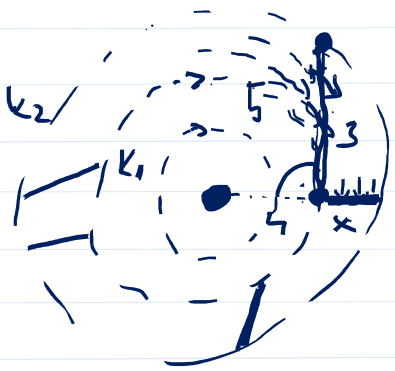
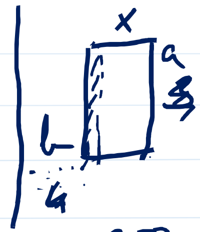
DÚ.

Ú 3.15: Vypočtěte magnetický tok Φ plochou čtverce o straně $a = 3$ cm umístěného vedle nekonečně dlouhého přímého drátu, jímž protéká proud $I = 15$ A. Jedna strana čtverce je rovnoběžná s drátem ve vzdálenosti 4 cm, protilehlá strana je od drátu vzdálena 5 cm.

$$B(r) = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$



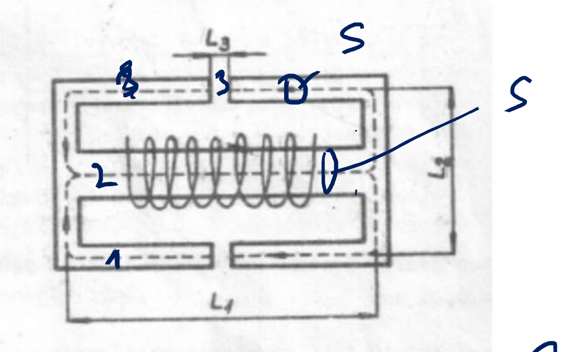


$$dS = a\,dr \quad 3$$

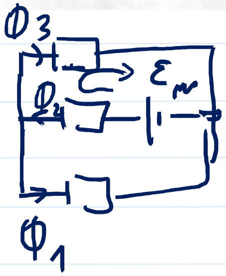
$$\int \vec{B}\, d\vec{S} = \int_{4+}^{4+x} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} 3\,dr$$

$$= \int_{b}^{b+x} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} a\,dr$$

(A) 3.2.5. Kolik ampérzávitů musí mít elektromagnet (obr.3.4), aby v mezerách bylo pole B_3=0,65 T. Délky jednotlivých částí magnetického obvodu: L_1=100 cm, L_2=80 cm, L_3=4 mm. Průřez magnetického toku je ve všech částech obvodu stejný S=20 cm^2.



Obr.3.4



$$R_{m1} = \frac{L_1 - L_3}{\mu S} + \frac{L_2}{\mu S} + \frac{L_3}{\mu_0 S}$$

$$R_{m2} = \frac{L_2}{\mu S}$$

$$R_{m3} = R_{m1}$$

$$\varepsilon_m = NI$$

$$\Phi_2 = \Phi_1 + \Phi_3 = 2\Phi_3$$

$$\Phi_1 = \Phi_3$$

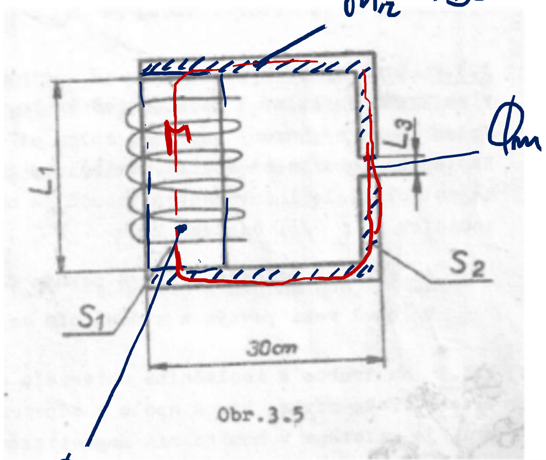
$$\overset{2\Phi_3}{\Phi_2} R_{m2} + \Phi_3 R_{m3} = NI$$

