

ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ
МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
ПМФ – ОДСЕК ЗА ФИЗИКУ, НИШ
ПМФ – ИНСТИТУТ ЗА ФИЗИКУ, НОВИ САД

Задаци за републичко такмичење ученика основних школа
школске 1999 / 2000. године

VIII разред

1. Две наелектрисане куглице окачене су на непроводним нитима једнаких дужина у једној тачки. Куглице су спуштене у керозин чија релативна диелектрична константа износи $\epsilon_r = 2,1$. Колика треба да буде густина материјала од којег су направљене куглице, да би угао између нити остао исти после спуштања у керозин ? Густина керозина износи $\rho = 800 \text{ kg/m}^3$.
2. При неком положају предмета лупа даје увећање четири пута. Како ће се променити увећање (израчунати), ако се растојање од предмета до лупе смањи за 1,5 пута ?
3. При дуготрајном протицању струје јачине $I_1 = 1.4 \text{ A}$ кроз грејач, он се загрејао до температуре $t_1 = 55^\circ\text{C}$, а при струји $I_2 = 2.8 \text{ A}$ до температуре $t_2 = 160^\circ\text{C}$. До које температуре t_x ће се загрејати грејач ако кроз њега тече струја $I_3 = 5.5 \text{ A}$? Одавање топлоте са јединице површине грејача је сразмерно разлици температура грејача и околине. Зависност отпора грејача од температуре занемарити.
4. Рингла електричног шпорета има три грејне спирале, отпорности $R = 120 \Omega$ сваке. Колико могућих положаја прекидача те рингле има, а да сваком положају одговара различита снага, и колике су оне ? Напон мреже износи $U = 120 \text{ V}$.
5. Група ученика је решила да провери важност Омовог закона, који каже да између струје и напона постоји линеарна зависност, а коефицијент сразмерности је отпор R . Математички написано то изгледа овако $U = R \cdot I$. Мерење су извршили два пута, а услови мерења су следећи:

- а) Спојено је коло по схеми бр. 1. Струја и напон мерени су помоћу универзалних инструмената ISKRA PHYWE 07021.01, а променљиви отпорник је декадна кутија ISKRA MA2113. Струја је одржавана константном и износила је $I = 0.15\text{mA}$. Добијени резултати су представљени таблично:

R[KΩ]	10	20	30	40	50	60	70	80	90
U [V]	1.30	2.30	3.05	3.65	4.15	4.55	4.95	5.20	5.50

- б) Спојено је коло по схеми бр. 2. Струја и напон мерени су помоћу универзалних инструмената ISKRA PHYWE 07021.01, а променљиви отпорник је декадна кутија ISKRA MA2102. Струја је одржавана константном и износила је $I = 300\text{mA}$. Добијени резултати су представљени таблично:

R[Ω]	1	2	3	4	5	6	7	8	9
U [V]	0.46	0.77	1.06	1.36	1.68	2.00	2.30	2.60	2.90

Задаци:

- Представите графички резултате из табела под 1. и 2. Уверите се да ли је зависност $U = U(R)$ линеарна, а ако није објасните зашто!
- На основу резултата из првог мерења одредите унутрашњи отпор волтметра
- На основу резултата другог мерења одредите **са графика** зависности $U = U(R)$ унутрашњи отпор амперметра
- Предложите шта треба урадити да би се добила линеарна зависност тамо где постоји одступање.

Приликом цртања графика користите размере за графике:

1. $1\text{V} = 20\text{mm}$; $10\text{K}\Omega = 10\text{mm}$.

