

РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА ИЗ ФИЗИКЕ
ШКОЛСКЕ 2009/2010. ГОДИНЕ

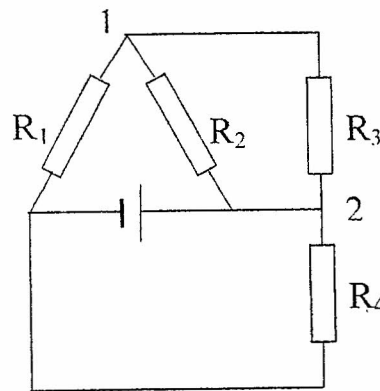
III РАЗРЕД

1. Четири куглице наелектрисане су једнаким количинама електрицитета $q = +2 \mu\text{C}$ и повезане неистегљивим концима једнаких дужина $a = 0,1\text{m}$. Куглице се налазе у врховима квадрата на хоризонталној подлози. Одредити силу затезања у концима. Електрична константа једнака је $k = 1/4\pi\epsilon_0 = 9 \cdot 10^9 \text{Nm}^2/\text{C}^2$.

(25 бодова)

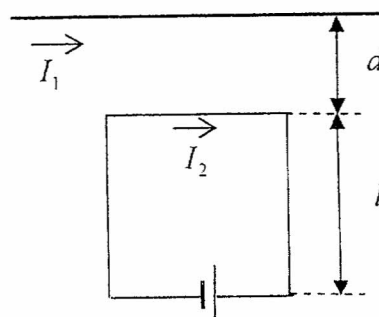
2. У електричном колу приказаном на слици познати су: отпори $R_1 = 1\Omega$, $R_2 = 2\Omega$, $R_3 = 3\Omega$, напон између тачака 1 и 2 $V_{12} = 2\text{V}$ и струја која тече кроз извор електромоторне силе $I = 2\text{A}$. Наћи отпор R_4 .

(25 бодова)



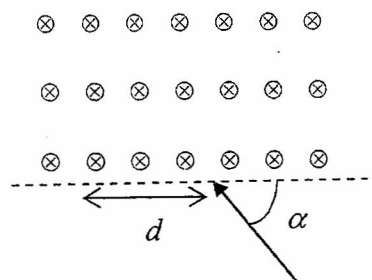
3. Метални рам масе $m = 1\text{g}$ у облику квадрата стране $l = 0,2\text{m}$ мирује у вертикалној равни испод дугог праволинијског проводника кроз који протиче струја $I_1 = 50\text{A}$. Једна страница рама је паралелна проводнику и налази се на растојању $d = 0,01\text{m}$ од проводника. Наћи јачину струје I_2 која протиче кроз рам у смјеру приказаном на слици.

(20 бодова)



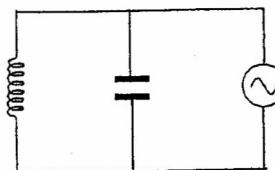
4. Протон се креће брзином $v = 500\text{km/s}$ и улази у област хомогеног магнетног поља индукције $B = 0,010\text{T}$, нормалног на раван у којој се креће протон. Протон улази у област под углом $\alpha = 45^\circ$ у односу на границу области (видјети слику). Наћи удаљеност d од улазне тачке на којој ће протон изаћи из те области. Однос наелектрисања и масе за протон износи $q/m = 9,581 \cdot 10^7 \text{C/kg}$.

(15 бодова)



5. Струјно коло састављено је од паралелне везе калема индуктивности $L = 50\text{mH}$, кондензатора $C = 25\mu\text{F}$ и извора напона $U = 220\text{V}$ и фреквенције $f = 50\text{Hz}$. Колика је ефективна јачина струје у колу?

(15 бодова)



Задатке саставио: проф. др Сениша Игњатовић
Рецензент: проф. др Милица Павков-Хрвојевић

РЈЕШЕЊА
III РАЗРЕД

1. Резултанта електричних сила које дјелују на куглицу D

$$\vec{F}_D = \vec{F}_{AD} + \vec{F}_{BD} - \vec{F}_{CD} \quad (2 \text{ б})$$

једнака је по интензитету и правцу а супротна по предзнаку резултанти сила затезања које дјелују на ту куглицу:

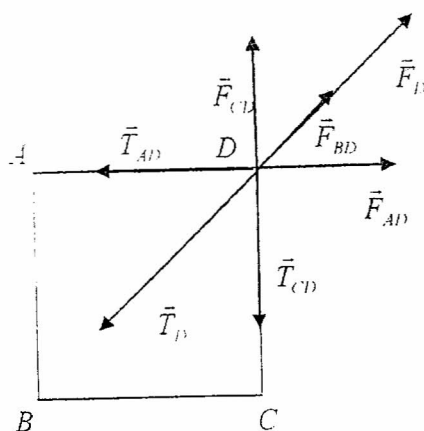
$$\vec{T}_D = \vec{T}_{AD} - \vec{T}_{CD} \quad (2 \text{ б})$$

