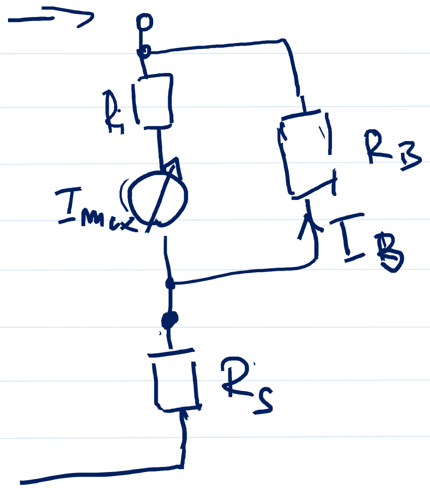
R_i

(S) 5.1.11. Ke galvanometru s vnitřním odporem 290 Ω je připojen bočník, který desetkrát snižuje citlivost galvanometru. Jaký sériový odpor je třeba připojit, aby celkový odpor zapojení byl roven odporu galvanometru?

DÚ

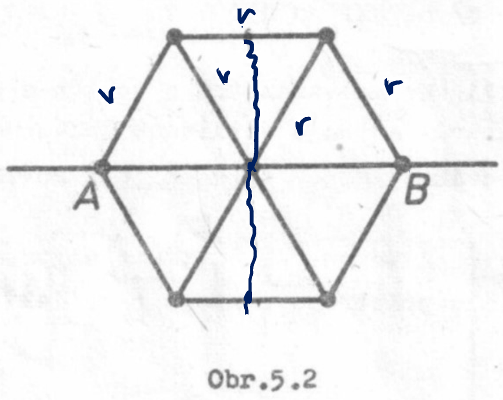


$I_{max} + I_B = 10\, I_{max}$

$R_B = ?$

$R_S = ?$

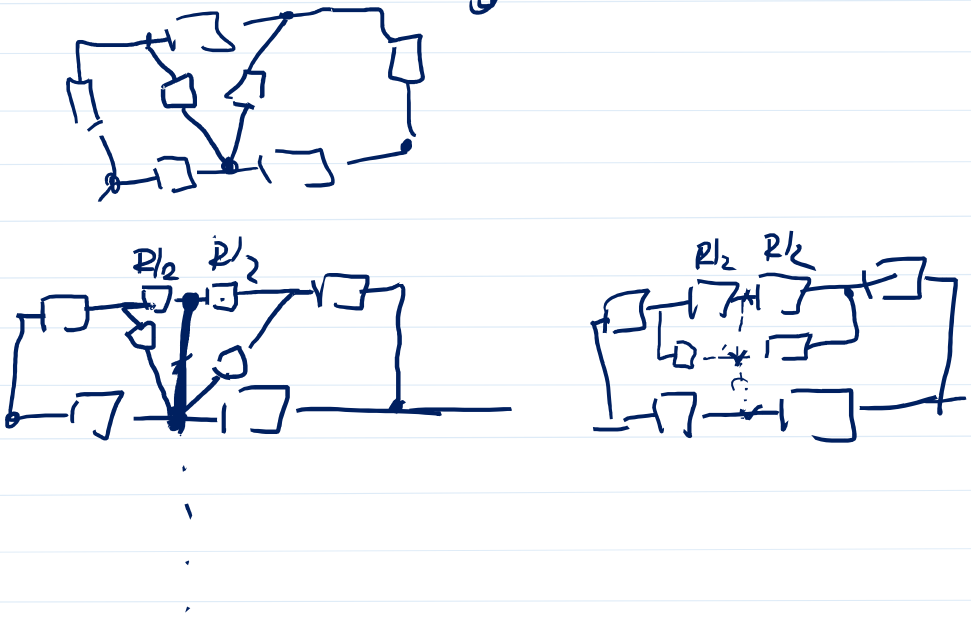
(S) 5.1.4. Určete odpor mezi body A a B pravidelného šestiúhelníku s uhlopříčkami podle obr.5.2. Odpor každého úseku mezi dvěma uzly je *r*.



