



МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ, НАУКЕ И ТЕХНОЛОШКОГ РАЗВОЈА
РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
ЗАЈЕДНИЦА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ



ДВАДЕСЕТПЕТО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ

РЕШЕЊА

ИЗ

ОСНОВА ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ

ЗА УЧЕНИКЕ ПРВОГ РАЗРЕДА

Број задатка												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Укупно
Број бодова												
4 -1	6 -2	7 -2	6	9	10	13	10	11	12	6	6	100 -5

јун 2019.



УПУТСТВО (ОБАВЕЗНО ПРОЧИТАТИ!)

Питања и задаци су припремљени у складу са наставним програмима предмета Основе електротехнике.

Провера знања траје 120 минута. При раду такмичари могу да користе само прибор за писање и лични калкулатор.

Одговор на питање, односно решење постављеног задатка треба писати читко, обавезно на месту које је за то предвиђено. У случају да је расположиви простор за решавање задатка недовољан, може да се користи последња, празна страница. Притом је неопходно назначити број питања, односно задатка на које се наставак решавања односи. На дну простора предвиђеног за решавање одређеног задатка назначити да постоји наставак на крају рада.

Учесници такмичења самостално дају одговоре на питања и решавају постављене задатке. За време рада мора да влада тишина. Такмичар који не поштује ова правила биће дисквалификован и удаљен са такмичења.

За свако питање и задатак дат је број бодова на насловној страни. На питања са предложеним одговором за погрешан одговор добијају се негативни бодови. Уколико такмичар изостави јединицу у резултату, одузима се 1 бод. Највећи могући укупан број бодова је 100.

САВЕТИ

Свако питање и задатак треба пажљиво прочитати да бисте разумели шта се захтева.

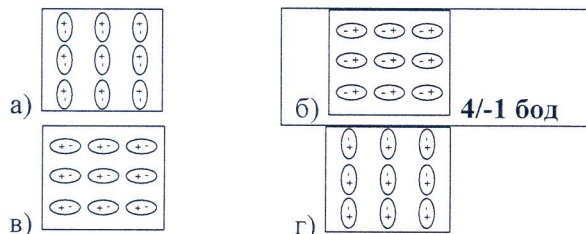
Уколико нисте потпуно сигурни који од предложених одговора на постављено питање треба заокружити, таква питања треба оставити без одговора. Тако се не добијају бодови “на срећу”, али се сигурно избегавају негативни бодови.

Није мудро да се дуго задржавате на питањима и задацима код којих, у датом тренутку, не можете са сигурношћу да одредите тачан одговор, односно да сагледате решење постављеног задатка. Усредсредите се на питања и задатке који следе. Након тога, преостало време посветите решавању задатака које сте “прескочили”.

Срећно!



1. Након постављања диелектрика у спољашње статичко поље, као што је приказано на слици, долази до поларизације диелектрика при чему се електрични диполи оријентишу на следећи начин:



2. Кондензатор капацитивности C са течним диелектриком релативне пермитивности ϵ_r прикључен је краткотрајно на извор једносмерног напона U . Када се кондензатор напуни, извор се искључи, а затим се из кондензатора извуче диелектрик. Колики је сада напон између плоча кондензатора:

- а) $U \cdot \epsilon_r$ 6/-2 бода
- б) U/ϵ_r
- в) U
- г) 0

Одговор образложити.

Решење:

Како је капацитивност кондензатора дата изразом $C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{S}{d}$ капацитивности кондензатора пре и после извлачења диелектрика ће бити:

$$\left. \begin{aligned} C_1 &= \epsilon_0 \epsilon_r \frac{S}{d} \\ C_2 &= \epsilon_0 \frac{S}{d} \end{aligned} \right\} \rightarrow C_1 = \epsilon_r C_2$$

Када се кондензатор напуни и извор искључи, пре и после извлачења диелектрика ће количина наелектрисања остати иста тј. $Q = \text{const.}$

$$Q_1 = Q_2 \rightarrow C_1 U_1 = C_2 U_2$$

Како је према услову задатка $U_1 = U$ следи:

$$C_1 U = C_2 U_2$$

Заменом израчунатих односа C_1 и C_2 добија се:

$$\epsilon_r C_2 U = C_2 U_2 \rightarrow U_2 = \epsilon_r U$$



3. Како се мења индуктивност танког торусног намотаја који се састоји од N навојака, ако се при $\mu = 1000$ број навојака повећа два пута, а јачина струје кроз навојке смањи два пута.

