

**ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ**  
**МИНИСТАРСТВО ЗА ОБРАЗОВАЊЕ И СПОРТ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ**  
**ОДСЕК ЗА ФИЗИКУ ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ НИШ**  
**ДЕПАРТАМАН ЗА ФИЗИКУ ПМФ НОВИ САД**

**Задаци за републичко такмичење ученика основних школа, шк. 2003/2004. год.**

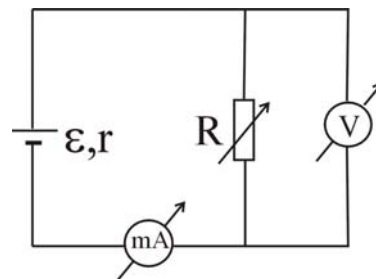
*VIII разред*

- Извор електромоторне силе има унутрашњи отпор који је самерљив (истог је реда величине) са унутрашњим отпорима волтметра. Први волтметар, прикључен на тај извор показује напон 10V. Други волтметар спојен на извор уместо првог показује напон 15V. Када се ти волтметри споје редно и прикључе на извор, први волтметар показује 4V, а други 12V. Наћи вредност електромоторне силе извора.
- Метална куглица полупречника  $r_1 = 1 \text{ cm}$  наелектрисана до потенцијала  $\varphi_1 = 270 \text{ V}$  уноси се унутар шупље металне куглице полупречника  $r_2 = 10 \text{ cm}$ , наелектрисане до потенцијала  $\varphi_2 = 450 \text{ V}$ . Одредити потенцијале и наелектрисање на куглицама после њиховог спајања.
- Простор између плоча равног кондензатора испуњен је са два диелектрична слоја дебљина  $d_1 = 2 \text{ mm}$  и  $d_2 = 3 \text{ mm}$ , а релативне диелектричне константе износе  $\varepsilon_1 = 4$  и  $\varepsilon_2 = 7$ . Површина сваке плоче износи  $S = 100 \text{ cm}^2$ . Наћи капацитет кондензатора као и највећи напон на који се такав кондензатор сме прикључити ако су вредности граничне јачине поља при којима диелектрици пробијају  $E_{1g} = 120 \text{ kV/cm}$  и  $E_{2g} = 100 \text{ kV/cm}$ .
- Квадратни рам стране  $a = 20 \text{ cm}$  уноси се у хомогено магнетно поље нормално на раван рама. При томе кроз рам протиче наелектрисање  $q = 400 \mu\text{C}$ . Колико ће наелектрисање протећи кроз рам ако при неизмењеном пољу рам добије облик једнакокраког правоуглог троугла? Отпор рама износи  $R = 10 \Omega$ .
- Да би одредили карактеристике једног извора напајања ученици су извршили мерење по шеми приказаној на слици. Резултати мерења дати су табеларно:

|                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|
| R ( $\Omega$ ) | 10   | 20   | 30   | 40   | 50   | 60   | 70   | 80   | 90   | 100  | 110  | 120  | 130  | 140  | 150  | 160 | 170  | 180  |
| U (V)          | 0.72 | 1.33 | 1.86 | 2.28 | 2.68 | 3.02 | 3.32 | 3.57 | 3.83 | 4.03 | 4.23 | 4.41 | 4.58 | 4.73 | 4.87 | 5.0 | 5.12 | 5.23 |
| I (mA)         | 71   | 65   | 60   | 56   | 53   | 50   | 47   | 44   | 42   | 40   | 38   | 36   | 35   | 33   | 32   | 31  | 30   | 29   |

Задаци: а) на основу табеле нацртати одговарајући график и помоћу њега одредити унутрашњи отпор и електромоторну силу извора.

б) нацртати график зависности корисне снаге коју даје тај извор од отпора потрошача и проценити за коју вредност тог отпора је добијена снага највећа.



