

ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ

МИНИСТАРСТВО ЗА ОБРАЗОВАЊЕ И СПОРТ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

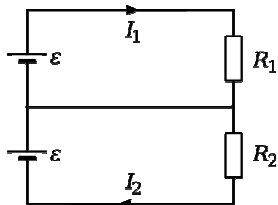
ОДСЕК ЗА ФИЗИКУ ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ НИШ

ДЕПАРТАМАН ЗА ФИЗИКУ ПМФ НОВИ САД

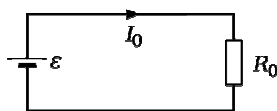
Задаци за републичко такмичење ученика основних школа, шк. 2006/2007. год.

VIII разред

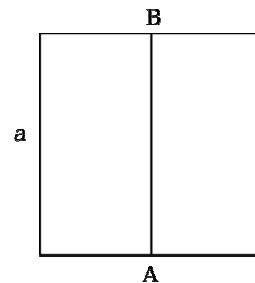
1. Један од начина да се пренесе електрична енергија је приказан на слици 1а. На слици 1б је дат класичан начин преноса. Предност првог система је у смањењу масе бакра неопходног за израду проводника који спајају извор са потрошачем. Одредити:
  - а) релативно смањење масе проводника у еквивалентном систему (слика 1а) при следећим условима: потрошачи су симетрични тј.  $R_1 = R_2$ , укупна предата снага од стране извора код еквивалентног система једнака је предатој снази извора код класичног система, корисне снаге и губици у мрежи су једнаки у оба система, сви проводници једног система су једнаких пресека и дужина. Потрошачи су и у првом, и у другом систему подједнако удаљени од извора.
  - б) одредити однос снага губитака у мрежама, ако еквивалентни систем није симетричан тј.  $R_1 \neq R_2$ . Проводници су одабрани испуњавајући услове под а), укупна снага извора код еквивалентног система једнака је снази извора код класичног система. Однос снага губитака представити преко односа јачина струја  $\alpha = I_1 / I_2$ . (25 поена)
2. Квадратни проводни рам странице  $a$  са пречагом  $AB$  (слика 2) се налази у променљивом магнетном пољу које је нормално на раван рама. И пречага и проводници рама су начињени од истог материјала чија је отпорност по јединици дужине  $\alpha$ . Наћи односе ослобођених топлота у случају када се пречага налази на средини странице и  $\frac{1}{3}$  странице  $a$ . Контактне отпорности занемарити. (20 поена)
3. Колика је јачина поља  $E$  у ваздушном зазору између плоча равног кондензатора, ако је разлика потенцијала између плоча  $V = 200 \text{ V}$ ? Растојање између плоча је  $d = 0.2 \text{ cm}$  а зазор је настао убацивањем у кондензатор стаклене плочице  $\epsilon_r = 7$  дебљине  $h = 0.1 \text{ cm}$  уз једну од плоча кондензатора. (10 поена)
4. Камен се баца из подножја залеђене узбрдице нагиба  $\alpha = 30^\circ$  тако да клизи уз њу. У току времена  $t_1 = 2 \text{ s}$  он прелази растојање  $S = 16 \text{ m}$ , после чега почиње да клизи низбрдо. Колико времена  $t_2$  траје клизање камена до подножја? Колики је коефицијент трења између камена и леда? (15 поена)



Слика 1а)



Слика 1б)



Слика 2)

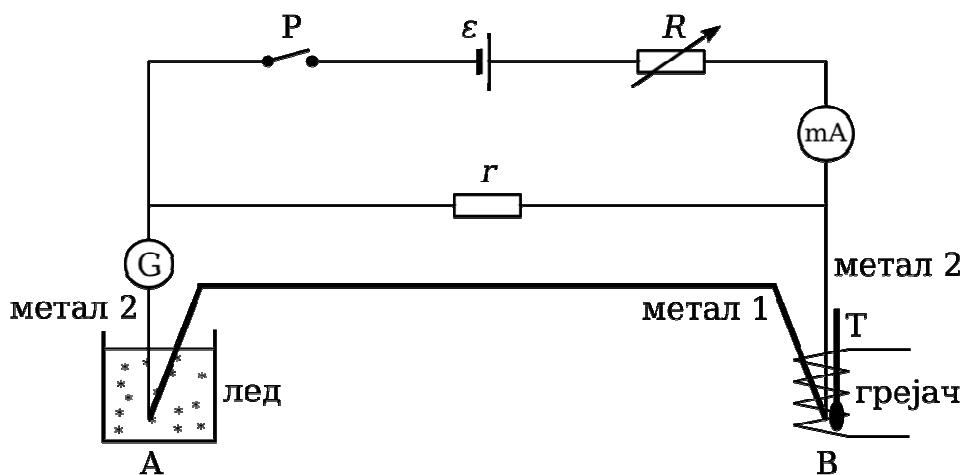
**ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ**  
**МИНИСТАРСТВО ЗА ОБРАЗОВАЊЕ И СПОРТ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ**  
**ОДСЕК ЗА ФИЗИКУ ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ НИШ**  
**ДЕПАРТАМАН ЗА ФИЗИКУ ПМФ НОВИ САД**  
**Задаци за републичко такмичење ученика основних школа, шк. 2006/2007. год.**

