DRUŠTVO FIZIČARA SRBIJE
I DRUŠTVO MATEMATIČARA I FIZIČARA CRNE GORE
u saradnji sa saveznim i republičkim Ministarstvima prosvete i nauke

Savezno takmičenje učenika VII razreda osnovnih škola iz fizike
Subotica, 5. i 6. juni 1993. godine

1. Telo mase $m = 50\,g$ klizi bez početne brzine niz strmu ravan nagibnog ugla 30^o i prelazi još $l = 50\,cm$ puta po horizontalnom delu, do zaustavljanja. Naći rad sile trenja na celom putu, ako je koeficijent trenja svuda isti i iznosi $\mu=0,15$ ($g=9,81 m/s^2$).

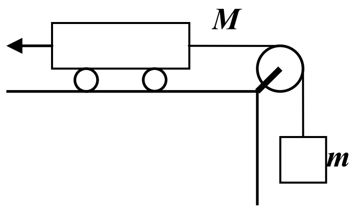
2. Nekada je turistička atrakcija Subotice bio tramvaj do Palića, koji je leti imao otvorene vagone. Jedan takav tramvaj polazi sa stanice jednako ubrzano i tokom osme i devete sekunde kretanja prelazi ukupno *32m*. Jednako ubrzano kretanje traje ukupno *12s*, a zatim, zbog neopreznog bicikliste ispred sebe, tramvaj počinje da koči i kreće se jednako usporeno. Kada kočeći pređe *18m*, brzina mu iznosi polovinu brzine koju je imao na početku kočenja i biciklista uspeva da se skloni. Odrediti ubrzanje i usporenje ovog tramvaja.

3. U toplotno izolovanom i zatvorenom sudu sa vodom temperature 0^oC pliva komad leda (mase *0,1kg*) u kome se nalazi zamrznuta kuglica mase *5g*. Odrediti količinu toplote koju treba dovesti sistemu da bi kuglica počela da tone. Gustina leda je $900 kg/m^3$, gustina kuglice $11200 kg/m^3$, a toplota topljenja leda je *330kJ/kg*.

4. Opisati kako bi se odredila gustina komada metala koji se nalazi u jednoj od dve kugle plastelina, ako je poznato da su mase plastelina u kuglama jednake. Komad metala se ne može izvlačiti iz plastelina. Od pribora i materijala mogu se koristiti: terazije sa tegovima, čaša sa vodom, stativ i kanap. Plastelin se može kanapom okačiti o držač tasova, a čaša je dovoljno velika da u nju staju kugle.

5. Brod koji se kreće nizvodno, pri prolasku ispod mosta spušta splav. Brod plovi nizvodno još jedan sat, a onda se okreće i vraća uzvodno. Splav sreće na mestu koje je *8km* nizvodno od mosta. Odrediti brzinu reke, ako se zna da brod i uzvodno i nizvodno razvija istu brzinu u odnosu na vodu. Zanemariti vreme okretanja.

6. Kolica mase *500g* vezana su pomoću niti sa tegom mase *200g*. U početnom trenutku kolica imaju brzinu od *7m/s* i kreću se nalevo po horizontalnoj površini. Trenje je zanemarljivo. Odrediti veličinu i smer brzine kolica, njihov položaj i ukupan pređeni put posle 5 sekundi. ($g=9,81 m/s^2$)



7. Izdubljeno sferno ogledalo ima poluprečnik krivine *R=40cm*. Na optičkoj osi ogledala, na rastojanju *30cm* od ogledala, nalazi se tačkasti izvor svetlosti *S*. Na kolikom rastojanju od temena ogledala treba postaviti ravno ogledalo, normalno na optičku osu, tako da se svetlosni zraci koji polaze iz *S,* posle odbijanja na sfernom i ravnom ogledalu, opet vrate u *S* ?

8. Matematičko klatno dužine *l=1m* osciluje u vertikalnoj ravni. Ispod klatna se u vodoravnoj ravni postavlja ravno ogledalo. Pri kretanju, klatno i njegov lik u ogledalu menjaju svoju udaljenost.
   a) Koliko vremena protekne između dva momenta u kojima je udaljenost klatna i njegovog lika najmanja?
   b) Rešiti isti problem ako se ogledalo premesti da stoji vodoravno, ali iznad klatna.
   c) Rešiti isti problem ako ogledalo stoji u vertikalnoj ravni, normalno na pravac kretanja klatna. (Ogledalo je dovoljno udaljeno da klatno ne može da udari u njega.)