Задатке припремили: др Срђан Ракић и мр Маја Гарић

Рецензенти: др Срђан Ракић и мр Маја Гарић

Председник комисије: др Надежда Новаковић

**Свим такмичарима желимо успешан рад!**

**ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ**  
**МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ И СПОРТА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ**

*Решења задатака за VIII разред*

1. У случају првог волтметра важи:  $I_1 = \frac{\varepsilon}{r_{V1} + r} = \frac{U_1}{r_{V1}} \Rightarrow \frac{\varepsilon}{U_1} = 1 + \frac{r}{r_{V1}} \Rightarrow \frac{r}{r_{V1}} = \frac{\varepsilon}{U_1} - 1$ . За други волтметар важи слично:  $I_2 = \frac{\varepsilon}{r_{V2} + r} = \frac{U_2}{r_{V2}} \Rightarrow \frac{\varepsilon}{U_2} = 1 + \frac{r}{r_{V2}} \Rightarrow \frac{r}{r_{V2}} = \frac{\varepsilon}{U_2} - 1$ . За случај редне везе волтметар може се написати:  $I_3 = \frac{\varepsilon}{r_{V1} + r_{V2} + r} = \frac{U_{1r}}{r_{V1}} = \frac{U_{2r}}{r_{V2}}$ . Решавајући систем по  $\varepsilon$ ,

добивамо  $\varepsilon = \frac{U_1 \cdot U_2 \cdot (U_{2r} - U_{1r})}{U_1 \cdot U_{2r} - U_2 \cdot U_{1r}}$ . Заменом бројчаних вредности добија се  $\varepsilon = 20V$ .

2. Наелектрисање прве куглице износи  $q_1 = C_1 \cdot \varphi_1 = 4\pi\varepsilon_0 r_1 \varphi_1$ , а друге слично првој  $q_2 = C_2 \cdot \varphi_2 = 4\pi\varepsilon_0 r_2 \varphi_2$ . После уношења прве куглице унутар друге и спајања потенцијали обе куглице су једнаки али је целокупна количина наелектрисања на већој куглици те је онда на већој куглици  $q = q_1 + q_2 = 4\pi\varepsilon_0 (r_1 \varphi_1 + r_2 \varphi_2)$ , док потенцијал износи  $\varphi = \frac{q}{C_2} = \frac{r_1 \varphi_1 + r_2 \varphi_2}{r_2}$ . Заменом бројних вредности добија се за наелектрисање веће куглице  $q = 5.3 nC$ , а за потенцијал  $\varphi = 477V$ . Мања куглица је предала своје наелектрисање, док је њен потенцијал исти као и потенцијал велике куглице.

3. Овакав кондензатор можемо посматрати као систем два редно везана кондензатора, један је капацитета  $C_1 = \varepsilon_0 \varepsilon_1 \frac{S}{d_1}$ , док је други капацитета  $C_2 = \varepsilon_0 \varepsilon_2 \frac{S}{d_2}$ . Заменом у израз за еквивалентни капацитет редне везе  $C_e = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$  добија се  $C_e = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_1 \varepsilon_2 S}{\varepsilon_1 d_2 + \varepsilon_2 d_1}$ . Вредност капацитета износи  $C_e = 95 pF$ .

Укупни напон на кондензатору је једнак збиру напона на појединачним тј.  $U = U_1 + U_2$ . Пошто су количине наелектрисања једнаке, тада важи  $q_1 = q_2 \Rightarrow C_1 U_1 = C_2 U_2$  тј.

$\frac{U_1}{U_2} = \frac{C_2}{C_1} = \frac{\varepsilon_2 d_1}{\varepsilon_1 d_2} = 1.17$ . Види се да увек важи  $U_1 = 1.17 \cdot U_2$ , односно

$E_1 = 1.17 \cdot E_2 \cdot \frac{d_2}{d_1} = 1.755 \cdot E_2$ . Види се, да ако поље у диелектрику 2 достигне граничну вредност, диелектрик 1 ће већ бити пробијен. Дакле, прво пробија диелектрик 1. Јачина

поља у њему износи  $E_1 = \frac{U}{d_1 + \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} d_2}$  те је највећи напон  $U = E_1 \left( d_1 + \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} d_2 \right)$  а бројно то

