

Magnetická indukce – příklady k procvičení

Příklad 1

Rozhodněte pomocí (Flemingova) pravidla levé ruky, jakým směrem bude působit síla na vodič, jímž protéká proud, v následujících situacích:

a) Severní pól magnetu je dole, proud směřuje zepředu dozadu.

Řešení:

Dohoda: zepředu dozadu znamená směrem od nás.

Protože je severní pól magnetu dole, bude jižní nahoře a magnetické indukční čáry směřují zdola nahoru. Uplatníme pravidlo levé ruky: prsty směrem od nás (směr proudu), dlaň směrem dolů (indukční čáry vstupují do dlaně) => odtažený palec směřuje doprava (směr síly).

Odpověď: síla směřuje doprava.

b) Severní pól magnetu je dole, proud směřuje zezadu dopředu.

Řešení:

Dohoda: zezadu dopředu znamená směrem k nám.

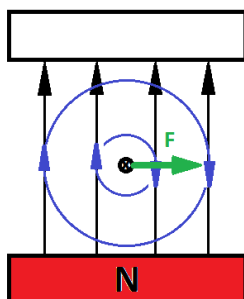
Protože je severní pól magnetu dole, bude jižní nahoře a magnetické indukční čáry směřují zdola nahoru. Uplatníme pravidlo levé ruky: prsty směrem k sobě (směr proudu), dlaň směrem dolů (indukční čáry vstupují do dlaně) => odtažený palec směřuje doleva (směr síly).

Odpověď: síla směřuje doleva.

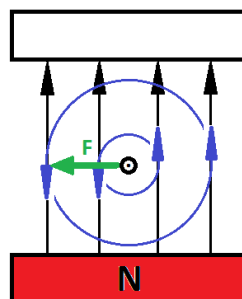
Příklad 2

Pomocí sčítání indukčních čar najděte směr síly, která působí na vodič s proudem v obou pokusech z příkladu 1. Výsledek srovnajte s výsledky získanými pomocí pravidla levé ruky.

a)



b)



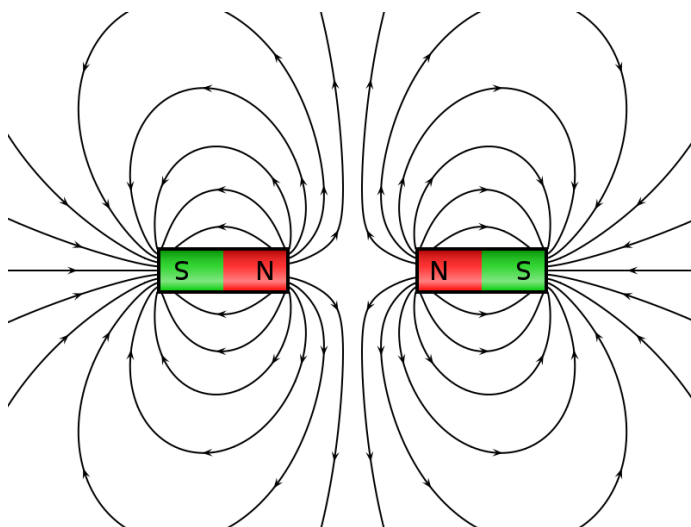
Na levé straně se indukční čáry sčítají, na pravé se odečítají. Vpravo je výsledné mgn. pole slabší, vlevo silnější => vodič bude silou tlačěn ze silnějšího pole do slabšího = **doprava**.

Na levé straně se indukční čáry odečítají, na pravé se sčítají. Vpravo je výsledné mgn. pole silnější, vlevo slabší => vodič bude silou tlačěn ze silnějšího pole do slabšího = **doleva**.

Příklad 3

Nakreslete magnetické indukční čáry polí každého ze dvou tyčových magnetů, které jsou k sobě přiblíženy souhlasnými póly. Jaká magnetická síla na ně bude působit?

