

STUDIJSKI PROGRAM ENERGETIKA, ELEKTRONIKA I TELEKOMUNIKACIJE
ISPIT IZ OSNOVA ELEKTROTEHNIKE 1
Novi Sad, 26. januar 2011.

I kolokvijum.

I-1 **Sferni kondenzator** ima dva sloja dielektrika postavljena kao na slici. Spoljašnji sloj dielektrika, permitivnosti ϵ_2 , je tečan. Poluprečnik unutrašnje elektrode je $a=1\text{cm}$; poluprečnik razdvajne površi dielektrika je $c=5\text{cm}$; poluprečnik spoljašnje elektrode je $b=10\text{cm}$. Kondenzator je priključen na napon U . (a) **Izvedite u opštim brojevima** izraz za kapacitivnost ovog kondenzatora. (b) Ako se kroz mali otvor na spoljašnjoj elektrodi ispusti tečni dielektrik dok je kondenzator priključen na napon U , jačina polja uz spoljašnju elektrodu poraste za trećinu. Kada se dielektrik ispusti nakon odvajanja od izvora napona, jačina polja uz spoljašnju elektrodu poraste 3 (tri) puta. Izračunajte relativne permitivnosti dielektrika: ϵ_{r1} i ϵ_{r2} .

Permitivnost vakuuma je $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12} \text{F/m}$.

Kratki zadaci. (U zadacima, gde nisu zadate brojne vrednosti, sve veličine smatrati zadatim u opštim brojevima).

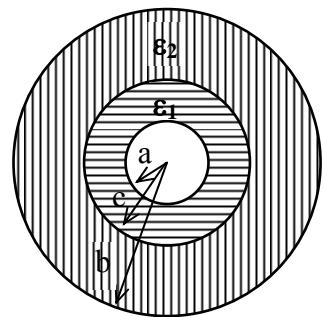
I-2. Tanak, ravnomerno naelektrisani štap od dielektrika, savijen je u polukrug poluprečnika a . Štap leži u x-y ravni zadatog koordinatnog sistema, kao na slici 2. Sredina je vazduh. (a) Odredite, u opštim brojevima, x, y i z komponentu vektora jačine električnog polja koji u tački A na z-osi stvara štap. (b) Izračunajte brojno intenzitet vektora jačine električnog polja u tački A, ako je: $Q'=5\text{nC/m}$; $a=5\text{cm}$; $z_A=a$.

I-3. Vazdušni **koaksijalni kabl**, čiji je poprečni presek prikazan na slici 3, opterećen je podužnim naelektrisanjem Q' (smatrati da je unutrašnja elektroda naelektrisana pozitivno). Spoljašnja elektroda kabla je uzemljena. Odredite kako se u zavisnosti od r menja potencijal u svim tačkama prostora ($0 \leq r < \infty$) i prikažite tu zavisnost grafički.

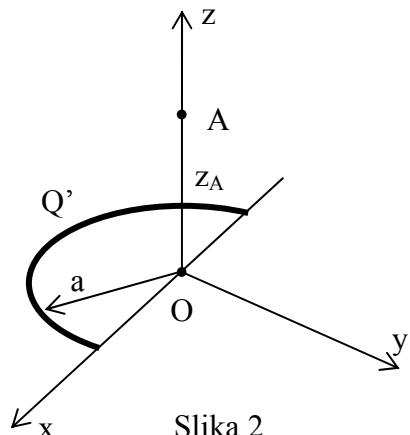
I-4. Laka **provodna** loptica (načinjena od metalne folije) visi na tankom pamučnom končiću. Loptica je nanelektrisana nanelektrisanjem Q . Kada se loptica približi do nenanelektrisanog **provodnog** tela biće najpre snažno privučena, a zatim, nakon dodira, odbijena od tela. Objasnite zbog čega.

I-5. Poznato vam je da je, pored **permittivnosti**, najvažnija karakteristika dielektrika njegova **električna čvrstina**. Kako se definije električna čvrstina nekog dielektrika? Navedite red veličine električne čvrstine dielektrika koji se često koriste u praksi.

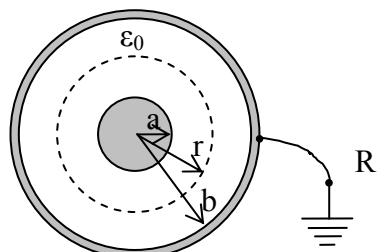
I-6. Pločasti kondenzator, čiji je poprečni presek prikazan na slici 4, ima dva sloja dielektrika. Permitivnosti dielektrika su: $\epsilon_1=4\epsilon_0$ i $\epsilon_2=2\epsilon_0$. Neka su debljine slojeva dielektrika $d_1=0,2\text{mm}$ i $d_2=0,3\text{mm}$ a površina elektroda $S=100\text{cm}^2$. Kondenzator je opterećen nanelektrisanjem $Q=10\text{nC}$. Izračunajte gustine elektrostatičke energije u slojevima i ukupnu energiju sadržanu u polju kondenzatora. Ivične efekte zanemariti.



