



МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
ЗАЈЕДНИЦА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ



ПЕТНАЕСТО РЕПУБЛИЧКО 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													
3	9	3	3	9	3	9	6	6	10	15	12	12	100
-1	-3	-1	-1	-3	-1	-3	-2	-2					-17

јун 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.

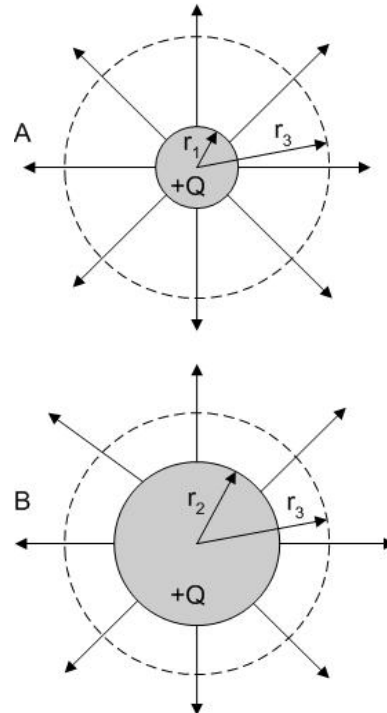
Уколико нисте потпуно сигурни који од предложених одговора на постављено питање треба заокружити, таква питања треба оставити без одговора. Тако се не добијају бодови “на срећу”, али се сигурно избегавају негативни бодови.

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. Кугла А полупречника r_1 , наелектрирана је количином наелектрисања Q , а кугла В полупречника $r_2 > r_1$ наелектрисана је истом количином наелектрисања, као што је приказано на слици. У каквом су односу интензитети вектора јачине електричног поља на удаљеностима $r_3 > r_2$ од средишта кугли А и В?



а) интензитет је већи у случају кугле В, зато што је тада тачка на удаљености r_3 од кугле ближе наелектрисањима на кугли, па је утицај тих наелектрисања јаче изражен,

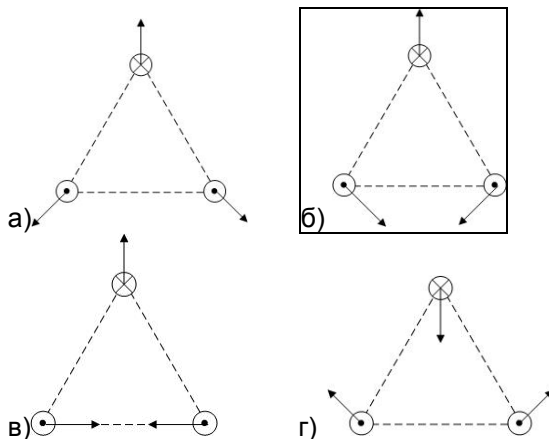
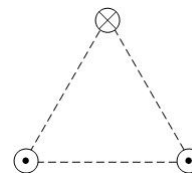
б) интензитет је мањи у случају кугле В, зато што се тада наелектрисање Q расподељује по већој површини, па је утицај тог наелектрисања ослабљен,

в) интензитети су једнаки, пошто у оба случаја кроз замишљену концентричну куглу полупречника r_3 пролази једнак број линија електричног поља проузрокован истим наелектрисањем Q , а густина тих линија је због симетрије константна у свим тачкама кугле полупречника r_3 .

г) не може се одредити без познавања конкретних бројних вредности.

3/-1

2. Кроз три дуга паралелна проводника протичу струје истих интензитета и смерова означених на слици. Проводници се налазе у ваздуху. Одредити правац и смер магнетних сила које делују између тих проводника:



9/-3



3. Однос специфичних отпорности бабра и алуминијума је $\rho_{Cu} / \rho_{Al} = 0,63$. Ако се зна да проводници исте дужине од бабра и од алуминијума имају исту отпорност, попречни пресек алуминијумског проводника мора бити за:

- а) 63% већи од попречног пресека бакарног проводника,
б) 37% већи од попречног пресека бакарног проводника,
в) 59% већи од попречног пресека бакарног проводника,
г) 39% већи од попречног пресека бакарног проводника.

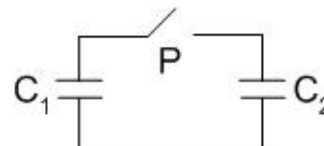
3/-1

4. Дато је магнетно коло сталног магнета у виду танког торуса од феромагнетног материјала са ваздушним процепом. Како се мења магнетна индукција у процепу ако се коло полако савија тако да се ваздушни процеп смањује, и на крају, његова дужина сведе на нулу?

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

3/-1

5. Кондензатор капацитивности C_1 оптерећен је почетном количином наелектрисања Q_0 , док је кондензатор капацитивности C_2 неоптерећен, а прекидач P отворен. Након затварања прекидача P , количина наелектрисања на кондензатору капацитивности C_1 смањи се четири пута. У каквом су односу капацитивности C_1 и C_2 ?

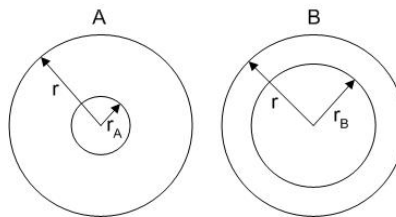


- а) $C_2 = 4 \cdot C_1$,
б) $C_2 = 3 \cdot C_1$,
в) $C_2 = C_1/3$,
г) $C_2 = C_1$.

9/-3



6. Два ваздушна коаксијална кондензатора А и В имају једнаке полупречнике спољашњих цилиндара, а различите полупречнике унутрашњих цилиндара. Попречни пресеци ових кондензатора приказани су на слици. Да би се кондензатори А и В наелектрисали истом количином наелектрисања потребно је:



а) кондензатор А прикључити на већи напон него кондензатор В,

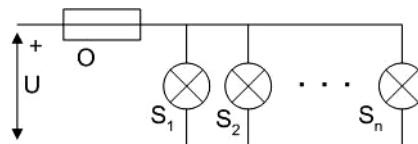
б) кондензатор А прикључити на мањи напон него кондензатор В,

в) оба кондензатора прикључити на исти напон,

г) не може се одредити без познавања конкретних бројних вредности

3/-1

7. На извор једносмерног напона $U=250\text{ V}$ прикључено је n паралелно везаних сијалица, као што је приказано на слици. Кроз осигурач О сме да протекне струја највећег дозвољеног интензитета $I_{\max}=5\text{ A}$, а при овој струји осигурач има отпорност $r=10\ \Omega$. Одредити максималан број сијалица једнаких отпорности $R=200\ \Omega$, које смеју бити прикључене у ово коло, а да струја кроз осигурач не прекорачи максималну дозвољену вредност.



а) $n=5$,

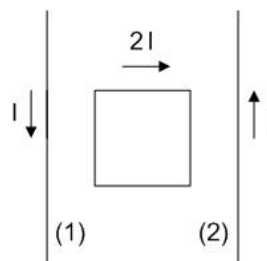
б) $n=10$,

в) $n=15$,

г) $n=20$.

9/-3

8. Између два паралелна проводника налази се крути метални оквир, као што је приказано на слици. Кроз проводнике протичу струје истих интензитета, а супротних смерова, док кроз метални оквир протиче струја два пута већег интензитета, смера означеног на слици. Који положај ће заузети метални оквир?



а) остаје у датом положају,

б) помера се према проводнику (1),

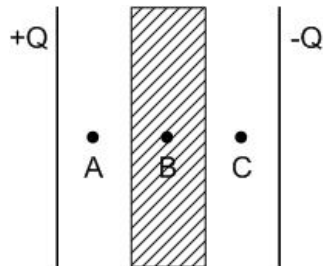
в) помера се према проводнику (2),

г) поставља се у положај нормалан на дати.

6/-2



9. Између електрода плочастог кондензатора, наелектрисаних количином наелектрисања $+Q$ и $-Q$, стављен је комад изолаторског материјала ($\varepsilon_r > 1$), паралелно са електродама, као што је приказано на слици. У ком односу су интензитети вектора јачине електричног поља у тачкама А, В и С након уметања изолатора?



- а) $E_A > E_B > E_C$,
 б) $E_A < E_B > E_C$,
в) $E_A = E_C > E_B$,
 г) $E_A = E_B = E_C$.

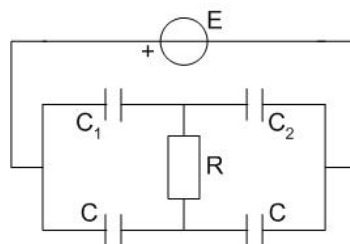
6/-2

10. Одредити напоне U_1 и U_2 на кондензаторима капацитивности $C_1 = 1 \mu\text{F}$ и $C_2 = 5 \mu\text{F}$ у колу приказаном на слици, ако је познато: $R = 2 \Omega$, $C = 2 \mu\text{F}$ и $E = 10 \text{ V}$.

Решење:

$$U_1 = \frac{C + C_2}{C_1 + C_2 + 2C} E = 7 \text{ V} \quad 5 \text{ бодова}$$

$$U_2 = \frac{C + C_1}{C_1 + C_2 + 2C} E = 3 \text{ V} \quad 5 \text{ бодова}$$



5+5=
10



11. У колу једносмерне струје приказаном на слици одредити интензитет протекле количине наелектрисања, према задатом референтном смеру, у грани са кондензатором након затварања прекидача P. Познато је: $R_1=100\ \Omega$, $R_2=150\ \Omega$, $R_3=200\ \Omega$, $R_4=75\ \Omega$, $E_1=20\text{ V}$, $E_2=15\text{ V}$, $E_3=5\text{ V}$, $I_g=100\text{ mA}$ и $C=100\ \mu\text{F}$.

Решење:

Када је прекидач отворен једначине по методи контурних струја, за контуре приказане на слици, гласе:

$$\begin{cases} I_I = I_g & 2 \text{ boda} \\ R_1 I_I + (R_3 + R_4) I_{II} = E_3 - E_1 & 2 \text{ boda} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_I = 0,1\text{ A} & 1 \text{ bod} \\ I_{II} = -\frac{2}{30}\text{ A} & 1 \text{ bod} \end{cases}$$

Напон на кондензатору је:

$$U_{12}^{(0)} = -R_4 I_{II} + E_3 + E_2 + R_2 I_I = 40\text{ V} \quad 1 \text{ bod}$$

Када је прекидач затворен, након еквивалентирања паралелне везе реалног напонског генератора E_2-R_2 и идеалног напонског генератора E_3 идеалним напонским, једначине по методи контурних струја, за контуре приказане на слици, исте су као и за случај када је прекидач отворен:

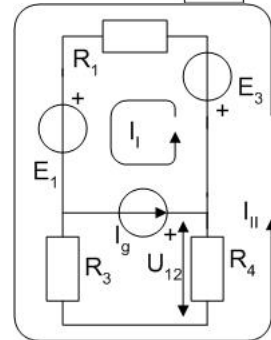
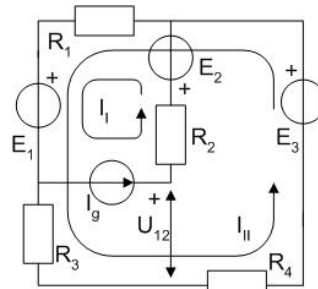
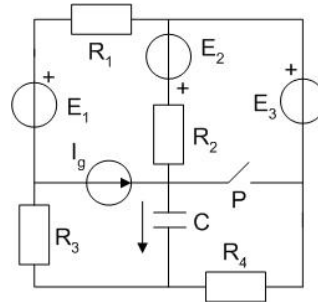
$$\begin{cases} I_I = I_g & 1 \text{ bod} \\ R_1 I_I + (R_3 + R_4) I_{II} = E_3 - E_1 & 1 \text{ bod} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_I = 0,1\text{ A} & 1 \text{ bod} \\ I_{II} = -\frac{2}{30}\text{ A} & 1 \text{ bod} \end{cases}$$

Напон на кондензатору је:

$$U_{12}^{(Z)} = -R_4 I_{II} = 5\text{ V} \quad 1 \text{ bod}$$

Тражени проток је:

$$q_{12} = C(U_{12}^{(Z)} - U_{12}^{(0)}) = -3,5\text{ mC} \quad 3 \text{ boda}$$



2+2+1+1
+1+1
+1+1
+1+1
+3=
15



12. Две паралелне шине занемарљиве отпорности на међусобном растојању $a = 30$ cm налазе се у ваздуху у хомогеном магнетном пољу индукције $B=0,8$ Т, смера означеног на слици. На један крај шина везан је генератор једносмерни генератор електромоторне силе $E=2$ V и унутрашње отпорности $R=0,4$ Ω . Преко шина је постављен савијен проводник отпорности $R_p=0,6$ Ω , чији краци заклапају прав угао, као што је приказано на слици. Угао између крака проводника и шине је $\alpha=45^\circ$. Одредити интензитет, правац и смер електромагнетних сила које делују на краке проводника.

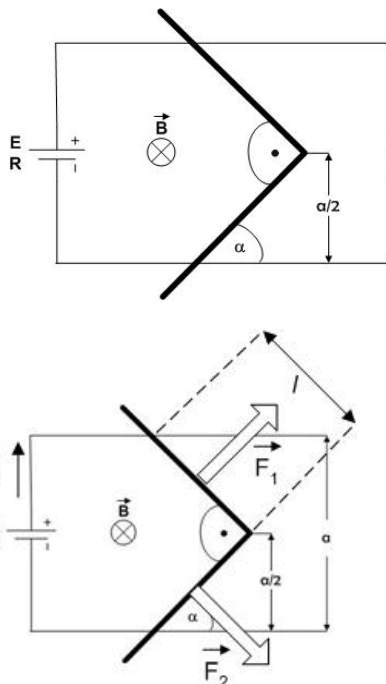
Решење:

$$\vec{F} = I \vec{l} \times \vec{B}$$

$$I = \frac{E}{R + R_p} = 2 \text{ A}, l = \frac{a}{2 \sin \alpha} = \frac{a\sqrt{2}}{2} \quad 4 \text{ бода}$$

$$F_1 = F_2 = I \frac{a\sqrt{2}}{2} B = 0,338 \text{ N} \quad 4 \text{ бода}$$

правац и смер за обе силе 4 бода



4+4+4=

12

13. У колу једносмерне струје приказаном на слици одредити показивање амперметра А при отвореном прекидачу Р, ако је познато $R = 5$ Ω , а показивање амперметра при затвореном прекидачу Р износи $I_{(Z)} = 6,07$ А. Унутрашњу отпорност амперметра занемарити.

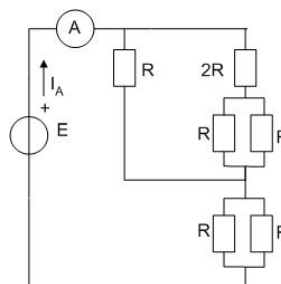
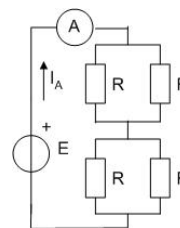
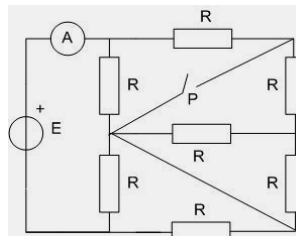
Решење:

Када је прекидач затворен, према шеми приказаној на слици је:

$$I_A^{(Z)} = \frac{E}{R} \Rightarrow E = 30,35 \text{ V} \quad 6 \text{ бодова}$$

Када је прекидач отворен, према шеми приказаној на слици је:

$$I_A^{(O)} = \frac{E}{R_e} = \frac{E}{17R/14} = 5 \text{ A} \quad 6 \text{ бодова}$$



6+6=12



МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
ЗАЈЕДНИЦА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ



ЧЕТРНАЕСТО РЕПУБЛИЧКО 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	Укупно бодова
Број бодова												
4 -1	4 -1	5 -2	6 -2	12	6	8	12	9	12	12	10	100 -6

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.

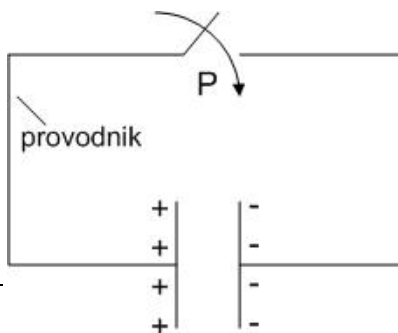
Уколико нисте потпуно сигурни који од предложених одговора на постављено питање треба заокружити, таква питања треба оставити без одговора. Тако се не добијају бодови “на срећу”, али се сигурно избегавају негативни бодови.

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”.

ПРЕПОРУКА ЗА ЧЛАНОВЕ КОМИСИЈЕ:

ТРЕБА ПРИЗНАТИ СВАКО ТАЧНО РЕШЕЊЕ ЗАДАТКА !

1. Ако се електроде оптерећеног кондензатора повежу металним жицама и прекидач P затвори, као што је приказано на слици, до каквих ће промена доћи:



а) доћи ће до покретања електрона са негативне електроде кроз жице ка позитивној електроди, и након краткотрајног протицања наелектрисања електроде ће се делимично разелектрисати

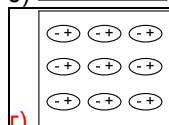
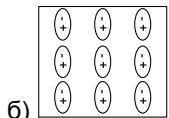
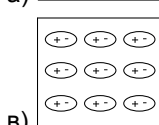
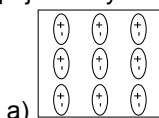
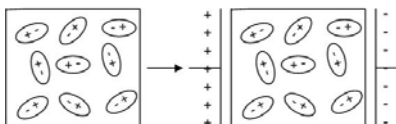
б) доћи ће до покретања електрона са негативне електроде кроз жице ка позитивној електроди, и након краткотрајног протицања наелектрисања електроде ће се потпуно разелектрисати и кондензатор ће бити растерећен,

в) не долази до протока наелектрисања, па електроде кондензатора остају наелектрисане истом количином наелектрисања као и пре затварања прекидача

г) долази до трансформације електростатичке енергије кондензатора у светлосну енергију варнице која се јавља при затварању прекидача и у топлотну енергију која загрева проводне жице, услед чега се кондензатор делимично растерети

4/-1

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



4/-1

3. За израду електричних машина и трансформатора користе се:

а) парамагнетни материјали,

б) дијамагнетни материјали,

в) меки феромагнетни материјали,

г) тврди феромагнетни материјали.

5/-2

4. Како се мења индуктивност торусног намотаја који се састоји од N навојака, ако се при $\mu = \text{const}$ број навојака смањи два пута, а јачина струје кроз навојке повећа три пута?

а) смањује се два пута

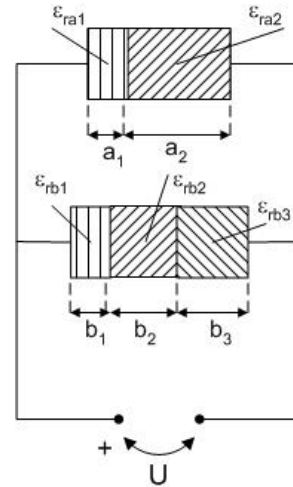
б) смањује се четири пута

в) смањује се шест пута

г) смањује се дванаест пута

6/-2

5. Два плочаста кондензатора везана су паралелно и прикључена су на једносмерни напон U , као што је приказано на слици. Диелектрик првог кондензатора састоји се из два слоја чије дебљине и релативне диелектричне константе износе $a_1=0,1$ mm, $a_2=0,3$ mm, $\epsilon_{ra1}=2$ и $\epsilon_{ra2}=6$. Диелектрик другог кондензатора састоји се из три слоја чије дебљине и релативне диелектричне константе износе $b_1=0,1$ mm, $b_2=0,2$ mm, $b_3=0,3$ mm, $\epsilon_{rb1}=1$, $\epsilon_{rb2}=2$ и $\epsilon_{rb3}=3$. Ако површина електрода оба кондензатора износи $S=20$ cm² израчунати еквивалентну капацитивност паралелне везе ових кондензатора.



Решење:

$$\left. \begin{aligned} C_{a1} &= \epsilon_0 \epsilon_{ra1} S / a_1 = 354 \text{ pF}, C_{a2} = 354 \text{ pF} \\ C_{b1} &= \epsilon_0 \epsilon_{rb1} S / b_1 = 177 \text{ pF}, C_{b2} = C_{b3} = 177 \text{ pF} \end{aligned} \right\} \text{ 4 бода}$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{C_1} &= \frac{1}{C_{a1}} + \frac{1}{C_{a2}} = 177 \text{ pF} \\ \frac{1}{C_2} &= \frac{1}{C_{b1}} + \frac{1}{C_{b2}} + \frac{1}{C_{b3}} = 59 \text{ pF} \end{aligned} \right\} \text{ 4 бода}$$

$$C_e = C_1 + C_2 = 236 \text{ pF} \quad \text{4 бода}$$

12

6. Јачина струје у проводнику износи $I=3$ A. Отпорност жице је $R=20$ Ω .
а) Колика се количина топлотне енергије ослободи на овом отпорнику за време $t=5$ minuta?
б) Колика је снага којом се електрична енергија трансформише у топлотну?

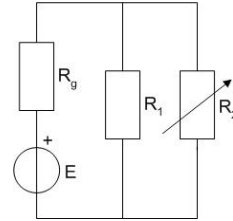
Решење:

$$\text{а) } Q = RI^2 \Delta t = 54 \text{ kJ} \quad \text{3 бода}$$

$$\text{б) } P = RI^2 = 180 \text{ W} \quad \text{3 бода}$$

6

7. У колу једносмерне струје приказаном на слици одредити отпорност отпорника R_2 тако да се на њему развија максимална снага. Одредити ту максималну снагу. Познато је: $E=24\text{ V}$, $R_g=0,1\ \Omega$ и $R_1=0,4\ \Omega$.


Решење:

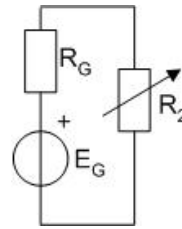
Трансфигурацијом напонског генератора у левој грани кола у струјни (параметара E/R_g и R_g) и након везивања у паралелу отпорника отпорности R_g и R_1 трансфигурацијом новог струјног генератора у напонски добија се:

$$R_G = R_1 \parallel R_g = 0,08\ \Omega, \quad E_G = E \frac{R_1}{R_1 + R_g} = 19,2\text{ V} \quad \text{2 бода}$$

Услов прилагођења по снази:

$$R_2 = R_G = 0,08\ \Omega \quad \text{3 бода}$$

$$R_{2\max} = \frac{E_G^2}{4R_G} = 1152\text{ W} \quad \text{3 бода}$$

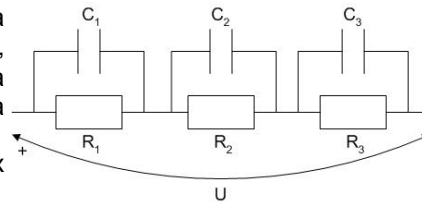


8

8. У колу једносмерне струје приказаном на слици познато је: $U=30\text{ V}$, $C_1=30\ \mu\text{F}$, $C_2=20\ \mu\text{F}$, $C_3=12\ \mu\text{F}$, $R_1=20\ \Omega$, $R_2=10\ \Omega$ и $R_3=30\ \Omega$, а почетно наелектрисање свих кондензатора износи нула.

а) Одредити количине наелектрисања свих кондензатора у колу

б) Да ли је довољно да буде испуњен услов $C_1=C_2=C_3$ да би количине наелектрисања свих кондензатора биле једнаке?


Решење:

$$\text{а) } Q_1 = C_1 R_1 \frac{U}{R_1 + R_2 + R_3} = 300\ \mu\text{C} \quad \text{3 бода}$$

$$Q_2 = C_2 R_2 \frac{U}{R_1 + R_2 + R_3} = 100\ \mu\text{C} \quad \text{3 бода}$$

$$Q_3 = C_3 R_3 \frac{U}{R_1 + R_2 + R_3} = 180\ \mu\text{C} \quad \text{3 бода}$$

б) не, потребно је да буде испуњен и услов $R_1=R_2=R_3$. 3 бода

12

9. На гвоздени прстен средњег обима $l_{sr}=50$ cm и попречног пресека $S=4 \cdot 10^{-4}$ m² равномерно и густо је намотано $N=600$ навојака. Намотај је прикључен на напон $U=72$ V, при чему је отпорност проводника од којег је намотај направљен $R=60$ Ω. Ако релативна магнетна пермабилност гвожђа износи $\mu_r=800$ израчунати:
- Магнетну индукцију у торусу
 - Магнетну отпорност кола
 - Индуктивност торуса

Решење:

$$a) B = \mu_0 \mu_r \frac{N U}{l_{sr} R} = 1,448 \text{ T} \quad 3 \text{ бода}$$

$$б) R_\mu = \frac{l_{sr}}{\mu_0 \mu_r S} = 1,24 \cdot 10^6 \frac{\text{A}}{\text{Wb}} \quad 3 \text{ бода}$$

$$в) L = \mu_0 \mu_r \frac{N^2 S}{l_{sr}} = 0,289 \text{ H} \quad 3 \text{ бода}$$

9

10. Четири мала тела наелектрисана истим количинама наелектрисања q налазе се у теменима квадрата, а цео систем налази се у ваздуху. Одредити количину наелектрисања Q малог тела које треба поставити у тачку пресека дијагонале квадрата да би систем био у равнотежи, односно да би резултујућа сила на свако од наелектрисања била једнака нули.

