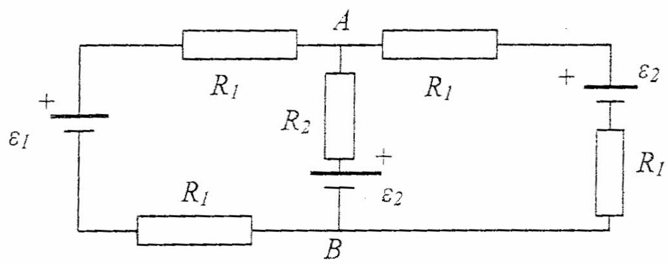
ЗАДАЦИ ЗА РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ (2010.)
III РАЗРЕД

1. Два тачкаста наелектрисања q_1 и q_2 од по $20 \cdot 10^{-9}C$ налазе се у вакуму на растојању $20cm$, на истој хоризонтали. $k = 9 \cdot 10^9 Nm^2/C^2$.

а) Колико ће бити почетно убрзање тачкастог наелектрисања $40 \cdot 10^{-9}C$ и масе $0{,}1g$ ако се оно постави у тачку удаљену $20cm$ од сваког наелектрисања изнад поменуте хоризонтале? Сва три наелектрисања су у вертикалној равни.

б) одредити јачину поља у тачки која је на средини растојања између q_1 и q_2.

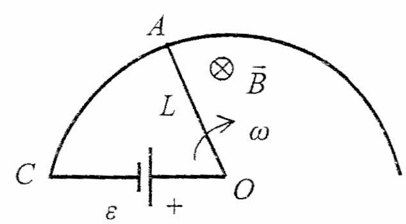
2. У колу датом на слици одредити интензитет струја у све три гране кола. Колика је разлика потенцијала између тачака A и B? $\varepsilon_1 = 2V, R_1 = 1{,}6\Omega, \varepsilon_2 = 6V, R_2 = 3{,}8\Omega$.



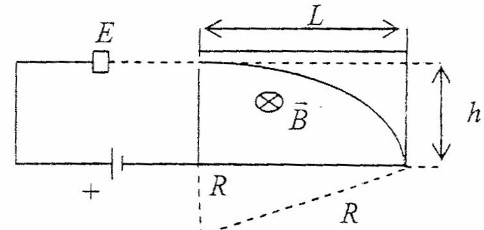
3. Проводни штап OA, дужине L и отпора R, клизи дуж проводног полупрстена константном угаоном брзином ω. Струјно коло затвара извор ЕМС ε и унутрашњег отпора r (слика). Нормално на раван полупрстена је хомогено магнетно поље индукције B. Одредити:

а) напон између крајева штапа

б) количину топлоте која се ослободи у јединици времена на штапу. Отпор прстена је занемарљив.



4.Сноп једноструко јонизованих атома литијума Li^+ емитује се емитором Е. Затим се јони убрзавају електричним пољем пролазећи разлику потенцијала $U = 3000V$.Потом упадају кроз процијеп у просторију гдје постоји магнетно поље индукције $B = 3 \cdot 10^{-2}T$, које је нормално на сноп. Колики је отклон снопа, ако је дужина просторије $L = 15cm$? Наелектрисање електрона је $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}C$, а маса јона литијума је $m = 6m_p$, маса протона $m_p = 1{,}67 \cdot 10^{-27}kg$.



5.Када је у електричном колу прикључен отпор $R_1 = 3\Omega$, на њему се ослободи нека снага. Ако се умјесто отпора R_1 прикључи отпор $R_2 = 1\Omega$ онда се ослободи једнака снага. Колики је унутрашњи отпор извора?

$\varepsilon, r = const$

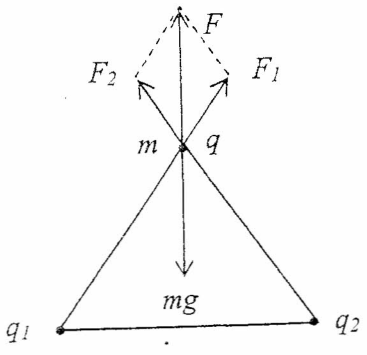
Задатке припремио: Милко Бабић
Рецензент: проф. др Милан Пантић, ПМФ Нови Сад

РЈЕШЕЊА ЗАДАТАКА ЗА III РАЗРЕД

Упутство за бодовање. Овдје је приказан један начин рјешавања задатака. Ако ученици ријеше задатак другачијим а физички исправним начином, треба им дати пуни број бодова предвиђен за тај задатак. Ако ученици не напишу посебно сваки овдје предвиђени корак, а видљиво је да су га направили, треба им дати бодове као да су га написали

1.

