31. РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ (25. април 2026)

IX РАЗРЕД

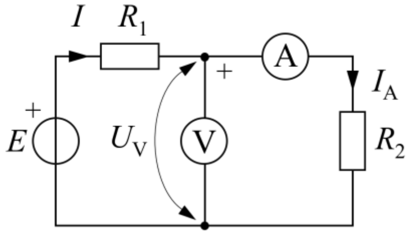
1. Електрично коло сталне струје чине идеалан напонски генератор електромоторне силе $E = 25{,}1\ \mathrm{V}$, два отпорника непознатих отпорности R_1 и R_2, реалан амперметар унутрашње отпорности $R_\mathrm{A} = 5\ \Omega$ и реалан волтметар унутрашње отпорности $R_\mathrm{V} = 20\ \mathrm{k\Omega}$ (слика 1). Уколико амперметар мјери јачину електричне струје од $I_\mathrm{A} = 50\ \mathrm{mA}$, а волтметар напон $U_\mathrm{V} = 20\ \mathrm{V}$, израчунати: (а) јачину електричне струје I кроз грану са генератором, (б) отпорности R_1 и R_2 и (в) снагу Џулових губитака у грани са амперметром.

2. Два равна и идеално рефлектујућа огледала постављена су под правим углом (слика 2). Свјетлосни зрак погађа прво огледало на растојању $d = 15\sqrt{3}\ \mathrm{cm}$ од додирне ивице огледала, под углом $\beta = 60^\circ$ у односу на вертикалу. Брзина свјетлости у датој средини износи $c_0 = 300000\ \mathrm{km/s}$. (а) Колико је времена потребно рефлектованом зраку да стигне од једног до другог огледала? (б) Под којим углом, у односу на правац упадног зрака који погађа прво огледало, ће се простирати свјетлосни зрак рефлектован од друго огледало?

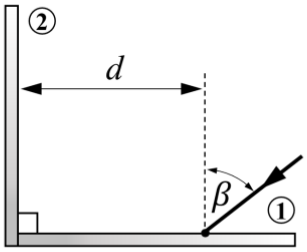
3. Жичана проводна контура, облика квадрата странице $a = 14\ \mathrm{cm}$ и укупне електричне отпорности $R = 9\ \Omega$, лежи у хомогеном магнетном пољу индукције $B = 10\ \mathrm{mT}$. Линије магнетног поља су нормалне на раван посматране контуре (слика 3). Контура се затим развуче у кружницу, остајући све вријеме у истој равни. Сматрати да се, приликом развлачења, укупна дужина и површина попречног пресјека жице не мијењају. (а) Колики је флукс магнетног поља кроз површ коју ограничава дата контура прије, а колики послије развлачења? (б) Која количина наелектрисања ће протећи кроз контуру усљед наведене промјене облика?

4. „*Ово је мали корак за човјека, али велики за човјечанство...*“ чувена је реченица коју је, у историјском тренутку ступања човјека на Мјесечево тло, изговорио амерички астронаут Нил Армстронг (енг. *Neil Armstrong*) давне 1969. године. У склопу ове мисије, назване *Apollo 11*, Армстронг је одлучио да изведе један мали експеримент и зато је пустио математичко клатно дужине $l = 1\ \mathrm{m}$ да осцилује у вертикалној равни. Контролни центар истовремено је пратио осциловање идентичног клатна на Земљи, а затим је утврђено да је однос броја осцилација који начине клатно на Земљи и на Мјесецу, за исто вријеме, једнак $n_\mathrm{Z}/n_\mathrm{M} = 5/2$. Израчунати: (а) периоде осциловања математичког клатна на Земљи T_Z и на Мјесецу T_M, (б) интензитет гравитационог убрзања g_M на површини Мјесеца и (в) за колико процената, у односу на почетну дужину, Армстронг треба да скрати клатно на Мјесецу тако да оно осцилује са истим периодом као клатно на Земљи.

