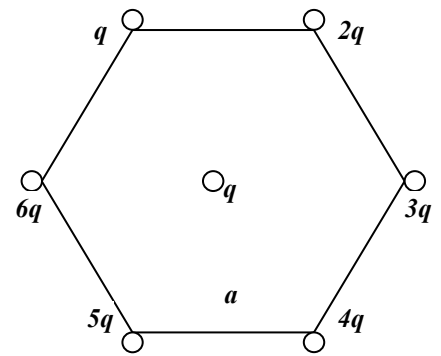


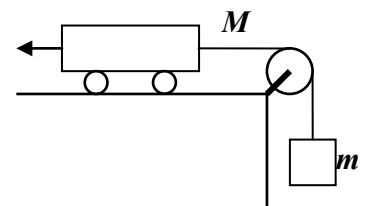
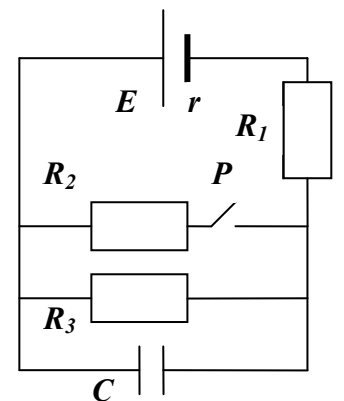
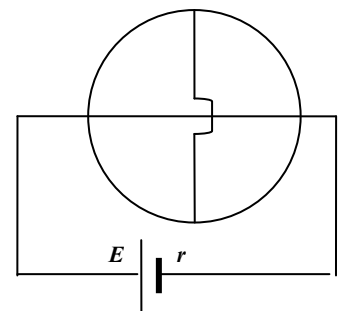
DRUŠTVO FIZIČARA SRBIJE
I DRUŠTVO MATEMATIČARA I FIZIČARA CRNE GORE
u saradnji sa saveznim i republičkim Ministarstvima prosvete i nauke
Savezno takmičenje učenika VIII razreda osnovnih škola iz fizike
Subotica, 5. i 6. juni 1993. godine

1. U temenima pravilnog šestougaonika sa stranom $a = 10\text{ cm}$ postavljena su tačkasta naelektrisanja i to redom: $q, 2q, 3q, 4q, 5q,$ i $6q$ ($q=1\mu\text{C}$). Naći silu F koja je rezultanta svih sila kojima ova naelektrisanja deluju na naelektrisanje q koje se nalazi u centru šestougaonika. (Podsećamo vas na Kulonov zakon: Sila između dva tačkasta naelektrisanja, q i q na rastojanju r , iznosi $F = k \cdot \frac{q \cdot q}{r^2}$.



Konstanta $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$.)

2. Izvor elektromotorne sile od $6V$ i unutrašnjeg otpora $r=10\Omega$ priključen je provodnicima zanemarljivog električnog otpora na konturu (kružnica prečnika $2R=0,4m$ sa dva međusobno normalna prečnika, kao na slici), koja je napravljena od žice sa otporom po jedinici dužine $a=200\Omega m$. Odrediti jačinu struje koja prolazi kroz izvor.
3. U strujnom kolu prikazanom na slici vezan je kondenzator kapaciteta $C=10\mu\text{F}$. Za koliko se promeni količina naelektrisanja na kondenzatoru ako se prekidač P zatvori? Elektromotorna sila izvora je $E=10V$, unutrašnji otpor $r=1\Omega$, a vrednost ostalih otpora $R_1=R_2=R_3=5\Omega$.
4. Tanko sabirno sočivo ima žižnu daljinu 20cm . Tačkasti izvor svetlosti ravnomerno rotira oko optičke ose, po krugu poluprečnika $r=5\text{cm}$ brzinom od 3m/s . Udaljenost centra ovog kruga od centra sočiva je 50cm . Odrediti brzinu kojom se kreće lik ovog izvora.
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. Zanimariti 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. ($g=9,81\text{m/s}^2$)



7. Izdubljeno sferno ogledalo ima poluprečnik krivine $R=40\text{cm}$. 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 $l=1\text{m}$ osciluje u vertikalnoj ravni. Ispod klatna se u vodoravnoj ravni postavlja ravno ogledalo. Pri kretanju, klatno i njegov lik u ogledalu menjaju svoju udaljenost.
- Koliko vremena protekne između dva momenta u kojima je udaljenost klatna i njegovog lika najmanja?
 - Rešiti isti problem ako se ogledalo premesti da stoji vodoravno, ali iznad klatna.
 - 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 VIII razred su identični odgovarajućim zadacima za VII razred!

