



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



ДВАДЕСЕТОСМО РЕГИОНАЛНО 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												
6	6	6	9	12	8	12	12	4	6	7	12	100
-2	-2	-2	-4					-1	-2			-13

мај 2024.

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. Како се промени капацитет плочастог кондензатора при $\epsilon = const$, ако се размак између плоча повећа три пута, а површина плоча смањи два пута?

а) Капацитет ће се повећати 6 пута

б) Капацитет ће се смањити 6 пута 6/-2

в) Капацитет се неће променити

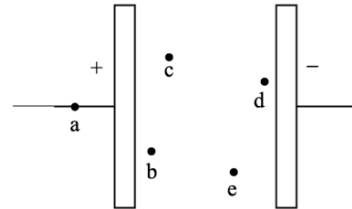
г) Није могуће одредити без нумеричких вредности

Образложити одговор.

Решење:

$$C = \epsilon \frac{S}{d}, C_1 = \epsilon \frac{S_1}{d_1}. \text{ За } S_1 = \frac{S}{2} \text{ и } d_1 = 3d \rightarrow C_1 = \frac{(\epsilon \cdot \frac{S}{2})}{3d} = \frac{\epsilon S}{6d} = \left(\epsilon \frac{S}{d}\right) / 6 = C / 6$$

2. На слици је дат плочасти кондензатор, који стварају две паралелне равне плоче између којих се налази хомогено електрично поље. Која тачка, према датој слици, има највећи потенцијал?



а) Тачка а

6/-2

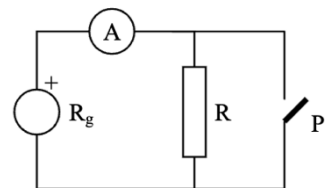
б) Тачка б

в) Тачка с

г) Тачка д

д) Тачка е

3. На приказаној слици, при отвореном прекидачу Р амперметар показује јачину струје $I_1 = 2,4 \text{ A}$, а при затвореном прекидачу Р, $I_2 = 120 \text{ A}$. Ако је отпорност потрошача $R = 48 \Omega$, колики је унутрашњи отпор извора R_g ?



а) $R_g = 0,95 \Omega$

б) $R_g = 1 \Omega$

в) $R_g = 0 \Omega$

г) $R_g = 0,98 \Omega$

6/-2

Образложити одговор.

Решење:

$$\text{Када је Р укључен, } I_2 = I_{ks} = \frac{E}{R_g} = 120 \text{ A, } \rightarrow E = 120 \cdot R_g$$

$$\text{Када је Р искључен, } \rightarrow E = I_1 \cdot (R_g + R), 120R_g = 2,4 \cdot (R_g + R), \rightarrow R_g = 0,98 \Omega$$

4. Плочаст кондензатор за номинални напон $U = 10 \text{ kV}$ има диелектрик од два слоја исте дебљине ($l_1 = l_2 = 2 \text{ mm}$), од којих је један од хартије ($\epsilon_{r1} = 2$) а други од гуме ($\epsilon_{r2} = 6$). Како ће се расподелити напони по диелектрицима?

а) $U_2 = 7,5 \text{ kV}, U_1 = 2,5 \text{ kV}$

б) $U_2 = 6 \text{ kV}, U_1 = 4 \text{ kV}$

в) $U_2 = 2,5 \text{ kV}, U_1 = 7,5 \text{ kV}$

9/-4

г) $U_2 = 5 \text{ kV}, U_1 = 5 \text{ kV}$

д) није могуће израчунати на основу датих нумеричких вредности.

Образложити одговор.

Решење:

$$C_1 = \epsilon_0 \epsilon_{r1} S / d_1,$$

$$C_2 = \epsilon_0 \epsilon_{r2} S / d_2, \quad C_1 / C_2 = \epsilon_{r1} d_2 / \epsilon_{r2} d_1 = 2 \cdot 2 / 6 \cdot 2 = 1/3 = U_2 / U_1 \rightarrow U_1 = 3U_2$$

$$\text{Како је } U_1 + U_2 = U \rightarrow 3U_2 + U_2 = 10 \text{ kV} \rightarrow U_2 = 2,5 \text{ kV}, U_1 = 7,5 \text{ kV}$$



5. Раван ваздушни кондензатор, површина електрода S и растојања између њих d , прикључен је на извор напона U . По извршеном оптерећивању, напон се искључи са извора напајања и повећа му се растојање између електрода на $d_1 = 2d$. Одредити енергију и јачину поља у оба случаја, као и промену напона између електрода до које долази при повећању растојања. Занемарити ивични ефекат. Бројни подаци: $S = 40 \times 60 \text{ cm}^2$, $d = 5 \text{ mm}$, $U = 2 \text{ kV}$.