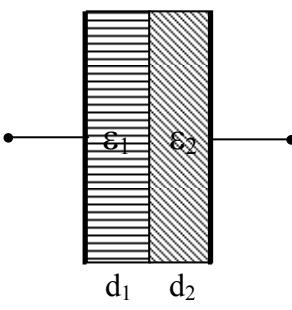
Slika 1.



Slika 2.



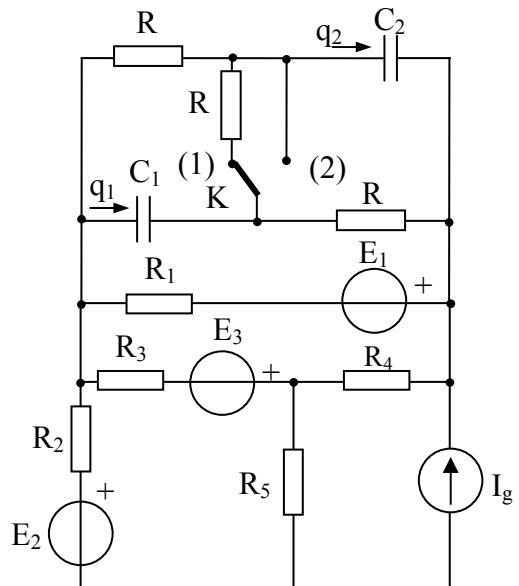
Slika 3.



Slika 4.

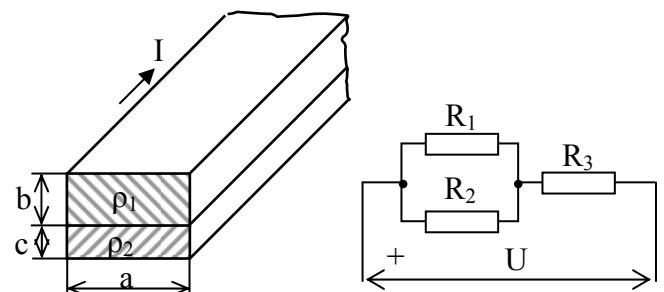
II kolokvijum.

II-1. Kada se u mreži sa slike 5 preklopnik K prebaci iz položaja (1) u položaj (2) kroz kondenzator kapacitivnosti C_1 protekne nanelektrisanje $q_1=64\mu C$. (a) Izračunati količinu nanelektrisanja koja pod istim uslovima protekne kroz drugi kondenzator. (b) Odredite jačinu struje strujnog generatora I_g . Napomene: zadatak se rešava primenom Tevenenove teoreme; kod izračunavanja struje strujnog generatora, mrežu rešavati primenjujući metodu sa minimalnim brojem jednačina. Brojne vrednosti: $R_1=100\Omega$; $R_2=225\Omega$; $R_3=150\Omega$; $R_4=50\Omega$; $R_5=75\Omega$; $R=20\Omega$; $E_1=100V$; $E_2=40V$; $E_3=20V$; $C_1=C_2=6\mu F$.



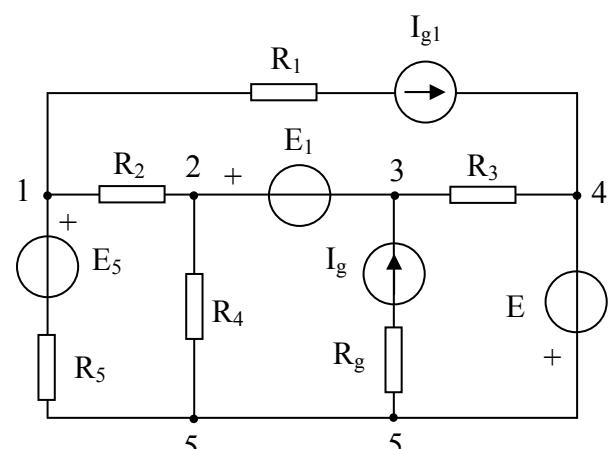
Kratki zadaci. (U zadacima, gde nisu zadate brojne vrednosti, sve veličine smatrati zadatim u opštim brojevima).

II-2. Na slici 6 je prikazan deo dugog, pravog, nehomogenog provodnika sa strujom. **Dokažite** da je električno polje u provodniku homogeno. Odredite: (a) odnos jačina struja kroz jedan i drugi njegov sloj i (b) odnos gustina snaga Džulovih gubitaka u dva sloja, ako je: $\rho_2=5\rho_1$; $b=0,5a$ i $c=0,25a$.



