



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!



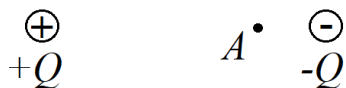
1. На слици су дата два тачкаста наелектрисања, једнаких апсолутних вредности наелектрисања, а различитог знака. Потенцијал тачке  $A$  је:

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

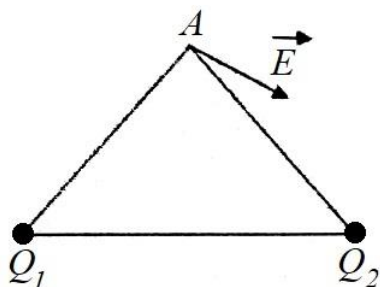
г)  $|Q_1| < |Q_2|, Q_1 > 0, Q_2 > 0$

д)  $|Q_1| > |Q_2|, Q_1 > 0, Q_2 < 0$

ђ)  $|Q_1| > |Q_2|, Q_1 < 0, Q_2 > 0$

е)  $|Q_1| > |Q_2|, Q_1 < 0, Q_2 < 0$

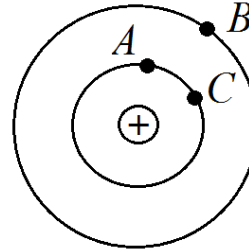
ж)  $|Q_1| > |Q_2|, Q_1 > 0, Q_2 > 0$





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

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



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,  $\Delta T$  разлика у температури грејача која је постигнута, а  $\alpha$  је температурни коефицијент.

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

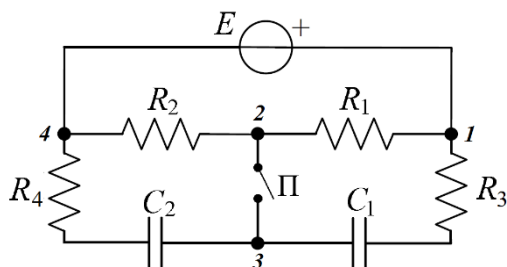
Температурни коефицијент бакра је позитиван, тако да се са повећањем температуре повећава отпор грејача, а самим тим снага смањује, па је тачан одговор под б).

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

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

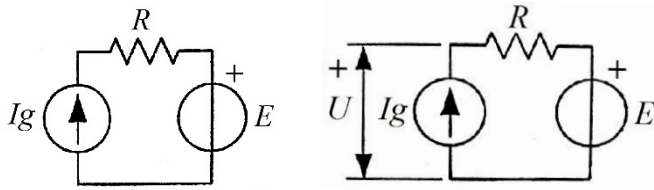
Протоци кроз кондензаторе су:

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





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:

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

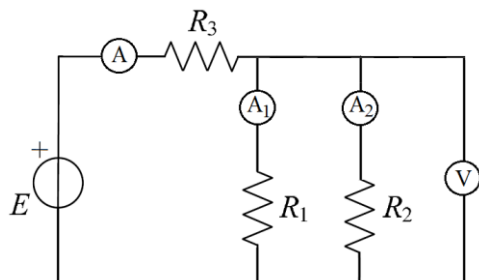
Како је  $I_g > 0$ , да би овај услов био испуњен ако је  $U < 0$ , односно ако је:

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





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.