REŠENJE ZADATAKA

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

1. $a=10\text{cm}$ $Q=1\mu\text{C}$ $F=?$ Na naelektrisanje u centru deluju šest odbojnih sila: $F_1, F_2, F_3, F_4, F_5, F_6$. Parovi sila (F_1, F_4) ; (F_2, F_5) ; (F_3, F_6) daju rezultate istog intenziteta.

$$F_{41} = k \frac{4q^2}{a^2} - k \frac{q^2}{a^2} = k \frac{3q^2}{a^2}; \quad F_{52} = k \frac{5q^2}{a^2} - k \frac{2q^2}{a^2} = k \frac{3q^2}{a^2};$$

$$F_{63} = k \frac{6q^2}{a^2} - k \frac{3q^2}{a^2} = k \frac{3q^2}{a^2}$$

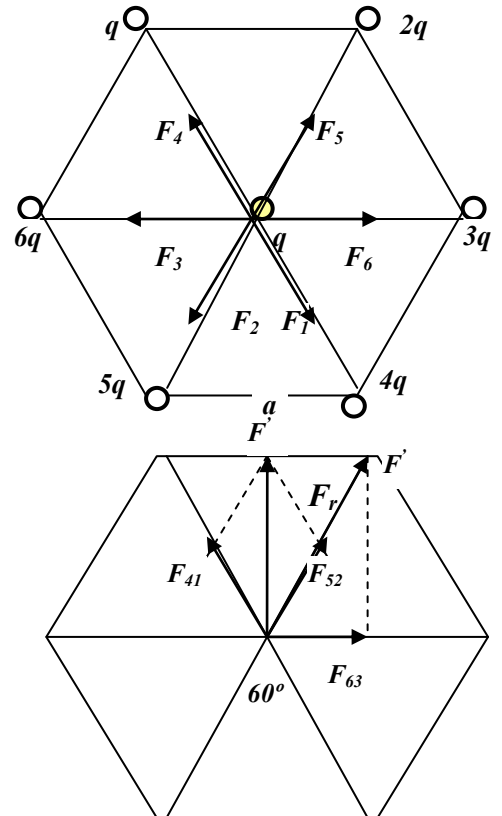
I verzija - Rezultanta sila F_{41} i F_{52} je dvostruka visina jednakostraničnog trougla: $F' = 2 \frac{\sqrt{3}}{2} F_{41} = k \cdot 3\sqrt{3} \frac{q^2}{a^2}$; F' i F_{63}

su katete pravouglog trougla, pa je

$$F_r = \sqrt{F'^2 + F_{63}^2} = \sqrt{\frac{9 \cdot 3 \cdot q^4 \cdot k^2}{a^4} + \frac{9 \cdot q^4 \cdot k^2}{a^4}} = \sqrt{\frac{36 \cdot k^2 \cdot q^4}{a^4}};$$

$$F_r = 6 \cdot k \cdot \frac{q^2}{a^2} = 5,4 \text{ N};$$

Rezultanta je usmerena ka naelektrisanju $2q$!



2. $E=6\text{V}$ $r=10\Omega$ $2R=0,4\text{m}$ $a=200\Omega/\text{m}$

$$I = \frac{E}{R_e + r} \quad (\text{Omov zakon}) \quad R_e - \text{ekvivalentni otpor konture}$$

Zbog simetrije, tačke C i D su na istom potencijalu, tako da kroz provodnik CD ne teče struja i ne uzimamo ga dalje u obzir.

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_{ACB}} + \frac{1}{R_{AB}} + \frac{1}{R_{ADB}};$$

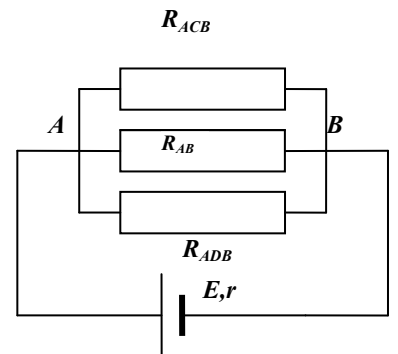
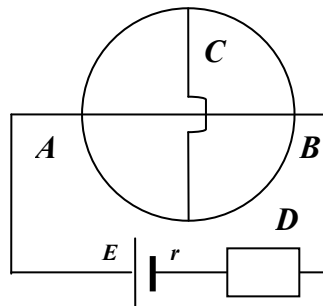
$$R_{ACB} = R_{ADB} = a \cdot R \cdot \pi \quad (\text{pola kružnice});$$

$$R_{AB} = a \cdot 2 \cdot R \quad (\text{prečnik});$$

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{aR\pi} + \frac{1}{a2R} + \frac{1}{aR\pi} = \frac{4 + \pi}{a2R\pi};$$

$$R_e = \frac{2aR\pi}{4 + \pi}; \quad R_e = 35,18\Omega;$$

$$I = \frac{6}{10 + 35,18} \approx 0,133 \text{ A}; \quad I \approx 0,133 \text{ A}.$$