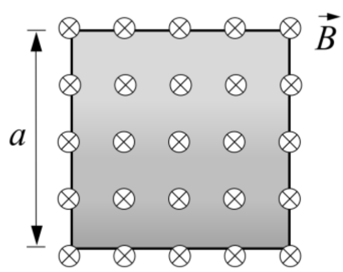
5. Шест електричних отпорника, сваки отпорности $R = 1200\ \Omega$, повезано је тако да формира мрежу облика шестоугла ABCDEF. Између несусједних тјемена D и F овог шестоугла повезан је отпорник двоструко веће отпорности, а између тјемена B и D прекидач П (слика 4). Израчунати еквивалентну отпорност дате мреже, између прикључака A и B, и то у случајевима када је прекидач П: (а) отворен и (б) затворен.



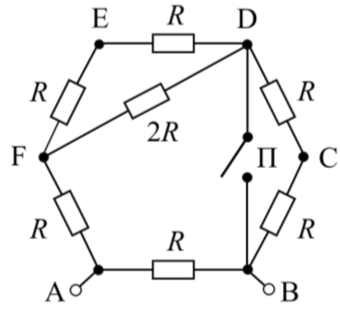
Слика 1



Слика 2



Слика 3



Слика 4

Напомена: У току рјешавања задатака, узети да је гравитационо убрзање силе Земљине теже $g = 9{,}81\ \mathrm{m/s^2}$.

Задатке припремио: Страхиња Продановић, Електротехнички факултет Универзитета у Београду

Рецензент: проф. др Владимир Арсоски, Електротехнички факултет Универзитета у Београду

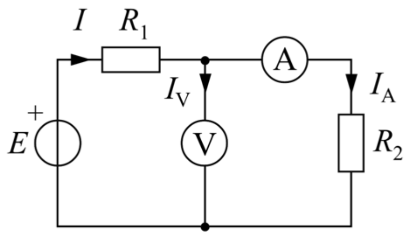
31. РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ (25. април 2026)

IX РАЗРЕД

Упутство за бодовање. Овдје је приказан један начин рјешавања задатака. Уколико ученици ријеше задатак другачијим, а физички исправним начином, треба им дати пуни број бодова предвиђен за тај задатак. Исто тако, ако ученици не напишу сваки овдје предвиђени корак, а видно је да су га направили, треба им дати исти број бодова као да су га написали. Сваки тачно ријешен задатак доноси 20 бодова. Број бодова за поједине кораке дат је у загради подебљаним фонтом, као на примјер: 4 поена – **(4п)**.

1. $E = 25{,}1\ \mathrm{V}$, $R_\mathrm{A} = 5\ \Omega$, $R_\mathrm{V} = 20\ \mathrm{k\Omega}$, $I_\mathrm{A} = 50\ \mathrm{mA}$, $U_\mathrm{V} = 20\ \mathrm{V}$, $I = ?$, $R_1 = ?$, $R_2 = ?$, $P = ?$

(а) Јачина струје кроз волтметар је $I_\mathrm{V} = \dfrac{U_\mathrm{V}}{R_\mathrm{V}}$ **(2п)**, односно $I_\mathrm{V} = 1\ \mathrm{mA}$ **(1п)**.



Слика 1

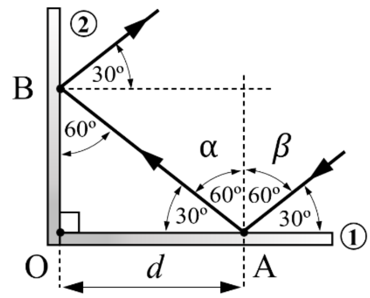
Примјеном првог Кирхофовог закона за било који од чворова (слика 1), једноставно се добија: $I = I_\mathrm{A} + I_\mathrm{V}$ **(2п)** и $I = 51\ \mathrm{mA}$ **(1п)**.

(б) За дио кола лијево од волтметра вриједи $E = R_1 I + U_\mathrm{V}$ **(3п)**, односно $R_1 = \dfrac{E - U_\mathrm{V}}{I}$ **(1п)** и $R_1 = 100\ \Omega$ **(1п)**. Слично томе, за дио кола десно од волтметра је испуњено $U_\mathrm{V} = \left(R_\mathrm{A} + R_2\right) I_\mathrm{A}$ **(3п)**, одакле је коначно: $R_2 = \dfrac{U_\mathrm{V}}{I_\mathrm{A}} - R_\mathrm{A}$ **(1п)** или $R_2 = 395\ \Omega$ **(1п)**.

