

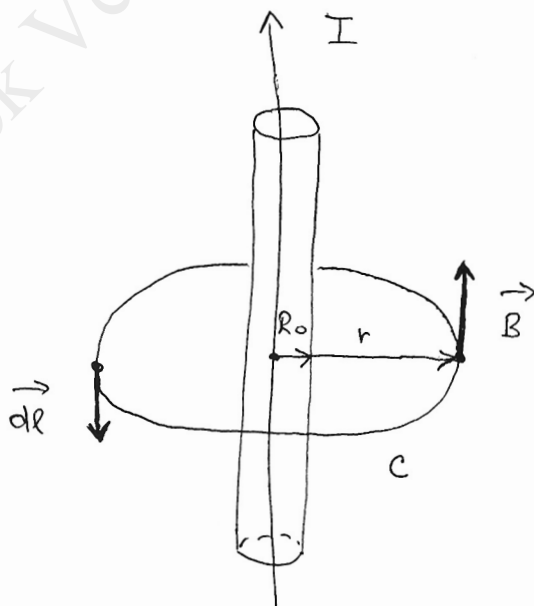
15

Spočítejte magnetickou indukci vně i uvnitř nekonečně dlouhého přímého vodiče pomocí Ampérova zákona.

Podle Ampérova zákona platí pro magnetickou indukci integrál přes uzavřenou křivku, kterou prochází proud, ve vakuu

$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \cdot I$$

U Ampérova zákona je diferenciální vektor $d\vec{l}$ na křivce kolem vodiče s proudem, tj. vektor $d\vec{l}$ je kolmý na vodič s proudem.



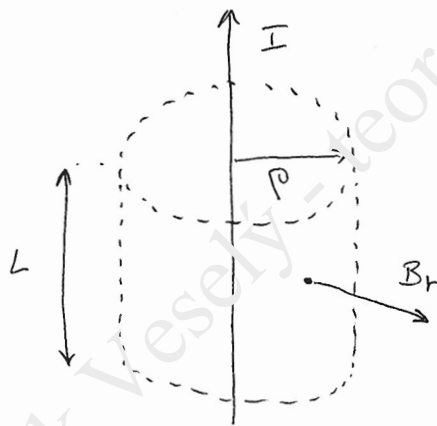
Díky symetrii úlohy vyplývá, že vektor magnetické indukce závisí jen na vzdálenosti od osy vodiče.

Radiální složku tohoto vektoru zjistíme pomocí zákona o neexistenci magnetického náboje

$$\oiint \vec{B} \cdot d\vec{s} = 0$$

tzn. integrál z \vec{B} přes uzavřenou plochu musí být nulový.

Pro válec souosý s vodičem musí platit



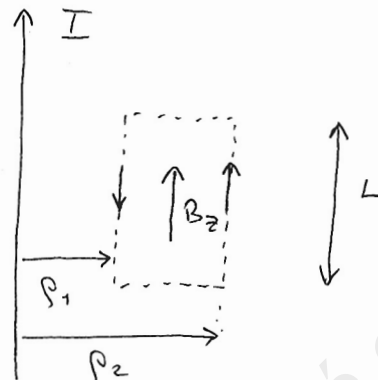
$$\oiint_{\text{válec}} \vec{B} \cdot d\vec{s} = B_r \cdot 2\pi \cdot r \cdot L = 0$$

kde r je poloměr válce a L je výška válce a příspěvky od podstav tohoto válce jsou stejně velké opačného znaménka.

Z rovnice platí $B_r = 0$, tj. radiální složka

vektoru magnetické indukce je rovna nule.

Podélnou složku vektoru magnetické indukce najdeme pomocí Ampérova zákona pro obdélníkovou smyčku ležící ve stejné rovině s vodičem a mající dvě strany s vodičem rovnoběžné. Pak platí



$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \cdot I$$

$$\left[B_z(r_1) - B_z(r_2) \right] \cdot L = \Phi$$

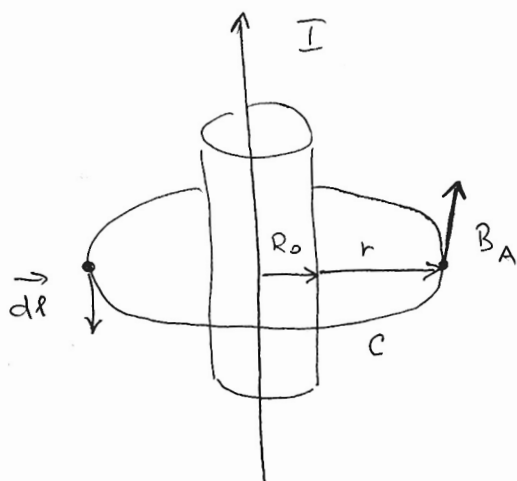
protože magnetická indukce $B_r = 0$ na horní a spodní straně uzavřené smyčky a uzavřenou smyčkou neprochází proud.