3. $\varepsilon = 10\text{V}$; $r = 1\Omega$; $R_1 = R_2 = R_3 = 5\Omega$; $C = 10\mu\text{F}$;

IZRADA: $q_1 = C \cdot U'_{AB}$; $q_2 = C \cdot U''_{AB}$; $\Delta q = q_1 - q_2 = C \cdot (U'_{AB} - U''_{AB})$

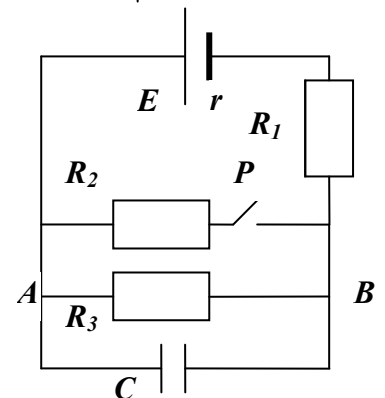
a) **otvoren prekidač:** $U'_{AB} = I_1 \cdot R_3 = \frac{E}{r + R_1 + R_3} \cdot R_3 = \frac{10}{1 + 5 + 5} \cdot 5 = 4,54 \text{ V};$

$$q_1 = C \cdot U'_{AB} = 10 \cdot 10^{-6} \cdot 4,54 = 4,54 \cdot 10^{-5} \text{ C};$$

b) **zatvoren prekidač:** $U''_{AB} = I_2 \cdot R_e$; $R_e = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{25}{10} = 2,5\Omega$

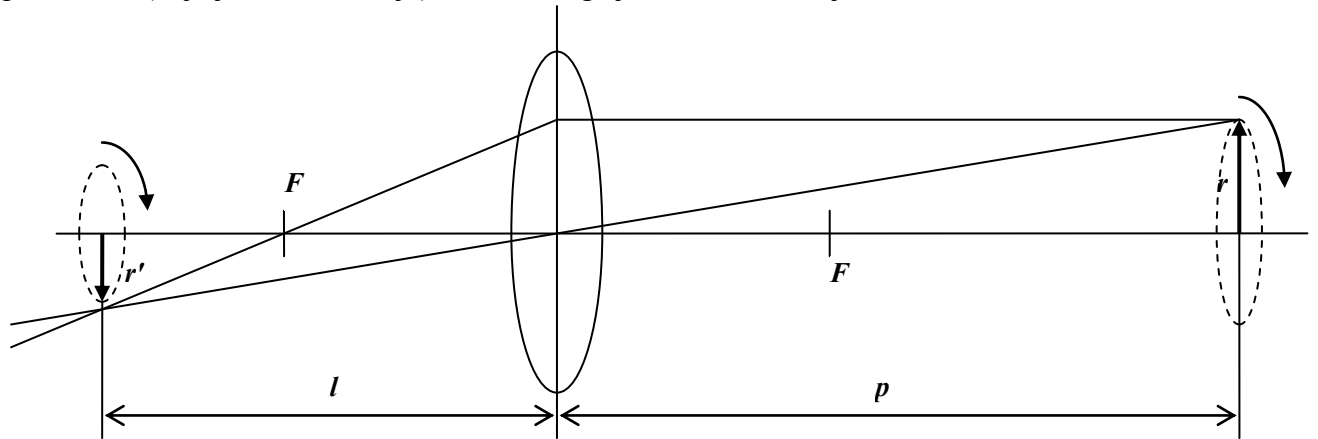
$$I_2 = \frac{E}{r + R_1 + R_e}; \quad U''_{AB} = \frac{E}{r + R_1 + R_e} \cdot R_e = \frac{10 \cdot 2,5}{1 + 5 + 2,5} = 2,94 \text{ V}; \quad q_2 = C \cdot U''_{AB} = 10 \cdot 10^{-6} \cdot 2,94 = 2,94 \cdot 10^{-5} \text{ C};$$

$$\Delta q = C(U'_{AB} - U''_{AB}) = 10 \cdot 10^{-6} (4,54 - 2,94) = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ C}.$$



4. $f = 20 \text{ cm}; r = 5 \text{ cm}; v = 3 \text{ m/s}; p = 50 \text{ cm}; v' = ?$

IZRADA: Konstrukcija pokazuje da se i lik svetlosnog izvora (S') obrće po krugu koji je normalan na optičku osu (koja je i osa obrtanja). Ravan kruga je od sočiva udaljena za l :