Obr.5.2

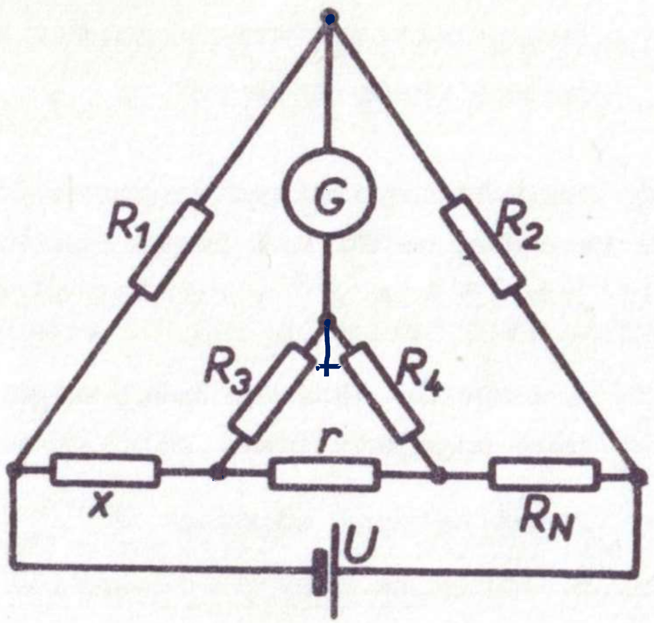
DÚ

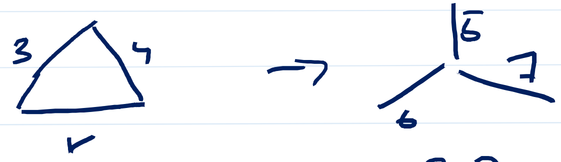
$R_{AB} = \frac{4}{5} r$



(A) 5.1.33. Udejte podmínky rovnováhy na Thomsonově dvoj-mostu (obr,5.18)
(a) v obecném případě
(b) v případě, že r je velmi malé
(c) v případě, že platí $R_1 = NR_3$, $R_2 = NR_4$.

$$\Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4} \Rightarrow x = \frac{R_1}{R_2} R_N$$

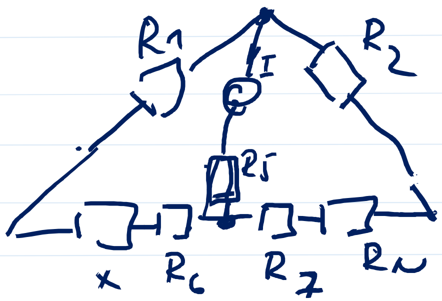




$$R_5 = \frac{R_3 R_4}{r+R_3+R_4}$$

$$R_6 = \frac{r R_3}{r+R_3+R_4}$$

$$R_7 = \frac{r R_4}{r+R_3+R_4}$$



$I=0$ rovnováha

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{x+R_6}{R_7+R_N}$$

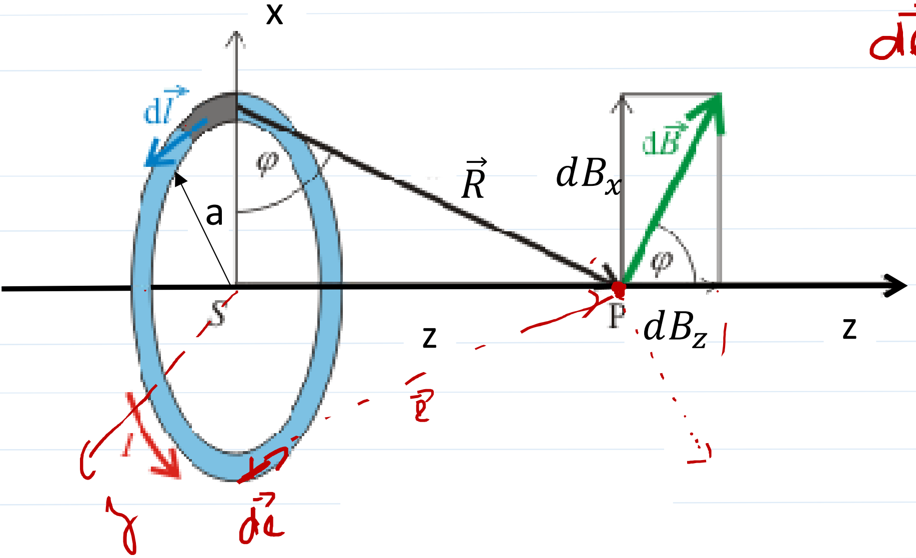
a) $x = \frac{R_1}{R_2} R_N + \frac{r R_4}{r+R_3+R_4}\left(\frac{R_1}{R_2} - \frac{R_3}{R_4}\right)$

