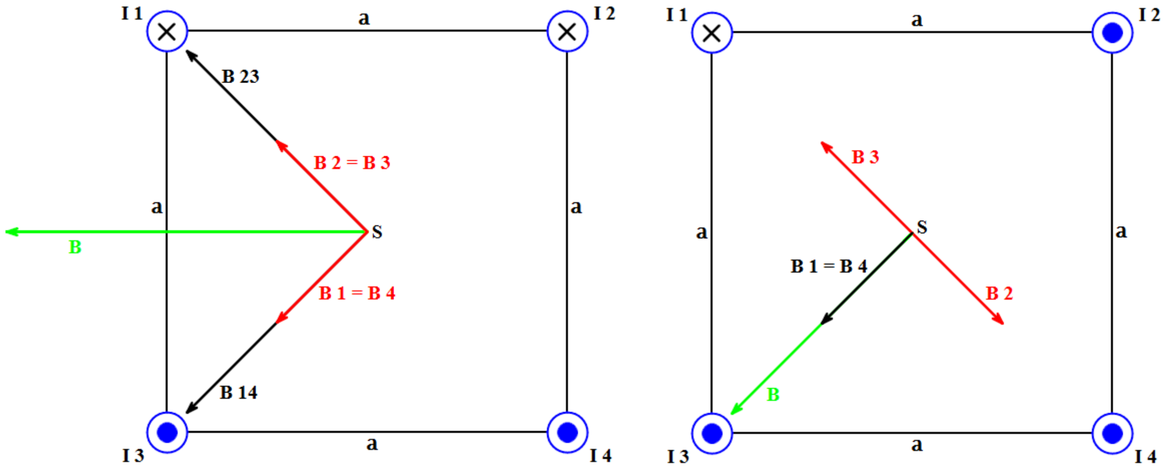
Fyzika LS 2014/2015 – 5. 10-minútovka – riešenia úloh

Dva mag(net)ické štvorce o šestnástej

I = 12,5 A, a = 10 cm = 0,1 m, $\mu_0 = 4\pi\cdot 10^{-7}$ T·m·A^{-1}, B = ? T



1) $I_1 = I_2 = I_3 = I_4$ => $|B_1| = |B_2| = |B_3| = |B_4| = B'$

2) $\oint B \cdot dl = \mu_0 \cdot I \quad \Rightarrow \quad B\oint dl = \mu_0 \cdot I$ integrál je vo svojej podstate suma

3) tu sumujeme po celej kružnici, preto platí, že $B \cdot 2\pi r = \mu_0 \,.\, I$ => $B = \dfrac{\mu_0 \cdot I}{2\pi\, r}$

4) $r^2 + r^2 = a^2$ => $r = a/\sqrt{2}$

5) $B = \dfrac{\mu_0 \cdot I}{2\pi \dfrac{a}{\sqrt{2}}} = \dfrac{\mu_0 \cdot I}{\sqrt{2}\pi\, a}$ všeobecný predpis pre akékoľvek B budené vodičom v bode S

6) ľavý štvorec – B_{14} a B_{23} sú kolmé, preto výslednica B_V bude uhlopriečkou vektorového štvorca

$$B_V = \sqrt{B_{14}^2 + B_{23}^2} = \sqrt{(2B)^2 + (2B)^2} = \sqrt{2 \cdot 4B^2} = 2 \cdot \sqrt{2} \cdot B$$

$$B_V = 2 \cdot \sqrt{2} \cdot \frac{\mu_0 \cdot I}{\sqrt{2}\pi\, a} = 2 \cdot \frac{\mu_0 \cdot I}{\pi\, a}$$

$$B_V = \left(2 \cdot \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 12{,}5}{\pi \cdot 0{,}1}\right)\mathrm{T} = \left(\frac{8 \cdot 12{,}5 \cdot 10^{-7}}{1 \cdot 10^{-1}}\right)\mathrm{T} = \left(\frac{100 \cdot 10^{-7}}{10^{-1}}\right)\mathrm{T} = \underline{10^{-4}\ \mathrm{T}} \text{ (presne!)}$$

7) pravý štvorec – B_2 a B_3 sa vykompenzujú a B_1 stačí skalárne sčítať s B_4, čiže $B_V = B_1 + B_4$

$$B_V = 2 \cdot \frac{\mu_0 \cdot I}{\sqrt{2}\pi\, a} = \frac{\sqrt{2} \cdot \mu_0 \cdot I}{\pi\, a}$$

$$B_V = \left(\frac{\sqrt{2} \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 12{,}5}{\pi \cdot 0{,}1}\right)\mathrm{T} = \left(\frac{\sqrt{2} \cdot 4 \cdot 10^{-7} \cdot 12{,}5}{1 \cdot 10^{-1}}\right)\mathrm{T} = \left(\frac{\sqrt{2} \cdot 50 \cdot 10^{-7}}{10^{-1}}\right)\mathrm{T} = \left(\sqrt{2} \cdot 5 \cdot 10^{-5}\right)\mathrm{T} \approx \underline{7{,}07 \cdot 10^{-5}\ \mathrm{T}}$$

Dva mag(net)ické štvorce o šestnástej

I = 9 A, a = 7 cm = 0,07 m, $\mu_0 = 4\pi\cdot 10^{-7}$ T·m·A^{-1}, B = ? T

1) v tomto variante sú odlišné len čísla, preto je zakreslenie vektorov magnetickej indukcie dokonale rovnaké

