

DRŽAVNO TAKMIČENJE 2019.

ŠIFRA UČENIKA

OSNOVNA ŠKOLA **FIZIKA**

UKUPAN BROJ OSVOJENIH BODOVA



Test pregledala/pregledao

.....
.....

Podgorica, 20..... godine

Upustva za takmičare

1.

Zadatak broj	Bodovi
1.	30
2.	25
3.	10
4.	20
5.	15
Ukupno	100

2. Vrijeme rada je 150 minuta.

3. Svaka ispravno napisana formula ili zaključak koji je u vezi sa rješenjem zadatka se boduje prema jedinstvenom kriterijumu.

4. Molimo takmičare da pišu rješenja sa komentarima pregledno i jasno, da numerišu formule koje koriste prilikom izvođenja, da bi ocjenjivači lako i brzo mogli da prate postupak njihovog rješenja.

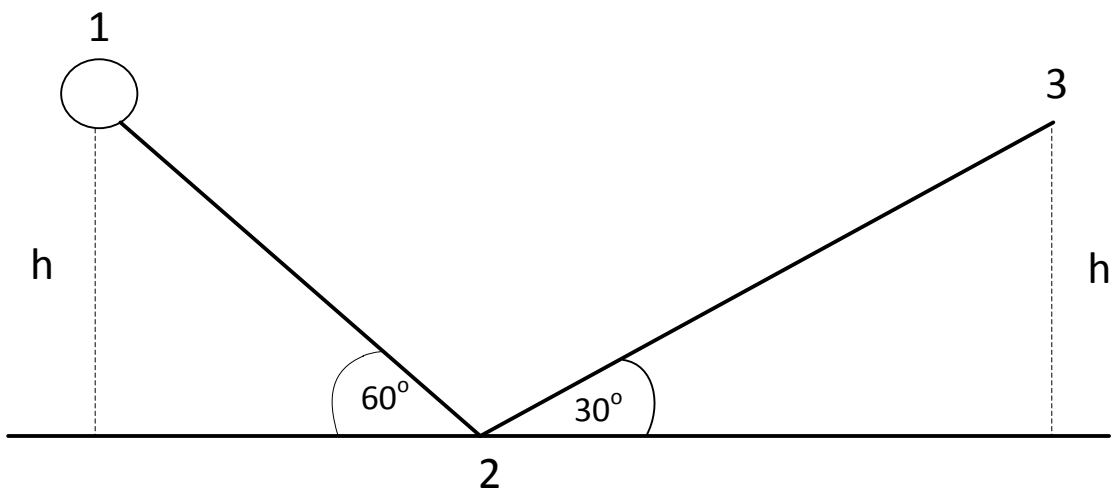
5. Prilikom rješavanja treba obavezno koristiti oznake navedene u formulaciji zadatka.

6. Prilikom rješavanja neke zadatke je potrebno ilustrovati odgovarajućim crtežom, na kojem su ukazane relevantne fizičke veličine (brzine, sile, rastojanja, ...).Crteži se boduju prema shemi za bodovanje.

7. Zadatke treba riješiti tako da se dobije konačni analitički izraz tražene fizičke veličine u funkciji od veličina datih u formulaciji zadatka. Na kraju treba i izračunati i brojnu vrijednost, za što se može koristiti i džepni kalkulator.

ZADACI

1. Odrediti ukupno vrijeme kretanja kuglice, koja se kreće niz i uz dvije strme ravni, i nazad. (od 1-2-3 i nazad 3-2-1). Visine obje strme ravni su iste i iznose $h=1\text{m}$. Trenje između kuglice i strmih ravni je zanemarljivo. Ugao koji gradi prva strma ravan sa horizontalnom podlogom je 60° , a druga strma ravan sa horizontalnom podlogom je 30° . ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)



Rješenje:

Radi se o izolovanom sistemu, pa važi zakon održanja energije:

$$E_1 = E_2 = E_3$$

$$mgh = \frac{mv^2}{2} = mgh \quad \dots 1 \text{ bod}$$

Iz jednakosti energija u (1) i (2) položaju kuglice, dobijamo brzinu kuglice na kraju prve strme ravni:

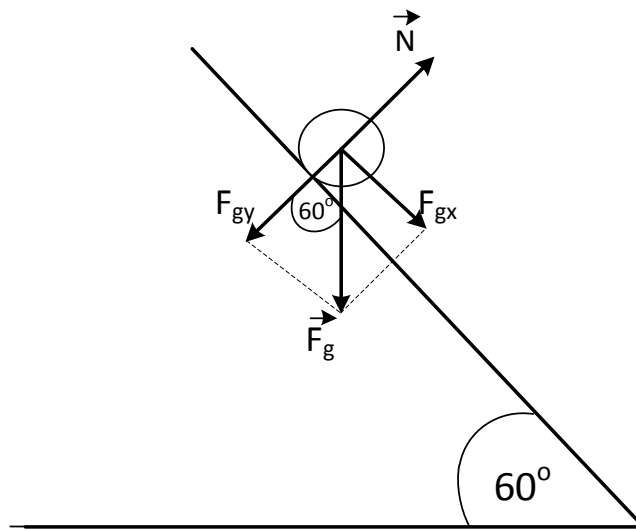
$$mgh = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{2gh} \quad \dots 1 \text{ bod}$$

Ukupno vrijeme kretanja kuglice je

$$t_u = t_{12} + t_{23} + t_{32} + t_{21} \quad \dots 1 \text{ bod}$$

$t_{12} = ?$



... 1 bod

Iz jednačine kretanja, dobijamo:

$$ma_{12} = F_{gx} \quad \dots 1 \text{ bod}$$

$$ma_{12} = mg \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$a_{12} = g \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$F_{gx} = F_g \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$F_{gx} = mg \frac{\sqrt{3}}{2} \quad \dots 1 \text{ bod}$$

Niz prvu stranu ravan kretanje je ubrzano, bez početne brzine, pa je:

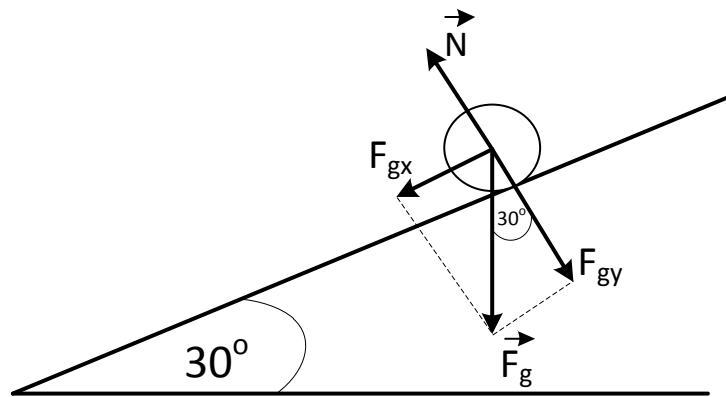
$$v = a_{12}t_{12} \quad \dots 1 \text{ bod}$$

$$t_{12} = \frac{v}{a_{12}} \quad \dots 1 \text{ bod}$$

$$t_{12} = \frac{\sqrt{2gh}}{g \frac{\sqrt{3}}{2}} = \sqrt{\frac{2h}{g}} \cdot \frac{2}{\sqrt{3}} \quad \dots 1 \text{ bod}$$

$$t_{12} = 0,517s \quad \dots 1 \text{ bod}$$

$$t_{23} = ?$$



... 1 bod

$$F_{gx} = \frac{1}{2} F_g = \frac{1}{2} mg \quad \dots 1 \text{ bod}$$

Kretanje uz drugu stran ravan je usporeno, pa važi:

$$ma_{23} = -F_{gx} \quad \dots 1 \text{ bod}$$

$$ma_{23} = -\frac{1}{2} mg$$

$$a_{23} = -\frac{1}{2} g$$

$$v_3 = v_0 - a_{23} \cdot t_{23} \quad \dots 1 \text{ bod}$$

$$v_0 = v = \sqrt{2gh} \quad \dots 1 \text{ bod}$$

$$v_3 = 0$$

$$v_0 = a_{23} t_{23}$$

$$t_{23} = \frac{v_0}{a_{23}} = \frac{v}{a_{23}} = \frac{\sqrt{2gh}}{\frac{1}{2}g} \quad \dots 1 \text{ bod}$$

$$t_{23} = \frac{\sqrt{2h}}{g} \cdot 2$$

$$t_{23} = 0,89s \quad \dots 1 \text{ bod}$$

$$t_{32} = ?$$

Od 3 prema 2, kretanje je ubrzano bez početne brzine

$$m \cdot a_{32} = F_{gx} \quad \dots 1 \text{ bod}$$

$$m \cdot a_{32} = \frac{1}{2} F_g$$

$$m \cdot a_{32} = \frac{1}{2} m g$$

$$a_{32} = \frac{1}{2} g \quad \dots 1 \text{ bod}$$

Iz zakona održanja energije:

$$E_3 = E_2 \quad \dots 1 \text{ bod}$$

$$mgh = \frac{mv_{32}^2}{2}$$

$$v_{32} = \sqrt{2gh}$$

$$v_{32} = a_{32} \cdot t_{32} \quad \dots 1 \text{ bod}$$

$$t_{32} = \frac{v_{32}}{a_{32}} = \frac{\sqrt{2gh}}{\frac{1}{2}g} = 2 \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad \dots 1 \text{ bod}$$

