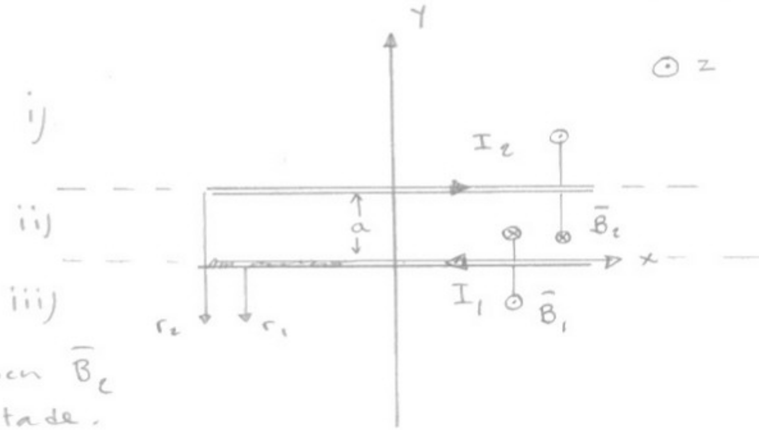
22.30

Givet: $I_1 = 30{,}0\ \text{A} \quad (-\hat{x})$

$I_2 = 50{,}0\ \text{A} \quad (\hat{x})$

$a = 0{,}280\ \text{m}$



Lösning.

Lång rak ledare

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

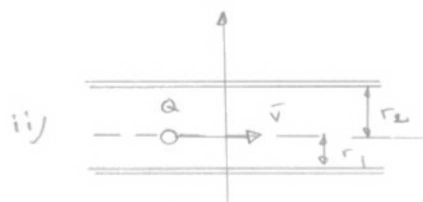
a) Vi söker en linje där $\bar{B}_1$ och $\bar{B}_2$ är lika stora och motriktade.

Mellan ledarna är fälten parallella. Vi söker en linje som ligger utanför ledarna. Antingen i område i eller iii.

$$B_1 = B_2 \Rightarrow \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r_1} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r_2} \Rightarrow \frac{r_2}{r_1} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{50}{30} > r_2 > r_1 \quad \therefore \text{omr. iii)}$$

$$r_2 = (r_1 + a) \qquad \frac{r_1 + a}{r_1} = \frac{5}{3} \Rightarrow \frac{2}{3} r_1 = a \Rightarrow r_1 = \frac{3}{2} a = \underline{\underline{0{,}420\ \text{m}}}$$

b)



$Q = -2{,}00\ \mu C$ $\qquad \bar{F} = Q\,\bar{v} \times \bar{B}$

$\bar{v} = 150 \cdot 10^6\ \hat{i}\ \text{m/s}$

Fälten $\bar{B}_1$ och $\bar{B}_2$ parallella i ii) $(-\hat{z})$

$$\bar{B} = \frac{\mu_0}{2\pi}\left(\frac{I_1}{r_1} + \frac{I_2}{r_2}\right)(-\hat{z}) = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{2\pi}\left(\frac{30{,}0}{0{,}100} + \frac{50{,}0}{0{,}180}\right)(-\hat{z})$$

$r_1 = 0{,}100\ \text{m}$

$r_2 = 0{,}180\ \text{m}$

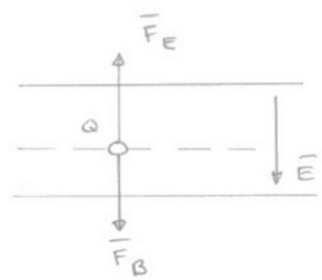
$$= 1{,}16 \cdot 10^{-4}\ \text{T}\ (-\hat{z})$$

$$\bar{F} = (-2{,}00 \cdot 10^{-6})\ 150 \cdot 10^6 \cdot 1{,}16 \cdot 10^{-4} \underbrace{\left[\hat{i} \times (-\hat{z})\right]}_{+\hat{j}} = \underline{\underline{3{,}47 \cdot 10^{-2}\ \text{N}\ (-\hat{j})}}$$

c)

Ingen avlänkning.

$$-\bar{F}_E = \bar{F}_B$$

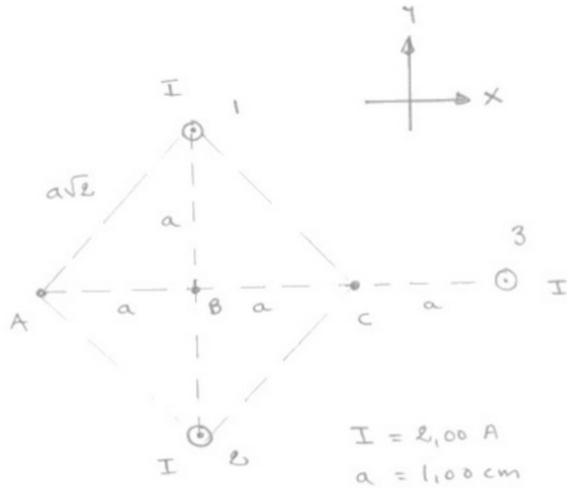


$$F_E = QE$$

$$\Rightarrow E = \frac{F_E}{Q} = \frac{F_B}{Q} = \frac{3{,}47 \cdot 10^{-2}}{2{,}00 \cdot 10^{-6}}\ \text{N/C}$$

$$= 1{,}73 \cdot 10^4\ \text{N/C} \quad \downarrow \bar{E}$$

22.32



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

Lösning:

