

VZÁJEMNÉ SILOVÉ PŮSOBENÍ VODIČŮ S PROUDEM A MAGNETICKÉ POLE

Příklady:

1A. Jakou silou působí homogenní magnetické pole na přímý vodič o délce 15 cm, kterým prochází proud 4 A, a svírá s vektorem magnetické indukce úhel 60° ? Velikost vektoru magnetické indukce je 0,85 T.

$$l = 0,15 \text{ m}$$

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

$$\alpha = 60^\circ$$

$$B = 0,86 \text{ T}$$

Řešení:

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

$$F = 0,45 \text{ N}$$

Na vodič působí síla o velikosti 0,45 N.

2A. Jak velká síla působí na 10 cm každého z dvojice přímých rovnoběžných vodičů ve vzájemné vzdálenosti 5 mm, jestliže každým protéká proud 10 A?

$$I_1 = I_2 = 10 \text{ A}$$

$$d = 5 \text{ mm} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$l = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$$

$$F = ?$$

Řešení:

$$F = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_1 \cdot I_2}{d} \cdot l$$

$$F = 4 \cdot 10^{-4} \text{ N}$$

Síla působící na 10 cm každého vodiče má velikost $4 \cdot 10^{-4}$ N.

1B. Jaký úhel svírá přímý vodič s vektorem magnetické indukce homogenního magnetického pole o velikosti 0,2 T, jestliže jím protéká proud o velikosti 5 A a na 8 cm jeho délky působí síla o velikosti 0,078 N?

$$B = 0,2 \text{ T}$$

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

$$l = 8 \text{ cm} = 0,08 \text{ m}$$

$$F = 0,078 \text{ N}$$

$$\alpha = ?$$

VZÁJEMNÉ SILOVÉ PŮSOBENÍ VODIČŮ S PROUDEM A MAGNETICKÉ POLE

Řešení:

$$\sin \alpha = \frac{F}{B \cdot I \cdot l}$$

$$\underline{\underline{\alpha = 77^\circ 10'}}$$

Vodič svírá s vektorem magnetické indukce úhel $77^\circ 10'$.

2B. Jaká síla působí na délku 50 mm každého z dvojice přímých rovnoběžných vodičů, jestliže každým protéká proud 25 000 A a jejich vzájemná vzdálenost je 50mm?

$$I = 25\,000 \text{ A}$$

$$d = 50 \text{ mm} = 0,05 \text{ m}$$

$$l = 50 \text{ mm} = 0,05 \text{ m}$$

$$\underline{\underline{F = ?}}$$

Řešení:

$$F = k \cdot \frac{I^2}{d} \cdot l$$

$$\underline{\underline{F = 250 \text{ N}}}$$

Na délku 50 mm každého vodiče působí síla o velikosti 250 N.

3. Jaká síla působí na vodič o délce 3m, který je umístěn v magnetickém poli Země kolmo na horizontální složku vektoru magnetické indukce o velikosti $2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$, prochází-li jím proud 200A?

$$l = 3 \text{ m}$$

$$I = 200 \text{ A}$$

$$B = 2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

$$\underline{\underline{F = ?}}$$

Řešení:

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

$$\underline{\underline{F = 0,012 \text{ N}}}$$

Na vodič působí síla o velikosti 0,012 N.

4. Jaká síla působí na vodič o délce 10 m, který svírá s horizontální složkou vektoru magnetické indukce magnetického pole Země úhel 45 stupňů? Velikost horizontální složky vektoru magnetické indukce magnetického pole Země je $2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ a vodičem prochází proud o velikosti 1000 A.

VZÁJEMNÉ SILOVÉ PŮSOBENÍ VODIČŮ S PROUDEM A MAGNETICKÉ POLE

$$l = 10 \text{ m}$$

$$\alpha = 45^\circ$$

$$B = 2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

$$I = 10^3 \text{ A}$$

$$F = ?$$

Řešení:

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

$$F = 0,14 \text{ N}$$

Na vodič působí síla o velikosti 0,14 N.

5. Jaký úhel svírá přímý vodič s vektorem magnetické indukce homogenního magnetického pole, jestliže při zvětšení tohoto úhlu o 18° se velikost magnetické síly působící na vodič zvětší 1,2 krát?

$$\alpha' = \alpha + 18^\circ \Rightarrow \frac{F'}{F} = 1,2$$

$$\alpha = ?$$

Řešení:

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

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

$$\frac{F'}{F} = \frac{\sin \alpha'}{\sin \alpha}$$

$$1,2 = \frac{\sin \alpha \cos 18^\circ + \cos \alpha \sin 18^\circ}{\sin \alpha}$$

$$\cotg \alpha = \frac{1,2 - \cos 18^\circ}{\sin 18^\circ} = 0,806 \Rightarrow \underline{\underline{\alpha = 51^\circ 8'}}$$

Vodič svírá s vektorem magnetické indukce úhel $51^\circ 8'$.

