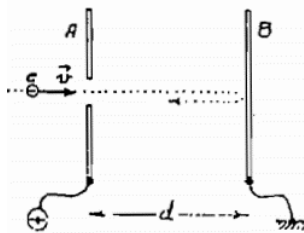
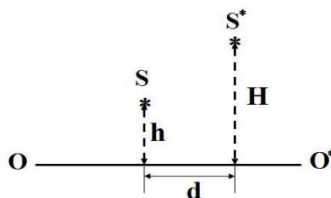


takmičenje iz FIZIKE
za IX razred osnovne škole

1. Između paralelnih ploča A i B vlada homogeno električno polje. Razmak između ploča je $d = 0.2$ m. Mlaz elektrona ulijeće brzinom $v_0 = 3 \cdot 10^7$ m/s kroz otvor na ploči A u prostor između ploča. Ploča B je uzemljena, tj. njen potencijal je jednak nuli.
- a) Koliki treba da bude najmanji napon između ploča A i B da bi ovo električno polje bilo "neprobojno" za elektrone (tj. da elektron ne bi udario u ploču B)?
- b) Koliko je ukupno vrijeme kretanja elektrona kroz ovo električno polje (od trenutka kad prođe kroz ploču A do trenutka kad se vrati do iste ploče)? Naelektrisanje elektrona je $e = -1.6 \cdot 10^{-19}$ C, a masa $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31}$ kg.



2. Na kraju izvora elektromotorne sile čiji je unutrašnji otpor nepoznat, priključen je otpornik otpora $R = 2 \Omega$. Pritom, kroz izvor protiče struja jačine I . Ako se redno sa ovim otpornikom priključi otpornik nepoznatog otpora R_x onda jačine struje kroz izvor iznosi $3I/4$. Ako se otpornik R_x veže paralelno sa datim otpornikom jačina struje kroz izvor iznosi $6I/5$. Odrediti vrijednost nepoznatog otpora R_x .
3. Na slici su prikazani redom glavna optička osa sočiva OO^* , svjetlosni izvor S i njegov lik S^* . Svjetlosni izvor se nalazi na visini $h = 5$ cm, a njegov lik na visini $H = 15$ cm od optičke ose. Horizontalno rastojanje između njih je $d = 10$ cm. Gdje se nalazi sočivo i kolika je njegova žižna daljina?



4. Tanki provodni prsten, poluprečnika $r_0 = 20$ cm i otpornosti $R = 25 \Omega$, postavljen je u homogenom magnetnom polju indukcije $B = 10$ mT. Linije magnetnog polja su normalne na ravan u kojoj leži prsten. U određenom trenutku poluprečnik prstena počne da se mijenja sa vremenom po zakonu $r(t) = r_0 + \alpha t$, gdje je $\alpha = 1$ cm/s. Odrediti jačinu struje koja protiče kroz prsten u trenutku $t = 4$ s. Otpor prstena se ne mijenja tokom vremena.

RJEŠENJA

1. a) Kinetička energija elektrona koji prolazi kroz ploču A je jednaka (1 poen)

$$E_{kA} = \frac{mv_0^2}{2}$$

Potencijalna energija elektrona na ploči A je (2 poena)

$$E_{pA} = -e\varphi_A$$

Pošto po uslovu zadatka elektron ne smije da udari u ploču B njegova kinetička energija će biti $E_{kB} = 0$ (2 poena). Takođe, pošto je ploča B uzemljena važi da je $E_{pB} = 0$ (2 poena).

Zakon održanja energije možemo napisati u obliku (2 poena)

$$\frac{mv_0^2}{2} - e\varphi_A = 0$$

Iz gornje relacije dobijamo da je potencijal ploče A jednak (1 poen)

$$\varphi_A = \frac{mv_0^2}{2e} = 2.56 \text{ kV}$$

Na osnovu ovoga zaključujemo da minimalni napon između ploča mora biti $U = 2.56 \text{ kV}$ (2 poena).

- b) Na elektron djeluje privlačna Kulonova sila od ploče A (2 poena)

$$F = eE = \frac{eU}{d}$$

Usporenje elektrona (kad se kreće od ploče A do ploče B) je jednako (2 poena)

$$a = \frac{F}{m} = \frac{eU}{md}$$

Elektron se kreće od ploče B ka ploči A ravnomjerno ubrzano bez početne brzine sa istim ubrzanjem a (2 poena). Dakle, ukupno vrijeme kretanja elektrona će biti (2 poena)

$$t_u = 2t_{AB} = \frac{2v_0}{a}$$

Pošto je kretanje od A do B ravnomjerno usporeno važi da je $a = \frac{v_0^2}{2d}$ (3 poena). Stoga, dobijamo da je (2 poena)