$$\Phi_3 (2R_{m2} + R_{m3}) = NI$$

$$B_3 S (\qquad\qquad) = NI$$

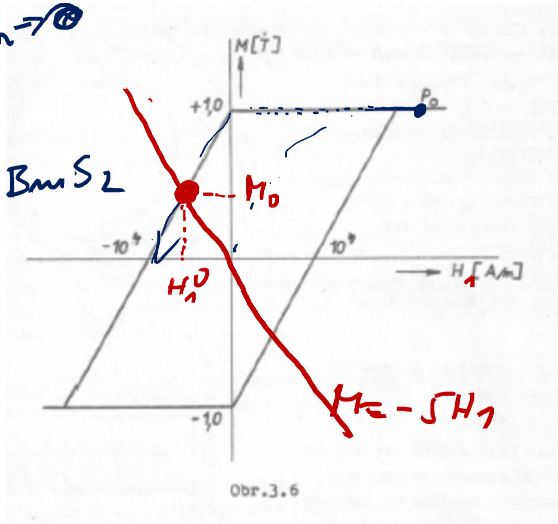
(A) 3.2.6. Soustava pozůstává z válečku – permanentního magnetu (S_1=100 cm^2, L_1=20 cm) a dvou pólových nástavců zhotovených z magneticky měkkého železa (S_2=20 cm^2). Vzduchová mezera má délku L_3=1 cm (obr.3.5). Proudem ve vinutí se váleček zmagnetoval do bodu P_0 (obr.3.6). Určete intenzitu magnetického pole v mezeře po vypnutí proudu. Permeabilitu pólových nástavců považujte za nekonečnou, rozptyl magnetického toku v mezeře zanedbejte.

$\mu_z \to \infty - R_m \to 0$



Obr.3.5

$\Phi_1 = B_1 S_1$



Obr.3.6

$R_m = \frac{L}{\mu S}$

$\frac{S_2}{S_1} = \frac{1}{5}$

$\cancel{\frac{B_1}{B_m} = 5}$

$B_1 = \mu_0(H_1 + M)$

$B_m = \mu_0 H_m$

$\Phi_1 = \Phi_m \Rightarrow \frac{B_1}{B_m} = \frac{1}{5}$ $\quad B_1 = \frac{1}{5} B_m$

z.A.Z $\quad \oint \vec{H} \, d\vec{l} = I = 0$

$H_1 L_1 + H_m L_3 = 0$

$H_1 = -H_m \frac{L_3}{L_1}$ $\quad (\mu_0 H_1 + \mu_0 M) = \frac{1}{5} \mu_0 H_m$

$(\mu_0 H_1 + \mu_0 M) = \frac{1}{5} \mu_0 \left(-H_1 \frac{L_1}{L_3}\right)$

$\mu_0 H_1 + \frac{1}{5}\frac{L_1}{L_3} \mu_0 H_1 + \mu_0 M = 0$

$M = -\underbrace{\left(1 + \frac{L_1}{5 L_3}\right)}_{=5} \cdot H_1 = -5 H_1$

z.A.Z $\Rightarrow \boxed{M = -5 H_1}$

(A) 3.2.7. Nalezněte $\boldsymbol{B}$, $\boldsymbol{H}$ uvnitř homogenně zmagnetovaného disku, je-li vektor $\boldsymbol{M}$ kolmý k rovině disku (zanedbejte efekty na okrajích).

DÚ

Magnetostatika

z A.2. $\Rightarrow \oint_l \vec{H}\,d\vec{l} = 0$

$\Rightarrow \vec{H} = -\nabla \varphi_m$

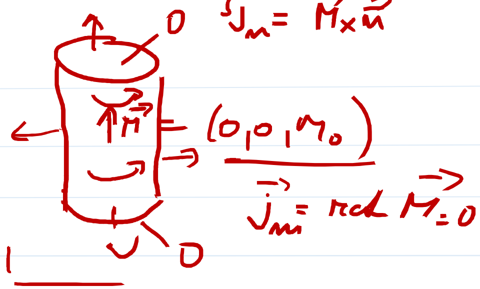
podobnost el. a mag. polí

$$\Rightarrow \sigma_m(\vec{r}) = M(\vec{r})\cdot\vec{m}$$

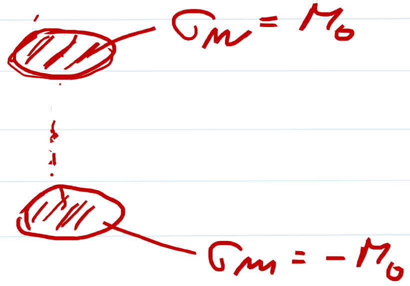
$$\rho_m(\vec{r}) = -\operatorname{div}\vec{M}$$

$$\vec{H} = \frac{1}{4\pi}\int_S \frac{\sigma_m}{R}\,d\vec{S} + \int_V \frac{\rho_m}{R}\,dV$$