Řešení:

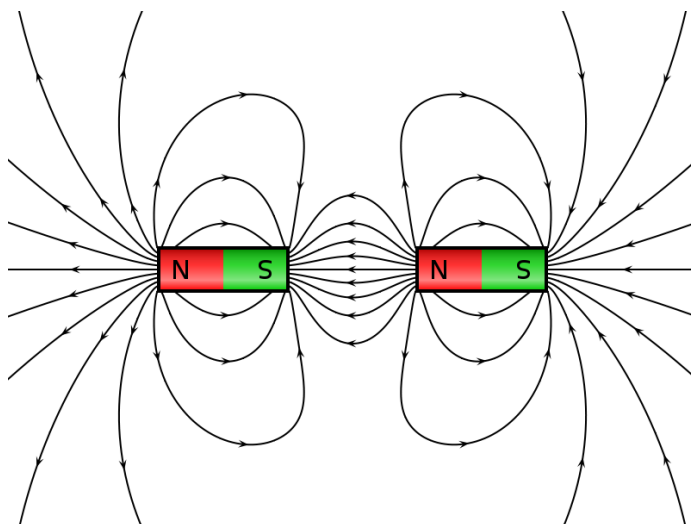


Magnetická síla bude odpudivá.

Příklad 4

Nakreslete magnetické indukční čáry polí každého ze dvou tyčových magnetů, které jsou k sobě přiblíženy opačnými póly. Jaká magnetická síla na ně bude působit?

Řešení:



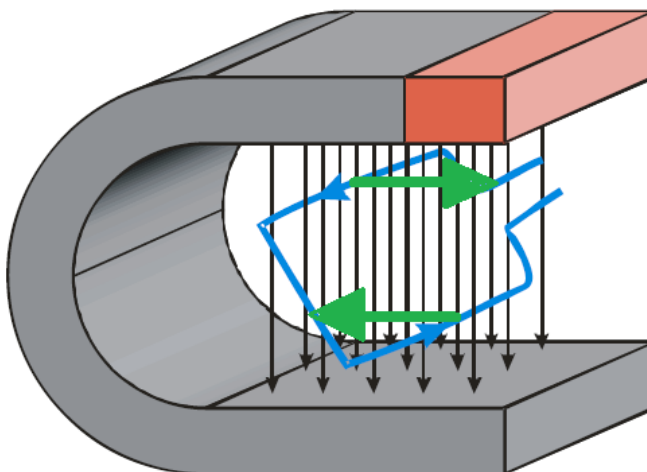
Magnetická síla bude přitažlivá.

Příklad 5

Pomocí libovolného pravidla určete směr síly, kterou bude magnetické pole působit na vodorovné části obdélníkové smyčky umístěné mezi ramena magnetu tvaru U.

Řešení:

Na horní část působí síla doprava,
na dolní doleva.



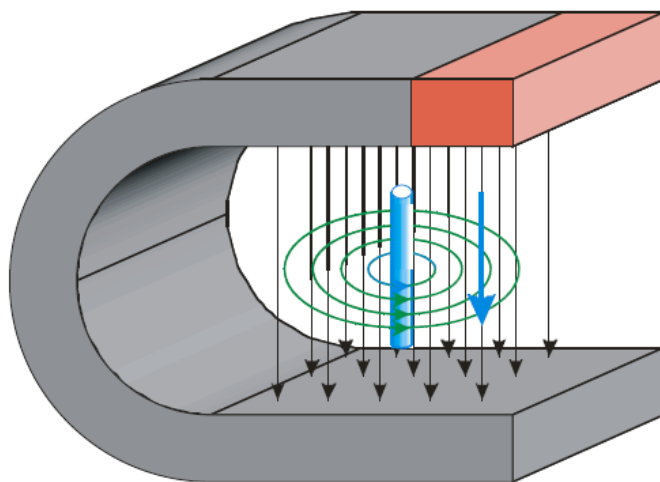
Příklad 6

Jak zajistit, aby smyčka po otočení do vodorovné polohy pokračovala v otáčení?

Řešení: Musí se střídavě měnit směr proudu.

Příklad 7

Do homogenního magnetického pole se svislými indukčními čarami položíme svislý vodič, jímž protéká proud. Určete směr síly, kterou bude na vodič působit magnetické pole, pokud indukční čáry i proud směřují shora dolů.



Řešení: Směr síly určit nelze. Je-li vodič, jímž protéká proud, v homogenním magnetickém poli umístěn rovnoběžně s magnetickými indukčními čarami, je síla působící na vodič nulová.

Příklad 8

Zjistěte fyzikální rozměr jednotky tesla pomocí základních jednotek soustavy SI.

Ze vzorce $F = B \cdot I \cdot l$ plyne: $B = F / (I \cdot l)$

Jednotky: $[B] = \text{N} / (\text{A} \cdot \text{m}) = \underline{\underline{\text{N} \cdot \text{A}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}}}$

Poznámka: newton není základní jednotkou SI. Má rozměr $\text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2 = \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$.