Решење:

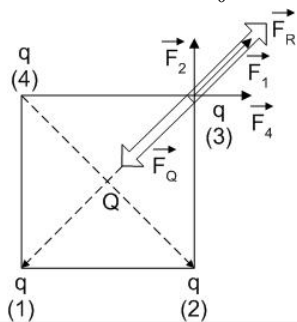
$$\vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_4$$

$$F_1 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{(a\sqrt{2})^2}, F_2 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{a^2}, F_4 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{a^2} \quad 2+2+2 \text{ бода}$$

$$F_R = \frac{q^2 (1+2\sqrt{2})}{2a^2 \cdot 4\pi\epsilon_0} \quad 3 \text{ бода}$$

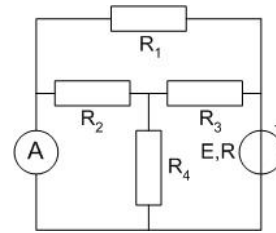
$$F_Q = -F_R$$

$$F_Q = -F_R \Rightarrow \frac{q \cdot Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{2}{a^2} = -\frac{q \cdot q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1+2\sqrt{2}}{2a^2} \Rightarrow Q = -\frac{1+2\sqrt{2}}{4} \cdot q \quad 3 \text{ бода}$$



12

11. У колу једносмерне струје приказаном на слици одредити показивање амперметра ако је познато: $R_1 = 20 \Omega$, $R_2 = 8 \Omega$, $R_3 = 1 \Omega$, $R_4 = 8 \Omega$, $E = 50 \text{ V}$ и $R = 1 \Omega$, при чему је R унутрашња отпорност генератора. Сматрати да амперметар има занемарљиву унутрашњу отпорност.



Решење:

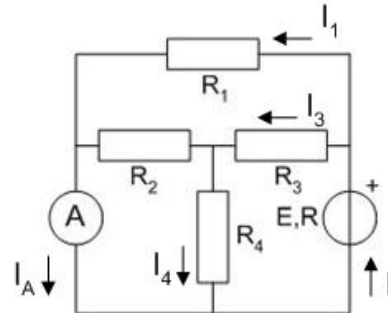
$$I = \frac{E}{R + R_1 \parallel (R_3 + R_2 \parallel R_4)} = 10 \text{ A}$$

$$I_1 = \frac{R_3 + R_2 \parallel R_4}{R_1 + R_3 + R_2 \parallel R_4} I = 2 \text{ A}$$

$$I_3 = I - I_1 = 8 \text{ A}, I_4 = \frac{R_2}{R_2 + R_4} I_3 = 4 \text{ A}$$

$$I_A = I - I_4 = 6 \text{ A}$$

Тачно написане једначине, свака по 2 бода и тачно решење за I_A још 4 бода.



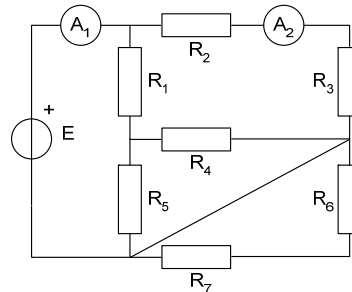
12

12. У колу једносмерне струје приказаном на слици одредити показивање амперметара A_1 и A_2 , ако је познато: $R_1 = R_4 = R_5 = 12 \Omega$, $R_2 = R_6 = 4 \Omega$, $R_3 = R_7 = 5 \Omega$ и $E = 18 \text{ V}$. Унутрашњу отпорност генератора и амперметара занемарити.

Решење:

$$I_{A1} = \frac{E}{(R_2 + R_3) \parallel (R_1 + R_4 \parallel R_5)} = 3 \text{ A} \quad 5 \text{ бодова}$$

$$I_{A2} = \frac{R_1 + R_4 \parallel R_5}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4 \parallel R_5} I = 2 \text{ A} \quad 5 \text{ бодова}$$



10





МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
ЗАЈЕДНИЦА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ



ШЕСНАЕСТО РЕПУБЛИЧКО 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	
Број бодова												100 -30
9 -3	8 -4	6 -2	6 -2	10 -4	13 -5	6 -2	7 -3	5 -2	7 -3	8	15	

мај 2010.



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.

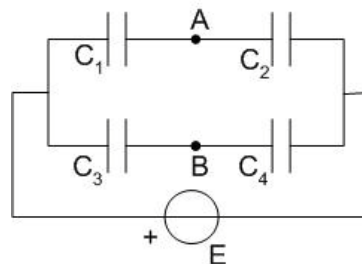
Уколико нисте потпуно сигурни који од предложених одговора на постављено питање треба заокружити, таква питања треба оставити без одговора. Тако се не добијају бодови “на срећу”, али се сигурно избегавају негативни бодови.

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. Колики је напон између тачака А и В у електричном колу приказаном на слици?



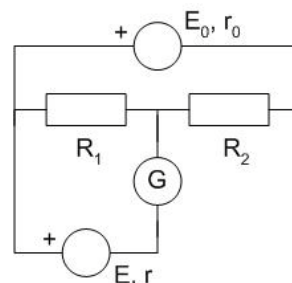
а) $U_{AB} = E \frac{C_1 C_4 + C_2 C_3}{(C_1 + C_2)(C_3 + C_4)}$

б) $U_{AB} = E \frac{C_1 C_4 - C_2 C_3}{(C_1 + C_2)(C_3 + C_4)}$ 9/-3 бодова

в) $U_{AB} = E \frac{C_1 C_3 + C_2 C_4}{(C_1 + C_2)(C_3 + C_4)}$

г) $U_{AB} = E \frac{C_1 C_3 - C_2 C_4}{(C_1 + C_2)(C_3 + C_4)}$

2. Ако је познато да идеалан инструмент у електричном колу приказаном на слици показује да је струја кроз њега једнака нули, колико износи електромоторна сила E реалног напонског генератора у грани са инструментом? Познато је: $R_1=4 \Omega$, $R_2=4,5 \Omega$, док реалан напонски генератор у горњој грани има параметре $E_0=1,5 \text{ V}$ и $r_0=1,5 \Omega$.



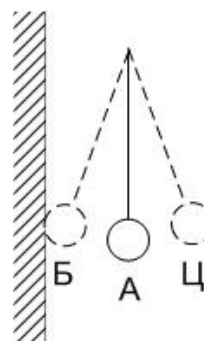
а) зависи од вредности унутрашње отпорности напонског генератора, r

б) $E=0 \text{ V}$

в) $E=0,3 \text{ V}$

г) $E=0,6 \text{ V}$ 8/-4 бодова

3. У близини наелектрисане металне плоче постављена је у положај А лагана метална ненаелектрисана куглица, обешена о нит начињену од изолаторског материјала, као што је приказано на слици. Шта ће се догодити са куглицом?



а) куглица остаје у почетном положају А

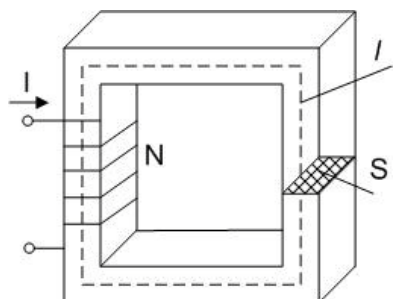
б) куглица се под утицајем дејства електричних сила премешта у положај Ц, а затим враћа у положај А

в) куглица се под утицајем дејства електричних сила премешта у положај Б, и остаје у том положају

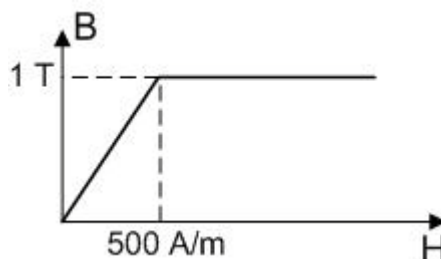
г) куглица се под утицајем дејства електричних сила премешта у положај Б, а затим у положај Ц 6/-2 бодова



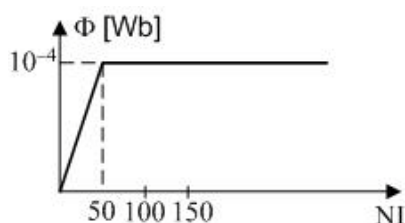
4. Магнетно коло приказано на слици 1, начињено је од материјала чија је идеализована крива магнећења приказана на слици 2. Димензије магнетног кола су $l=0,1\text{ m}$, $S=1\text{ cm}^2$, док побудни намотај има $N=100$ навојака. Може се сматрати да је магнетно поље хомогено, а расипање магнетног флукса занемарљиво. На којој слици је исправно нацртана зависност магнетног флукса од магнетомоторне силе $\Phi = f(NI)$ за дато магнетно коло?



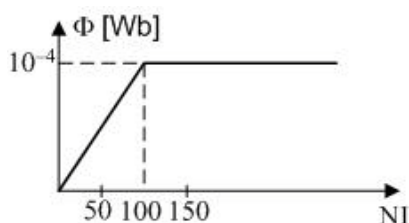
слика 1.



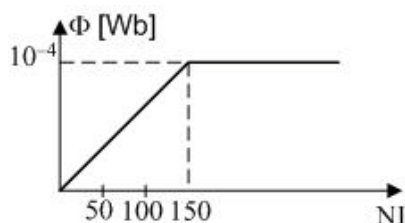
слика 2.



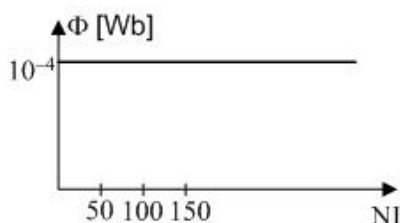
слика а)



слика б)



слика в)



слика г)

а) на слици а) 6/-2 бодова

б) на слици б)

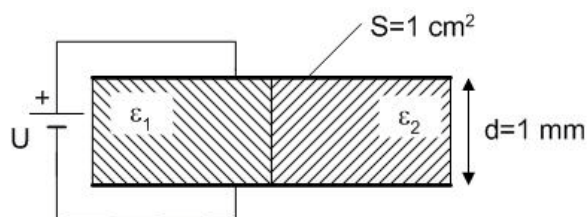
в) на слици в)

г) на слици г)



5. Плочасти кондензатор има два диелектрика, од којих сваки заузима по половину међуелектродног простора, као што је приказано на слици. Релативне диелектричне константе и максимално дозвољене вредности јачине електричног поља у првом и другом диелектрику износе: $\epsilon_{r1}=2$, $\epsilon_{r2}=4$, $E_{\max1}=10 \text{ kV/mm}$ и $E_{\max2}=5 \text{ kV/mm}$.

Одговорити на следећа питања:



- 1) У каквом су односу интензитети вектора јачине електричног поља у првом и другом диелектрику?

a) $E_1=E_2$ 3/-1 бодова

б) $E_1=0.5 E_2$

в) $E_1=2E_2$

г) $E_1=4E_2$

- 2) У ком диелектрику ће пре доћи до пробоја приликом повећавања напона на који је кондензатор прикључен?

а) у првом диелектрику

б) у другом диелектрику 2/-1 бодова

в) у оба диелектрика истовремено

- 3) При којој вредности прикљученог напона наступа пробој у кондензатору?

а) 5 kV 2/-1 бодова

б) 10 kV

в) 15 kV

- 4) Колика је укупна капацитивност кондензатора?

а) $\epsilon_0 (\epsilon_{r1} + \epsilon_{r2}) S/d$

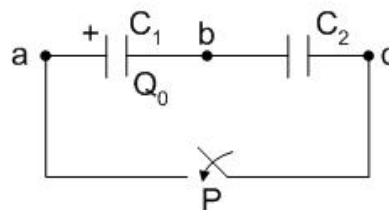
б) $\epsilon_0 (\epsilon_{r1} + \epsilon_{r2}) S/2d$ 3/-1 бодова

в) $\epsilon_0 \epsilon_{r1} \epsilon_{r2} S/d$

г) $\epsilon_0 \epsilon_{r1} \epsilon_{r2} S/2d$



6. Два кондензатора капацитивности $C_1=10\text{C}$ и $C_2=\text{C}$ везана су у коло као што је приказано на слици. Кондензатор капацитивности C_1 има почетно наелектрисање Q_0 , док је кондензатор капацитивности C_2 ненаелектрисан.



Одговорити на следећа питања:

1) Колики је однос напона U_{ab} и U_{cb} после затварања прекидача P ?

a) 1 3/-1 бодова

- б) 10
в) 0.1
г) 11

2) Који ће од кондензатора имати већу количину наелектрисања после затварања прекидача P ?

a) кондензатор капацитивности C_1 4/-2 бодова

- б) кондензатора капацитивности C_2
в) оба кондензатора ће имати једнаке количине наелектрисања

3) Колика је количина наелектрисања кондензатора капацитивности C_2 после затварања прекидача P ?

а) $Q_0/10$

б) $Q_0/11$ 3/-1 бодова

- в) $Q_0/9$
г) $10 Q_0$

4) У ком односу су количине наелектрисања на кондензаторима капацитивности C_1 и C_2 после затварања прекидача P ?

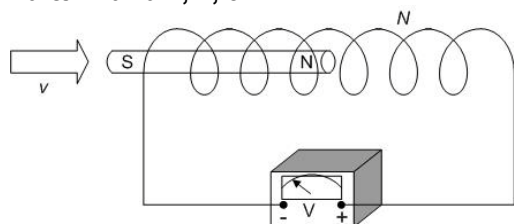
а) 1

б) 10 3/-1 бодова

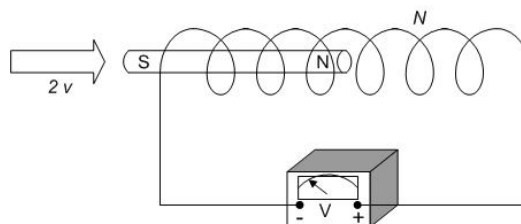
- в) 0.1
г) 11



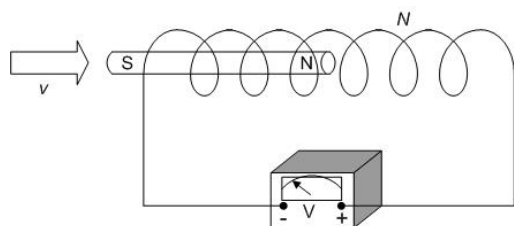
7. Стални магнет увлачи се у завојницу на чије крајеве је прикључен волтметар. На сликама 1 и 2 различите су брзине увлачења магнета у завојницу, а на сликама 3 и 4 различити су бројеви навојака. У каквом су односу показивања волтметара на сликама 1, 2, 3 и 4?



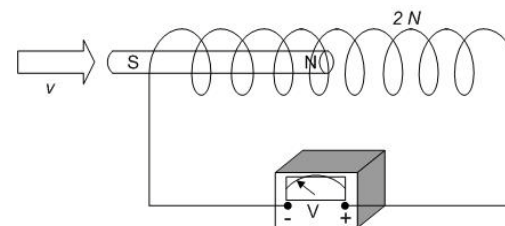
слика 1.



слика 2.



слика 3.



слика 4.

а) волтметар на слици 1 показује већи напон од волтметра на слици 2, и волтметар на слици 3 показује већи напон од волтметра на слици 4

б) волтметар на слици 1 показује мањи напон од волтметра на слици 2, и волтметар на слици 3 показује већи напон од волтметра на слици 4

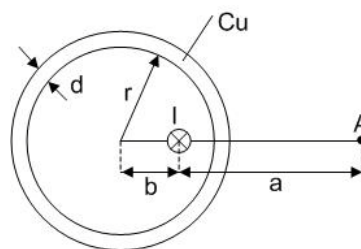
в) волтметар на слици 1 показује већи напон од волтметра на слици 2, и волтметар на слици 3 показује мањи напон од волтметра на слици 4

г) волтметар на слици 1 показује мањи напон од волтметра на слици 2, и волтметар на слици 3 показује мањи напон од волтметра на слици 4

6/-2 бодова



8. Веома дуг праволинијски проводник кроз који протиче струја интензитета I ексцентрично је постављен унутар бакарног шупљег ваљка полупречника r и дебљине d , као што је приказано на слици. Колики је интензитет вектора јачине магнетног поља у тачки А, на удаљености a од праволинијског проводника?



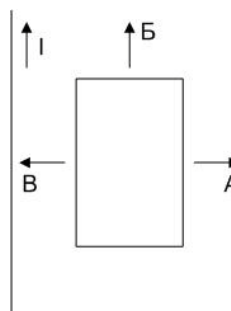
а) $H_A = \frac{I}{2\pi(a-d)}$

б) $H_A = \frac{I}{2\pi(a+b)}$

в) $H_A = \frac{I}{2\pi(a+b-d)}$

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

9. Правоугаона проводна контура налази се у близини праволинијског проводника кроз који протиче струја интензитета I , као што је приказано на слици. Контура се може померати у смеровима А, Б или В. За који смер померања ће се у контури развити за време t највећа количина топлоте, ако претпоставимо исту брзину померања за сва три смера?



а) у смеру А

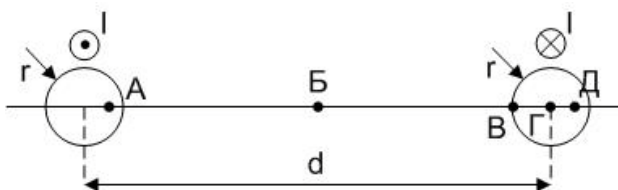
б) у смеру Б

в) у смеру В 5/-2 бодова

г) иста количина топлоте се развија за сва три смера померања



10. Кроз два паралелна веома дуга праволинијска проводника протичу струје истих интензитета, а супротних смерова, као што је приказано на слици. Проводници имају исте полупречнике r , а налазе се на удаљености d , при чему је $d \gg r$.



Одговорити на следећа питања:

1) У којој од означених тачака вектор јачине магнетног поља има највећи интензитет?

- а) у тачки А
б) у тачки Б

в) у тачки В 3/-1 бодова

- г) у тачки Г
д) у тачки Д

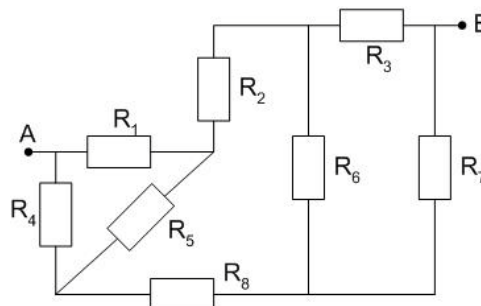
2) У којој од означених тачака вектор јачине магнетног поља може бити једнак нули?

- а) у тачки А
б) у тачки Б
в) у тачки В

г) у тачки Г 4/-2 бодова

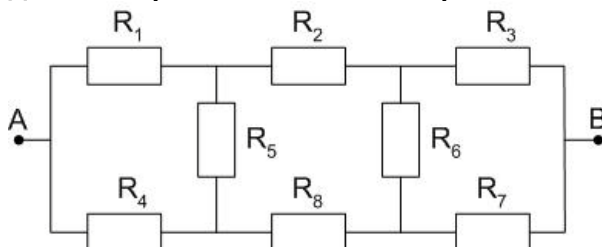
- д) у тачки Д

11. У електричном колу приказаном на слици одредити струје у свим гранама кола. Познато је: $R_1=R_5=R_8=12\ \Omega$, $R_2=R_6=R_7=6\ \Omega$, $R_3=3\ \Omega$, $R_4=24\ \Omega$ и $U_{AB}=84\text{ V}$.



Решење:

Дато електрично коло се може приказати као:



Због $R_1:R_2:R_3=R_4:R_8:R_7$ нема протока струје у гранама са отпорницима отпорности R_5 и R_6 , односно:

$I_5=I_6=0\text{ A}$, 2 бода

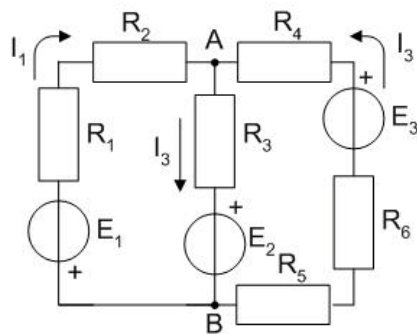
$I_1=I_2=I_3=4\text{ A}$, 3 бода

$I_4=I_8=I_7=2\text{ A}$. 3 бода

(Свака тачно израчуната струја носи по 1 бод.)



12. У електричном колу приказаном на слици одредити струје I_1 и I_2 и електромоторну силу E_1 , ако је познато: $E_2=4\text{ V}$, $E_3=6\text{ V}$, $I_3=1\text{ A}$, $R_1=4\ \Omega$, $R_2=2\ \Omega$, $R_3=8\ \Omega$, $R_4=5\ \Omega$, $R_5=2\ \Omega$ и $R_6=3\ \Omega$.



Решење:

$$U_{AB} = E_3 - I_3(R_4 + R_5 + R_6) = -4\text{ V}$$

$$I_2 = \frac{U_{AB} - E_2}{R_3} = -1\text{ A}$$

5 бодова

$$I_1 = I_2 - I_3 = -2\text{ A}$$

5 бодова

$$E_1 = -U_{AB} - I_1(R_1 + R_2) = 16\text{ V}$$

5 бодова









МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
ЗАЈЕДНИЦА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ



**СЕДАМНАЕСТО РЕПУБЛИЧКО
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 -1	4 -1	5 -2	8	4 -1	7	10	10	9	4 -1	4 -1	6	6	10	10	100 -7

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

а) $U \cdot \varepsilon_r$ **3/-1 бод**

б) U/ε_r

в) U

г) 0



2. На слици су приказана два тачкаста наелектрисања, једнака по апсолутним вредностима, а различитог знака. Потенцијал тачке А је:



а) позитиван

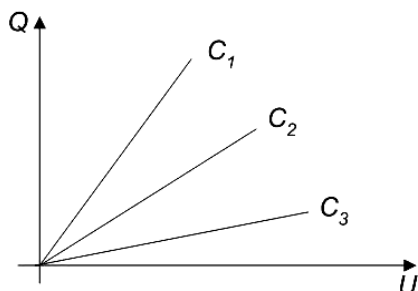
б) негативан **4/-1 бод**

в) једнак нули

г) поларитет се не може одредити на основу датих података



3. Кондензатори капацитивности C_1 , C_2 и C_3 чије су карактеристике $Q=f(U)$ дате на слици, везани су редно и прикључени на извор једносмерног напона U . На ком кондензатору је напон највећи:



а) на кондензатору капацитивности C_1

б) на кондензатору капацитивности C_2

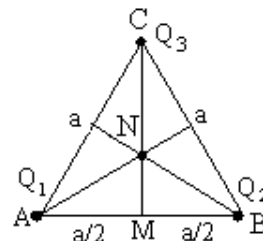
в) на кондензатору капацитивности C_3 **5/-2 бода**

г) напони на свим кондензаторима су једнаки.





4. Тачкаста наелектрисања Q_1 , $Q_2=2\cdot 10^{-11}$ С и $Q_3=-4\cdot 10^{-11}$ С смештена су у теменима једнакостраничног троугла, страница дужине $a = 10$ см, као што је приказано на слици. Одредити непознато наелектрисање Q_1 тако да напон између тачака N и M буде $U_{NM}=-1,8$ V.



Решење:

$$V_N = \frac{\sqrt{3}}{4\pi\epsilon_0 a} (Q_1 + Q_2 + Q_3)$$

1 бод

$$V_N = \frac{1}{2\pi\epsilon_0 a} \left(Q_1 + Q_2 + \frac{\sqrt{3}}{3} Q_3 \right)$$

1 бод

$$U_{NM} = V_N - V_M = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 a} \left((\sqrt{3}-2)Q_1 + (\sqrt{3}-2)Q_2 + \frac{\sqrt{3}}{3}Q_3 \right) \Rightarrow$$

1 бод

$$Q_1 = -3,15 \cdot 10^{-11} \text{ С}$$

5 бодова



5. Јачину струје у проводнику и количину ослобођене топлотне енергије у неком временском интервалу повезује следећа релација:

а) топлотна енергија сразмерна је јачини струје и временском интервалу у коме се процес посматра

б) топлотна енергија сразмерна је квадрату јачине струје и временском интервалу у коме се процес посматра **4/-1 бод**

в) топлотна енергија сразмерна је јачини струје и обрнуто сразмерна временском интервалу у коме се процес посматра

г) топлотна енергија сразмерна је квадрату јачине струје и обрнуто сразмерна временском интервалу у коме се процес посматра



6. Генератор електромоторне силе $E=1,2$ V претвори енергију од 1000 J у електричну енергију при одржавању сталне једносмерне струје у колу. Колика количина наелектрисања при томе протекне кроз генератор?