(в) Снага Џулових губитака у грани са амперметром: $P = U_\mathrm{V} I_\mathrm{A} = \left(R_\mathrm{A} + R_2\right) I_\mathrm{A}^2$ **(3п)** и $P = 1\ \mathrm{W}$ **(1п)**.

2. $d = 15\sqrt{3}\ \mathrm{cm}$, $\beta = 60^\circ$, $c_0 = 300000\ \mathrm{km/s}$, $t = ?$, $\delta = ?$

(а) Према закону о одбијању свјетлости, упадни и одбојни угао су једнаки међу собом, па је $\beta = \alpha = 60^\circ$ **(3п)** (слика 2). Оштри углови правоуглог троугла ΔBOA са слике су $\sphericalangle \mathrm{OAB} = 90^\circ - \alpha = 30^\circ$ **(2п)** и $\sphericalangle \mathrm{OBA} = 60^\circ$ **(2п)**, одакле слиједи да је растојање које свјетлосни зрак прелази од тренутка рефлексије од прво, па све до тренутка удара у друго огледало: $L = \dfrac{2d}{\sqrt{3}} = \dfrac{2d\sqrt{3}}{3}$ **(5п)** или $L = 30\ \mathrm{cm}$ **(1п)**. Тражено вријеме налазимо на основу израза $t = \dfrac{L}{c_0}$ **(3п)**, из кога директно слиједи да је $t = 1\ \mathrm{ns}$ **(1п)**.



Слика 2

(б) Посматрани зраци су међусобно паралелни (слика 2), па се признају одговори: $\delta = 0^\circ$ или $\delta = 180^\circ$ **(3п)**.

3. $a = 14\ \mathrm{cm}$, $R = 9\ \Omega$, $B = 10\ \mathrm{mT}$, $\Phi_1 = ?$, $\Phi_2 = ?$, $\Delta q = ?$

(а) Површ коју ограничава контура прије развлачења је квадрат површине $S_1 = a^2$ **(1п)**, док је одговарајући флукс магнетног поља $\Phi_1 = BS_1 = Ba^2$ **(2п)**, односно $\Phi_1 = 196\ \mu\mathrm{Wb}$ **(1п)**. Обим контуре се не мијења након развлачења: $4a = 2\pi r$ **(3п)**, гдје је $r = 2a/\pi$ **(1п)** полупречник добијене кружнице. Површина одговарајућег круга сада износи $S_2 = r^2\pi = 4a^2/\pi$ **(1п)**, а тражени флукс $\Phi_2 = BS_2 = 4a^2B/\pi$ **(2п)** или $\Phi_2 \approx 250\ \mu\mathrm{Wb}$ **(1п)**.

(б) Због промјене флукса, у контури се индукује електромоторна сила $\varepsilon_\mathrm{ind} = -\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \dfrac{\Phi_1 - \Phi_2}{\Delta t}$ **(3п)**, а самим тим и струја $I = \dfrac{\varepsilon_\mathrm{ind}}{R}$ **(1п)**, коју можемо изразити и као $I = \dfrac{\Delta q}{\Delta t}$ **(1п)**. На основу претходне три једначине, лако се добија да је протекла количина наелектрисања $\Delta q = \dfrac{\Phi_1 - \Phi_2}{R}$ **(2п)**, односно $\Delta q = -6\ \mu\mathrm{C}$ **(1п)**.

<u>**Напомена**</u>: У случају да је ученик приликом рјешавања другог дијела задатка одмах искористио коначну формулу, без извођења, додијелити му пуни број поена. Знак минус говори искључиво о смјеру протицања наелектрисања кроз контуру, у односу на усвојени референтни смјер, па се прихвата и рјешење $\Delta q = 6\ \mu\mathrm{C}$.

31. РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ (25. април 2026)

IX РАЗРЕД

4. $n_Z/n_M = 5/2$, $l = 1\ \mathrm{m}$, $g_Z = 9{,}81\ \mathrm{m/s^2}$, $T_Z = ?$, $T_M = ?$, $g_M = ?$, $\Delta l_M[\%] = ?$

(а) Период осциловања клатна на Земљи је $T_Z = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g_Z}}$ **(2п)** (1), односно $T_Z = 2\ \mathrm{s}$ **(1п)**. Однос броја осцилација клатна на Земљи $n_Z = t/T_Z$ **(2п)** (2) и на Мјесецу $n_M = t/T_M$ **(2п)** (3) и износи $n_Z/n_M = 5/2$. На основу (2) и (3), за период осциловања клатна на Мјесецу добијамо $T_M = \dfrac{n_Z}{n_M}T_Z = 2{,}5T_Z$ **(2п)** и $T_M = 5\ \mathrm{s}$ **(1п)**.