**VIII разред**

5) Ако су у тачкама А и В спојена два различита метална проводника и ако су те тачке на различитим температурама тада у таквом колу настаје електромоторна сила тзв. термоелектромоторна сила (ТЕМС). Овакав спој два различита метала назива се термоелемент а струја која тече кроз њега – термоструја. ТЕМС зависи од врсте метала који чине термоелемент а сразмерна је температурној разлици  $\Delta t$  између тачака А и В при чему је коефицијент сразмере  $\alpha$  карактеристика датог пара метала. Дакле:

$$\varepsilon_{term} = \alpha \cdot \Delta t$$

Најчешћа примена термопарова јесте мерење температуре. Да би се то извело мора се познавати коефицијент  $\alpha$  употребљеног термопара. Одређивање се најчешће врши тзв. методом компензације. Компензација настале ТЕМС и термострује се врши помоћу струје из неког спољашњег извора. Шема која се користи је дата на слици:



Један крај термопара се налази у мешавини воде и леда а други се загрева помоћу грејача. Температура тог краја се може мењати и она се очитава помоћу термометра Т. Јачина компензационе струје се очитава помоћу милиамперметра а мења се помоћу променљивог отпорника. Галванометром се региструје присуство термострује. Отпорник  $r$  има вредност од  $2\Omega$ , док је вредност електромоторне силе спољашњег извора  $\varepsilon = 1.6\text{ V}$ . Отпорност проводника који чине термопар као и спољашњег извора су занемарљиве.

Резултати мерења су представљени табеларно:

$t$ [°C]	33.2	39.4	49.6	58.6	69.5	80.5	89.7	100	109	120
$R$ [ $\Omega$ ]	2980	2450	2000	1660	1320	1160	960	800	720	650

Задаци:

- Анализирајући шему мерног уређаја објаснити принцип методе компензације
- Нацртати погодан график зависности ТЕМС од температуре и помоћу графика одредити вредност коефицијента  $\alpha$
- Помоћу графика проценити одступање температуре коју показује термометар од стварне температуре. Да ли то одступање утиче на вредност коефицијента  $\alpha$ ? (30 поена)

Задатке припремили: мр Маја Стојановић и др Срђан Ракић  
 Рецензенти: др Срђан Ракић и мр Маја Стојановић  
 Председник комисије: др Надежда Новаковић

**Свим такмичарима желимо успешан рад!**

### Решења задатака за VIII разред

1. а) Услов једнаке снаге извора даје  $\varepsilon \cdot I_0 = 2 \cdot \varepsilon \cdot I$ , тј.  $I_0 = 2 \cdot I$  где је  $I = I_1 = I_2$ . Услов једнакости корисних снага даје:  $I_0^2 R_0 = 2 \cdot I^2 R$ , где је  $R = R_1 = R_2$ . Одавде следи да је  $R = 2 \cdot R_0$ . Из једнакости снага губитака добијамо:  $2 \cdot I^2 \cdot r = 2 \cdot I_0^2 \cdot r_0$ , јер кроз средњи проводник у симетричном случају не протиче струја! Одавде је  $r = 4 \cdot r_0$ , где је  $r$  - отпор једног проводника у еквивалентном систему. Пошто је потрошач подједнако удаљен од извора то су дужине жица једнаке па однос отпора проводника даје однос попречних пресека  $r = 4 \cdot r_0 \Rightarrow \frac{1}{S} = \frac{4}{S_0} \Rightarrow S = \frac{S_0}{4}$ . Маса проводника је сразмерна попречном пресеку те је  $M \approx 3 \cdot S$ , а

