



МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
ЗАЈЕДНИЦА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ



ПЕТНАЕСТО РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ

ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

ИЗ

ОСНОВА ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ

ЗА УЧЕНИКЕ ПРВОГ РАЗРЕДА

Одговори и решења

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

мај 2009.



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. Највећи могући укупан број бодова је 100.

САВЕТИ

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

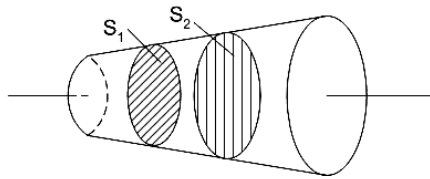
Уколико нисте потпуно сигурни који од предложених одговора на постављено питање треба заокружити, таква питања треба оставити без одговора. Тако се не добијају бодови “на срећу”, али се сигурно избегавају негативни бодови.

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!



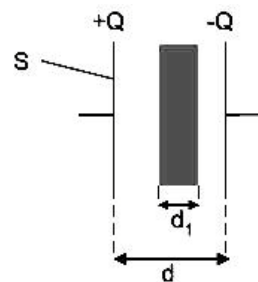
1. На извор једносмерног напона прикључен је проводник променљивог попречног пресека, као што је приказано на слици. У каквом су односу густине струје кроз попречни пресек S_1 и попречни пресек S_2 ?



- а) $J_1 < J_2$,
б) $J_1 > J_2$,
в) $J_1 = J_2$,
г) не може се одредити без познавања конкретних бројних вредности.

4/-1

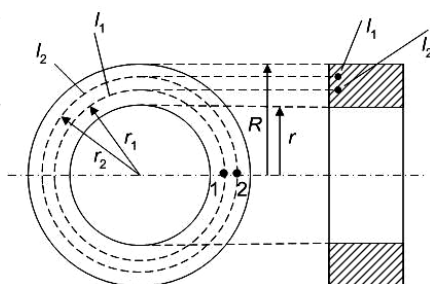
2. Ваздушни плочасти кондензатор прикључен је на извор сталног напона U_0 , а после оптерећивања одвојен од извора. Затим се између електрода кондензатора убаци метална плоча дебљине d_1 , паралелно са електродама, као што је приказано на слици. Како ће се променити напон између плоча кондензатора након убацивања металне плоче? Површина електрода је S , а размак између електрода је d .



- а) повећава се,
б) смањује се,
в) остаје исти,
г) повећава се или смањује у зависности од односа d и d_1 и положаја металне плоче убачене између електрода.

5/-1

3. Унутар торусног намотаја квадратног попречног пресека одабране су две кружне линије l_1 и l_2 , полупречника r_1 и r_2 , као што је приказано на слици. Торусни намотај има N навојака кроз које протиче струја интензитета I . У каквом су односу интензитети вектора магнетне индукције у тачкама 1 и 2, одабраним на линијама l_1 и l_2 , као што је приказано на слици?



- а) $B_1 < B_2$,
б) $B_1 = B_2$,
в) $B_1 > B_2$,
г) не може се одредити без познавања конкретних бројних вредности.

6/-2



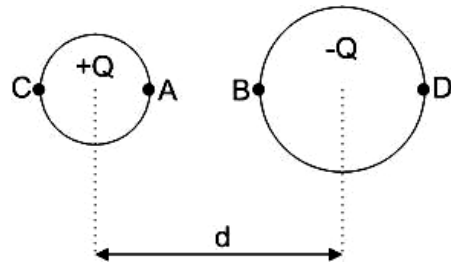
4. У случају редне везе више кондензатора чије се капацитивности значајно разликују, при одређивању еквивалентне капацитивности одлучујућу улогу има:

- а) кондензатор најмање капацитивности,
б) кондензатор највеће капацитивности,
в) сви кондензатори имају подједнако важну улогу,
г) не може се одредити без познавања конкретних бројних вредности.

6/-2

5. Две наелектрисане металне кугле направљене од истог материјала, налазе се у ваздуху, на међусобном растојању d које је знатно веће од пречника обе кугле. Кугле су наелектрисане истим количинама наелектрисања, али различитих предзнака, као што је приказано на слици. У каквом су односу напони U_{AB} и U_{CD} ?

- а) $U_{AB} = U_{CD}$,
б) $|U_{AB}| > |U_{CD}|$,
в) $|U_{AB}| < |U_{CD}|$,
г) $U_{AB} = -U_{CD}$.



7/-2

6. Разматрају се два у геометријском смислу једнака торусна намотаја, попречног пресека приказаног на слици. Први торус има језгро од неферомагнетног материјала, док други има феромагнетно језгро. Оба торуса имају једнак број густо и равномерно мотаних навојака, кроз које протиче струја истог интензитета.

- 1) У каквом су односу интензитети вектора јачине магнетног поља у тачки Т првог торуса и другог торуса:

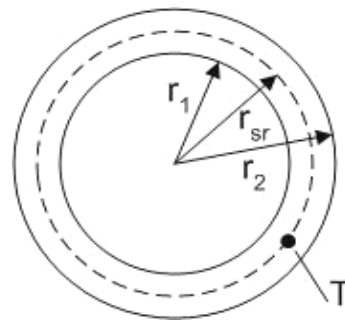
- а) $H_1 = H_2$ б) $H_1 > H_2$ в) $H_1 < H_2$ 2/-1 бода

- 2) У каквом су односу интензитети вектора магнетне индукције у тачки Т првог торуса и другог торуса:

- а) $B_1 = B_2$ б) $B_1 > B_2$ в) $B_1 < B_2$ 2/-1 бода

- 3) Који торус има већи магнетни флукс:

- а) први б) други в) флуксеви су једнаки 2/-1 бода



7/-3



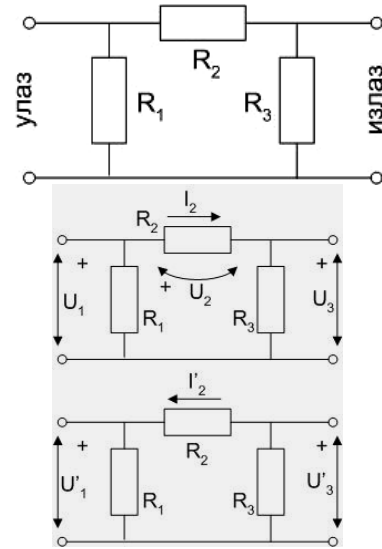
7. Када је на улазне крајеве кола приказаног на слици прикључен напон $U_1=100\text{ V}$, на излазним крајевима кола измерен је напон $U_3=40\text{ V}$, а кроз отпорник отпорности R_2 измерена је струја интензитета $I_2=1\text{ A}$. Када је на излазне крајеве кола прикључен напон $U_3=60\text{ V}$, на улазу је измерен напон $U_1=15\text{ V}$. Одредити непознате отпорности R_1 , R_2 и R_3 .

Решење:

$$R_2 = \frac{U_1 - U_3}{I_2} = 60\ \Omega, \quad 2 \text{ бода}$$

$$R_3 = \frac{U_3}{I_2} = 40\ \Omega, \quad 2 \text{ бода}$$

$$I'_2 = \frac{U'_3 - U'_1}{R_2} = 0,75\text{ A}, \quad R_1 = \frac{U'_1}{I'_2} = 20\ \Omega \quad 4 \text{ бода}$$



2+2+4=8

8. У колу једносмерне струје приказаном на слици познато је да се у доњој грани кола, између тачака А и В, дисипира једнака снага при отвореном и при затвореном прекидачу Р. Одредити непознату отпорност R_X , ако је познато $R_0=20\ \Omega$. Напон U сматрати непромењеним.

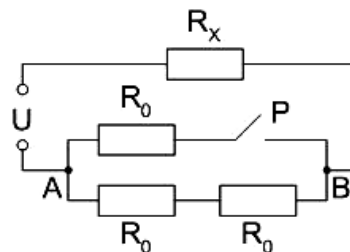
Решење:

$$R_{AB}^{(Z)} \cdot I_{(Z)}^2 = R_{AB}^{(O)} \cdot I_{(O)}^2 \quad 1 \text{ бод}$$

$$R_{AB}^{(Z)} = \frac{2R_0}{3}, \quad I^{(Z)} = \frac{U}{R_X + R_{AB}^{(Z)}} \quad 3 \text{ бода}$$

$$R_{AB}^{(O)} = 2R_0, \quad I^{(O)} = \frac{U}{R_X + R_{AB}^{(O)}} \quad 3 \text{ бода}$$

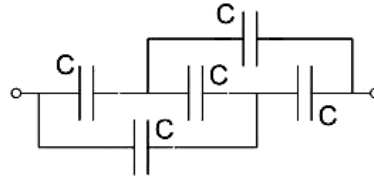
$$\Rightarrow R_X = 2R_0/\sqrt{3} \quad 2 \text{ бода}$$



1+3+3+2=9

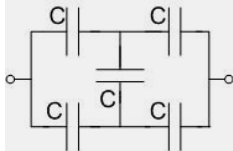


9. Одредити еквивалентну капацитивност групе кондензатора приказане на слици, ако је познато да сви кондензатори имају једнаке капацитивности $C=3 \mu\text{F}$.



Решење:

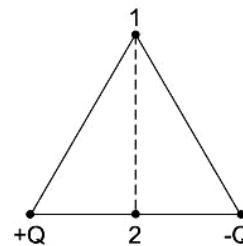
Дато коло може се еквивалентирати са:



Коришћењем принципа симетрије (услед чега се закључује да кондензатор у средњој грани нема утицаја) добија се $C_{ekv} = C$. **9 бодова**

9

10. Два мала наелектрисана тела налазе се у теменима једнакостраничног троугла, а цео систем налази се у ваздуху. Тела су наелектрирана истим количинама наелектрисања, али супротног знака, као што је приказано на слици.



а) Одредити однос интензитета вектора јачине електричног поља у тачкама 1 и 2, приказаним на слици

б) Уцртати на слици правац и смер вектора јачине електричног поља у тачкама 1 и 2.

Решење:

а) Интензитети тражених вектора су:

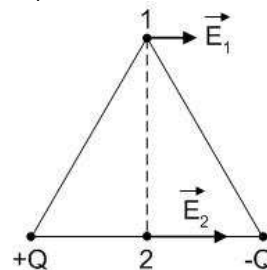
$$E_1 = 2k \frac{Q}{a^2} \cos 60^\circ, \quad E_2 = 2k \frac{Q}{(a/2)^2}, \quad k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

па је њихов однос:

$$\Rightarrow E_1/E_2 = 1/8$$

5 бодова

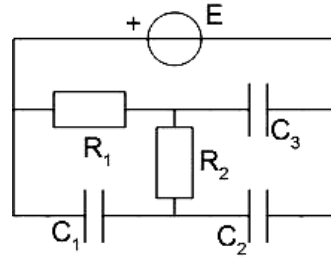
б) **2+2=4 бода**



5+2+2=
9



11. У електричном колу приказаном на слици одредити напоне на свим кондензаторима. Параметри елемената кола су: $E=10\text{ V}$, $R_1=15\ \Omega$, $R_2=20\ \Omega$, $C_1=10\ \mu\text{F}$, $C_2=5\ \mu\text{F}$ и $C_3=1\ \mu\text{F}$. Како ће се променити вредности ових напона ако се отпорности оба отпорника повећају два пута?



Решење:

$$U_1 = 0 \quad 3 \text{ бода}$$

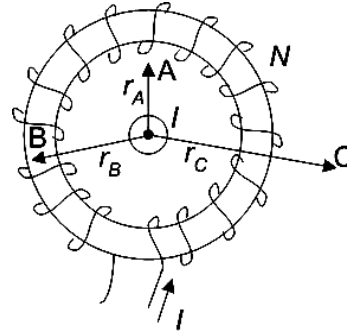
$$U_2 = E \quad 3 \text{ бода}$$

$$U_3 = E \quad 3 \text{ бода}$$

Напони на кондензаторима се неће променити након промене отпорности отпорника. 3+3+3+1=10

1 бод

12. На танком торусу од картона налази се намотај са N навојака жице, која је равномерно и густо намотана у једном слоју дуж целог торуса. Дужина средње линије торуса је l_{sr} , површина кружног попречног пресека торусног језгра је S , док је интензитет струје која протиче кроз навојке торуса I . У оси торуса постављен је бесконачно дуг праволинијски проводник кроз који протиче струја интензитета I у смеру означеном на слици.



- а) Написати изразе за интензитет вектора магнетне индукције B_A , B_B и B_C на растојањима r_A , r_B и r_C од осе торуса. Вектори $\vec{B}_A$, $\vec{B}_B$ и $\vec{B}_C$ налазе се у равни торуса, а тачка В налази се на средини торусног језгра.

- б) Нацртати на слици правац и смер ових вектора.

Решење:

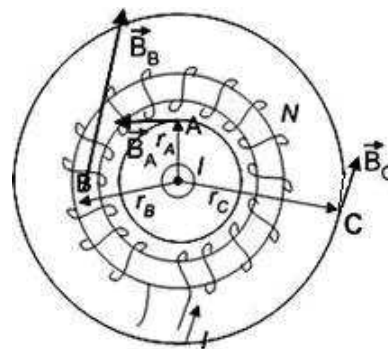
а)

$$B_A = \frac{\mu_0 I}{2\pi r_A} \quad 1 \text{ бод}$$

$$B_B = \frac{\mu_0 N I}{2\pi r_B} - \frac{\mu_0 I}{2\pi r_B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r_B} (N - 1) \quad 5 \text{ бодова}$$

$$B_C = \frac{\mu_0 I}{2\pi r_C} \quad 1 \text{ бод}$$

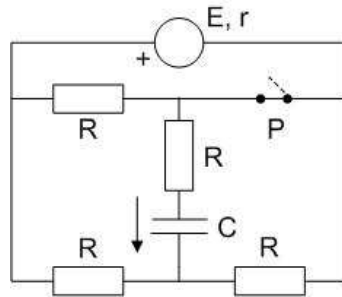
- б) правац и смер сваког од вектора по 1 бод, укупно: 3 бода



1+5+1+1+1=10



13. У електричном колу приказаном на слици одредити количину електрицитета која ће протећи кроз грану са кондензатором, у означеном смеру, после отварања прекидача Р. Електромоторна сила генератора је E , његова унутрашња отпорност је r , отпорности свих отпорника у колу су једнаке и износе R , а капацитивност кондензатора је C .



Решење:

При отвореном прекидачу напон на кондензатору је:

$$U^{(0)} = RI^{(0)} = R \frac{E}{R + 2r} \quad 4 \text{ бода}$$

док је при затвореном прекидачу:

$$U^{(Z)} = -RI^{(Z)} = -R \frac{1}{3} \cdot \frac{E}{r + 2R/3} \quad 4 \text{ бода}$$

На основу тога је:

$$q = C(U^{(0)} - U^{(Z)}) = \frac{4CRE(R+r)}{(2R+r)(2R+3r)} \quad 2 \text{ бода}$$

$4+4+2=$ 10



МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
ЗАЈЕДНИЦА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ



ЧЕТРНАЕСТО РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ

ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

ИЗ

ОСНОВА ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ

ЗА УЧЕНИКЕ ПРВОГ РАЗРЕДА

Одговори и решења

број задатка															Укупно бодова
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Број бодова															100 -8
4 -1	4 -1	5 -2	6 -2	6 -2	6	6	6	7	7	7	8	8	10	10	

мај 2008.

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. Највећи могући укупан број бодова је 100.

САВЕТИ

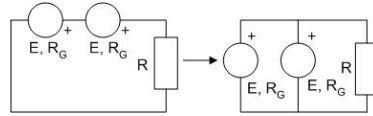
Свако питање и задатак преба пажљиво прочитати да бисте разумели шта се захтева.

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!

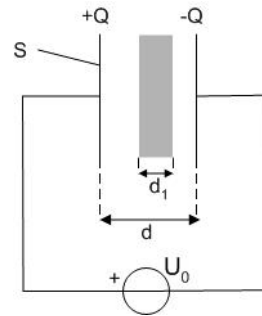
1. Два генератора електромоторних сила E и унутрашњих отпорности R_G везана су редно тако да са отпорником отпорности R формирају просто струјно коло, као што је приказано на слици. Ако је $R=R_G$ како ће се променити јачина струје кроз отпорник отпорности R када се исти генератори вежу паралелно, као што је приказано на слици?



- а) повећава се,
б) смањује се,
в) не мења се,
г) не може се одредити без познавања бројних вредности параметара кола

4/-1

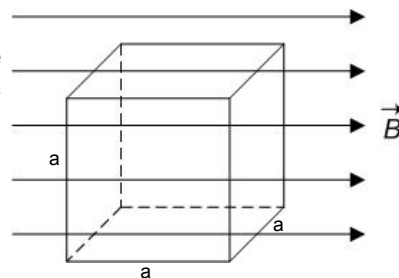
2. Ако се између електрода плочастог ваздушног кондензатора убади метална плоча дебљине d_1 , паралелно са електродама, као што је приказано на слици, како ће се променити капацитивност тог кондензатора? Површина електрода је S , размак између електрода је d , а кондензатор је прикључен на извор сталног напона U_0 .



- а) повећава се,**
б) смањује се,
в) повећава се или смањује у зависности од од
г) повећава се или смањује у зависности од од металне плоче убачене између електрода

4/-1

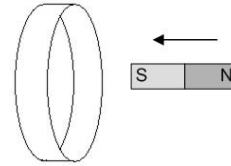
3. Коцка стране a налази се у хомогеном магнетном пољу индукције B , као што је приказано на слици. Колики је флукс вектора $\vec{B}$ кроз коцку?



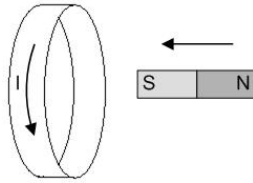
- а) $\Phi = B \cdot 6a^2$,
б) $\Phi = B \cdot 4a^2$,
в) $\Phi = B \cdot 2a^2$,
г) $\Phi = 0$.

5/-2

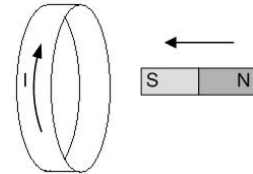
4. Ако се магнет приближава металном прстену као што је приказано на слици, у прстену се:



а) индукује струја смера као на слици



б) индукује струја смера као на слици

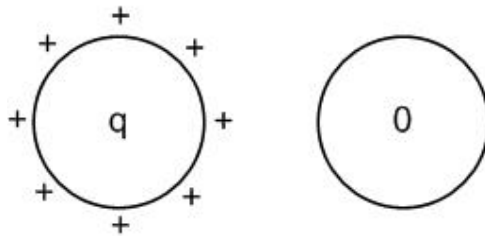


в) не индукује струја

г) индукује струја чији се смер мења у времену

6/-2

5. 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) сво наелектрисање остаје расподељено на првој кугли,

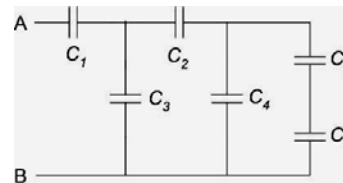
б) сво наелектрисање ће бити расподељено на другој кугли

в) обе кугле постају наелектрисане количином наелектрисања $+q/2$

г) обе кугле постају наелектрисане неком количином наелектрисања која се на основу датих података не може одредити

6/-2

6. Одредити количину наелектрисања кондензатора капацитивности C_1 , ако је у колу на слици познато: $C_1=C_3=C_4=2\mu\text{F}$, $C_2=C_5=C_6=4\mu\text{F}$ и $U_{AB}=60\text{ V}$. Сматрати да је почетно наелектрисање свих кондензатора једнако нули.



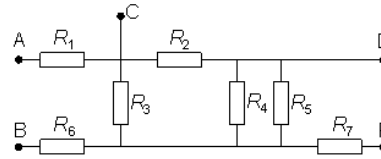
Решење:

$$C_{AB} = C_{123456} = \frac{4}{3} \mu\text{F} \quad 2 \text{ бода}$$

$$Q_{AB} = C_{AB} \cdot U_{AB} = 80 \mu\text{C} = Q_1 = Q_{23456} \quad 4 \text{ бода}$$

2+4=6

7. Отпорници отпорности $R_1 = 20 \Omega$, $R_2 = 130 \Omega$, $R_3 = 100 \Omega$, $R_4 = 60 \Omega$, $R_5 = 60 \Omega$, $R_6 = 100 \Omega$ и $R_7 = 200 \Omega$ везани су као на слици. Одредити еквивалентну отпорност између тачака А и D.



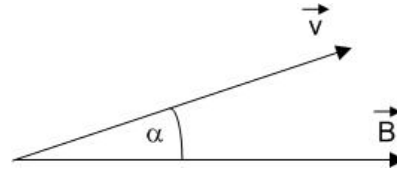
Решење:

$$R_{AD} = R_1 + R_2 \parallel (R_3 + R_4 \parallel R_5) \quad 5 \text{ бодова}$$

$$R_{AD} = 85 \Omega \quad 1 \text{ бод}$$

5+1=6

8. Млаз наелектрисаних честица креће се кроз хомогено магнетно поље индукције B брзином под v , под углом α у односу на правац вектора магнетне индукције, као што је приказано на слици. Одредити интензитет, правац и смер електромагнетне силе која делује на једну честицу, ако је њено наелектрисање q . Познато је: $B=0,2 \text{ T}$, $v=2 \cdot 10^7 \text{ m/s}$, $q=3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ и $\alpha=30^\circ$.



Решење:

$$F = qvB \sin \alpha = 0,64 \cdot 10^{-12} \text{ N} \quad 4 \text{ бода}$$

правац и смер:



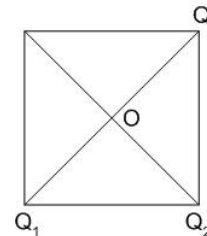
1+1 бод

4+1+1=6

9. Три тачкаста наелектрисања $Q_1=2 \text{ nC}$, $Q_2=-5 \text{ nC}$ и $Q_3=10 \text{ nC}$ налазе се у ваздуху у теменима квадрата странице $a=10 \text{ cm}$, као што је приказано на слици.

а) Одредити потенцијал четвртог темена квадрата

б) Одредити напон између четвртог темена квадрата и тачке пресека дијагонала квадрата O.



Решење:

$$\text{а) } V_4 = V_1^4 + V_2^4 + V_3^4 = 761 \text{ V} \quad 2 \text{ бода}$$

$$\text{б) } V_O = V_1^O + V_2^O + V_3^O = 889 \text{ V} \quad 2 \text{ бода}$$

$$U_{4O} = V_4 - V_O = -128 \text{ V} \quad 3 \text{ бода}$$

2+2+3=7

10. Цилинрични соленоид дужине $l=50$ cm и пречника $d=20$ mm начињен је од N ревномерно и густо намотаних навојака око картонског ваљка. Намотај је направљен од бакарне жице укупне дужине $l_{Cu}=15,7$ m, попречног пресека $S_{Cu}=1$ mm² и прикључен је на једносмерни електрични извор чија је електромоторна сила $E=12$ V и унутрашња отпорност $R_g=0,525$ Ω. Специфична електрична отпорност бакра износи $\rho_{Cu}=1,75 \cdot 10^{-8}$ Ωm. Израчунати:

- а) укупан магнетни флуks соленоида
б) индуктивност соленоида

Решење:

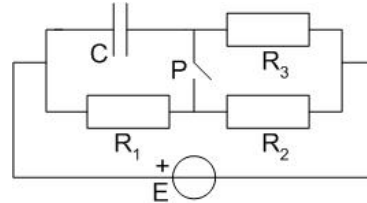
$$а) I = \frac{E}{R_g + \rho_{Cu} l_{Cu} / S_{Cu}} = 15 \text{ A} \quad 2 \text{ бода}, \quad N = \frac{l}{d\pi} = 250 \quad 2 \text{ бода},$$

$$\Phi = \frac{\mu_0 N^2 I d^2 \pi / 4}{l} = 0,74 \text{ mWb} \quad 2 \text{ бода}$$

$$б) L = \Phi / I = 49 \text{ } \mu\text{H} \quad 1 \text{ бод}$$

2+2+2+1
=7

11. Пре отварања прекидача Р коло једносмерне струје приказано на слици налази се у равнотежном стању. Одредити количину наелектрисања протеклу кроз кондензатор од тренутка отварања прекидача Р до успостављања новог равнотежног стања. Познато је: $E = 60$ V, $R_1 = 12$ Ω, $R_2 = 40$ Ω, $R_3 = 60$ Ω и $C=1$ μF. Сматрати да је почетно наелектрисање кондензатора једнако нули и да је унутрашња отпорност генератора занемарљива.



Решење:

$$Q^{(0)} = C \cdot E = 60 \text{ } \mu\text{C} \quad 3 \text{ бода}$$

$$Q^{(z)} = C \cdot R_1 \frac{E}{R_1 + R_2 \parallel R_3} = 20 \text{ } \mu\text{C} \quad 3 \text{ бода}$$

$$q = Q^{(z)} - Q^{(0)} = 40 \text{ } \mu\text{C} \quad 1 \text{ бод}$$

3+3+1=

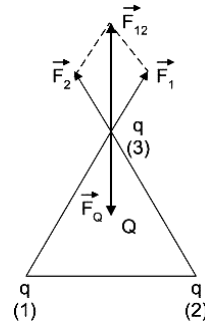
7

12. Три мала тела наелектрисана истим количинама наелектрисања q налазе се у теменима једнакостраничног троугла, а цео систем налази се у ваздуху. Одредити количину наелектрисања Q малог тела које треба поставити у тежиште једнакостраничног троугла да би систем био у равнотежи, односно да би резултујућа сила на свако од наелектрисања била једнака нули.

Решење:

$$F_Q = -F_{12}$$

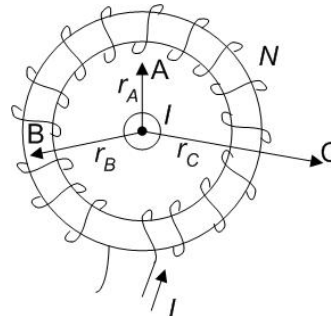
2 бода



$$\frac{q \cdot q}{4\pi\epsilon_0 a^2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = -\frac{q \cdot Q}{4\pi\epsilon_0 a^2} \cdot \frac{3}{2} \Rightarrow Q = -\frac{q}{\sqrt{3}} \quad 6 \text{ бодова}$$

2+6=8

13. На танком торусу од картона налази се намотај са N ($N \gg 1$) навојака жице, која је равномерно и густо намотана у једном слоју дуж целог торуса. Дужина средње линије торуса је l_{sr} , површина кружног попречног пресека торусног језгра је S , док је интензитет струје која протиче кроз навојке торуса I . У оси торуса постављен је бесконачно дуг праволинијски проводник кроз који протиче струја интензитета I у смеру означеном на слици.



- а) Написати изразе за интензитет вектора магнетне индукције B_A , B_B и B_C на растојањима r_A , r_B и r_C од осе торуса. Вектори $\vec{B}_A$, $\vec{B}_B$ и $\vec{B}_C$ налазе се у равни торуса, а тачка В налази се на средини торусног језгра.

- б) Нацртати на слици правац и смер ових вектора.