Решење:

Напомена: са Q , U , W и E су означени наелектрисање, напон, енергија и електрично поље кондензатора пре искључења са извора напајања.

Са Q_1 , U_1 , W_1 и E_1 су означени наелектрисање, напон, енергија и електрично поље кондензатора након искључења са извора напајања.

$Q_1 = Q = CU = \text{const}$, након искључења са извора напајања

$$E_1 = E = \frac{U}{d} = \frac{2 \cdot 10^3 \text{ V}}{5 \cdot 10^{-3} \text{ m}} = 0,4 \cdot 10^6 \frac{\text{V}}{\text{m}} = 400 \frac{\text{kV}}{\text{m}} \quad (2 \text{ бода})$$

$$C = \epsilon_0 \cdot \frac{S}{d} = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}} \cdot \frac{0,4 \cdot 0,6 \text{ m}^2}{5 \cdot 10^{-3} \text{ m}} = 0,4248 \cdot 10^{-9} \text{ F} \quad (2 \text{ бода})$$

$$W = \frac{1}{2} C \cdot U^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,4248 \cdot 10^{-9} \text{ F} \cdot (2 \cdot 10^3 \text{ V})^2 = 0,8496 \mu\text{J} \quad (2 \text{ бода})$$

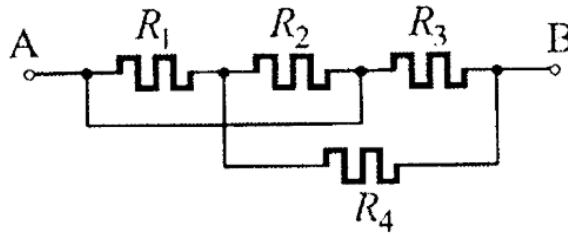
$$U_1 = E_1 \cdot d_1 = 400 \frac{\text{kV}}{\text{m}} \cdot 10 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 4 \text{ kV} \quad (2 \text{ бода})$$

$$W_1 = \frac{1}{2} C \cdot U_1^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,4248 \cdot 10^{-9} \text{ F} \cdot (4 \cdot 10^3 \text{ V})^2 = 1,6992 \mu\text{J} \quad (2 \text{ бода})$$

$$\Delta U = U_1 - U = 2 \text{ kV} \quad (2 \text{ бода})$$

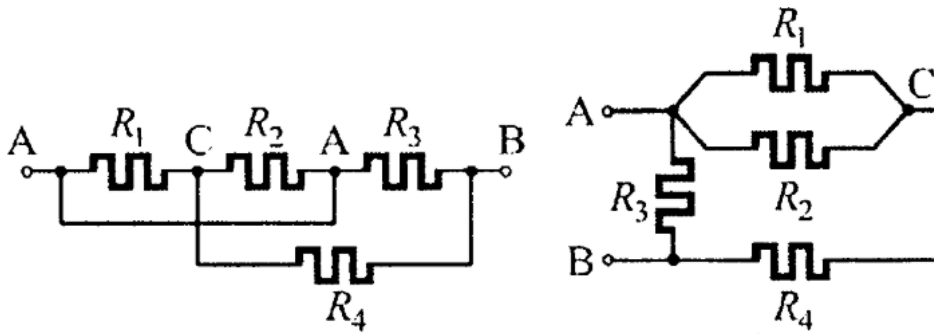


6. Израчунати еквивалентну отпорност између тачака А и В везе отпорника са слике. Познато је: $R_1 = 6 \Omega$, $R_2 = 3 \Omega$, $R_3 = 4 \Omega$, $R_4 = 2 \Omega$.