Решење:

$$q = 833,3 \text{ С}$$

7 бодова





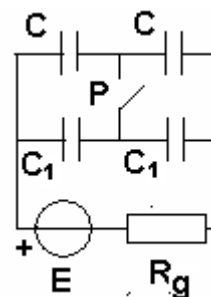
7. Редна веза две сијалице прикључена је на извор једносмерног напона. Ако се паралелно једној од сијалица веже и трећа сијалица, да ли ће се јачина осветљаја сијалица променити и ако да објаснити како? Сматрати да су отпорности свих сијалица једнаке, као и да се отпорност сијалице не мења са променом јачине струје.

Решење:

Сијалица којој је прикључена паралелно још једна смањује осветљај, док сијалица која је редно везана са паралелном везом две сијалице повећава осветљај због повећања струје услед смањења укупне отпорности. **10 бодова (5+5)**



8. Како се мењају оптерећености свих кондензатора у колу приказаном на слици када се затвори прекидач Р? Претпоставити да су оптерећености свих кондензатора једнаке нули пре прикључивања на извор једносмерног напона.



Решење:

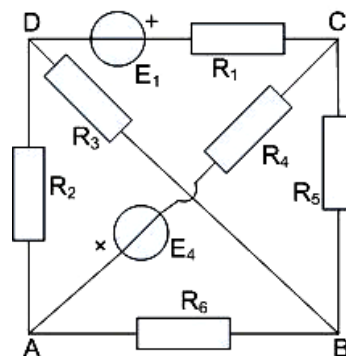
Прекидач Р везан је за тачке које су на истом потенцијалу, напон између крајева отвореног прекидача Р једнак је нули, након затварања прекидача кроз њега неће постојати струја, из чега следи да се оптерећености кондензатора неће променити.

10 бодова





9. У колу приказаном на слици познато је: $U_{AB}=5\text{ V}$, $U_{AC}=8\text{ V}$, $U_{AD}=9\text{ V}$, $R_1=1\ \Omega$, $R_2=3\ \Omega$, $R_3=2\ \Omega$, $R_5=3\ \Omega$, $E_4=9\text{ V}$. Одредити јачине струја у свим гранама кола, као и непознате отпорности отпорника R_4 и R_6 и емс напонског генератора E_1 .



Решење:

$$I_2 = \frac{U_{AD}}{R_2} = 3\text{ A} \quad \text{1 бод}$$

$$I_3 = \frac{U_{AB} - U_{AD}}{R_3} = -2\text{ A} \quad \text{1 бод}$$

$$I_5 = \frac{U_{AC} - U_{AB}}{R_5} = -1\text{ A} \quad \text{1 бод}$$

На основу првог КЗ:

$$I_1 = 5\text{ A} \quad \text{1 бод}$$

$$I_4 = 6\text{ A} \quad \text{1 бод}$$

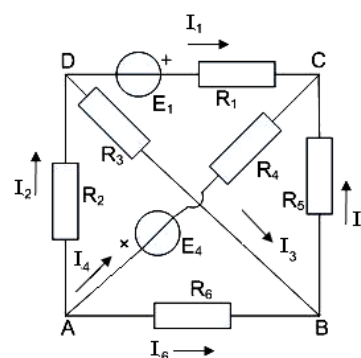
$$I_6 = 3\text{ A} \quad \text{1 бод}$$

Непознате отпорности и емс су:

$$U_{AC} = -R_4 I_4 + E_4 \Rightarrow R_4 = 1/6\ \Omega \quad \text{1 бод}$$

$$U_{DC} = R_1 I_1 - E_1 \Rightarrow E_1 = 6\text{ V} \quad \text{1 бод}$$

$$U_{AB} = R_6 I_6 \Rightarrow R_6 = 5/3\ \Omega \quad \text{1 бод}$$



10. Електромагнетна сила има највећи интензитет када је угао између правца проводника и вектора магнетне индукције страног магнетног поља једнак:

а) 90° ; 4/1 бод

б) 0° ;

в) 180° ;

г) 45° .



11. Са повећањем јачине магнетног поља:

- а) релативна магнетна пропустљивост дијамагнетних материјала се мења;
- б) релативна магнетна пропустљивост парамагнетних материјала се мења;
- в) релативна магнетна пропустљивост феромагнетних материјала се мења **4/-1 бод**
- г) релативна магнетна пропустљивост дијамагнетних, парамагнетних и феромагнетних материјала се мења

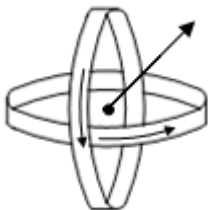


12. Два метална прстена истих полупречника постављена су нормално један у односу на други тако да им се центри поклапају, као што је приказано на слици. Кроз прстенове протичу струја истих интензитета, смерова означених на слици. Уцртати правац и смер резултујућег вектора магнетне индукције. Одговор образложити.



Решење:

6 бодова



13. Два соленоида истих димензија праве се са различитим језгрима. Први има језгро од неферомагнетског материјала ($\mu_{r1} = 1$), а други феромагнетско језгро ($\mu_{r2} = 2500$). Колики треба да буде однос броја намотаја ова два соленоида N_1/N_2 да би они имали исту индуктивност?

Решење:

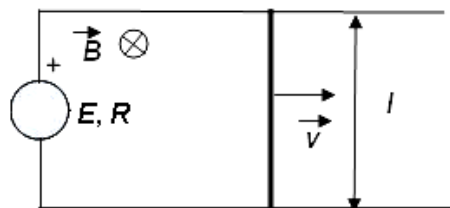
$$N_1/N_2 = 50$$

6 бодова





14. У хомогеном магнетном пољу индукције $B=1,2\text{ Т}$ (правца и смера означеног на слици), у ваздуху, налазе се паралелне металне шине занемарљиве отпорности. Преко паралелних шина постављен је метални штап, дужине $l=40\text{ cm}$ и отпорности $R_p=0,6\ \Omega$, који се креће константном брзином $v=1\text{ m/s}$ у смеру означеном на слици. На један крај шина везан је генератор једносмерне емс $E=2\text{ V}$ и унутрашње отпорности $R=0,6\ \Omega$.



- а) Одредити јачину и смер струје у колу
 б) Да ли би се (и ако да како) променио интензитет и/или смер струје у колу ако би се проводник кретао истом брзином, али у супротном смеру?
 в) Одредити јачину и смер струје у колу ако се проводник не креће

Решење:

а) $I = \frac{E - Blv}{R + R_p} = 1,52\text{ A}$, смер означен на

слици **4 бода (3+1)**

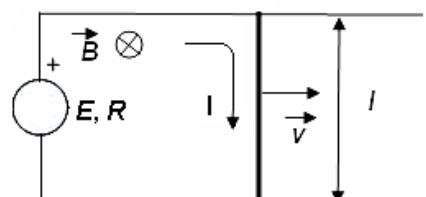
- б) мења се интензитет струје

$I = \frac{E + Blv}{R + R_p} = 2,48\text{ A}$, а смер остаје исти

4 бода (3+1)

в) $I = \frac{E}{R + R_p} = 2\text{ A}$, смер исти

2 бода (1+1)



15. Одредити јачину магнетног поља у средишту калема сачињеног од $N=40$ навојака танке жице, кроз коју протиче струја јачине $I=3\text{ A}$ у случајевима када:

- а) је дужина калема 10 cm
 б) се жица од које је калем начињен развуче тако да дужина калема постане 20 cm
 в) се у калем дужине 10 cm увуче гвоздено језгро дужине 10 cm
 г) се у калем дужине 10 cm увуче гвоздено језгро дужине 20 cm

Решење:

а) $H=1200\text{ A/m}$

1 бод

б) $H=600\text{ A/m}$

2 бода

в) $H=1200\text{ A/m}$

3 бода

г) $H=600\text{ A/m}$

4 бода



МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
ЗАЈЕДНИЦА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ



ОСАМНАЕСТО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ

РЕШЕЊА ИЗ ОСНОВА ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ ЗА УЧЕНИКЕ ПРВОГ РАЗРЕДА

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

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

јун 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.

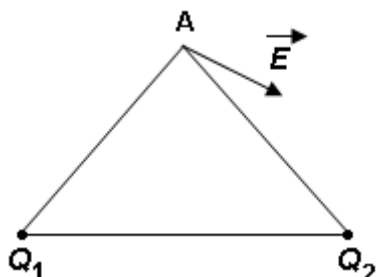
Уколико нисте потпуно сигурни који од предложених одговора на постављено питање треба заокружити, таква питања треба оставити без одговора. Тако се не добијају бодови “на срећу”, али се сигурно избегавају негативни бодови.

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. Два тачкаста наелектрисања Q_1 и Q_2 налазе се у теменима троугла, у ваздуху, као што је приказано на слици. Који услов морају задовољити Q_1 и Q_2 да би вектор јачине електричног поља у темену А имао правац и смер као на слици?



a) $|Q_1| < |Q_2|$, $Q_1 > 0$, $Q_2 < 0$

б) $|Q_1| > |Q_2|$, $Q_1 > 0$, $Q_2 < 0$

в) $|Q_1| < |Q_2|$, $Q_1 < 0$, $Q_2 > 0$

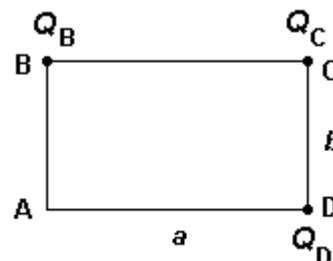
г) $|Q_1| = |Q_2|$, $Q_1 > 0$, $Q_2 < 0$

д) $|Q_1| < |Q_2|$, $Q_1 < 0$, $Q_2 > 0$

5/-2



2. Три тачкаста наелектрисања $Q_B = -2$ pC, $Q_C = 16$ pC и $Q_D = 5$ pC смештена су у теменима В, С и D правоугаоника страница $a = 10\sqrt{3}$ cm и $b = 10$ cm, у ваздуху, као што је приказано на слици. Одредити интензитет, правац и смер вектора јачине електричног поља у темену А правоугаоника.

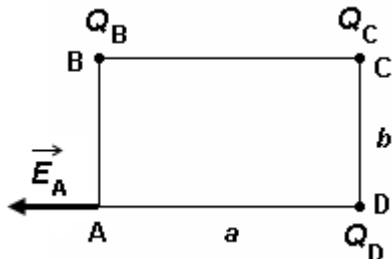


Решење:

Интензитет вектора јачине електричног поља у тачки А је $E_A = 4.62$ V/m а правац и смер као на слици.

6 бодова

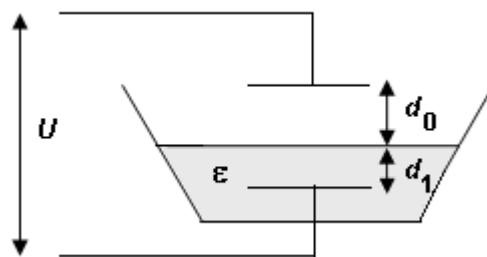
1+1 бод





3. У посуду у којој се налази раван ваздушни кондензатор, прикључен на стални напон U , улива се уље диелектричне константе ϵ , као што је приказано на слици.

- а) Одредити однос електростатичких енергија кондензатора пре и после доливања уља.
 б) Како се промени јачина електричног поља у ваздушном делу кондензатора након доливања уља?
 в) Ако се постепено долива све већа количина уља у посуду, како се даље мења јачина електричног поља у ваздушном делу кондензатора? Одговор образложити.



Решење:

$$а) \frac{W_{e, posle}}{W_{e, pre}} = \frac{C_{posle}}{C_{pre}} = \frac{d\epsilon_r}{d_0\epsilon_r + d_1} = \frac{(d_0 + d_1)\epsilon_r}{d_0\epsilon_r + d_1}$$

5 бодова

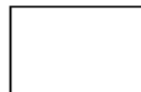
$$б) U = E_0^{(pre)} \cdot d = E_0^{(posle)} \cdot d_0 + E_1 d_1 = E_0^{(posle)} \left(d_0 + \frac{d_1}{\epsilon_r} \right) \Rightarrow$$

$$U = E_0^{(pre)} \cdot d = E_0^{(posle)} \cdot d_0 + E_1 d_1 = E_0^{(posle)} \left(d_0 + \frac{d_1}{\epsilon_r} \right) \Rightarrow$$

$$E_0^{(posle)} = \frac{d_0 + d_1}{d_0 + \frac{d_1}{\epsilon_r}} \cdot E_0^{(pre)}$$

5 бодова

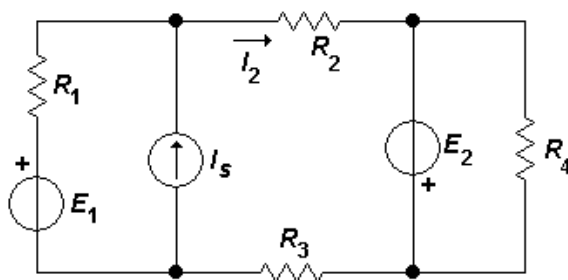
- в) Са порастом нивоа уља јачина поља у ваздушном делу кондензатора расте. 2 бода



4. У електричном колу приказаном на слици познато је: $E_1=12\text{ V}$, $E_2=6\text{ V}$, $I_s=0.52\text{ A}$, $R_1=0.1\ \Omega$, $R_3=2.8\ \Omega$ и $R_4=2.2\ \Omega$.

- а) Одредити отпорност отпорника R_2 ако је познато да кроз њега протиче струја интензитета $I_2=1.72\text{ A}$.

- б) Одредити интензитете струја у свим гранама кола.



Решење:

$$а) I_1 = I_2 - I_s = 1.2\text{ A} \quad 1 \text{ бод}$$

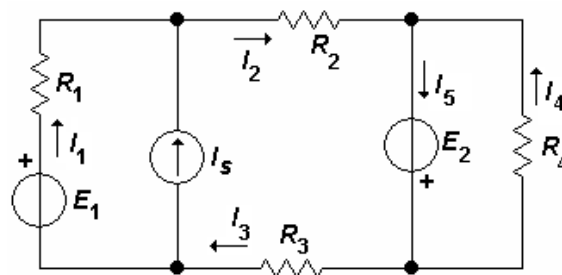
$$I_3 = I_1 + I_s = I_2 = 1.72\text{ A} \quad 1 \text{ бод}$$

$$U_{R2} = E_2 - R_3 I_3 + E_1 - R_1 I_1 = 13.064\text{ V}$$

$$R_2 = U_{R2} / I_2 = 7.59\ \Omega \quad 2 \text{ бода}$$

$$б) I_4 = E_2 / R_4 = 2.73\text{ A} \quad 1 \text{ бод}$$

$$I_5 = I_3 + I_4 = 4.45\text{ A} \quad 1 \text{ бод}$$





5. На акумулаторску батерију унутрашње отпорности $r = 0.01 \Omega$ прикључен је потрошач отпорности $R = 10 \Omega$. Волтметар показује исти напон и у случају редног и у случају паралелног везивања са потрошечем. Одредити унутрашњу отпорност волтметра R_v .

Решење:

У случају редног и паралелног везивања са потрошачем напони које показује волтметар су:

$$U_{V1} = \frac{R_v}{R_v + R + r} E \quad 3 \text{ бода}$$

$$U_{V2} = \frac{R P R_v}{r + R P R_v} E \quad 3 \text{ бода}$$

а њиховим изједначавањем добија се:

$$R_v = R^2 / r = 10 \text{ k}\Omega \quad 2 \text{ бода}$$



6. Одредити струју кратког споја акумулаторске батерије, ако је познато да при прикључењу потрошача снаге 10 W измерена струја у колу износи 1 A , док при прикључењу потрошача снаге 15 W измерена струја у колу износи 2 A .

Решење:

При прикључењу потрошача снаге 10 W је:

$$I_1 = \frac{E}{R_1 + r_g}, \quad R_1 = \frac{P_1}{I_1^2} \quad 2 \text{ бода}$$

При прикључењу потрошача снаге 15 W је:

$$I_2 = \frac{E}{R_2 + r_g}, \quad R_2 = \frac{P_2}{I_2^2} \quad 2 \text{ бода}$$

На основу претходних једначина је:

$$r_g = \frac{I_1 R_1 - I_2 R_2}{I_2 - I_1}, \quad E = I_1 I_2 \frac{R_1 - R_2}{I_2 - I_1} \quad 2+2 \text{ бода}$$

$$\text{Струја кратког споја је: } I_{ks} = \frac{E}{r_g} = \frac{P_1 I_2^2 - P_2 I_1^2}{P_1 I_2 - P_2 I_1} = 5 \text{ A} \quad 2 \text{ бода}$$



7. На аутомобилски акумулатор електромоторне силе $E = 12.6 \text{ V}$ и унутрашње отпорности $R_u = 0.04 \Omega$, преко проводника укупне отпорности $R_p = 0.3 \Omega$, прикључује се сијалица отпорности $R_s = 7 \Omega$. Одредити промену напона на сијалици и промену снаге сијалице након прикључивања електропокретача еквивалентне отпорности $R_{ep} = 0.1 \Omega$, затварањем прекидача P .

Решење:

Пре затварања прекидача је:

$$I = \frac{E}{R_u + R_p + R_s} = 1.717 \text{ A}$$

$$P_s = R_s I^2 = 20.63 \text{ W}, \quad U_s = R_s I = 12.02 \text{ V} \quad 1+1 \text{ бод}$$

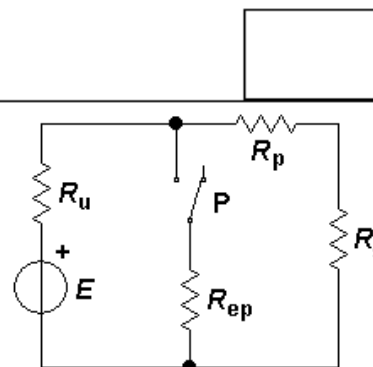
Након затварања прекидача је:

$$I' = \frac{E}{R_u + R_{ep} P (R_p + R_s)} = 90.88 \text{ A}, \quad I'_s = \frac{R_{ep}}{R_p + R_s + R_{ep}} I' = 1.228 \text{ A}$$

$$P'_s = R_s I_s'^2 = 10.56 \text{ W}, \quad U'_s = R_s I'_s = 8.6 \text{ V} \quad 2+2 \text{ бода}$$

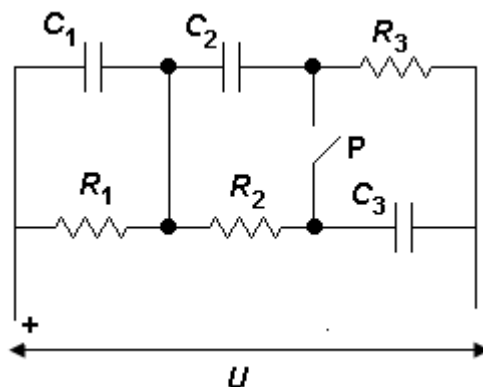
Тражене промене су:

$$\Delta P_s = P'_s - P_s = -10.07 \text{ W}, \quad \Delta U_s = U'_s - U_s = -3.42 \text{ V} \quad 1+1 \text{ бод}$$





8. У електричном колу приказаном на слици, при отвореном прекидачу Р успостављено је стационарно стање. Након затварања прекидача Р успоставља се ново стационарно стање. Одредити промену количине електрицитета од тренутка затварања прекидача до успостављања новог стационарног стања, ако је познато: $C_1=40 \text{ nF}$, $C_2=60 \text{ nF}$, $C_3=50 \text{ nF}$, $R_1=R_3=100 \text{ }\Omega$, $R_2=50 \text{ }\Omega$, $U=500 \text{ V}$.



Решење:

При отвореном прекидачу Р је:

$$U_{C1(o)} = 0, U_{C2(o)} = U_{C3(o)} = U \quad 1+1+1 \text{ бод}$$

При затвореном прекидачу Р је:

$$U_{C1(z)} = R_1 I = R_1 \frac{U}{R_1 + R_2 + R_3} = 200 \text{ V} \quad 1 \text{ бод}$$

$$U_{C2(z)} = R_2 I = 100 \text{ V} \quad 1 \text{ бод}$$

$$U_{C3(z)} = R_3 I = 200 \text{ V} \quad 1 \text{ бод}$$

Промене количине електрицитета на појединим кондензаторима су:

$$q_1 = \Delta Q_1 = C_1 \Delta U_{C1} = 8 \text{ }\mu\text{C} \quad 2 \text{ бода}$$

$$q_2 = \Delta Q_2 = C_2 \Delta U_{C2} = -24 \text{ }\mu\text{C} \quad 2 \text{ бода}$$

$$q_3 = \Delta Q_3 = C_3 \Delta U_{C3} = -15 \text{ }\mu\text{C} \quad 2 \text{ бода}$$



9. За електрично коло приказано на слици

а) написати систем једначина (потребних и довољних) за решавање кола директном применом Кирхофових закона
б) и на основу тога одредити струје у свим гранама кола.
Познато је: $E_1=15 \text{ V}$, $E_2=30 \text{ V}$, $E_3=45 \text{ V}$, $R_1=3 \text{ }\Omega$, $R_2=R_3=2 \text{ }\Omega$.

Решење:

а) Систем једначина: 2 бода

$$(1) -E_2 + E_1 + R_1 I_1 - R_2 I_2 = 0$$

$$(2) -E_3 + E_2 + R_2 I_2 + R_3 I_3 = 0$$

$$(3) I_1 + I_2 = I_3$$

$$\text{б) Из (1) се добија: } I_1 = \frac{R_2 I_2 + E_2 - E_1}{R_1} \quad (4)$$

$$\text{из (2) се добија: } I_3 = \frac{-R_2 I_2 + E_3 - E_2}{R_3} \quad (5)$$

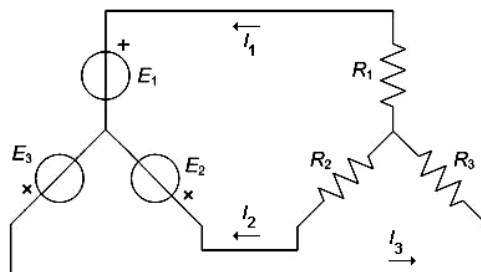
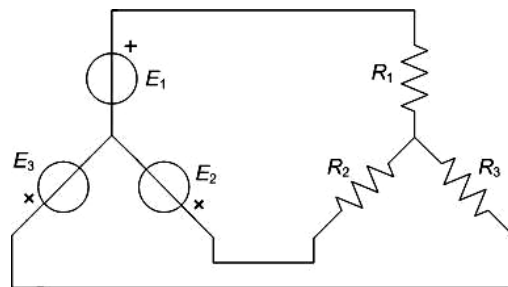
Заменом (4) и (5) у (3) добија се:

$$I_2 = \frac{15}{16} \text{ A} = 0.9375 \text{ A} \quad (6) \quad 2 \text{ бода}$$

Заменом (6) у (4) и (5) добија се:

$$I_1 = \frac{45}{8} \text{ A} = 5.625 \text{ A} \quad 2 \text{ бода}$$

$$I_2 = \frac{105}{16} \text{ A} = 6.5625 \text{ A} \quad 2 \text{ бода}$$





10. Код феромагнетног кола са ваздушним процепом енергија магнетног поља локализована у феромагнетном материјалу (W_f) и енергија магнетног поља локализована у ваздушном процепу (W_0) су у релацији:

а) $W_0 \gg W_f = 0$

☒ б) $W_0 \gg W_f$ 5/-2

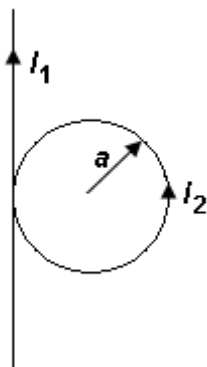
в) $W_f \gg W_0 = 0$

г) $W_f \gg W_0$

д) $W_0 = W_f$



11. Неограничено дуг прав проводник кроз који протиче струја интензитета I_1 и кружна контура полупречника a кроз коју протиче струја интензитета I_2 налазе се у истој равни. као што је приказано на слици. Који услов треба да задовоље интензитети ових струја да би вектор магнетне индукције у центру кружне контуре имао интензитет нула:



а) $I_1 = 2\pi I_2$

☒ б) $I_1 = \pi I_2$ 6/-2

в) $I_1 = 2aI_2$

г) $I_1 = aI_2$

д) $I_1 = I_2$

ђ) $I_2 = 2\pi I_1$

е) $I_2 = \pi I_1$

ж) $I_2 = 2aI_1$

з) $I_2 = aI_1$

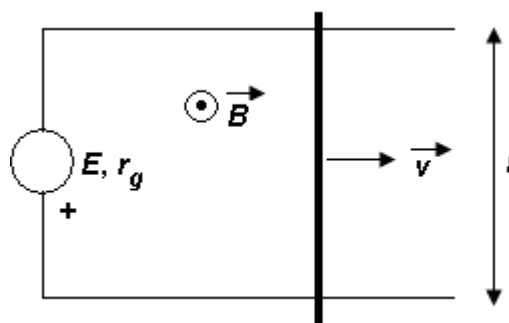
ј) за дате услове интензитет не може бити нула

Ако би струја I_2 била супротног смера (у односу на смер уцртан на слици), који би у том случају био тачан одговор? j) 2/-1





12. Две паралелне непокретне проводне шине занемарљиве отпорности, налазе се у хомогеном магнетном пољу индукције $B=0.5\text{ T}$, на међусобном растојању $l=2\text{ m}$. Дуж шина, нормално на њих, клизи проводна шипка отпорности $R=1.5\ \Omega$, брзином $v=3\text{ m/s}$, у смеру означеном на слици. Шине су на другом крају затворене генератором електромоторне силе $E=4\text{ V}$ и унутрашње отпорности $r_g=0.5\ \Omega$.