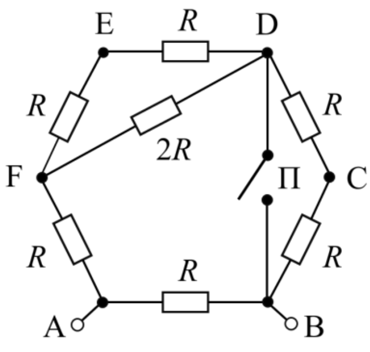
(б) Узимајући у обзир израз (1) за период осциловања клатна, слиједи $g_M = \dfrac{4\pi^2 l}{T_M^2}$ **(2п)** и $g_M \approx 1{,}58\ \mathrm{m/s^2}$ **(1п)**.

(в) Да би клатно на Мјесецу осциловало са истим периодом као оно на Земљи, поново због израза (1), његова дужина треба да буде: $l'_M = \dfrac{g_M T_Z^2}{4\pi^2}$ **(2п)** или $l'_M = 16\ \mathrm{cm}$ **(1п)**. Дакле, јасно је да је клатно потребно скратити и то за $\Delta l_M[\%] = \dfrac{l - l'_M}{l}\cdot 100\%$ **(2п)**, односно за $\Delta l_M[\%] = 84\%$ **(2п)** у односу на почетну дужину.

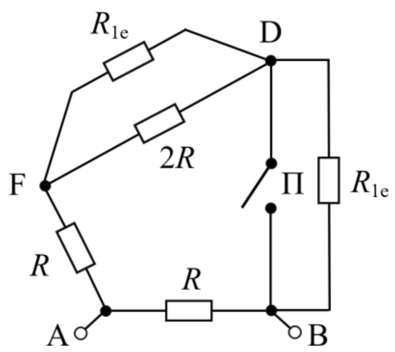
5. $R = 1200\ \Omega$, $R_{AB}^{(O)} = ?$, $R_{AB}^{(Z)} = ?$

(а) Дата отпорничка мрежа се може поједноставити као што приказују, редом, слике од 3а до 3в. Дакле, можемо уочити да је $R_{1e} = R + R = 2R$ **(2п)**, као и да је $R_{2e} = \dfrac{R_{1e}2R}{R_{1e} + 2R}$ **(3п)**, одакле слиједи $R_{2e} = R$ **(2п)**. У случају када је прекидач П отворен, отпорници R, R_{1e} и R_{2e} су везани на ред, па је њихова еквивалентна отпорност $R_{3e}^{(O)} = R + R_{1e} + R_{2e} = 4R$ **(2п)**. На крају, преостаје још само паралелне веза $R_{3e}^{(O)}$ и R, што значи да је тражена отпорност између прикључака А и В: $R_{AB}^{(O)} = \dfrac{R_{3e}^{(O)}R}{R_{3e}^{(O)} + R} = \dfrac{4R}{5}$ **(3п)** или $R_{AB}^{(O)} = 960\ \Omega$ **(1п)**.

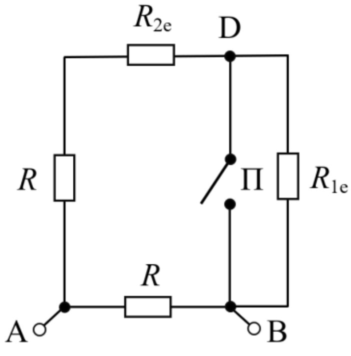
(б) Када се прекидач П затвори, отпорник R_{1e} са слике 3в ће бити кратко спојен и кроз њега неће тећи електрична струја, па је $R_{3e}^{(Z)} = R + R_{2e} = 2R$ **(3п)** и $R_{AB}^{(Z)} = \dfrac{R_{3e}^{(Z)}R}{R_{3e}^{(Z)} + R} = \dfrac{2R}{3}$ **(3п)**, одакле је $R_{AB}^{(Z)} = 800\ \Omega$ **(1п)**.



Слика 3а



Слика 3б



Слика 3в