- а) смањује се два пута
б) смањује се четири пута

в) повећава се четири пута **7/-2 бода**

г) повећава се два пута

Одговор образложити.

Решење:

Индуктивност танког торусног намотаја пре промене броја навојака и струје је:

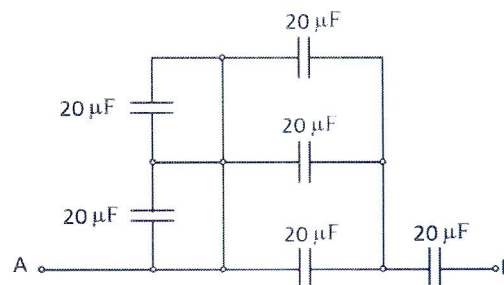
$$L_1 = \frac{\mu N^2}{l} S$$

Након повећања броја навојака и смањења интензитета струје је:

$$L_2 = \frac{\mu (2N)^2}{l} S = \frac{\mu 4N^2}{l} S = \frac{4\mu N^2}{l} S = 4L_1$$

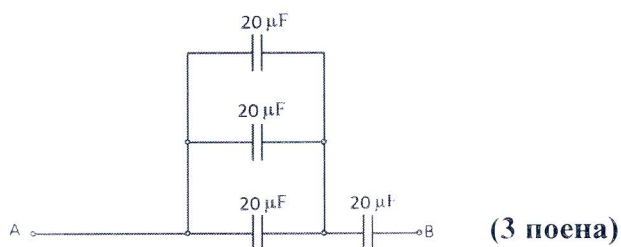


4. Одредити еквивалентну капацитивност групе кондензатора између тачака А и В приказаних на слици.



Решење:

Како су два кондензатора кратко спојена, можемо их занемарити па еквивалентна шема постаје:



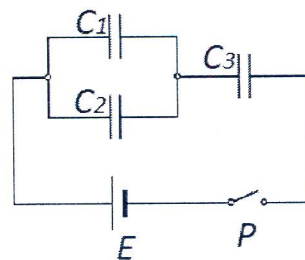
Па је C_{AB} :

$$C_{AB} = \frac{(20\mu F + 20\mu F + 20\mu F) \cdot 20\mu F}{20\mu F + 20\mu F + 20\mu F + 20\mu F} = \frac{60\mu F \cdot 20\mu F}{80\mu F} = 15\mu F \text{ (3 поена)}$$



5. Извор електромоторне силе $E = 20V$ и три кондензатора капацитивности $C_1 = 10\mu F$, $C_2 = 20\mu F$ и $C_3 = 30\mu F$ везани су као на слици.

- а) Одредити количину наелектрисања Q која ће протећи струјним колом након затварања прекидача P .
б) Одрети количине наелектрисања које су протекле кроз паралелне гране.



Решење:

а) $Q_{uk} = E \cdot C_e$ (1 поен)

$$C_e = \frac{C_{12} \cdot C_3}{C_{12} + C_3} \text{ (1 поен)}$$

$$C_{12} = C_1 + C_2 = 30\mu F \text{ (1 поен)} \rightarrow C_e = 15\mu F$$

$$Q_{uk} = E \cdot C_e = 300\mu C \text{ (1 поен)}$$

б) $U_1 = \frac{Q}{C_{12}} = \frac{Q}{C_1 + C_2} = 10V$ (1 поен)

Како је у питању паралелна веза, напони на кондензаторима 1 и 2 су једнаки:

$$U_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{Q_2}{C_2} = 10V \text{ (2 поена)}$$