а) Одредити интензитет и смер струје у колу

б) Како би се променио интензитет и смер струје у колу ако би се шипка зауставила?

в) Како би се променио интензитет и смер струје у колу ако би се шипка кретала истом брзином, али супротног смера од назначеног?

г) Како би се променио интензитет и смер струје у колу ако би смер вектора магнетне индукције био супротан од смера уцртаног на слици, под условом да се шина креће брзином као у а) ?

Решење:

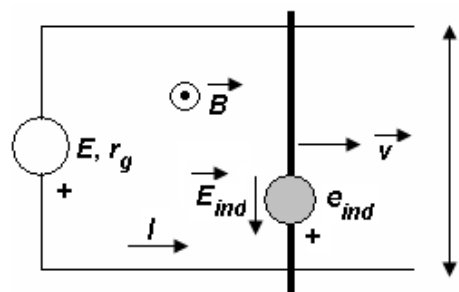
а) $I = \frac{E - e_{ind}}{R + r_g} = \frac{E - vBl}{R + r_g} = 0.5\text{ A}$, смера као на слици 3+1 бод

б) $I = \frac{E}{R + r_g} = 2\text{ A}$, смера као у а) 1+1 бод

в) услед промене смера индуковане емс је:

$I = \frac{E + e_{ind}}{R + r_g} = \frac{E + vBl}{R + r_g} = 3.5\text{ A}$, смера као у а) 1+1 бод

г) исти као в) 1+1 бод





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



ДВАДЕСЕТ ДРУГО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ

РЕШЕЊА

ИЗ

ОСНОВА ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ

ЗА УЧЕНИКЕ ПРВОГ РАЗРЕДА

Број задатка

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

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. Који од понуђених услова треба да задовоље наелектрисања Q_1 , Q_2 и Q_3 да би вектор електричног поља у тачки A имао правац и смер као на слици?

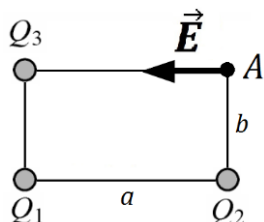
а) $Q_1 > 0$ $Q_2 < 0$ $Q_3 > 0$

б) $Q_1 < 0$ $Q_2 > 0$ $Q_3 < 0$ 6/-2

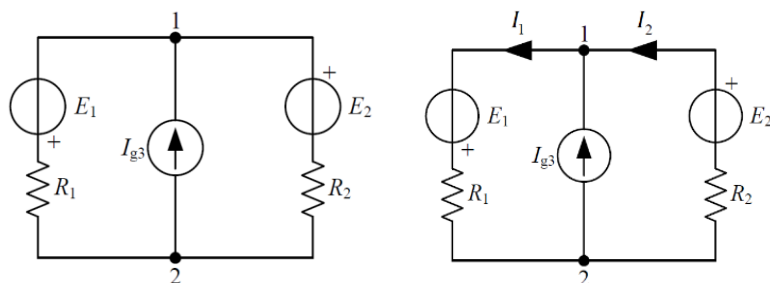
в) $Q_1 < 0$ $Q_2 < 0$ $Q_3 > 0$

г) $Q_1 > 0$ $Q_2 > 0$ $Q_3 > 0$

- д) вектор електричног поља у тачки A не може имати правац и смер као на слици



2. У колу сталне струје са слике $E_1 = 36 \text{ V}$, $E_2 = 40 \text{ V}$, $R_1 = 400 \Omega$ и $R_2 = 200 \Omega$. Израчунати опсег струје I_{g3} за који се оба идеална напонска генератора понашају као генератори.



Уколико усвојимо смерове струја као на слици, снаге које дају идеални напонски генератори су $P_{E_1} = E_1 I_1$ и $P_{E_2} = E_2 I_2$. Да би се ови генератори понашали као генератори, треба да важи $P_{E_1} > 0$ и $P_{E_2} > 0$. С обзиром на то да је $E_1 > 0$ и $E_2 > 0$, услов задатка ће бити испуњен ако је $I_1 > 0$ и $I_2 > 0$. 2 бода

$$I_1 = I_2 + I_{g3}$$

$$R_1 I_1 - E_1 - E_2 + R_2 I_2 = 0$$

$$\Rightarrow R_1 (I_2 + I_{g3}) - E_1 - E_2 + R_2 I_2 = 0 \quad \Rightarrow \quad I_2 = \frac{E_1 + E_2 - R_1 I_{g3}}{R_1 + R_2} \quad 2 \text{ бода}$$

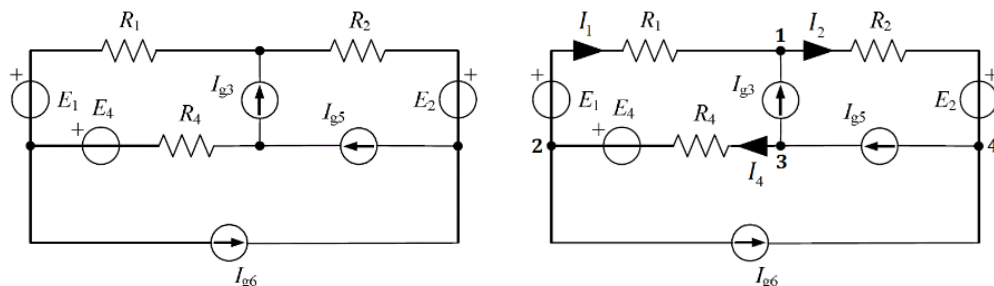
$$I_1 = I_2 + I_{g3} = \frac{E_1 + E_2 + R_2 I_{g3}}{R_1 + R_2} \quad 2 \text{ бода}$$

Заменом бројних вредности, из услова $I_2 > 0$ се добија да је $I_{g3} < 190 \text{ mA}$, док се из услова $I_1 > 0$ се добија да је $I_{g3} > -380 \text{ mA}$. Дакле, $-380 \text{ mA} < I_{g3} < 190 \text{ mA}$. 2 бода





3. За коло приказано на слици познато је $E_1 = 10 \text{ V}$, $E_2 = 40 \text{ V}$, $E_4 = 20 \text{ V}$, $I_{g5} = 20 \text{ mA}$, $I_{g6} = -10 \text{ mA}$, $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 2 \text{ k}\Omega$ и $R_4 = 3 \text{ k}\Omega$. Снага отпорника R_1 је $P_{R_1} = 100 \text{ mW}$. Израчунати струју струјног генератора I_{g3} .



$$P_{R_1} = R_1 I_1^2 \Rightarrow I_1^2 = \frac{P_{R_1}}{R_1} \Rightarrow I_1^{(1)} = 10 \text{ mA} \text{ и } I_1^{(2)} = -10 \text{ mA}$$

1 бод 1.5 бод 1.5 бод

Први Кирхофов закон за чвор 3: $I_4 = I_{g5} - I_{g3}$

Први Кирхофов закон за чвор 2: $I_4 = I_1 + I_{g6}$

$$\Rightarrow I_{g5} - I_{g3} = I_1 + I_{g6} \Rightarrow I_{g3} = I_{g5} - I_1 - I_{g6}$$

$$I_{g3}^{(1)} = I_{g5} - I_1^{(1)} - I_{g6} = 20 \text{ mA} - 10 \text{ mA} + 10 \text{ mA} = 20 \text{ mA} \quad 2 \text{ бода}$$

$$I_{g3}^{(2)} = I_{g5} - I_1^{(2)} - I_{g6} = 20 \text{ mA} + 10 \text{ mA} + 10 \text{ mA} = 40 \text{ mA} \quad 2 \text{ бода}$$



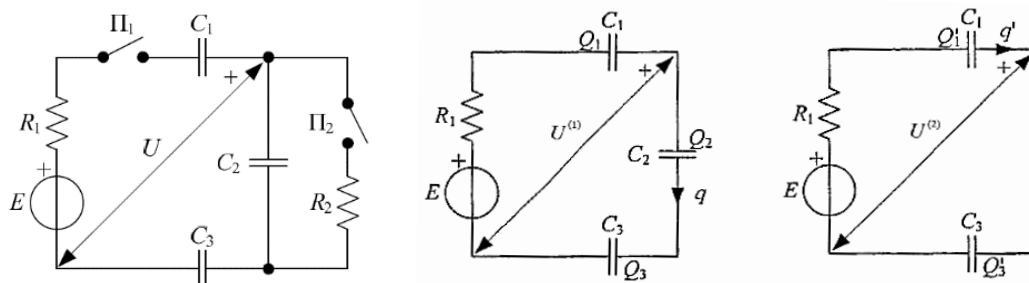
4. Површина попречног пресека проводника ваздушног двожишног вода је S , а специфична отпорност је ρ . На једном крају вод је прикључен на генератор сталног напона U . Због квара, проводници вода су међусобно кратко спојени на непознатом растојању од генератора. У циљу локализације квара, амперметром унутрашње отпорности R_A измерена је јачина струје у воду, I . Одредити растојање од почетка вода до места кратког споја.

Јачина струје у воду је $I = \frac{U}{R_A + 2R}$ (3 бода), где је R отпорност једног проводног вода од почетка до места кратког споја. Користећи се изразом за отпорност танког жичаног проводника, $R = \rho \frac{l}{S}$ (3 бода), за растојање до места кратког споја добија се $l = \frac{S}{2\rho} \left(\frac{U}{I} - R_A \right)$ (2 бода).





5. У колу са слике познато је $E = 2100 \text{ V}$, $R_1 = 100 \Omega$, $R_2 = 200 \Omega$, $C_1 = 1 \mu\text{F}$, $C_2 = 2 \mu\text{F}$ и $C_3 = 500 \text{ nF}$. Прекидачи Π_1 и Π_2 су затворени, а кондензатори су неоптерећени. Најпре се затвори прекидач Π_1 и успостави се прво стационарно стање. Затим се затвори и прекидач Π_2 , и успостави се друго стационарно стање. Најзад се прекидач Π_2 поново отвори. Израчунати напон U у сва три случаја.



По затварању прекидача Π_1 , проток кроз коло је q . Кондензатори су били неоптерећени пре затварања прекидача, па су коначне оптерећености кондензатора једнаке протоку: $Q_1 = Q_2 = Q_3 = q$. Важи следеће:

$$E - \frac{Q_1}{C_1} - \frac{Q_2}{C_2} - \frac{Q_3}{C_3} = 0 \Rightarrow q \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \right) = E \Rightarrow q = \frac{E}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}} \quad 1.5 \text{ бод}$$

Тражени напон је:

$$U^{(1)} = \frac{Q_2}{C_2} + \frac{Q_3}{C_3} = q \left(\frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \right) = \frac{\frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}} E = 1500 \text{ V} \quad 1.5 \text{ бод}$$

Када се отвори и прекидач Π_2 , кондензатор C_2 се испразни кроз отпорник R_2 , а напон тог кондензатора падне на нулу. Од тренутка затварања тог прекидача, па до успостављања новог стационарног стања, кроз генератор протекне наелектрисање q' . Проток је исти кроз оба кондензатора C_1 и C_3 , па су коначне оптерећености тих кондензатора $Q'_1 = Q_1 + q'$ и $Q'_3 = Q_3 + q'$. За коло сада важи:

$$E - \frac{Q'_1}{C_1} - \frac{Q'_3}{C_3} = 0 \Rightarrow (q' + q) \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_3} \right) = E \Rightarrow Q'_1 = Q'_3 = q' + q = \frac{E}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_3}} \quad 1.5 \text{ бод}$$

Тражени напон је:

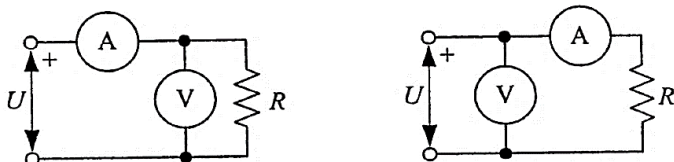
$$U^{(2)} = \frac{Q'_3}{C_3} = \frac{\frac{1}{C_3}}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_3}} E = 1400 \text{ V} \quad 1.5 \text{ бод}$$

Када се прекидач Π_2 поново отвори, у колу се неће ништа променити, неће постојати проток кроз коло, а напон ће остати $U^{(3)} = U^{(2)} = 1400 \text{ V}$. 3 бода





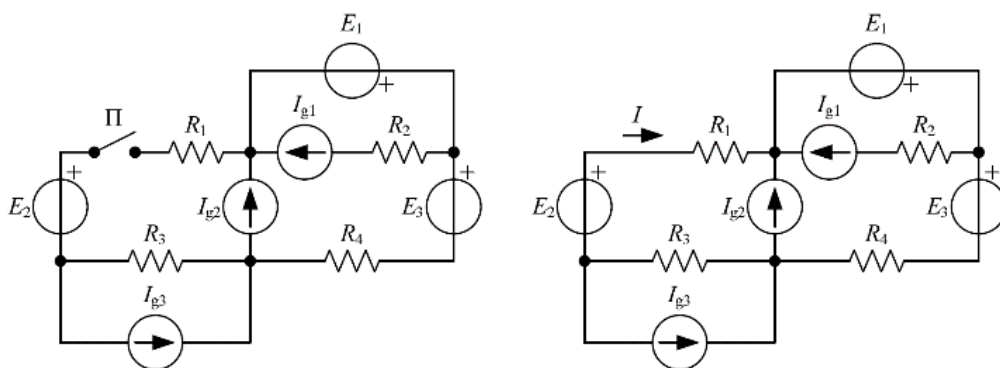
6. Потрошач отпорности $R = 100 \Omega$ прикључен је на стални напон $U = 100 V$. На располагању су волтметар унутрашње отпорности $R_V = 10 k\Omega$ и амперметар унутрашње отпорности $R_A = 10 m\Omega$, који се везују према шемама датим на слици. Одредити отпорност потрошача мерену према првој и другој шеми (преко количника напона волтметра и јачине струје амперметра).



У колу са прве шеме, јачина струје амперметра је $I_1 = \frac{U}{R_A + \frac{RR_V}{R+R_V}}$ (1.5 бод), а напон волтметра је $U_1 = \frac{\frac{RR_V}{R+R_V}}{R_A + \frac{RR_V}{R+R_V}} U$ (1.5 бод). Отпорност отпорника мерена према овој шеми је $R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{RR_V}{R+R_V} = 99.01 \Omega$ (1 бод). У колу са друге шеме, напон волтметра је $U_2 = U$ (1.5 бод), а јачина струје амперметра је $I_2 = \frac{U}{R_A + R}$ (1.5 бод). Отпорност потрошача мерена према овој шеми је $R_2 = \frac{U_2}{I_2} = R_A + R = 100.01 \Omega$ (1 бод).



7. У колу сталне струје приказаном на слици је $E_1 = E_2 = E_3$, $I_{g1} = I_{g2} = I_{g3}$ и $R_1 = R_2 = R_3 = R_4$. Прекидач П је затворен. При томе снага идеалног напонског генератора емс E_2 износи $P_{E2} = -30 W$. Затим се прекидач П отвори. Израчунати прираштај снаге идеалног напонског генератора емс E_1 настао услед отварања прекидача.



П затворен: $P_{E2} = E_2 I = -30 W$ 2 бода

П отворен: $P'_{E1} = E_1 (I_{g1} + I_{g2})$ 2 бода

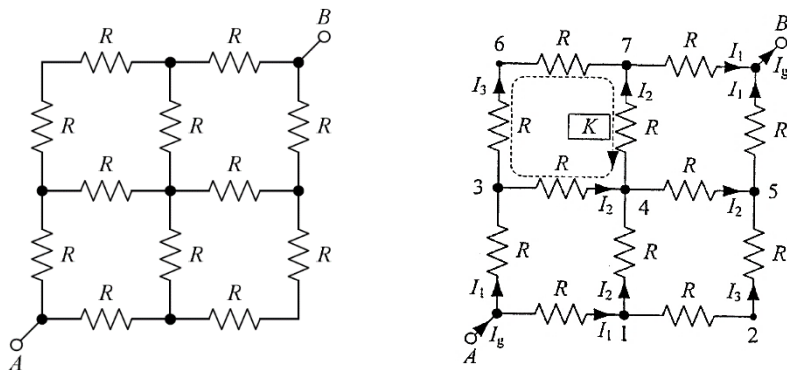
П затворен: $P''_{E1} = E_1 (I_{g1} + I_{g2} + I) = P'_{E1} + E_1 I = P'_{E1} + E_2 I = P'_{E1} + P_{E2}$ 2 бода

$\Rightarrow \Delta P_{E1} = P'_{E1} - P''_{E1} = -P_{E2} = 30 W$ 2 бода



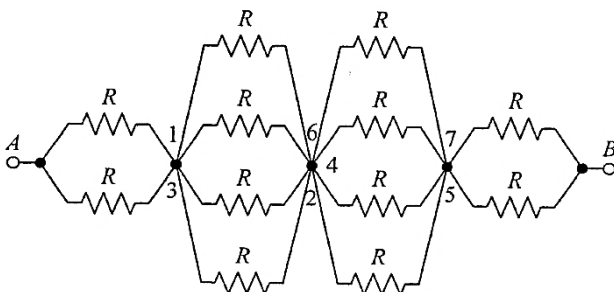


8. На слици је приказана мрежа за коју је $R = 10 \Omega$. Израчунати еквивалентну отпорност између тачака A и B .



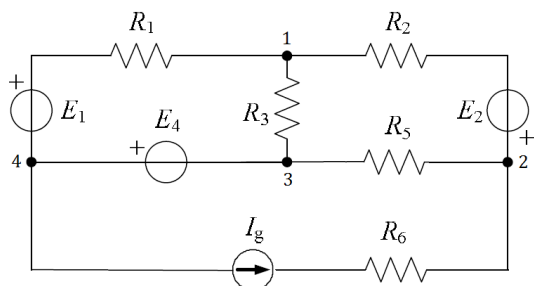
Побуђујући задату мрежу идеалним струјним генератором, струје I_g , везаним између тачака A и B , еквивалентна отпорност се може одредити као $R_{AB} = \frac{U_{AB}}{I_g}$. Због симетрије, расподела струје у мрежи је као на слици (4 бода). По другом Кирхофовом закону, за контуру K је $-2RI_3 + 2RI_2 = 0$, одакле је $I_2 = I_3$ (1.5 бод). По првом Кирхофовом закону, за чвор 3 је $I_2 + I_3 = I_1$, па је $I_1 = 2I_3$ (1.5 бод), док је за чвор A $I_g = 2I_1 = 4I_3$ (1.5 бод). Напон између тачака A и B је $U_{AB} = 2RI_1 + 2RI_3 = 6RI_3$ (1.5 бод), па је $R_{AB} = \frac{U_{AB}}{I_g} = \frac{3}{2}R = 15 \Omega$ (2 бода).

До решења се може доћи и на следећи начин. Са горње слике се види да су на истом потенцијалу тачке 3 и 1, тачке 6, 4 и 2, а такође и тачке 7 и 5. Одговарајуће тачке се могу кратко спојити, чиме се добије мрежа као на слици датај у наставку. Сада је $R_{AB} = \frac{R}{2} + \frac{R}{4} + \frac{R}{4} + \frac{R}{2} = \frac{3}{2}R = 15 \Omega$.





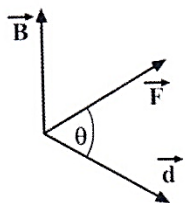
9. За коло сталне струје са слике познато је $E_1 = 12\text{ V}$, $E_2 = 10\text{ V}$, $E_4 = 25\text{ V}$, $R_2 = 2\text{ k}\Omega$, $R_3 = 1\text{ k}\Omega$, $R_5 = 8\text{ k}\Omega$ и $R_6 = 10\text{ k}\Omega$. Израчунати отпорност R_1 и струју струјног генератора I_g тако да буде $I_{41} = 10\text{ mA}$ и $U_{21} = 50\text{ V}$.



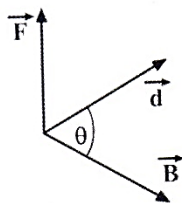
На основу израза $U_{21} = R_2 I_{21} + E_2$ добија се $I_{21} = 20\text{ mA}$ (2 бода). Из првог Кирхофовог закона за чвор 1 је $I_{13} = I_{41} + I_{21} = 30\text{ mA}$ (2 бода). За контуру 1 – 2 – 3 – 1 може се писати $U_{21} - R_5 I_{23} + R_3 I_{13} = 0$, одакле је $I_{23} = 10\text{ mA}$ (2 бода). Струја струјног генератора се добија из првог Кирхофовог закона за чвор 2: $I_g = I_{23} + I_{21} = 30\text{ mA}$ (2 бода). За контуру 3 – 4 – 1 – 3 важи $E_4 + E_1 - R_1 I_{41} - R_3 I_{13} = 0$, па је тражена отпорност $R_1 = 700\ \Omega$ (2 бода).



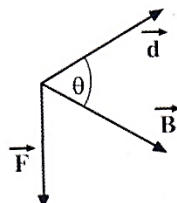
10. Уколико су познати вектор магнетне индукције $\vec{B}$ и вектор правца проводника $\vec{d}$, означити слику која показује исправан смер електромагнетне силе $\vec{F}$.



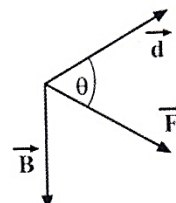
а)



б)

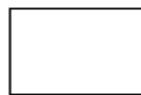


в)



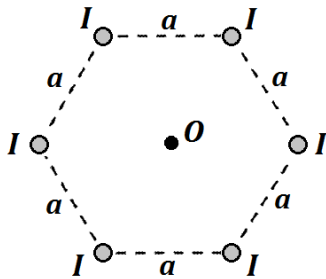
г)

Тачан одговор: в) 5/-2

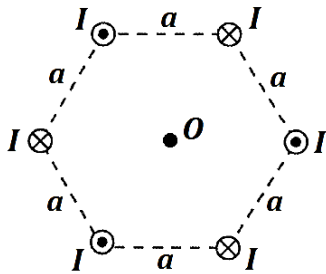




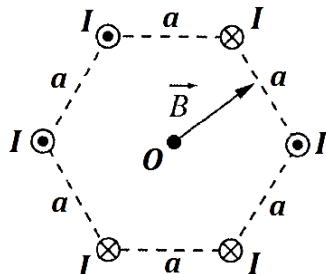
11. Шест неограничено дугих паралелних проводника распоређено је у попречном пресеку у теменима правилног шестоугла странице a , као на слици. Растојање од било ког темна шестоугла до тачке O износи a . Кроз проводнике протичу струје исте јачине I , три у једном и три у другом смеру. У зависности од комбинације смерова струја кроз проводнике, интензитет вектора магнетне индукције у тачки O може имати различите вредности. Одредити те вредности.