$r=0$

Obr.5.18

b) $\frac{R_1}{R_2} = \frac{x}{R_N}$

Pole na ose kruhového závitu



$\vec{dl} \perp \vec{r}$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} I \oint_{l} \frac{\vec{dl}\times\vec{r}}{R^3}$$

l – závit

$$\vec{dB} = \frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{\vec{dl}\times\vec{r}}{r^3}$$

Ze symetrie je nenulová jen složka B_z

$$dB_z^{(z)} = \frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{dl\,R}{r^3} \cos\varphi = \frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{dl\,a}{r^3}$$

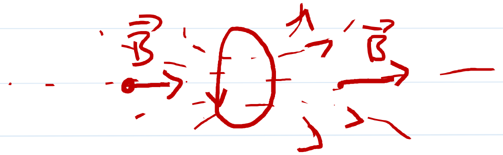
$R\cos\varphi = a$

$\cos\varphi = \frac{a}{\sqrt{a^2+z^2}} = \frac{a}{R}$

$\vec{B} = (0, 0, B_z)$

$$B = B_z = \frac{\mu_0 a}{4\pi} I \oint_{l} \frac{dl}{r^3} = \frac{\mu_0 a}{4\pi} I \frac{1}{(a^2+z^2)^{3/2}} \underbrace{\oint_{l} dl}_{2\pi a} = \frac{\mu_0 a^2}{2} \frac{I}{(a^2+z^2)^{3/2}}$$

konstanta

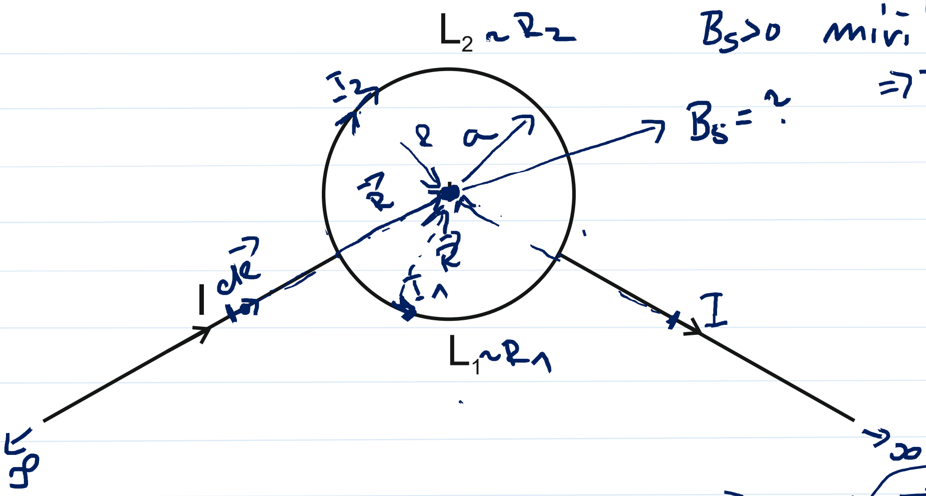


(S) 3.1.1. K tenkému drátěnému kruhu o poloměru a je přiváděn proud I. Nalezněte výraz pro indukci magnetického pole B ve středu kruhu, jestliže přívody dělící kruh na dvě části délky L_1 a L_2 jsou tvořeny dvěma nekonečnými vodiči umístěnými radiálně.