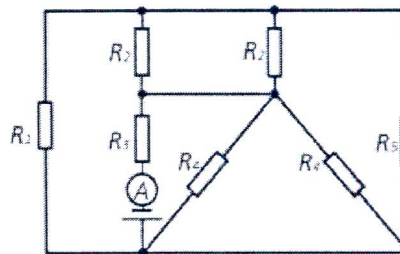
$$Q_1 = U_1 C_1 = 100\mu C \text{ (1 поен)}$$

$$Q_2 = U_2 C_2 = 200\mu C \text{ (1 поен)}$$





6. Уколико је унутрашња отпорност извора $r = 0,5\Omega$, а отпорности отпорника на слици $R_1 = 400\Omega, R_2 = 960\Omega, R_3 = 260\Omega, R_4 = 720\Omega, R_5 = 600\Omega$ при чему амперметар занемарљиве унутрашње отпорности показује $10mA$ одредити електромоторну силу извора и снагу која се развија на отпорнику R_3 .



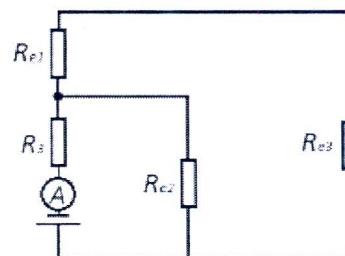
Решење:

Посматрајући чворове у колу са слике који имају исти потенцијал може се закључити да су следећи отпорници везани паралелно:

$$R_{e1} = R_2 || R_2 = \frac{R_2}{2} = 480\Omega, \text{ (1 бод)}$$

$$R_{e2} = R_4 || R_4 = \frac{R_4}{2} = 360\Omega, \text{ (1 бод)}$$

$$R_{e3} = R_1 || R_5 = \frac{R_1 \cdot R_5}{R_1 + R_5} = 240\Omega \text{ (1 бод)}$$



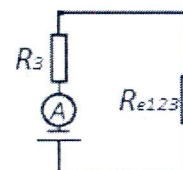
Даље је:

$$R_{e123} = (R_{e1} + R_{e3}) || R_{e2} = \frac{(R_{e1} + R_{e3}) \cdot R_{e2}}{R_{e1} + R_{e3} + R_{e2}} = 240\Omega \text{ (2 бода)}$$

Након ове трансформације добија се просто коло као на слици, па је укупна отпорност у колу:

$$R_e = R_3 + R_{e123} + r = 500,5\Omega \text{ (2 бода)}$$

Како амперметар показује интензитет струје од $I = 10mA$ следи да је:



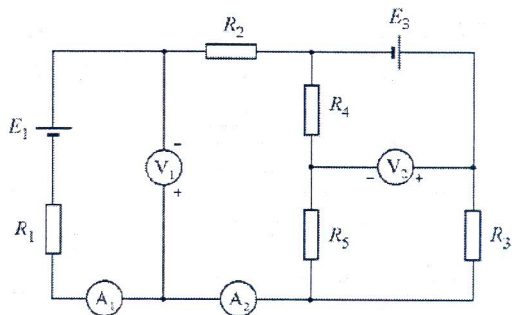
$$E = R_e \cdot I = 5005mV = 5,005V \text{ (1 бод)}$$

Снага развијена на отпорнику R_3 је:

$$P_3 = I^2 \cdot R_3 = 26000 \cdot 10^{-6}W = 26mW \text{ (2 бода)}$$



7. Уколико су отпорности кола датог на слици $R_1 = R_2 = 5\Omega$, $R_3 = 7\Omega$, $R_4 = 15\Omega$ и $R_5 = 20\Omega$, а идеални волтметри показују следеће вредности напона $V_1 = 150V$ и $V_2 = 550V$ одредити показивање амперметара A_1 и A_2 , и електромоторне силе E_1 и E_3 .