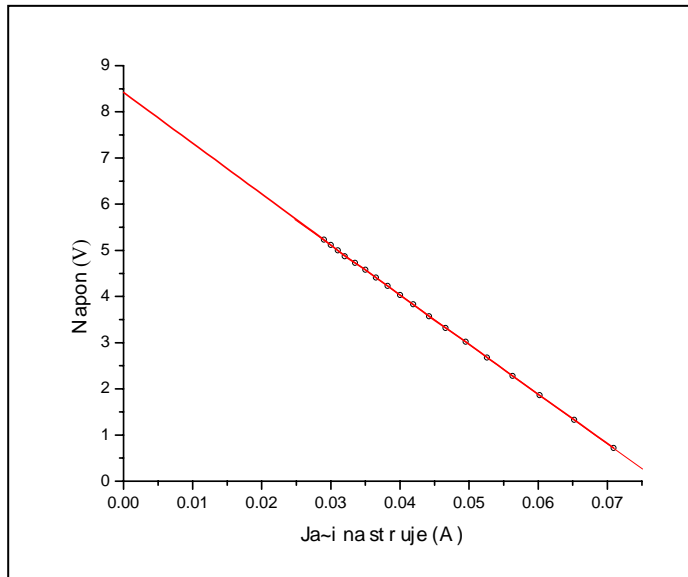
износи  $44.6 kV$ .

4. Одмах се може израчунати магнетна индукција из  $q = I \cdot \Delta t = -\frac{\varepsilon}{R} \Delta t = -\frac{B \cdot \Delta S}{R \cdot \Delta t} \Delta t$   
 $\Rightarrow B = -\frac{q \cdot R}{\Delta S} = -\frac{q \cdot R}{a^2}$ . Заменом бројних вредности добија се  $B = 0.1 T$ . Приликом

трансформације у троугао мења се површина која сада износи  $S_2 = \frac{8a^2}{(2 + \sqrt{2})^2}$ . Протекла

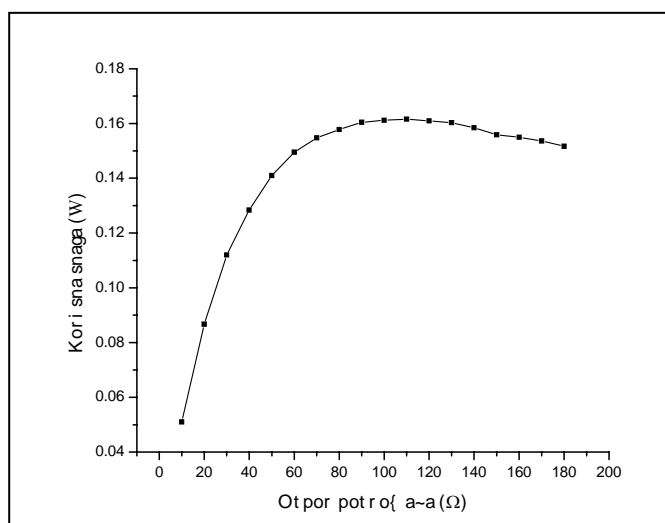
количина наелектрисања износи  $q = I \cdot \Delta t = -\frac{\varepsilon}{R} \Delta t = -\frac{B \cdot \Delta S}{R} = -\frac{B}{R} \left( a^2 - \frac{8a^2}{(2 + \sqrt{2})^2} \right)$ . Бројна вредност износи  $276 \mu C$ .

5. Ако се нацрта график зависности напона на потрошачу од јачине струје која протиче кроз коло добија се следећа зависност:



Пошто важи:  $U = \varepsilon - I \cdot r$ , то нам одсечак на  $Y$ -оси даје вредност електромоторне силе која износи  $\approx 8.33 V$ , док коефицијент правца има вредност унутрашњег отпора извора који износи  $\approx 107 \Omega$ .

Са графика зависности корисне снаге од отпора потрошача :



можемо проценити да је извор најбоље искоришћен ако је отпор потрошача  $\approx 110 \Omega$ , тј. приближно једнак унутрашњем отпору самог извора.