

STACIONÁRNÍ MAGNETICKÉ POLE

Příklady:

1. Příčný vodič o délce 0,40 m, kterým prochází proud 21 A, leží v homogenním magnetickém poli kolmo k indukčním čarám. Velikost vektoru magnetické indukce je 1,2 T. Vypočtete práci, kterou musíme vykonat při přemístění vodiče po dráze 25 cm ve směru kolmém k indukčním čarám proti směru působení magnetické síly působící na vodič.

Síla v magnetickém poli

$$\begin{aligned}l &= 0,4 \text{ m} \\I &= 21 \text{ A} \\B &= 1,2 \text{ T} \\s &= 0,25 \text{ m}, W = ?\end{aligned}$$

Řešení:

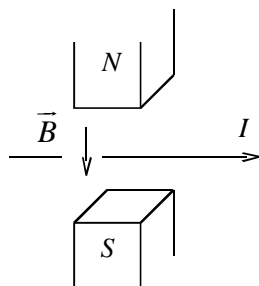
$$\begin{aligned}F &= B \cdot I \cdot l \\W &= F \cdot s \\W &= B \cdot I \cdot l \cdot s \\W &= \underline{\underline{2,52 \text{ J}}}\end{aligned}$$

Při přemístění vodiče je nutno vykonat práci o velikosti 2,52J.

2. Na příčný vodič o efektivní délce 0,5 m, vložený ve vakuu do homogenního magnetického pole kolmo k vektoru magnetické indukce o velikosti $2 \cdot 10^{-2}$ T (viz. obrázek), působí síla o velikosti 0,10 N. Vypočtete velikost proudu procházejícího vodičem.

Síla v magnetickém poli

$$\begin{aligned}l &= 0,5 \text{ m} \\B &= 2 \cdot 10^{-2} \text{ T} \\F &= 0,10 \text{ N} \\I &= ?\end{aligned}$$



Řešení:

$$\begin{aligned}F &= B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha \\ \alpha &= 90^\circ \Rightarrow \sin \alpha = 1 \\ F &= B \cdot I \cdot l \\ I &= \frac{F}{B \cdot l} \\ I &= \underline{\underline{10 \text{ A}}}\end{aligned}$$

STACIONÁRNÍ MAGNETICKÉ POLE

Vodičem protéká proud o velikosti 10 A.

3. Příčný vodič o efektivní délce 0,2 m svírá s vektorem magnetické indukce homogenního magnetického pole úhel 30° (viz obrázek). Velikost vektoru magnetické indukce je 0,1 T a vodičem prochází proud $I = 15$ A. Určete velikost síly, která působí na vodič.

Síla na vodič v magnetickém poli

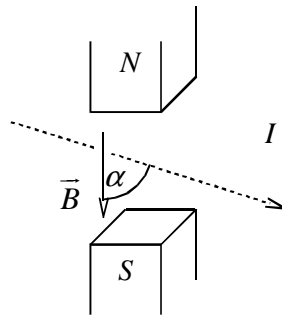
$$l = 0,2 \text{ m}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$B = 0,1 \text{ T}$$

$$I = 15 \text{ A}$$

$$F = ?$$



Řešení:

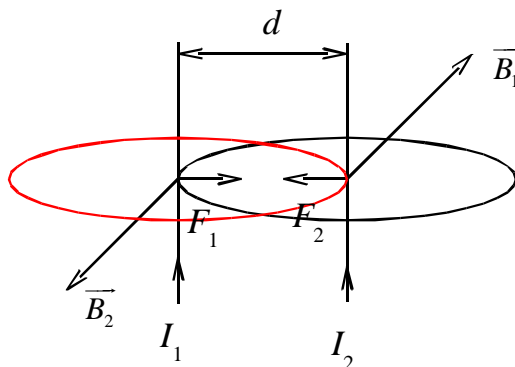
$$F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha$$

$$F = 0,1 \cdot 15 \cdot 0,2 \cdot \frac{1}{2} \text{ N} = \underline{\underline{0,15 \text{ N}}}$$

Na vodič působí síla o velikosti 0,15 N.

4. Odvoďte vztah pro velikost magnetické indukce magnetického pole ve vzdálenosti d od přímého velmi dlouhého vodiče ($l \gg d$), kterým prochází proud I .