V základních jednotkách SI je tedy fyzikální rozměr jednotky tesla: $\text{kg} \cdot \text{A}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$.

Příklad 9

Určete velikost síly, kterou působí homogenní magnetické pole kolmé na vodič délky 2 m, kterým prochází proud 5 A. Magnetická indukce je 0,06 T.

Řešení:

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

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

$$B = 0,06 \text{ T}$$

$$F = ?$$

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

$$F = 0,06 \cdot 5 \cdot 2 = \underline{\underline{0,6 \text{ N}}}$$

Příklad 10

Určete velikost síly, kterou působí homogenní magnetické pole kolmé na vodič délky 12 cm, kterým prochází proud 8 A. Magnetická indukce je 500 mT.

Řešení:

$$l = 12 \text{ cm} = 0,12 \text{ m}$$

$$I = 8 \text{ A}$$

$$B = 500 \text{ mT} = 0,5 \text{ T}$$

$$F = ?$$

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

$$F = 0,5 \cdot 8 \cdot 0,12 = \underline{\underline{0,48 \text{ N}}}$$

Příklad 11

Jaký proud protéká vodičem o délce 20 cm, víme-li, že je umístěn v homogenním magnetickém poli o magnetické indukci 2,5 T a působí na něj síla 350 N. Indukční čáry magnetického pole jsou kolmé na vodič.

Řešení:

$$l = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$$

$$B = 2,5 \text{ T}$$

$$F = 350 \text{ N}$$

$$I = ?$$

$$F = B \cdot I \cdot l \quad \Rightarrow \quad I = F / (B \cdot l)$$

$$I = 350 / (2,5 \cdot 0,2) = \underline{\underline{700 \text{ A}}}$$

Příklad 12

Vodičem, který je umístěn v homogenním magnetickém poli kolmo ke směru indukčních čar a má délku 50 cm, prochází proud 25 A. Magnetické pole působí na vodič silou 500 mN. Určete velikost magnetické indukce.

Řešení:

$$l = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$$

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

$$F = 500 \text{ mN} = 0,5 \text{ N}$$

$$B = ?$$

$$F = B \cdot I \cdot l \quad \Rightarrow \quad B = F / (I \cdot l)$$

$$B = 0,5 / (25 \cdot 0,5) = \underline{\underline{0,04 \text{ T} = 40 \text{ mT}}}$$

Příklad 13

Vodič dlouhý 0,6 m je umístěn v homogenním magnetickém poli kolmo ke směru indukčních čar. Ve kterém případě působí na vodič větší síla?

- a) Vodičem prochází proud 15 A a magnetická indukce má hodnotu 0,0003 T
- b) Vodičem prochází proud 8 A a magnetická indukce má hodnotu 600 μT

Řešení: $l = 0,6 \text{ m}$

A)

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

$$B = 0,0003 \text{ T}$$

$$F = ?$$

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

$$F = 0,0003 \cdot 15 \cdot 0,6 = \underline{\underline{0,0027 \text{ N}}}$$

B)

$$I = 8 \text{ A}$$

$$B = 600 \mu\text{T} = 0,0006 \text{ T}$$

$$F = ?$$

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

$$F = 0,0006 \cdot 8 \cdot 0,6 = \underline{\underline{0,00288 \text{ N}}}$$

Větší síla na vodič působí v případě b).

Příklad 14

Magnetická indukce zemského magnetického pole v ČR má hodnotu 48 μT . Jaká je maximální síla, která bude působit na vodič vysokého napětí 22000 V dlouhý 30 m, přenáší-li výkon 1100 kW? Síla bude maximální, pokud bude zemské magnetické pole kolmé na vodič, jímž protéká proud (ve skutečnosti tomu tak není).

Řešení:

$$B = 48 \mu\text{T} = 0,000048 \text{ T}$$

$$l = 30 \text{ m}$$

$$U = 22000 \text{ V}$$

$$P = 1100 \text{ kW} = 1100000 \text{ W}$$

$$F = ?$$

$$I = P / U$$

$$I = 1100000 / 22000 = \underline{\underline{50 \text{ A}}}$$

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

$$F = 0,000048 \cdot 50 \cdot 30 = \underline{\underline{0,072 \text{ N}}}$$