Решење:

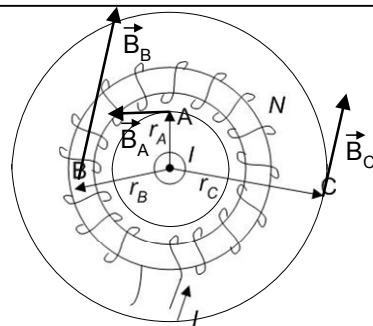
а)

$$B_A = \frac{\mu_0 I}{2\pi r_A} \quad 1 \text{ бод}$$

$$B_B = \frac{\mu_0 N I}{l_{sr}} - \frac{\mu_0 I}{2\pi r_B} \quad 3 \text{ бода}$$

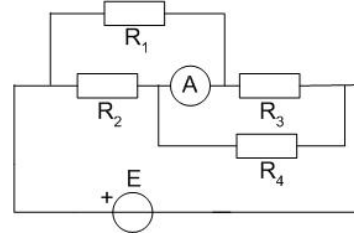
$$B_C = \frac{\mu_0 I}{2\pi r_C} \quad 1 \text{ бод}$$

- б) правац и смер сваког од вектора је по 1 бод



1+3+1+
1+1+1=
8

14. У колу једносмерне струје приказаном на слици одредити показивање амперметра, ако је познато: $E=24\text{ V}$, $R_1=3\ \Omega$, $R_2=6\ \Omega$, $R_3=4\ \Omega$ и $R_4=4\ \Omega$. Унутрашњу отпорност генератора и унутрашњу отпорност амперметра сматати занемарљиво малом.



Решење:

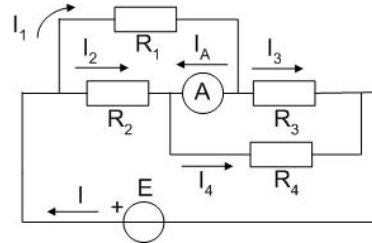
$$I = \frac{E}{R_1 \square R_2 + R_3 \square R_4} = 6\text{ A}$$

$$\left. \begin{aligned} I &= I_1 + I_2 \\ R_1 I_1 &= R_2 I_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow I_2 = 2\text{ A}$$

$$\left. \begin{aligned} I &= I_3 + I_4 \\ R_3 I_3 &= R_4 I_4 \end{aligned} \right\} \Rightarrow I_4 = 3\text{ A}$$

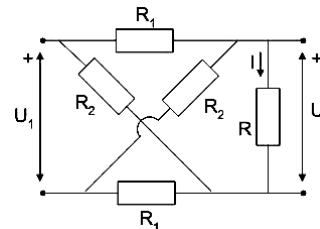
$$I_A = I_4 - I_2 = 1\text{ A}$$

Тачно написане једначине 5 бодова и тачно решење још 5 бодова



5+5=10

15. У колу једносмерне струје приказаном на слици одредити јачину струје I у грани са отпорником непознате отпорности R , у функцији познатих параметара кола: $R_1 = 10\ \Omega$, $R_2 = 20\ \Omega$, $U_1 = 70\text{ V}$ и $U_2 = 10\text{ V}$.



Решење

$$I_R = \frac{U_1 (R_2 - R_1) - U_2 (R_1 + R_2)}{2R_1 R_2} = 1\text{ A}$$

Тачно написане једначине 5 бодова и тачно решење још 5 бодова

5+5=10



МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
ЗАЈЕДНИЦА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ



**СЕДАМНАЕСТО РЕГИОНАЛНО
ТАКМИЧЕЊЕ**

**РЕШЕЊА
ИЗ
ОСНОВА ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ
ЗА УЧЕНИКЕ ПРВОГ РАЗРЕДА**

Број задатка															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Укупно
Број бодова															
3	3	5	10	10	4	4	8	8	14	3	4	4	10	10	100
-1	-1	-2			-1	-1				-1	-1	-2			-10

мај 2011.



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. 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. Рад сила електростатичког поља по затвореној путањи:

а) зависи од дужине путање

б) једнак је нули

3/-1 бод

в) зависи од облика путање

г) зависи од облика и дужине путање



2. Ако се плоче ваздушног кондензатора капацитивности 10 nF уроне до половине у бензол, његова капацитивност ће бити:

а) повећана

3/-1 бод

б) смањена

в) непромењена

г) повећана или смањена, у зависности од нивоа урањања у бензол



3. Електрично поље тачкастог наелектрисања у тачки А износи, $E_A=10 \text{ V/m}$, а у тачки В износи $E_B=40 \text{ V/m}$. Колики је однос удаљености тачака А и В од тачкастог наелектрисања r_A/r_B ? Одговор образложити.

а) 4;

б) 1/4;

в) 1/2;

г) 2.

5/-2 бода

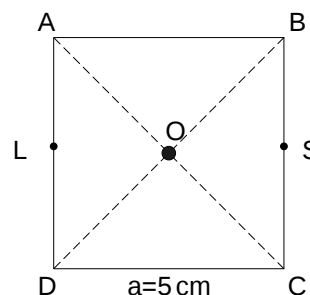


4. У теменима А, В, С и D квадрата налазе се четири наелектрисања: $Q_A=Q_B=5 \text{ nC}$ и $Q_C=Q_D=10 \text{ nC}$. Систем се налази у ваздуху. Одредити:

а) потенцијал у пресеку дијагонала квадрата $V_O=?$

б) рад који је потребно уложити да би се тачкасто наелектрисање $q=50 \text{ pC}$ донело из бесконачности у тачку О? Да ли се рад врши против сила поља?

в) напон између тачака S и L; $U_{SL}=?$



Решење:

а) Потенцијал у тачки О се израчунава као алгебарски збир потенцијала који потичу од појединачних тачкастих наелектрисања Q_A , Q_B , Q_C и Q_D :

$$V_O = V_O^A + V_O^B + V_O^C + V_O^D = 7,67 \text{ kV.} \quad \mathbf{5 \text{ бодова}}$$

б) Рад који се изврши при пребацивању тачкастог наелектрисања $q=50 \text{ pC}$ из бесконачности у тачку О је:

$$A = -q \cdot V_O = -383,5 \text{ nJ.} \quad \mathbf{3 \text{ бода}}$$

Пошто је за рад добијена негативна вредност, значи да се рад врши против сила поља.

в) Напон између тачака S и L је:

$U_{SL} = V_S - V_L = 0 \text{ V}$, пошто су тачке S и L на истом потенцијалу. $\mathbf{2 \text{ бода}}$

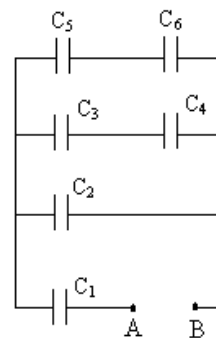




5. За коло приказано на слици познато је:

$C_1 = 60 \mu\text{F}$, $C_2 = 15 \mu\text{F}$, $C_3 = 10 \mu\text{F}$, $C_5 = 15 \mu\text{F}$, $C_6 = 30 \mu\text{F}$. Напон на кондензатору капацитивности C_5 је $U_5 = 40\text{V}$, док електростатичка енергија кондензатора капацитивности C_3 износи $W_{e3} = 45 \cdot 10^{-4} \text{ J}$. Одредити:

- а) капацитивност кондензатора C_4 ,
 б) еквивалентну капацитивност везе C_e ,
 в) напон U_{AB} .



Решење:

$$\text{а) } C_5 = \frac{Q_5}{U_5} \Rightarrow Q_5 = C_5 \cdot U_5 = 600 \mu\text{C}, Q_6 = Q_5 = 600 \mu\text{C},$$

$$U_6 = \frac{Q_6}{C_6} = 20\text{V}, U_{56} = U_5 + U_6 = 60\text{V}, U' = U_{56} = U_{34} = U_2 = 60\text{V},$$

$$W_{e3} = \frac{1}{2} C_3 \cdot U_3^2 \Rightarrow U_3 = \sqrt{\frac{2 \cdot W_{e3}}{C_3}} = 30\text{V}, C_3 = \frac{Q_3}{U_3} \Rightarrow Q_3 = C_3 \cdot U_3 = 300 \mu\text{C},$$

$$Q_4 = Q_3 = 300 \mu\text{C}, \quad C_4 = \frac{Q_4}{U_4} = 10 \mu\text{F} \quad \text{4 бода}$$

$$\text{б) } C_{56} = \frac{C_5 \cdot C_6}{C_5 + C_6} = 10 \mu\text{F}, C_{34} = \frac{C_3 \cdot C_4}{C_3 + C_4} = 5 \mu\text{F}, C_{23456} = C' = C_2 + C_{34} + C_{56} = 30 \mu\text{F}$$

$$C_e = \frac{C_1 \cdot C'}{C_1 + C'} = 20 \mu\text{F} \quad \text{3 бода}$$

$$\text{в) } U_{AB} = U_1 + U', Q_1 = Q_{23456} = Q', C' = \frac{Q'}{U'} \Rightarrow Q' = C' \cdot U' = 1800 \mu\text{F}, Q_1 = Q' = 1800 \mu\text{F}$$

$$C_1 = \frac{Q_1}{U_1} \Rightarrow U_1 = \frac{Q_1}{C_1} = 30\text{V}, U_{AB} = U_1 + U' = 90\text{V} \quad \text{3 бода}$$



6. Који од наведених исказа је тачан:

а) режим кратког споја генератора је пожељан јер су у њему оптимални услови рада;

б) режим кратког споја генератора је непожељан јер може доћи до оштећења генератора и проводника. **4/-1 бод**



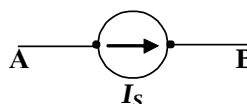
7. Снага извора приказаног на слици израчунава се као:

а) $P = U_{AB} \cdot I_S^2$;

б) $P = -U_{AB} \cdot I_S$; **4/-1 бод**

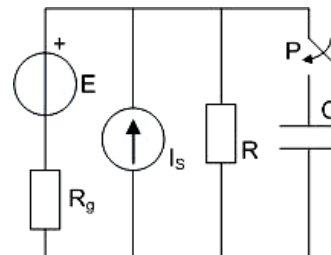
в) $P = \frac{U_{AB}^2}{I_S}$;

г) $P = U_{AB} \cdot I_S$





8. Израчунати оптерећеност и енергију кондензатора капацитивности $C = 50 \mu\text{F}$, када се у колу приказаном на слици затвори прекидач P и успостави стационарно стање. Познато је: $E = 1 \text{ kV}$, $R_g = 8 \Omega$, $I_s = 0,2 \text{ A}$, $R = 2 \text{ k}\Omega$.



Решење:

Напон између прикључака кондензатора (у односу на референтни смер 'нагоре') износи:

$$U = \frac{R(E + I_s R_g)}{R + R_g} = 997,6 \text{ V} \quad \text{4 бода}$$

па је оптерећеност:

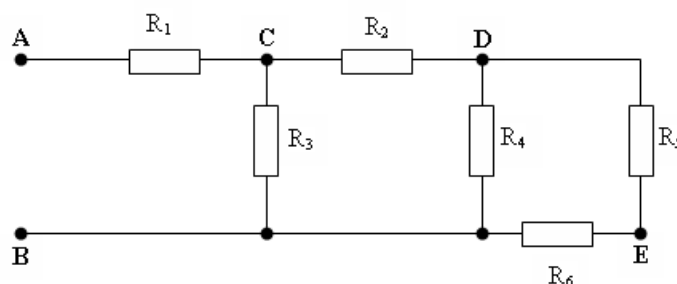
$$Q = CU = 49,88 \text{ mC} \quad \text{2 бода}$$

а електрична енергија:

$$W_e = CU^2/2 = 24,88 \text{ J} \quad \text{2 бода}$$



9. Одредити еквивалентну отпорност између тачака C и D , ако су познате отпорности отпорника: $R_1 = R_5 = 6 \Omega$, $R_2 = R_6 = 5 \Omega$, $R_3 = 15 \Omega$, $R_4 = 30 \Omega$.



Решење:

$$R_{56} = R_5 + R_6 = 11 \Omega$$

$$R_{456} = \frac{R_4 R_{56}}{R_4 + R_{56}} = 8,048 \Omega$$

$$R_{3456} = R_3 + R_{456} = 23,048 \Omega$$

$$R_{CD} = \frac{R_2 R_{3456}}{R_2 + R_{3456}} = 4,108 \Omega \quad \text{8 бодова (2+2+2+2)}$$





10. У колу приказаном на слици познато је:
 $E=45\text{ V}$, $I_g=9\text{ mA}$, $R_1=R_2=11\text{ k}\Omega$, $R_3=R_5=R_6=1\text{ k}\Omega$,
 $R_7=25\text{ k}\Omega$, $R_8=8\text{ k}\Omega$. Одредити отпорност R_4 тако да
 буде $U=8\text{ V}$.

Решење:

Према ознакама на слици је:

$$I_7 = \frac{U}{R_8} = 1\text{ mA} \quad \text{1 бод}$$

$$U = \frac{R_8}{R_7 + R_8} U_6 \Rightarrow U_6 = 33\text{ V} \quad \text{1 бод}$$

$$I_6 = \frac{-U_6 + E}{R_6} = 12\text{ mA} \quad \text{1 бод,}$$

$$I_1 = -I_g - I_7 + I_6 = 2\text{ mA} \quad \text{1 бод}$$

$$U_2 = U_6 - R_1 I_1 = 11\text{ V} \quad \text{1 бод}$$

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2} = 1\text{ mA} \quad \text{1 бод}$$

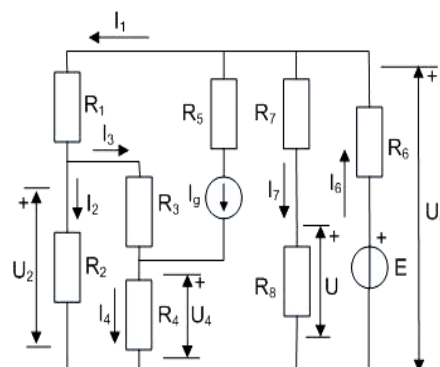
$$I_3 = I_1 - I_2 = 1\text{ mA} \quad \text{1 бод}$$

$$I_4 = I_3 + I_g = 10\text{ mA} \quad \text{1 бод}$$

$$U_4 = U_2 - R_3 I_3 = 10\text{ V} \quad \text{1 бод}$$

$$R_4 = \frac{U_4}{I_4} = 1\text{ k}\Omega \quad \text{1 бод}$$

По 1 бод за сваку од претходних једнакости (укупно 10 бодова) и још 4 бода ако је тачан коначан резултат (укупно 14 бодова).



11. Ако се феромагнетни материјал налази у магнетном засићењу, и ако и даље повећавамо јачину магнетног поља, магнетна индукција:

- а) опада;
- б) прво има малу вредност, затим расте;
- в) расте;
- г) не мења се.

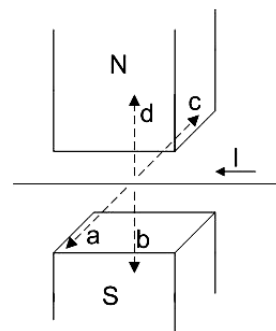
3/-1 бод

12. Коерцитивно поље је:

- а) вредност магнетног поља која је потребна да би се намагнетисало феромагнетно језгро;
- б) вредност магнетног поља која описује магнетно засићење;
- в) вредност магнетног поља за коју се достиже реманентна магнетна индукција;
- г) вредност магнетног поља која је потребна да би се размагнетисало језгро. 4/-1 бод



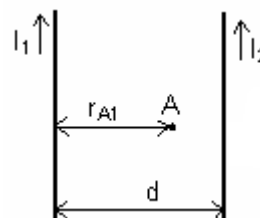
13. Кроз проводник приказан на слици протиче струја интензитета I . Који смер има магнетна сила која делује на проводник:



- a) смер одређен са а; **4/-2 бода**
 б) смер одређен са б;
 в) смер одређен са с;
 г) смер одређен са d.



14. Два бесконачно дуга праволинијска проводника постављена су паралелно један другом на растојању $d=5\text{cm}$, у ваздуху. Кроз први проводник протиче стална струја јачине $I_1 = 1\text{A}$, а кроз други проводник протиче стална струја јачине $I_2 = 0,5\text{A}$, према смеровима приказаним на слици.

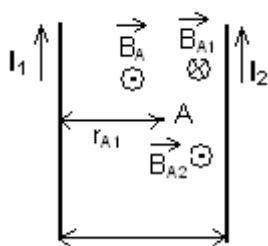


- а) Одредити вектор магнетне индукције (израчунати интензитет, и уцртати правац и смер) у тачки А, која се налази између ова два проводника, у равни коју они одређују, а удаљена је од проводника са струјом I_1 за $r_{A1} = 4\text{ cm}$.

- б) Да ли је сила којом проводници делују један на други привлачна или одбојна?

Решење:

а)



$$B_{A1} = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r_{A1}} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ T}$$

3 бода (интензитет, правац, смер)

$$B_{A2} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r_{A2}} = 10 \cdot 10^{-6} \text{ T}$$

3 бода (интензитет, правац, смер)

$$r_{A2} = d - r_{A1} = 1\text{ cm}$$

$$B_A = B_{A1} - B_{A2} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ T}$$

3 бода (интензитет, правац, смер)

- б) привлачна **1 бод**





15. На пластични цилиндар полупречника $r = 3$ cm, дужине $l = 20$ cm намотан је соленоид чија је индуктивност $L = 200$ μ H. Израчунати:

а) број навојака соленоида

б) нову вредност индуктивности L_1 када се у такав соленоид увуче језгро од материјала чији је релативна магнетна пермеабилност $\mu_r = 500$.

Решење:

$$\text{а) } L = \frac{\mu_0 \cdot N^2 \cdot s}{l} \Rightarrow N = \sqrt{\frac{L \cdot l}{\mu_0 \cdot s}}$$

$$s = 2\pi r \cdot l = 376,99 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\Rightarrow N = \sqrt{\frac{L \cdot l}{\mu_0 \cdot s}} = 29$$

6 бодова

$$\text{б) } L_1 = \frac{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot N^2 \cdot l}{s} = 99,6 \text{ mH} \approx 100 \text{ mH}$$

4 бода





МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
ЗАЈЕДНИЦА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ



ОСАМНАЕСТО РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ

РЕШЕЊА ИЗ ОСНОВА ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ ЗА УЧЕНИКЕ ПРВОГ РАЗРЕДА

Број задатка

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Укупно
Број бодова															
4	4	4	8	10	4	6	7	9	14	4	4	4	8	10	100
-1	-1	-1	-3		-1	-2	-2	-3		-1	-1	-1	-3		-20

мај 2012.



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. 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. Рад сила поља при померању позитивног пробног наелектрисања Q од тачке А (чији потенцијал износи V_A) до тачке В (чији потенцијал износи V_B) једнак је:

а) $A = Q(V_B - V_A)$

б) $A = Q(V_A - V_B)$

4/-1

в) $A = Q|V_B - V_A|$

г) $A = Q \frac{V_A + V_B}{2}$

д) $A = 0$

2. Еквивалентна капацитивност редне везе N равних ваздушних кондензатора капацитивности C_i , површина електрода S_i и растојања између њих $d_i, i=1, \dots, N$, износи:

а) $C_e = \sum_{i=1}^N C_i$

б) $C_e = \epsilon_0 \frac{1}{d_{sr}} \sum_{i=1}^N S_i$

в) $C_e = \epsilon_0 S_{sr} \sum_{i=1}^N \frac{1}{d_i}$

г) $C_e = \frac{C_1 \cdot C_2 \cdot K \cdot C_N}{C_1 + C_2 + K + C_N}$

д) $\frac{1}{C_e} = \sum_{i=1}^N \frac{1}{C_i}$

4/-1

3. Енергија акумулирана у кондензатору са диелектриком диелектричне константе ϵ прикљученом на напон U одређује се као:

а) $W_e = \frac{1}{2}QU$

4/-1

б) $W_e = \frac{\epsilon_r}{2}QU$

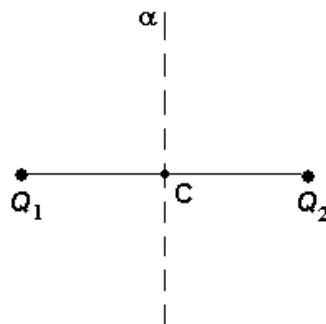
в) $W_e = \frac{1}{2\epsilon_r}QU$

г) $W_e = \frac{1}{2\epsilon}QU$

д) $W_e = \frac{\epsilon}{2}QU$



4. Дата су два тачкаста наелектрисања наелектрисана истим количинама електрицитета $Q_1=Q_2$ истог знака, између којих је постављена симетрална равна α , као што је приказано на слици. Електрично поље једнако је нули:



а) само у тачки С

б) само у бесконачности

в) у свим тачкама симетралне равни α и у бесконачности 8/-3

г) у тачки С и бесконачности

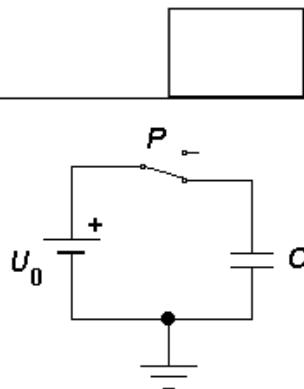
д) не постоји тачка у којој је електрично поље једнако нули

5. У колу приказаном на слици растојање између електрода равног ваздушног кондензатора износи d , а прекидач P је затворен.

1) Након оптерећивања кондензатора прекидач се отвара, а електроде се размику на растојање $1.5 \cdot d$.

2) Затим се прекидач затвара, а растојање између електрода се смањује на $0.5 \cdot d$.

Одредити количину електрицитета, напон и електричну енергију кондензатора у случајевима 1) и 2), ако је познат напон извора $U_0=1000 \text{ V}$ и капацитивност кондензатора при растојању између електрода d , $C_0=1 \text{ nF}$.



Решење:

У почетном положају када је прекидач затворен, а растојање између електрода износи d добија се:

$$Q_0 = U_0 C_0 = 1 \text{ } \mu\text{C}, \quad W_0 = \frac{1}{2} Q_0 U_0 = 0.5 \text{ mJ}$$

У случају 1) добија се:

$$Q_1 = Q_0 = 1 \text{ } \mu\text{C}, \quad U_1 = 1.5 U_0 = 1500 \text{ V}, \quad W_1 = 1.5 W_0 = 0.75 \text{ mJ} \quad 1+2+2$$

У случају 2) добија се:

$$Q_2 = 2 Q_0 = 2 \text{ } \mu\text{C}, \quad U_2 = U_0 = 1000 \text{ V}, \quad W_2 = 2 W_0 = 1 \text{ mJ} \quad 2+1+2$$

6. Ако је познат температурни коефицијент α , отпорност отпорника на температури θ (R_θ), његова отпорност R_0 на температури θ_0 може се израчунати као:

а) $R_0 = R_\theta (1 + \alpha(\theta - \theta_0))$

б) $R_0 = R_\theta (1 - \alpha(\theta - \theta_0))$

в) $R_0 = \frac{R_\theta}{1 + \alpha(\theta - \theta_0)}$ 4/-1

г) $R_0 = \frac{R_\theta}{1 + \alpha(\theta + \theta_0)}$

д) $R_0 = R_\theta \frac{1 - \alpha(\theta - \theta_0)}{1 + \alpha(\theta - \theta_0)}$



7. Напон на потрошачу сталне отпорности R износи U . Ако се напон смањи за 30%, снага потрошача ће:

- а) се смањити за 30%
 б) се смањити за 90%
 в) се смањити за 49%
 г) се смањити за 51%
 д) остати непромењена

6/-2



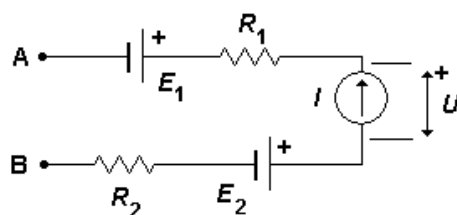
8. Отпорник отпорности R_1 и отпорник мање отпорности R_2 ($R_2 < R_1$) прикључују се на идеалан струјни генератор струје кратког споја I . Када је на генератор прикључен само отпорник R_1 измерена снага је P_1 , када је прикључен само отпорник R_2 измерена снага је P_2 , када се отпорници вежу редно и прикључе на генератор измерена снага је P_3 , а када се вежу паралелно и прикључе на генератор измерена снага је P_4 . Која релација повезује ове снаге:

- а) $P_1 > P_2 > P_3 > P_4$
 б) $P_3 > P_4 > P_1 > P_2$
 в) $P_3 > P_1 > P_4 > P_2$
 г) $P_1 > P_3 > P_2 > P_4$
 д) $P_3 > P_1 > P_2 > P_4$

7/-2



9. Заокружити тачну (или тачне) једнакости за део електричног кола приказан на слици:



а) $(U + E_2)I = E_1I + (R_1 + R_2)I^2$

б) $(U + E_2)I = (E_1 + U_{AB})I + (R_1 + R_2)I^2$

9/-3

в) $U_{AB} = E_2 - E_1 + U$

г) $(U_{AB} + E_1)I = E_2I - (R_1 + R_2)I^2$

д) $U_{AB} = U - E_1 + E_2 + (R_1 + R_2)I$

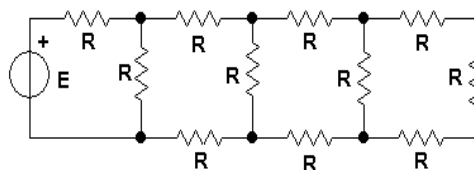




10. У електричном колу приказаном на слици познато је $E=1\text{ V}$ и $R=1\ \Omega$. Унутрашња отпорност генератора се може сматрати занемарљивом.

а) Одредити јачину струје у грани са напонским генератором

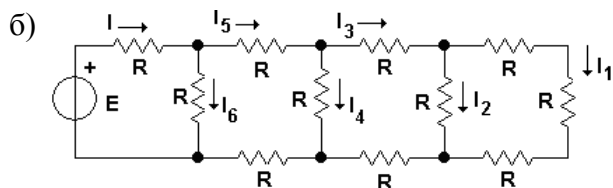
б) Одредити јачине струја у свим осталим гранама кола.