Pro závit $B = \frac{\mu_0 I a}{4\pi} \frac{1}{(a^2+z^2)^{3/2}} \cdot \oint dl$

$\oint dl \to 2\pi a$

$B_S > 0$ míří do tabule $\Rightarrow I_2 \to$ kladný příspěvek



Příspěvek oblouku délky L ve středu kruhu $\Rightarrow z = 0$

$$dB = \frac{\mu_0 I a}{4\pi} \frac{1}{(a^2+z^2)^{3/2}} dl$$

na ose z

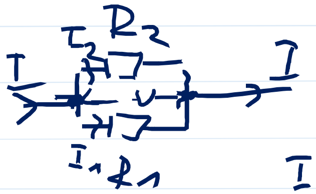
$$B_S^L = \frac{\mu_0 I a}{4\pi} \frac{L}{(a^2)^{3/2}} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{L}{a^2}$$

$$B_S = \overset{0<}{B_S^{L_1}} + \overset{>0}{B_S^{L_2}} =$$

$$= -\frac{\mu_0 I_1}{4\pi} \frac{L_1}{a^2} + \frac{\mu_0 I_2}{4\pi} \frac{L_2}{a^2} = A(\underbrace{I_2 L_2 - I_1 L_1}_{= 0})$$

Přívody? $dB = k \frac{d\vec l \times \vec R}{R^3} = 0$ $\quad d\vec l \parallel \vec R$

nepřispívají



$I_2 R_2 = I_1 R_1$ $\qquad I_1 L_1 = I_2 L_2$

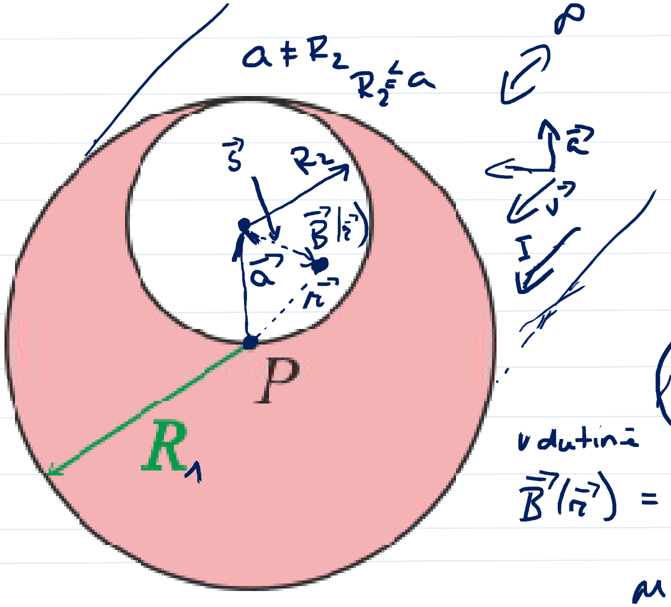
$R_1 \sim L_1$

$R_2 \sim L_2$

$$\boxed{B_S = 0}$$

(S) 3.1.2. Určete magnetické pole ve válcovém otvoru (poloměr R_2) v nekonečném válcovém vodiči (poloměr R_1), kterým protéká proud i_0 rovnoměrně rozložený po průřezu s konstantní hustotou.

Dlouhá měděná tyč s poloměrem $\boldsymbol{R_1}$ má mimo svoji osu válcovou dutinu podél celé svojí délky tak, jak je znázorněno na obrázku. Vodičem protéká proud $\boldsymbol{I}$, který směřuje ven z obrázku, a je rovnoměrně rozložený v celém řezu vodiče. Nalezněte velikost a směr magnetického pole v dutině.