6. Drátek o hmotnosti 3g a délce 0,1m volně zavěsíme za konec na nit do homogenního magnetického pole kolmo k magnetickým siločárám. Prochází-li vodičem proud o velikosti 1A drátek se vychýlí o 18° od svislého směru, jak je vyznačeno na obrázku. Jakou velikost má vektor magnetické indukce?

$$m = 3 \text{ g} = 0,003 \text{ kg}$$

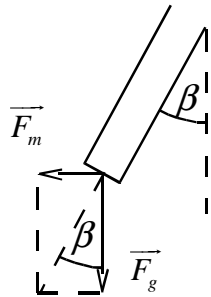
$$l = 0,1 \text{ m}$$

$$I = 1 \text{ A}$$

$$\beta = 18^\circ$$

$$B = ?$$

VZÁJEMNÉ SILOVÉ PŮSOBENÍ VODIČŮ S PROUDEM A MAGNETICKÉ POLE



Řešení:

Mezi tíhovou silou drátku a působící magnetickou silou na drátek je vztah:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{F_m}{F_g}$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{B \cdot I \cdot l}{m \cdot g}$$

$$B = \frac{m \cdot g \cdot \operatorname{tg} \beta}{I \cdot l}$$

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

Velikost vektoru magnetické indukce je 0,1 T.

7. Drát o délce 0,2 m je na obou koncích zavěšen na pružinách o tuhosti $35 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$ v homogenním magnetickém poli kolmo k vektoru magnetické indukce. Jaká je velikost vektoru magnetické indukce, jestliže při proudu 1,5 A, který protéká vodičem, se každá z pružin prodlouží o délku 3 mm?

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

$$k_1 = k_2 = k = 35 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$I = 1,5 \text{ A}$$

$$\Delta h = 3 \text{ mm} = 0,003 \text{ m}$$

$$\underline{\underline{B = ?}}$$

VZÁJEMNÉ SILOVÉ PŮSOBENÍ VODIČŮ S PROUDEM A MAGNETICKÉ POLE

Magnetická síla F_m působící na vodič je rovna síle pružnosti F_p , kde

$$F_m = B \cdot I \cdot l$$

$$F_p = 2k \cdot h$$

$$\Rightarrow B = \frac{2k \cdot h}{I \cdot l}$$

$$\underline{\underline{B = 0,7 \text{ T}}}$$

Velikosti vektoru magnetické indukce je 0,7 T.

8. Dvěma rovnoběžnými vodiči ve vzájemné vzdálenosti 10 cm protéká stejným směrem proud o velikosti 10 A a 4 A. Do jaké polohy musíme umístit třetí vodič a jaký jím musí protékat proud, aby výsledná síla působící na tento vodič byla nulová?

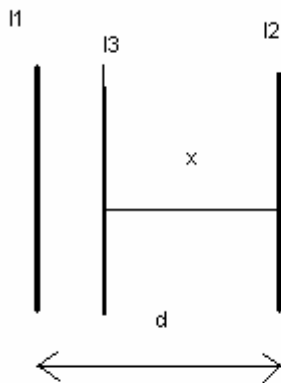
$$d = 0,1 \text{ m}$$

$$I_1 = 10 \text{ A}$$

$$I_2 = 4 \text{ A}$$

$$I_3 = ?$$

$$x = ?$$



VZÁJEMNÉ SILOVÉ PŮSOBENÍ VODIČŮ S PROUDEM A MAGNETICKÉ POLE

Vzhledem ke směru proudu ve vodičích bude zřejmě nutno umístit třetí vodič mezi tyto dva vodiče.

Síla působící na třetí vodič je dána součtem působících sil od prvního a druhého vodiče:

$$\vec{F} = \vec{F}_{13} + \vec{F}_{23}$$

obě síly musí být stejně velké a opačně orientované, pro velikost sil platí:

$$F = F_{13} - F_{23}$$

$$F = 0 \Rightarrow F_{13} = F_{23}$$

$$\Rightarrow k \frac{I_1 \cdot I_3}{d-x} l = k \frac{I_2 \cdot I_3}{x} l (*)$$

$$I_1 x = I_2 d - I_2 x$$

$$x = \frac{I_2 d}{I_1 + I_2}$$

$$\underline{\underline{x = 2.9 \text{ cm}}}$$

Vodič je nutno umístit mezi oba vodiče ve vzdálenosti 2,9 cm od druhého vodiče.

v rovnici (*) se hodnota I_3 vykrátí, a tedy na velikosti proudu I_3 nezáleží.