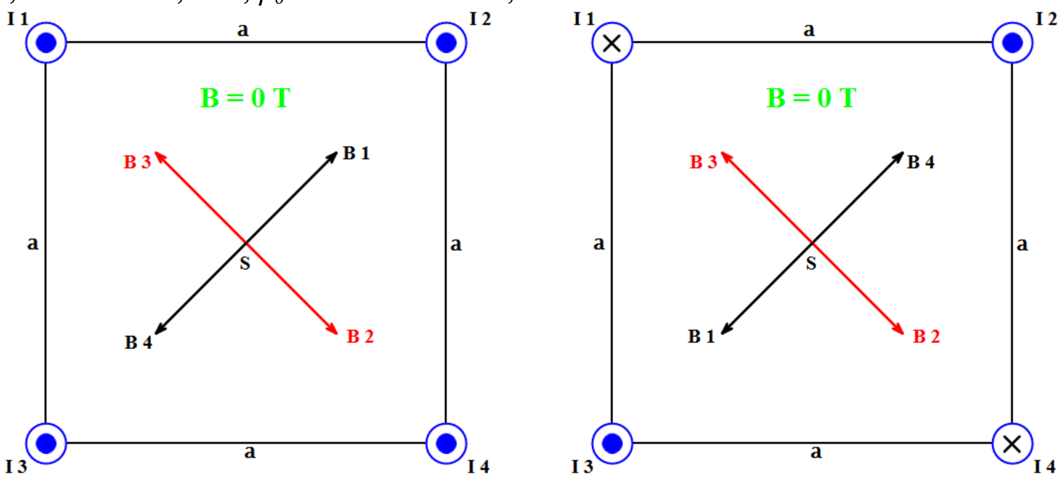
2) postupy riešenia sú obdobné, zmenili sa len dve veličiny, I a a

3) výsledky – ľavý štvorec: $B_V \approx 1{,}03\cdot 10^{-4}$ T pravý štvorec: $B_V \approx 7{,}27\cdot 10^{-5}$ T

pozn.: vo všetkých obrázkoch majú vektory magnetickej indukcie (B) pôsobisko v bode S

Dva mag(net)ické štvorce o osemnástej

I = 25 A, a = 5 cm = 0,05 m, $\mu_0 = 4\pi\cdot 10^{-7}$ T·m·A^{-1}, B = ? T



1) $I_1 = I_2 = I_3 = I_4$ => $|B_1| = |B_2| = |B_3| = |B_4| = B'$

2) $\oint B \cdot dl = \mu_0 \cdot I \quad \Rightarrow \quad B\oint dl = \mu_0 \cdot I$ integrál je vo svojej podstate suma

3) tu sumujeme po celej kružnici, preto platí, že $B \cdot 2\pi r = \mu_0 \,.\, I$ => $B = \dfrac{\mu_0 \cdot I}{2\pi\, r}$

4) $r^2 + r^2 = a^2$ => $r = a/\sqrt{2}$

5) $B = \dfrac{\mu_0 \cdot I}{2\pi \dfrac{a}{\sqrt{2}}} = \dfrac{\mu_0 \cdot I}{\sqrt{2}\pi\, a}$ všeobecný predpis pre akékoľvek B budené vodičom v bode S

6) to platí aj pre indukciu magnetického poľa, ktoré v bode S budí pravý horný vodič v ľavom štvorci

$$B = \left(\frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 25}{\sqrt{2} \cdot \pi \cdot 0{,}05}\right)\mathrm{T} = \left(\frac{4 \cdot 25 \cdot 10^{-7}}{\sqrt{2} \cdot 5 \cdot 10^{-2}}\right)\mathrm{T} = \left(\frac{4 \cdot 5}{\sqrt{2}} \cdot 10^{-5}\right)\mathrm{T} \approx \underline{1{,}41 \cdot 10^{-4}\ \mathrm{T}}$$

7) ľavý štvorec – veľkosti indukcií B_2 a B_3 sú rovnaké, smery presne opačné, vektory ležia na jednej priamke, preto platí, že $B_2 + B_3 = 0$ T ... podobne B_1 a B_4, preto $B_1 + B_4 = 0$ T ... výsledná indukcia potom bude rovná $B_V = B_{14} + B_{23} = 0$ T + 0 T = 0 T

8) pravý štvorec – veľkosti indukcií B_3 a B_2 sú rovnaké, smery presne opačné, vektory ležia na jednej priamke, preto platí, že $B_2 + B_3 = 0$ T ... podobne B_4 a B_1, preto $B_1 + B_4 = 0$ T ... výsledná indukcia potom bude rovná $B_V = B_{23} + B_{14} = 0$ T + 0 T = 0 T

Dva mag(net)ické štvorce o osemnástej

I = 17,7 A, a = 3,5 cm = 0,035 m, $\mu_0 = 4\pi\cdot 10^{-7}$ T·m·A^{-1}, B = ? T

1) v tomto variante sú odlišné len čísla, preto je zakreslenie vektorov magnetickej indukcie dokonale rovnaké

2) postupy riešenia sú obdobné, zmenili sa len dve veličiny, I a a

3) výsledky – indukcia budená v bode S pravým horným vodičom v ľavom štvorci: $B \approx 1{,}43\cdot 10^{-4}$ T

– ľavý štvorec: B_V = 0 T pravý štvorec: B_V = 0 T

pozn.: vo všetkých obrázkoch majú vektory magnetickej indukcie (B) pôsobisko v bode S