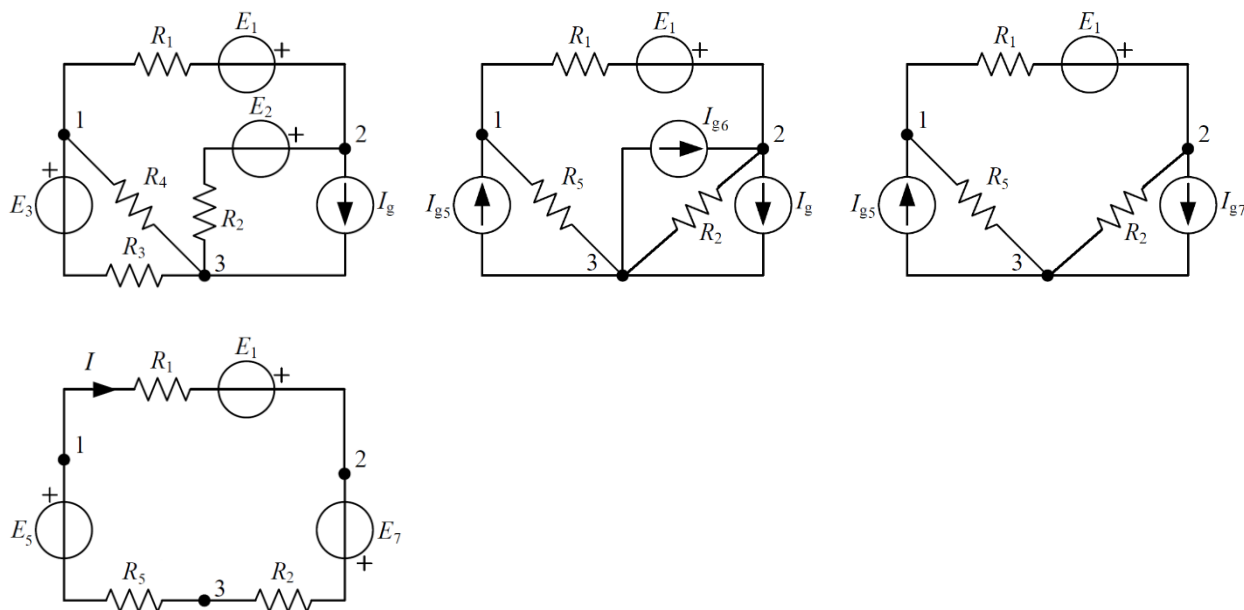


Када отпорност  $R_2$  расте, расте и еквивалентна отпорност паралелне везе  $R_{12}$ , а самим тим и укупна еквивалентна отпорност у колу, па ће се јачина струје амперметра  $A$  смањивати (3 бода). Одатле следи да ће се и напон отпорника  $R_3$  смањивати, дакле напон волтметра  $V$  ће расти (3 бода). 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:

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

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

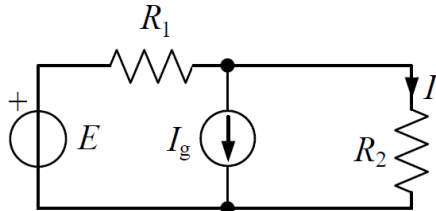




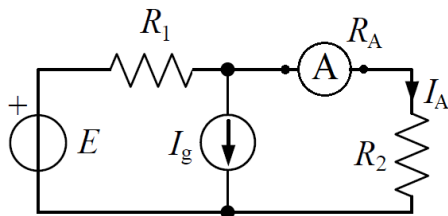


9. У колу на слици је  $E = 13 \text{ V}$ ,  $I_g = 20 \text{ A}$ ,  $R_1 = 0.04 \Omega$  и  $R_2 = 2.4 \Omega$ . Потребно је измерити јачину струје у грани са отпорником  $R_2$ . На располагању је амперметар унутрашње отпорности  $R_A = 0.06 \Omega$ .

- 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.

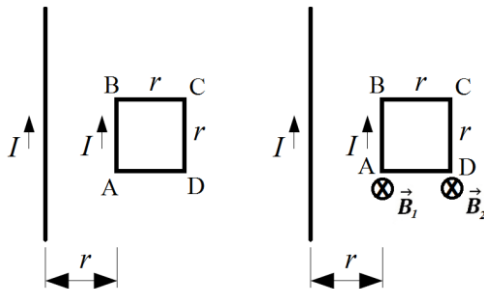
Да би у некој произвољној тачки  $A(x, y)$  укупно магнетно поље било једнако нули, мора важити:

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





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)  $e = 50 \text{ V}$