2. $1\text{V} = 50\text{mm}$; $1\Omega = 10\text{mm}$

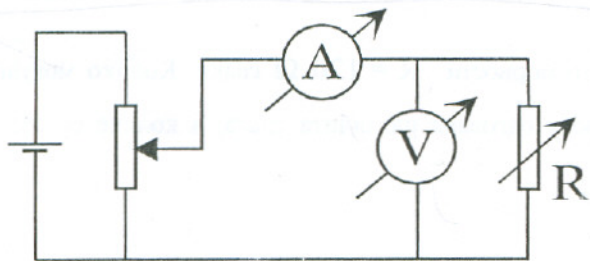


Схема бр. 1

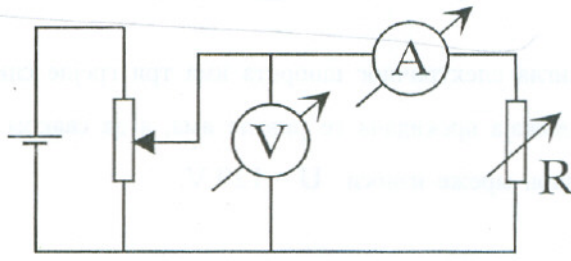


Схема бр. 2

Задатке припремио: Срђан Ракић

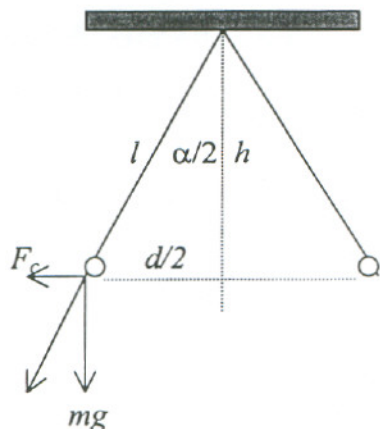
Рецензент: др Душанка Обадовић

Председник комисије: др Надежда Новаковић

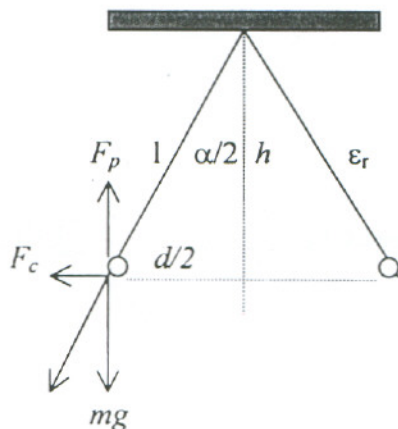
Решења задатака

VIII разред

1. У ваздуху:



у керозину:



Растојање између куглица мора остати исто !

Важи:

$$F_c = \frac{kq^2}{\epsilon_r d^2} \quad (1 \text{ поен})$$

$$F_p = \rho_t g V \quad (1 \text{ поен})$$

Следи:

$$\frac{mg}{F_c} = \frac{mg - F_p}{F_c'} \quad (4 \text{ поена})$$

Заменом бројних вредности добијамо: $\rho_k = 1528 \text{ kg/m}^3$ (2 поена)

На основу сличности троуглова можемо написати:

$$\frac{h}{d/2} = \frac{mg}{F_c} \quad (4 \text{ поена})$$

$$\frac{h}{d/2} = \frac{mg - F_p}{F_c'} \quad (4 \text{ поена})$$

$$\rho_k = \frac{\epsilon_r}{\epsilon_r - 1} \rho_t \quad (4 \text{ поена})$$

2. За сочиво важи:

$$\frac{L}{P} = \frac{l}{p} = k \quad (2 \text{ поена})$$

$$\frac{L'}{P'} = \frac{l'}{p'} = k' \quad (2 \text{ поена})$$

$$\text{и} \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{p} - \frac{1}{l} = \frac{1}{p} \left(1 - \frac{1}{k}\right) \quad (3 \text{ поена})$$

$$\text{и} \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{p'} - \frac{1}{l'} = \frac{1}{p'} \left(1 - \frac{1}{k'}\right) \quad (3 \text{ поена})$$

Изједначавањем је: $\frac{1}{p} \left(1 - \frac{1}{k}\right) = \frac{1}{p'} \left(1 - \frac{1}{k'}\right)$ (2 поена), и пошто је $p' = \frac{p}{1.5}$ (2 поена)

Добијамо: $k' = \frac{nk}{1 + k(n-1)}$ (4 поена) $k' = 2$ (2 поена)

3. У сва три случаја можемо писати:

$$Q_1 = R \cdot I_1^2 t_1 = k(t_1 - t_0) \quad (3 \text{ поена})$$

$$Q_2 = R \cdot I_2^2 t_2 = k(t_2 - t_0) \quad (3 \text{ поена})$$

$$Q_3 = R \cdot I_3^2 t_x = k(t_x - t_0) \quad (3 \text{ поена})$$

Проналажењем одговарајућих односа добијамо:

$$\left(\frac{I_1}{I_2}\right)^2 = \frac{t_1 - t_0}{t_2 - t_0} \Rightarrow t_0 = \frac{\left(\frac{I_1}{I_2}\right)^2 t_2 - t_1}{\left(\frac{I_1}{I_2}\right)^2 - 1} \Rightarrow t_0 = 20^\circ \text{C} \quad (6 \text{ поена})$$

$$\left(\frac{I_1}{I_3}\right)^2 = \frac{t_1 - t_0}{t_x - t_0} \Rightarrow t_x = \frac{t_0 \left(\left(\frac{I_1}{I_3}\right)^2 - 1 \right) + t_1}{\left(\frac{I_1}{I_3}\right)^2} \Rightarrow t_x = 560^\circ \text{C} \quad (5 \text{ поена})$$

