

MAGNETICKÉ POLE CÍVKY S PROUDEM

Příklady:

1A. Jak velký proud protéká kruhovým závitem o průměru 100 mm, jestliže v jeho středu je velikost vektoru magnetické indukce $2,5 \cdot 10^{-3}$ T ?

$$d = 100 \text{ mm} = 10^{-1} \text{ m}$$

$$B = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ T}$$

$$I = ?$$

Řešení:

$$B = \mu_0 \frac{I}{d}$$

$$I = \frac{B \cdot d}{\mu_0}$$

$$I = \frac{2,5 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-1}}{4\pi \cdot 10^{-7}} \text{ A}$$

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

Závitem protéká proud o velikosti 200 A.

2A. Jaká je velikost vektoru magnetické indukce ve středu závitu o průměru 0,4 m, jestliže hustota proudu v závitě je 4 A/mm^2 a průměr drátku, ze kterého je závit zhotoven, je 0,4 mm?

$$d = 0,4 \text{ m}$$

$$\frac{I}{S} = 4 \text{ A/mm}^2 = 4 \cdot 10^6 \text{ A/m}^2$$

$$d_1 = 4 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

$$B = ?$$

Řešení:

$$B = \mu_0 \frac{1}{d} \cdot \frac{I}{S} \cdot \pi \frac{d_1^2}{4}$$

$$B = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{4}{0,4} \cdot 10^6 \cdot \pi \cdot \frac{16}{4} \cdot 10^{-8} \text{ T}$$

$$B = 1,58 \cdot 10^{-6} \text{ T}$$

Velikost vektoru magnetické indukce ve středu závitu je $1,58 \cdot 10^{-6}$ T.

3A. Elektron vletí rychlostí $3,8 \cdot 10^7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ do homogenního magnetického pole kolmo k vektoru magnetické indukce a pohybuje se po kružnici o poloměru 0,4 m. Jaká je kinetická energie tohoto elektronu a velikost vektoru magnetické indukce?

MAGNETICKÉ POLE CÍVKY S PROUDEM

$$r = 0,4 \text{ m}$$

$$v = 3,8 \cdot 10^7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$E_K = ?$$

$$\underline{B = ?}$$

Řešení:

Při pohybu elektronu po kružnici platí rovnost mezi velikostí dostředivé síly a magnetické síly působící na elektron:

$$m \cdot \frac{v^2}{r} = Q \cdot v \cdot B$$

$$B = \frac{m \cdot v}{Q \cdot r}$$

$$B = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 3,8 \cdot 10^7}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,4} \text{ T}$$

$$\underline{\underline{B = 5,4 \cdot 10^{-4} \text{ T}}}$$

$$\underline{\underline{E_K = \frac{1}{2} m v^2 = 6,6 \cdot 10^{-16} \text{ J}}}$$

Velikost vektoru magnetické indukce je $5,4 \cdot 10^{-4} \text{ T}$ a kinetická energie elektronu je $6,6 \cdot 10^{-16} \text{ J}$.

1B. Závitem o průměru 0,4 m protéká proud 0,6 A. Jaká je velikost vektoru magnetické indukce ve středu závitu?

$$d = 0,4 \text{ m}$$

$$I = 0,6 \text{ A}$$

$$\underline{B = ?}$$

Řešení:

$$B = \mu_0 \frac{I}{d}$$

$$B = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{0,6}{0,4} \text{ T}$$

$$\underline{\underline{B = 1,9 \cdot 10^{-6} \text{ T}}}$$

Velikost vektoru magnetické indukce ve středu závitu je $1,9 \cdot 10^{-6} \text{ T}$.

2B. Jaký je průměr drátku, ze kterého je zhotoven kruhový závit o poloměru 0,1 m, jestliže ve středu závitu je velikost vektoru magnetické indukce $3,2 \cdot 10^{-4} \text{ T}$ a hustota proudu v drátku je 4 A/mm^2 ?

$$R = 0,1 \text{ m} \rightarrow D = 0,2 \text{ m}$$

$$B = 3,2 \cdot 10^{-4} \text{ T}$$

$$\frac{I}{S} = 4 \text{ A/mm}^2 = 4 \cdot 10^6 \text{ A/m}^2$$

MAGNETICKÉ POLE CÍVKY S PROUDEM

$$d = ?$$

Řešení:

$$B = \mu_0 \frac{1}{D} \cdot \frac{I}{S} \cdot \pi \frac{d^2}{4}$$

$$B = 4\pi^2 \cdot 10^{-7} \cdot 4 \cdot 10^6 \cdot \frac{d^2}{D}$$

$$d = \sqrt{\frac{B \cdot D}{4\pi^2 \cdot 10^{-1}}}$$

$$d = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

Průměr drátku je $4 \cdot 10^{-3}$ m.

3B. Jakou rychlostí se pohybuje proton v homogenním magnetickém poli o velikosti vektoru magnetické indukce 1,2 T, opisuje-li kružnici o poloměru 0,167 m? Jaká je jeho kinetická energie?

$$B = 1,2 \text{ T}$$

$$r = 0,167 \text{ m}$$

$$m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$v = ?$$

$$E_K = ?$$

Řešení je podobné jako u příkladu 3A:

$$v = \frac{Q \cdot B \cdot r}{m}$$

$$v = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1,2 \cdot 0,167}{1,67 \cdot 10^{-27}} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v = 1,92 \cdot 10^7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$E_K = \frac{1}{2} m v^2 = 3,078 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

Proton se pohybuje v magnetickém poli rychlostí $1,92 \cdot 10^7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a jeho kinetická energie je $3,078 \cdot 10^{-13} \text{ J}$.

7. Proton vletne ve vodorovném směru ve vakuu do homogenního magnetického pole kolmo k vektoru magnetické indukce o velikosti $5 \cdot 10^{-5} \text{ T}$. Jakou musí mít rychlost, aby směr jeho pohybu zůstal zachován?

$$g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

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

$$m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

MAGNETICKÉ POLE CÍVKY S PROUDEM

$$v = ?$$

Řešení: Na proton působí kromě magnetické síly také síla tíhová. Pro zachování směru pohybu protonu je nutná rovnost těchto dvou sil.

$$B \cdot e \cdot v = m \cdot g$$

$$v = \frac{m \cdot g}{B \cdot e}$$

$$\underline{\underline{v = 0,002 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}}$$

Proton musí mít rychlost $0,002 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

8. Jak vysokým napětím je potřeba urychlit elektron, aby po vletnutí kolmo k vektoru magnetické indukce homogenního magnetického pole o velikosti $8,2 \cdot 10^{-4} \text{ T}$ opisoval kružnici o poloměru $0,1 \text{ m}$? Jak musí být orientován vektor magnetické indukce?

$$B = 8,2 \cdot 10^{-4} \text{ T}$$

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

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\underline{\underline{U = ?}}$$

Řešení:

$$eU = \frac{1}{2}mv^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$$

$$B \cdot e \cdot v = m \cdot \frac{v^2}{r}$$

$$\underline{\underline{U = \frac{r^2 B^2 e}{2m} \approx 591 \text{ V}}}$$

Elektron je potřeba urychlit pod napětím 591 V .