$M_0 \approx 2 \cdot 4 \cdot S$ . Однос маса је  $\frac{M}{M_0} = \frac{3}{8}$ . б) Користећи услове  $\varepsilon \cdot I_0 = \varepsilon \cdot (I_1 + I_2)$  и  $r = 4 \cdot r_0$  може се написати:

$$\frac{2I_0^2 r_0}{I_1^2 \cdot r + I_2^2 \cdot r + (I_1 - I_2)^2 \cdot r} = \frac{(\alpha + 1)^2}{4 \cdot (1 + \alpha^2 - \alpha)}$$

2. Када се пречага налази на средини странице имамо да су индуковане електромоторне силе у контурама једнаке и износе:  $\varepsilon_{1,2} = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot \frac{a^2}{2} = A \cdot \frac{a^2}{2}$ . Из Кирхофових правила за контуре 1 и 2 имамо:

$\varepsilon_1 = 2 \cdot \alpha \cdot I_1 \cdot a + \alpha \cdot I_3 \cdot a$  и  $\varepsilon_1 = 2 \cdot \alpha \cdot I_2 \cdot a - \alpha \cdot I_3 \cdot a$ . Сабирањем једначина и сређивањем добијамо за струје  $I_1 = I_2 = \frac{A \cdot a}{4 \cdot \alpha}$ , а струја  $I_3 = 0$ . Количина топлоте која се ослобађа износи

$Q_U' = Q_1 + Q_2 = 2 \cdot I_1^2 \cdot \alpha \cdot a + 2 \cdot I_2^2 \cdot \alpha \cdot a = \frac{A^2 \cdot a^3}{4 \cdot \alpha} = 0.25 \frac{A^2 \cdot a^3}{\alpha}$ . Када је пречага на првој трећини странице

онда су индуковане електромоторне силе  $\varepsilon_1 = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot \frac{a^2}{3} = A \cdot \frac{a^2}{3}$  и  $\varepsilon_2 = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot \frac{2 \cdot a^2}{3} = A \cdot \frac{2 \cdot a^2}{3}$ . Из

Кирхофових правила за контуре 1 и 2 слично као и у првом случају су  $\varepsilon_1 = \frac{5}{3} \cdot \alpha \cdot I_1 \cdot a + \alpha \cdot I_3 \cdot a$  и

$\varepsilon_2 = \frac{7}{3} \cdot \alpha \cdot I_2 \cdot a - \alpha \cdot I_3 \cdot a$  док је  $I_3 = I_2 - I_1$ . Елиминацијом струје  $I_3$  и решавањем система добијамо да је

$I_1 = \frac{16 A \cdot a}{71 \alpha}$ ,  $I_2 = \frac{19 A \cdot a}{71 \alpha}$  и  $I_3 = \frac{3 A \cdot a}{71 \alpha}$ . Количина топлоте која се ослобађа износи

$Q_U'' = Q_1 + Q_2 + Q_3 = \frac{5}{3} \cdot I_1^2 \cdot \alpha \cdot a + \frac{7}{3} \cdot I_2^2 \cdot \alpha \cdot a + I_3^2 \cdot \alpha \cdot a = \frac{A^2 \cdot a^3}{4 \cdot \alpha} = 0.25352 \frac{A^2 \cdot a^3}{\alpha}$ . Однос ослобођених

количина топлота у другом и првом случају је  $\frac{Q_U''}{Q_U'} = \frac{0.25352}{0.25} = 1.014$ . Дакле, имамо повећање за око 1.4%.

3. Из релације да је разлика потенцијала једнака  $V = E_0 \cdot (d - h) + E \cdot h \Rightarrow E_0 \cdot (d - h) + \frac{E_0}{\varepsilon_r} \cdot h$  следи да је

$E_0 = \frac{\varepsilon_r \cdot V}{\varepsilon_r \cdot (d - h) + h}$ . Заменом бројних вредности добија се  $E_0 = 175 \text{ kV/m}$ .