**Решење:**

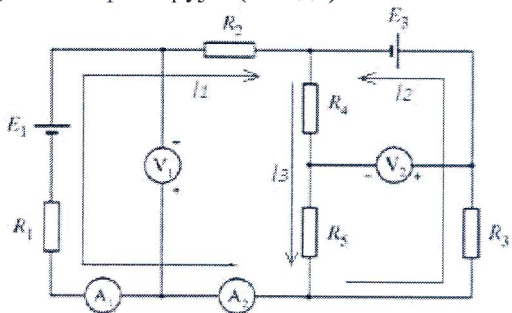
Како су волтметри идеални, то значи да се њихова отпорност може сматрати бесконачном и да кроз њих не протиче струја и да у колу постоје само три струје. (2 бода).

Уколико се усвоји смер струја као на слици по I К.З. и II К.З. могу се написати следеће једначине:

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0 \text{ (1бод)}$$

$$R_1 I_1 - E_1 + R_2 I_1 + R_4 I_3 + R_5 I_3 = 0 \text{ (1бод)}$$

$$R_5 I_3 + R_4 I_3 + R_3 I_2 + E_3 = 0 \text{ (1бод)}$$



Друге две релације могу се написати на основу мерења волтметара:

$$150V = -E_1 + R_1 I_1 \text{ (1бод)}$$

$$550V = E_3 + R_4 I_3 \text{ (1бод)}$$

Када се ове релације уврсте у једначине по Кирхофовим законима добија се:

$$150V + R_2 I_1 + R_4 I_3 + R_5 I_3 = 0$$

$$R_5 I_3 + R_3 I_2 + 550V = 0, \text{ при чему је } I_2 = I_3 - I_1$$

Решавањем система од две једначине са две непознате даље је:

$$I_{A1} = I_{A2} = I_1 = 40A \text{ (2 бода) (Уколико постоји само закључак да су струје кроз } A_1 \text{ и } A_2 \text{ једнаке (1бод))}$$

$$I_3 = -10A$$

$$I_2 = -50A$$

$$E_1 = 50V \text{ (2 бода)}$$

$$E_3 = 700V \text{ (2 бода)}$$





8. Акумулаторска батерија и отпорник променљиве отпорности образују просто електрично коло. При отпорности променљивог отпорника од $R_1 = 4\Omega$ интензитет струје у колу је $I_1 = 1,5A$, а када је отпорност тог отпорника $R_2 = 7\Omega$ интензитет струје у колу је $I_2 = 1A$. Колики је интензитет струје кратког споја акумулаторске батерије?

Решење:

Како су у простом колу унутрашња отпорност r акумулаторске батерије и отпорник променљиве отпорности везани редно по Омовом закону ће бити:

$$I_1 = \frac{E}{r+R_1} \text{ (1 бод)}$$

$$I_2 = \frac{E}{r+R_2} \text{ (1 бод)}$$

На основу ових једначина даље је:

$$\left. \begin{array}{l} I_1 \cdot (r + R_1) = E \\ I_2 \cdot (r + R_2) = E \end{array} \right\} \rightarrow I_1 \cdot (r + R_1) = I_2 \cdot (r + R_2) \text{ (2 бода)}$$

Израчунавањем се добија:

$$r = 2\Omega \text{ (2 бода)}$$

Па је:

$$E = 9V \text{ (1 бод)}$$

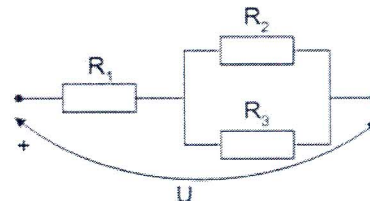
Односно:

$$I_{KS} = \frac{E}{r} = 4,5A \text{ (3 бода)}$$





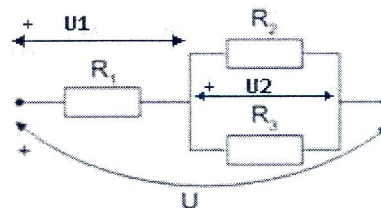
9. Три отпорника отпорности $R_1 = 20\Omega$, $R_2 = 100\Omega$ и $R_3 = 400\Omega$ везана су као на слици и прикључена на напон U који се споро повећава од $0V$ до $50V$. Снаге при којима ови отпорници прегоревају су $P_{1max} = 0,25W$, $P_{2max} = 0,5W$ и $P_{3max} = 0,25W$ Који од отпорника ће први прегорети? Одредити вредност улазног напона U при којој ће се то догодити.