$$t_{32} = 0,89s \quad \dots 1 \text{ bod}$$

$$t_{21} = ?$$

Sada je kretanje usporeno (od 2 do 1)

$$m \cdot a_{21} = -F_{gx} \quad \dots 1 \text{ bod}$$

$$m \cdot a_{21} = -\frac{\sqrt{3}}{2} F_g$$

$$m \cdot a_{21} = -\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot m \cdot g$$

$$a_{21} = -\frac{\sqrt{3}}{2} g \quad \dots 1 \text{ bod}$$

$$v_1 = v_0 - a_{21}t_{21} \quad \dots 1 \text{ bod}$$

$$v_1 = 0$$

$$v_0 = \sqrt{2gh}$$

$$v_0 = a_{21}t_{21}$$

$$t_{21} = \frac{v_0}{a_{21}} = \frac{\sqrt{2gh}}{\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot g} = \frac{2}{\sqrt{3}} \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad \dots 1 \text{ bod}$$

$$t_{21} = 0,517s \quad \dots 1 \text{ bod}$$

$$t_{12} = t_{21}$$

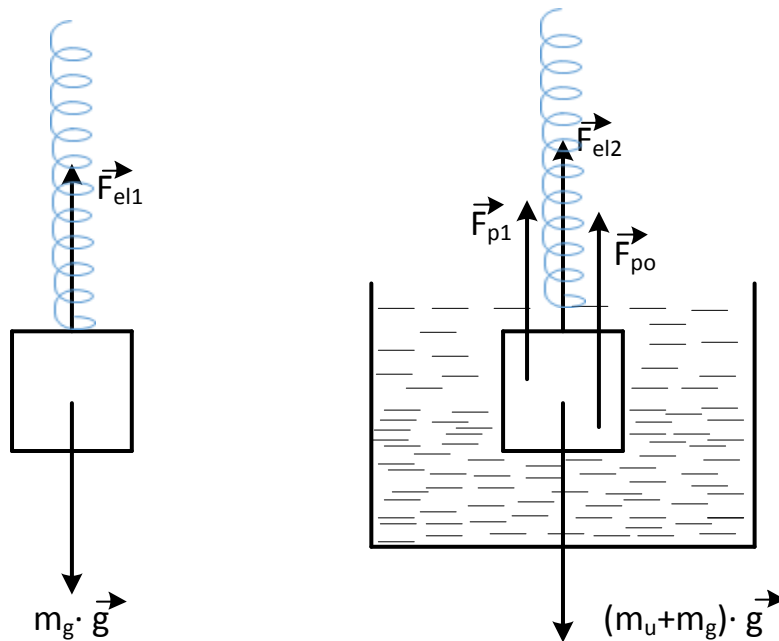
$$t_{23} = t_{32}$$

$$t_u = 2t_{12} + 2t_{23} \quad \dots 1 \text{ bod}$$

$$t_u = 2,814s \quad \dots 1 \text{ bod}$$

2. Homogena kocka od gvožđa stranice $a=10\text{cm}$ okačena o oprugu, izduži oprugu za neko rastojanje X . Kocka istih dimenzija napravljena od gvožđa i urana, čija je jedna polovina u vodi, a druga u ulju, isteže istu oprugu za isto rastojanje X . Odrediti masu urana u kocki. Date su: gvožđa $\rho_g = 7800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, uran $\rho_u = 18700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, ulje $\rho_1 = 800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ i voda $\rho_0 = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Silu potiska u vazduhu zanemariti.

Rješenje:



... 5 bodova

Zbog istih izduženja sile elastičnosti su jednake.

U prvom slučaju:

$$F_{el1} = Q_1 \quad \dots 2 \text{ boda}$$

$$F_{el1} = \rho_g \cdot a^3 \cdot g \quad \dots 2 \text{ boda}$$

U drugom slučaju:

$$F_{el2} = Q_2 - F_{p1} - F_{p2} \quad \dots 2 \text{ boda}$$

$$F_{el2} = (m_u + m_g) \cdot g - \rho_1 \cdot g \frac{a^3}{2} - \rho_0 g \frac{a^3}{2} \quad \dots 2 \text{ boda}$$

$$F_{el1} = F_{el2} \quad \dots 4 \text{ boda}$$

$$\rho_g a^3 \cdot g = (\rho_u V_u + \rho_g V_g) \cdot g - \rho_1 \cdot g \frac{a^3}{2} - \rho_0 \cdot g \frac{a^3}{2} \quad \dots 2 \text{ boda}$$