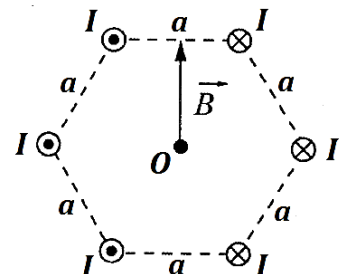
Могуће су само три суштински различите комбинације смерова струја кроз проводнике, и оне су приказане на слици.



$$B = 0 \quad 3 \text{ бода}$$



$$B = 2 \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \quad 3 \text{ бода}$$

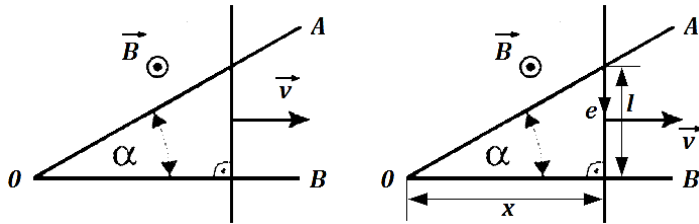


$$B = 4 \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \quad 3 \text{ бода}$$





12. По проводним шинама A и B , које стоје под углом α , полазећи у тренутку $t = 0$ из тачке O , клизи прав проводник сталном брзином v . Шине и проводник се налазе у хомогеном магнетном пољу индукције B , нормалне на раван шина. Одредити израз за електромоторну силу индуковану у проводнику у функцији времена и означити њен смер на слици.



До произвољног тренутка t проводник ће прећи пут $x = vt$, тако да ће његова активна дужина (део проводника који са шинама чини затворено струјно коло) бити:

$$l = x \operatorname{tg} \alpha = vt \operatorname{tg} \alpha. \quad 1.5 \text{ бод} + 1.5 \text{ бод}$$

У проводнику дужине l који се креће брзином v у хомогеном магнетном пољу индукције B индуковаће се електромоторна сила:

$$e = (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot \vec{l} = (v B \sin 90^\circ) l \cos 0^\circ = vBl. \quad 1 \text{ бод} + 1 \text{ бод} + 1 \text{ бод}$$

Коначно,

$$e = v^2 B t \operatorname{tg} \alpha, \quad 1 \text{ бод}$$

смера као на слици. 2 бода





www.viser.edu.rs

ОСНОВЕ ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ, ДВАДЕСЕТ ДРУГО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ, мај 2016.



www.viser.edu.rs

ОСНОВЕ ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ, ДВАДЕСЕТ ДРУГО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ, мај 2016.



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



ДВАДЕСЕТ ТРЕЋЕ РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ

РЕШЕЊА

ИЗ

ОСНОВА ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ

ЗА УЧЕНИКЕ ПРВОГ РАЗРЕДА

Број задатка

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

јун 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. Отпорник легуре никла и хрома има температурни сачинитељ $\alpha_1 = 11 \cdot 10^{-5} \frac{1}{^\circ\text{C}}$ и електричну отпорност $R_1(\theta_1) = 1.2 \text{ k}\Omega$ на температури $\theta_1 = 20^\circ\text{C}$. Са њим на ред је везан угљени отпорник, чији је температурни сачинитељ $\alpha_2 = -0.2 \cdot 10^{-3} \frac{1}{^\circ\text{C}}$. Под претпоставком да се оба отпорника загреју до исте температуре, одредити колика треба да буде електрична отпорност угљеног отпорника на температури θ_1 , тако да отпорност редне везе ових отпорника практично не зависи од температуре?

На температури θ_2 , отпорности ових отпорника су:

$$R_1(\theta_2) = R_1(\theta_1)(1 + \alpha_1(\theta_2 - \theta_1)) \quad \text{и} \quad R_2(\theta_2) = R_2(\theta_1)(1 + \alpha_2(\theta_2 - \theta_1)), \quad 2 \text{ бода}$$

а отпорност њихове редне везе је:

$$R = R_1(\theta_2) + R_2(\theta_2) = R_1(\theta_1) + R_2(\theta_1) + (\theta_2 - \theta_1)(\alpha_1 R_1(\theta_1) + \alpha_2 R_2(\theta_1)). \quad 2 \text{ бода}$$

Отпорност R неће зависити од температуре, ако је:

$$\alpha_1 R_1(\theta_1) + \alpha_2 R_2(\theta_1) = 0. \quad 3 \text{ бода}$$

Угљени отпорник треба да има отпорност:

$$R_2(\theta_1) = -\frac{\alpha_1}{\alpha_2} R_1(\theta_1) = 660 \Omega. \quad 1 \text{ бод}$$



2. У посуду, у којој се налази раван ваздушни кондензатор прикључен на сталан напон U , налива се уље диелектричне константе ϵ , као што је приказано на слици. Са порастом нивоа уља, поље у ваздушном делу кондензатора

а) опада

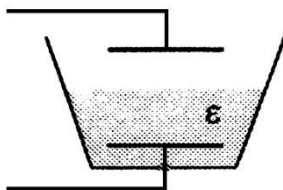
б) остаје непромењено

в) расте 6/-2

г) може и да расте и да опада, што зависи од диелектричне константе уља

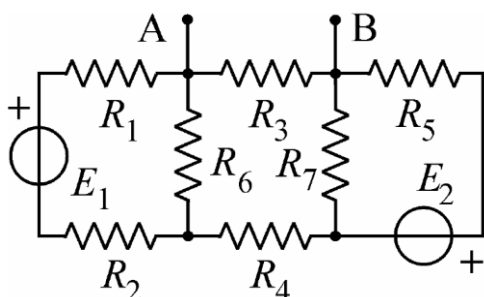
д) може и да расте и да опада, што зависи од димензија кондензатора

Одговор образложити.





3. У колу сталне струје извршена су два мерења између чворова A и B . Прво је прикључен амперметар унутрашње отпорности $R_A = 60 \Omega$ који је показао интензитет струје $I_{AB} = 2 \text{ mA}$, а затим је између истих чворова прикључен волтметар унутрашње отпорности $R_V = 30 \text{ k}\Omega$ који је показао $U_{AB} = 791 \text{ mV}$. Одредити колика би била показивања да су уместо реалних употребљени идеални мерни инструменти.



Коло се према тачкама A и B може представити Тевененовим генератором, електромоторне силе E_T и отпорности R_T .

Показивања реалог амперметра је тада $I_{AB} = \frac{E_T}{R_A + R_T}$, 2 бода

док је показивање реалног волтметра $U_{AB} = \frac{R_V}{R_V + R_T} E_T$. 2 бода

Решавањем овог система добија се: $E_T \approx 0.8 \text{ V}$ и $R_T \approx 340 \Omega$. 1.5 бодова + 1.5 бодова

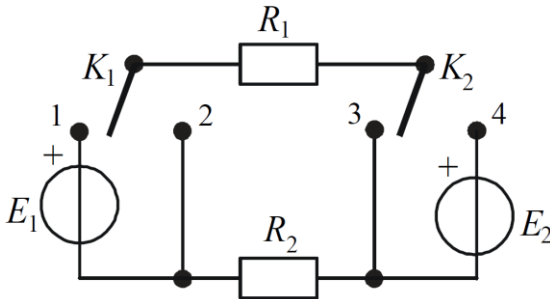
Да су уместо реалних употребљени идеални мерни инструменти, показивања би била:

$I'_{AB} = \frac{E_T}{R_T} = 2.35 \text{ mA}$ и $U'_{AB} = E_T = 800 \text{ mV}$. 2 бода + 2 бода





4. У колу сталне струје приказаном на слици, када је преклопник K_1 у положају 1, а преклопник K_2 у положају 3, укупна снага Џулових губитака у колу је $P_1 = 4 \text{ W}$. Када је преклопник K_1 у положају 2, а преклопник K_2 у положају 4, укупна снага Џулових губитака у колу је $P_2 = 9 \text{ W}$. Израчунати колика је укупна снага Џулових губитака у колу када је преклопник K_1 у положају 1, а преклопник K_2 у положају 4.



$$P_1 = R_1 \left(\frac{E_1}{R_1 + R_2} \right)^2 + R_2 \left(\frac{E_1}{R_1 + R_2} \right)^2 = \frac{E_1^2}{R_1 + R_2} \quad 2 \text{ бода}$$

$$P_2 = R_1 \left(\frac{E_2}{R_1 + R_2} \right)^2 + R_2 \left(\frac{E_2}{R_1 + R_2} \right)^2 = \frac{E_2^2}{R_1 + R_2} \quad 2 \text{ бода}$$

$$P = R_1 \left(\frac{E_1 - E_2}{R_1 + R_2} \right)^2 + R_2 \left(\frac{E_1 - E_2}{R_1 + R_2} \right)^2 = \frac{(E_1 - E_2)^2}{R_1 + R_2} = \frac{E_1^2}{R_1 + R_2} - 2 \frac{E_1 E_2}{R_1 + R_2} + \frac{E_2^2}{R_1 + R_2} \quad 2 \text{ бода}$$

Како је

$$P_1 P_2 = \frac{E_1^2}{R_1 + R_2} \cdot \frac{E_2^2}{R_1 + R_2} = \left(\frac{E_1 E_2}{R_1 + R_2} \right)^2 \quad 1 \text{ бод}$$

добија се

$$\frac{E_1 E_2}{R_1 + R_2} = \pm \sqrt{P_1 P_2} = \pm 6 \text{ W} \quad 2 \text{ бода}$$

Дакле,

$$P' = P_1 - 2\sqrt{P_1 P_2} + P_2 = 4 \text{ W} - 12 \text{ W} + 9 \text{ W} = 1 \text{ W} \quad 1 \text{ бод}$$

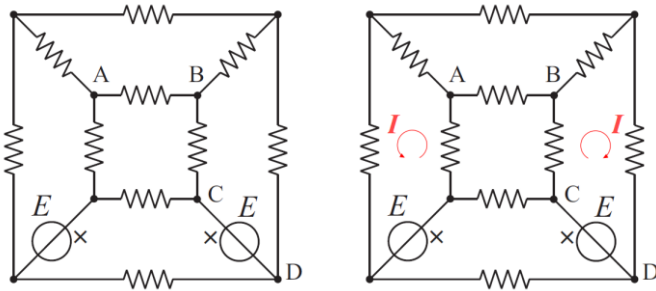
и

$$P'' = P_1 + 2\sqrt{P_1 P_2} + P_2 = 4 \text{ W} + 12 \text{ W} + 9 \text{ W} = 25 \text{ W}. \quad 1 \text{ бод}$$





5. У колу сталне струје приказаном на слици познато је $E = 12\text{ V}$. Отпорности свих отпорника у колу су коначне и међусобно су једнаке. Израчунати напоне U_{AB} , U_{AC} и U_{AD} .



Због симетрије, струја неће тећи кроз четири хоризонталне гране. Као што је приказано на слици, постоје две контуре кроз које тече струја $I = \frac{E}{3R}$, где је R отпорност отпорника. 3 бода

Тражени напони су:

$$U_{AB} = 0\text{ V} \quad 2 \text{ бода}$$

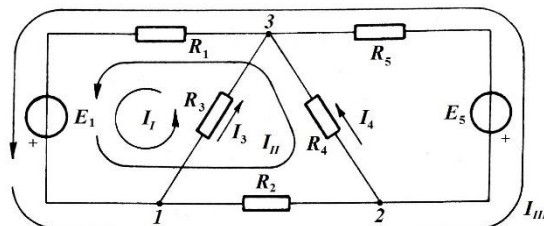
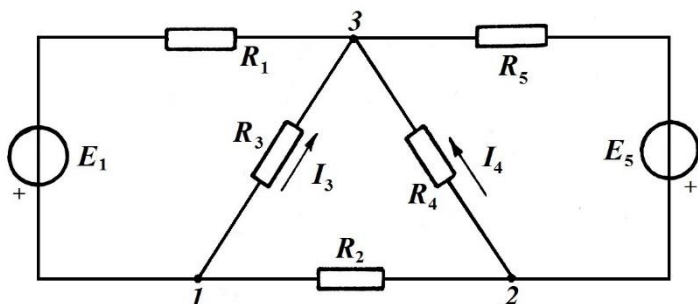
$$U_{AC} = -RI = -R \frac{E}{3R} = -\frac{E}{3} = -4\text{ V} \quad 2 \text{ бода}$$

$$U_{AD} = E + U_{AC} = \frac{2}{3}E = 8\text{ V} \quad 2 \text{ бода}$$





6. У колу приказаном на слици познато је: $E_1 = 6\text{ V}$, $R_1 = 2\text{ k}\Omega$, $R_2 = 500\ \Omega$, $R_4 = 1.5\text{ k}\Omega$, $R_5 = 750\ \Omega$, $I_3 = 3\text{ mA}$ и $I_4 = 15\text{ mA}$. Одредити отпорност R_3 и електромоторну силу E_5 .



Задатак се може решити помоћу једначина написаних по методи контурних струја. Погодно је изабрати контуре тако да гране са познатим струјама (грана 1 – 3 и грана 2 – 3) припадају само по једној контури. Тада познате струје одређују контурне струје тих контура. Такође је повољно грану са непознатом електромоторном силом E_5 обухватити само једном контуром. На тај начин се непозната електромоторна сила E_5 само једном појављује у систему једначина.

Контуре су изабране као на слици, при чему је: $I_I = I_3$ и $I_{II} = I_4$. 2 бода

Једначине по методи контурних струја су:

$$(1) (R_1 + R_3)I_I + R_1I_{II} + R_1I_{III} = E_1 \quad 2 \text{ бода}$$

$$(2) R_1I_I + (R_1 + R_2 + R_4)I_{II} + (R_1 + R_2)I_{III} = E_1 \quad 2 \text{ бода}$$

$$(3) R_1I_I + (R_1 + R_2)I_{II} + (R_1 + R_2 + R_5)I_{III} = E_1 - E_5 \quad 2 \text{ бода}$$

Из једначине (2) се добија $I_{III} = -24\text{ mA}$. 1 бод

Даље, из једначине (1) се добија непозната отпорност $R_3 = 6\text{ k}\Omega$. 1 бод

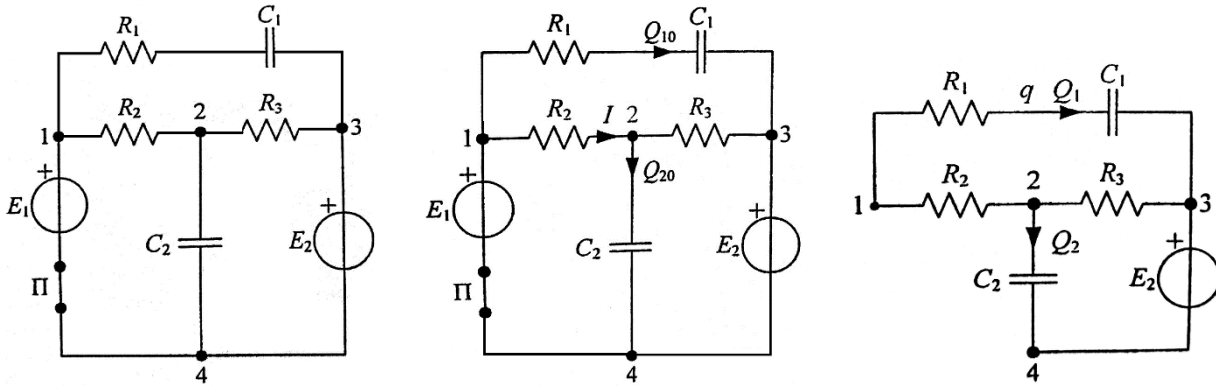
Коначно, из једначине (3) може се одредити непозната електромоторна сила $E_5 = 40.5\text{ V}$.

1 бод





7. За коло са слике познато је $R_1 = R_2 = 100 \Omega$, $R_3 = 300 \Omega$, $C_1 = 2.5 \mu F$, $C_2 = 2 \mu F$, $E_1 = 14 V$ и $E_2 = 18 V$. Прекидач П је затворен и успостављено је стационарно стање. Израчунати протоке кроз кондензаторе после отварања прекидача.



При затвореном прекидачу је $U'_{13} = E_1 - E_2 = -4 V$ и $U'_{24} = E_1 - R_2 \frac{E_1 - E_2}{R_2 + R_3} = 15 V$, па је $Q_{10} = C_1 U'_{13} = -10 \mu C$ и $Q_{20} = C_2 U'_{24} = 30 \mu C$. 2 бода + 2 бода + 0.5 бодова + 0.5 бодова

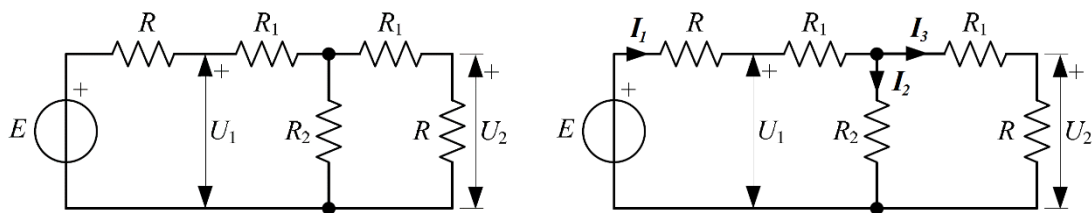
У стационарном стању при отвореном прекидачу нема струје ни у једном отпорнику, па је $U''_{13} = 0 V$ и $U''_{24} = E_2 = 18 V$, одакле је $Q_1 = C_1 U''_{13} = 0 \mu C$ и $Q_2 = C_2 U''_{24} = 36 \mu C$. 2 бода + 2 бода + 0.5 бодова + 0.5 бодова

Протоци кроз кондензаторе су $q_1 = Q_1 - Q_{10} = 10 \mu C$ и $q_2 = Q_2 - Q_{20} = 6 \mu C$. 0.5 бодова + 0.5 бодова





8. У колу приказаном на слици је $E = 2\text{ V}$, $R = 50\ \Omega$, $U_1 = 1\text{ V}$ и $U_2 = 1/3\text{ V}$. Израчунати отпорности R_1 и R_2 .



$$U_1 = E - R_1 I_1 \Rightarrow I_1 = \frac{E - U_1}{R_1} = 20\text{ mA} \quad 1 \text{ бод} + 0.5 \text{ бодова}$$

$$U_2 = R I_3 \Rightarrow I_3 = \frac{U_2}{R} = \frac{20}{3}\text{ mA} \quad 1 \text{ бод} + 0.5 \text{ бодова}$$

$$U_1 = U_2 + R_1 I_3 + R_1 I_1 \Rightarrow R_1 = \frac{U_1 - U_2}{I_1 + I_3} = 25\ \Omega \quad 1 \text{ бод} + 0.5 \text{ бодова}$$

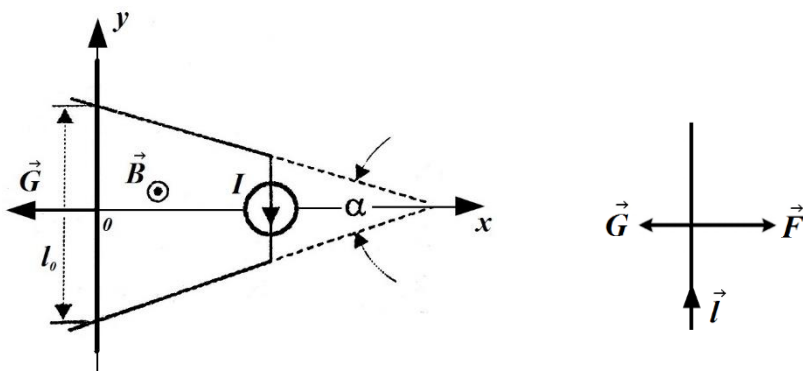
$$I_2 = I_1 - I_3 = \frac{40}{3}\text{ mA} \quad 1 \text{ бод}$$

$$R_2 I_2 - R_1 I_3 - R I_3 = 0 \Rightarrow R_2 = (R_1 I_3 + R I_3) / I_2 = 37.5\ \Omega \quad 1 \text{ бод} + 0.5 \text{ бодова}$$





9. Две проводне шине, постављене у равни под углом α , прикључене су на идеални струјни генератор. Шине се налазе у хомогеном магнетном пољу индукције $\vec{B}$, нормалне на раван шина. По шинама, без трења, клизи прав проводник на који делује стална механичка сила $\vec{G}$, правца и смера као на слици. Када се проводник налази у координатном почетку, његова активна дужина (део проводника који са шинама чини затворено струјно коло) је l_0 . Одредити колику ће активну дужину имати проводник када се заустави. Познато је: $l_0 = 0.4 \text{ m}$, $B = 0.5 \text{ T}$, $I = 5 \text{ A}$, $G = 0.5 \text{ N}$.



Када се проводник налази у хомогеном магнетном пољу, на њега делује електромагнетна сила:

$$\vec{F} = I \vec{l} \times \vec{B}. \quad 1 \text{ бод}$$

Како су вектори магнетне индукције и дужине проводника међусобно нормални, то је интензитет ове силе:

$$F = IlB, \quad 0.5 \text{ бодова}$$

док су правац и смер дати на слици. 0.5 бодова

Када се проводник налази у координатном почетку, интензитет електромагнетне силе износи $F = Il_0B = 1 \text{ N}$, и већи је од интензитета механичке силе G , па ће се проводник кретати у смеру електромагнетне силе. 2 бода

Проводник ће се зауставити када се изједначе интензитети ових сила:

$$G = F = IlB, \quad 3 \text{ бода}$$

тј. када активна дужина проводника опадне на вредност:

$$l = G/IB = 0.2 \text{ m}. \quad 1 \text{ бод}$$





10. Између магнетних пермеабилности гвожђа (μ_{Fe}), алуминијума (μ_{Al}) и бакра (μ_{Cu}) важи релација:

а) $\mu_{Fe} < \mu_{Al} < \mu_{Cu}$

б) $\mu_{Fe} < \mu_{Cu} < \mu_{Al}$

в) $\mu_{Al} < \mu_{Fe} < \mu_{Cu}$

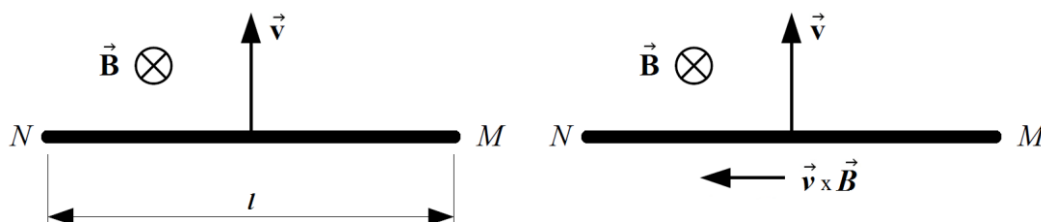
г) $\mu_{Al} < \mu_{Cu} < \mu_{Fe}$

д) $\mu_{Cu} < \mu_{Fe} < \mu_{Al}$

ђ) $\mu_{Cu} < \mu_{Al} < \mu_{Fe}$ 5/-2



11. Танак проводан штап, дужине $l = 100 \text{ mm}$, креће се константном брзином $v = 10 \text{ m/s}$ у хомогеном сталном магнетном пољу индукције $B = 2 \text{ T}$, као на слици. Израчунати разлику потенцијала крајњих тачака штапа, M и N .



У проводнику ће се индуковати електромоторна сила e (вектори брзине и магнетне индукције су међусобно нормални, док је њихов векторски производ колинеаран са дужином проводника):

$$e = lvB = 2 \text{ V.} \quad 3 \text{ бода}$$

Узимајући у обзир смер индуковане електромоторне силе, добија се тражена разлика потенцијала:

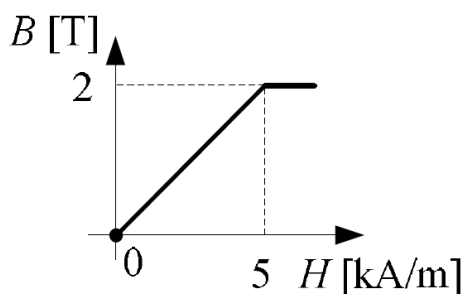
$$V_M - V_N = -e = -2 \text{ V.} \quad 3 \text{ бода}$$





12. Дужина средње линије танког торусног језгра је $L = 0.2 \text{ m}$, а површина попречног пресека је $S = 10 \text{ cm}^2$. На торус је равномерно и густо намотан калем са $N = 1000$ завојака и у њему је успостављена стална струја јачине $I = 0.5 \text{ A}$. Карактеристика магнетисања материјала од кога је начињено језгро приказана је на слици. Израчунати:

- а) јачину магнетног поља и
- б) магнетну индукцију у језгру,
- в) флукс калема,
- г) индуктивност калема,
- д) магнетску енергију калема.