Решење:

а) $I = \frac{E}{R_e} = \frac{56E}{97R} = 0.58\text{ A}$

2 бода



2 бода за сваку струју

$$I_1 = \frac{1}{56} I = 0.01\text{ A}, I_2 = \frac{3}{56} I = 0.03\text{ A}, I_3 = \frac{4}{56} I = 0.04\text{ A},$$

$$I_4 = \frac{11}{56} I = 0.2\text{ A}, I_5 = \frac{15}{56} I = 0.15\text{ A}, I_6 = \frac{41}{56} I = 0.42\text{ A}$$



11. Између магнетних пермеабилности вакуума μ_0 , парамагнетика μ_{para} и дијамагнетика μ_{dija} важи релација:

а) $\mu_0 > \mu_{para} > \mu_{dija}$

б) $\mu_0 > \mu_{dija} > \mu_{para}$

в) $\mu_{dija} > \mu_{para} > \mu_0$

г) $\mu_{para} > \mu_0 > \mu_{dija}$

4/-1

д) $\mu_{para} > \mu_{dija} > \mu_0$



12. Струјна контура у магнетном пољу тежи да заузме положај у коме је:

а) флуks кроз контуру минималан

б) флуks кроз контуру максималан

4/-1

в) флуks кроз контуру једнак нули

г) вектор површине контуре нормалан на вектор магнетне индукције

д) потенцијална енергија контуре максимална





13. Магнетна индукција унутар танког картонског торусног намотаја, дужине средње линије l_{sr} са N густо и равномерно намотаних навојака танке жице кроз које протиче струја интензитета I износи:

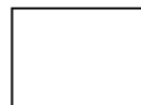
а) $B = \frac{\mu_0 NI}{l_{sr}}$ 4/-1

б) $B = \frac{\mu_0 N^2 I}{2\pi l_{sr}}$

в) $B = \frac{\mu_0 N^2 I}{l_{sr}}$

г) $B = \frac{\mu_0 NI}{2\pi l_{sr}}$

д) ни један од понуђених одговора није тачан



14. Дате су две концентричне кружне контуре, полупречника a и b , при чему је $b=2a$, које се налазе у истој равни. Који услов треба да задовоље интензитети струја I_a и I_b (означених смерова) у датим контурама, да би магнетна индукција у центру контура била једнака нули:

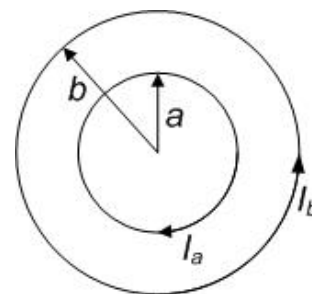
а) $I_a = 2I_b$

б) $I_b = 2I_a$ 8/-3

в) $I_a = I_b / \ln 2$

г) $I_b = I_a / \ln 2$

д) $I_a = I_b$



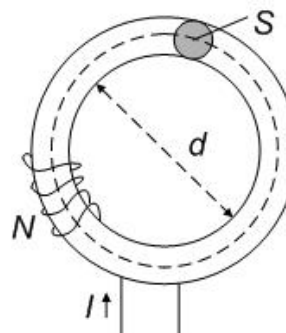
15. На феромагнетном торусу унутрашњег пречника $d=48$ cm равномерно и густо намотано је $N=1000$ навојака у којима је успостављена струја $I=2$ A. Површина попречног пресека торуса је $S=\pi$ cm², а интензитет магнетне индукције у торусу износи $B=1$ T. Одредити релативну магнетну пермеабилност μ_r употребљеног материјала.

Решење:

$$l_{sr} = \left(d + 2 \frac{\sqrt{4S/\pi}}{2} \right) = 50\pi \text{ cm}$$

$$B = \mu_0 \mu_r \frac{NI}{l_{sr}} \Rightarrow \mu_r = 625$$

10 бодова





www.viser.edu.rs

ОСНОВЕ ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ ОСАМНАЕСТО РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ, мај 2012.



МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
ЗАЈЕДНИЦА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ



ДЕВЕТНАЕСТО 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 -2	7 -2	7 -2	10 -4	6 -2	6 -2	10 -3	10 -3	12	6 -2	10	10 -3	100 -25

мај 2013.



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. 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. Ако се тачкасто оптерећење унесе у произвољну тачку у унутрашњости ненаелектрисане проводне сфере, шта се може закључити о електричном пољу унутар и ван сфере:

а) спектар поља унутар сфере зависи од положаја унетог тачкастог наелектрисања, док је поље ван сфере радијално 6/-2

б) поље постоји само у унутрашњости сфере

в) и унутар и ван сфере поље је радијално

г) унутар сфере поље је радијално, док ван сфере спектар поља зависи од положаја унетог тачкастог наелектрисања

д) и у унутрашњости и ван сфере спектар поља зависи од положаја унетог тачкастог наелектрисања



2. Два, у геометријском смислу идентична, кондензатора испуњена су различитим диелектрицима диелектричних константи $\epsilon_1=2\epsilon_2$. Која релација повезује интензитете вектора јачине електричног поља ових кондензатора, ако је сваки од њих прикључен на извор сталног напона U :

а) $E_1=2E_2$

б) $E_1=E_2/2$

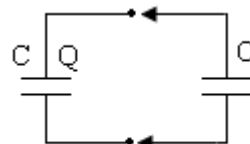
в) $E_1=4E_2$

г) $E_1=E_2/4$

д) $E_1=E_2$ 7/-2



3. Кондензатор капацитивности C оптерећен је количином електрицитета Q , тако да је напон на њему U . Паралелно том кондензатору прикључује се неоптерећен кондензатор исте капацитивности. Како ће се променити напон и количина електрицитета на првом кондензатору након прикључивања другог неоптерећеног кондензатора:



а) напон остаје исти, а количина електрицитета се повећа два пута

б) напон се смањи два пута, а количина електрицитета остаје иста

в) напон се смањи два пута и количина електрицитета се смањи два пута 7/-2

г) напон остаје исти, а количина електрицитета се смањи два пута

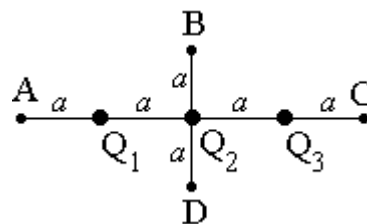
д) напон се смањи два пута, а количина електрицитета се повећа два пута

ђ) напон остаје исти и количина електрицитета остаје иста





4. Три тачкаста наелектрисања $Q_1 > 0$, $Q_2 < 0$ и $Q_3 > 0$, налазе се у истој равни, у ваздуху, распоређена као што је приказано на слици. У истој равни одабране су четири тачке, А, В, С и D. За сваку од тачака заокружити тачно тврђење:



тврђење1: Интензитет вектора јачине електричног поља у овој тачки може, под одређеним условима, бити једнак нули

тврђење2: Интензитет вектора јачине електричног поља у овој тачки не може никад имати вредност нула

- | | | | |
|-------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------|
| а) тачка А: | ☐ тврђење1 | ☐ тврђење2 | 2.5/-1 |
| б) тачка В: | ☐ тврђење1 | ☐ тврђење2 | 2.5/-1 |
| в) тачка С: | ☐ тврђење1 | ☐ тврђење2 | 2.5/-1 |
| г) тачка D: | ☐ тврђење1 | ☐ тврђење2 | 2.5/-1 |



5. Еквивалентна отпорност, односно еквивалентна проводност паралелне везе N идентичних отпорника проводности $G=1/R$ је:

а) $R_e = R/N$, $G_e = NG$ 6/-2

б) $R_e = R/N$, $G_e = G/N$

в) $R_e = NR$, $G_e = NG$

г) $R_e = NR$, $G_e = G/N$

д) ни један одговор није тачан





6. Ако се напон на потрошачу сталне отпорности повећа за 20%, како ће се променити снага тог потрошача:

а) снага ће се повећати за 20%

б) снага ће се повећати за 40%

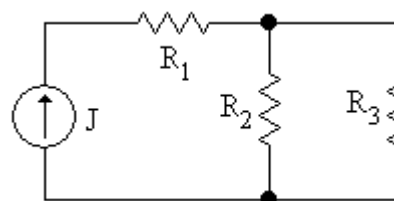
в) снага ће се повећати за 44% 6/-2

г) снага ће се повећати за 64%

д) снага ће се повећати за 96%



7. Ако је снага струјног генератора означена са P_j , а снаге на појединим отпорницима са P_1 , P_2 и P_3 , која релација повезује снаге P_1 и P_2 са P_j ако је познато $R_1=R_2=R_3$:



а) $P_1=P_j/3$, $P_2=P_j/6$

б) $P_1=P_j/2$, $P_2=P_j/4$

в) $P_1=2P_j/3$, $P_2=P_j/6$ 10/-3

г) $P_1=2P_j/3$, $P_2=P_j/3$



8. Два отпорника отпорности $R_1 > R_2$ прикључују се на идеалан напонски генератор електромоторне силе E . Када је прикључен само отпорник отпорности R_1 измерена снага је P_1 , када је прикључен само отпорник отпорности R_2 измерена снага је P_2 , када се отпорници вежу на ред и прикључе на напонски генератор измерена снага је P_3 , а када се вежу у паралели и прикључе на напонски генератор измерена снага је P_4 . У каквом су односу снаге P_1 , P_2 , P_3 и P_4 :

а) $P_1 > P_2 > P_3 > P_4$

б) $P_3 > P_2 > P_1 > P_4$

в) $P_4 > P_2 > P_1 > P_3$ 10/-3

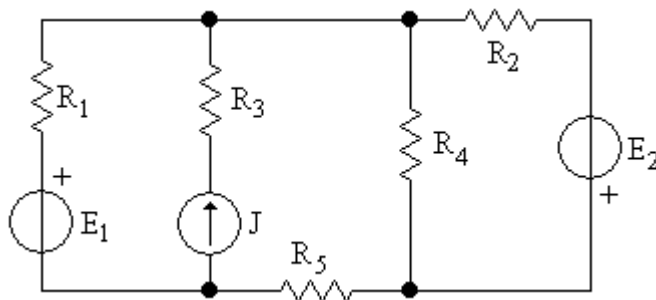
г) $P_3 > P_1 > P_2 > P_4$

д) $P_2 > P_3 > P_1 > P_4$



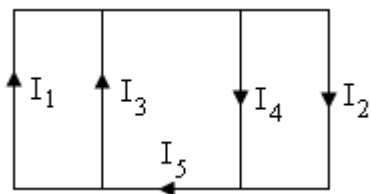


9. Одредити струје у свим гранама кола приказаног на слици, ако је познато:
 $E_1=3\text{ V}$, $E_2=2\text{ V}$, $J=2\text{ A}$, $R_1=R_3=R_5=1\ \Omega$,
 $R_2=R_4=2\ \Omega$.



Решење:

За усвојене референтне смерове струја је:



$I_1 = 0\text{ A}$, $I_2 = 1.5\text{ A}$, $(I_3 = J)$, $I_4 = 0.5\text{ A}$, $I_5 = 2\text{ A}$ по 3 бода за сваку струју

10. Вектор магнетне индукције у центру кружне струјне контуре:

а) увек је нормалан на раван контуре, без обзира на величину контуре и интензитет струје која кроз њу протиче 6/-2

б) заклапа угао α са равни контуре, при чему величина тог угла зависи од пречника контуре и интензитета струје која кроз њу протиче

в) увек је једнак нули

г) увек лежи у равни контуре

11. Колико навојака N је потребно намотати на соленоид кружног попречног пресека чији је пречник $d=2\text{ cm}$, док дужина соленоида износи $l=10\text{ cm}$, да би његова индуктивност била $L=22\text{ mH}$

а) ако је језгро картонско

б) ако је језгро начињено од материјала релативне магнетне пермеабилности $\mu_r=4600$

Решење:

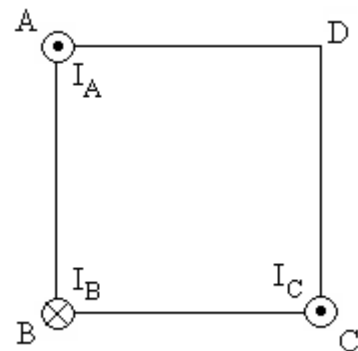
$$N = \sqrt{\frac{L \cdot l}{\mu \left(\frac{d}{2} \right)^2 \pi}}$$

а) $N=2361$ 5 бодова

б) $N=38$ 5 бодова



12. Три неограничено дуга праволинијска проводника налазе се у теменима квадрата, у ваздуху, као што је приказано на слици. Који услов треба да задовоље интензитети струја (назначеног смера) тих проводника, да би вектор магнетне индукције у темену D имао интензитет нула:



а) $I_A = I_B/\sqrt{2} = I_C$

б) $I_A = 2I_B = I_C$

в) $I_A = \sqrt{2}I_B = I_C$

г) $I_A = I_B/2 = I_C$

10/-3

д) $I_A = I_B = I_C$

ђ) интензитет вектора магнетне индукције у темену D не може бити нула, за дате услове





www.viser.edu.rs

ОСНОВЕ ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ ДЕВЕТНАЕСТО РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ, мај 2013.



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



ДВАДЕСЕТО 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												
4 -1	4 -1	6 -2	10	12	6	6	12	16	6 -2	8	10	100 -6

мај 2014.



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. 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. Капацитивност усамљеног проводника дефинише се као:

- | | |
|--|------|
| а) количник количине електрицета у проводнику и потенцијала проводника | 4/-1 |
| б) производ количине електрицета у проводнику и потенцијала проводника | |
| в) количник потенцијала проводника и количине електрицета у проводнику | |
| г) количник количине електрицета у проводнику и електричног поља | |

2. Електрично поље усамљеног тачкастог наелектрисања Q у хомогеној средини диелектричне константе ϵ , је:

- а) аксијално
б) хомогено

в) радијално	4/-1
--------------	------

г) радијално или хомогено, у зависности од знака наелектрисања (+ или -)

3. Тачкаста наелектрисања $+Q$ и $-Q$ налазе се на међусобном растојању d у вакууму, док се тачка A налази на средини потега који спаја ова два наелектрисања. Заокружити тачно тврђење:

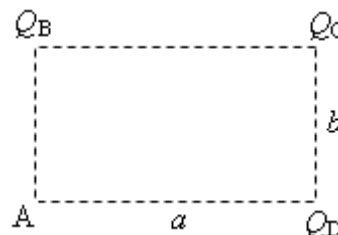
- а) интензитет вектора јачине електричног поља у тачки A једнак је нули, док је потенцијал у тачки A позитиван
б) интензитет вектора јачине електричног поља у тачки A једнак је нули, док је потенцијал у тачки A негативан
в) интензитет вектора јачине електричног поља у тачки A различит је од нуле, а потенцијал у тачки A је позитиван
г) интензитет вектора јачине електричног поља у тачки A различит је од нуле, а потенцијал у тачки A је негативан

д) интензитет вектора јачине електричног поља у тачки A различит је од нуле, а потенцијал у тачки A је једнак нули	6/-2
--	------

ђ) интензитет вектора јачине електричног поља у тачки A једнак је нули, а потенцијал у тачки A је такође једнак нули

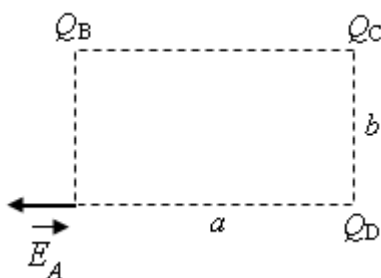


4. Три тачкаста наелектрисања $Q_B = -2 \text{ pC}$, $Q_C = 16 \text{ pC}$ и $Q_D = 5 \text{ pC}$, налазе се у истој равни, у ваздуху, распоређена у теменима правоугаоника, као што је приказано на слици. Ако су странице правоугаоника димензија $a = 10\sqrt{3} \text{ cm}$ и $b = 10 \text{ cm}$, одредити вектор јачине електричног поља у темену А.



Решење:

$$E_A = 4.61 \text{ V/m}$$



10 бодова

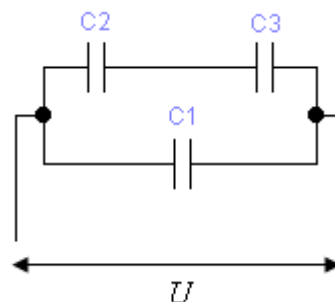
(интензитет вектора јачине електричног поља 8 бодова, правац и смер по 1 бод)



5. Три кондензатора, капацитивности $C_1 = 5 \text{ nF}$, $C_2 = C_3 = 10 \text{ nF}$, повезана су као на слици и прикључена на извор напона $U = 1 \text{ kV}$.

а) Одредити електростатичку енергију сваког од кондензатора.

б) Како ће се променити електростатичке енергије свих кондензатора у колу ако се растојање између електрода кондензатора капацитивности C_3 удвостручи?



Решење:

а) $W_1 = 2.5 \text{ mJ}$, $W_2 = 1.25 \text{ mJ}$, $W_3 = 1.25 \text{ mJ}$ по два бода, $3 \cdot 2 = 6$ бодова

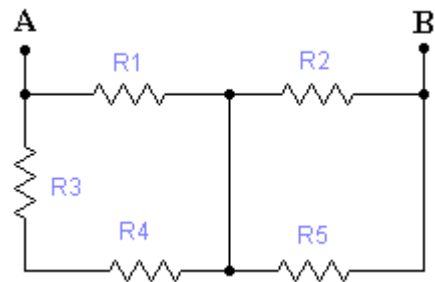
б) $W_{1,novo} = 2.5 \text{ mJ}$, $W_{2,novo} = \frac{5}{9} \text{ mJ}$, $W_{3,novo} = \frac{10}{9} \text{ mJ}$ по два бода, $3 \cdot 2 = 6$ бодова

(укупно 12 бодова)





6. Одредити еквивалентну отпорност R_{AB} мешовите везе отпорника приказаних на слици, ако је познато: $R_1=R_2=300 \Omega$, $R_3=R_5=100 \Omega$ и $R_4=50 \Omega$.



Решење:

$$R_{AB} = \frac{R_1(R_3 + R_4)}{R_1 + R_3 + R_4} + \frac{R_2 R_5}{R_2 + R_5} = 175 \Omega \quad 6 \text{ бодова}$$



7. Температура бакарног намотаја електричне машине мери се електричним путем. Ако при температури $T_1=20^\circ\text{C}$ волтметар и амперметар показују вредности $U_1=100 \text{ V}$ и $I_1=5 \text{ A}$, одредити температуру намотаја T_2 када инструменти показују вредности $U_2=100 \text{ V}$ и $I_2=4 \text{ A}$. Познато је да температурни сачинилац бакра на температури 20°C има вредност $\alpha_{Cu}=0.0043 \text{ } 1/^\circ\text{C}$.

Решење:

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1} = 20 \Omega \quad 1 \text{ бод}$$

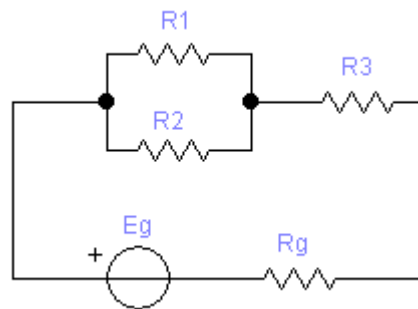
$$R_2 = \frac{U_2}{I_2} = 25 \Omega \quad 1 \text{ бод}$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_0(1 + \alpha_{Cu}(T_1 - T_0))}{R_0(1 + \alpha_{Cu}(T_2 - T_0))} \Rightarrow T_2 = T_0 + \frac{R_2}{R_1} \left(\frac{1}{\alpha_{Cu}} + (T_1 - T_0) \right) - \frac{1}{\alpha_{Cu}} = 78.15^\circ\text{C} \quad 4 \text{ бода}$$





8. У електричном колу приказаном на слици отпорници отпорности $R_1=750\ \Omega$, $R_2=500\ \Omega$ и $R_3=400\ \Omega$ су тако пројектовани да су им највеће дозвољене снаге $P_{1\max}=0.6\ \text{W}$, $P_{2\max}=0.8\ \text{W}$ и $P_{3\max}=1\ \text{W}$. Колика ја максимална вредност електромоторне силе E_g генератора унутрашње отпорности $R_g=20\ \Omega$, на који се може прикључити мешовита веза ових отпорника (као што је приказано на слици), а да при томе ни један од њих не прегори?



Решење:

Највеће вредности напона на који се могу прикључити отпорници отпорности R_1 и R_2 су:

$$U_{1\max} = \sqrt{P_{1\max} R_1} = 21.2\ \text{V} \quad 2 \text{ бода}$$

$$U_{2\max} = \sqrt{P_{2\max} R_2} = 20\ \text{V}$$

а пошто су везани паралелно, напон између њихових прикључака не сме да пређе вредност:

$$U_{\max} = U_{2\max} = 20\ \text{V} \quad 2 \text{ бода}$$

Струја кроз отпорник отпорности R_3 не сме да пређе вредност:

$$I_{3\max} = I_{\max} = \sqrt{\frac{P_{3\max}}{R_3}} = 50\ \text{mA} \quad 2 \text{ бода}$$

а у том случају напон између прикључака отпорника отпорности R_1 и R_2 има вредност:

$$U = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} I_{\max} = 15\ \text{V} \quad 2 \text{ бода}$$

што је мање од критичне. Следи да ни један отпорник неће прегорети ако јачина струје кроз грану са отпорником отпорности R_3 не пређе вредност $I_{\max}$, односно:

$$\frac{E_g}{R_1 \parallel R_2 + R_3 + R_g} \leq I_{\max} \quad 2 \text{ бода}$$

на основу чега се добија:

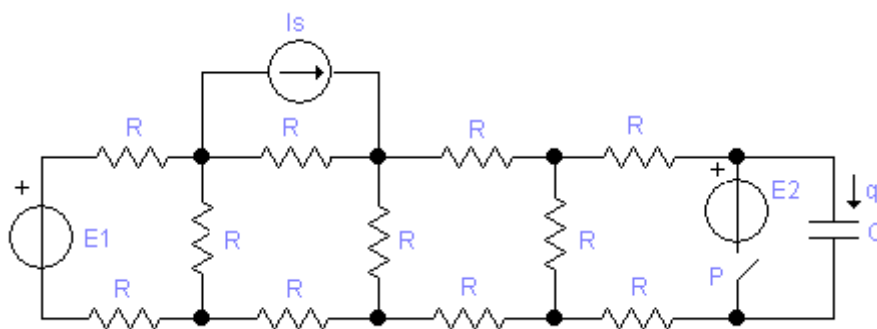
$$E_g \leq 36\ \text{V} \quad 2 \text{ бода}$$

(укупно 12 бодова)





9. Одредити количину електрицитета која протекне кроз кондензатор након затварања прекидача Р у колу приказаном на слици. Познато је: $R=1\text{ k}\Omega$, $I_S=4/3\text{ mA}$, $C=10\text{ nF}$, $E_1=37\text{ V}$ и $E_2=40\text{ V}$.



Решење:

$$q = C(U^{novo} - U^{staro}) = C\left(E_2 - \frac{E_1 + 3RI_S}{41}\right) = 390\text{ nC}$$

(парцијално бодовање, укупно 16 бодова)



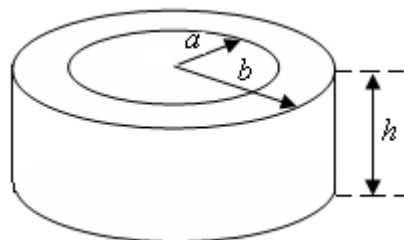
10. Ако се комад меког феромагнетика убаци у ваздушни процеп магнета начињеног у облику танког торуса, магнет ће се, при истом броју завојака, намагнетисати помоћу струје:

- а) мањег интензитета него у случају вршења магнетисања без комада меког феромагнетика убаченог у процеп 6/-2
- б) већег интензитета него у случају вршења магнетисања без комада меког феромагнетика убаченог у процеп
- в) убацивање меког феромагнета у процеп нема утицаја на интензитет струје потребне за вршење магнетисања





11. Око картонског торусног језгра приказаног на слици постављен је намотај са $N=1800$ завојака танке жице, кроз који протиче струја јачине $I=10\pi$ mA. Одредити унутрашњи и спољашњи полупречник торусног језгра, a и b , ако је познато да граничне вредности интензитета вектора јачине магнетног поља износе $H_{\max}=900$ A/m и $H_{\min}=450$ A/m.



Решење:

На основу Амперовог закона:

$$H = \frac{NI}{2\pi r}, \quad a \leq r \leq b \quad 2 \text{ бода}$$

граничне вредности интензитета вектора јачине магнетног поља су:

$$H_{\min} = H(r=b) = \frac{NI}{2\pi b} \Rightarrow b = \frac{NI}{2\pi H_{\min}} = 2 \text{ cm} \quad 3 \text{ бода}$$

односно:

$$H_{\max} = H(r=a) = \frac{NI}{2\pi a} \Rightarrow a = \frac{NI}{2\pi H_{\max}} = 1 \text{ cm} \quad 3 \text{ бода}$$



12. На гвоздени прстен средњег обима $l_{sr}=50$ cm и површине попречног пресека $S=4$ cm², равномерно је намотан намотај од $N=600$ завојака танке жице. Намотај је прикључен на напон $U=72$ V, а отпорност проводника од којег је начињен намотај износи $R=60$ Ω. Ако релативна магнетна пермеабилност гвожђа износи $\mu_r=800$:

- а) одредити магнетну индукцију B у торусу
б) одредити магнетну отпорност R_μ датог магнетног кола

Решење:

$$\text{а) } B = \mu_0 \mu_r \frac{NI}{l_{sr}} = \mu_0 \mu_r \frac{NU}{l_{sr} R} = 1.45 \text{ T} \quad 5 \text{ бодова}$$

$$\text{б) } R_\mu = \frac{l_{sr}}{\mu_0 \mu_r S} = 1.24 \times 10^6 \text{ A/Wb} \quad 5 \text{ бодова}$$





МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ, НАУКЕ И ТЕХНОЛОШКОГ РАЗВОЈА
РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

ЗАЈЕДНИЦА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ



ДВАДЕСЕТПРВО РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ

ЗАДАЦИ
ИЗ

ОСНОВА ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ

ЗА УЧЕНИКЕ ПРВОГ РАЗРЕДА

Број задатка												
--------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

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

мај 2015.