Långa raka ledare:

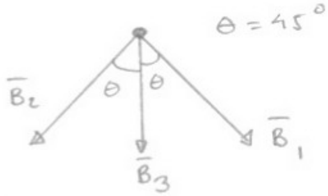
(A)

$B_1 = B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi a\sqrt{2}}$

$B_1 \cdot \cos\theta = \frac{\mu_0 I}{2\pi a\sqrt{2}} \frac{1}{\sqrt{2}}$

$2 B_1 \cos\theta = \frac{\mu_0 I}{2\pi \cdot a}$

$B_3 = \frac{\mu_0 I}{2\pi\, 3a}$



$\bar{B}_A = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}\left(1 + \frac{1}{3}\right)(-\hat{j}) =$

$= \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 2}{2\pi \cdot 0{,}01}\left(\frac{4}{3}\right)(-\hat{j}) = \underline{\underline{53{,}3 \cdot 10^{-6}\ \text{T}}}\ (-\hat{j})$

(B)

$\bar{B}_1 = -\bar{B}_2 \quad \Rightarrow \quad \bar{B}_{tot} = \bar{B}_3 = \frac{\mu_0 I}{2\pi \cdot 2a}(-\hat{j}) = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 2{,}00}{2\pi \cdot 2 \cdot 0{,}01}(-\hat{j})\ \text{T} =$

$= \underline{\underline{20{,}0\,(-\hat{j})\ \text{T}}}$

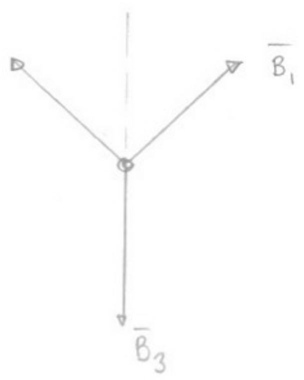
(C)

$B_1 = B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi a\sqrt{2}}$

$2B_1 \cdot \cos\theta = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$

$\bar{B}_C = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}(1 - 1) = \underline{\underline{0}}$

$B_3 = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$



22.40

Magnetfältet på avståndet 40,0 cm från en lång, rak ledare som genomflyts av strömmen 2,00 A är 1,00 mikrotesla.

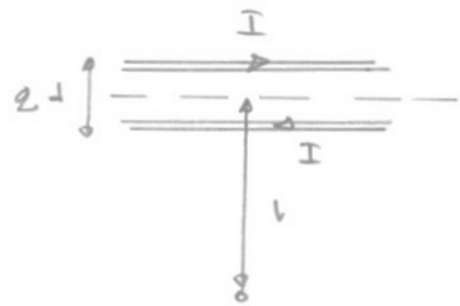
a. På vilket avstånd är magnetfältets styrka ~~1,00~~ 0,100 mikrotesla.
b. Vid ett visst tillfälle är strömmarna i de två trådarna i en förlängningssladd vardera 2,00 A i motsatta riktningar. Hur stort är magnetfältet på avståndet 40,0 cm från en punkt mitt emellan trådarna (se figuren) om de ligger på avståndet 3,00 mm från varandra?
c. På vilket avstånd är det en tiondel av detta värde?
d. Strömmen i mitttråden av en koaxialkabel är vid viss tillfälle 2,00 A och lika stor fast motsatt riktad i höljet runt denna. Hur stort är det magnetiska fältet utanför koaxialkabeln?

Lösning:

a) $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$; $B \sim \frac{1}{r}$ $\quad B \sim \frac{B}{10} \Rightarrow r \sim 10\, r$

$\therefore$ $\underline{400 \text{ cm}}$

b) $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r_1} - \frac{\mu_0 I}{2\pi r_2}$



där $r_1 = l - d$ $\quad r_2 = l + d$

$$\Rightarrow B = \frac{\mu_0 I}{2\pi}\left[\frac{1}{l-d} - \frac{1}{l+d}\right] =$$

$$= \frac{\mu_0 I}{2\pi}\left(\frac{(l+d)-(l-d)}{(l-d)(l+d)}\right] = \frac{\mu_0 I}{2\pi}\,\frac{2d}{l^2-d^2} =$$

$$= \frac{4\pi\cdot 10^{-7}\cdot 2{,}00}{2\pi}\;\frac{3{,}00\cdot 10^{-3}}{0{,}40^2-(3\cdot 10^{-3})^2} = \underline{\underline{7{,}50 \text{ nT}}}$$

c) lös ut l ur ekv. ovan

$B = 0{,}750$ nT då $l = 1{,}26$ m

d)

$2\pi r \cdot B = \mu_0 I_{netto} = 0 \rightarrow \underline{\underline{B = 0}}$

22.44

En kvadratisk strömslinga med kantlängden 2,00 cm genomflyts av strömmen 0,200 A. Den befinner sig inuti en solenoid så att normalen till slingan är parallell med magnetfältet i solenoiden. Denna har 30 varv per cm och genomflyts av strömmen 15,0 A. Bestäm kraften på vardera sidan av strömslingan och bestäm det vridande moment som verkar på den.

