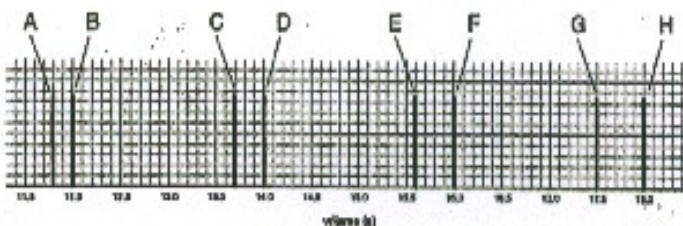
Uvrštavanjem:

$$v_5 = 1.369 \text{ m/s}, \quad v_{10} = 2.622 \text{ m/s} \quad (g = 10 \text{ m/s}^2) \quad (1)$$

$$v_5 = 1.356 \text{ m/s}, \quad v_{10} = 2.597 \text{ m/s} \quad (g = 9.81 \text{ m/s}^2)$$

Zadatak 2. (17 bodova)

Najprije valja na slici uočiti originalne signale – signale koje odašilje uređaj na brodu. To su signali koji se pojavljuju točno svake dvije sekunde, i na slici su označeni slovima B, D, E, F, G, H.



F i H. (Signali koji su se odbili od stijene su A, C, E i G.)

(2)

Označimo s t kašnjenje detektiranog signala, u odnosu na poslani. Tada vrijedi:

$$2L = vt + v_z t = (v + v_z)t \quad (3)$$

(v – brzina broda; v_z – brzina zvuka; L – udaljenost broda od obale u trenutku emitiranja signala).

Nakon vremena $\Delta T = 2$ s, brod ponovno odašilje signal, za koji vrijedi izraz sličan prethodnom:

$$2(L - v\Delta T) = (v + v_z)(t - \Delta t) \quad (4)$$

Drugim riječima, u odnosu na početni položaj, udaljenost broda od obale je sada $L - v\Delta T$, a pripadno kašnjenje se smanjilo na $t - \Delta t$.

Oduzimanjem prethodne dvije jednačbe dobivamo:

$$2v\Delta T = (v + v_z)\Delta t \quad (3)$$

pa se za brzinu broda može napisati:

$$v = \frac{v_z}{\frac{2\Delta T}{\Delta t} - 1} \quad (2)$$

Sa grafa možemo očitati da je vrijeme povratka svakog signala za 0.1 s manje od prethodnog (neovisno kada je taj signal poslan). To znači da je:

$$\Delta t = 0.1 \text{ s} \quad (2)$$

Uvrštavanjem, dobivamo traženo rješenje:

$$v = \frac{340}{39} = 8.718 \text{ m/s} \quad (1)$$

Zadatak 3. (18 bodova)

Određimo najprije mase utega pomoću činjenice da je sustav u ravnoteži. Drugi Newtonov zakon za lijevi uteg glasi (T – napetost koju prenosi nit):

$$m_L a = m_L g - T \quad (2)$$

Slično vrijedi za desni uteg:

$$m_D (-a) = m_D g - 2T \quad (2)$$

S obzirom da je $a = 0$ (ravnoteža!), kombiniranjem gornjih izraza možemo dobiti:

$$m_D = 2m_L \quad (1)$$

S obzirom da nit cijelom svojom duljinom prenosi istu silu T , produljenja opruga na njoj su ista i iznose:

$$k\Delta x_{nr} = T = m_L g \Rightarrow \Delta x_{nr} = \frac{m_L g}{k} \quad (4)$$

Desni uteg opterećuje pripadnu oprugu svojom težinom, tako da za nju vrijedi:

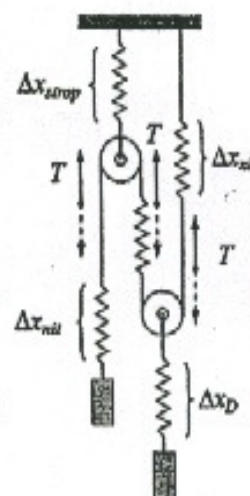
$$k\Delta x_D = m_D g \Rightarrow \Delta x_D = \frac{m_D g}{k} = 2 \frac{m_L g}{k} \quad (4)$$

I na kraju, na oprugu obješenu na strop i pričvršćenu na koloturu djeluje dvostruka sila napetosti T :

$$k\Delta x_{strop} = 2T = 2m_L g \Rightarrow \Delta x_{strop} = 2 \frac{m_L g}{k} \quad (4)$$

Prema tome, traženi omjer produljenja opruga iznosi:

$$\Delta x_{strop} : \Delta x_D : \Delta x_{strop} = 1 : 2 : 2 \quad (1)$$



DRŽAVNA SMOTRA I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA

Gospić, 12.-15. svibnja 2005.