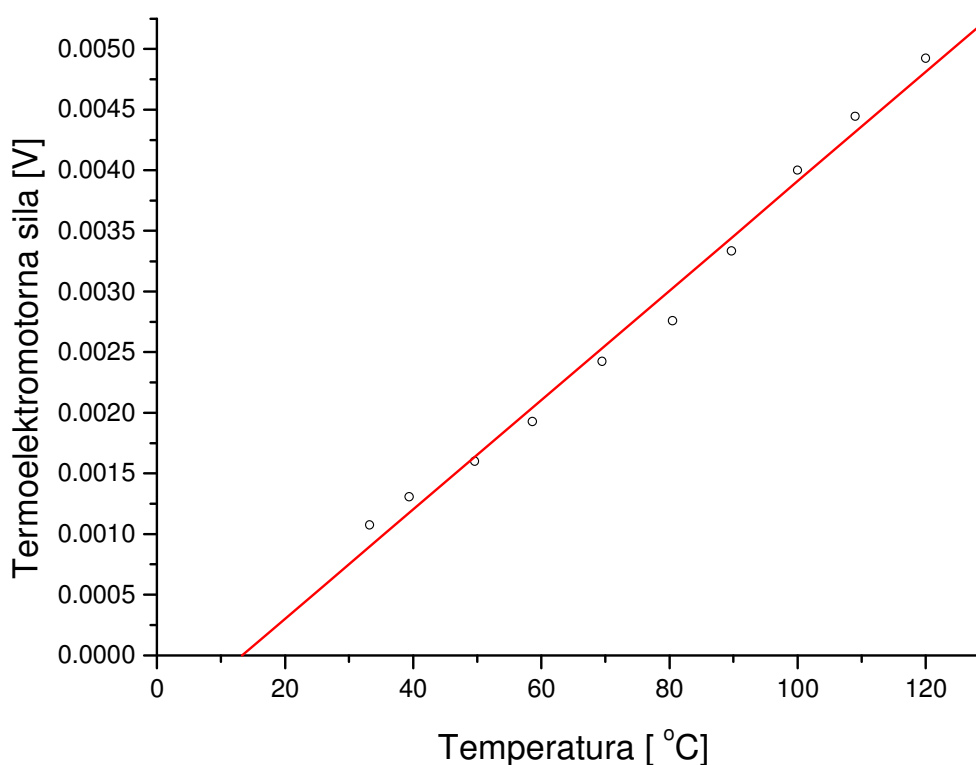
4. Једначине кретања гласе:  $a_1 = \frac{g}{2} \cdot (1 + \mu \cdot \sqrt{3})$  за кретање узбрдо и  $a_2 = \frac{g}{2} \cdot (1 - \mu \cdot \sqrt{3})$  за кретање низбрдо.

Пређени путеви су  $S = v_0 \cdot t_1 - a_1 \cdot \frac{t_1^2}{2}$  и  $S = a_2 \cdot \frac{t_2^2}{2}$  а  $v_0 - a_1 \cdot t_1 = 0$ . Из ових једначина добијамо да је

$$\mu = \frac{2 \cdot S - g \cdot t_1^2 \cdot \frac{1}{2}}{g \cdot t_1^2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = 0.37 \text{ и } t_2 = t_1 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot S}{g \cdot t_1^2 - 2}} = 4.2 \text{ s.}$$

5. Извором електромоторне силе компензујемо насталу термоелектромоторну силу (ТЕМС) тако што помоћу променљивог отпорника успостављамо вредност напона на отпорнику  $r = 2 \text{ } \Omega$  исту као што је вредност ТЕМС, само су супротних знакова. То се региструје тиме што галванометар не показује струју. Вредност ТЕМС се добија као  $\varepsilon_{term} = \frac{U}{R}$ .

t [°C]	33.2	39.4	49.6	58.6	69.5	80.5	89.7	100	109	120
R [Ω]	2980	2450	2000	1660	1320	1160	960	800	720	650
$\varepsilon_{term}$ [mV]	1.07	1.31	1.60	1.93	2.42	2.76	3.33	4.00	4.44	4.92



Из нагиба праве добијамо да је вредност коефицијента  $\alpha = 4,5 \times 10^{-5} \frac{\text{V}}{^\circ\text{C}}$ .

Из пресека праве са X – осом добијамо вредност температуре од око 12°C. То уједно представља одступање термометра, пошто би у идеалном случају за вредност термоелектромоторне силе од 0 V разлика температура требала бити 0°C. Одступање не утиче на добијену вредност  $\alpha$  пошто су све тачке на графику померене за ту исту вредност.