Uzimajući u obzir da je:

$$V = V_g + V_u \quad \dots 2 \text{ boda}$$

dobijamo zapreminu urana:

$$V_u = \frac{a^3(\rho_0 + \rho_1)}{2(\rho_u - \rho_g)} \quad \dots 2 \text{ boda}$$

i masu:

$$m = \frac{\rho_u a^3 (\rho_o + \rho_1)}{2(\rho_u - \rho_g)} \quad \dots 1 \text{ bod}$$

Zamjenom brojnih vrijednosti dobija se $m=1,54\text{kg}$ urana ... 1 bod

- 3.** Zidar ispušti čekić sa skele visoke 62m i istovremeno uzvikne „pazi“. Koliko je vremena ostalo da se skloni radnik ispod skele od trenutka kada čuje glas? Brzina zvuka u vazduhu je $340 \frac{m}{s}$, $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$.

Rješenje:

t_1 – vrijeme koje je potrebno da čekić padne na zemlju

$$t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad \dots 3 \text{ boda}$$

t_2 – vrijeme potrebno da zvuk pređe isti put

$$t_2 = \frac{h}{c} \quad \dots 3 \text{ boda}$$

Δt – razlika ovih vremena je vrijeme koje je ostalo da se radnik skloni:

$$\Delta t = t_1 - t_2 \quad \dots 2 \text{ boda}$$

$$\Delta t = \sqrt{\frac{2h}{g}} - \frac{h}{c} \quad \dots 1 \text{ bod}$$

$$\Delta t = 3,37s \quad \dots 1 \text{ bod}$$

- 4.** Naelektrisana kapljica mase $m = 6\mu g$ pada između horizontalnih ploča kondenzatora, koje su na rastojanju $d=1,5\text{cm}$. U odsustvu električnog polja, sila otpora sredine uzrokuje da kapljica padne sa konstantnom brzinom. Ukoliko se uspostavi napon $U=650V$, između ploča kondenzatora, kapljica pada dvostruko manjom brzinom. Odrediti naelektrisanje kapljice q , ako sila otpora sredine ima oblik $F=k \cdot v$, gdje je k neka konstanta i ako prije pada kuglice ima

konstantnu brzinu. Gustina kapljice je mnogo veća od gustine vazduha.

Rješenje:

U prvom slučaju važi

$$mg = kv_1 \quad \dots(1) \quad \dots 4 \text{ boda}$$

a u drugom

$$mg = kv_2 + q \cdot E \quad \dots(2) \quad \dots 4 \text{ boda}$$

$$v_2 = \frac{v_1}{2} \quad \dots 1 \text{ bod}$$

$$E = \frac{U}{d} \quad \dots 1 \text{ bod}$$

$$mg = k \frac{v_1}{2} + q \frac{U}{d} \quad \dots 4 \text{ boda}$$

$$mg = \frac{mg}{2} + q \frac{U}{d} \quad \dots 1 \text{ bod}$$

$$\frac{mg}{2} = q \frac{U}{d} \quad \dots 3 \text{ boda}$$

$$q = \frac{mgd}{2U} \quad \dots 1 \text{ bod}$$

$$q \approx 6,9 \cdot 10^{-13} \text{C} \quad \dots 1 \text{ bod}$$

- 5.** Kapljica vode naelektrisana sa 20 pC ima potencijal od 400V.
a) Izračunaj poluprečnik kapljice

- b) Ako dvije takve kuglice, sa istim naelektrisanjem i istim poluprečnikom formiraju jednu sfernu kapljicu, odredi njen potencijal. $(V = \frac{4}{3}r^3\pi) k = 9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{c^2}$

Rješenje:

a)

$$\varphi = k \frac{q}{r} \Rightarrow r = \frac{kq}{\varphi} \quad \dots 2 \text{ boda}$$

$$r = 4,5 \cdot 10^{-3}m \quad \dots 1 \text{ bod}$$

- b) Tečnost je nestišljiva, pa kad se kapljice spoje, ukupna zapremina nove kapljice povećaće se dva puta. Poluprečnik nove kapljice je r_1 . Tada je

$$\frac{4}{3}r_1^3\pi = 2 \cdot \frac{4}{3}r^3\pi \quad \dots 5 \text{ bodova}$$

$$r_1 = r\sqrt[3]{2} \quad \dots 1 \text{ bod}$$

Naelektrisanje nove kapljice biće dva puta veće od naelektrisanja stare.

$$q_1 = 2q \quad \dots 3 \text{ boda}$$

Potencijal nove kapljice:

$$\varphi_1 = \frac{2\varphi}{\sqrt[3]{2}} \quad \dots 2 \text{ boda}$$

$$\varphi_1 = 635V \quad \dots 1 \text{ bod}$$