Odvození indukce v okolí vodiče



a) vyjděme z obecného vztahu popisující velikost síly vzájemného působení (na délku l každého vodiče) dvou vodičů

STACIONÁRNÍ MAGNETICKÉ POLE

s proudem:

$$F_1 = F_2 = k \frac{I_1 I_2}{d} l$$

b) síla působící na druhý vodič se dá vyjádřit také jako síla v magnetickém poli B_1 prvního vodiče:

$$F_2 = B_1 I_2 l$$

rovností obou dvou vztahů dostaneme:

$$k \frac{I_1 I_2}{d} \cdot l = B_1 I_2 l$$

$$B_1 = k \frac{I_1}{d}$$

$$\underline{\underline{B_1 = \frac{\mu}{2\pi} \cdot \frac{I}{d}}}$$

5. Vypočítejte velikost vektoru magnetické indukce magnetického pole ve vakuu ve vzdálenosti $2 \cdot 10^{-2}$ m od velmi dlouhého přímého vodiče, kterým prochází proud 5 A.

Magnetická indukce vodiče

$$d = 0,02 \text{ m}$$

$$I = 5 \text{ A}$$

$$\underline{B = ?}$$

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I}{d} = \underline{\underline{5 \cdot 10^{-5} \text{ T}}}$$

Velikost vektoru magnetické indukce je $5 \cdot 10^{-5}$ T.

6. Přímý vodič o efektivní délce 88 cm umístíme v homogenním magnetickém poli kolmo k vektoru magnetické indukce homogenního magnetického pole. Prochází-li vodičem proud 23 A, působí na vodič síla o velikosti 1,6 N. Vypočítejte velikost vektoru magnetické indukce.

Síla na vodič v magnetickém poli

$$l = 0,88 \text{ m}$$

$$I = 23 \text{ A}$$

$$F = 1,6 \text{ N}$$

$$\underline{B = ?}$$

Řešení:

STACIONÁRNÍ MAGNETICKÉ POLE

$$F = B \cdot I \cdot l$$

$$B = \frac{F}{I \cdot l} = \underline{\underline{0,079 \text{ T}}}$$

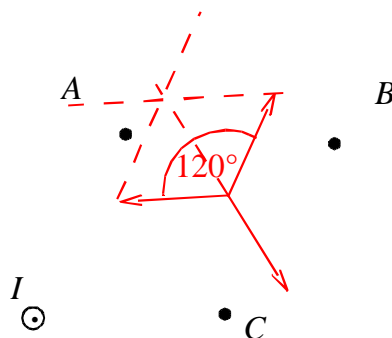
Velikost vektoru magnetické indukce je 0,079 T.

7. Tři dlouhé navzájem rovnoběžné vodiče jsou umístěny ve vakuu ve stejných vzdálenostech 0,4 m (viz obrázek). Všemi vodiči prochází stejným směrem proud o velikosti 2A.
- Určete množinu bodů, v nichž je velikost vektoru magnetické indukce nulová.
 - Jak velkou silou musíme působit na jednotku délky každého vodiče, aby se jeho poloha nezměnila?

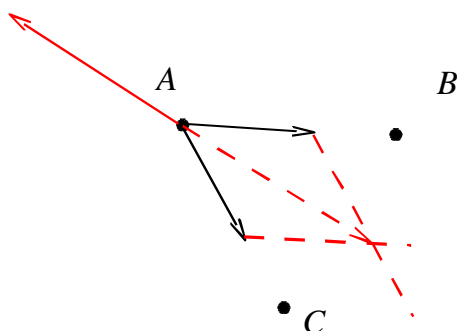
Řešení:

Síla v magnetickém poli

a) Při daném umístění tvoří vodiče vrcholy rovnostranného trojúhelníku. Vzhledem k tomu, že velikost proudu a jeho směr jsou ve všech vodičích stejné, v těžišti trojúhelníku bude velikost vektoru magnetické indukce stejná od každého vodiče. Mezi těmito vektory je úhel 120° a jednoduchým výpočtem se dá ukázat že jejich vektorový součet bude v těžišti nulový (viz obrázek).



b) Sílu, kterou musíme působit na 1 metr každého vodiče spočteme jako velikost výsledné magnetické síly, složené od působení ostatních dvou vodičů:



STACIONÁRNÍ MAGNETICKÉ POLE

$$F_{AB} = k \cdot \frac{I_1 \cdot I_2 \cdot l}{d}$$

$$F_{AB} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ N}$$

$$\text{z obrázků plyne: } \frac{F_V}{F_{AB}} = \cos 30^\circ$$

$$F_V = 2 \cdot F_{AB} \cdot \cos 30^\circ$$

$$F_V = 3,46 \cdot 10^{-6} \text{ N}$$

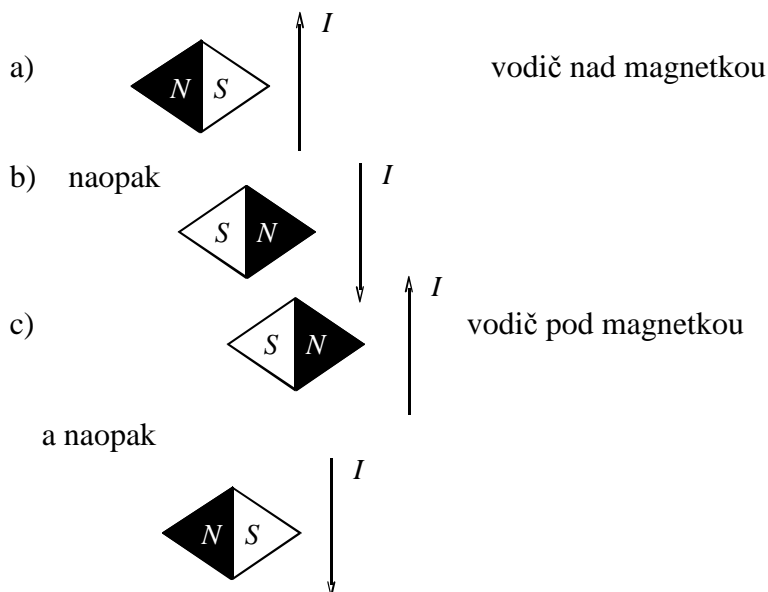
Na 1 metr délky každého vodiče musíme působit silou o velikosti $3,46 \cdot 10^{-6} \text{ N}$.

8. Nad magnetkou volně otáčivou kolem svislé osy umístíme rovnoběžně s magnetkou přímý vodič. **Indukční čáry**

a) Co se stane, bude-li vodičem procházet stejnosměrný proud?

b) Co se stane, změníme-li směr proudu?

c) Co se stane, zopakujeme-li pokus tak, že vodič umístíme pod magnetku?



odpověď:

a/ magnetka se natočí tak, že její severní pól bude ukazovat směr vektoru magnetické indukce magnetického pole vodiče

b/ magnetka se otočí o 180°

c/ severní pól magnetky bude ukazovat opačným směrem než v případě a/ i b/

9. Vypočtete velikost Ampérova magnetického momentu kruhového závitu o poloměru

30 cm, jímž prochází proud 20 A. **Ampérův magnetický moment**

$$r = 0,3 \text{ m}$$

$$I = 20 \text{ A}$$

STACIONÁRNÍ MAGNETICKÉ POLE

$$m = ?$$

Řešení:

$$m = I \cdot S$$

$$m = I \cdot \pi \cdot r^2$$

$$m = 5,65 \text{ A} \cdot \text{m}^2$$

Ampérův magnetický moment kruhového závitu je $5,65 \text{ A} \cdot \text{m}^2$.

10. Vypočítejte poloměr krátké cívky tvořené 40 závitů, kterou prochází proud 3,5 A, projevuje-li se magnetickým momentem o velikosti $1,33 \text{ A} \cdot \text{m}^2$.

Ampérův magnetický moment

$$N = 40$$

$$I = 3,5 \text{ A}$$

$$m = 1,33 \text{ A} \cdot \text{m}^2$$

$$r = ?$$

Řešení:

$$m = N \cdot I \cdot S$$

$$m = N \cdot I \cdot \pi r^2$$

$$r = \sqrt{\frac{m}{N \cdot I \cdot \pi}}$$

$$r = 0,055 \text{ m}$$

Poloměr cívky je $0,055 \text{ m}$.

11. Máme navinout dlouhou válcovou cívku tak, aby uprostřed její dutiny bylo magnetické pole o velikosti magnetické indukce $B = 8,2 \cdot 10^{-3} \text{ T}$. Jakou musíme zvolit hustotu závitů, prochází-li cívkou proud $4,3 \text{ A}$.

Magnetická indukce cívky

$$B = 8,2 \cdot 10^{-3} \text{ T}$$

$$I = 4,3 \text{ A}$$

$$N/l = ?$$

Řešení:

$$B = \mu_0 \frac{N \cdot I}{l}$$

$$\frac{N}{l} = \frac{B}{\mu_0 \cdot I} = \underline{\underline{1518 \text{ m}^{-1}}}$$

Hustota závitů cívky je 1518 m^{-1} .

STACIONÁRNÍ MAGNETICKÉ POLE