а) На наелектрисање q дјелују три силе F_1, F_2 и mg.



Основна једначина динамике $m\vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + m\vec{g}$ 2

силе F_1 и F_2 су једнаког интензитета, а правца и смејра као на слици. Резултујућа електростатичка сила

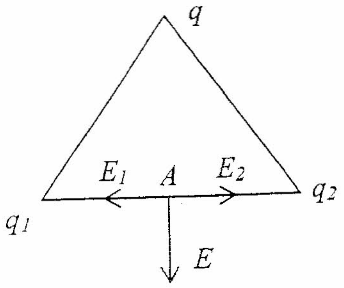
$$F_e = F_1 \cdot \cos 30^0 + F_2 \cos 30^0 = 2F_1 \cos 30^0 = 2F_1 = \frac{2\sqrt{3}}{2} \cdot F_1,$$ 4

$F_e = \sqrt{3}F_1 = \sqrt{3}k\dfrac{q_1 q}{d^2}$ и има супротан смјер од mg

$$ma = mg - F_e$$ 2

$a = g - \dfrac{Fe}{m}$ $\quad a = g - k\dfrac{q_1 q}{md^2}\sqrt{3}$ 4 $\quad a \approx 6{,}7 m/s^2$ 2

б) У тачки А је $\vec{E}_A = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}$



интензитети E_1 и E_2 су једнаки па је јачина поља у тачки А:

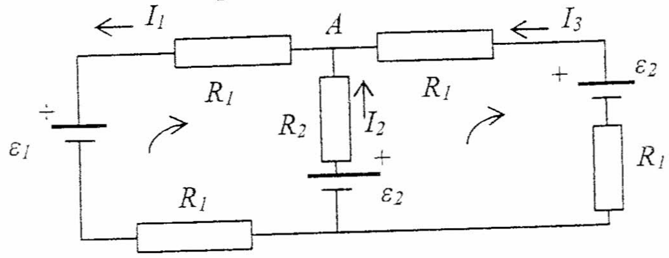
$\vec{E}_A = \vec{E}$ интензитет је $E_A = k\dfrac{q}{\left(\dfrac{d\sqrt{3}}{2}\right)^2}$ 4

$$E_A = 12 \cdot 10^3 \frac{N}{C}$$ 2

Σ=20

2.

Интензитети струја које теку у гранама су I_1 I_2 и I_3



Коришћењем Кирхофових правила добијамо сљедеће једначине.

(1) $\quad I_2 + I_3 = I_1$ 2

(2) $\quad \varepsilon_1 - \varepsilon_2 = -I_1R_1 - I_2R_2 - I_1R_1$ или

$\quad \varepsilon_2 - \varepsilon_1 = 2I_1R_1 + I_2R_2$ 2

(3) $\quad \varepsilon_2 - \varepsilon_2 = I_2R_2 - I_3R_1 - I_3R_1$ или

$\quad I_2R_2 = 2I_3R_1$ 2

из једначине (1) и (3) добијамо $I_2 + \dfrac{I_2R_2}{2R_1} = I_1 \Rightarrow I_2(2R_1 + R_2) = 2R_1I_1 \quad I_2 = \dfrac{2R_1I_1}{2R_1 + R_2}$ (4)

из (2) и (4) слиједи $\varepsilon_2 - \varepsilon_1 = 2I_1R_1 + \dfrac{2R_1R_2I_1}{2R_1 + R_2} \Rightarrow I_1 = \dfrac{(\varepsilon_2 - \varepsilon_1)(2R_1 + R_2)}{4R_1(R_1 + R_2)} = 0{,}81A$ 3

$I_2 = \dfrac{2R_1I_1}{2R_1+R_2} = \dfrac{\varepsilon_2-\varepsilon_1}{2(R_1+R_2)} = 0{,}37A$ 3 из (3) слиједи $I_3 = \dfrac{I_2R_2}{2R_1} = \dfrac{(\varepsilon_2-\varepsilon_1)R_2}{4R_1(R_1+R_2)} = 0{,}44A$ 3

Разлика потенцијала између тачака А и В је: $\varphi_A + I_2R_2 - \varepsilon_2 = \varphi_B$ 3

$$\varphi_A - \varphi_B = \varepsilon_2 - I_2R_2 = 4{,}594V \quad 2$$

Σ=20

3.