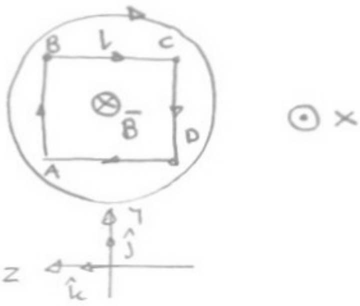
Lösning:

Inne i solenoiden $\quad n = 3000 \text{ m}^{-1}$ $\quad$ Sett från ovan

$$\bar{B} = \mu_0 n I (-\hat{i}) =$$

$$= 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 3000 \cdot 0{,}20 \, (-\hat{i}) =$$

$$= -5{,}65 \cdot 10^{-2} \text{ T } (\hat{i})$$



AB-sidan: $\left(\bar{F}_B\right)_{AB} = I \bar{l} \times \bar{B} = I l \hat{j} \times \bar{B} = 0{,}200 \cdot 2{,}00 \cdot 10^{-2} \cdot (-5{,}65 \cdot 10^{-2}) \cdot \hat{j} \times \hat{i} = 2{,}26 \cdot 10^{-4} \text{ N } \hat{k}$

$\leftarrow \left(\bar{F}_B\right)_{AB}$

På samma sätt ger varje sida av kvadraten en kraft från centrum som är $2{,}26 \cdot 10^{-4}$ N

$\Rightarrow$ momentet $= 0$

med storheten magnetiskt moment $\bar{\mu} \equiv I \bar{A}$

$$\bar{\mu} = 2{,}00 \cdot 2{,}00 \cdot 10^{-2} \, \hat{i}$$

$$\bar{\tau} = \bar{\mu} \times \bar{B} = \mu \hat{i} \times B \hat{i} = 0$$

b) Oändligt lång ledare: $\theta_1 \to 0$, $\theta_2 \to \pi$

$$\Rightarrow B = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \overbrace{\left[\cos 0 - \cos\pi\right]}^{=2} = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$$

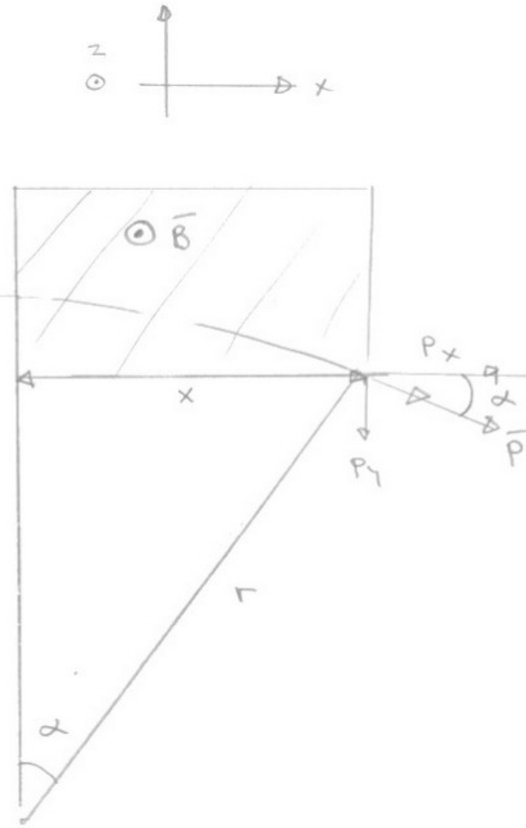
(22.58)

$\bar{B} = B\hat{k}$

$B = 0{,}0500\,T$

$K = 5{,}00\,MeV$

$x = 1{,}00\,m$



cirkulär centralrörelse i magnetfältet
$|\bar{v}|$ ändras inte

$$qvB = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow r = \frac{mv}{qB}$$

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2K}{m}} \quad \left(= 3{,}1\cdot 10^7\,m/s\right)$$

$$\Rightarrow r = \frac{\sqrt{2Km}}{q\cdot B} = \frac{\sqrt{2\cdot 5{,}00\cdot 1{,}6\cdot 10^{-19}\cdot 1{,}67\cdot 10^{-27}}}{1{,}6\cdot 10^{-19}\cdot 0{,}0500}\,m$$

$$= 6{,}46\,m$$

a) p_y:
$$p_y = mv\cdot \sin\alpha = mv\frac{x}{r} = 1{,}67\cdot 10^{-27}\cdot 3{,}1\cdot 10^{7}\,\frac{1{,}00}{6{,}46} =$$

$$= 8{,}00\cdot 10^{-21}\,kg\,m/s$$

med vektorbeteckning: $\bar{p}_y = -8{,}00\cdot 10^{-21}\,kgm/s\,(-\hat{j})$