а) $H = \frac{NI}{l} = 2.5 \text{ kA/m}$ 1.5 бодова

б) $B = 1 \text{ T}$ 1 бод

в) $\Phi = NBS = 1 \text{ Wb}$ 1.5 бодова

г) $L = \frac{\Phi}{I} = 2 \text{ H}$ 1.5 бодова

д) $W_m = \frac{1}{2}LI^2 = 0.25 \text{ J}$ 1.5 бодова





МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ, НАУКЕ И ТЕХНОЛОШКОГ РАЗВОЈА
РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

ЗАЈЕДНИЦА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ



ДВАДЕСЕТЧЕТВРТО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ

РЕШЕЊА

ИЗ

ОСНОВА ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ

ЗА УЧЕНИКЕ ПРВОГ РАЗРЕДА

Број задатка

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

јун 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. На слици су дата два тачкаста наелектрисања, једнаких апсолутних вредности наелектрисања, а различитог знака. Потенцијал тачке A је:

а) негативан 4/-1

б) једнак нули

в) позитиван

г) не може се одредити на основу датих података



Одговор образложити.

Потенцијал тачке A је негативан, јер се потенцијал у овој тачки добија алгебарским збиром потенцијала који потиче од позитивног наелектрисања и потенцијала који потиче од негативног наелектрисања, а због мање удаљености тачке A од негативног наелектрисања, овај потенцијал преовлађује.



2. Два тачкаста наелектрисања Q_1 и Q_2 налазе се у теменима троугла, у ваздуху, као што је приказано на слици. Који услов морају задовољити наелектрисања Q_1 и Q_2 да би вектор јачине електричног поља у темену A имао правац и смер као на слици?

а) $|Q_1| < |Q_2|, Q_1 > 0, Q_2 < 0$ 4/-1

б) $|Q_1| < |Q_2|, Q_1 < 0, Q_2 > 0$

в) $|Q_1| < |Q_2|, Q_1 < 0, Q_2 < 0$

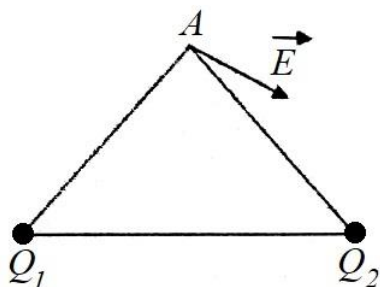
г) $|Q_1| < |Q_2|, Q_1 > 0, Q_2 > 0$

д) $|Q_1| > |Q_2|, Q_1 > 0, Q_2 < 0$

ђ) $|Q_1| > |Q_2|, Q_1 < 0, Q_2 > 0$

е) $|Q_1| > |Q_2|, Q_1 < 0, Q_2 < 0$

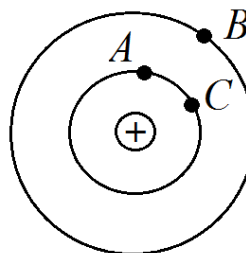
ж) $|Q_1| > |Q_2|, Q_1 > 0, Q_2 > 0$





3. На слици су нацртане две еквипотенцијалне површине око позитивно наелектрисаног тела. Ако се пробно наелектрисање пренесе из тачке A у тачку B , па из тачке B у тачку C . Укупан рад извршен преносом овог пробног наелектрисања је:

- а) $A < 0$
б) $A = 0$ 4/-1
в) $A > 0$
г) може да буде и позитиван и негативан, што зависи од пробног наелектрисања



4. Грејач је прикључен на мрежу константног напона. Пет секунди после прикључења на мрежу константног напона U снага је била P_1 , а након 60 минута рада снага му је P_2 . Означити однос ових снага ако је грејач направљен од:

- бакра

а) $P_1 < P_2$

б) $P_1 > P_2$ 3/-1

в) $P_1 = P_2$

- графита

а) $P_1 < P_2$ 3/-1

б) $P_1 > P_2$

в) $P_1 = P_2$

Одговор образложити.

Грејачи су при укључењу хладни, а после сат времена рада ће се загрејати и њихове отпорности ће се променити:

$R_2 = R_1(1 + \alpha\Delta T)$, где је R_1 почетни отпор, ΔT разлика у температури грејача која је постигнута, а α је температурни коефицијент.

Како су грејачи прикључени на мрежу константног напона U , снаге су $P_1 = \frac{U^2}{R_1}$ и $P_2 = \frac{U^2}{R_2}$.

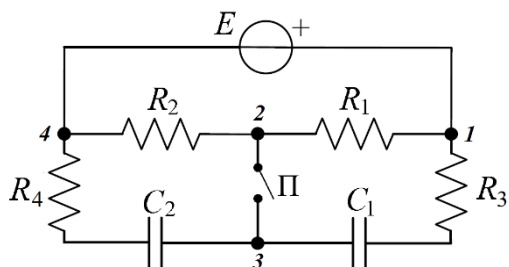
Температурни коефицијент бакра је позитиван, тако да се са повећањем температуре повећава отпор грејача, а самим тим снага смањује, па је тачан одговор под б).

Температурни коефицијент графита је негативан, тако да се са повећањем температуре смањује отпор грејача, а самим тим снага повећава, па је тачан одговор под а).





5. У колу стационарне струје са слике је $E = 300 \text{ V}$, $R_1 = R_3 = 60 \Omega$, $R_2 = R_4 = 40 \Omega$, $C_1 = 6 \mu\text{F}$ и $C_2 = 4 \mu\text{F}$. Кондензатори су неоптерећени прикључени у коло, а прекидач П је отворен. Израчунати протоке кроз кондензаторе после затварања прекидача.



Напони отпорника R_1 и R_2 су:

$$U_{12} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} E = 180 \text{ V} \text{ и } U_{24} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E = 120 \text{ V}. \quad 0.5 \text{ бодова} + 0.5 \text{ бодова}$$

Када је прекидач отворен, оптерећености кондензатора су једнаке, па су напони кондензатора:

$$U'_{13} = \frac{C_2}{C_1} U'_{34} = \frac{2}{3} U'_{34} \Rightarrow U'_{34} = \frac{3}{5} E = 180 \text{ V} \Rightarrow U'_{13} = 120 \text{ V}$$

1.5 бодова 1.5 бодова

Оптерећености кондензатора у односу на референтни смер од чвора 1 ка чвору 3, односно од чвора 3 ка чвору 4 су тада:

$$Q_{10} = C_1 U'_{13} = Q_{20} = C_2 U'_{34} = 720 \mu\text{C} \quad 1 \text{ бод}$$

У стационарном стању при затвореном прекидачу у гранама са кондензаторима опет нема струје, док су напони на отпорницима R_1 и R_2 исти као и када је прекидач био отворен. Сада су напони на кондензаторима једнаки одговарајућим напонима отпорника R_1 и R_2 , односно:

$$U''_{13} = U_{12} = 180 \text{ V} \text{ и } U''_{34} = U_{24} = 120 \text{ V} \quad 1.5 \text{ бодова} + 1.5 \text{ бодова}$$

Оптерећености кондензатора су

$$Q_1 = C_1 U''_{13} = 1080 \mu\text{C} \text{ и } Q_2 = C_2 U''_{34} = 480 \mu\text{C}. \quad 1 \text{ бод} + 1 \text{ бод}$$

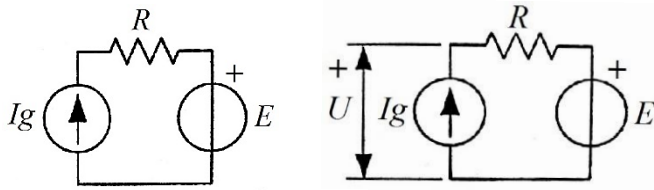
Протоци кроз кондензаторе су:

$$q_1 = Q_1 - Q_{10} = 360 \mu\text{C} \text{ и } q_2 = Q_2 - Q_{20} = -240 \mu\text{C} \quad 1 \text{ бод} + 1 \text{ бод}$$





6. У колу на слици је $I_g = 10 \text{ A}$ и $R = 1 \Omega$. У којим границама треба да буде електромоторна сила идеалног напонског генератора, E , да би идеални струјни генератор радио као пријемник?

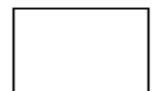


Према слици, напон идеалног струјног генератора је $U = E + RI_g$ (2 бода). Да би се струјни генератор понашао као пријемник, треба да важи:

$$\begin{array}{ccccc} P_{I_g} < 0 & \Rightarrow & UI_g < 0 & \Rightarrow & (E + RI_g)I_g < 0. \\ 2 \text{ бода} & & 1 \text{ бод} & & 1 \text{ бод} \end{array}$$

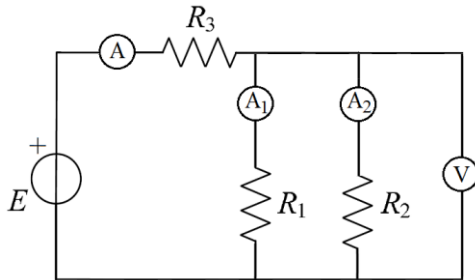
Како је $I_g > 0$, да би овај услов био испуњен ако је $U < 0$, односно ако је:

$$\begin{array}{ccccc} E + RI_g < 0 & \Rightarrow & E < -RI_g & \Rightarrow & E < -10V. \\ 3 \text{ бода} & & & & 1 \text{ бод} \end{array}$$

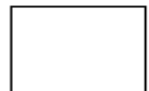




7. На слици је приказано коло сталне струје са идеалним мерним инструментима. Како се мењају јачине струја датих идеалних амперметара A , A_1 и A_2 и напон датог волтметра V (написати да ли расту, опадају или остају исти) при повећању отпорности R_2 ? Одговор образложити.

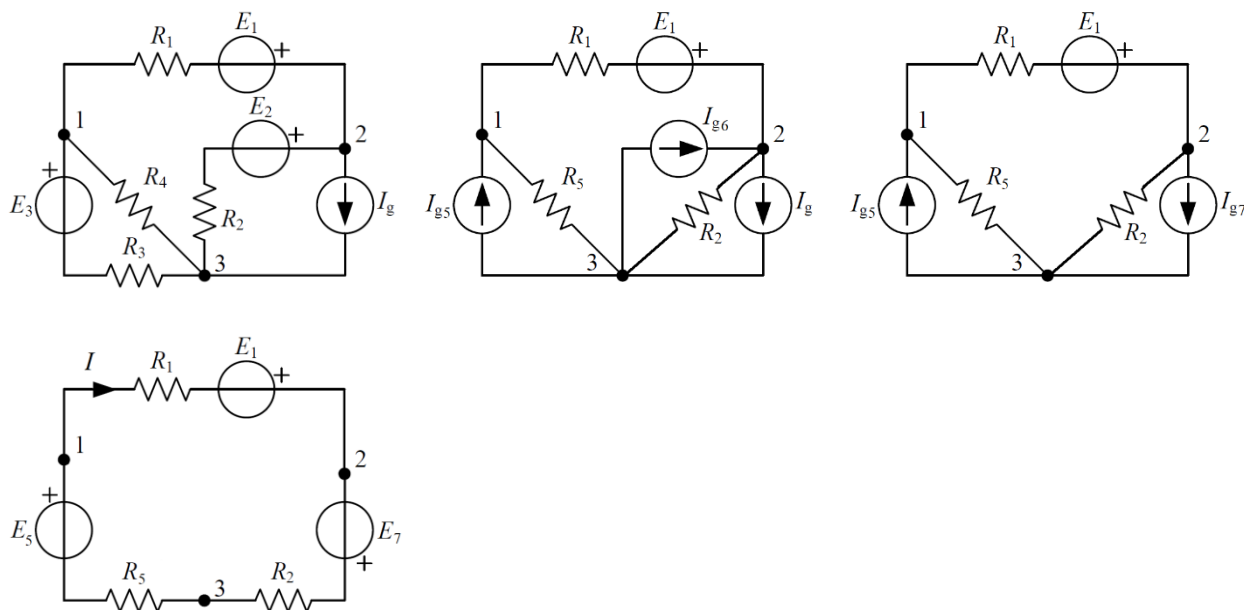


Када отпорност R_2 расте, расте и еквивалентна отпорност паралелне везе R_{12} , а самим тим и укупна еквивалентна отпорност у колу, па ће се јачина струје амперметра A смањивати (3 бода). Одатле следи да ће се и напон отпорника R_3 смањивати, дакле напон волтметра V ће расти (3 бода). На основу тога се може закључити да ће јачина струје амперметра A_1 расти (3 бода). Како јачина струје амперметра A опада, а јачина струје амперметра A_1 расте, јачина струје амперметра A_2 ће опадати (3 бода).





8. У колу са слике је $E_1 = 32 \text{ V}$, $E_2 = 18 \text{ V}$, $E_3 = 24 \text{ V}$, $I_g = 1 \text{ A}$, $R_1 = 10 \Omega$, $R_2 = 30 \Omega$, $R_3 = 15 \Omega$ и $R_4 = 30 \Omega$. Израчунати напон U_{13} .



Реални напонски генератор $E_3 - R_3$ еквивалентан је реалном струјном генератору струје $I_{g5} = \frac{E_3}{R_3} = 1.6 \text{ A}$ (1 бод) и отпорности $R_3 = 15 \Omega$ (1 бод). Отпорници R_3 и R_4 су везани паралелно и њихова еквивалентна отпорност је $R_5 = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} = 10 \Omega$ (1 бод).

Реални напонски генератор $E_2 - R_2$ еквивалентан је реалном струјном генератору струје $I_{g6} = \frac{E_2}{R_2} = 0.6 \text{ A}$ (1 бод) и отпорности $R_2 = 30 \Omega$ (1 бод). Даље, I_{g6} и I_g можемо заменити са $I_{g7} = I_g - I_{g6} = 0.4 \text{ A}$ (1 бод).

Реални струјни генератор $I_{g5} - R_5$ сада можемо заменити еквивалентним напонским генератором емс $E_5 = I_{g5} R_5 = 16 \text{ V}$ (1 бод) и отпорности $R_5 = 10 \Omega$ (1 бод).

Реални струјни генератор $I_{g7} - R_2$ сада можемо заменити еквивалентним напонским генератором емс $E_7 = I_{g7} R_2 = 12 \text{ V}$ (1 бод) и отпорности $R_2 = 30 \Omega$ (1 бод).

Добија се просто коло. Струја у овом колу је:

$$I = \frac{E_1 + E_5 + E_7}{R_1 + R_2 + R_5} = 1.2 \text{ A}, \text{ па је тражени напон: } 1.5 \text{ бодова}$$

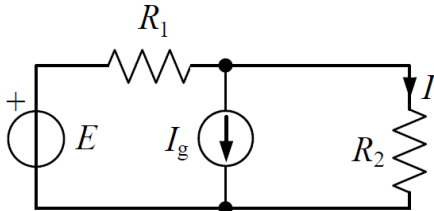
$$U_{13} = -R_5 I + E_5 = 4 \text{ V}. \quad 1.5 \text{ бодова}$$



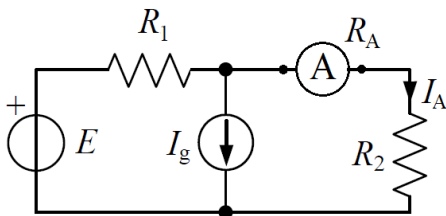


9. У колу на слици је $E = 13 \text{ V}$, $I_g = 20 \text{ A}$, $R_1 = 0.04 \Omega$ и $R_2 = 2.4 \Omega$. Потребно је измерити јачину струје у грани са отпорником R_2 . На располагању је амперметар унутрашње отпорности $R_A = 0.06 \Omega$.

- а) Нацртати како треба везати амперметар у дато коло.
б) Израчунати јачину струје коју мери амперметар.
в) Израчунати разлику тачне вредности струје у тој грани и вредности струје коју мери амперметар.



- а) Везивање амперметра у дато коло је приказано на слици у наставку. 3 бода



- б) Јачина струје коју мери амперметар се може добити на следећи начин:

$$(R_2 + R_A)I_A + R_1(I_g + I_A) - E = 0 \Rightarrow I_A = \frac{E - R_1 I_g}{R_1 + R_2 + R_A} = 4.88 \text{ A.} \quad 3 \text{ бода}$$

- в) Тачна вредност струје у грани са отпорником R_2 је:

$$R_2 I + R_1(I_g + I) - E = 0 \Rightarrow I = \frac{E - R_1 I_g}{R_1 + R_2} = 5 \text{ A.} \quad 3 \text{ бода}$$

Дакле, тражена разлика је:

$$I - I_A = 0.12 \text{ A.} \quad 1 \text{ бод}$$





10. Кроз два праволинијска проводника постављена дуж координатних оса Декартовог правоуглог координатног система су успостављене струје константних интензитета $I_x = 3\text{ A}$ и $I_y = 6\text{ A}$ у позитивним смеровима ових координатних оса. Геометријско место тачака у датој равни у којима је магнетно поље које стварају ове две струје једнако нули је:

а) $y = 2x$

б) $y = x/2$ 8/-2

в) $y = x$

г) $y = -x$

д) $y = -x/2$

ђ) $y = -2x$

е) ниједан од понуђених одговора није тачан

Одговор образложити.

У обзир долазе тачке које се налазе у првом и трећем квадранту, јер су у тим квадрантима вектори јачине магнетног поља који потичу од првог и другог проводника супротних смерова.

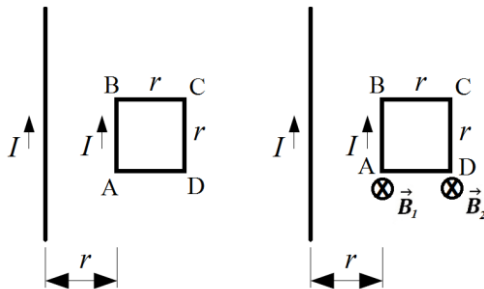
Да би у некој произвољној тачки $A(x, y)$ укупно магнетно поље било једнако нули, мора важити:

$$\frac{I_x}{y} = \frac{I_y}{x} \Rightarrow y = \frac{I_x}{I_y} x = \frac{3\text{ A}}{6\text{ A}} x = \frac{1}{2} x.$$





11. Квадратни проводни рам страница дужине r лежи у ваздуху у истој равни са бесконачно дугим правим проводником. Кроз рам и проводник теку константне струје истих јачина $I = 10 \text{ A}$. Одредити вектор силе којом прав проводник делује на рам, ако је растојање од правог проводника до ближе странице рама једнако дужини странице рама, r .



Силе које делују на странице BC и DA се међусобно поништавају. 2 бода

Дуж странице AB прав проводник ствара магнетно поље индукције $\vec{B}_1$, чији је интензитет $B_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$, а правац и смер су дати на слици. 0.5 бодова + 0.5 бодова

Дуж странице CD прав проводник ствара магнетно поље индукције $\vec{B}_2$, чији је интензитет $B_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi(2r)}$, а правац и смер су дати на слици. 0.5 бодова + 0.5 бодова

Сила којом прав проводник делује на страницу AB је привлачна (1 бод) и интензитета:

$$F_{AB} = IrB_1 \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) = Ir \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ N} \quad 1 \text{ бод} + 1 \text{ бод}$$

Сила којом прав проводник делује на страницу CD је одбојна (1 бод) и интензитета :

$$F_{CD} = IrB_2 \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) = Ir \frac{\mu_0 I}{2\pi(2r)} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ N} \quad 1 \text{ бод} + 1 \text{ бод}$$

Дакле, резултујућа сила којом прав проводник делује на рам је привлачна (1 бод) и интензитета:

$$F = F_{AB} - F_{CD} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ N} \quad 1 \text{ бод}$$





12. Праволинијски проводник дужине $l = 25 \text{ cm}$ креће се кроз хомогено магнетно поље индукције $B = 0.2 \text{ T}$ константном брзином $v = 10 \text{ m/s}$, паралелно линијама магнетне индукције, у смеру као на слици. Електромоторна сила која се у њему индукује износи:

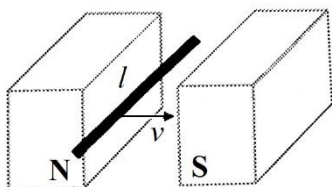
a) $e = 0 \text{ V}$ 5/-1

б) $e = 0.005 \text{ V}$

в) $e = 0.125 \text{ V}$

г) $e = 0.5 \text{ V}$

д) $e = 50 \text{ V}$





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



ДВАДЕСЕТПЕТО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ

РЕШЕЊА

ИЗ

ОСНОВА ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ

ЗА УЧЕНИКЕ ПРВОГ РАЗРЕДА

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

јун 2019.



УПУТСТВО (ОБАВЕЗНО ПРОЧИТАТИ!)

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

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

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

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

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

САВЕТИ

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

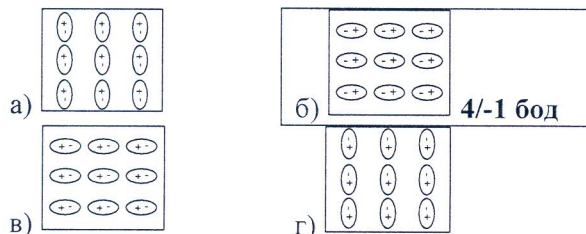
Уколико нисте потпуно сигурни који од предложених одговора на постављено питање треба заокружити, таква питања треба оставити без одговора. Тако се не добијају бодови “на срећу”, али се сигурно избегавају негативни бодови.

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

Срећно!



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



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

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

Одговор образложити.

Решење:

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

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

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

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

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

$$C_1 U = C_2 U_2$$

Заменом израчунатих односа C_1 и C_2 добија се:

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



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

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

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

г) повећава се два пута

Одговор образложити.

Решење:

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

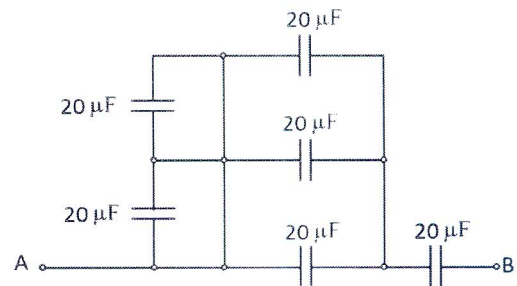
$$L_1 = \frac{\mu N^2}{l} S$$

Након повећања броја навојака и смањења интензитета струје је:

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

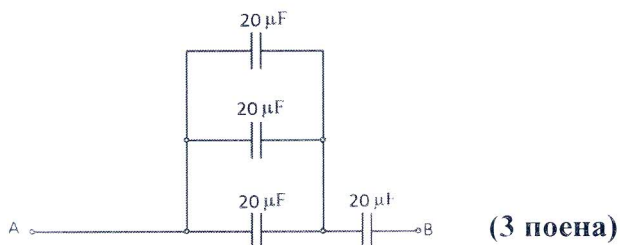


4. Одредити еквивалентну капацитивност групе кондензатора између тачака А и В приказаних на слици.



Решење:

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



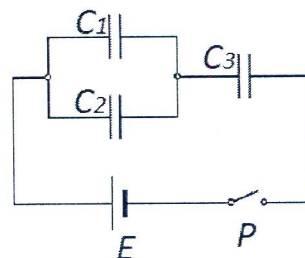
Па је C_{AB} :

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



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

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



Решење:

а) $Q_{uk} = E \cdot C_e$ (1 поен)

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

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

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

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

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

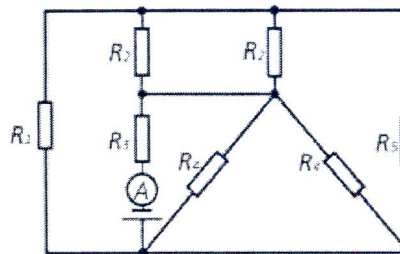
$$U_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{Q_2}{C_2} = 10V \text{ (2 поена)}$$

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

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



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

**Решење:**

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

$$R_{e1} = R_2 || R_3 = \frac{R_2}{2} = 480\Omega, \text{ (1 бод)}$$

$$R_{e2} = R_4 || R_5 = \frac{R_4}{2} = 360\Omega, \text{ (1 бод)}$$

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

Даље је:

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

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

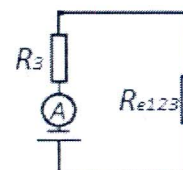
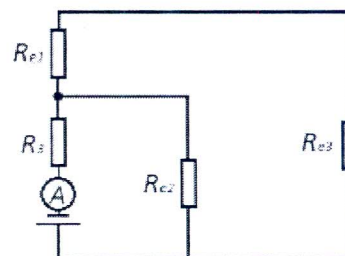
$$R_e = R_3 + R_{e123} + r = 500,5\Omega \text{ (2 бода)}$$

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

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

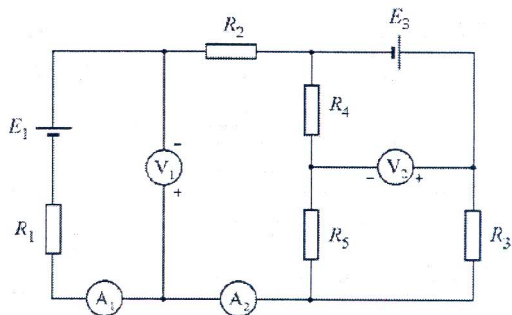
Снага развијена на отпорнику R_3 је:

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





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

**Решење:**

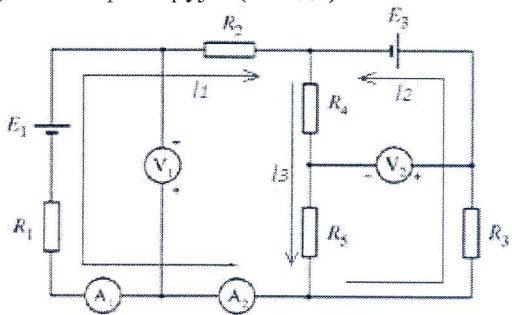
Како су волтметри идеални, то значи да се њихова отпорност може сматрати бесконачном и да кроз њих не протиче струја и да у колу постоје само три струје. (2 бода).