$$t_u = \frac{4d}{v_0} = 26.7 \text{ ns}$$

2. U prvom slučaju kada je u kolu priključen samo otpornik R možemo napisati Omov zakon (2 poena)

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

U drugom slučaju kad se doda otpornik R_x važi da je (2 poena)

$$\frac{3I}{4} = \frac{\varepsilon}{R + R_x + r}$$

U trećem slučaju jačina struje kroz kolo će biti (2 poena)

$$\frac{6I}{5} = \frac{\varepsilon}{\frac{RR_x}{R + R_x} + r}$$

Dijeljenjem prve i druge jednačine dobijamo da je (2 poena)

$$\frac{4}{3} = \frac{R + R_x + r}{R + r}$$

Iz ove jednačine slijedi da je unutrašnji otpor $r = 3R_x - R$ (3 poena).

Dijeljenjem prve i treće jednačine dobijamo (2 poena)

$$\frac{5}{6} = \frac{\frac{RR_x}{R + R_x} + r}{R + r}$$

Ubacivanjem u ovu jednačinu izraza za r dobijamo (2 poena)

$$R_x^2 + RR_x - 2R^2 = 0$$

Ako u ovu jednačinu zamijenimo brojnu vrijednost za R dobijamo kvadratnu jednačinu (2 poena)

$$R_x^2 + 2R_x - 8 = 0$$

odnosno (3 poena)

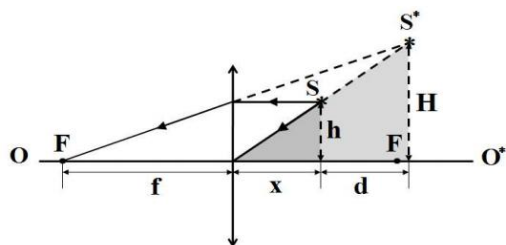
$$R_x^2 + 2R_x + 1 = 9$$

Gornja jednačina se može napisati u obliku (3 poena)

$$(R_x + 1)^2 = 3^2$$

Odavde zaključujemo da je nepoznati otpor $R_x = 2 \Omega$ (2 poena).

3. Sa slike vidimo da je lik uvećan i uspravan (1 poen). Pošto je lik uvećan, to znači da sočivo mora biti sabirno (2 poena). Ako se sabirno sočivo postavi između lika i predmeta, realni lik kod sabirnog sočiva mora biti obrnut (2 poena). Ali pošto je lik uspravan, to znači da se sabirno sočivo nalazi sa lijeve strane predmeta i lik mora biti imaginaran (2 poena). Konstrukcija lika će biti kao na donjoj slici (3 poena)



Na slici x predstavlja horizontalno rastojanje između centra sočiva i predmeta. Pošto lik mora biti imaginaran jednačina sabirnog sočiva će biti (3 poena)

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} - \frac{1}{d + x}$$

Osjenčeni trouglovi na slici su slični, tako da se za njih može napisati relacija (3 poena)

$$\frac{H}{h} = \frac{d + x}{x}$$

Iz gornje relacije se dobija da je (3 poena)

$$x = \frac{dh}{H - h}$$

kao i (3 poena)

$$d + x = \frac{dH}{H - h}$$

Zamjenom ovih izraza u jednačinu sočiva dobijamo da je (3 poena)

$$f = \frac{dHh}{(H - h)^2} = 7.5 \text{ cm}$$

4. Na osnovu Faradejevog zakona elektromagnetne indukcije elektromotorna sila koja se indukuje u prstenu je jednaka (3 poena):

$$\varepsilon = \frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t}$$

gdje je $\Delta\Phi$ promjena magnetnog fluksa kroz prsten.

Pošto je na osnovu Omovog zakona $\varepsilon = IR$ (3 poena), važi da je (3 poena):

$$I = \frac{B}{R} \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

Pošto poluprečnik prstena raste tokom vremena, to znači da se i njegova površina mijenja po zakonu (4 poena)

$$S(t) = \pi(r_0 + \alpha t)^2 = \pi(r_0^2 + 2r_0\alpha t + \alpha^2 t^2)$$

Nakon nekog vremenog intervala Δt površina prstena će biti (4 poena)

$$S(t + \Delta t) = \pi(r_0 + \alpha(t + \Delta t))^2 = \pi(r_0^2 + 2r_0\alpha(t + \Delta t) + \alpha^2(t + \Delta t)^2)$$

Dakle, promjena površine prstena u toku nekog intervala vremena će biti jednaka (4 poena)

$$\frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{S(t + \Delta t) - S(t)}{\Delta t} = \pi[2\alpha(r_0 + \alpha t) + \alpha^2 \Delta t]$$

Zamjenom u gornji izraz za jačinu struje dobijamo da je (4 poena)

$$I = \frac{B\pi[2\alpha(r_0 + \alpha t) + \alpha^2 \Delta t]}{R} = 6.5 \mu\text{A}$$