Решење:

Ако обележимо редом тачке А, В, С на задатој слици, шему можемо значајно поједноставити



Слика - (2 бода)

Са слике десно можемо видети да су отпорници R_1 и R_2 везани паралелно, па је

$$R_{12} = R_1 \parallel R_2 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{6 \cdot 3}{6 + 3} = \frac{18}{9} = 2 \Omega \quad (2 \text{ бода})$$

Отпорници R_{12} и R_4 су везани на ред, па је њихова еквивалентна отпорност

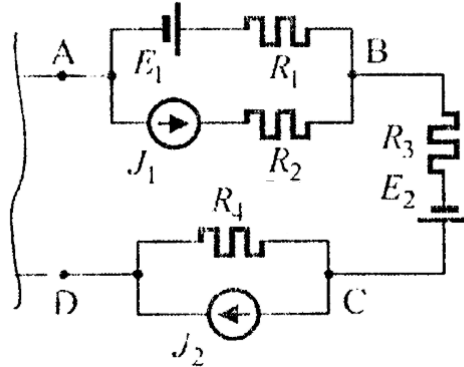
$$R_{124} = R_{12} + R_4 = 2 + 2 = 4 \Omega \quad (2 \text{ бода})$$

Коначно, отпорници R_{124} и R_3 су везани паралелно, па је еквивалентна отпорност између тачака А и В

$$R_{AB} = R_{124} \parallel R_3 = \frac{R_{124} \cdot R_3}{R_{124} + R_3} = \frac{4 \cdot 4}{4 + 4} = \frac{16}{8} = 2 \Omega \quad (2 \text{ бода})$$

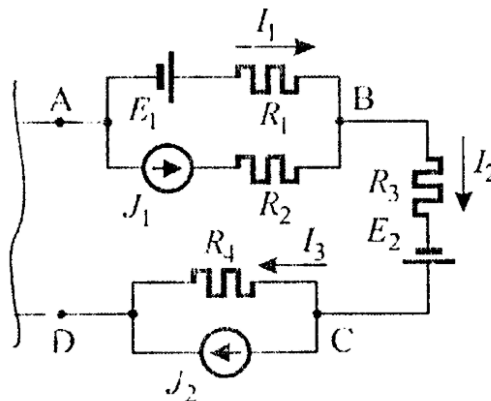


7. У делу сложеног кола приказаном на слици познати су потенцијали тачака А и В, V_A и V_B , као и вредности свих елемената. Одредити напон U_{AD} и потенцијал тачке D, V_D . Нумерички подаци: $V_A = 3\text{ V}$, $V_B = 1\text{ V}$, $E_1 = 1\text{ V}$, $E_2 = 2\text{ V}$, $J_1 = 1\text{ A}$, $J_2 = 2\text{ A}$, $R_1 = R_2 = 1\ \Omega$, $R_3 = R_4 = 2\ \Omega$.



Решење:

На слици су са I_1 , I_2 и I_3 обележене струје кроз поједине гране у колу.



Струја I_1 се може израчунати директном применом Омовог закона за грану кола,
 $U_{AB} = V_A - V_B = 3 - 1 = 2\text{ V}$ (1 бод)

$$U_{AB} = -E_1 + R_1 \cdot I_1 \rightarrow I_1 = \frac{U_{AB} + E_1}{R_1} = \frac{2 + 1}{1} = 3\text{ A} \quad (2 \text{ бода})$$

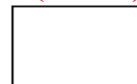
Струја I_2 се може израчунати из првог Кирхофовог закона за чвор В
 $I_2 = I_1 + J_1 = 3 + 1 = 4\text{ A}$ (2 бода)

Струја I_3 се може израчунати из првог Кирхофовог закона за чвор С
 $I_3 = I_2 - J_2 = 4 - 2 = 2\text{ A}$ (2 бода)

Напон између тачака А и D се може израчунати као
 $U_{AD} = \sum RI - \sum E$ (1 бод)

по било којој путањи између тачака А и D, па је
 $U_{AD} = R_1 I_1 + R_3 I_2 + R_4 I_3 - (E_1 + E_2) = 12\text{ V}$ (2 бода)

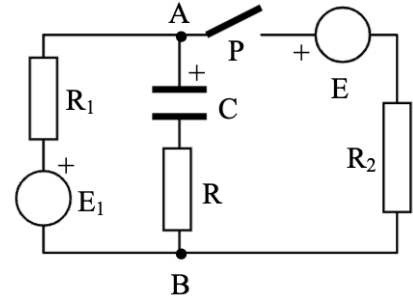
па је потенцијал тачке D
 $V_D = V_A - U_{AD} = -9\text{ V}$ (2 бода)



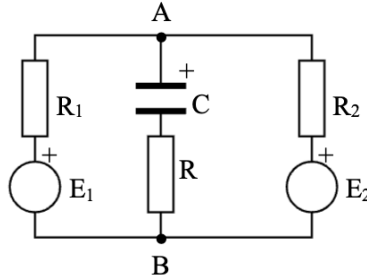
ОСНОВЕ ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ, ДВАДЕСЕТОСМО РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ, мај 2024.