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

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0 \text{ (16од)}$$

$$R_1 I_1 - E_1 + R_2 I_1 + R_4 I_3 + R_5 I_3 = 0 \text{ (16од)}$$

$$R_5 I_3 + R_4 I_3 + R_3 I_2 + E_3 = 0 \text{ (16од)}$$



Друге две релације могу се написати на основу мерења волтметара:

$$150V = -E_1 + R_1 I_1 \text{ (16од)}$$

$$550V = E_3 + R_4 I_3 \text{ (16од)}$$

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

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

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

Решавањем система од две једначине са две непознате даље је:

$$I_{A1} = I_{A2} = I_1 = 40A \text{ (2 бода) (Уколико постоји само закључак да су струје кроз } A_1 \text{ и } A_2 \text{ једнаке (16од))}$$

$$I_3 = -10A$$

$$I_2 = -50A$$

$$E_1 = 50V \text{ (2 бода)}$$

$$E_3 = 700V \text{ (2 бода)}$$





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

Решење:

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

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

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

На основу ових једначина даље је:

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

Израчунавањем се добија:

$$r = 2\Omega \text{ (2 бода)}$$

Па је:

$$E = 9V \text{ (1 бод)}$$

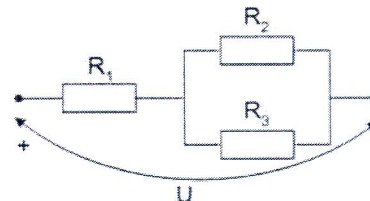
Односно:

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





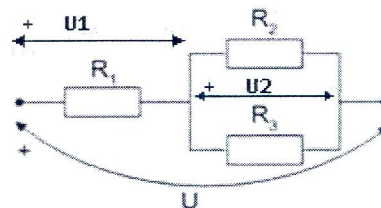
9. Три отпорника отпорности $R_1 = 20\Omega$, $R_2 = 100\Omega$ и $R_3 = 400\Omega$ везана су као на слици и прикључена на напон U који се споро повећава од $0V$ до $50V$. Снаге при којима ови отпорници прегорјевају су $P_{1max} = 0,25W$, $P_{2max} = 0,5W$ и $P_{3max} = 0,25W$ Који од отпорника ће први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



Решење:

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

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



Снаге на отпорницима су:

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

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

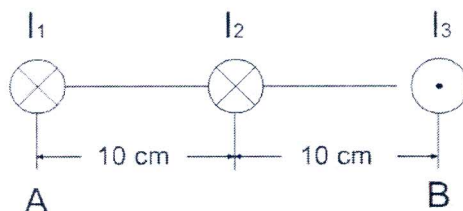
$$P_3 = \frac{U_2^2}{R_3} \rightarrow P_{3max} = \frac{U_{2max}^2}{R_3} = \frac{16U^2}{25R_3} = 0,0016U^2 \rightarrow U = 12,5V \text{ (2 бода)}$$

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



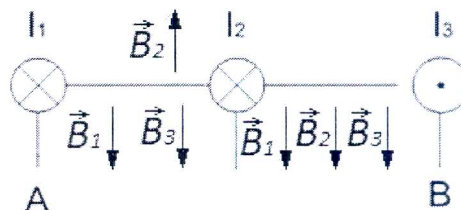


10. На слици су приказана три паралелна дугачка праволинијска проводника са струјама $I_1 = I_2 = 100\text{ A}$ и $I_3 = 200\text{ A}$ чији су смерови дати као на слици. Одредите положај тачке О на дужи АВ у којој је вредност магнетне индукције једнак нули. Проводници се налазе у ваздуху.

**Решење:**

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

(4 бода)



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

$$B_1 + B_3 = B_2 \text{ (2 бода)}$$

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

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

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

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

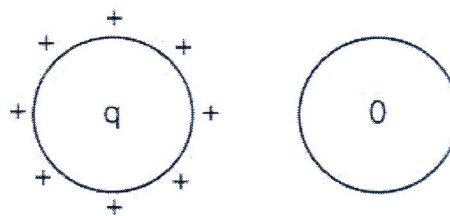
$$\mu_0 \cdot \frac{I_1}{2\pi x} + \mu_0 \cdot \frac{I_3}{2\pi(0,2\text{m}-x)} = \mu_0 \cdot \frac{I_2}{2\pi(0,1\text{m}-x)}, \text{ како је } I_1 = I_2 = \frac{I_3}{2} \text{ следи:}$$

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

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



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



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



The diagram shows a magnetic circuit with a core consisting of two vertical bars labeled 'N' (North) and 'S' (South). A coil, represented by a rectangle labeled 'R', is wound around the 'N' bar. The coil is connected to a voltage source 'V' represented by two parallel lines. An arrow labeled 'I' indicates the direction of current flow from the positive terminal of the voltage source, through the coil, and back to the negative terminal.

A diagram showing a rod of length l and resistance R placed on two parallel horizontal rails. A magnetic field $\vec{B}$ is applied vertically downwards. The rod is pulled to the right with a constant velocity $\vec{v}$. An induced current I flows from the positive terminal to the negative terminal through the rod. The induced electric field $\vec{E}_{\text{ind}}$ is shown as a vector pointing to the right, and the induced EMF is given by $\vec{E}_{\text{ind}} = \vec{v} \times \vec{B}$. The rails are connected to a battery with terminals labeled '+' and '-'.

Тачан смер струје (4 бода)



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



ДВАДЕСЕТШЕСТО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ

РЕШЕЊА

ИЗ

ОСНОВА ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ

ЗА УЧЕНИКЕ ПРВОГ РАЗРЕДА

Број задатка

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

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. Који од понуђених услова треба да задовоље наелектрисања Q_1 , Q_2 и Q_3 да би вектор електричног поља у тачки A имао правац и смер као на слици?

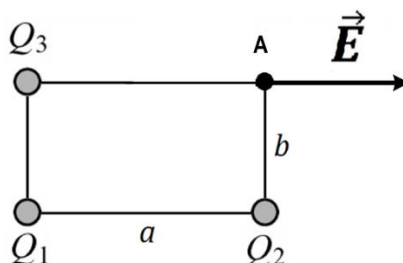
а) $Q_1 > 0$ $Q_2 < 0$ $Q_3 > 0$ 5/-2

б) $Q_1 < 0$ $Q_2 > 0$ $Q_3 < 0$

в) $Q_1 < 0$ $Q_2 < 0$ $Q_3 > 0$

г) $Q_1 > 0$ $Q_2 > 0$ $Q_3 > 0$

- д) вектор електричног поља у тачки A не може имати правац и смер као на слици



2. Плочасти кондензатор за номинални напон $U=10$ kV има диелектрик од два слоја исте дебљине $l_1 = l_2 = 2$ mm, од којих је један од хартије ($\epsilon_{r1} = 2$) а други од гуме ($\epsilon_{r2} = 6$). Како ће се распоредити напони по диелектрицима? Заокружити једно од понуђених решења и решење образложити.

а) $U_1 = 2,5$ kV, $U_2 = 7,5$ kV

б) $U_2 = 4$ kV, $U_1 = 6$ kV

в) $U_2 = 2,5$ kV, $U_1 = 7,5$ kV 6/-2

г) $U_1 = 4$ kV, $U_1 = 6$ kV

- д) ниједан од понуђених одговора није тачан.

Решење:

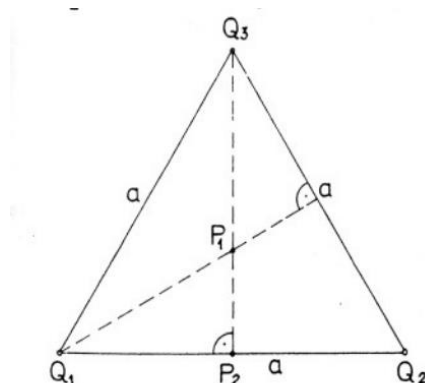
$$C_1 = \frac{\epsilon_0 \epsilon_{r1} S}{d_1}, C_2 = \frac{\epsilon_0 \epsilon_{r2} S}{d_2}$$

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{\epsilon_{r1} d_2}{\epsilon_{r2} d_1} = \frac{2 \cdot 2}{6 \cdot 2} = \frac{1}{3} = \frac{U_2}{U_1} \Rightarrow U_1 = 3U_2$$

Како је $U_1 + U_2 = U \Rightarrow 3U_2 + U_2 = 10$ kV $\Rightarrow U_2 = 2,5$ kV, $U_1 = 7,5$ kV.

ОСНОВЕ ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ ДВАДЕСЕТШЕСТО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ, мај 2022.

3. Три мала тела у ваздуху, непознатог наелектрисања Q_1 и познатих $Q_2 = 2 \cdot 10^{-11} \text{ C}$ и $Q_3 = -4 \cdot 10^{-11} \text{ C}$, налазе се у теменима једнакостраничног троугла стране $a = 10 \text{ cm}$. Одредити наелектрисање Q_1 тако да разлика потенцијала тачака P_1 и P_2 (види слику) буде $V_1 - V_2 = -1.8 \text{ V}$.



Решење:

Потенцијал тачака P_1 и је P_2 :

$$V_1 = k \frac{Q_1}{r_{11}} + k \frac{Q_2}{r_{12}} + k \frac{Q_3}{r_{13}}, \text{ где је: } r_{11} = r_{12} = r_{13} = \frac{a\sqrt{3}}{3} \quad (2 \text{ бода})$$

$$V_2 = k \frac{Q_1}{r_{21}} + k \frac{Q_2}{r_{22}} + k \frac{Q_3}{r_{23}}, \text{ где је: } r_{21} = \frac{a}{2}, r_{22} = \frac{a}{2}, r_{23} = \frac{a\sqrt{3}}{2}. \quad (2 \text{ бода})$$

$$V_1 = \frac{k}{\frac{a\sqrt{3}}{3}} (Q_1 + Q_2 + Q_3) = \frac{3k}{a\sqrt{3}} (Q_1 + Q_2 + Q_3) = \frac{k\sqrt{3}}{a} (Q_1 + Q_2 + Q_3) \quad (2 \text{ бода})$$

$$V_2 = k \frac{Q_1}{\frac{a}{2}} + k \frac{Q_2}{\frac{a}{2}} + k \frac{Q_3}{\frac{a\sqrt{3}}{2}} = \frac{2k}{a} (Q_1 + Q_2 + \frac{\sqrt{3}}{3} Q_3) \quad (2 \text{ бода})$$

Заменом бројних вредности добијамо:

$$\begin{aligned} V_1 - V_2 &= 9\sqrt{3} \cdot 10^{10} Q_1 - 1,8\sqrt{3} - (18 \cdot 10^{10} Q_1 - 0,552) \\ &= 15,57 \cdot 10^{10} Q_1 - 3,114 - 18 \cdot 10^{10} Q_1 + 0,552 = -2,43 \cdot 10^{10} Q_1 - 2,562 = -1,8 \end{aligned}$$

$$-2,43 \cdot 10^{10} Q_1 = 0,76$$

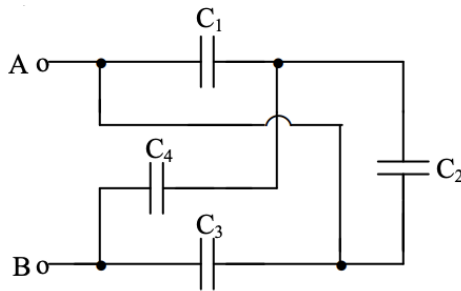
$$Q_1 = \frac{0,762}{-2,43 \cdot 10^{10}} = -0,31 \cdot 10^{-10} \text{ C} = -3,1 \cdot 10^{-11} \text{ C} \quad (4 \text{ бода})$$



ОСНОВЕ ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ ДВАДЕСЕТШЕСТО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ, мај 2022.

4. Одредити еквивалентну капацитивност између тачака А и В. Нумерички подаци:

$$C_1 = 2 \text{ nF}, C_2 = 4 \text{ nF}, C_3 = 7 \text{ nF}, C_4 = 3 \text{ nF}.$$



Решење:

$$C_1 \parallel C_2 \Rightarrow C_{12} = C_1 + C_2 = 6 \text{ nF}, (1,5 \text{ бод})$$

$$C_{12} \text{ је везано на ред са } C_4 \Rightarrow C_{124} = \frac{C_{12} \cdot C_4}{C_{12} + C_4} = 2 \text{ nF} (1,5 \text{ бод})$$

$$C_{124} \parallel C_3 \Rightarrow C_{AB} = C_{124} + C_3 = 9 \text{ nF} (2 \text{ бода})$$



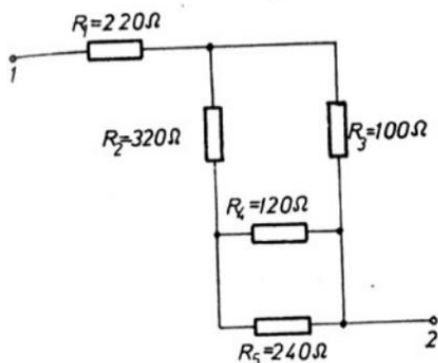
ОСНОВЕ ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ ДВАДЕСЕТШЕСТО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ, мај 2022.

5. За групу отпорника приказаних на слици нацртати електричну шему и одредити еквивалентну отпорност између тачака 1 и 2.



Решење:

Еквивалентна електрична шема приказана је на слици: (3 бода) за нацртану шему



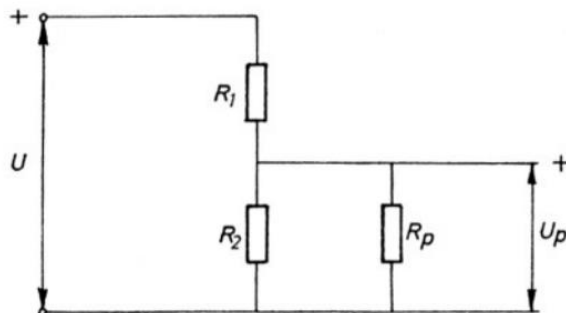
Еквивалентна електрична отпорност је: (3 бода) за израчунату еквивалентну отпорност

$$R_{12} = R_1 + \frac{R_3 \left(R_2 + \frac{R_4 R_5}{R_4 + R_5} \right)}{R_3 + R_2 + \frac{R_4 R_5}{R_4 + R_5}} = 300 \, \Omega .$$



ОСНОВЕ ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ ДВАДЕСЕТШЕСТО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ, мај 2022.

6. Одредити однос напона U_P и U за коло приказано на слици. Колики је однос ових напона ако је R_P много веће од R_2 ?



Решење:

Изрази за струје у колу су:

$$I_1 = \frac{U - U_P}{R_1}, I_2 = \frac{U_P}{R_2}, I_P = \frac{U_P}{R_P} \quad (2 \text{ бода})$$

Применом првог Кирхофовог закона за чвор А добијамо:

$$I_1 = I_2 + I_P, \frac{U - U_P}{R_1} = \frac{U_P}{R_2} + \frac{U_P}{R_P} \quad (2 \text{ бода})$$

Из претходног израза је:

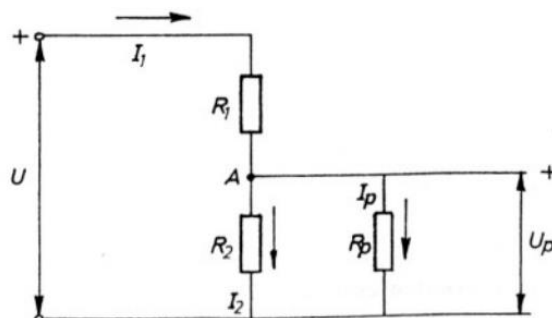
$$\frac{U_P}{U} = \frac{R_2}{R_1 + R_2 + \frac{R_1 R_2}{R_P}} \quad (2 \text{ бода})$$

У случају да је R_P много веће од R_2 , струја I_P се може занемарити у односу на струју I_2 , па је:

$$\frac{U - U_P}{R_1} \approx \frac{U_P}{R_2} \quad (2 \text{ бода})$$

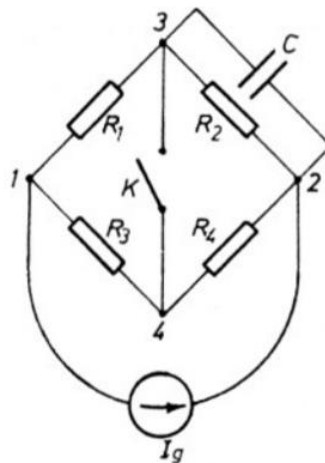
На основу претходног је:

$$\frac{U_P}{U} \approx \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (2 \text{ бода})$$



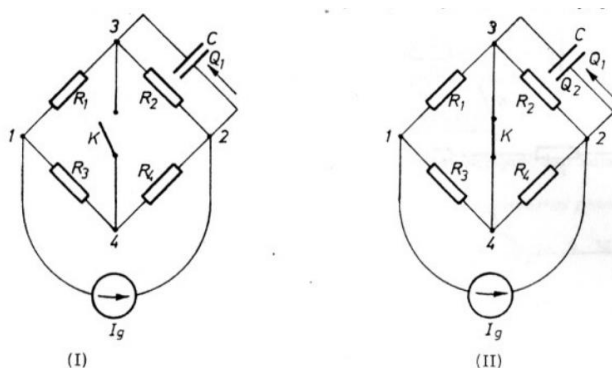
ОСНОВЕ ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ ДВАДЕСЕТШЕСТО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ, мај 2022.

7. У колу приказаном на слици, одредити количину електрицитета протеклу кроз грану са кондензатором од тренутка затварања прекидача К до успостављања стационарног стања. Познато је: $I_g = 0,2 \text{ A}$, $R_1 = 400 \Omega$, $R_2 = 100 \Omega$, $R_3 = 200 \Omega$, $R_4 = 300 \Omega$, $C = 1 \mu\text{F}$. Диелектрик кондензатора се може сматрати савршеним.



Решење:

На сликама (I) и (II) је приказано дато коло у стационарном стању, пре и после затварања прекидача, респективно.

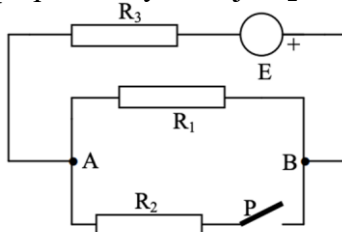


Напон између електрода кондензатора, при отвореном прекидачу К, је: $U_{23} = R_2 \frac{R_3 + R_4}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} I_g = 10 \text{ V}$ (2 бода). Оптерећеност кондензатора, при отвореном прекидачу К, је: $Q_1 = C \cdot U_{23} = 10 \mu\text{C}$ (2 бода). У стационарном стању, при затвореном прекидачу К, је: $U'_{23} = \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4} I_g = 15 \text{ V}$ (2 бода), $Q_2 = C \cdot U'_{23} = 15 \mu\text{C}$ (2 бода)

Количина електрицитета протекла кроз грану са кондензатором је $q = Q_2 - Q_1 = 5 \mu\text{C}$. (2 бода)



8. На делу кола АВ приказаног на слици снага која се претвара у топлоту иста је при отвореном и при затвореном прекидачу. Ако је $R_1 = R_2 = R = 10 \Omega$, наћи отпорност R_3 .



Решење:

Када је прекидач укључен, имамо:

$$P = I_1^2 \cdot R_1 = \left(\frac{E}{R_3 + R_1} \right)^2 \cdot R_1 \quad (2 \text{ бода})$$

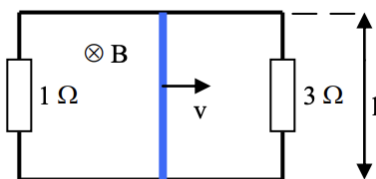
Када се прекидач укључи, имамо:

$$P' = I_{12}^2 \cdot R_{12} = \left(\frac{E}{R_3 + R_{12}} \right)^2 \cdot R_{12} \quad (2 \text{ бода})$$

$$\frac{E^2}{(R_3 + R)^2} \cdot R = \frac{E^2}{\left(R_3 + \frac{R}{2}\right)^2} \cdot \frac{R}{2} \Rightarrow R_3 = \frac{R \cdot (\sqrt{2} - 1)}{(2 - \sqrt{2})} = \frac{4,1}{0,59} = 6,95 \Omega \quad (4 \text{ бода})$$



9. Две паралелне шине леже у хоризонталној равни. Крајеви шина спојени су отпорницима од 1Ω и 3Ω . Растојање између шина је 30 см. По шинама клизи (без трења) равна метална жица брзином 0,5 m/s (погледај слику). Коло је смештено у вертикално магнетно поље индукције 0,02 Т. Одредити јачину струје у жици. Колика ће бити јачина струје у колу ако прегори отпорник од 3Ω ?



Решење:

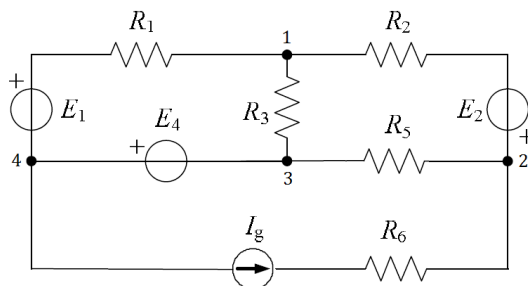
$$E = Blv = 0,02 \cdot 0,3 \cdot 0,5 = 0,003 \text{ V} \quad (2 \text{ бода}), \quad R = 0,5 + 1 \cdot \frac{3}{1+3} = 1,25 \Omega \quad (1 \text{ бод})$$

$$I = \frac{E}{R} = \frac{0,003}{1,25} = 0,0024 \text{ A} = 2,4 \text{ mA}, \quad (1 \text{ бод}), \quad R' = 0,5 + 1 = 1,5 \Omega \quad (1 \text{ бод}) \Rightarrow I = \frac{E}{R} = \frac{0,003}{1,5} = 0,002 \text{ A} = 2 \text{ mA} \quad (1 \text{ бод})$$



ОСНОВЕ ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ ДВАДЕСЕТШЕСТО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ, мај 2022.

10. За коло сталне струје са слике познато је $E_1 = 12 \text{ V}$, $E_2 = 10 \text{ V}$, $E_4 = 25 \text{ V}$, $R_2 = 2 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 1 \text{ k}\Omega$, $R_5 = 8 \text{ k}\Omega$ и $R_6 = 10 \text{ k}\Omega$. Израчунати отпорност R_1 и струју струјног генератора I_g тако да буде $I_{41} = 10 \text{ mA}$ и $U_{21} = 50 \text{ V}$.



Решење:

На основу израза $U_{21} = R_2 I_{21} + E_2$ добија се $I_{21} = 20 \text{ mA}$ (2 бода).

Из првог Кирхофовог закона за чвор 1 је $I_{13} = I_{41} + I_{21} = 30 \text{ mA}$ (2 бода).

За контуру 1 – 2 – 3 – 1 може се писати

$U_{21} - R_5 I_{23} + R_3 I_{13} = 0$, одакле је $I_{23} = 10 \text{ mA}$ (2 бода).

Струја струјног генератора се добија из првог Кирхофовог закона за чвор 2:

$I_g = I_{23} + I_{21} = 30 \text{ mA}$ (2 бода).

За контуру 3 – 4 – 1 – 3

важи $E_4 + E_1 - R_1 I_{41} - R_3 I_{13} = 0$,

па је тражена отпорност $R_1 = 700 \Omega$ (2 бода).



ОСНОВЕ ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ ДВАДЕСЕТШЕСТО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ, мај 2022.