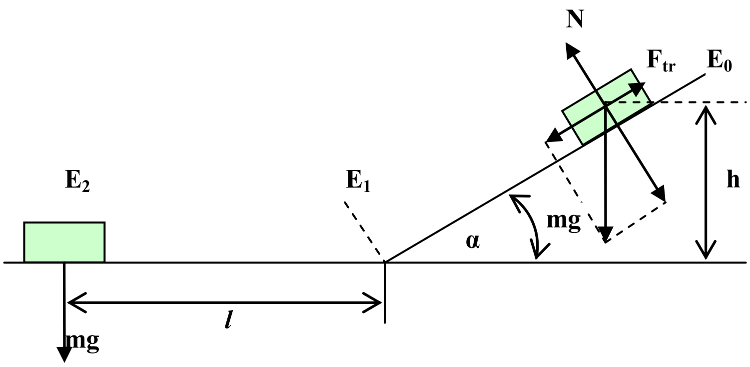
Zadatke pripremila Komisija: dr Darko Kapor - predsednik, dr Dušanka Obadović, dr Jablan Dojčilović, Srđan Rakić

NAPOMENE: ***Rešava se samo pet zadataka. Svaki zadatak nosi po 20 poena. Ocenjuju se samo onih 5 zadataka koje sam takmičar izabere, bez obzira koje je sve zadatke rešavao!***

Zadaci od 5.-8. za VII razred su identični odgovarajućim zadacima za VIII razred!

REŠENJE ZADATAKA
za Savezno takmičenje učenika VII razreda osnovnih škola iz fizike
Subotica, 5. i 6. juni 1993. godine

1. $m = 50\,g; \alpha = 30°; l = 50\,cm; \mu = 0{,}15; A_{tr} = ?$



$E_2 = 0$

$E_1 = A_{tr\,2} = \mu \cdot m \cdot g \cdot l$

$E_0 = m \cdot g \cdot h$

$A_{tr\,1} = \mu \cdot m \cdot g \dfrac{\sqrt{3}}{2} d = \mu \cdot m \cdot g \dfrac{\sqrt{3}}{2} 2h$

$\mu \cdot m \cdot g \cdot l = m \cdot g \cdot h - \mu \cdot m \cdot g \cdot h$

$\mu \cdot m \cdot g \cdot l = h \cdot (1 - \sqrt{3}\mu)$

$h = \dfrac{\mu \cdot l}{1 - \sqrt{3}}$; Ukupan rad je: $A_{tr} = m \cdot g \cdot h = \mu \cdot m \cdot g \cdot \left(\dfrac{l}{1 - \sqrt{3}\mu} \right) = \dfrac{0{,}15 \cdot 5 \cdot 10^{-2} \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}5}{1 - 0{,}26} = 0{,}05\,J$

2. $t_1 = 8s; t_2 = 9s; t = 12\,s; S_2 = 18\,m; S_1 = 32\,m; a_1, a_2 = ?$

Ubrzano: $S = \dfrac{at^2}{2}$, $v_0 = 0; v_2 = \dfrac{v_m}{2}$; $S_1 = \Delta S = S_9 - S_7 = \dfrac{a_1}{2}\left(t_9^{\,2} - t_7^{\,2}\right)$; $32 = \dfrac{a_1}{2}(9^2 - 7^2) \Rightarrow a_1 = \dfrac{64}{32} = 2\dfrac{m}{s^2}$

Usporeno:

a) $v^2 = v_0^{\,2} - 2a_2 S_2$; $v_0 = v_m$; $v = v_0 - at \Rightarrow t = \dfrac{v_0 - v}{a}$; $\left(\dfrac{v_m}{2}\right)^2 = v_m^{\,2} - 2a_2 S_2$; $S = v_0 t - \dfrac{at^2}{2}$;