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. 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. Приликом прикључивања плочастог кондензатора капацитивности C на напон U утроши се енергија $2W/3$. Колика енергија ће бити утрошена ако се напон повећа на $3U$:

а) $3W$ б) $4W$ **в) $6W$** (Тачан одговор 5 бодова / Нетачан -1 бод)г) $2W$

$$W_1 = \frac{1}{2}CU^2 = \frac{2W}{3}$$

$$W_2 = \frac{1}{2}C(3U)^2 = 9 \cdot \frac{1}{2}CU^2 = 9 \cdot \frac{2W}{3} = 6W$$



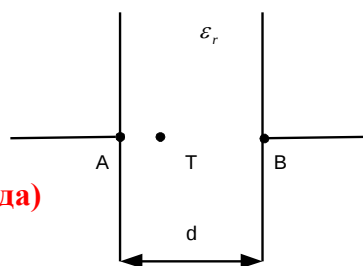
2. Плочасти кондензатор оптерећен количином наелектрисања Q испуњен је хомогеним диелектриком релативне диелектричне константе ϵ_r , као на слици. Растојање између електрода кондензатора је d а површина електроде је S . Израз за напон између електрода је:

а) $U = \frac{Q \cdot S \cdot d}{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r}$

б) $U = \frac{Q \cdot d}{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r}$

в) $U = \frac{Q}{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot S} d$ (Тачан одговор 6 бодова / Нетачан -2 бода)

г) $U = Q \cdot S \cdot d \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r$



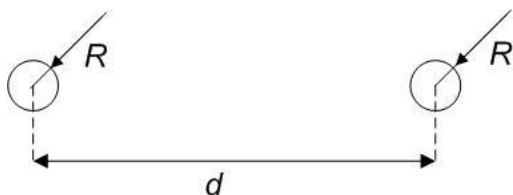
3. Две једнаке металне куглице наелектрисане су истом количином наелектрисања супротног предзнака. Растојање између куглица је d , при чему важи $d \gg R$, а куглице се налазе у ваздуху. Како ће се променити сила између куглица ако се растојање између куглица повећа на $2d$:

а) сила се смањује четири пута (Тачан одговор 4 бода / Нетачан -1 бод)

б) сила се смањује два пута

в) сила се повећава четири пута

г) сила остаје иста



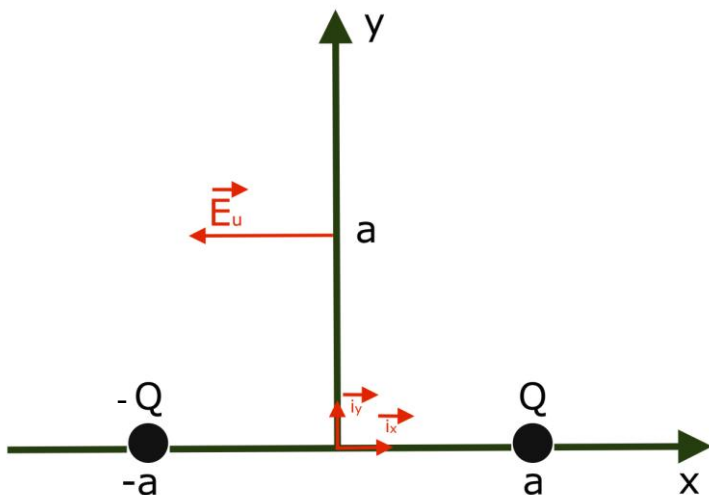
$$F_1 = k \frac{Q^2}{d^2}$$

$$F_2 = k \frac{Q^2}{(2d)^2} = \frac{1}{4} \cdot k \frac{Q^2}{d^2} = \frac{F_1}{4}$$





4. Два такчаста наелектрисања Q и $-Q$ смештена су у вакууму у тачкама са координатама $(a,0)$ и $(-a,0)$, респективно ($a>0$). Одредити вектор јачине електричног поља у тачки са координатама $(0, a)$ и уцртати његов правац и смер на слици.



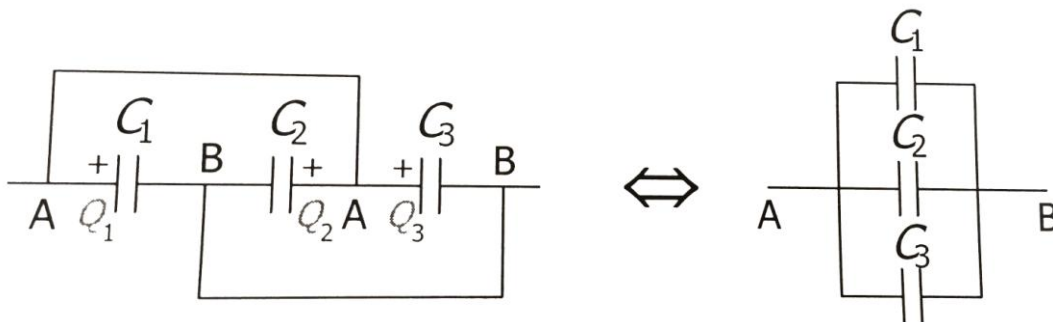
$$\vec{E}_u = -\frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{Q}{a^2} \vec{i}_x$$

Слика носи 2 бода, тачан израз за $\vec{E}_u$ носи 10 бодова.



5. Кондензатор капацитивности $C_1 = 10 \text{ pF}$, $C_2 = 20 \text{ pF}$ и $C_3 = 50 \text{ pF}$ везани су у групу као на слици. Одредити:

- а) еквивалентну капацитивност везе C_e између тачака А и В (нацртати еквивалентну слику)
 б) напон U_{AB} ако је наелектрисање на позитивној електроди кондензатора C_1 $Q_1 = 100 \text{ pC}$. Такође одредити количине наелектрисања на кондензаторима C_2 и C_3 .



Слика 2 бода.

а) $C_e = C_1 + C_2 + C_3 = 80 \text{ pF}$ (2 бода)

б) $U_1 = U_{AB} = \frac{Q_1}{C_1} = 10 \text{ V}$ (2 бода)

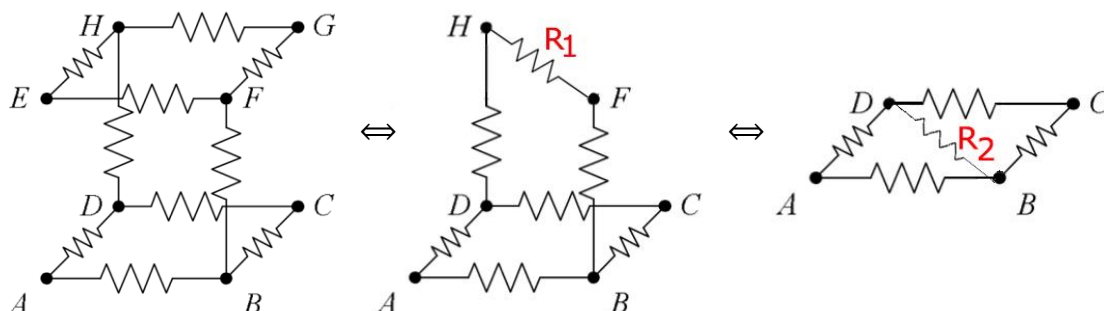
$Q_2 = U_{AB} \cdot C_2 = 200 \text{ pC}$ (2 бода)

$Q_3 = U_{AB} \cdot C_3 = 500 \text{ pC}$ (2 бода)





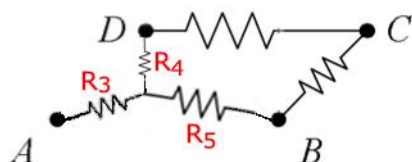
6. Десет отпорника једнаких отпорности R везано је као на слици. Одредити еквивалентну отпорност између тачака A и C .



$$R_1 = (R + R) \parallel (R + R) = R$$

$$R_2 = R + R_1 + R = 3R$$

”Троугао” са теменима ABD претварамо у ”звезду”:



$$R_3 = \frac{R \cdot R}{R + R + 3R} = \frac{R}{5}$$

$$R_4 = \frac{R \cdot 3R}{R + R + 3R} = \frac{3R}{5}$$

$$R_5 = \frac{R \cdot 3R}{R + R + 3R} = \frac{3R}{5}$$

Коначно имамо да је:

$$R_{AC} = R_3 + ((R_5 + R) \parallel (R_4 + R)) = R$$

(12 бодова САМО за тачно решење уз поступак)



7. Напон на потрошачу сталне отпорности R износи U . Ако се напон повећа за 26% снага потрошача ће:

а) се смањити за 41.24%

б) се смањити за 58.76%

в) се повећати за 58.76% (Тачан одговор 6 бодова / Нетачан -2 бода)

г) се повећати за 41.24%

д) остати непромењена

$$P_1 = \frac{U^2}{R}$$

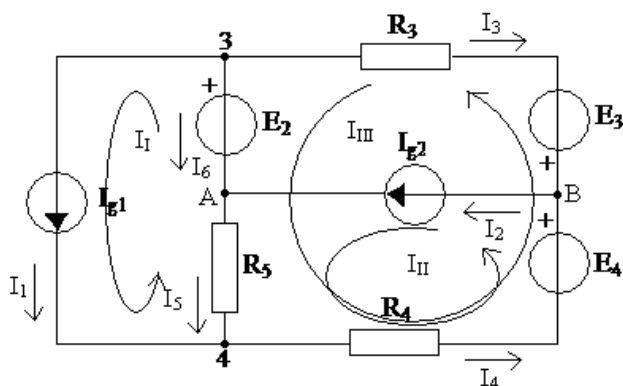
$$P_2 = \frac{(1.26 \cdot U)^2}{R} = 1.5876 \frac{U^2}{R} = 1.5876 \cdot P_1$$





8. За коло на слици је познато:

$$I_{g1} = 12 \text{ A}, I_{g2} = 8 \text{ A}, E_2 = 10 \text{ V}, E_3 = 30 \text{ V}, E_4 = 30 \text{ V}, R_3 = 40 \Omega, R_4 = 20 \Omega, R_5 = 30 \Omega.$$



Опште једначине по методи контурних струја су:

$$I_I = I_{g1}$$

$$I_{II} = I_{g2}$$

$$-R_5 I_I + (R_4 + R_5) I_{II} + (R_3 + R_4 + R_5) I_{III} = E_4 - E_3 - 2$$

а) Одредити јачине струја у колу.

б) Одредити снагу струјног генератора јачине струје I_{g2} .

а) $I_1 = I_{g1} = 12 \text{ A}$

$$I_2 = I_{g2} = 8 \text{ A}$$

$$I_3 = -I_{III} = 0.555 \text{ A} \text{ (2 бода)}$$

$$I_4 = I_{II} + I_{III} = 8 \text{ A} + (-0.555) \text{ A} = 7.444 \text{ A} \text{ (2 бода)}$$

$$I_5 = I_{II} + I_{III} - I_I = 8 \text{ A} + (-0.555) \text{ A} - 12 \text{ A} = -4.555 \text{ A} \text{ (2 бода)}$$

$$I_6 = I_{III} - I_I = -0.555 \text{ A} - 12 \text{ A} = -12.555 \text{ A} \text{ (2 бода)}$$

б) $P_{I_{g2}} = U_{AB} \cdot I_{g2}$

$$U_{AB} = -E_4 + R_4 \cdot I_4 + R_5 \cdot I_5 = -30 \text{ V} + 20 \Omega \cdot 7.444 \text{ A} + 30 \Omega \cdot (-4.555) \text{ A} = -17.77 \text{ V}$$

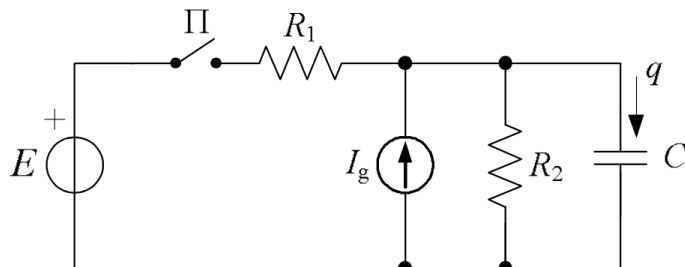
$$P_{I_{g2}} = U_{AB} \cdot I_{g2} = -17.77 \text{ V} \cdot 8 \text{ A} = -142.16 \text{ W} \text{ (2 бодова)}$$

Начин решавања кола је произвољан и не утиче на број освојених бодова уколико су добијене тачне вредности струја и снаге струјног генератора.





9. У колу на слици је $E = 10\text{ V}$, $I_g = 2\text{ mA}$, $R_1 = 10\text{ k}\Omega$, $R_2 = 20\text{ k}\Omega$ и $C = 5\text{ }\mu\text{F}$. Прекидач П је отворен, а у колу је успостављено стационарно стање. Израчунати проток кроз грану са кондензатором по затварању прекидача П.



$$U^{staro} = 40\text{ V. (4 бода)}$$

$$U^{novo} = 20\text{ V. (4 бода)}$$

$$q = C \cdot (U^{novo} - U^{staro}) = -100\text{ }\mu\text{C (4 бода)}$$

10. Коерцитивно поље је:

- а) вредност магнетног поља која је потребна да би се намагнетисало феромагнетно језгро
- б) вредност магнетног поља која описује магнетно засићење
- в) вредност реланентне магнетне индукције
- г) вредност магнетног поља која је потребна да би се размагнетисало језгро

(Тачан одговор 6 бодова / Нетачан -2 бода)

11. Правоугаона контура страница $a = 4\text{ cm}$ и $b = 10\text{ cm}$, налази се у хомогеном магнетном пољу индукције $B = 1\text{ T}$ и постављена је нормално на линије поља. Одредити магнетни флуks кроз контуру.

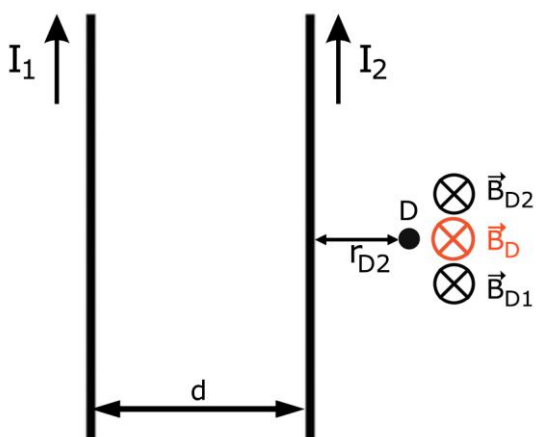
С обзиром да је поље хомогено, за магнетни флуks добијамо:

$$\phi = B \cdot S = B \cdot a \cdot b = 4 \cdot 10^{-3}\text{ Wb (Тачан одговор носи 6 бодова)}$$



12. а) Написати израз за магнетну индукцију у тачки А, која се налази на растојању r_a од бесконачног праволинијског проводника са струјом јачине I .

б) Два бесконачна праволинијска проводника постављена су паралелно један другом на растојању $d = 5 \text{ cm}$, у ваздуху. Кроз први проводник протиче стална струја јачине $I_1 = 1 \text{ A}$, а кроз други проводник протиче стална струја јачине $I_2 = 0.5 \text{ A}$, према смеровима на слици. Одредити вектор магнетне индукције (израчунати интензитет, а уцртати правац и смер) у тачки D, која се налази у равни коју одређују ова два проводника, са стране проводника са струјом I_2 , а удаљена је од њега за $r_{D2} = 1 \text{ cm}$.



Слика 2 бода.

а) $B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot r_a}$ (3 бода)

б) $B_{D1} = \frac{\mu_0 \cdot I_1}{2 \cdot \pi \cdot r_{D1}} = 3,33 \cdot 10^{-6} \text{ T}$

(2 бода)

$$B_{D2} = \frac{\mu_0 \cdot I_2}{2 \cdot \pi \cdot r_{D2}} = 10 \cdot 10^{-6} \text{ T}$$

(2 бода)

$$\vec{B}_D = \vec{B}_{D1} + \vec{B}_{D2}$$

$$B_D = B_{D1} + B_{D2} = 13,33 \cdot 10^{-6} \text{ T}$$

(2 бода)





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



ДВАДЕСЕТ ДРУГО 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 -2	7 -2	6	10	6	9	9	11	12	6 -2	8	10	100 -6

мај 2016.



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. 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. Три идентична тачкаста наелектрисања су постављена у теменима једнакокраког правоуглог троугла. Наелектрисања постављена на крајевима хипотенузе (основице) делују на треће наелектрисање силом $\vec{F}$. Ако једно од наелектрисања на хипотенузи промени знак, сила $\vec{F}$:

- а) промени смер
б) заротира за 45°

в) заротира за 90° 6/-2

г) једнака је нули

д) остаје иста

ђ) ниједан од понуђених одговора није тачан

2. Два тачкаста наелектрисања $+Q$ и $-Q$ налазе се на x -оси у тачкама A и B , респективно, тако да је $x_A < x_B$. Тачка C у којој је електростатичко поље једнако нули је:

- а) лево од тачке A
б) десно од тачке B
в) између тачака A и B
г) свуда у простору

д) ниједан од понуђених одговора није тачан 7/-2

3. Енергија једног кондензатора са ваздушним диелектриком прво је била W_{C0} . Затим је ваздух у кондензатору замењен савршеним хомогеним диелектриком релативне пермитивности ϵ_r . Одредити израз за енергију кондензатора са новим диелектриком, ако је при замени диелектрика:

- а) наелектрисање кондензатора одржавано константним,
б) напон кондензатора одржаван константним.

а) $Q = \text{const}$

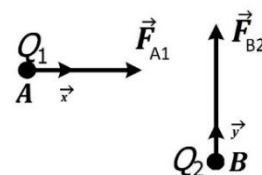
$$W'_C = \frac{1}{2} \frac{Q_0^2}{C} = \frac{1}{2} \frac{Q_0^2}{(\epsilon_r C_0)} = \frac{1}{\epsilon_r} \left(\frac{1}{2} \frac{Q_0^2}{C_0} \right) = \frac{1}{\epsilon_r} W_{C0} = \frac{W_{C0}}{\epsilon_r} \quad 3 \text{ бода}$$

б) $U = \text{const}$

$$W''_C = \frac{1}{2} C U_0^2 = \frac{1}{2} (\epsilon_r C_0) U_0^2 = \epsilon_r \left(\frac{1}{2} C_0 U_0^2 \right) = \epsilon_r W_{C0} \quad 3 \text{ бода}$$



4. У тачке A и B формираног електричног поља унесена су наелектрисања $Q_1 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ и $Q_2 = -6 \cdot 10^{-6} \text{ C}$, респективно. При томе на наелектрисање Q_1 делује сила интензитета $F_{A1} = 0.04 \text{ N}$ у смеру $\vec{x}$, док на наелектрисање Q_2 делује сила интензитета $F_{B2} = 0.06 \text{ N}$ у смеру $\vec{y}$, као на слици. Ако наелектрисања Q_1 и Q_2 замене места, одредити интензитет и уцртати правац и смер силе која у том случају делује на:



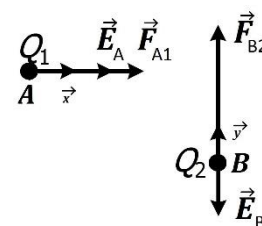
- а) наелектрисање Q_1 (сила $\vec{F}_{B1}$),
 б) наелектрисање Q_2 (сила $\vec{F}_{A2}$).

Међусобно деловање наелектрисања Q_1 и Q_2 занемарити.

Вектори електричног поља у тачкама A и B су, респективно:

$$\vec{E}_A = \frac{\vec{F}_{A1}}{Q_1} = 20 \cdot 10^3 \vec{x} \frac{\text{V}}{\text{m}} \quad 2 \text{ бода}$$

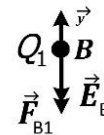
$$\vec{E}_B = \frac{\vec{F}_{B2}}{Q_2} = -10 \cdot 10^3 \vec{y} \frac{\text{V}}{\text{m}} \quad 2 \text{ бода}$$



Како поља $\vec{E}_A$ и $\vec{E}_B$ имају непромењен смер и интензитет у случају премештања наелектрисања, тражене силе су:

а) $\vec{F}_{B1} = \vec{E}_B Q_1 = -0.02 \vec{y} \text{ N}$, 2 бода за интензитет и 1 бод за правац и смер

б) $\vec{F}_{A2} = \vec{E}_A Q_2 = -0.12 \vec{x} \text{ N}$. 2 бода за интензитет и 1 бод за правац и смер



5. Када је на реални напонски генератор прикључен потрошач отпорности $R_1 = 4 \text{ k}\Omega$, напон генератора је $U_1 = 8 \text{ V}$, а када је прикључен потрошач отпорности $R_2 = 1 \text{ k}\Omega$, напон генератора је $U_2 = 5 \text{ V}$. Израчунати:

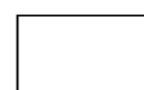
- а) електромоторну силу,
 б) унутрашњу отпорност генератора.

$$U_1 = R_1 \frac{E}{R_1 + R_g} \quad U_2 = R_2 \frac{E}{R_2 + R_g} \quad 1 \text{ бод} + 1 \text{ бод}$$

$$\Rightarrow E = \frac{U_1(R_1 + R_g)}{R_1} = \frac{U_2(R_2 + R_g)}{R_2} \Rightarrow \frac{8 \text{ V} (4 \text{ k}\Omega + R_g)}{4 \text{ k}\Omega} = \frac{5 \text{ V} (1 \text{ k}\Omega + R_g)}{1 \text{ k}\Omega} \Rightarrow R_g = 1 \text{ k}\Omega$$

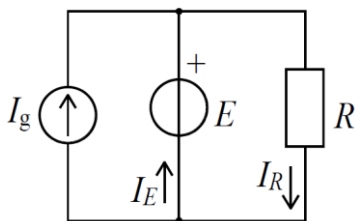
2 бода

$$E = \frac{8 \text{ V} (4 \text{ k}\Omega + 1 \text{ k}\Omega)}{4 \text{ k}\Omega} = 10 \text{ V} \quad 2 \text{ бода}$$





6. У колу стационарне струје на слици познате су снаге генератора, $P_{Ig} = 60 \text{ W}$ и $P_E = 140 \text{ W}$, и отпорност $R = 2 \Omega$. Израчунати однос јачина струја I_E и I_R .



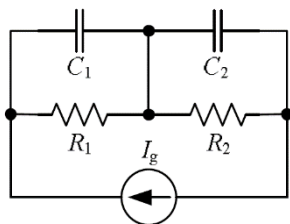
$$P_{Ig} = I_g E \quad P_E = I_E E \quad \Rightarrow \quad \frac{P_{Ig}}{P_E} = \frac{I_g E}{I_E E} = \frac{I_g}{I_E} \quad 1 \text{ бод} + 1 \text{ бод} + 2 \text{ бода}$$

$$\frac{I_R}{I_E} = \frac{I_g + I_E}{I_E} = \frac{I_g}{I_E} + 1 = \frac{P_{Ig}}{P_E} + 1 = \frac{60 \text{ W}}{140 \text{ W}} + 1 = \frac{3}{7} + 1 = \frac{10}{7} \quad 4 \text{ бода}$$

$$\Rightarrow \frac{I_E}{I_R} = \frac{7}{10} = 0.7 \quad 1 \text{ бод}$$



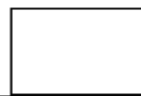
7. У колу на слици струја струјног генератора је стална. Позната је капацитивност $C_2 = 36 \mu\text{F}$. У стационарном стању однос снага отпорника је $P_{R1}/P_{R2} = 3$, а однос електричних енергија кондензатора је $W_{e1}/W_{e2} = 3$. Израчунати капацитивност C_1 .



$$\frac{P_{R1}}{P_{R2}} = \frac{R_1 I_g^2}{R_2 I_g^2} = \frac{R_1}{R_2} = 3 \quad \Rightarrow \quad R_1 = 3R_2 \quad \Rightarrow \quad U_1 = 3U_2 \quad 2 \text{ бода} + 2 \text{ бода}$$

$$\frac{W_{e1}}{W_{e2}} = \frac{\frac{1}{2} C_1 U_1^2}{\frac{1}{2} C_2 U_2^2} = \frac{C_1 U_1^2}{C_2 U_2^2} = \frac{C_1 (3U_2)^2}{C_2 U_2^2} = \frac{C_1 9U_2^2}{C_2 U_2^2} = \frac{C_1 9}{C_2} \quad 4 \text{ бода}$$

$$\Rightarrow \frac{C_1 9}{C_2} = 2 \quad \Rightarrow \quad 9C_1 = 2C_2 \quad \Rightarrow \quad C_1 = 8 \mu\text{F} \quad 1 \text{ бод}$$

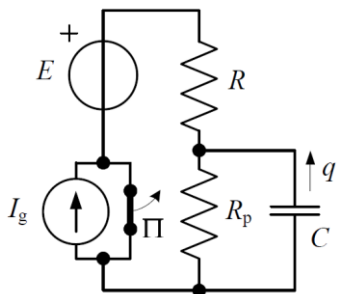




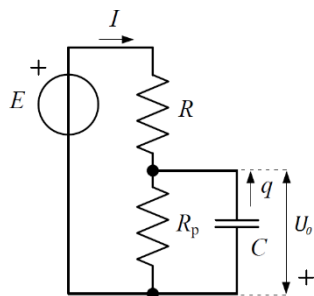
8. У колу са слике познати су $R = R_p = 100 \Omega$, $C = 200 \mu F$, стална емс $E = 12 V$ и стална струја $I_g = 100 mA$. Прекидач Π је затворен и коло је у стационарном стању. Израчунати:

- проток кроз кондензатор у односу на референтни смер са слике,
- прираштај електричне енергије кондензатора

од момента отварања прекидача Π до успостављања новог стационарног стања.



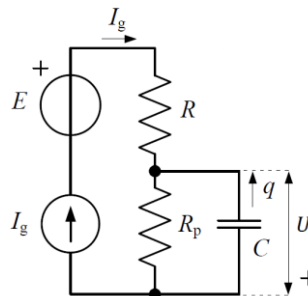
а)



$$I = \frac{E}{R + R_p} = 0.06 A \quad 1 \text{ бод}$$

$$U_0 = -R_p I = RI - E = -6 V \quad 1 \text{ бод}$$

$$Q_0 = CU_0 = -1200 \mu C \quad 1 \text{ бод}$$



$$U = -R_p I_g = -10 V \quad 1 \text{ бод}$$

$$Q = CU = -2000 \mu C \quad 1 \text{ бод}$$

$$\Rightarrow \Delta Q = Q - Q_0 = -2000 \mu C - (-1200 \mu C) = -800 \mu C \quad 1 \text{ бод}$$

$$\text{б) } W_{e0} = \frac{1}{2} CU_0^2 = 3600 \mu J = 3.6 mJ \quad 2 \text{ бода}$$

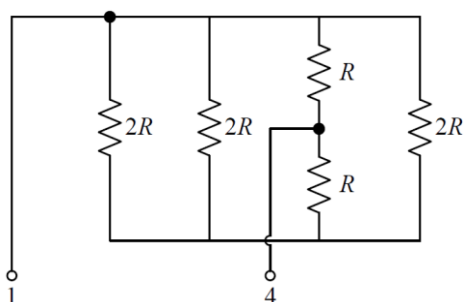
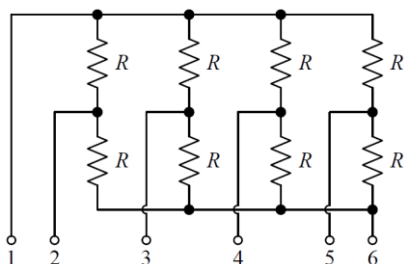
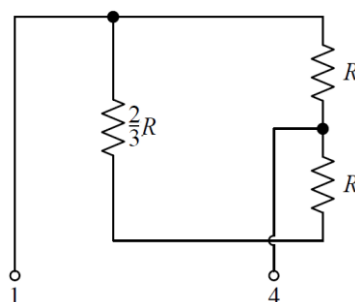
$$W_e = \frac{1}{2} CU^2 = 10000 \mu J = 10 mJ \quad 2 \text{ бода}$$

$$\Delta W_e = W_e - W_{e0} = 10 mJ - 3.6 mJ = 6.4 mJ \quad 1 \text{ бод}$$





9. Одредити еквивалентну отпорност између прикључака 1 и 4 мреже приказане на слици уколико је $R = 360 \Omega$. Остали прикључци мреже су у прекиду.