Решење:

$$U_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_{23}} \cdot U = \frac{U}{5} \text{ (1 бод)}$$

$$U_2 = \frac{R_{23}}{R_1 + R_{23}} \cdot U = \frac{4}{5} U \text{ (1 бод)}$$



Снаге на отпорницима су:

$$P_1 = \frac{U_1^2}{R_1} \rightarrow P_{1max} = \frac{U_{1max}^2}{R_1} = \frac{U^2}{25R_1} = 0,002U^2 \rightarrow U = 11,18V \text{ (2 бода)}$$

$$P_2 = \frac{U_2^2}{R_2} \rightarrow P_{2max} = \frac{U_{2max}^2}{R_2} = \frac{16U^2}{25R_2} = 0,0064U^2 \rightarrow U = 8,84V \text{ (2 бода)}$$

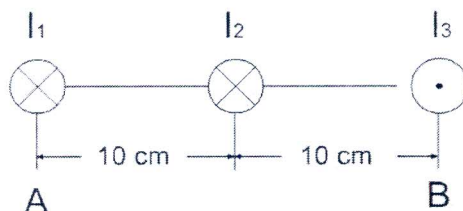
$$P_3 = \frac{U_2^2}{R_3} \rightarrow P_{3max} = \frac{U_{2max}^2}{R_3} = \frac{16U^2}{25R_3} = 0,0016U^2 \rightarrow U = 12,5V \text{ (2 бода)}$$

Као што се може видети, најмањи напон који је потребан да би неки од отпорника прегорео је $U = 8,84V$ и у том случају ће прегорети отпорник R_2 . (3 бода)



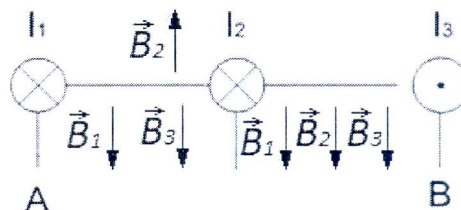


10. На слици су приказана три паралелна дугачка праволинијска проводника са струјама $I_1 = I_2 = 100\text{ A}$ и $I_3 = 200\text{ A}$ чији су смерови дати као на слици. Одредите положај тачке О на дужи АВ у којој је вредност магнетне индукције једнак нули. Проводници се налазе у ваздуху.

**Решење:**

Обележавајући правце и смерова вектора магнетне индукције на дужи АВ може се уочити да се тачка О, где је резултантни вектор магнетне индукције једнак нули, налази између проводника 1 и 2.

(4 бода)



Услов који треба да испуне интензитети вектора магнетне индукције у тачки О на основу слике је:

$$B_1 + B_3 = B_2 \quad (2 \text{ бода})$$

Уколико се тачка О постави између проводника 1 и 2 на неком растојању r од проводника 1 могу се написати изрази за интензитете магнетне индукције:

$$B_1 = \mu_0 \cdot \frac{I_1}{2\pi x} \quad (1 \text{ бод})$$

$$B_2 = \mu_0 \cdot \frac{I_2}{2\pi(0,1\text{ m} - x)} \quad (1 \text{ бод})$$

$$B_3 = \mu_0 \cdot \frac{I_3}{2\pi(0,2\text{ m} - x)} \quad (1 \text{ бод})$$

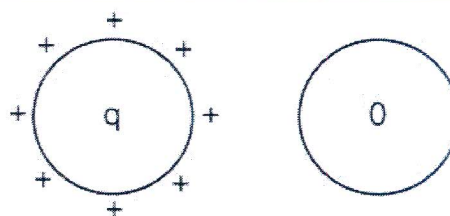
$$\mu_0 \cdot \frac{I_1}{2\pi x} + \mu_0 \cdot \frac{I_3}{2\pi(0,2\text{ m} - x)} = \mu_0 \cdot \frac{I_2}{2\pi(0,1\text{ m} - x)}, \text{ како је } I_1 = I_2 = \frac{I_3}{2} \text{ следи:}$$