При обртању штапа, повећава се површина контуре, односно флукс, те индукована ЕМС даје струју у смјеру супротном од ротације штапа. То значи да индуковна ЕМС има исти знак као и ЕМС извора ε. Дакле јачина струје кроз контуру OAC је:

а) $I = \dfrac{\varepsilon+\varepsilon_i}{R+r}$ 2 $\varepsilon_i = \dfrac{\Delta\phi}{\Delta t} = \dfrac{B\cdot\Delta S}{\Delta t}$ 2 $\Delta S = \dfrac{L^2}{2}\Delta\phi$ 2

ΔS - пребрисана површина при закретању штапа за $\Delta\varphi$.

$\varepsilon_i = \dfrac{B\cdot L^2\Delta\varphi}{2\Delta t} = \dfrac{BL^2\omega}{2}$ 2 $I = \dfrac{\varepsilon + \dfrac{BL^2\omega}{2}}{(R+r)}$ $I = \dfrac{2\varepsilon + BL^2\omega}{2(R+r)}$ 2

Напон између крајева штапа $U = \varepsilon - Ir$ $U = \dfrac{2\varepsilon R - BL^2\omega r}{2(R+r)}$ 4

б) Снага топлотних губитака у штапу је: $P = I^2R$ 2 $P = \left[\dfrac{2\varepsilon + BL^2\omega}{2(R+r)}\right]^2 R$ 4

Σ=20

4.

Брзина јона при изласку из електричног поља износи

$\dfrac{mv^2}{2} = eU \Rightarrow v = \sqrt{\dfrac{2eU}{m}}$ 5 m - маса јона

Када јон улети у простор гдје дјелује само магнетно поље, на њега дјелује Лоренцова сила, која му саопштава центрипетално убрзање. Пошто је Лоренцова сила увијек нормална на брзину јона, путања мора бити кружница. Полупречник те кружнице је:

$\dfrac{mv^2}{R} = evB$, $R = \dfrac{mv}{eB} = \dfrac{m}{eB}\sqrt{\dfrac{2eU}{m}} = \dfrac{1}{B}\sqrt{\dfrac{2mU}{e}}$ 5

Величина отклона снопа је: $h = R - \sqrt{R^2 - L^2}$ 3 $h = \dfrac{1}{B}\sqrt{\dfrac{2mU}{e}} - \sqrt{\dfrac{1}{B^2}(2\dfrac{m}{e})U - L^2}$ 5

$L = 0{,}0176m \approx 0{,}02m$ 2

Σ=20

5. У првом случаје је $I_1 = \dfrac{\varepsilon}{R_1+r}$, 2 а у другом $I_2 = \dfrac{\varepsilon}{R_2+r}$ 2

са друге стране, због једнаких снага ослобођених у оба случаја је:

$I_1 = \sqrt{\dfrac{P}{R_1}}$ 2 $I_2 = \sqrt{\dfrac{P}{R_2}}$ 2 па слиједи

$\sqrt{\dfrac{P}{R_1}} = \dfrac{\varepsilon}{R_1+r}$ и $\sqrt{\dfrac{P}{R_2}} = \dfrac{\varepsilon}{R_2+r}$ 2 $\Rightarrow$ $\dfrac{P}{R_1} = \dfrac{\varepsilon^2}{(R_1+r)^2}$ и $\dfrac{P}{R_2} = \dfrac{\varepsilon^2}{(R_2+r)^2}$

$P = \dfrac{R_1\varepsilon^2}{(R_1+r)^2}$, 2 $P = \dfrac{R_2\varepsilon^2}{(R_2+r)^2}$, 2 $\dfrac{R_1}{(R_1+r)^2} = \dfrac{R_2}{(R_2+r)^2} \Rightarrow \dfrac{R_1+r}{R_2+r} = \sqrt{\dfrac{R_1}{R_2}}$

одатле $r = \dfrac{\sqrt{R_1}R_2 - \sqrt{R_2}R_1}{\sqrt{R_2}-\sqrt{R_1}} = \dfrac{\sqrt{R_2}(\sqrt{R_1R_2} - R_1)}{\sqrt{R_2}-\sqrt{R_1}}$ 4 $r = 1{,}73\Omega$ 2

Σ=20