$2a_2 S_2 = \dfrac{3}{4} v_m^{\,2}$; $S = v_0\left(\dfrac{v_0 - v}{a}\right) - \dfrac{a}{2}\left(\dfrac{v_0 - v}{a}\right) \Rightarrow a_2 \dfrac{3v_m^{\,2}}{8S_2} = \dfrac{3(24)^2}{8 \cdot 18} = 12\dfrac{m}{s^2}$;

$aS = v_0^{\,2} - v_0 v - \dfrac{1}{2}\left(v_0^{\,2} - 2v_0 v + v^2\right) = \dfrac{v_0^{\,2}}{2} - \dfrac{v^2}{a}$; $2aS = v_0^{\,2} - v^2 \Rightarrow v^2 = v_0^{\,2} - 2as$;

b) Iz sistema $v = v_m - a_2 t$, $S_2 = v_m - \dfrac{a_2 t^2}{2}$, $S_2 = v_m t - a_2 t \dfrac{t}{2}$ $\Rightarrow$ $\dfrac{v_m}{2} = v - a_2 t \Rightarrow a_2 t = \dfrac{v_m}{2}$, $S_2 = v_m t - \dfrac{v_m}{2}\dfrac{t}{2} = S_m t \dfrac{3}{4}$

$t = \dfrac{4S_2}{3v_m} = \dfrac{4}{3} - \dfrac{18}{24} = 1s$; $a_2 = \dfrac{v_m}{2t} = \dfrac{24}{2} = 12\dfrac{m}{s^2}$; (ili $a_2 = \dfrac{v_m}{2} \cdot \dfrac{3v_m}{4S_2}$.......)

3. $m_1 = 0{,}1kg; m_k = 5g; \rho_1 = 900\;kg/m^3; \rho_k = 11200\;kg/m^3; \lambda = 330\;kJ/kg; Q = ?$

Da bi kuglica počela da tone, nije potrebno da se istopi sav led. Dovoljno je da srednja gustina sistema led+kuglica postane veća od gustine vode. Tada kuglica (zajedno sa ledom) počinje da tone.
Neka je masa neistopljenog lada m_1'. Ako sa ρ_v označimo gustinu vode ($\rho_v = 1000 kg/m^3$), taj uslov je:

$\dfrac{m_1' + m_k}{V_1' + V_k} \geq \rho_v$; $V_1' = \dfrac{m_1'}{\rho_1}$; $V_k = \dfrac{m_k}{\rho_k} \Rightarrow \dfrac{m_1' + m_k}{\dfrac{m_1'}{\rho} + \dfrac{m_k}{\rho_k}}$; $m_1' + m_k \geq \rho_v \left(\dfrac{m_1'}{\rho_1} + \dfrac{m_k}{\rho_k}\right)$ granični slučaj

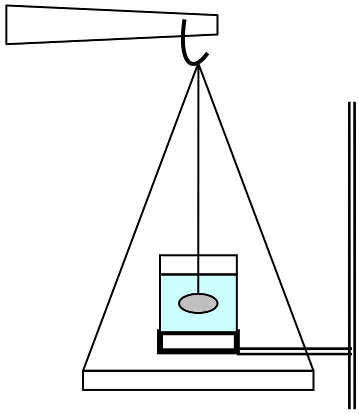
$m_1' + m_k = m_1' \dfrac{\rho_v}{\rho_1} + m_k \dfrac{\rho_v}{\rho_k}$; $m_1'\left(\dfrac{\rho_v}{\rho_1} - 1\right) = m_k\left(1 - \dfrac{\rho_v}{\rho_k}\right) \Rightarrow m_1' = \dfrac{\rho_k - \rho_v}{\rho_v - \rho_1}\dfrac{\rho_1}{\rho_k} m_k$; $m_1' = 8{,}2 m_k = 41\,g$;

Znači, istopilo se $\Delta m = m_1 - m_1' = 100 - 41 = 59\,g$ leda. Utrošena toplota je $Q = 19500J$.
NAPOMENA: toplota se ne troši na podizanje temperature, dok se sav led na istopi!

4. Potrebna su 4 merenja. Svaka kuglica se prvo meri na tasu, a potom se okači kanapom i potapa u vodu kao na slici. Uočiti:

a) tas ne sme biti skinut;
b) čaša stoji na stativu, ne na tasu;
c) kugla mora biti potpuno potopljena!