 $\Rightarrow$ 

$$\Rightarrow R_{14} = \frac{(R + \frac{2}{3}R) \cdot R}{(\frac{5}{3}R + R)} = \frac{\frac{5}{3}R \cdot R}{\frac{5}{3}R + R} = \frac{5}{8}R = 225 \Omega \quad 12 \text{ бодова}$$



10. Кроз врло дугачак праволинијски проводник протиче једносмерна струја константне јачине. На удаљености d од проводника измерена је јачина магнетног поља H_1 . Када се јачина струје у проводнику смањи два пута, у тачки на удаљености $2d$ од проводника, измерена је јачина поља H_2 . Однос H_2/H_1 је:

а) $\frac{1}{4}$ 6/-2

б) $\frac{1}{2}$

в) 1

г) 2

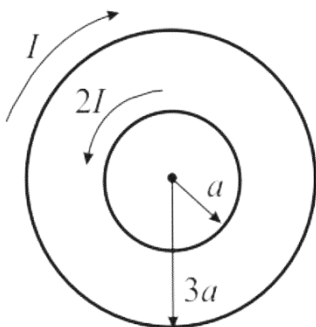
д) 4

ђ) ниједан од понуђених одговора није тачан





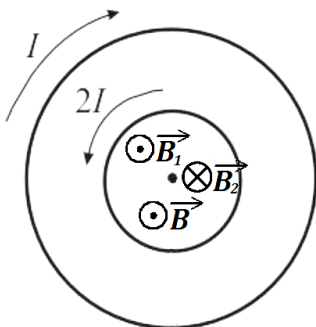
11. Две концентричне струјне контуре леже у истој равни у ваздуху као на слици. Одредити интензитет и означити правац и смер вектора магнетне индукције $\vec{B}$ у центру система.



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

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

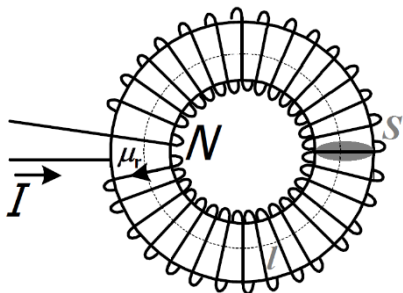
$$\Rightarrow B = B_1 - B_2 = \mu_0 \frac{I}{a} - \mu_0 \frac{I}{6a} = \frac{5}{6} \mu_0 \frac{I}{a} \quad 3 \text{ бода за интензитет} + 1 \text{ бод за правац и смер}$$



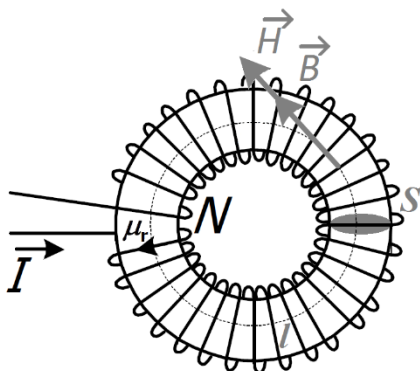


12. На торусу од феромагнетног материјала попречног пресека $S = 1.5 \text{ cm}^2$ и дужине средње линије $l = 40 \text{ cm}$ намотано је $N = 400$ навојака жице. Јачина струје у навоју је $I = 40 \text{ mA}$, а магнетни флукс $\Phi = 3 \mu\text{Wb}$. Одредити:

- а) вектор магнетне индукције $\vec{B}$ (израчунати интензитет, а уцртати правац и смер),
- б) вектор јачине магнетног поља $\vec{H}$ (израчунати интензитет, а уцртати правац и смер),
- в) магнетну пермеабилност језгра μ ,
- г) релативну магнетну пермеабилност μ_r .



- а) $B = \frac{\Phi}{S} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ T}$ 2 бода за интензитет + 1 бод за правац и смер
- б) $H = \frac{NI}{l} = 40 \text{ A/m}$ 2 бода за интензитет + 1 бод за правац и смер
- в) $\mu = \frac{B}{H} = 500 \cdot 10^{-6} \text{ H/m}$ 2 бода
- г) $\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0} \approx 398$ 2 бода





www.viser.edu.rs

ОСНОВЕ ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ, ДВАДЕСЕТ ДРУГО РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ, мај 2016.



www.viser.edu.rs

ОСНОВЕ ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ, ДВАДЕСЕТ ДРУГО РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ, мај 2016.



www.viser.edu.rs

ОСНОВЕ ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ, ДВАДЕСЕТ ДРУГО РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ, мај 2016.



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



ДВАДЕСЕТ ТРЕЋЕ 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												
7 -2	8	7	8	9	9	10	6	10	7 -2	7	12	100 -4

мај 2017.



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. Највећи могући укупан број бодова је 100.

САВЕТИ

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

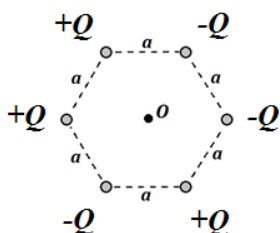
Уколико нисте потпуно сигурни који од предложених одговора на постављено питање треба заокружити, таква питања треба оставити без одговора. Тако се не добијају бодови “на срећу”, али се сигурно избегавају негативни бодови.

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. У теменима правоуглог шестоугла странице a налазе се у ваздуху три позитивна и три негативна наелектрисања истих апсолутних вредности Q , при чему је њихов распоред приказан на слици. Одредити интензитет електричног поља у тачки O (средиште шестоугла).



a) $E = 0$

б) $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2Q}{a^2}$ 7/-2

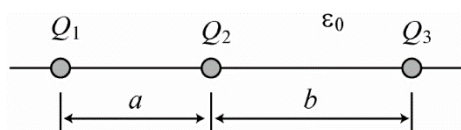
в) $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{2a^2}$

г) $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{4Q}{a^2}$

д) $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2Q}{a}$

ђ) ниједан од понуђених одговора није тачан

2. Три мала наелектрисана тела налазе се у ваздуху на једној правој, на међусобним растојањима $a = 1\text{ m}$ и $b = 2\text{ m}$, као на слици. Наелектрисање првог тела је $Q_1 = 9\text{ pC}$. Израчунати наелектрисања Q_2 и Q_3 тако да сва три тела буду у равнотежи под дејством електростатичких сила.



Да би дата три тела била у равнотежи, наелектрисање Q_2 мора бити негативно, а наелектрисање Q_3 мора бити позитивно. 3 бода

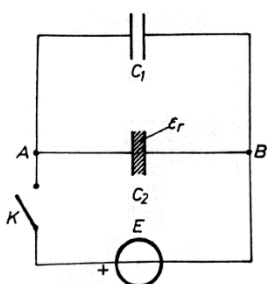
У складу са тим, можемо написати услове равнотеже за: 1 бод + 1 бод + 1 бод

- прво тело: $k \frac{|Q_1||Q_2|}{a^2} = k \frac{|Q_1||Q_3|}{(a+b)^2}$
- друго тело: $k \frac{|Q_1||Q_2|}{a^2} = k \frac{|Q_2||Q_3|}{b^2} \Rightarrow 4|Q_1| = |Q_3| \Rightarrow |Q_3| = 36\text{ pC}$
- треће тело: $k \frac{|Q_2||Q_3|}{b^2} = k \frac{|Q_1||Q_3|}{(a+b)^2} \Rightarrow 9|Q_2| = 4|Q_1| \Rightarrow |Q_2| = 4\text{ pC}$

На основу већ одређеног предзнака наелектрисања, добија се да је $Q_2 = -4\text{ pC}$ и $Q_3 = 36\text{ pC}$.
1 бод + 1 бод



3. Кондензатор са ваздушним диелектриком, капацитивности C_1 , кондензатор са диелектриком релативне диелектричне константе ϵ_r , капацитивности C_2 , без почетних оптерећености, и генератор електромоторне силе E везани су у коло као на слици. Прво се затвори прекидач K . По успостављању стационарног стања прекидач K се отвори, а затим се из кондензатора капацитивности C_2 извуче диелектрик. Одредити израз за напон U_{AB} после извлачења диелектрика.



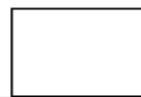
$$Q'_e = EC_1 + EC_2 = E(C_1 + C_2) \quad 1 \text{ бод}$$

$$C'_e = C_1 + C_2 \quad 1 \text{ бод}$$

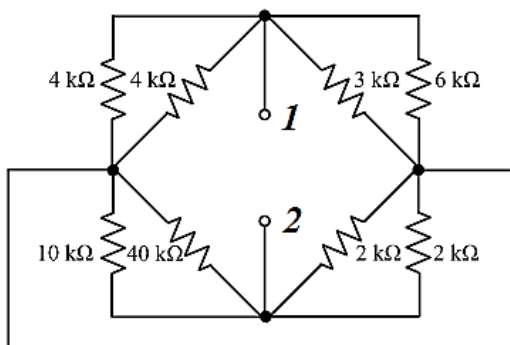
$$C''_e = C_1 + \frac{C_2}{\epsilon_r} \quad 2 \text{ бода}$$

$$Q''_e = Q'_e \quad 2 \text{ бода}$$

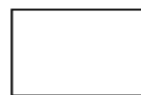
$$U_{AB} = \frac{Q''_e}{C''_e} = \frac{E(C_1 + C_2)}{C_1 + \frac{C_2}{\epsilon_r}} \quad 1 \text{ бод}$$



4. Одредити еквивалентну отпорност између прикључака 1 и 2 мреже приказане на слици.



Тражена еквивалентна отпорност износи $R_{12} = 1.889 \text{ k}\Omega$. 8 бодова



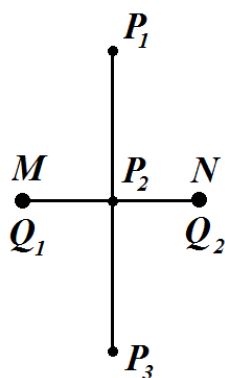


5. Два мала тела, која се налазе у ваздуху, наелектрисања $Q_1 = 3 \cdot 10^{-10} \text{ C}$ и $Q_2 = -6 \cdot 10^{-10} \text{ C}$, приказана су на слици, при чему је $\overline{MN} = \overline{MP_1} = \overline{MP_3} = \overline{NP_1} = \overline{NP_3} = a = 3 \text{ cm}$.

а) Уколико рад сила електростатичког поља при померању наелектрисаног тела наелектрисања Q од тачке P_1 до тачке P_2 износи $A_1 = 9 \cdot 10^{-9} \text{ J}$, одредити то наелектрисање Q .

б) Одредити рад сила електростатичког поља при померању истог наелектрисаног тела од тачке P_2 до тачке P_3 .

в) Одредити рад сила електростатичког поља при померању истог наелектрисаног тела од тачке P_1 до тачке P_3 .



а) Рад при померању наелектрисања Q од тачке P_1 до тачке P_2 је $A_1 = Q(V_{P1} - V_{P2})$, где су потенцијали: 2 бода

$$V_{P1} = \frac{Q_1 + Q_2}{4\pi\epsilon_0 a} \text{ и } V_{P2} = \frac{Q_1 + Q_2}{4\pi\epsilon_0 \frac{a}{2}}. \quad 1 \text{ бод} + 1 \text{ бод}$$

Дакле,

$$A_1 = -Q \frac{Q_1 + Q_2}{4\pi\epsilon_0 a} \Rightarrow Q = -\frac{A_1 4\pi\epsilon_0 a}{Q_1 + Q_2} = 10^{-10} \text{ C} \quad 1 \text{ бод}$$

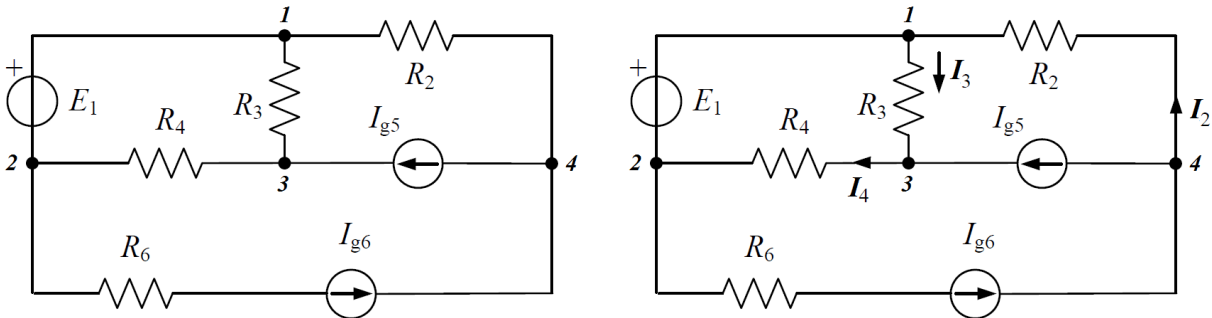
б) $A_2 = -A_1 = -9 \cdot 10^{-9} \text{ J}$ 2 бода

в) $A_3 = 0$ 2 бода





6. У колу сталне струје приказаном на слици је $E_1 = 10 \text{ V}$, $I_{g5} = 3 \text{ A}$, $I_{g6} = 0.5 \text{ A}$, $R_3 = R_4 = 2 \Omega$ и $R_6 = 8 \Omega$. Израчунати отпорност R_2 тако да снага струјног генератора I_{g5} буде једнака нули.



Из услова задатка, закључујемо да је $U_{34} = 0 \text{ V}$. 1 бод

Можемо израчунати струју $I_2 = I_{g6} - I_{g5} = -2.5 \text{ A}$. 1 бод

На основу Кирхофових закона, можемо писати:

$$-I_2 R_2 - I_3 R_3 = 0 \Rightarrow I_3 = -\frac{R_2}{R_3} I_2 \quad 2 \text{ бода}$$

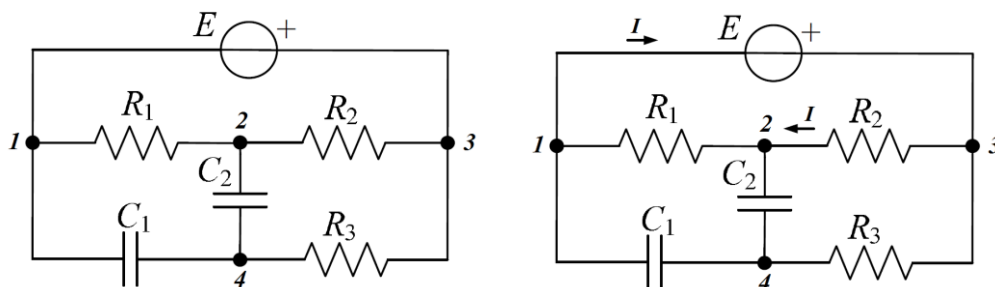
$$E_1 + R_2 I_2 - R_4 I_4 = 0, \text{ где је } I_4 = I_3 + I_{g5} \quad 2 \text{ бода} + 1 \text{ бод}$$

Решавањем датог система једначина, добија се да је $R_2 = \frac{4}{5} \Omega$. 2 бода





7. Неоптерећени кондензатори капацитивности $C_1 = 1 \text{ nF}$ и $C_2 = 4 \text{ nF}$ повезани су у коло на слици, у коме је $E = 10 \text{ V}$, $R_1 = 30 \Omega$, $R_2 = 70 \Omega$ и $R_3 = 50 \Omega$. Израчунати електричне енергије кондензатора по успостављању стационарног стања у колу.



$$I = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{10 \text{ V}}{100 \Omega} = 0.1 \text{ A} \quad 2 \text{ бода}$$

$$U_{21} = R_1 I = 3 \text{ V} \quad U_{32} = R_2 I = 7 \text{ V} \quad 1 \text{ бод} + 1 \text{ бод}$$

Како је $U_{42} = U_{32} = 7 \text{ V}$, 2 бода

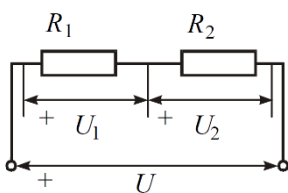
енергија кондензатора C_2 износи $W_{e2} = \frac{1}{2} C_2 U_{42}^2 = 98 \text{ nJ}$. 1 бод

Како је $U_{41} = U_{21} + U_{42} = 10 \text{ V}$, 2 бода

енергија кондензатора C_1 износи $W_{e1} = \frac{1}{2} C_1 U_{41}^2 = 50 \text{ nJ}$. 1 бод



8. Отпорници отпорности $R_1 = 280 \Omega$ и $R_2 = 160 \Omega$ су тако пројектовани да највећи напон између крајева сваког од њих износи $U_{\max} = 14 \text{ V}$. На колики највећи напон U сме да се прикључи редна веза ових отпорника?



СЛИКА У РЕШЕЊУ

Однос напона ових отпорника у редној вези је $\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{7}{4}$. 2 бода

При највећем напону између крајева отпорника отпорности R_1 , напон између крајева отпорника отпорности R_2 је:

$$U_2 = \frac{R_2}{R_1} U_{\max} = 8 \text{ V} < U_{\max}. \quad 2 \text{ бода}$$

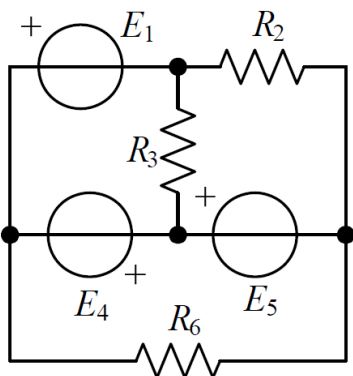
Према овоме, највећи дозвољени напон између крајева редне везе отпорника је:

$$U = U_{\max} + U_2 = 22 \text{ V}. \quad 2 \text{ бода}$$





9. За коло сталне струје приказано на слици познато је $E_1 = 10\text{ V}$, $E_4 = 5\text{ V}$, $E_5 = 3\text{ V}$, $R_2 = 6\text{ k}\Omega$, $R_3 = 5\text{ k}\Omega$ и $R_6 = 2\text{ k}\Omega$. Израчунати укупну снагу генератора у колу.



Према теореме одржања снаге, укупна снага генератора једнака је укупној снази Џулових губитака у отпорницима: 3 бода

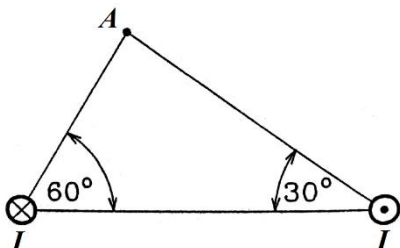
$$P_g = P_J = \frac{(E_1 + E_4)^2}{R_3} + \frac{(E_1 + E_4 - E_5)^2}{R_2} + \frac{(E_4 - E_5)^2}{R_6} = 71\text{ mW}$$

2 бода + 2 бода + 2 бода + 1 бод





10. Кроз два врло дугачка паралелна проводика који се налазе на растојању a теку струје исте јачине I у супротним смеровима. Колика треба да буде јачина тих струја да би у тачки A приказаној на слици интензитет магнетног поља износио H ?



а) $I = \frac{2}{\sqrt{3}} a \pi H$

б) $I = 2 a \pi H$

в) $I = 4 \pi a^2 H$

г) $I = \frac{\sqrt{3}}{2} a \pi H$ 7/-2

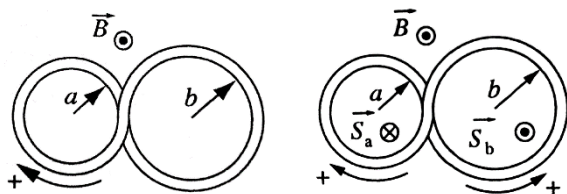
д) $I = \frac{H}{a \pi}$

ђ) ниједан од понуђених одговора није тачан

Одговор образложити.



11. Проводник, савијен у облику осмице, задате позитивне оријентације, чини затворену контуру. Контура се налази у хомогеном магнетном пољу индукције B , управне на раван контуре. Одредити флукс вектора магнетне индукције кроз контуру. Нумерички подаци: $a = 10 \text{ mm}$, $b = 20 \text{ mm}$, $B = 10 \text{ mT}$.



Вектори површине појединих делова контуре су оријентисани као на слици. 2 бода

Флукс је:

$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S}_a + \vec{B} \cdot \vec{S}_b = BS_a \cos(\vec{B}, \vec{S}_a) + BS_b \cos(\vec{B}, \vec{S}_b) = BS_a \cos \pi + BS_b \cos 0 = -BS_a + BS_b$$

Коначно,

1 бод + 1 бод + 1 бод + 1 бод

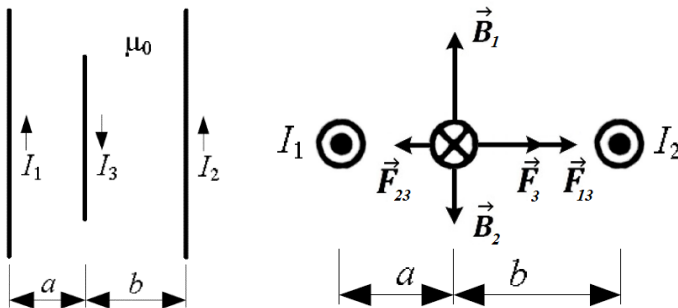
$$\Phi = B(-\pi a^2 + \pi b^2) = B\pi(b^2 - a^2) \approx 9.425 \mu Wb. \quad 1 \text{ бод}$$





12. Три паралелна проводника леже у истој равни у ваздуху, као на слици. Проводници у којима су успостављене сталне струје I_1 и I_2 су врло дугачки, док је проводник са струјом јачине I_3 дужине l .

- а) Одредити **вектор** магнетне силе $\vec{F}_3$ на проводник са струјом I_3 (одредити интензитет и нацртати правац и смер).
 б) При ком односу струја I_1/I_2 је $\vec{F}_3 = 0$?



- а) У свим тачкама проводника са струјом I_3 :

- проводник са струјом I_1 ствара магнетно поље индукције $\vec{B}_1$, чији је интензитет $B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi a}$, а правац и смер су дати на слици, 1 бод + 1 бод
- проводник са струјом I_2 ствара магнетно поље индукције $\vec{B}_2$, чији је интензитет $B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi b}$, а правац и смер су дати на слици. 1 бод + 1 бод

Даље, сила:

- којом проводник са струјом I_1 делује на проводник са струјом I_3 биће одбојна јер су струје I_1 и I_3 супротног смера. Ова сила је нацртана на слици. 1 бод
Њен интензитет је $F_{13} = I_3 l B_1 \sin(\vec{l}, \vec{B}_1) = I_3 l B_1 \sin \frac{\pi}{2} = \frac{\mu_0 l I_3 I_1}{2\pi a}$. 1 бод
- којом проводник са струјом I_2 делује на проводник са струјом I_3 биће одбојна јер су струје I_1 и I_2 супротног смера. Ова сила је нацртана на слици. 1 бод
Њен интензитет је $F_{23} = I_3 l B_2 \sin(\vec{l}, \vec{B}_2) = I_3 l B_2 \sin \frac{\pi}{2} = \frac{\mu_0 l I_3 I_2}{2\pi b}$. 1 бод

Уколико претпоставимо смер резултујуће силе $\vec{F}_3$ као на слици, њен интензитет је: 1 бод

$$F_3 = F_{13} - F_{23} = \frac{\mu_0 l I_3}{2\pi} \left(\frac{I_1}{a} - \frac{I_2}{b} \right) \quad 1 \text{ бод}$$

$$\text{б) } F_3 = \frac{\mu_0 l I_3}{2\pi} \left(\frac{I_1}{a} - \frac{I_2}{b} \right) = 0 \quad \Rightarrow \quad \frac{I_1}{a} - \frac{I_2}{b} = 0 \quad \Rightarrow \quad \frac{I_1}{I_2} = \frac{a}{b} \quad 2 \text{ бода}$$





www.viser.edu.rs

ОСНОВЕ ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ, ДВАДЕСЕТ ТРЕЋЕ РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ, мај 2017.



www.viser.edu.rs

ОСНОВЕ ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ, ДВАДЕСЕТ ТРЕЋЕ РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ, мај 2017.



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



ДВАДЕСЕТ ЧЕТВРТО 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												
8 -2	12	4 -1	10	11	12	7 -2	8	12	8	4 -1	4 -1	100 -7

мај 2018.



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. Кондензатори задатих карактеристика $Q = f(U)$ са слике, везани су паралелно и прикључени на извор напона U . Између енергија ових кондензатора ће важити релација:

a) $W_{C1} > W_{C2} > W_{C3}$ 4/-1

б) $W_{C1} > W_{C3} > W_{C2}$

в) $W_{C2} > W_{C1} > W_{C3}$

г) $W_{C2} > W_{C3} > W_{C1}$

д) $W_{C3} > W_{C1} > W_{C2}$

ђ) $W_{C3} > W_{C2} > W_{C1}$

У случају да дате кондензаторе вежемо редно и прикључимо на извор напона U , важиће:

a) $W_{C1} > W_{C2} > W_{C3}$

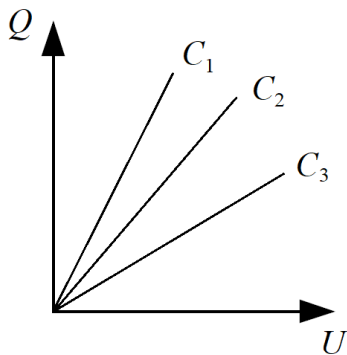
б) $W_{C1} > W_{C3} > W_{C2}$

в) $W_{C2} > W_{C1} > W_{C3}$

г) $W_{C2} > W_{C3} > W_{C1}$

д) $W_{C3} > W_{C1} > W_{C2}$

ђ) $W_{C3} > W_{C2} > W_{C1}$ 4/-1



Одговор образложити.

$$W_C = \frac{1}{2}QU$$

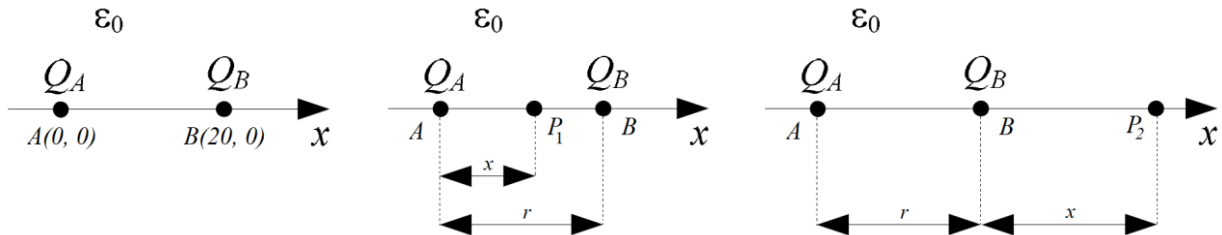
a) $U = const, Q_1 > Q_2 > Q_3 \Rightarrow W_{C1} > W_{C2} > W_{C3}$

б) $Q = const, U_3 > U_2 > U_1 \Rightarrow W_{C3} > W_{C2} > W_{C1}$





2. Два тачкаста наелектрисања $Q_A = -3 \text{ pC}$ и $Q_B = 2 \text{ pC}$ смештена су у вакууму на x -оси правоуглог координатног система, у тачкама са (x, y) координатама $A(0, 0)$ и $B(20 \text{ cm}, 0)$, редом. Одредити **координате** тачака на x -оси у којима је потенцијал једнак нули.