II-3. Svi otpornici sa slike 7 imaju istu maksimalnu snagu, $P_{max}=0,25W$. Otpornosti otpornika su: $R_1=4,9k\Omega$, $R_2=1,6k\Omega$ i $R_3=6,4k\Omega$. Izračunajte maksimalni napon na koji sme da se priključi ova grupa otpornika.

Slika 6.

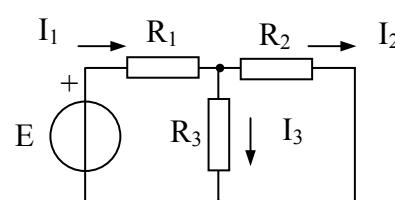


Slika 7.

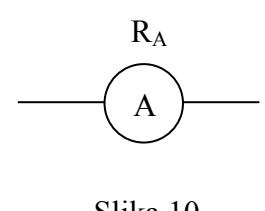
II-4. Za mrežu sa slike 8 napišite odgovarajući sistem jednačina po metodi potencijala čvorova.

II-5. Napišite iskaz **teoreme reciprociteta** i demonstrirajte njenu primenu na primeru mreže sa slike 9.

II-6. Merni opseg ampermetra sa slike 10 je $I_{max}=10mA$, a njegova unutrašnja otpornost $R_A=18m\Omega$. Merni opseg ampermetra se proširuje dodavanjem otpornika koji se naziva šant. Kako treba vezati šant i kolika treba da je njegova otpornost da bi se merni opseg ampermetra sa slike 10 povećao n=10 puta?



Slika 9.



Slika 10.

Rešenja, I kolokvijum.

I-1. zadatak.

$$\text{a) } C = \frac{4\pi\epsilon_0}{\frac{1}{\epsilon_{r1}} \frac{c-a}{ac} + \frac{1}{\epsilon_{r2}} \frac{b-c}{bc}} \quad C_0 = \frac{4\pi\epsilon_0}{\frac{1}{\epsilon_{r1}} \frac{c-a}{ac} + \frac{b-c}{bc}}$$

b) Prvi uslov: $U = \text{const.}$ $Q_{\text{novo}} = C_0 U, \quad Q_{\text{staro}} = CU.$

$$E_{\text{novo}}(b) = \frac{4}{3} E_{\text{staro}}(b) \Rightarrow \frac{C}{C_0} = \frac{9}{4}$$

$$\text{Drugi uslov: } \frac{Q}{E_{\text{novo}}(b)} = \text{const.} \quad E_{\text{novo}}(b) = 3E_{\text{staro}}(b) \Rightarrow \epsilon_{r2} = 3$$

Posle smene, iz jednačine $\frac{C}{C_0} = \frac{9}{4}$ dobijamo da je $\epsilon_{r1} = 40.$

I-2 zadatak.

$$E_x = 0$$

$$\text{a) } E_y = \frac{Q'}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{2a^2}{(a^2 + z_A^2)^{\frac{3}{2}}}$$

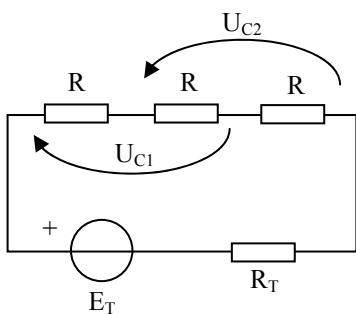
$$E_z = \frac{Q'}{4\epsilon_0} \cdot \frac{a \cdot z_A}{(a^2 + z_A^2)^{\frac{3}{2}}}.$$

$$\text{b) } E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2} = 1185 \frac{V}{m}$$

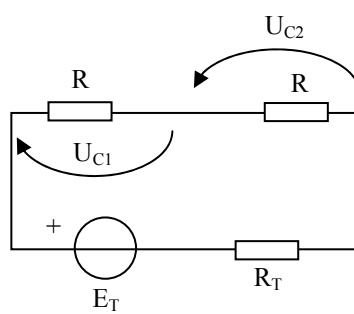
Rešenja, II kolokvijum.

Rešenje zadatka II-1.

a)



Položaj (1)



Položaj (2)

Sa gornjih slika se vidi da su naponi između priključaka oba kondenzatora jednaki, za oba položaja prekidača. Odavde sledi da je $q_2 = q_1 = 64\mu C$. Na osnovu gornjih slika se pokaže da je:

$$\Delta U_{C1} = U_{C1}^{(2)} - U_{C1}^{(1)} = \frac{R}{2R + R_T} E_T - \frac{2R}{3R + R_T} E_T = \frac{q_1}{C_1}$$

$$E_T = \frac{q_1}{C_1} \cdot \frac{1}{\frac{R}{2R + R_T} - \frac{2R}{3R + R_T}}.$$

$$R_T = ((R_2 + R_5) \parallel R_3 + R_4) \parallel R_1 = 60\Omega,$$

$$E_T = -80V.$$

b) $I_g = \frac{2}{3}A.$