

Magnetno polje

Terminologija in tipične oznake s standarnimi enotami

- gostota magnetnega polja B [$\text{T}=\text{kg}/\text{As}^2 = \text{Vs}/\text{m}^2$], jakost magnetnega polja H [A/m]
- električni tok I [A], magnetni moment p_m , μ [Am^2]

Relevantni fizikalni izrazi in formule:

- Povezava med gostoto magnetnega polja in jakostjo magnetnega polja v snovi

$$B = \mu\mu_0 H$$

kjer je μ permeabilnost snovi in $\mu_0 = 4\pi 10^{-7} \text{ Vs}/\text{Am}$ indukcijska konstanta

- Sila F magnetnega polja z gostoto \vec{B} na

- naboj e , ki se giblje s hitrostjo \vec{v} je

$$\vec{F}_{\text{naboj}} = e\vec{v} \times \vec{B}$$

pri odsotnosti električnega polja. Celotna sila, če je prisotno še električno polje je

$$\vec{F}_{\text{naboj}} = e\vec{v} \times \vec{B} + e\vec{E}$$

t.i. *Lorentzova sila*.

- tokovni vodnik dolžine L in tokom I v smeri \hat{n} je

$$\vec{F}_{\text{vodnik}} = LI\hat{n} \times \vec{B} = L\vec{I} \times \vec{B} \quad \vec{I} = \hat{n}I$$

- Magnetna gostota v vakuumu

- na sredini tuljave dolžine L in radija r z N navoji je

$$B_{\text{dolga tuljava}} = \frac{\mu_0 IN}{L} \quad B_{\text{tuljava}} = \frac{\mu_0 IN}{\sqrt{L^2 + (2r)^2}}$$

- na radiju r okoli neskočne ravne žice je

$$B_{\text{žica}} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

- splošno po Biot-Savartovem zakonu okoli nekega vodnika opisan z krivuljo \mathcal{K}

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_{\mathcal{K}} I(\vec{r}') \frac{d\vec{l}(\vec{r}') \times \hat{r}}{r^2}, \quad \hat{r} = \frac{\vec{r}}{r}$$

kjer je \vec{r} vektor do vodnika s tokom I katerega tangira vektor diferenciala dolžine $d\vec{l}$

- *Amperov zakon*: Integral jakosti magnetnega polja \vec{H} po zaključeni krivulji/zanki \mathcal{K} je enaka vsoti tokov skozi to zanko:

$$\int_{\mathcal{K}} \vec{H} d\vec{s} = \sum_i I_i$$

- Magnetni moment p_m tokovne zanke v ravnini s površino S po kateri teče tok I je

$$\vec{p}_m = IS\vec{n},$$

pri čemer je \vec{n} smerni vektor pravokoten na poščino. Magnetni moment je aditivna količina – se seštevata pri združevanju zank (npr. tuljava je "vsota" zank)

- Splošno za neko tokovno zanko s krivuljo \mathcal{K} in z gostoto toka \vec{j} je magnetni moment

$$\vec{p}_m = \frac{1}{2} \int_{\mathcal{K}} \vec{r} \times \vec{j} dV$$

- V magnetnem polju z gostoto \vec{B} na magnetni moment \vec{p}_m deluje navor

$$\vec{M} = \vec{p}_m \times \vec{B}$$

in mu lahko pripišemo potencialno energijo

$$W_p = -\vec{p}_m \cdot \vec{B}$$

- Magnetni pretok polja \vec{B} skozi zanko s ploskvijo \mathcal{P} je enak

$$\Phi = \int_{\mathcal{P}} d\vec{S} \cdot \vec{B},$$

kjer je $d\vec{S} = \hat{n}dS$ in \hat{n} normalni vektor na \mathcal{P} . V primeru, da je zanka s površino S leži v ravnini z normalno \hat{n} , se magnetni pretok poenostavi v

$$\Phi = \vec{S} \cdot \vec{B} \quad \vec{S} = S\hat{n}.$$

- *Zakon o magnetnem pretoku:* Skozi zaključeno ploskev \mathcal{P} je pretok vedno 0,

$$\oint_{\mathcal{P}} d\vec{S} \cdot \vec{B} = 0.$$

- *Indukcijski zakon:* V zaključeni zanki se inducira napetost U_i , če se skozi njo spreminja magnetni pretok Φ , in je enaka

$$U_i = \frac{d\Phi}{dt}$$

kjer smer padca napetosti določimo tako induciran tok kljubuje spremembam v pretoku.

Opombe in kazalci na potrebno znanje:

- Magnetno polje označimo z \otimes , če kaže v ravnino lista, in z \odot , če kaže iz ravnine lista.
- Gostota magnetnega polje zemlje je $B = 30 - 60$ mT