Претпоставимо да се тачка P_1 чији је потенцијал једнак нули налази између тачака A и B . Тада важи:

$$V_{P_1} = 0$$

$$\begin{array}{l} 2 \text{ бода} \\ k \frac{Q_A}{x} + k \frac{Q_B}{r-x} = 0 \end{array} \Rightarrow x(Q_B - Q_A) = -Q_A r \Rightarrow \begin{array}{l} 1 \text{ бод} \\ x = -\frac{Q_A}{Q_B - Q_A} r = 12 \text{ cm}, \text{ где је } r = 20 \text{ cm}. \end{array}$$

Дакле, координате тачке P_1 су $P_1(12 \text{ cm}, 0)$. 1 бод

Претпоставимо да се тачка P_2 чији је потенцијал једнак нули налази десно од тачке B . Тада важи:

$$V_{P_2} = 0$$

$$\begin{array}{l} 2 \text{ бода} \\ k \frac{Q_A}{r+x} + k \frac{Q_B}{x} = 0 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{l} 1 \text{ бод} \\ x = -\frac{Q_B}{Q_A + Q_B} r = 40 \text{ cm} \end{array}$$

Дакле, координате тачке P_2 су $P_2(60 \text{ cm}, 0)$. 2 бода

Уколико претпоставимо да се тачка нултог потенцијала налази лево од тачке A , за растојање се добије негативно решење (2 бода + 1 бод), тако да су P_1 и P_2 једине две тачке на x -оси у којима је потенцијал једнак нули.





3. Сила која делује између сва непокретна тачкаста наелектрисања неће се променити ако се наелектрисања удвоструче, а растојање између наелектрисања:

а) смањи 2 пута

б) повећа 2 пута 4/-1

в) смањи 4 пута

г) повећа 4 пута

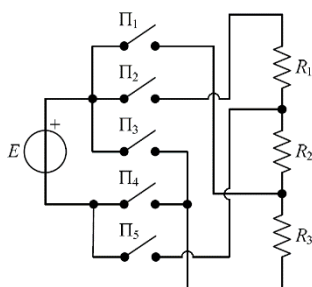


4. На слици је приказана шема са пет прекидача. Унети у табелу стања прекидача да би се остварила:

а) редна веза сва три отпорника,

б) паралелна веза сва три отпорника.

Са 0 означити да је прекидач отворен, а са 1 да је затворен.



ВЕЗА	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
а) редна	0	1	0	1	0
б) паралелна	1	1	0	1	1

5 бодова + 5 бодова

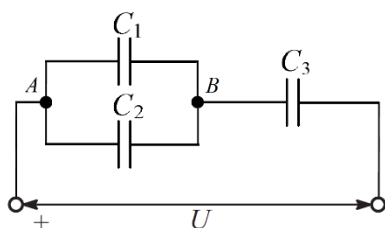




5. Капацитети кондензатора приказаних на слици су $C_1 = 4 \text{ nF}$, $C_2 = 2 \text{ nF}$ и $C_3 = 3 \text{ nF}$, док је напон $U = 18 \text{ V}$.

а) Одредити количину наелектрисања на кондензатору C_2 .

б) Како се мења (колико пута се смањи/повећа) напон на кондензатору C_3 ако дође до пробоја кондензатора C_2 ?



а) Еквивалентна капацитивност је:

$$C_e = \frac{(C_1 + C_2)C_3}{C_1 + C_2 + C_3} = 2 \text{ nF} \quad 2 \text{ бода}$$

На редно везаним кондензаторима морају бити једнаке количине наелектрисања, па C_3 и паралелна веза кондензатора C_1 и C_2 имају исте количине наелектрисања.

$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ бод} & & 2 \text{ бода} \\ Q_e = C_e U = 36 \text{ nC} & \Rightarrow & Q_{12} = Q_3 = Q_e = 36 \text{ nC} \end{array}$$

$$U_{AB} = \frac{Q_{12}}{C_{12}} = \frac{Q_{12}}{C_1 + C_2} = 6 \text{ V} \quad 1 \text{ бод}$$

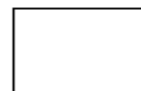
$$Q_2 = C_2 U_{AB} = 12 \text{ nC} \quad 1 \text{ бод}$$

б) Пре пробоја кондензатора C_2 , напон на кондензатору C_3 износи:

$$U_3 = \frac{Q_3}{C_3} = 12 \text{ V} \quad 1 \text{ бод}$$

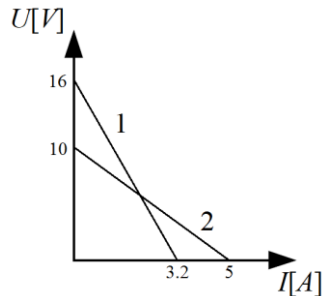
Када дође до пробоја кондензатора C_2 , плоче кондензатора C_1 постају кратко везане – њихови потенцијали се изједначе, па је напон на C_3 једнак U . 2 бода

Према томе, напон се повећа 1.5 пута. 1 бод





6. Два реална напонска генератора задата су карактеристикама 1 и 2 приказаним на слици. Колики отпор R треба прикључити на један и други генератор да би напони на прикључцима ових реалних генератора били једнаки?



У режиму празног хода, када је струја једнака нули, напон на прикључцима генератора једнак је електромоторној сили генератора, па су:

$$E_1 = 16 \text{ V} \text{ и } E_2 = 10 \text{ V}. \quad 2 \text{ бода} + 2 \text{ бода}$$

У режиму кратког споја, када је напон на прикључцима генератора једнак нули, важи да је:

$$I_{k1} = \frac{E_1}{R_{g1}} \text{ и } I_{k2} = \frac{E_2}{R_{g2}}, \text{ па су:}$$

$$R_{g1} = \frac{E_1}{I_{k1}} = \frac{16 \text{ V}}{3.2 \text{ A}} = 5 \Omega \text{ и } R_{g2} = \frac{E_2}{I_{k2}} = \frac{10 \text{ V}}{5 \text{ A}} = 2 \Omega. \quad 2.5 \text{ бодова} + 2.5 \text{ бодова}$$

Како су, по услову задатка, и прикључени отпор и напони на прикључцима ова два генератора исти, онда и струје морају бити једнаке. Дакле,

$$\frac{E_1}{R_{g1} + R} = \frac{E_2}{R_{g2} + R}, \text{ одакле је } \quad 1.5 \text{ бодова}$$

$$R = 3 \Omega. \quad 1.5 \text{ бодова}$$

Запазити да је вредност ове струје $I = 2 \text{ A}$ и да је то струја режима који одговара пресеку карактеристика датих генератора.





7. У неком електричном колу, напон између тачака A и B је $U_{AB} = 10 \text{ V}$, а напон између тачака C и B је $U_{CB} = 15 \text{ V}$. Напон између тачака A и C је:

а) $U_{AC} = -1.5 \text{ V}$

б) $U_{AC} = 1.5 \text{ V}$

в) $U_{AC} = -5 \text{ V}$ 7/-2

г) $U_{AC} = 5 \text{ V}$

д) $U_{AC} = -25 \text{ V}$

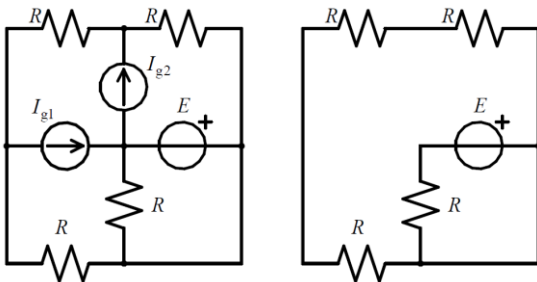
ђ) $U_{AC} = 25 \text{ V}$

Одговор образложити.

$$U_{AC} = V_A - V_C = V_A - V_C - V_B + V_B = (V_A - V_B) + (V_B - V_C) = (V_A - V_B) - (V_C - V_B) \\ = U_{AB} - U_{CB} = 10 \text{ V} - 15 \text{ V} = -5 \text{ V}$$



8. За коло сталне струје са слике познато је E , I_{g1} и I_{g2} . Одредити израз за прираштај снаге идеалног напонског генератора када се идеални струјни генератори у колу замене отвореним везама.



$$P'_E = E(I_{g1} - I_{g2} + \frac{E}{R}) \quad 3 \text{ бода}$$

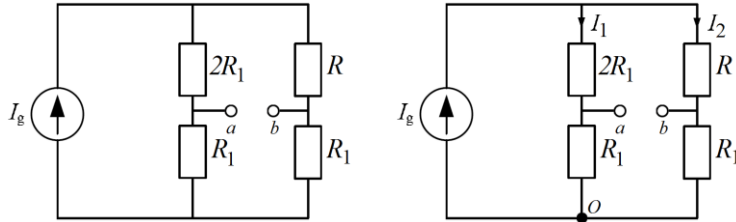
$$P''_E = E \frac{E}{R} \quad 3 \text{ бода}$$

$$\Delta P = P''_E - P'_E = E \left(\frac{E}{R} - I_{g1} + I_{g2} - \frac{E}{R} \right) = E(I_{g2} - I_{g1}) \quad 2 \text{ бода}$$





9. Уколико отпор R са слике промени вредност за ΔR , доћи ће до промене потенцијала тачака a и b . У каквом ће односу стајати ове промене потенцијала тачака a и b (одредити количник $\Delta V_a / \Delta V_b$)?



Уколико отпор R промени вредност за ΔR , доћи ће до промене јачина струја у гранама са отпорницима:

$$\Delta I_1 = I_1'' - I_1' \text{ и } \Delta I_2 = I_2'' - I_2'.$$

Можемо одабрати тачку 0 за референтну ($V_0 = 0 \text{ V}$). Тада су промене потенцијала тачака a и b :

$$\Delta V_a = V_a'' - V_a' = R_1 I_1'' - R_1 I_1' = R_1 \Delta I_1 \quad 2 \text{ бода} + 1 \text{ бод}$$

$$\Delta V_b = V_b'' - V_b' = R_1 I_2'' - R_1 I_2' = R_1 \Delta I_2 \quad 2 \text{ бода} + 1 \text{ бод}$$

Како важи да је $I_1' + I_2' = I_1'' + I_2'' = I$, следи да је $I_1'' - I_1' = I_2' - I_2''$, тј. $2 \text{ бода} + 2 \text{ бода}$

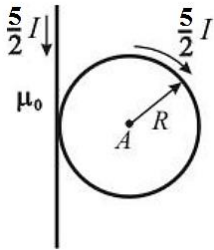
$$\Delta I_1 = -\Delta I_2. \quad 1 \text{ бод}$$

$$\text{Дакле, } \frac{\Delta V_a}{\Delta V_b} = \frac{R_1 \Delta I_1}{R_1 \Delta I_2} = \frac{\Delta I_1}{\Delta I_2} = -1. \quad 1 \text{ бод}$$





10. На слици су приказани бесконачно дуг праволинијски проводник и кружна контура. Одредити интензитет вектора магнетне индукције у тачки A .



Израз за интензитет вектора магнетне индукције у центру дате кружне контуре полупречника R је:

$$B_1 = \mu_0 \frac{\frac{5}{2}I}{2R}, \quad 2.5 \text{ бодова}$$

а у околини датог бесконачно дугог праволинијског проводника:

$$B_2 = \mu_0 \frac{\frac{5}{2}I}{2\pi R}. \quad 2.5 \text{ бодова}$$

Вектори ових магнетних индукција у тачки A су супротних смерова (1 бод), а како је $B_1 > B_2$, тражени интензитет вектора магнетне индукције је:

$$B = B_1 - B_2 = \mu_0 \frac{\frac{5}{2}I}{2R} - \mu_0 \frac{\frac{5}{2}I}{2\pi R} = \mu_0 \frac{5I}{4R} \left(1 - \frac{1}{\pi}\right) = \mu_0 \frac{5I}{4\pi R} (\pi - 1). \quad 2 \text{ бода}$$



11. Киријева температура је:

а) температура при којој метал постаје суперпроводник

б) температура при којој се губе феромагнетна својства материјала 4/-1

в) температура паљења материјала

г) температура при којој материјал прелази из групе парамагнетика у групу феромагнетика





12. 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) $H = f(B)$





www.viser.edu.rs

ОСНОВЕ ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ, ДВАДЕСЕТ ЧЕТВРТО РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ, мај 2018.



МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ, НАУКЕ И ТЕХНОЛОШКОГ РАЗВОЈА
РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

ЗАЈЕДНИЦА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ



ДВАДЕСЕТ ПЕТО 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												
10 -2	12	4 -1	7	12	10	7 -2	10	10	10	4 -1	4 -1	100 -7

мај 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. Два, у геометријском смислу идентична, равна плочаста кондензатора испуњена су различитим диелектрицима диелектричних константи $\epsilon_1 = 3\epsilon_2$.

Која релација повезује интензитете вектора јачине електростатичког поља ових кондензатора, ако је сваки од њих прикључен на извор сталног напона U :

a) $E_1 = E_2$ 5/-1

б) $E_1 = 3E_2$

в) $E_1 = E_2/3$

г) $E_1 = 9E_2$

д) $E_1 = E_2/9$

Која релација повезује енергије ових кондензатора, ако је сваки од њих прикључен на извор сталног напона U :

a) $9W_{C1} = W_{C2}$

б) $W_{C1} = 3W_{C2}$

в) $W_{C1} = 9W_{C2}$

г) $W_{C1} = W_{C2}$

д) $3W_{C1} = W_{C2}$ 5/-1

Одговор образложити.

a)

$E_1 = \frac{U_1}{d_1}$, $E_2 = \frac{U_2}{d_2}$, како је према поставци задатка $d_1 = d_2$ и $U_1 = U_2 = U$ следи да је:

$E_1 = E_2$

б)

$W_C = \frac{1}{2}QU = \frac{1}{2}CU^2$

Како је за раван плочасти кондензатор:

$C_1 = \epsilon_1 \epsilon_0 \frac{S}{d}$ и $C_2 = \epsilon_2 \epsilon_0 \frac{S}{d}$

следи да је

$3C_1 = C_2$

Сада су енергије кондензатора:

$W_{C1} = \frac{1}{2}C_1U^2$

$W_{C2} = \frac{1}{2}C_2U^2$

Из чега следи да је

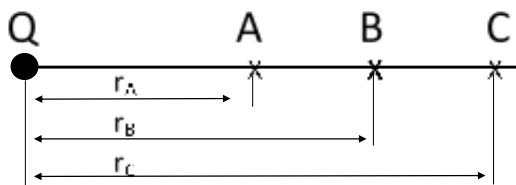
$3W_{C1} = W_{C2}$





2. Тачке А, В и С се налазе на истој линији електричног поља тачкастог наелектрисања Q . Уколико су познати интензитети електричног поља у тачкама А и С, $E_A = 9 \frac{V}{m}$ и $E_C = 4 \frac{V}{m}$, одредити интензитет електричног поља у тачки В која се налази на средини растојања између тачака А и В.

Решење:



(2 бода)

$$E_A = k \cdot \frac{Q}{r_A^2} = 9 \frac{V}{m}$$

$$E_B = k \cdot \frac{Q}{r_B^2}$$

$$E_C = k \cdot \frac{Q}{r_C^2} = 4 \frac{V}{m} \quad \text{(2 бода)}$$

$$r_A^2 = \frac{k \cdot Q}{E_A} \rightarrow r_A = \sqrt{\frac{k \cdot Q}{E_A}}$$

$$r_B = \sqrt{\frac{k \cdot Q}{E_B}}$$

$$r_C = \sqrt{\frac{k \cdot Q}{E_C}} \quad \text{(2 бода)}$$

$$r_B = r_A + \frac{r_C - r_A}{2} = \frac{r_A + r_C}{2} \quad \text{(2 бода)}$$

$$\sqrt{\frac{k \cdot Q}{E_B}} = \frac{\sqrt{\frac{k \cdot Q}{E_A}} + \sqrt{\frac{k \cdot Q}{E_C}}}{2} \rightarrow 2 \cdot \sqrt{\frac{k \cdot Q}{E_B}} = \sqrt{\frac{k \cdot Q}{E_A}} + \sqrt{\frac{k \cdot Q}{E_C}} \cdot \frac{1}{\sqrt{k \cdot Q}}$$

$$\frac{2 \cdot \sqrt{\frac{k \cdot Q}{E_B}}}{\sqrt{k \cdot Q}} = \frac{\sqrt{\frac{k \cdot Q}{E_A}} + \sqrt{\frac{k \cdot Q}{E_C}}}{\sqrt{k \cdot Q}} \rightarrow \frac{2}{\sqrt{E_B}} = \frac{1}{\sqrt{E_A}} + \frac{1}{\sqrt{E_C}}$$

$$\sqrt{E_B} = \frac{2 \cdot \sqrt{E_C \cdot E_A}}{\sqrt{E_C} + \sqrt{E_A}} \rightarrow E_B = 5,76V \quad \text{(4 бода)}$$





3. Електрично поље усамљеног тачкастог наелектрисања Q у хомогеној средини диелектричне константе ε је:

а) аксијално

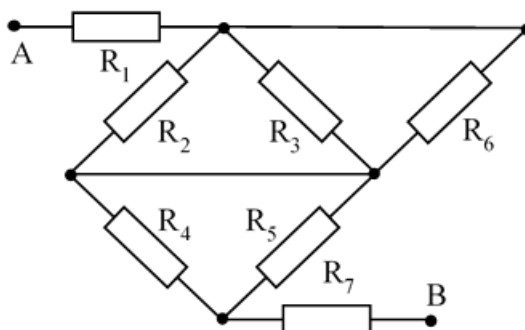
б) радијално 4/-1

в) хомогено

г) радијално или хомогено у зависности од предзнака наелектрисања



4. Одредити еквивалентну отпорност R_{AB} између тачака A и B у колу приказаном на слици, ако је познато: $R_1 = 60\Omega$, $R_2 = 50\Omega$, $R_3 = 200\Omega$, $R_4 = 300\Omega$, $R_5 = 60\Omega$, $R_6 = R_7 = 40\Omega$.



Решење:

Посматрајући тачке са истим потенцијалом може се закључити да су отпорници R_2 , R_3 и R_6 везани паралелно. (1 бод)

Па је:

$$\frac{1}{R_{236}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_6} \rightarrow R_{236} = 20\Omega \text{ (2 бода)}$$

Такође се може закључити за отпорнике R_4 и R_5 . (1 бод)

$$\frac{1}{R_{45}} = \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} \rightarrow R_{45} = 50\Omega \text{ (2 бода)}$$

Коначно укупна отпорност R_{AB} износи:

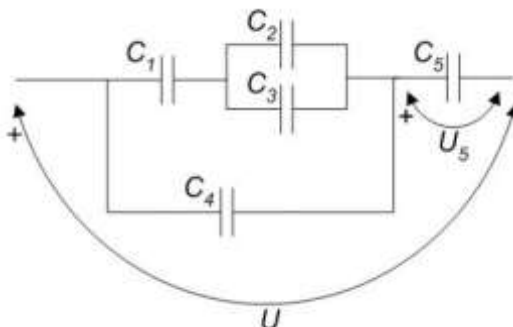
$$R_{AB} = R_1 + R_{236} + R_{45} + R_7 \text{ (2 бода)}$$

$$R_{AB} = 60\Omega + 20\Omega + 50\Omega + 40\Omega = 170\Omega \text{ (1 бод)}$$





5. У колу са слике одредити капацитивност кондензатора C_4 , тако да напон на кондензатору капацитивности $C_5 = 100\mu F$ буде $U_5 = 20V$. Познато је: $U = 100V$, $C_1 = 30\mu F$, $C_2 = 10\mu F$, $C_3 = 20\mu F$.



Решење:

$$Q_5 = C_5 \cdot U_5 \rightarrow Q_5 = 100\mu F \cdot 20V = 2000\mu C = 2mC \text{ (1 бод)}$$

Како је кондензатор C_5 везан редно са групом кондензатора еквивалентне капацитивности C_{1234} следи да је количина наелектрисања на C_5 и на C_{1234} једнака:

$$Q_{1234} = Q_5 \rightarrow Q_{1234} = 2mC \text{ (3 бода)}$$

Напон на крајевима групе кондензатора еквивалентне капацитивности C_{1234} је U_{1234} и износи:

$$U_{1234} = U - U_5 \rightarrow U_{1234} = 100V - 20V = 80V \text{ (2 бода)}$$

Сада је могуће одредити еквивалентну капацитивност C_{1234}

$$C_{1234} = \frac{Q_{1234}}{U_{1234}} \rightarrow C_{1234} = \frac{2mC}{80V} = 0,025mF = 25\mu F \text{ (1 бод)}$$

Узимајући у обзир слику и податке дате у задатку, еквивалентна капацитивност C_{1234} се рачуна као:

$$C_{1234} = C_4 + C_{123} = C_4 + \frac{C_1 \cdot (C_2 + C_3)}{C_1 + (C_2 + C_3)} \text{ (1 бод)}$$

$$\text{При чему је: } C_{123} = \frac{C_1 \cdot (C_2 + C_3)}{C_1 + (C_2 + C_3)} = \frac{30\mu F \cdot (10\mu F + 20\mu F)}{30\mu F + (10\mu F + 20\mu F)} = 15\mu F \text{ (2 бода)}$$

Тражена капацитивност C_4 се сада може израчунати као:

$$C_4 = C_{1234} - C_{123} \text{ (1 бод)}$$

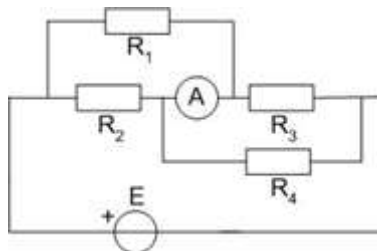
Односно заменом бројних вредности:

$$C_4 = 25\mu F - 15\mu F = 10\mu F \text{ (1 бод)}$$





6. У колу једносмерне струје приказаном на слици одредити показивање амперметра, ако је познато $E = 12 \text{ V}$, $R_1 = 3 \Omega$, $R_2 = 6 \Omega$, $R_3 = 4 \Omega$ и $R_4 = 4 \Omega$. Унутрашњу отпорност генератора и унутрашњу отпорност амперметра сматрати занемарљиво малом.



Решење:

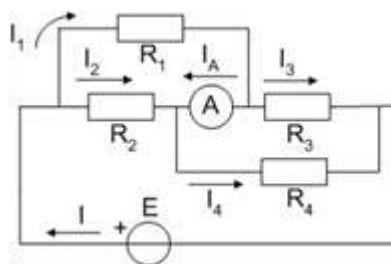
Како је унутрашња отпорност амперметра занемарљиво мала следи:

$$I = \frac{E}{R_1 \parallel R_2 + R_3 \parallel R_4} = 3 \text{ A} \quad (3 \text{ бода})$$

$$\left. \begin{aligned} I &= I_1 + I_2 \\ R_1 I_1 &= R_2 I_2 \end{aligned} \right\} \rightarrow I_2 = 1 \text{ A} \quad (2 \text{ бода})$$

$$\left. \begin{aligned} I &= I_3 + I_4 \\ R_3 I_3 &= R_4 I_4 \end{aligned} \right\} \rightarrow I_4 = 1,5 \text{ A} \quad (2 \text{ бода})$$

$$I_A = I_1 - I_3 = 0,5 \text{ A} \quad (3 \text{ бода})$$



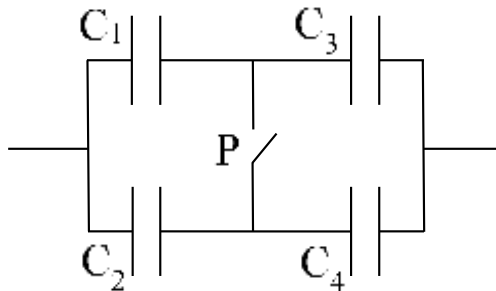
Напомена:

Уколико је усвојен другачије оријентисан смер струје кроз амперметар резултат ће бити такође тачан само ће бити супротног предзнака.





7. Четири кондензатора капацитивности C_1, C_2, C_3 и C_4 повезана су као на слици, при чему су капацитивности свих кондензатора једнаке, а прекидач P је отворен. Како ће се променити еквивалентна капацитивност групе кондензатора након затварања прекидача:



- а) повећаће се два пута
б) смањиће се два пута
в) неће се променити 7/-2
г) повећаће се четири пута
д) смањиће се четири пута
ђ) ништа од наведеног

Одговор образложити.

Нека је заједничка вредност капацитивности C .

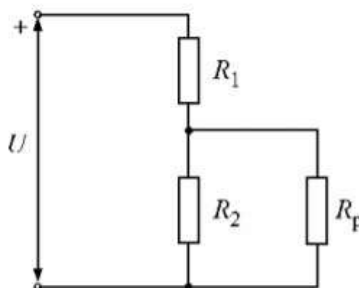
$$P \text{ отворен: } C_e = \frac{C_1 \cdot C_3}{C_1 + C_3} + \frac{C_2 \cdot C_4}{C_2 + C_4} = \frac{C}{2} + \frac{C}{2} = C$$

$$P \text{ затворен: } C_e = \frac{(C_1 + C_2) \cdot (C_3 + C_4)}{(C_1 + C_2) + (C_3 + C_4)} = \frac{4 \cdot C^2}{4 \cdot C} = C$$



8. За коло приказано на слици:

- а) Одредити однос U_P и U .
б) Колики је однос ових напона ако је R_2 много мање од R_P ?



Решење:

а) Према I К.З. $I_1 = I_2 + I_P$ (1 бод)

Према II К.З. $U - R_1 I_1 - U_P = 0$

$$I_1 = \frac{U - U_P}{R_1} \text{ (1 бод)}$$



$$U_P = R_2 I_2 \rightarrow I_2 = \frac{U_P}{R_2} \text{ (1 бод)}$$

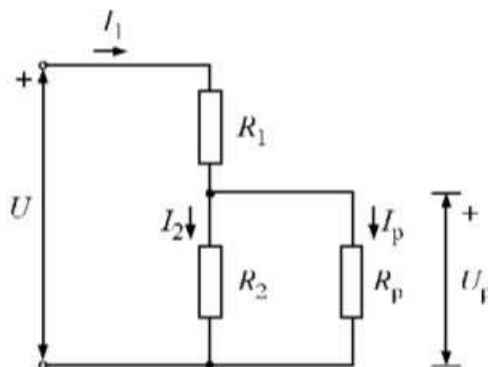
$$U_P = R_P I_P \rightarrow I_P = \frac{U_P}{R_P} \text{ (1 бод)}$$

Ако се ове формуле уврсте у једначину по I К.З. добије се:

$$\frac{U - U_P}{R_1} = \frac{U_P}{R_2} + \frac{U_P}{R_P} \text{ (1 бод)}$$

Даљим сређивањем добија се тражени однос:

$$\frac{U_P}{U} = \frac{R_2}{R_1 + R_2 + \frac{R_1 R_2}{R_P}} \text{ (2 бода)}$$



б) Уколико је R_2 много мање од R_P струја I_P се може занемарити:

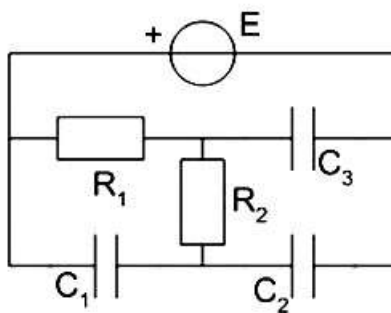
$$I_1 \cong I_2 \text{ (1 бод)}$$

$$\frac{U - U_P}{R_1} \cong \frac{U_P}{R_2} \text{ (1 бод)}$$

$$\frac{U_P}{U} \cong \frac{R_2}{R_1 + R_2} \text{ (1 бод)}$$



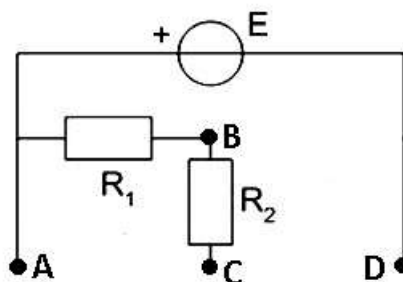
9. У електричном колу приказаном на слици одредити напоне на свим кондензаторима након што коло постигне стационарно стање. Параметри елемената кола су: $E = 24 \text{ V}$, $R_1 = 15 \Omega$, $R_2 = 20 \Omega$, $C_1 = 10 \mu\text{F}$, $C_2 = 5 \mu\text{F}$ и $C_3 = 1 \mu\text{F}$. Како ће се променити вредности ових напона уколико се вредности отпорника повећају три пута?