11. На танак торус кружног попречног пресека, полупречника r , равномерно и густо је намотан проводник дужине l_p . Може се сматрати да материјал од ког је начињен торус има релативну магнетну пермеабилност $\mu_r = 1200$. Дужина средње линије торуса је $l_{sr} = 80 \text{ cm}$, а индуктивност је $L = 2 \text{ H}$. Одредити дужину намотаног проводника.

$$\Phi_0 = B_{sr} \cdot S, B_{sr} = \frac{\mu_0 \mu_r N I}{l_{sr}}, S = r^2 \pi \quad (2 \text{ бода})$$

$$\Phi = N \Phi_0 = \frac{\mu_0 \mu_r N^2 I}{l_{sr}} S \quad (1 \text{ бод})$$

$$L = \frac{\Phi}{I} = \frac{\mu_0 \mu_r N^2}{l_{sr}} S \quad (1 \text{ бод})$$

$$l_p = N \cdot 2\pi r \rightarrow N = \frac{l_p}{2\pi r} \quad (2 \text{ бода})$$

$$L = \frac{\mu_0 \mu_r N^2}{l_{sr}} S = \frac{\mu_0 \mu_r (\frac{l_p}{2\pi r})^2}{l_{sr}} \cdot r^2 \pi = \frac{\mu_0 \mu_r l_p^2}{l_{sr} \cdot 4\pi} \quad (2 \text{ бода})$$

$$l_p = \sqrt{\frac{L \cdot l_{sr} \cdot 4\pi}{\mu_0 \mu_r}} = 115,5 \text{ m} \quad (2 \text{ бода})$$



ОСНОВЕ ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ ДВАДЕСЕТШЕСТО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ, мај 2022.

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

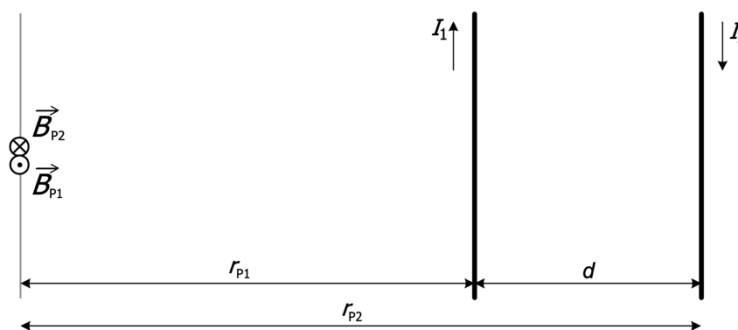
Решење: Како су струје у проводницима супротног смера, вектори магнетне индукције коју стварају поједини проводници су супротног смера у тачкама равни, које се не налазе између проводника (1 бод). За неку тачку Р важи:

$$B_{P1} = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r_{P1}}, \quad B_{P2} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r_{P2}} \quad (1 \text{ бод})$$

Према услову задатка је:

$$\vec{B}_P = \vec{B}_{P1} + \vec{B}_{P2} = 0 \Rightarrow B_{P1} = B_{P2} \Rightarrow \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r_{P1}} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r_{P2}} \Rightarrow \frac{I_1}{r_{P1}} = \frac{I_2}{r_{P2}} \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{r_{P1}}{r_{P2}} \quad (2 \text{ бода})$$

Како је $I_1 < I_2$, мора бити $r_{P1} < r_{P2}$, односно тачка Р мора бити ближа првом проводнику. Дакле, то је тачка која се налази у равни коју одређују ова два проводника, са стране проводника са струјом I_1 . (2 бода) за коментар и за нацртану слику. Бодови се признају и без коментара, довољна је само слика.



Са слике се види да је:

$$r_{P1} + d = r_{P2} \quad (1 \text{ бод})$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{r_{P1}}{r_{P1} + d} \Rightarrow (r_{P1} + d)I_1 = r_{P1}I_2 \Rightarrow d \cdot I_1 = r_{P1} \cdot (I_2 - I_1) \Rightarrow r_{P1} = \frac{I_1}{I_2 - I_1} d \quad (3 \text{ бода})$$

Заменом бројних вредности добијамо

$$r_{P1} = \frac{I_1}{I_2 - I_1} d = 30 \text{ cm}, \quad r_{P2} = r_{P1} + d = 40 \text{ cm} \quad (2 \text{ бода})$$





МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ, НАУКЕ И ТЕХНОЛОШКОГ РАЗВОЈА
РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

ЗАЈЕДНИЦА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ



ДВАДЕСЕТСЕДМО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ

РЕШЕЊА

ИЗ

ОСНОВА ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ

ЗА УЧЕНИКЕ ПРВОГ РАЗРЕДА

Број задатка

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

мај 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

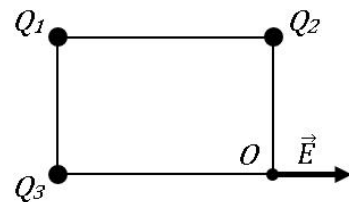
Свако питање и задатак треба пажљиво прочитати да бисте разумели шта се захтева.

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!

1. Који од услова треба да задовоље наелектрисања Q_1 , Q_2 и Q_3 да би вектор електричног поља у тачки A имао правац и смер као на слици?



а) $Q_1 > 0$ $Q_2 < 0$ $Q_3 > 0$ 6/-2

б) $Q_1 < 0$ $Q_2 < 0$ $Q_3 > 0$

в) $Q_1 > 0$ $Q_2 > 0$ $Q_3 > 0$

г) $Q_1 < 0$ $Q_2 > 0$ $Q_3 < 0$

д) вектор електричног поља у тачки A не може имати правац и смер као на слици



2. Кроз проводник кружног попречног пресека протиче струја константног интензитета. Одредити за колико процената ће се променити густина струје ако се полупречник проводника смањи за четвртину. Одговор образложити.

а) смањиће се за 22%

б) повећаће се за 22%

в) смањиће се за 78%

г) повећаће се за 78% 6/-2

д) смањиће се за 56,25%

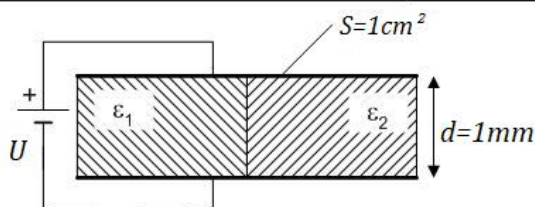
ђ) повећаће се за 56,25%

Решење:

$$J = \frac{I}{(0.75r)^2\pi} = \frac{J_0}{0.5625} = 1,78J_0$$



3. Плочасти кондензатор је испуњен са две врсте диелектрика, од којих сваки заузима по половину простора између електрода као на слици. Познато је да за диелектрике важи да је $2\epsilon_{r1} = \epsilon_{r2}$, $E_{max1} = 15 \text{ kV/mm}$ и $E_{max2} = 12 \text{ kV/mm}$. Одговорити на следећа питања:



У каквом односу су интензитети вектора јачине електричног поља у првом и другом диелектрику?

а) $E_1 = 0,5E_2$

б) $E_1 = 2E_2$

в) $E_1 = E_2$ 3/-1

г) $E_1 = 4E_2$

При којој вредности напона U наступа пробој у кондензатору?

а) $7,5 \text{ kV}$

б) 12 kV 2/-1

в) 6 kV

г) 15 kV

д) $13,5 \text{ kV}$

Приликом пробоја кондензатора, пробој ће се пре догодити у:

а) првом диелектрику

б) другом диелектрику 2/-1

в) истовремено у оба два диелектрика

Колика је укупна капацитивност кондензатора?

а) $\epsilon_0(\epsilon_{r1} + \epsilon_{r2})S/2d$ 3/-1

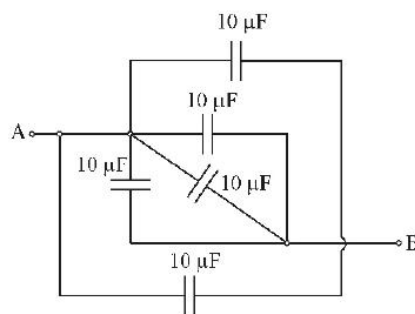
б) $\epsilon_0(\epsilon_{r1} + \epsilon_{r2})S/d$

в) $\epsilon_0\epsilon_{r1}\epsilon_{r2}S/d$

г) $\epsilon_0\epsilon_{r1}\epsilon_{r2}S/2d$

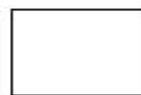


4. Одредити еквивалентну капацитивност између тачака А и В комбинације кондензатора приказаних на слици.

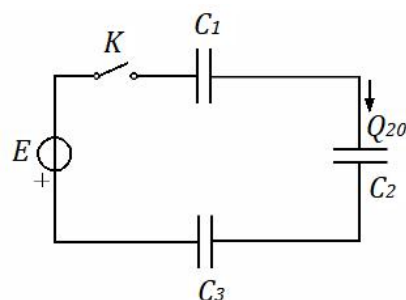


Решење:

$C_e = 30 \mu F$ (4 бода)

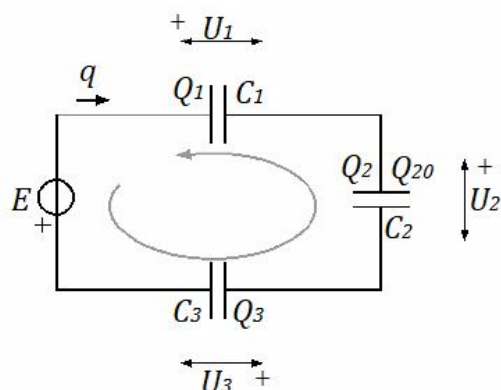


5. Кондензатори капацитивности $C_1 = 120 \text{ pF}$ и $C_2 = 300 \text{ pF}$ без почетних оптерећености, кондензатор капацитивности $C_2 = 100 \text{ pF}$, почетне оптерећености $Q_{20} = 1,2 \text{ nC}$ према означеном референтном смеру и генератор електромоторне силе $E = 14 \text{ V}$ везани су у коло као на слици. Одредити напоне између крајева кондензатора после затварања прекидача K .



Решење:

Након затварања прекидача K кроз коло протекне количина наелектрисања q након чега ће оптерећености кондензатора бити:



$$\begin{aligned} Q_1 &= q \\ Q_2 &= Q_{20} + q \\ Q_3 &= q \end{aligned}$$

(4 бода)

За коло са слике се може написати једначина по II К.З.:

$$E + U_1 + U_2 + U_3 = 0$$

односно:

$$E + \frac{Q_1}{C_1} + \frac{Q_2}{C_2} + \frac{Q_3}{C_3} = 0 \quad (2 \text{ бода})$$

Заменом израза за оптерећености кондензатора и решавањем по q , добија се:

$$q = -\frac{C_1 C_3 (C_2 E + Q_{20})}{C_1 C_2 + C_1 C_3 + C_2 C_3} = -1,2 \text{ nC} \quad (3 \text{ бода})$$

даље је:

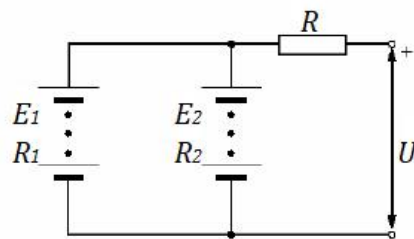
$$Q_1 = -1,2 \text{ nC} \rightarrow U_1 = -10 \text{ V} \quad (1 \text{ бод})$$

$$Q_2 = 0 \text{ C} \rightarrow U_2 = 0 \text{ V} \quad (1 \text{ бод})$$

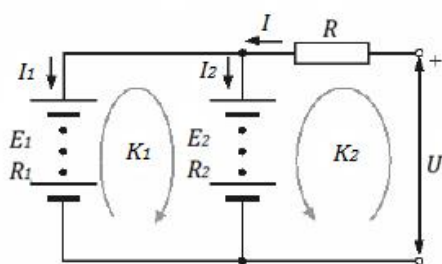
$$Q_3 = -1,2 \text{ nC} \rightarrow U_3 = -4 \text{ V} \quad (1 \text{ бод})$$



6. Две акумулаторске батерије везане паралелно имају електромоторне силе $E_1 = 100 \text{ V}$ и $E_2 = 110 \text{ V}$, а унутрашње отпорности су им $R_1 = 0,2 \Omega$ и $R_2 = 0,22 \Omega$. Ова веза је прикључена преко отпорника $R = 5 \Omega$ на мрежу једносмерне струје напона $U = 250 \text{ V}$. Негативни полови батерија везани су на негативни пол мреже. Одредити интензитета и смерове струја у батеријама као и интензитет и смер струје која се узима из мреже. Назначити да ли се батерију пуне или празне.



Решење:



$$\begin{aligned} I - I_1 - I_2 &= 0 \\ E_1 + R_1 I_1 - E_2 - R_2 I_2 &= 0 \\ U - RI - E_2 - R_2 I_2 &= 0 \end{aligned}$$

(2 бода слика + 3 бода једначине)

Решавањем система једначина се добија:

$I_1 = 38,71 \text{ A}$, пуњење

$I_2 = -10,26 \text{ A}$, пражњење

$I = 28,45 \text{ A}$, из мреже

(2 бода тачан интензитет струје + 1 бод за режим батерије)

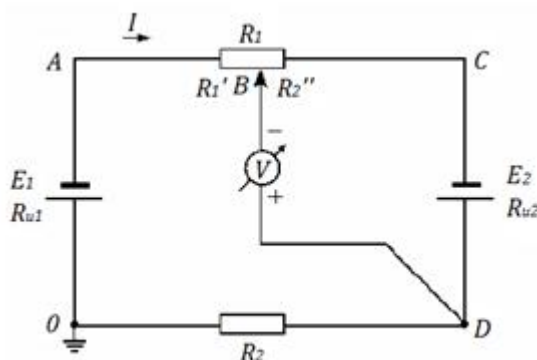
(2 бода тачан интензитет струје + 1 бод за режим батерије)

(2 бода)



7. Извори електромоторних сила $E_1 = 24 \text{ V}$ и $E_2 = 60 \text{ V}$ ($R_{u1} = R_{u2} = 0$) и отпорници отпорности $R_1 = 120 \Omega$ и $R_2 = 60 \Omega$ спојени су као на слици.

Израчунати отпорност R_1'' дела потенциометра укупне отпорности R_1 и потенцијал тачке В, ако волтметар бесконачне унутрашње отпорности мери напон $U_V = 44 \text{ V}$.



Решење:

Ако се посматра цела затворена контура 0ACD0:

$$-E_1 - R_1 I + E_2 - R_2 I = 0 \Rightarrow I = \frac{E_2 - E_1}{R_1 + R_2} = 0.2 \text{ A} \quad (3 \text{ бода})$$

Контура коју чине V, R_1'' и E_2 :

$$E_2 - U_V - R_1'' I = 0 \Rightarrow R_1'' = \frac{E_2 - U_V}{I} = 80 \Omega \quad (3 \text{ бода})$$

Потенцијал тачке В једнак је:

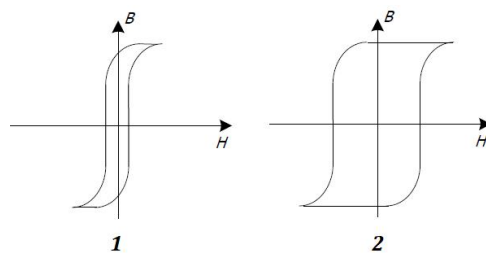
$$V_B = -E_1 - R_1' I = -E_1 - (R_1 - R_1'') I = -32 \text{ V}$$

или:

$$V_B = R_2 I - E_2 + R_1'' I = -32 \text{ V} \quad (4 \text{ бода})$$



8. На слици су приказане две хистерезисне петље (првобитне криве магнећења материјала). Заокружити тачне тврдње:



1)

- а) хистерезисна петља 1 одговара магнетно тврдим материјалима, а хистерезисна петља 2 одговара магнетно меким материјалима

- б) хистерезисна петља 1 одговара магнетно меким материјалима, а хистерезисна петља 2 одговара магнетно тврдим материјалима **4/-1**

- в) хистерезисне петље 1 и 2 одговарају магнетно тврдим материјалима

- г) хистерезисне петље 1 и 2 одговарају магнетно меким материјалима

- д) хистерезисна петља 1 одговара дијамагнетицима, а хистерезисна петља 2 одговара парамагнетицима

- е) хистерезисна петља 1 одговара парамегнетицима, а хистерезисна петља 2 одговара дијамагнетицима

2)

- а) Код материјала 1 долази касније до засићења, а заостала (реманентна) индукција је већа у односу на материјал 2

- б) Код материјала 1 долази раније до засићења, а заостала (реманентна) индукција је већа у односу на материјал 2

- в) Код материјала 2 долази касније до засићења, а заостала (реманентна) индукција је већа у односу на материјал 1 **4/-1**

- г) Код материјала 2 долази касније до засићења, а заостала (реманентна) индукција је већа у односу на материјал 1

- д) Коерцитивно поље материјала 2 је исто као и код материјала 1



9. Под којим углом у односу на линије хомогеног магнетног поља је потребно поставити правоугаону контуру сачињену од проводника како би магнетни флуks кроз контуру био дупло мањи у односу на магнетни флуks када она стоји нормално на линије поља?

Решење:

Како је поље хомогено магнетни флуks кроз контуру постављену нормално на линије поља је:

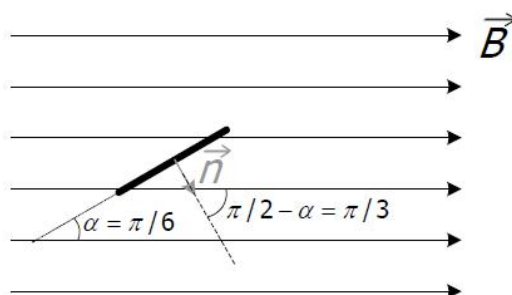
$$\Phi = B \cdot S \quad (2 \text{ бода})$$

Када се контура нађе под углом у односу на линије поља тада се магнетни флуks рачуна:

$$\Phi = \int_S \vec{B} \cdot \vec{S} = \int_S B \cdot dS \cdot \cos(\vec{B}, \vec{n})$$

Како је B константно, а угао између нормале

www.viser.edu.r





површине коју образује контура и линија магнетног поља дат на слици, добија се:

$$\Phi = \int_S B \cdot dS \cdot \cos\left(\frac{\pi}{3}\right) = \frac{1}{2} B \int_S dS = \frac{1}{2} B \cdot S$$

Потребно је да контура буде постављена под углом од $\pi/6$ у односу на линије магнетног поља како би флуks кроз њу био дупло мањи.

(3 бода)



10. Соленоид дужине $d = 25 \text{ cm}$, сачињен је од $N = 400$ завојака кроз које тече струја интензитета $I = 0,5 \text{ A}$. Језгро соленоида је од феромагнетног материјала чија је крива првобитног магнетног поља дата табелом. Одредити интензитет индукције B у језгру соленоида. (Пре успостављања струје језгро је било немагнетисано.)

$H[\text{A/m}]$	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
$B[\text{T}]$	0,25	0,50	0,72	0,89	1,08	1,16	1,24	1,30	1,34	1,37

Решење:

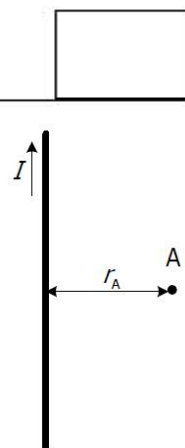
Интензитет магнетног поља у соленоиду је:

$$H = \frac{NI}{b} = \frac{400 \cdot 0,5 \text{ A}}{25 \cdot 10^{-2} \text{ m}} = 800 \frac{\text{A}}{\text{m}} \quad (3 \text{ бода})$$

Језгро је било немагнетисано пре успостављања струје па су вредности магнетне индукције и интензитета магнетног поља везане датом таблом. Односно:

$$B = 0,72 \text{ T} \quad (2 \text{ бода})$$

11. а) Колики је интензитет магнетне индукције у тачки А, која се налази на растојању $r_A = 2 \text{ cm}$ од бесконачног праволинијског проводника са струјом јачине $I = 2 \text{ A}$?
- б) Ако би се на растојању $r_A = 2 \text{ cm}$ од проводника, паралелно са њим поставио други праволинијски проводник дужине $l = 1 \text{ m}$, са струјом јачине $I' = 1 \text{ A}$, истог смера као струја I , колика би сила деловала на тај проводник? Да ли је ова сила привлачна или одбојна?



Решење:

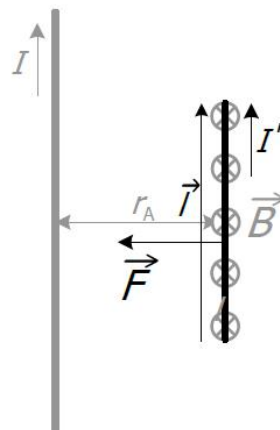
$$\text{а) } B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r_A} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2} \cdot 2 \text{ A}}{2\pi \cdot 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ T} \quad (3 \text{ бода})$$

б) $\vec{F} = I' \cdot \vec{l} \times \vec{B}$ како је угао између правца проводника оријентисаног у смеру струје кроз исти и вектора магнетне индукције $\pi/2$ интензитет силе је:

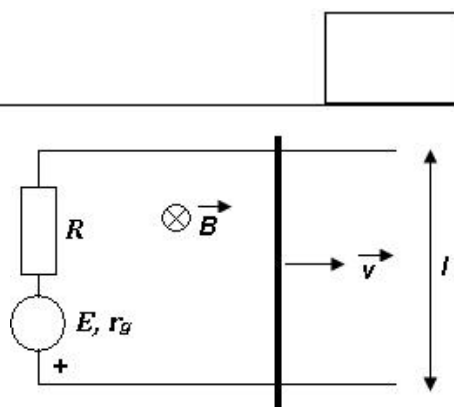
$$F = I' \cdot l \cdot B = 2 \cdot 10^{-5} \text{ N} \quad (2 \text{ бода})$$

Правец и смер силе је приказан на слици. (2 бода)

Може се закључити да је сила привлачна. (2 бода)



12. Две паралелне непокретне проводне шине занемарљиве отпорности, налазе се у хомогеном магнетном пољу индукције $B = 0,5 \text{ T}$, на међусобном растојању $l = 2 \text{ m}$. Дуж шина, нормално на њих, клизи проводна шипка занемарљиве отпорности константном брзином $v = 3 \text{ m/s}$, у смеру означеном на слици. Шине су на другом крају затворене отпорником отпорности $R = 4 \Omega$ и генератором електромоторне силе $E = 6 \text{ V}$ и унутрашње отпорности $r_g = 0,5 \Omega$.



- Одредити интензитет и смер струје у колу.
- Како би се променио интензитет и смер струје у колу ако би се шипка зауставила?
- Како би се променио интензитет и смер струје у колу ако би се шипка кретала истом брзином, али у супротном смеру од првобитно назначеног?
- Како би се променио интензитет и смер струје у колу ако би смер вектора магнетне индукције био супротан од смера уцртаног на слици, под условом да се шина креће брзином као у а) ?

Решење:

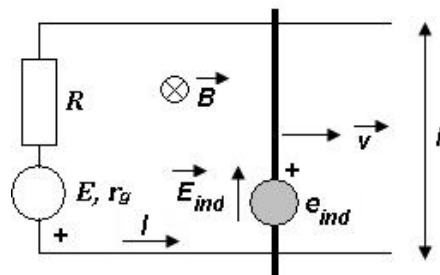
- а) Интензитет индуковане електромоторне силе је:

$$e_{ind} = vBl = 3 \text{ V} \quad (1 \text{ бод})$$

Смер електромоторне силе је одређен правилом десне руке и приказан је на слици. (1 бод)

Како је брзина кретања шипке константна, даље се прорачун своди на просто коло где је интензитет струје:

$$I = \frac{E + e_{ind}}{R + r_g} = \frac{9 \text{ V}}{4,5 \Omega} = 2 \text{ A}, \text{ а смер струје је приказан на слици. (2 бода)}$$





б) У овом случају не би постојала индукована електромоторна сила па би струја била:

$$I = \frac{E}{R+r_g} = \frac{6V}{4,5\Omega} = 1,33 A \quad (2 \text{ бода})$$

в) Када се шипка креће у супротном смеру у односу на задатак под а) тада је индукована електромоторна сила истог интензитета као под а) само је смер електромоторне силе промењен у односу на а). (1 бод)

$$I = \frac{E-e_{ind}}{R+r_g} = \frac{3V}{4,5\Omega} = 0,67 A \quad (1 \text{ бод})$$

Смер струје остаје непромењен. (1 бод)

г) Уколико би смер магнетне индукције био супротан у односу на смер који је уцртан на слици, интензитет индуковане електромоторне силе би био исти као под а) и в) при чему би смер електромоторне силе био као у задатку под в) (1 бод)

$$I = \frac{E-e_{ind}}{R+r_g} = \frac{3V}{4,5\Omega} = 0,67 A \quad (1 \text{ бод})$$

Смер струје остаје непромењен. (1 бод)