$\vec a + \vec s = \vec r$

$\vec r - \vec s = \vec a$

Pole ve válcovém vodiči

$J = \frac{I}{\pi R_1^2}$ – hustota

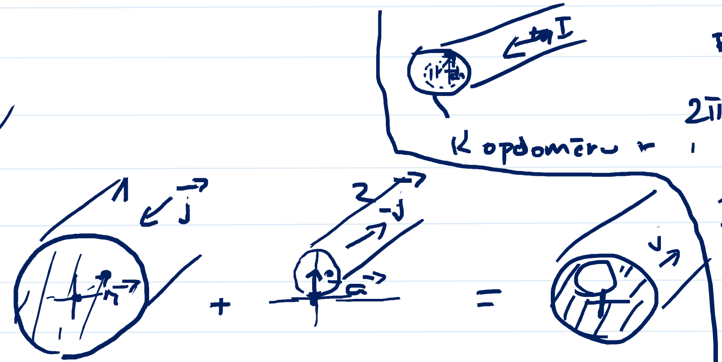
k poloměru

R_1 pro $r < R_1$

$2\pi r \cdot B(r) = \mu_0 \frac{I}{\pi R_1^2} \cdot \pi r^2$

$B(r) = \frac{\mu_0}{2\pi} I \frac{r}{R_1^2} = \frac{\mu_0 J r}{2}$

$\boxed{\vec B(r) = \frac{\mu_0}{2} \vec J \times \vec r}$ uvnitř



v dutině

$\vec B(\vec r) = \vec B_1(\vec r) + \vec B_2(\vec r) =$

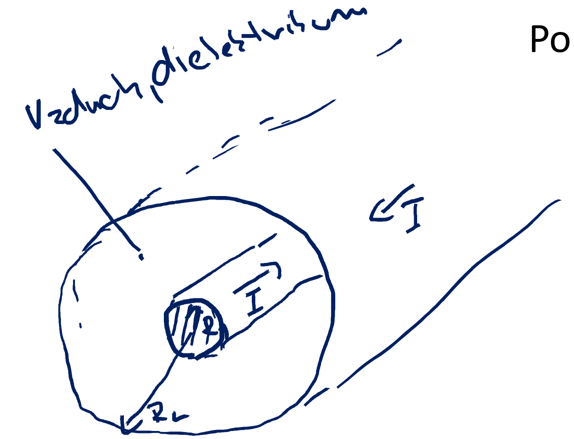
$= \frac{\mu_0}{2} \vec J \times \vec r + \frac{\mu_0}{2} (-\vec J) \times \vec s$

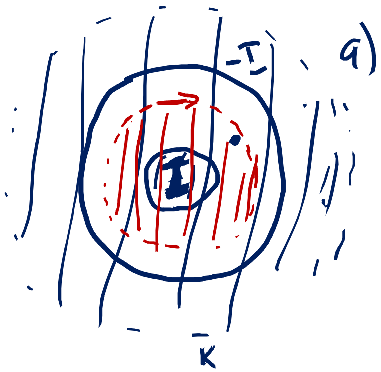
$= \frac{\mu_0}{2} \vec J \times (\vec r - \vec s) = \frac{\mu_0}{2} \vec J \times \vec a$ → konst. vektor

$J = \frac{I}{\pi R_1^2 - \pi R_2^2}$

v dutině bude homogenní pole

Pole vně a uvnitř koaxiálního kabelu





Pole $B(r)$

a) $R_2 > r > R_1$

$$2\pi r B(r) = \mu_0 I$$

$$B(r) = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \rightarrow \text{pole vně nekonečného vodiče}$$