Uvážíme-li, že ještě platí $B_z(\infty) = 0$, pak platí

$B_z = 0$, tj. podélná složka vektoru magnetické indukce je rovna nule.

To znamená, že vektor magnetické indukce \vec{B} má pouze složku azimutální, tj. je kolmý na vodič a leží v rovině kolmé na vodič.

Azimutální složku vektoru magnetické indukce najdeme pomocí Ampérova zákona pro kruhovou smyčku ležící v rovině kolmé na vodiči a mající střed v ose vodiče



A azimutální složka magnetické indukce vně vodiče

uzavřená kruhová křivka C leží vně vodiče, tj.

$$r > R_0$$

kde R_0 je poloměr vodiče. Platí že B_A , tj. $\vec{B} \parallel d\vec{l}$,

tj. $\cos \alpha = 1$, tedy

$$\vec{B} \cdot d\vec{l} = |\vec{B}| \cdot |d\vec{l}| \cdot \cos \alpha$$

$$\vec{B} \cdot d\vec{l} = |\vec{B}| \cdot |d\vec{l}|$$

$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \cdot I$$

$$\oint_C B_A \cdot dl = \mu_0 \cdot I$$

$$B_A \cdot 2\pi \cdot r = \mu_0 \cdot I$$

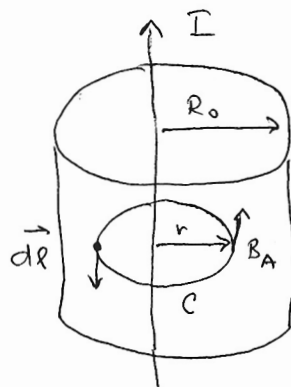
$$B_A = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi r} \quad \text{pro } r > R_0$$

... což je azimutální složka magnetické indukce
vně vodiče

B azimutální složka magnetické indukce uvnitř vodiče

uzavřená křivka C leží uvnitř vodiče, tj.

$$r < R_0$$



U zavřené křivkou protéká pouze část proudu \underline{I} odpovídající poloměru r

$$I(r) = \frac{I}{\pi R_0^2} \cdot \pi \cdot r^2$$

protože předpokládáme, že vodičem protéká homogenně rozložený proud.

$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \mu_0 \cdot I(r) \cdot \mu_r$$

$$\oint_C B_A \cdot d\ell = \mu_0 \cdot I(r) \cdot \mu_r$$

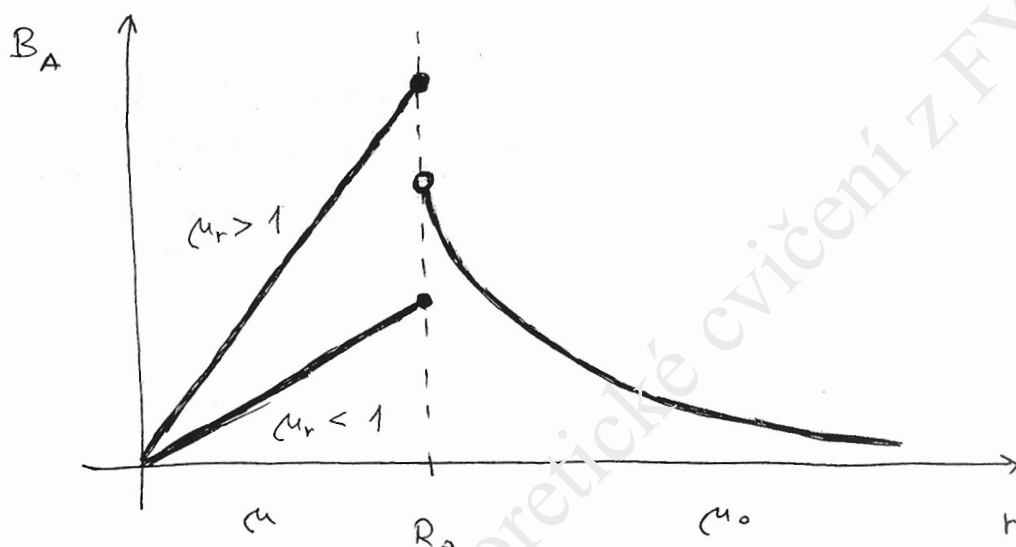
$$B_A \cdot 2\pi r = \mu_0 \cdot I \cdot \frac{r^2}{R_0^2} \cdot \mu_r$$

$$\boxed{B_A = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot \mu_r \cdot r}{2\pi \cdot R_0^2}} \quad \text{pro } r < R_0$$

... B_A je azimutální složka magnetické indukce

vnitř vodiče (lineárně roste s poloměrem r)

Azimutální složka magnetické indukce vně i uvnitř
nekonečně dlouhého přímého vodiče kterým homogenně
 protéká elektrický proud



Relativní magnetická permeabilita μ_r může být obecně
 pro různé materiály $\mu_r \geq 1$ i $\mu_r \leq 1$.

Naproti tomu relativní elektrická permitivita ϵ_r
 je obecně $\epsilon_r \geq 1$.