$$\mu_0 \cdot \frac{I_1}{2\pi x} + \mu_0 \cdot \frac{2 \cdot I_1}{2\pi(0,2\text{ m} - x)} = \mu_0 \cdot \frac{I_1}{2\pi(0,1\text{ m} - x)} \rightarrow \frac{1}{x} + \frac{2}{0,2\text{ m} - x} = \frac{1}{0,1\text{ m} - x}$$

$$x = 6,67\text{ cm} \quad (3 \text{ бода})$$



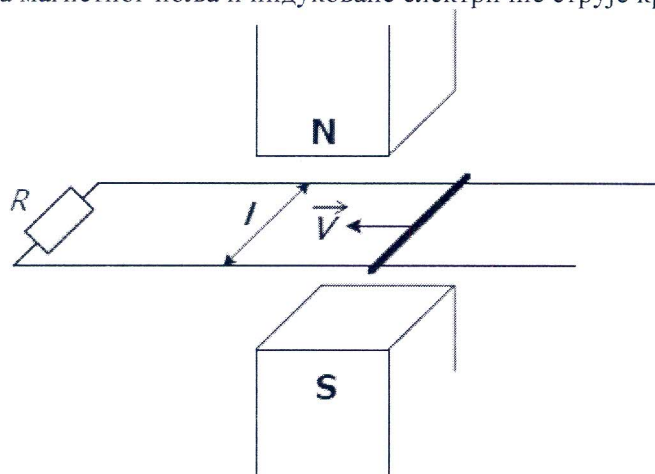
11. Две мале кугле истог облика и од истог материјала налазе се у ваздуху, као што је приказано на слици. Прва кугла наелектрисана је количином наелектрисања $+q$, док је друга електрично неутрална. Ако се ове две кугле споје металном жицом на који начин ће се прерасподелити наелектрисање у датом систему.



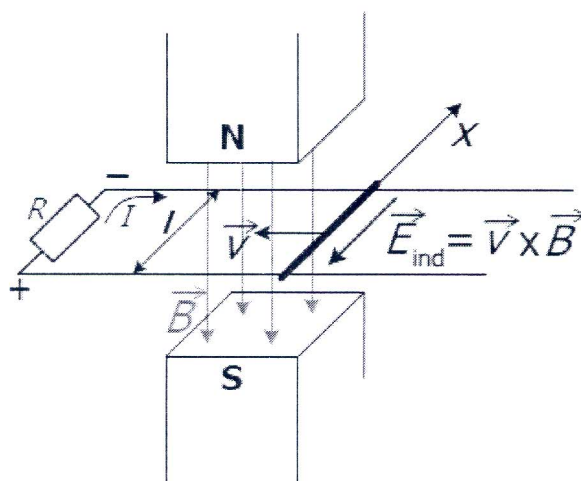
- а) целокупно наелектрисање остаје расподељено на првој кугли
б) обе кугле постају наелектрисане количином наелектрисања $+q/2$ **6/-2 бода**
в) обе кугле постају наелектрисане неком количином наелектрисања која се на основу датих података не може одредити
г) целокупно наелектрисање ће бити расподељено на другој кугли
д) прва кугла постаје наелектрисана количином наелектрисања $+q/2$, а друга кугла $-q/2$



12. Уцртати смер линија магнетног поља и индуковане електричне струје кроз отпорник.



Решење:



Тачан смер линија магнетног поља (2 бода)

Тачан смер струје (4 бода)