c) $r < R_1$ .... pole válc vodiče

$$B(r) = \frac{\mu_0}{2\pi} I \frac{r}{R_1^2}$$

b) $r > R_2$

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

$$2\pi r B(r) = \mu_0 (I + (-I)) = 0$$

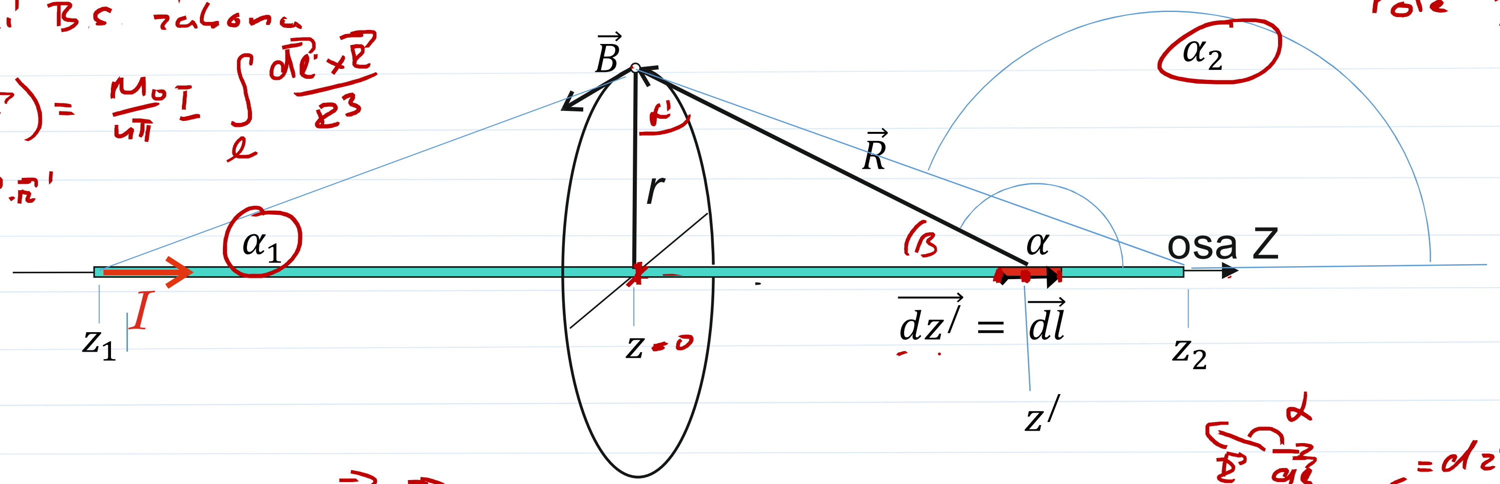
$$\underline{\underline{B(r) = 0}} \quad \underline{\underline{\text{pro } r > R_2}}$$

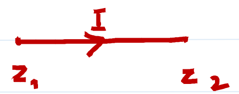
Pomocí B.S. zákona

$$\vec B(\vec r) = \frac{\mu_0 I}{4\pi}\int_l \frac{d\vec l' \times \vec R}{R^3}$$

$$\vec R = \vec r - \vec r'$$

Pole přímého, konečného vodiče





$-\infty \leftarrow \quad \rightarrow +\infty$

pole nekonečného vodiče

$\vec R \quad \alpha \quad d\vec l$

$$d\vec B = \frac{\mu_0 I}{4\pi}\frac{d\vec l \times \vec R}{R^3}$$

$$\beta = \pi - \alpha$$

$$\alpha' + \frac{\pi}{2} = \alpha$$

$$d\vec l \times \vec R = \underbrace{dl}_{=dz'}\, R \sin\alpha$$

$$dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi}\frac{dz' R}{R^3}\sin\alpha$$

$$\frac{r}{R} = \sin\beta = \sin\alpha$$

$$\frac{1}{R^2} = \frac{1}{r^2}\sin^2\alpha$$

$$\frac{z'}{r} = \operatorname{tg}\alpha' = -\operatorname{cotg}\alpha$$

$$z' = -r\operatorname{cotg}\alpha$$

$$dz' = -r\left(-\frac{1}{\sin^2\alpha}\right)d\alpha$$

$$dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi}\frac{r}{\sin^2\alpha}\frac{\sin^2\alpha}{r^2}\sin\alpha\, d\alpha =$$

$$= \frac{\mu_0 I}{4\pi}\frac{\sin\alpha}{r}d\alpha$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi}\int_{\alpha_1}^{\alpha_2}\frac{\sin\alpha}{r}d\alpha = \frac{\mu_0 I}{4\pi}\frac{1}{r}\left[\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2\right]$$

Pro nekonečný: $\alpha_1 \to 0 \quad \cos \to 1$; $\alpha_2 \to \pi \quad \cos \to -1 \Rightarrow B = \frac{\mu_0 I}{4\pi r}\cdot 2$