$\rho_m = 0$



$\Downarrow$



určete pole na ose disku

H a $\vec{B} = \mu_0(\vec{H}+\vec{M})$

(A) 3.3.3. Na trubce z izolačního materiálu o poloměru D je navinuta cívka o N závitech. Tato cívka, která spolu s odporem R k ní připojeným tvoří uzavřený obvod, je umístěna v homogenním magnetickém poli indukce B. Osa cívky je rovnoběžná s vektorem magnetické indukce. Spočítejte

(a) proudový impuls (náboj) $\int_0^\infty i(t)dt$,

(b) napěťový impuls $\int_0^\infty u(t)dt$,

který proteče obvodem při otočení cívky o 180° kolem osy kolmé k vektoru magnetické indukce.

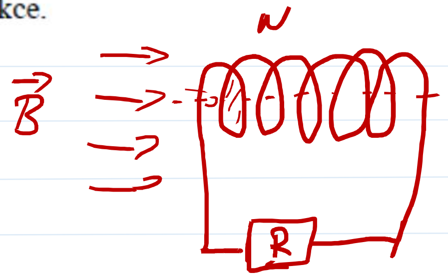
$2\pi f = \omega$

$\frac{2\pi}{T} = \omega$

$\omega t = \pi$

$t = \frac{\pi}{\omega}$

R – odpor cívky + zbytek obvodu



ω o 180°

impuls $Q = \int_0^\infty i\,dt = \int_0^\infty N \frac{d}{dt}\left(B\pi D^2 \cos\omega t\right) dt$

$\phi(t) = \phi_0 \cdot \cos\varphi(t) = B\pi D^2 \cdot \cos\omega t$

$\varepsilon_m = -N \frac{d\phi}{dt}$

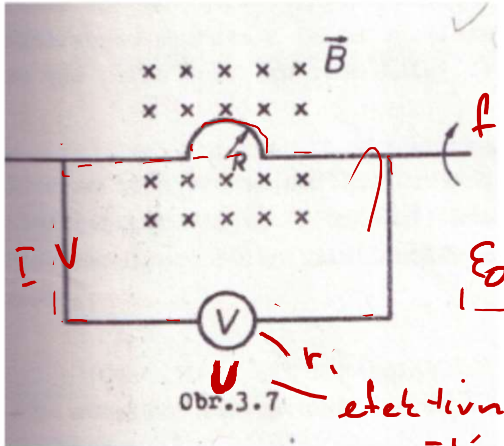
$i(t) = \frac{|\varepsilon_m(t)|}{R}$

$= NB\pi D^2 \int_0^\infty (-\omega) \sin\omega t \, dt = -\omega N B\pi D^2 \int_0^{\pi/\omega} \sin(\omega t)\, dt =$

$= -\omega\pi N B D^2 \left[-\frac{\cos\omega t}{\omega}\right]_0^{\pi/\omega} = \pi N B D^2 \left[-2\right]$

$|Q| = 2\pi \underbrace{NBD^2}_{\phi_0}$

(A) 3.3.5. Pevný drát ve tvaru půlkruhu o poloměru R se otáčí s frekvencí f v homogenním magnetickém poli podle obr.3.7. Jaká je indukce pole, jestliže voltmetr s vnitřním odporem r_i (zbytek obvodu má zanedbatelný odpor) ukazuje napětí U. Jaká je amplituda indukovaného proudu? Pole vytvořené proudem je zanedbatelné.



Obr.3.7

U efektivní napětí

$\varepsilon_0 \to \sqrt{2}U$

$$\frac{d\phi}{dt}$$

$$\Phi(t) = \Phi + \underbrace{\Phi}_{=konst} = \Phi + \Phi_0 \cos \omega t \qquad \Phi_0 = \frac{\pi R^2}{2} B$$

$$= \Phi + \frac{\pi R^2 B}{2} \cos \omega t$$

$$\varepsilon_m = -\frac{d\phi}{dt}$$

$$\varepsilon_m(t) = -\frac{\pi R^2 B}{2} (-\sin \omega t) \cdot \omega =$$

$$= \underbrace{\frac{\omega \pi R^2 B}{2}}_{\varepsilon_0 = \sqrt{2}U} \sin \omega t$$

$$i(t) = \frac{\varepsilon(t)}{r_i}$$

$$B = \frac{\sqrt{2}U \cdot 2}{\underbrace{\omega}_{2\pi f} \pi R^2}$$