Merenjem kugli na tasovima, nalazimo m_p (masu kugle od plstelina) i m_{p+m} (masu kugle sa plastelinom i metalom). Odatle je masa komada metala $m_m = m_{p+m} - m_p$.



Zapreminu komada metala određujemo na sledeći način: Neka je m_p' masa tegova koja uravnotežuje kuglu od plastelina potopljenu u vodu, a m_{p+m}' masa tegova koja uravnotežuje kuglu sa metalom potopljenu u vodu. Gustina vode je ρ_v . Arhimedov zakon daje:

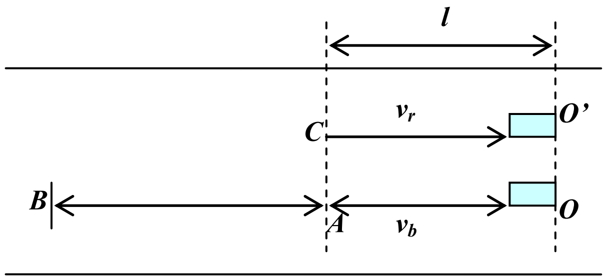
$$m_p \cdot g - \rho_v \cdot V_v \cdot g = m_p' \cdot g\,;\quad m_{p+m} \cdot g - \rho_v \cdot (V_p + V_m) \cdot g = m_{p+m}' \cdot g$$

(V_p - zapremina plastelina; V_m - zapremina metala)

$$V_p = \frac{m_p - m_p'}{\rho_v}\,;\quad V_p + V_m = \frac{m_{p+m} - m_{p+m}'}{\rho_v} \Rightarrow V_m = \frac{m_{p+m} - m_{p+m}'}{\rho_v} - \frac{m_p - m_p'}{\rho_v}\,;$$

Odavde je $\rho_m = \dfrac{m_m}{V_m} = \dfrac{(m_{p+m} - m_p) \cdot \rho_v}{\left(m_{p+m} - m_{p+m}'\right) - \left(m_p - m_p'\right)}$ ili $\rho_m = \rho_v \dfrac{m_{p+m} - m_p}{(m_{p+m} - m_p) - \left(m_{p+m}' - m_p'\right)}$.

5. $l = 8\,km\,;\, t = 1\,h\,;$



v_b - brzina broda; v_r - brzina reke;
t - vreme kretanja nizvodno
t' - vreme kretanja uzvodno

a) U odnosu na obalu, brod prelazi put $s_1 = BO$ nizvodno i $S_2 = BA$ uzvodno:
$S_1 = (v_b+v_r)\cdot t$ i $S_2 = (v_b-v_r)\cdot t'$,
a splav samo nizvodno $l=CO'$ $l=v_r\cdot(t+t')$;
Ako je $S_1 = S_2 + l \Rightarrow (v_b+v_r)\cdot t = (v_b-v_r)\cdot t' + v_r\cdot(t + t')\,;\quad v_b\cdot t = v_b\cdot t' \Rightarrow t = t' \Rightarrow l_r = v\cdot 2t \Rightarrow$

$$\Rightarrow v_r = \frac{l}{2 \cdot t} = \frac{8}{2} = 4\frac{km}{h}\,.$$

b) Superelegantno rešenje:
U sistemu vezanom za reku, splav miruje, a brod se udaljuje brzinom v_b, prelazeći put $v_b\cdot t$. Vraća se istom brzinom prema splavu i prelazi isti put, što znači $t = t'$ ...(ostalo je isto)...

c) Mešovita verzija:
Nizvodno, brod pređe put $S = OB = (v_b+v_r)\cdot t$, a splav $O'A = v_r\cdot t$. Udaljeni su za $(v_b+v_r)\cdot t - v_r\cdot t$
Brod se vraća i prelazi put: $S_2 = (v_b-v_r)\cdot t'$ a splav $v_r\cdot t'$ te je $v_b\cdot t = (v_b-v_r)\cdot t' + v_r\cdot t' \Rightarrow t=t'$ ...