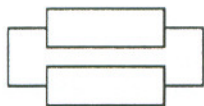
4. Могући су следећи начини везивања:



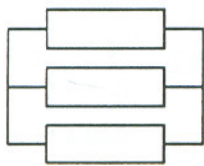
$$P = 120 \text{ W} \quad (4 \text{ поена})$$



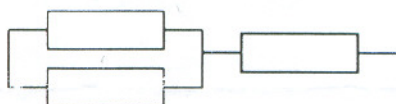
$$P = 60 \text{ W} \quad (4 \text{ поена})$$



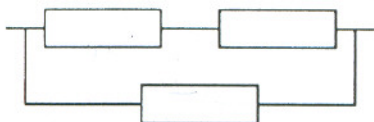
$$P = 240 \text{ W} \quad (4 \text{ поена})$$



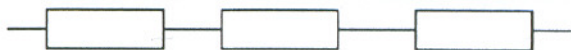
$$P = 360 \text{ W} \quad (2 \text{ поена})$$



$$P = 80 \text{ W} \quad (2 \text{ поена})$$

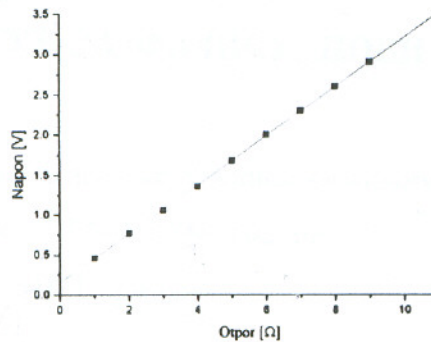
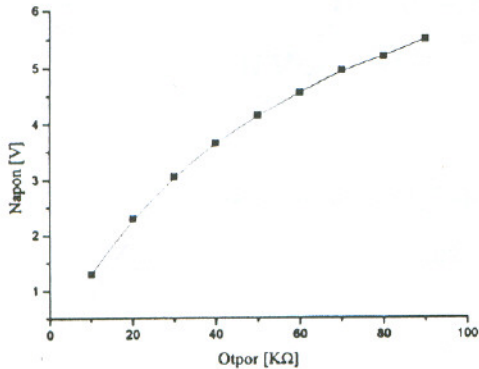


$$P = 180 \text{ W} \quad (2 \text{ поена})$$



$$P = 40 \text{ W} \quad (2 \text{ поена})$$

5.



Видимо да у првом случају не постоји линеарна зависност, јер је вредност унутрашњег отпора волтметра самерљив са вредношћу променљивог отпора (отпором декадне кутије). (4 + 4 поена)

б) Применом Кирхофових правила за прво коло добија се да је:

$$R_e = \frac{R_V \cdot R}{R_V + R} = \frac{U}{I} \Rightarrow R_V = \frac{R}{\frac{IR}{U} - 1}$$

$R = 40\text{ k}\Omega$; $I = 0.15\text{ mA}$; $U = 3.65\text{ V}$ $R_V = 62\text{ k}\Omega$, што је у сагласности са декларацијом произвођача да је на том мерном опсегу унутрашњи отпор волтметра $R_V = 60\text{ k}\Omega$. За друге узете вредности такође се добијају отпори $\approx 60\text{ k}\Omega$. (4 поена)

ц) Видимо да права на другом графику не сече напонску осу у нули, него и да за нулту вредност променљивог отпора имамо неку вредност напона. Очитана вредност треба бити $\approx 0.15\text{ V}$ (7.5 квадратића на милиметарској хартији). Пошто је јачина струје $I = 300\text{ mA}$, израчунавамо вредност унутрашњег отпора амперметра као $R_A = \frac{U}{I} = 0.5\Omega$. (4 поена)

д) Везивање представљено на првој слици треба користити у случају када је унутрашњи отпор волтметра много већи од отпора којег меримо (у нашем случају декадне кутије), а схему бр. 2 треба користити када су отпори много већи од отпора амперметра. Значи, да смо заменили вредности отпора из првог мерења у другом и обрнуто, отпори инструмената би веома мало утицали на резултате и добили би у оба случаја линеарне зависности. (4 поена)