8. У колу приказаном на слици, прекидач P је затворен. Одредити протеклу количину електрицитета кроз кондензатор C од тренутка отварања прекидача P до успостављања стационарног стања (количина електрицитета у стању мировања). Бројни подаци:

$$E_1 = 10 \text{ V}; E_2 = 5 \text{ V}; R_1 = R_2 = R = 10 \Omega, C = 10 \mu\text{F}.$$



Решење



Методом заједничког напона одредимо напон између тачака А и В, а то је и напон на кондензатору U_C . Он износи:

$$U_C = U_{AB} = \frac{\frac{E_1 + E_2}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = 7,5 \text{ V} \quad (4 \text{ бода})$$

Количина наелектрисања је $Q = U_C \cdot C = 75 \cdot 10^{-6} \text{ C} = 75 \mu\text{C}$ (2 бода)

Када се прекидач искључи (отвори) напон на кондензатору је једнак E_1 , па је

$$U_{C'} = E_1 = 10 \text{ V} \quad (2 \text{ бода})$$

па је протекла количина наелектрисања у овом случају једнака

$$Q' = U_{C'} \cdot C = 100 \mu\text{C} \quad (2 \text{ бода})$$

Протекла количина наелектрисања је $\Delta Q = Q' - Q = 25 \mu\text{C}$. (2 бода)

9. Крива магнећења феромагнетних материјала представља зависност:

а) $B = f(\Phi)$

б) $\Phi = f(B)$

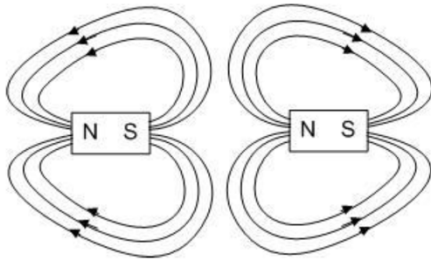
в) $H = f(\Phi)$

г) $\Phi = f(H)$

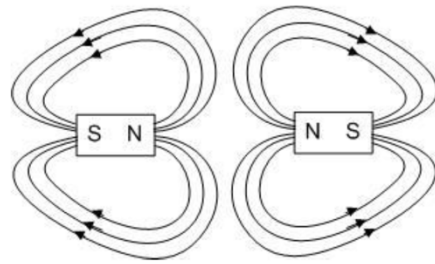
д) $B = f(H)$ 4/-1

ђ) $H = f(B)$

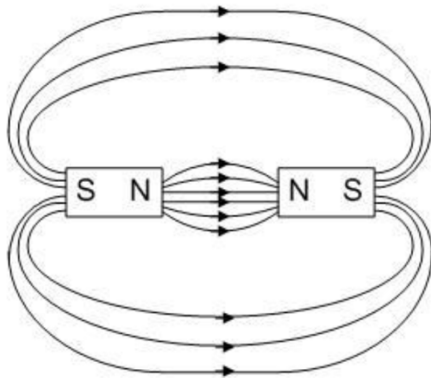
10. На којој слици су линије магнетног поља правилно нацртане:



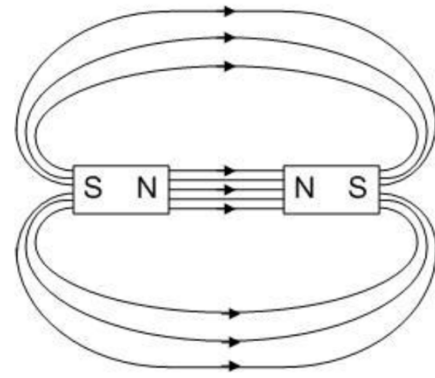
слика 1



слика 2



слика 3



слика 4

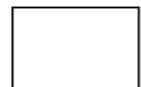
а) слика 1

б) слика 2

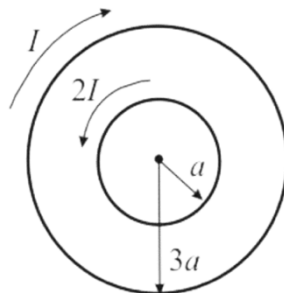
6/-2

в) слика 3

г) слика 4



11. Две концентричне струјне контуре леже у истој равни у ваздуху као на слици. Одредити интензитет и означити правац и смер вектора магнетне индукције \vec{B} у центру система.