$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{l} \Rightarrow l = \frac{f \cdot p}{p - f} = \frac{100}{3} = 33,33 \text{ cm}; \quad \text{Poluprečnik kruga po kome se kreće lik } (r') \text{ nalazimo:}$$

$$\frac{r'}{r} = \frac{l}{p} \Rightarrow r' = r \cdot \frac{l}{p} = \frac{10}{3} \text{ cm} = 3,33 \text{ cm}; \quad \text{Brzina kretanja po krugu je } v = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{T} \text{ odnosno } v' = \frac{2 \cdot r' \cdot \pi}{T}$$

Prema tome: $\frac{v'}{v} = \frac{r'}{r} \Rightarrow v' = v \cdot \frac{r'}{r} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. (može se i prvo izračunati T , pa onda v')

5. $l = 8 \text{ km}; t = 1 \text{ h};$

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:

$$S_1 = (v_b + v_r) \cdot t \quad \text{i} \quad S_2 = (v_b - v_r) \cdot t',$$

a splav samo nizvodno $l = CO'$ $l = v_r \cdot (t + t')$;

$$\text{Ako je } S_1 = S_2 + l \Rightarrow (v_b + v_r) \cdot t = (v_b - v_r) \cdot t' + v_r \cdot (t + t'); \quad v_b \cdot t = v_b \cdot t' \Rightarrow t = t' \Rightarrow l_r = v \cdot 2t \Rightarrow$$

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

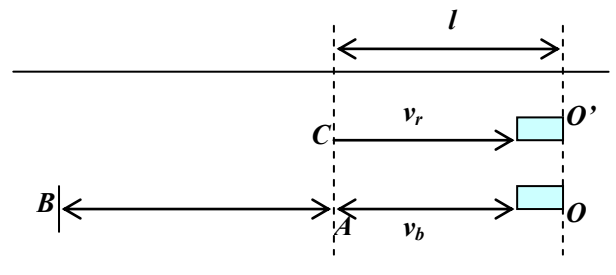
b) Superelegantno rešenje:

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

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

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

(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: $v = v_0 - at'$; $v_0 = 0 \Rightarrow t' = \frac{v_0}{a} = \frac{7}{2,8} = 2,5 \text{ s}$

$$S_1 = v_0 t' - \frac{at'^2}{2} \Rightarrow S_1 = 72,5 - 2,8 \frac{(2,5)^2}{2} = 8,75 \text{ m} \cdot S_2 = \frac{at^2}{2}; t_2 = t - t' = 2,5 \text{ s}; S_2 = 8,75 \text{ m} \quad S = S_1 + S_2 = 17,5 \text{ m} \text{ (Može i}$$

pomoću simetrije: koliko mu treba da se zaustavi, isto toliko mu treba i da se vrati na isto mesto).

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

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{p} + \frac{1}{l}; \quad \frac{1}{l} = \frac{2}{R} - \frac{1}{p} \Rightarrow l = \frac{pR}{2p - R} \Rightarrow l = 60 \text{ cm};$$

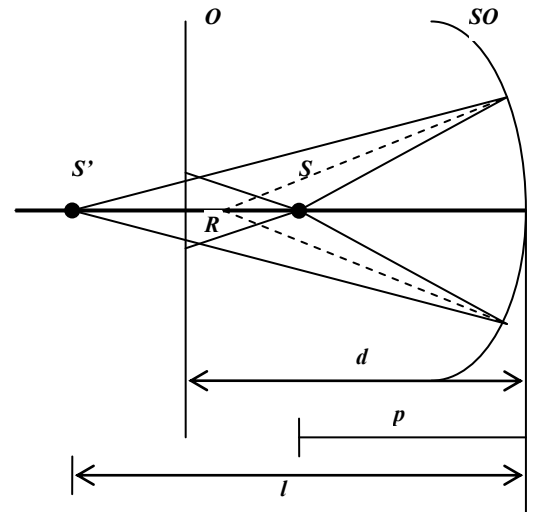
Ako se na putu zraka ka S' postavi ravno ogledalo O , zraci se od njega odbijaju kao da dolaze iz S' . Prema tome, ravno ogledalo treba da stoji tako da S bude lik za S' tj. na polovini rastojanja između S i S' .

$$d = p \frac{l - p}{2} = \frac{p + l}{2}$$

$$d = 45 \text{ cm};$$

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

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



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

PERIOD OSCILOVANJA KLATNA

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

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

(najmanje je rastojanje u ravnotežnom položaju)

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

(najmanje je rastojanje u obe amplitude)

c) $t_3 = T = 2 \text{ s}$

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