Решење:

Када коло постигне стационарно стање, кроз кондензаторе не тече струја и могу се сматрати отвореном везом и коло изгледа као на слици.

(2 бода)





Уколико кроз отпорнике не протиче струја може се закључити да су тачке А, В и С на истом потенцијалу. (2 бода)

Даље је:

$$U_{C1} = U_{AC} = 0 \text{ V (1 бод)}$$

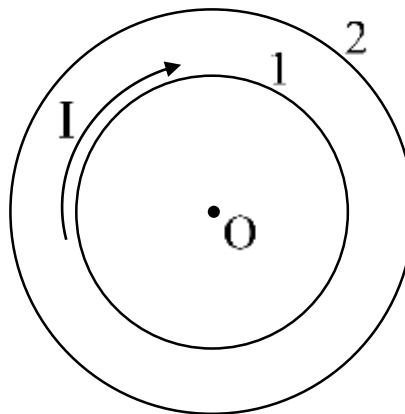
$$U_{C2} = U_{CD} = E = 24 \text{ V (1 бод)}$$

$$U_{C2} = U_{CD} = E = 24 \text{ V (1 бод)}$$

Ако се вредности отпорника повећају три пута, неће доћи до промене напона на крајевима кондензатора јер ће кондензатори и даље представљати отворену везу и кроз отпорнике не протиче струја. (3 бода)



10. Две концентричне струјне контуре леже у истој равни у ваздуху као на слици. Одредити интензитет и смер струје кроз контуру 2 како би вектор магнетне индукције у заједничком центру ове две контуре (тачки О) био једнак нули. Полупречник контуре 1 је једнак r док је полупречник контуре 2 једнак $\frac{3}{2}r$.



Решење:

Интензитет вектора магнетне индукције који потиче од струје из контуре 1 је:

$$B_1 = \mu_0 \frac{I_1}{2\pi r_1} = \mu_0 \frac{I}{2\pi r} \quad (1 \text{ бод})$$



Интензитет вектора магнетне индукције који потиче од струје из контуре 2 је:

$$B_2 = \mu_0 \frac{I_2}{2\pi r_2} = \mu_0 \frac{I_2}{2\pi \frac{3}{2}r} = \mu_0 \frac{I_2}{3\pi r} \quad (1 \text{ бод})$$

Како би интензитет резултујућег вектора магнетне индукције у тачки О био једнак нули, мора да важи следећа релација:

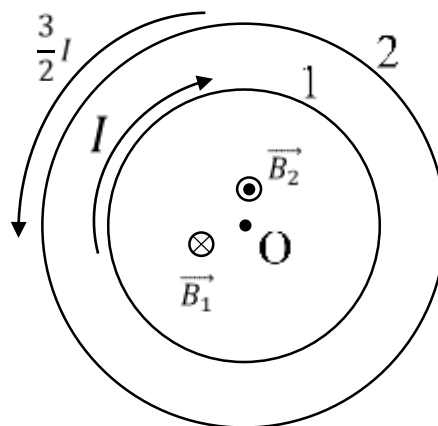
$$B_1 = B_2 \rightarrow \mu_0 \frac{I}{2\pi r} = \mu_0 \frac{I_2}{3\pi r} \quad (3 \text{ бода})$$

Из ове релације може се закључити да је интензитет струје у контури 2:

$$\frac{I}{2} = \frac{I_2}{3} \rightarrow I_2 = \frac{3}{2}I \quad (2 \text{ бода})$$

Смер струје у контури 2 мора бити супротан смеру струје у контури 1, односно смер је супротан смеру кретања казаљке на сату (слика).

(1,5 бод слика + 1,5 бод објашњење)



11. Кроз потрошач сталне отпорности R протиче струја интензитета I . Уколико се интензитет струје смањи за 40%, снага потрошача ће:

а) се повећати 36%

б) се смањити 64% 4/-1

в) се смањити 60%

г) се повећати 40%



12. Ако се феромагнетни материјал налази у магнетном засићењу, и ако и даље повећавамо јачину магнетног поља, магнетна индукција:

а) опада

б) прво има малу вредност, затим расте

в) не мења се 4/-1

г) расте





www.viser.edu.rs

ОСНОВЕ ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ, ДВАДЕСЕТ ПЕТО РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ, мај 2019.



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



ДВАДЕСЕТ ШЕСТО 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												
4 -1	6 -2	15	9	6	8	5	14	9	7	7 -2	10	100 -5

мај 2022.



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. 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!

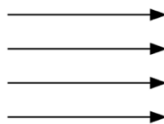
1. Како се зове поље чије су линије приказане на слици:

а) радијално

б) хомогено

4/-1

в) аксијално



г) ниједан од понуђених одговора није тачан

2. Наелектрисање на плочама ваздушног кондензатора је Q , а кондензатор је одвојен од извора напона. Енергија кондензатора се смањи 3 пута након убацивања диелектрика. Колика је релативна диелектрична константа диелектрика?

а) $\epsilon_r = 3$

7/-2

б) $\epsilon_r = \frac{1}{3}$

в) $\epsilon_r = 9$

г) $\epsilon_r = 1/9$

д) ниједан од понуђених одговора није тачан

Одговор образложити.

Решење:

Капацитивност кондензатора пре убацивања диелектрика је

$$C_0 = \epsilon_0 \frac{S}{d}$$

За енергију кондензатора користимо израз у коме фигурише количина наелектрисања која је константна:

$$W_{e0} = \frac{Q^2}{2C_0}$$

Капацитивност кондензатора након убацивања диелектрика је

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{S}{d} = \epsilon_r C_0$$

А енергија у том случају

$$W_e = \frac{Q^2}{2C}$$

Однос ове две енергије је

$$\frac{W_e}{W_{e0}} = \frac{\frac{Q^2}{2C}}{\frac{Q^2}{2C_0}} = \frac{C_0}{C} = \frac{1}{\epsilon_r} = \frac{1}{3}$$

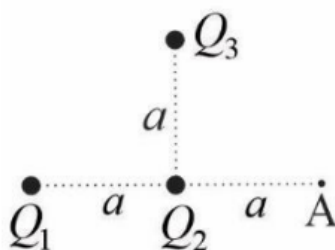
тј. енергија се смањила ϵ_r пута по убацивању диелектрика. Према томе, релативна диелектрична константа је $\epsilon_r = 3$

3. Три тачкаста наелектрисања $Q_1 = -\sqrt{2}Q$, $Q_2 = Q/4$, $Q_3 = Q$ налазе се у вакууму и распоређена су као на слици.

а) Одредити вектор јачине електричног поља у тачки А.

б) Рад који се изврши приликом пребацивања тачкастог наелектрисања Δq из бесконачности у тачку А.

Познато је: $Q = 10 \text{ nC}$, $\Delta q = 1 \text{ pC}$, $a = 5 \text{ cm}$.



Решење:

а)

$$r_{1A} = 2a = 10 \text{ cm}, r_{2A} = a = 5 \text{ cm}, r_{3A} = a\sqrt{2} = 5\sqrt{2} \text{ cm}$$

$$Q_1 = -\sqrt{2}Q = -10\sqrt{2} \text{ nC}, Q_2 = Q/4 = 10/4 \text{ nC}, Q_3 = Q = 10 \text{ nC}.$$

$$E_{1A} = \frac{k|Q_1|}{r_{1A}^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (\sqrt{2} \cdot 10 \cdot 10^{-9})}{(10 \cdot 10^{-2})^2} = \frac{90\sqrt{2}}{100 \cdot 10^{-4}} = 9000\sqrt{2} \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

$$\vec{E}_{1A} = -9000\sqrt{2}\hat{x} \frac{\text{N}}{\text{C}} \quad (1 \text{ бод})$$

$$E_{2A} = \frac{k|Q_2|}{r_{2A}^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (10/4 \cdot 10^{-9})}{(5 \cdot 10^{-2})^2} = \frac{90}{100 \cdot 10^{-4}} = 9000 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

$$\vec{E}_{2A} = 9000\hat{x} \frac{\text{N}}{\text{C}} \quad (1 \text{ бод})$$

$$E_{3A} = \frac{k|Q_3|}{r_{3A}^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (10 \cdot 10^{-9})}{(5\sqrt{2} \cdot 10^{-2})^2} = \frac{90}{50 \cdot 10^{-4}} = 18000 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

$$E_{3Ax} = E_{3A} \cdot \cos 45^\circ = 18000 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 9000\sqrt{2} \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

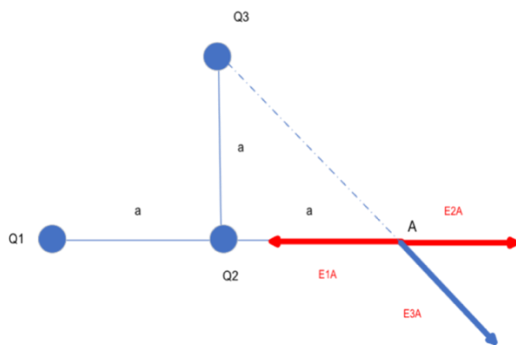
$$\vec{E}_{3Ax} = 9000\sqrt{2}\hat{x} \frac{\text{N}}{\text{C}} \quad (1 \text{ бода})$$

$$E_{3Ay} = E_{3A} \cdot \sin 45^\circ = 18000 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 9000\sqrt{2} \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

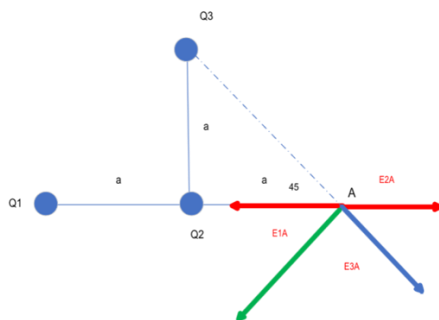
$$\vec{E}_{3Ay} = -9000\sqrt{2}\hat{y} \frac{\text{N}}{\text{C}} \quad (1 \text{ бод})$$

$$\vec{E}_A = \vec{E}_{1A} + \vec{E}_{2A} + \vec{E}_{3A} = -9000\sqrt{2}\hat{x} + 9000\hat{x} + 9000\sqrt{2}\hat{x} - 9000\sqrt{2}\hat{y} = (9000\hat{x} - 9000\sqrt{2}\hat{y}) \frac{\text{N}}{\text{C}} = (9\hat{x} - 9\sqrt{2}\hat{y}) \frac{\text{kN}}{\text{C}} \quad (2 \text{ бода})$$

$$E_A = \sqrt{9^2 + (9\sqrt{2})^2} = \sqrt{81 + 162} = \sqrt{243} = 9\sqrt{3} \frac{\text{kN}}{\text{C}} \quad (2 \text{ бода})$$



(2 бода)



(2 бода)

$$\varphi_A = \varphi_{1A} + \varphi_{2A} + \varphi_{3A} = \frac{kQ_1}{r_{1A}} + \frac{kQ_2}{r_{2A}} + \frac{kQ_3}{r_{3A}} = k \cdot \left(\frac{Q_1}{r_{1A}} + \frac{Q_2}{r_{2A}} + \frac{Q_3}{r_{3A}} \right) = -450 \text{ V} \quad (1 \text{ бод})$$

$$A = \Delta q \cdot (\varphi_{\infty} - \varphi_A) = -450 \text{ pJ} \quad (2 \text{ бода})$$



ОСНОВЕ ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ

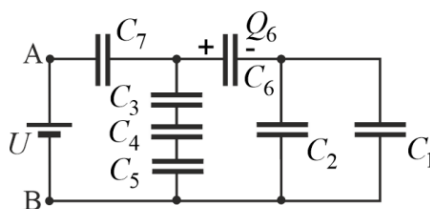
ДВАДЕСЕТ ШЕСТО РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ, мај 2022.

4. Кондензатори познатих капацитивности повезани су као на слици 1. Количина наелектрисања на кондензатору C_6 је позната и износи Q_6 . Одредити:

а) Еквивалентну капацитивност ове везе кондензатора, C_{AB} ;

б) Одредити напон на који је прикључена веза кондензатора и укупну енергију свих кондензатора.

Познато: је $C_1 = C_4 = 2 \text{ nF}$, $C_2 = 4 \text{ nF}$, $C_3 = 6 \text{ nF}$, $C_5 = C_6 = 3 \text{ nF}$, $C_7 = 12 \text{ nF}$ и $Q_6 = 60 \text{ nC}$.



Слика 1

Решење:

а)

$$C_{12} = C_1 + C_2 = 6 \text{ nF}$$

$$C_{126} = \frac{C_{12} \cdot C_6}{C_{12} + C_6} = \frac{6 \cdot 3}{6 + 3} = 2 \text{ nF}$$

$$\frac{1}{C_{345}} = \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_4} + \frac{1}{C_5} = \frac{1}{6} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} = 1 \text{ nF} \rightarrow C_{345} = 1 \text{ nF}$$

$$C_{123456} = C_{345} + C_{126} = 3 \text{ nF}$$

$$C_e = \frac{C_7 \cdot C_{123456}}{C_7 + C_{123456}} = \frac{12 \cdot 3}{12 + 3} = \frac{36}{15} = 2.4 \text{ nF} \quad (3 \text{ бода})$$

б)

$$U_1 = U_2 \quad \frac{Q_1}{C_1} = \frac{Q_2}{C_2} \quad \frac{Q_1}{2} = \frac{Q_2}{4} \rightarrow 4Q_1 = 2Q_2 \rightarrow 2Q_1 = Q_2$$

$$Q_1 + Q_2 = Q_6, \quad Q_1 + 2Q_1 = Q_6 \rightarrow Q_1 = \frac{Q_6}{3} = 20 \text{ nC}, \quad Q_2 = 40 \text{ nC} \quad (1 \text{ бод})$$

$$U_1 = U_2 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{20}{2} = 10 \text{ V} \quad (0.5 \text{ бода})$$

$$U_6 = \frac{Q_6}{C_6} = \frac{60}{3} = 20 \text{ V} \quad (0.5 \text{ бода})$$

$$U_{345} = U_6 + U_{12} = 30 \text{ V} \quad (0.5 \text{ бода})$$

$$Q_{345} = Q_3 = Q_4 = Q_5 = U_{345} \cdot C_{345} = 30 \cdot 1 \cdot 10^{-9} = 30 \text{ nC} \quad (0.5 \text{ бода})$$

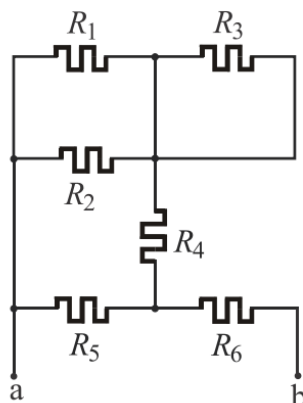
$$Q_7 = Q_{345} + Q_6 = 90 \text{ nC} \quad (0.5 \text{ бода})$$

$$U_7 = \frac{Q_7}{C_7} = \frac{90}{12} = 7.5 \text{ V} \quad (0.5 \text{ бода})$$

$$U = U_7 + U_{345} = 7.5 + 30 = 37.5 \text{ V} \quad (2 \text{ бода})$$



5. Израчунати еквивалентну отпорност између тачака а и б, мешовите везе отпорника са слике, ако је $R_1 = R_2 = R_5 = 10 \Omega$, $R_3 = R_4 = 5 \Omega$ и $R_6 = 3 \Omega$.



Решење:

Отпорник R_3 је кратко спојен, па је његова отпорност једнака нули.

(1 бод)

Отпорници R_1 и R_2 су везани паралелно, па је њихова еквивалентна отпорност $R_{12} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} =$

$$\frac{10 \cdot 10}{10 + 10} = 5 \Omega$$

(1 бод)

Отпорници R_{12} и R_4 су везани редно, па је њихова еквивалентна отпорност $R_{124} = R_{12} + R_4 =$

$$10 \Omega$$

(1 бод)

Отпорник R_5 је паралелно везан са отпорником R_{124} па је њихова еквивалентна отпорност

$$R_{1245} = \frac{R_{124} \cdot R_5}{R_{124} + R_5} = \frac{10 \cdot 10}{10 + 10} = 5 \Omega$$

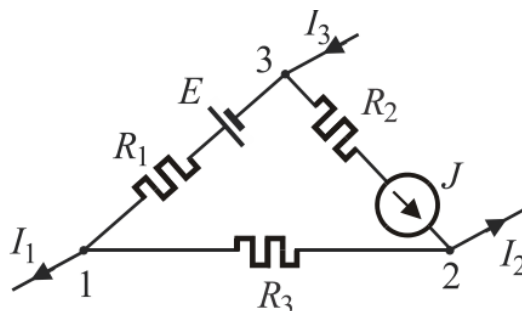
(1 бод)

Коначно, еквивалентна отпорност је $R_{1245} + R_6 = 8 \Omega$

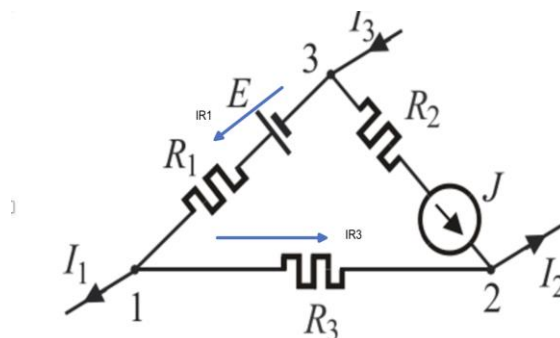
(2 бода)



6. Израчунати струје I_1 , I_2 и I_3 , ако је познато: $U_{31}=1V$, $U_{12}=2V$, $E=3V$, $J=1A$ и $R_1=R_2=R_3=1\Omega$.



Решење:



За овако одабране смерове струја кроз гране са отпорником R_1 и R_3 , можемо поставити следеће једначине:

$$U_{31} = -E + R_1 I_{R1} \rightarrow I_{R1} = \frac{U_{31} + E}{R_1} = \frac{1+3}{1} = 4 A \quad (1 \text{ бод})$$

$$U_{12} = R_3 \cdot I_{R3} \rightarrow I_{R3} = \frac{U_{12}}{R_3} = \frac{2}{1} = 2 A \quad (1 \text{ бод})$$

Применом првог Кирхофовог закона на чворове 1, 2 и 3 добијамо тражене струје:

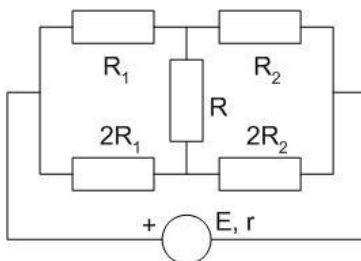
$$I_{R1} - I_1 - I_{R3} = 0 \rightarrow I_1 = I_{R1} - I_{R3} = 4 - 2 = 2 A \quad (2 \text{ бода})$$

$$I_{R3} + J - I_2 = 0 \rightarrow I_2 = I_{R3} + J = 2 + 1 = 3 A \quad (2 \text{ бода})$$

$$-I_{R1} - J + I_3 = 0 \rightarrow I_3 = I_{R1} + J = 4 + 1 = 5 A \quad (2 \text{ бода})$$



7. У електричном колу приказаном на слици одредити струју у грани са отпорником отпорности $2R_2$. Познато је: $R_1=5\ \Omega$, $R_2=7\ \Omega$, $R=10\ \Omega$, док реалан напонски генератор има параметре $E=30\text{ V}$ и $r=2\ \Omega$.



Решење:

Пошто је струја у грани са отпорником отпорности R једнака нули, струја у грани са отпорником отпорности $2R_2$ износи:

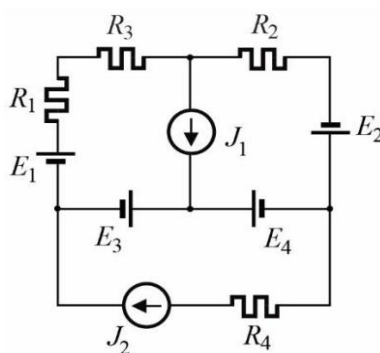
$$I_{2R_2} = \frac{E}{(R_1+R_2) \parallel (2R_1+2R_2)+r} \cdot \frac{R_1+R_2}{3R_1+3R_2} = 1\text{ A.} \quad (5 \text{ бодова})$$



8. У електричном колу приказаном на слици 3:

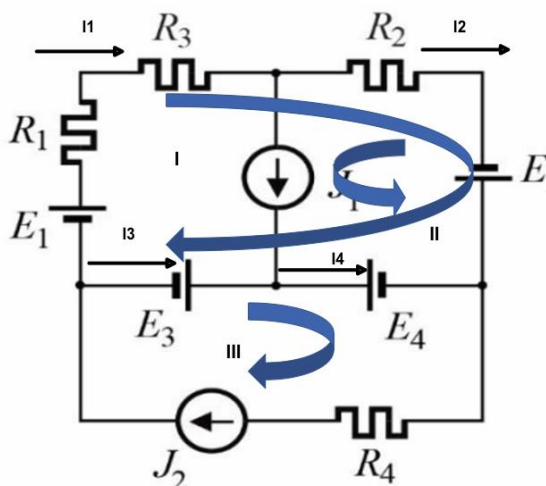
- Одредити струје у свим гранама кола;
- Проверити биланс снага.

Познато је: $E_1 = 5\text{ V}$, $E_2 = E_3 = 2\text{ V}$, $E_4 = 1\text{ V}$, $J_1 = 3\text{ A}$, $J_2 = 1\text{ A}$, $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 1\ \Omega$.



Слика 3

Решење:



а) Задатак је решен методом контурних струја. Решење се признаје ако је кандидат успешно решио задатак било којом методом за решавање кола.

$$I_{III} = J_2 = 1 \text{ A}, \quad I_{II} = J_1 = 3 \text{ A}$$

$$R_{11}I_I + R_{12}I_{II} + R_{13}I_{III} = \sum E_I$$

$$R_{11} = R_1 + R_2 + R_3 = 3 \Omega, R_{12} = -R_2 = -1 \Omega, R_{13} = 0, \sum E_I = E_1 + E_2 + E_4 - E_3 = 6 \text{ V}$$

$$3I_I - 1 \cdot 3 = 6, 3I_I = 9, I_I = 3 \text{ A} \quad (3 \text{ бода})$$

$$I_1 = I_I = 3 \text{ A} \quad (1 \text{ бод})$$

$$I_2 = I_I - I_{III} = 0 \text{ A} \quad (1 \text{ бод})$$

$$I_3 = I_{III} - I_I = -2 \text{ A} \quad (1 \text{ бод})$$

$$I_4 = I_{II} + I_{III} - I_I = 1 \text{ A} \quad (1 \text{ бод})$$

б) Биланс снага:

Снага отпорника:

$$P_{R_1} = R_1 \cdot I_1^2 = 9 \text{ W} \quad (0.5 \text{ бодова})$$

$$P_{R_2} = R_2 \cdot I_2^2 = 0 \text{ W} \quad (0.5 \text{ бодова})$$

$$P_{R_3} = R_3 \cdot I_3^2 = 9 \text{ W} \quad (0.5 \text{ бодова})$$

$$P_{R_4} = R_4 \cdot I_4^2 = 1 \text{ W} \quad (0.5 \text{ бодова})$$

Укупна снага отпорника: 19 W

Снага генератора:

$$P_{E_1} = E_1 \cdot I_1 = 15 \text{ W} \quad (0.5 \text{ бодова})$$

$$P_{E_2} = E_2 \cdot I_2 = 0 \text{ W} \quad (0.5 \text{ бодова})$$

$$P_{E_3} = E_3 \cdot I_3 = -4 \text{ W} \quad (0.5 \text{ бодова})$$

$$P_{E_4} = -E_4 \cdot I_4 = -1 \text{ W} \quad (0.5 \text{ бодова})$$

$$P_{J_1} = U_{J_1} \cdot J_1 = (E_4 + E_2 - R_2 I_2) \cdot J_1 = 9 \text{ W} \quad (1 \text{ бод})$$

$$P_{J_2} = U_{J_2} \cdot J_2 = (-E_3 + E_4 + R_4 J_2) \cdot J_2 = 0 \text{ W} \quad (1 \text{ бод})$$

Укупна снага генератора: 19 W

Према томе, испуњен је биланс снага. (1 бод)



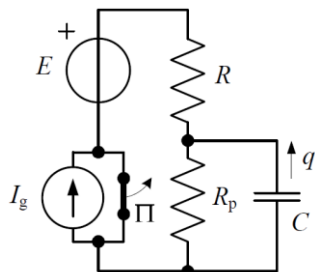
ОСНОВЕ ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ

ДВАДЕСЕТ ШЕСТО РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ, мај 2022.

9. У колу са слике познати су $R = R_p = 100 \Omega$, $C = 200 \mu F$, стална емс $E = 12 V$ и стална струја $I_g = 100 mA$. Прекидач Π је затворен и коло је у стационарном стању. Израчунати:

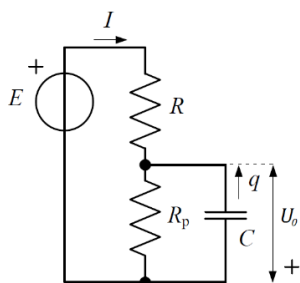
- проток кроз кондензатор у односу на референтни смер са слике,
- прираштај електричне енергије кондензатора

од момента отварања прекидача Π до успостављања новог стационарног стања.



Решење:

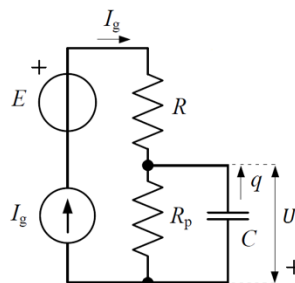
а)



$$I = \frac{E}{R+R_p} = 0.06 A \quad 1 \text{ бод}$$

$$U_0 = -R_p I = RI - E = -6 V \quad 1 \text{ бод}$$

$$Q_0 = CU_0 = -1200 \mu C \quad 1 \text{ бод}$$



$$U = -R_p I_g = -10 V \quad 1 \text{ бод}$$

$$Q = CU = -2000 \mu C \quad 1 \text{ бода}$$

$$\Rightarrow \Delta Q = Q - Q_0 = -2000 \mu C - (-1200 \mu C) = -800 \mu C \quad 1 \text{ бод}$$

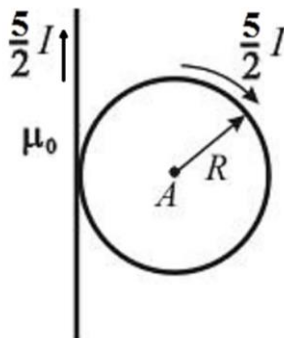
б) $W_{e0} = \frac{1}{2} CU_0^2 = 3600 \mu J = 3.6 mJ \quad 1 \text{ бод}$

$$W_e = \frac{1}{2} CU^2 = 10000 \mu J = 10 mJ \quad 1 \text{ бод}$$

$$\Delta W_e = W_e - W_{e0} = 10 mJ - 3.6 mJ = 6.4 mJ \quad 1 \text{ бод}$$



10. На слици су приказани бесконачно дуг праволинијски проводник и кружна контура. Одредити интензитет вектора магнетне индукције у тачки A .