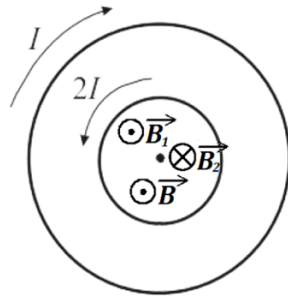
Решење:

$$B_1 = \mu_0 \frac{2I}{2a} = \mu_0 \frac{I}{a} \quad (1 \text{ бод за интензитет} + 1 \text{ бод за правац и смер})$$

$$B_2 = \mu_0 \frac{I}{2 \cdot 3a} = \mu_0 \frac{I}{6a} \quad (1 \text{ бод за интензитет} + 1 \text{ бод за правац и смер})$$

$$B = B_1 - B_2 = \mu_0 \frac{I}{a} - \mu_0 \frac{I}{6a} = \frac{5}{6} \mu_0 \frac{I}{a}$$

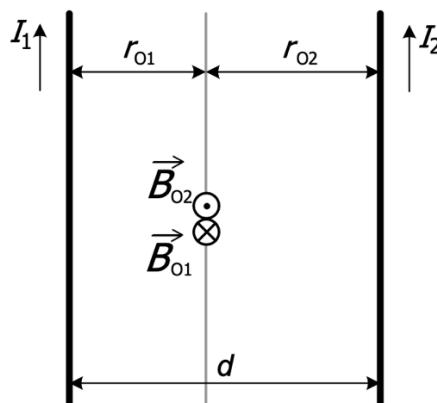
(2 бода за интензитет + 1 бод за правац и смер)



12. Два бесконачна праволинијска проводника постављена су паралелно један другомна растојању $d = 10 \text{ cm}$, у ваздуху. Кроз први проводник протиче стална струја јачине $I_1 = 3 \text{ A}$, а кроз други проводник протиче стална струја јачине $I_2 = 4 \text{ A}$. Одредити тачке у простору у којима је вектор магнетне индукције једнак нули, ако су струје у проводницима истог смера.

Решење:

Према поставци задатка, вектори магнетне индукције које стварају поједини проводници су дати на слици.



Ако су струје у проводницима истог смера, вектори магнетне индукције који стварају поједини проводници су супротног смера у тачкама равни, које се налазе између проводника.

(2 бода)

За неку тачку О важи:

$$B_{O1} = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r_{O1}}, B_{O2} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r_{O2}}, r_{O1} + r_{O2} = d \quad (1 \text{ бод})$$

где су r_{O1} и r_{O2} растојања посматране тачке О од проводника са струјом I_1 и проводника са струјом I_2 . У задатку се тражи да вектор магнетне индукције буде једнак нули:

$$\vec{B}_O = \vec{B}_{O1} + \vec{B}_{O2} = 0, \rightarrow B_{O1} = B_{O2} \quad (2 \text{ бода})$$

$$\frac{\mu_0 I_1}{2\pi r_{O1}} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r_{O2}} \rightarrow r_{O2} I_1 = (d - r_{O1}) I_1 = r_{O1} I_2 \quad (2 \text{ бода})$$

$$r_{O1} = \frac{I_1}{I_1 + I_2} d \quad (1 \text{ бод})$$

Ако заменимо бројне вредности задате у задатку, добијамо растојање тражене тачке од првог и другог проводника:

$$r_{O1} = \frac{I_1}{I_1 + I_2} d = \frac{3A}{4A} \cdot 10 \text{ cm} = 4,3 \text{ cm} \quad (2 \text{ бода})$$

$$r_{O2} = d - r_{O1} = 10 \text{ cm} - 4,3 \text{ cm} = 5,7 \text{ cm} \quad (2 \text{ бода})$$