6. $M = 500\,g\,;\, m = 200\,g\,;\, v_0 = 7\,m/s\,;\, t = 5\,s\,;\quad v_1 = ?\quad S_1, S = ?$

a) $mg = (M + m)a \Rightarrow a = \dfrac{mg}{M + m} = \dfrac{200 \cdot 9{,}81}{700} = 2{,}8\dfrac{m}{s^2}$ (nadesno!)

Kolica se kreću usporeno: $v = v_0 - at \Rightarrow v = 7 - 2{,}8 \cdot 5 = -7\,m/s$

(brzina je usmerena na desno jer je $v_0>0$ na levo). Formalno, kao da se telo nije pomaklo.

$$x = v_0 t - \frac{at^2}{2};\quad x = 7 \cdot 5 - \frac{2{,}8 \cdot 25}{2} = 0!$$

Kretanje treba razložiti na kretanje nalevo i nadesno: $v = v_0 - at'$; $v_0 = 0 \Rightarrow t' = \frac{v_0}{a} = \frac{7}{2,8} = 2,5\,s$

$S_1 = v_0 t' - \frac{at'^2}{2} \Rightarrow S_1 = 72,5 - 2,8\frac{(2,5)^2}{2} = 8,75\,m$ · $S_2 = \frac{at^2}{2}; t_2 = t - t' = 2,5\,s; S_2 = 8,75\,m$ $S = S_1 + S_2 = 17,5\,m$ (Može i pomoću simetrije: koliko mu treba da se zaustavi, isto toliko mu treba i da se vrati na isto mesto).

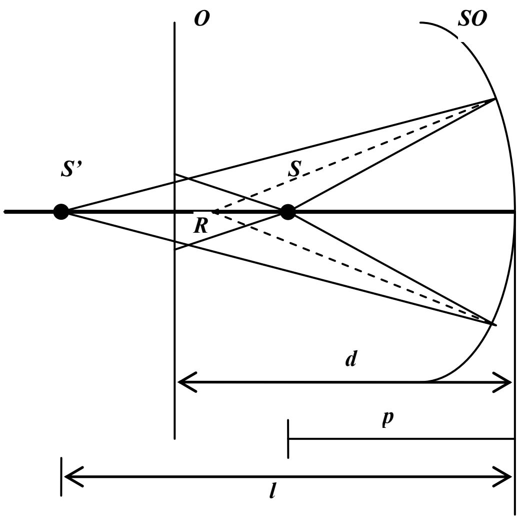
7. $R = 40\,cm$; $p = 30\,cm$; $d = ?$ Lik koji nastaje prvim odbijanjem je *S'*. Njegov položaj je određen sa:

$\frac{2}{R} = \frac{1}{p} + \frac{1}{l}$; $\frac{1}{l} = \frac{2}{R} - \frac{1}{p} \Rightarrow l = \frac{pR}{2p - R} \Rightarrow l = 60\,cm$; Ako se na putu zraka ka *S'* postavi ravno ogledalo *O*, zraci se od njega odbijaju kao da dolaze iz *S'*. Prema tome, ravno ogledalo treba da stoji tako da *S* bude lik za *S'* tj. na polovini rastojanja između *S* i *S'*. $d = p\frac{l - p}{2} = \frac{p + l}{2}$

$d = 45\,cm$;

Može i potpuno opšte rešenje: $l = \frac{pR}{2p - R}$;

$$d = \frac{p + \frac{pR}{2p - R}}{2} = \frac{2p^2 - pR + rR}{2(2p - R)} = \frac{2p^2}{2(2p - R)}\frac{p^2}{2p - R} = 45\,cm;$$



8. $l = 1m; g = 9,81\,m/s^2; t_1, t_2, t_3 = ?$

PERIOD OSCILOVANJA KLATNA

$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}} \approx 2\,s$

a) $t = \frac{T}{4} + \frac{T}{4} = \frac{T}{2} = 1\,s$

(najmanje je rastojanje u ravnotežnom položaju)

b) $t_2 = \frac{T}{2} = 1\,s$

(najmanje je rastojanje u obe amplitude)

c) $t_3 = T = 2\,s$

(najmanje je rastojanje u jednoj amplitudi i ponavlja se posle svakog *T*)