Решење:

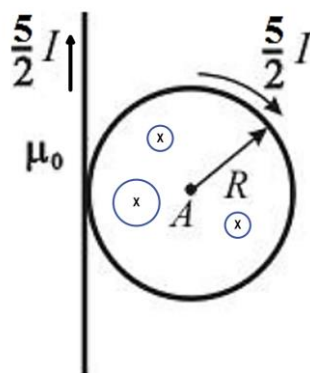
Израз за интензитет вектора магнетне индукције у центру дате кружне контуре полупречника R је:

$$B_1 = \mu_0 \frac{\frac{5}{2}I}{2R}, \quad (2 \text{ бода})$$

а у околини датог бесконачно дугог праволинијског проводника:

$$B_2 = \mu_0 \frac{\frac{5}{2}I}{2\pi R}. \quad (2 \text{ бода})$$

Вектори ових магнетних индукција у тачки A су истих смерова (1 бод), тако да је тражени интензитет вектора магнетне индукције је:



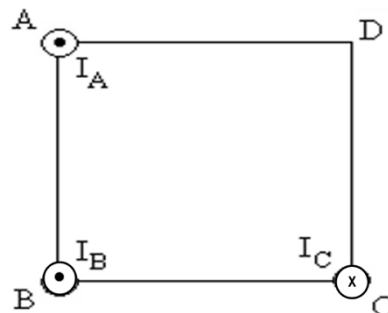
$$B = B_1 + B_2 = \mu_0 \frac{\frac{5}{2}I}{2R} + \mu_0 \frac{\frac{5}{2}I}{2\pi R} = \mu_0 \frac{5I}{4R} \left(1 + \frac{1}{\pi}\right) = \mu_0 \frac{5I}{4\pi R} (\pi + 1). \quad (2 \text{ бода})$$



ОСНОВЕ ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ

ДВАДЕСЕТ ШЕСТО РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ, мај 2022.

11. Три неограничено дуга праволинијска проводника налазе се у теменима квадрата, у ваздуху, као што је приказано на слици. Који услов треба да задовоље интензитети струја (назначеног смера) тих проводника, да би вектор магнетне индукције у темену D имао интензитет нула:



а) $I_A = I_B/\sqrt{2} = I_C$

б) $I_A = 2I_B = I_C$

в) $I_A = \sqrt{2}I_B = I_C$

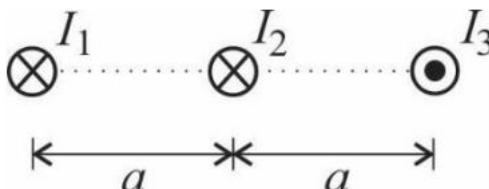
г) $I_A = I_B/2 = I_C$

д) $I_A = I_B = I_C$

- ђ) интензитет вектора магнетне индукције у темену D не може бити нула, за дате услове

7/-2

5. Три неограничено дуга, танка, права струјна проводника налазе се у истој равни у вакууму на међусобном растојању $a = 1\text{m}$. Кроз проводнике протичу стационарне струје $I_1 = I_2 = I_3 = 100\text{A}$. Положај проводника као и смерови струја приказани су на слици. Израчунати подужне електромагнетне силе које делују на сваки од проводника.



Решење:

На месту проводника са струјом I_3 магнетно поље стварају проводник са струјом I_1 и проводник са струјом I_2 .

Вектори магнетне индукције коју стварају проводници са струјама I_1 и I_2 су истог смера (из свеске, ка нама), па се укупан вектор магнетне индукције на месту проводника са струјом I_3 добија сабирањем ова два вектора, и усмерен је ка нама, из свеске.

$$B_3 = B_{13} + B_{23} = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi 2a} + \frac{\mu_0 I_2}{2\pi a} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 100}{4\pi} + \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 100}{2\pi} = 100 \cdot 10^{-7} + 200 \cdot 10^{-7} = 300 \cdot 10^{-7} \text{ T}$$

Интензитет вектора подужне силе која делује на проводник са струјом I_3 се добија као

$$F'_3 = I_3 \cdot B_3 = 30000 \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{m}} \text{ и усмерен је на десно.} \quad (2.5 \text{ бода})$$

На месту проводника са струјом I_1 магнетно поље стварају проводник са струјом I_2 и проводник са струјом I_3 .

Вектори магнетне индукције коју стварају проводници са струјама I_2 и I_3 су супротног смера (од струје I_2 у свеску а од струје I_3 из свеске), па се укупан вектор магнетне индукције на месту проводника са струјом I_3 добија одузимањем ова два вектора. Како је вектор магнетне индукције од проводника са струјом I_2 већег интензитета, резултатни вектор ће такође бити усмерен у свеску, а његов интензитет је

$$B_1 = B_{12} - B_{13} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi a} - \frac{\mu_0 I_3}{2\pi 2a} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 100}{2\pi} - \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 100}{4\pi} = 200 \cdot 10^{-7} - 100 \cdot 10^{-7} \\ = 100 \cdot 10^{-7} \text{ T}$$

Интензитет вектора подужне силе која делује на проводник са струјом I_1 се добија као

$$F'_1 = I_1 \cdot B_1 = 10000 \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{m}} \text{ и усмерен је на десно.} \quad (2.5 \text{ бода})$$

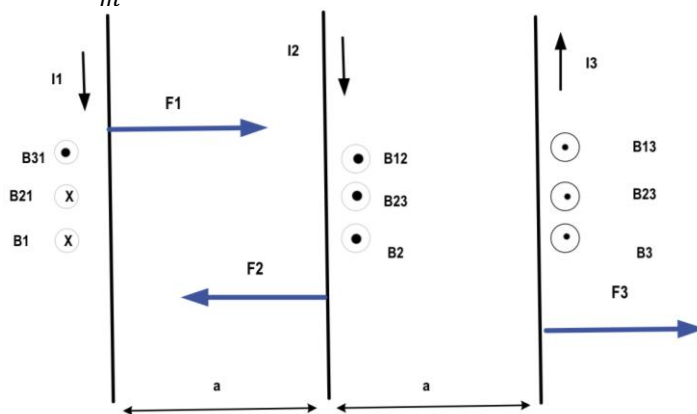
На месту проводника са струјом I_2 магнетно поље стварају проводник са струјом I_1 и проводник са струјом I_3 .

Вектори магнетне индукције коју стварају проводници са струјама I_1 и I_3 су истог смера (из свеске, ка нама), па се укупан вектор магнетне индукције на месту проводника са струјом I_2 добија сабирањем ова два вектора, и усмерен је ка нама.

$$B_2 = B_{12} + B_{32} = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi a} + \frac{\mu_0 I_3}{2\pi a} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 100}{2\pi} + \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 100}{2\pi} = 200 \cdot 10^{-7} + 200 \cdot 10^{-7} \\ = 400 \cdot 10^{-7} \text{ T}$$

Интензитет вектора подужне силе која делује на проводник са струјом I_2 се добија као

$$F'_2 = I_2 \cdot B_2 = 40000 \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{m}} \text{ и усмерен је на лево.} \quad (2.5 \text{ бода})$$



(2.5 бода)





АКАДЕМИЈА ТЕХНИЧКО-УМЕТНИЧКИХ
СТРУКОВНИХ СТУДИЈА БЕОГРАД



ОСНОВЕ ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ

ДВАДЕСЕТ ШЕСТО РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ, мај 2022.

www.atuss.edu.rs



АКАДЕМИЈА ТЕХНИЧКО-УМЕТНИЧКИХ
СТРУКОВНИХ СТУДИЈА БЕОГРАД



ОСНОВЕ ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ

ДВАДЕСЕТ ШЕСТО РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ, мај 2022.

www.atuss.edu.rs



МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ, НАУКЕ И ТЕХНОЛОШКОГ РАЗВОЈА
РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

ЗАЈЕДНИЦА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ



ДВАДЕСЕТСЕДМО 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 -2	10 -4	6 -2	6 -2	12	12	12	7	4 -1	6 -2	7	12	100 -13

април 2023.

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!

ОСНОВЕ ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ, ДВАДЕСЕТСЕДМО РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ, април 2023.

1. У случају паралелне везе више кондензатора чије се капацитивности значајно разликују, при одређивању еквивалентне капацитивности одлучујућу улогу има:

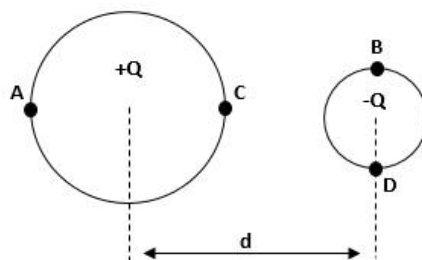
а) кондензатор најмање капацитивности

б) кондензатор највеће капацитивности 6/-2

в) сви кондензатори имају подједнако важну улогу

г) није могуће одредити без познавања конкретних бројних вредности

2. Две наелектрисане металне кугле направљене од истог материјала, налазе се у ваздуху, на међусобном растојању d које је знатно веће од пречника обе кугле. Кугле су наелектрисане истим количинама наелектрисања, али различитих предзнака, као што је приказано на слици. У каквом су односу напони U_{AB} и U_{CD} ?



а) $U_{AB} = U_{CD}$ 10/-4

б) $U_{AB} > U_{CD}$

в) $U_{AB} < U_{CD}$

г) $|U_{AB}| > |U_{CD}|$

д) $|U_{AB}| < |U_{CD}|$

3. Напон на потрошачу отпорности R износи U . Ако се напон смањи за 20%, а вредност отпорности потрошача такође смањи за 20%, снага потрошача ће:

а) се смањити за 80%

б) се смањити за 8%

в) се смањити за 20% 6/-2

г) се смањити за 36%

д) остати непромењена

Образложити одговор.

Решење:

$$P_1 = \frac{U^2}{R}$$

$$P_2 = \frac{(0,8 \cdot U)^2}{0,8 \cdot R} = 0,8 \cdot \frac{U^2}{R} = 0,8 \cdot P_1$$



4. Приликом прикључивања плочастог кондензатора капацитивности C напон U утроши се енергија $\frac{4}{3}W$. Колика енергија ће бити утрошена ако се напон повећа на $3U$?

а) $3W$

б) $6W$

в) $9W$

г) $12W$ **6/-2**

д) $16W$

Образложити одговор.

Решење:

$$W_1 = \frac{1}{2}CU^2 = \frac{4}{3}W$$

$$W_2 = \frac{1}{2}C(3U)^2 = 9 \cdot \frac{4}{3}W = 12W$$



5. Наелектрисање на плочама ваздушног кондензатора је Q , а кондензатор је одвојен од извора напона. По убацивању диелектрика између плоча, енергија кондензатора се смањи 6 пута. Колика је релативна диелектричка константа диелектрика?

Решење:

Капацитивност кондензатора пре убацивања диелектрика је:

$$C_0 = \varepsilon_0 \frac{S}{d} \text{ (2 бода), а енергија } W_{e0} = \frac{Q^2}{2C_0} \text{ (2 бода)}$$

Капацитивност кондензатора по убацивању диелектрика је:

$$C = \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{S}{d} = \varepsilon_r C_0 \text{ (2 бода), а енергија } W_e = \frac{Q^2}{2C} \text{ (2 бода)}$$

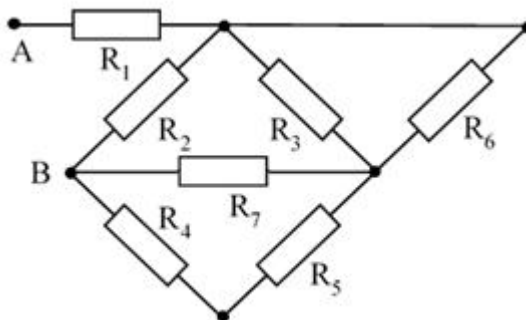
Однос енергија је:

$$\frac{W_e}{W_{e0}} = \frac{\frac{Q^2}{2C}}{\frac{Q^2}{2C_0}} = \frac{C_0}{C} = \frac{1}{\varepsilon_r} = \frac{1}{6} \text{ (3 бода),}$$

Дакле $\varepsilon_r = 6$ **(1 бод)**



6. Одредити еквивалентну отпорност R_{AB} између тачака A и B у колу приказаном на слици, ако је познато: $R_1 = 60\Omega$, $R_2 = 50\Omega$, $R_3 = 200\Omega$, $R_4 = 30\Omega$, $R_5 = 20\Omega$, $R_6 = R_7 = 50\Omega$.



Решење:

Посматрајући тачке са истим потенцијалом може се закључити да су отпорници R_3 и R_6 везани паралелно, отпорници R_4 и R_5 редно **(2 бода)**

Па је:

$$\frac{1}{R_{36}} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_6} \rightarrow R_{36} = 40\Omega \text{ (1 бод)}$$

$$R_{45} = R_4 + R_5 = 50\Omega \text{ (1 бод)}$$

Сада се може закључити да су отпорници R_{45} и R_7 везани паралелно **(2 бода)**

$$\frac{1}{R_{457}} = \frac{1}{R_{45}} + \frac{1}{R_7} \rightarrow R_{457} = 25\Omega \text{ (1 бод)}$$

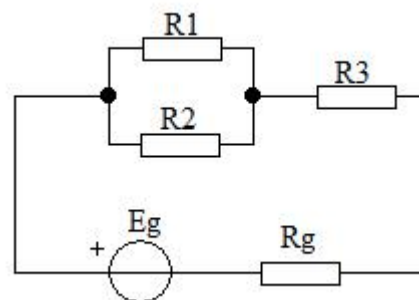
Коначно укупна отпорност R_{AB} износи:

$$R_{AB} = R_1 + R_2 || (R_{36} + R_{457}) \text{ (3 бода)}$$

$$R_{AB} = 60\Omega + \frac{50\Omega \cdot (40\Omega + 25\Omega)}{50\Omega + 40\Omega + 25\Omega} = 60\Omega + 28,26\Omega = 88,26\Omega \text{ (2 бода)}$$



7. У електричном колу приказаном на слици отпорници отпорности $R_1 = 750 \Omega$, $R_2 = 500 \Omega$ и $R_3 = 400 \Omega$ су тако пројектовани да су им највеће дозвољене снаге $P_{1\max} = 0.6 \text{ W}$, $P_{2\max} = 0.8 \text{ W}$ и $P_{3\max} = 1 \text{ W}$. Колика ја максимална вредност електромоторне силе E_g генератора унутрашње отпорности $R_g = 20 \Omega$, на који се може прикључити мешовита веза ових отпорника (као што је приказано на слици), а да при томе ни један од њих не прегори?



Решење:

Највеће вредности напона на који се могу прикључити отпорници отпорности R_1 и R_2 су:

$$U_{1\max} = \sqrt{P_{1\max} R_1} = 21,2 \text{ V} \quad (2 \text{ бода})$$

$$U_{2\max} = \sqrt{P_{2\max} R_2} = 20 \text{ V}$$

а пошто су везани паралелно, напон између њихових прикључака не сме да пређе вредност:

$$U_{\max} = U_{2\max} = 20 \text{ V} \quad (2 \text{ бода})$$

Струја кроз отпорник отпорности R_3 не сме да пређе вредност:

$$I_{3\max} = I_{\max} = \sqrt{\frac{P_{3\max}}{R_3}} = 50 \text{ mA} \quad (2 \text{ бода})$$

а у том случају напон између прикључака отпорника отпорности R_1 и R_2 има вредност:

$$U = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} I_{\max} = 15 \text{ V} \quad (2 \text{ бода})$$

што је мање од критичне.

Следи да ни један отпорник неће прегорети ако јачина струје кроз грану са отпорником отпорности R_3 не пређе вредност $I_{\max}$, односно:

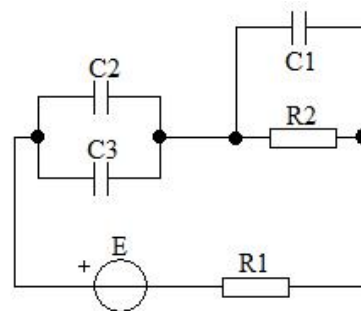
$$\frac{E_g}{R_1 || R_2 + R_3 + R_g} \leq I_{\max} \quad (2 \text{ бода})$$

на основу чега се добија:

$$E_g \leq 36 \text{ V} \quad (2 \text{ бода})$$

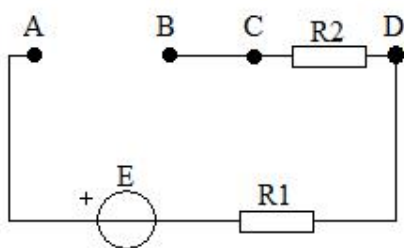


8. У електричном колу приказаном на слици одредити напоне на свим кондензаторима након што коло постигне стационарно стање. Параметри елемената кола су: $E = 20 \text{ V}$, $R_1 = 15 \Omega$, $R_2 = 20 \Omega$, $C_1 = 10 \mu\text{F}$, $C_2 = 5 \mu\text{F}$ и $C_3 = 1 \mu\text{F}$. Како ће се променити вредности ових напона уколико се вредности отпорника смање два пута?



Решење:

Када коло постигне стационарно стање, кроз кондензаторе не тече струја и могу се сматрати отвореном везом и коло изгледа као на слици.



(2 бода)

Како кроз отпорнике не протиче струја може се закључити да су тачке В, С и D на истом потенцијалу. **(1 бод)**

Даље је:

$$U_{C1} = U_{CD} = 0 \text{ V} \text{ (1 бод)}$$

$$U_{C2} = U_{C3} = U_{AB} = E = 20 \text{ V} \text{ (1 бод)}$$

Ако се вредности отпорника смање два пута, неће доћи до промене напона на крајевима кондензатора у стационарном стању јер ће кондензатори и даље представљати отворену везу па кроз отпорнике не протиче струја. **(2 бода)**



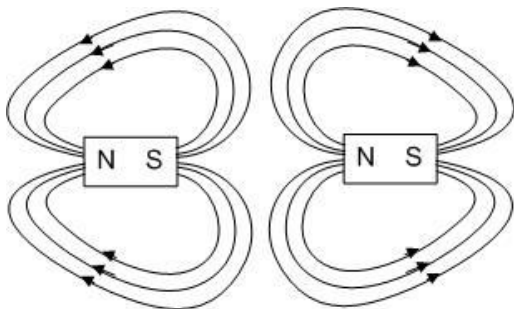
9. Ако се феромагнетни материјал налази у магнетном засићењу, и ако и даље повећавамо јачину магнетног поља, магнетна индукција?

- а) опада
б) прво има малу вредност, затим расте
в) расте
г) не мења се

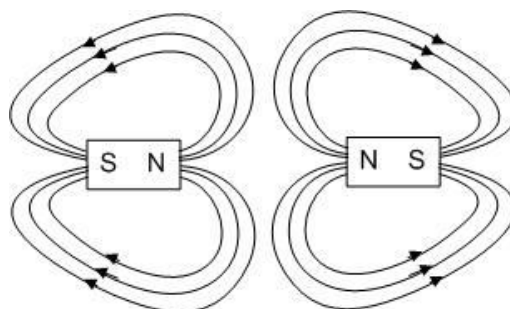
4/-1 бод



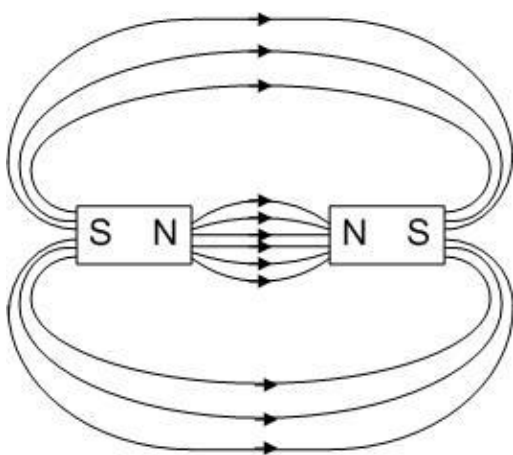
10. На којој слици су линије магнетног поља правилно нацртане:



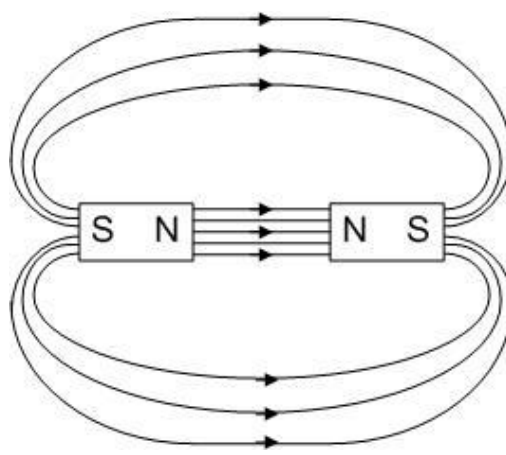
слика 1



слика 2



слика 3



слика 4

а) слика 1

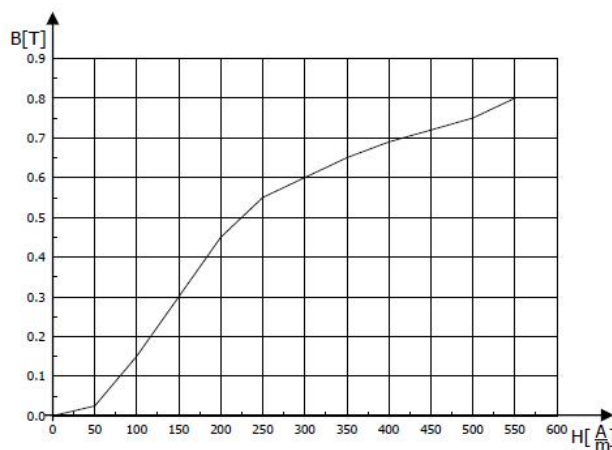
б) слика 2 6/-2

в) слика 3

г) слика 4



11. На танком торусном језгру од феромагнетног материјала, намотано је равномерно и густо по целој дужини торуса $N = 140$ завојака бакарног проводника. Дужина средње линије торуса је $l = 20 \text{ cm}$. У намотају је успостављена стална струја јачине $I = 0,5 \text{ A}$. Одредити интензитет вектора магнетне индукције унутар језгра, ако је крива магнећења материјала дата на слици. Пре успостављања струје језгро је било ненамагнетисано.



Решење:

Како је језгро торуса од феромагнетног материјала, применом уопштеног Амперовог закона, израз за јачину магнетног поља унутар језгра танког торуса гласи:

$$H = \frac{NI}{l} \quad (2 \text{ бода})$$

Заменом бројних вредности се добија:

$$H = 350 \frac{A}{m} \quad (1 \text{ бод})$$

Језгро торуса је било ненамагнетисано пре успостављања струје кроз намотај, па је, приликом успостављања струје, веза између магнетне индукције и магнетног поља дата првобитном кривом магнетнења која је приказана на слици у поставци задатка.

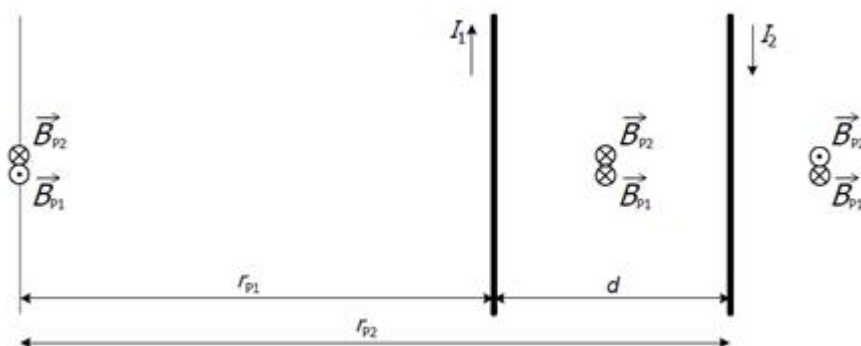
Израчунатој вредности магнетног поља од $H = 350 \frac{A}{m}$ одговара вредност магнетне индукције од приближно $B = 0,65 \text{ T}$. (4 бода)



12. Два бесконачна праволинијска проводника постављена су паралелно један другом на 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 супротног смера.

Решење:

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



Како би резултујући вектор магнетне индукције потенцијално могао да буде 0, постоје две области, у равни коју формирају проводници, где је то могуће. Област лево од проводника са струјом I_1 и област десно од проводника са струјом I_2 . (3 бода)

Узимајући у обзир интензитете струја тј да је $I_2 > I_1$ може се закључити да је та област лево од проводника са струјом I_1 . **(3 бода)**

Резултујући вектор магнетне индукције ће бити 0 уколико су интензитети вектора који потичу од струја кроз проводнике једнаки.

$$\vec{B}_p = \vec{B}_{p1} + \vec{B}_{p2} = 0 \Rightarrow B_{p1} = B_{p2}$$

$$B_{p1} = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r_{p1}}, \quad B_{p2} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r_{p2}}$$

$$\frac{\mu_0 I_1}{2\pi r_{p1}} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r_{p2}} \Rightarrow \frac{I_1}{r_{p1}} = \frac{I_2}{r_{p2}} \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{r_{p1}}{r_{p2}}. \quad \textbf{(3 бода)}$$

Како је:

$$r_{p1} + d = r_{p2}$$

Следи:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{r_{p1}}{r_{p1} + d} \Rightarrow (r_{p1} + d)I_1 = r_{p1}I_2 \Rightarrow d \cdot I_1 = r_{p1}(I_2 - I_1) \Rightarrow r_{p1} = \frac{I_1}{I_2 - I_1} d$$

$$r_{p1} = \frac{I_1}{I_2 - I_1} d = \frac{3 \text{ A}}{1 \text{ A}} \cdot 10 \text{ cm} = 30 \text{ cm},$$

$$r_{p2} = r_{p1} + d = 30 \text{ cm} + 10 \text{ cm} = 40 \text{ cm}. \quad \textbf{(3 бода)}$$





АКАДЕМИЈА ТЕХНИЧКО-УМЕТНИЧКИХ
СТРУКОВНИХ СТУДИЈА БЕОГРАД



www.atuss.edu.rs

ОСНОВЕ ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ, ДВАДЕСЕТСЕДМО РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ, април 2023.



АКАДЕМИЈА ТЕХНИЧКО-УМЕТНИЧКИХ
СТРУКОВНИХ СТУДИЈА БЕОГРАД



www.atuss.edu.rs

ОСНОВЕ ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ, ДВАДЕСЕТСЕДМО РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ, април 2023.