Zadatak 4. (16 bodova)

Uvjet da neko manje tijelo (satelit-pratioc) kruži oko planeta jest da centripetalna sila bude jednaka gravitacijskoj:

$$G \frac{mM}{R^2} = \frac{mv^2}{R} = m4\pi^2 f^2 R \quad (2)$$

Odatle dobivamo uvjet:

$$f^2 = \frac{GM}{4\pi^2 R^3} \quad (2)$$

Masu planeta M možemo napisati preko gustoće kao

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

Uvrštavanjem, dobivamo novi izraz:

$$f^2 = \frac{\rho G}{3\pi} \Rightarrow \rho = \frac{3\pi f^2}{G} \quad (4)$$

Prema tome, gustoće planeta se odnose kao:

$$\rho_1 : \rho_2 = (f_1 : f_2)^2 \quad (2)$$

Iz zadatka nalazimo da je:

$$f_1 : f_2 = 2 : 3 \quad (3)$$

pa dobivamo rješenje:

$$\rho_1 : \rho_2 = (2 : 3)^2 = 4 : 9 \quad (1)$$

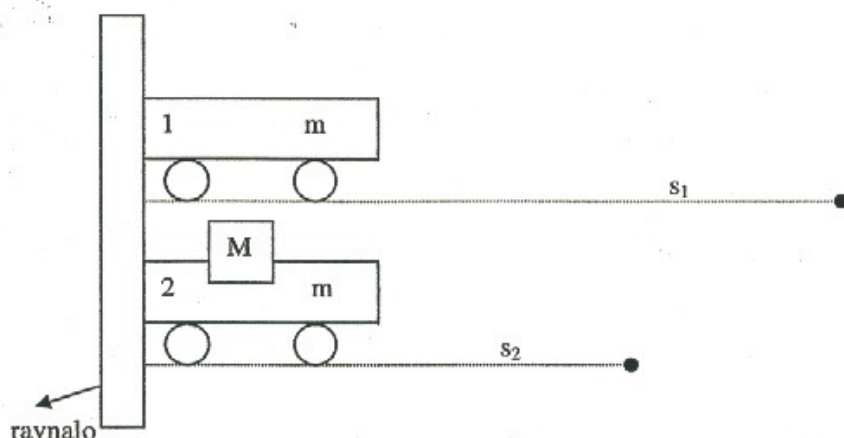
DRŽAVNA SMOTRA I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA
Gospić, 12.-15. svibnja 2005.

Srednje škole – 1. grupa

Eksperimentalni zadatak - rješenje

Složimo pribor kao na slici.

a)



Zabilježimo položaj kolica. Ravnalom istodobno udarimo oba kolica. Kolicima smo dali isti impuls sile. Nakon udara kolica imaju jednaku količinu gibanja. Kolica 1 za isto vrijeme prevale veći put nego kolica 2, koja imaju veću masu. (8 bodova)

b)

$$(F\Delta t)_{\text{na kolica 1}} = (F\Delta t)_{\text{na kolica 2}} \quad (2 \text{ boda})$$

$$m \cdot v_1 = (m+M) \cdot v_2 \quad (2 \text{ boda})$$

$$m \cdot \frac{s_1}{t} = (m+M) \cdot \frac{s_2}{t} \quad (2 \text{ boda})$$

$$ms_1 - ms_2 = Ms_2 \quad (2 \text{ boda})$$

$$M = \frac{m \cdot (s_1 - s_2)}{s_2} \quad (2 \text{ boda})$$

c) m=

s_1/m	s_2/m	M/kg

d)

srednja vrijednost

$$M = (M_s \pm \Delta M) \text{ kg} \quad (2 \text{ boda})$$