Дакле, $F_D = T_D$ (2 б). Због симетрије, по интензитету је $F_{AD} = F_{CD}$ (2 б) и $T_{AD} = T_{CD}$ (2 б). Имамо

$$F_{AD} = k \frac{q^2}{a^2}, \quad F_{BD} = k \frac{q^2}{(\sqrt{2}a)^2}, \quad (4 \text{ б})$$

$$F_D = 2 \frac{\sqrt{2}}{2} F_{AD} + F_{BD} = \left(\sqrt{2} + \frac{1}{2} \right) k \frac{q^2}{a^2} \quad (5 \text{ б}), \quad T_D = 2 \frac{\sqrt{2}}{2} T_{AD} = \sqrt{2} T_{AD} \quad (3 \text{ б}),$$

$$T_{AD} = T_{CD} = T_{AB} = T_{BC} = \frac{T_D}{\sqrt{2}} = \frac{F_D}{\sqrt{2}} = \left(1 + \frac{1}{2\sqrt{2}} \right) k \frac{q^2}{a^2}. \quad (2 \text{ б}) = 4,9 \text{ N} \quad (1 \text{ б})$$



2. Струје I_2 и I_3 налазимо непосредно

$$I_2 = \frac{V_{12}}{R_2} = 1 \text{ A}, \quad I_3 = \frac{V_{12}}{R_3} = \frac{2}{3} \text{ A}, \quad (4+4 \text{ б})$$

а струје I_1 и I_4 из првог Кирхофовог правила:

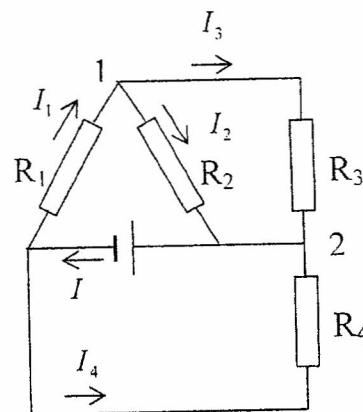
$$I_1 = I_2 + I_3 = \frac{5}{3} \text{ A}, \quad I_4 = I - I_1 = \frac{1}{3} \text{ A}. \quad (4+4 \text{ б})$$

Према другом Кирхофовом правилу имамо

$$R_1 I_1 + V_{12} = R_4 I_4, \quad (7 \text{ б})$$

па добијамо

$$R_4 = \frac{R_1 I_1 + V_{12}}{I_4} = 11 \Omega. \quad (2 \text{ б})$$



3. На сваку од страница рама дјеловаће магнетна сила. Међутим, силе које дјелују на странице AB и CD су истог интензитета и правца, а супротног смјера, па се поништавају (4 б). На страницу AD дјелује магнетна сила \vec{F}_{AD} вертикално према горе, а на страницу BC сила \vec{F}_{BC} вертикално према доле. Услов равнотеже рама је

$$mg - F_{AD} + F_{BC} = 0. \quad (6 \text{ б})$$

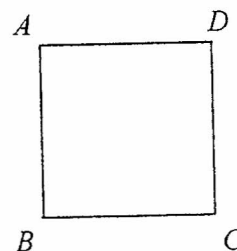
Интензитети магнетних сила су

$$F_{AD} = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I_1 I_2}{d} l, \quad F_{BC} = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I_1 I_2}{d+l} l, \quad (8 \text{ б})$$

па је

$$I_2 = \frac{2\pi mg d(d+l)}{\mu_0 I_1 l^2}, \quad (1 \text{ б})$$

$$I_2 = 51,5 \text{ A}. \quad (1 \text{ б})$$



4. Протон ће се кроз област са магнетним пољем кретати по луку AB кружнице чији полупречник налазимо из услова

$$qvB = \frac{mv^2}{R}, \quad (7 \text{ б})$$

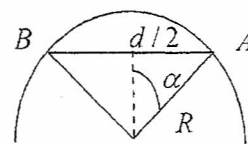
Добијамо

$$R = \frac{mv}{qB} = 0,522 \text{ m}. \quad (2 \text{ б})$$

Према слици имамо

$$d = 2R \sin \alpha = \sqrt{2}R, \quad (5 \text{ б})$$

$$d = 0,738 \text{ m}. \quad (1 \text{ б})$$



5. Калем и кондензатор се налазе на истом напону U . Струја кроз калем касни за $\pi/2$ у односу на напон, а струја кроз кондензатор претиче напон за $\pi/2$. Према томе, разлика у фази између струја је π (5 б), што значи да ће ефективна струја бити једнака разлици интензитета струја на калему и кондензатору:

$$I = \left| \frac{U}{L\omega} - UC\omega \right| = U \left| \frac{1}{L\omega} - C\omega \right|, \quad (8 \text{ б})$$

$$\omega = 2\pi f = 314 \text{ rad/s}, \quad (1 \text{ б})$$

$$I = 12,3 \text{ A}. \quad (1 \text{ б})$$