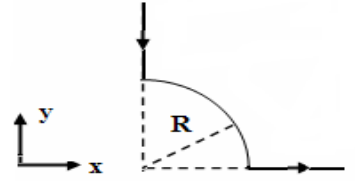


MANYETİK ALAN KAYNAKLARI

1) Şekil 1'deki tel parçası $I=5A$ lik bir akım taşımaktadır. Çembersel yayın yarıçapı $R=3cm$ olduğuna göre başlangıç noktasındaki manyetik alanın büyüklüğünü ve yönünü bulunuz.

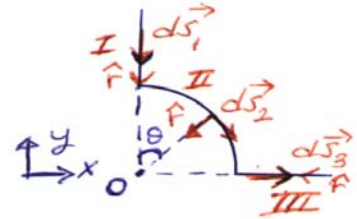


Şekil 1

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\vec{s} \times \hat{r}}{r^2}$$

I nolu kısım için :

$$|d\vec{s}_1 \times \hat{r}| = |d\vec{s}_1| |\hat{r}| \sin 0 = 0.$$



II nolu kısım için :

$$d\vec{s}_2 \perp \hat{r} \quad |d\vec{s}_2 \times \hat{r}| = ds_2$$

$$dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{ds_2}{R^2}$$

$$ds_2 = R d\theta.$$

$$B_{II} = \frac{\mu_0 I}{4\pi R^2} \int_0^{\pi/2} R d\theta = \frac{\mu_0 I}{4\pi R^2} \cdot R \cdot \frac{\pi}{2}$$

$$B_{II} = \frac{\mu_0 I}{8R}$$

yönü ise, sayfa düzlemine dik ve içeri doğru.
 $-\hat{k}$ yönünde.

III nolu kısım için :

$$|d\vec{s}_3 \times \hat{r}| = |d\vec{s}_3| |\hat{r}| \sin 180^\circ = 0. \quad B_{III} = 0.$$

$$\vec{B}_0 = \vec{B}_I + \vec{B}_2 + \vec{B}_3 \quad |\vec{B}_0| = B_{II} = \frac{\mu_0 I}{8R}$$

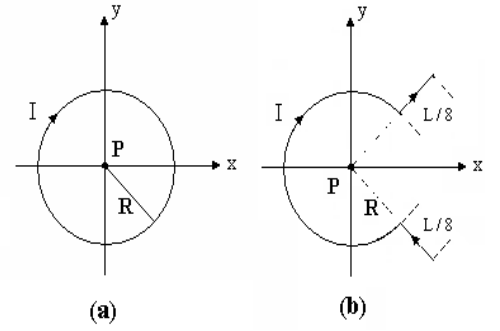
$$B_0 = \frac{(4\pi \times 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}) \cdot 5A}{8 \cdot (0,03\text{m})} = 26,2 \times 10^{-6} \text{ T} = 26,2 \mu\text{T}.$$

$$\vec{B}_0 = -26,2 \hat{k} \mu\text{T}.$$

2) L uzunluklu tel Şekil 2.a'da görüldüğü gibi R yarıçaplı halka şekline getirilmiştir. Telden saat dönüş yönünde I akımı akmaktadır.

a) P noktasında oluşturduğu manyetik alanı L ve I cinsinden bulunuz.

b) Aynı tel Şekil 2.b'deki gibi kıvrıldığında P noktasında oluşan manyetik alanı L ve I cinsinden bulunuz.



Şekil 2

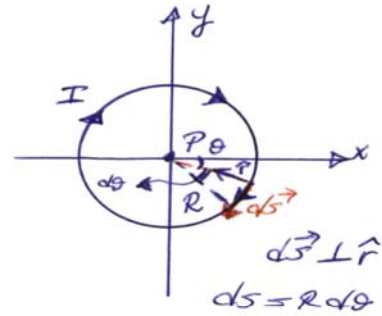
$$a) d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\vec{s} \times \hat{r}}{r^2}$$

$$d\vec{s} \times \hat{r} = R d\theta (-\hat{k})$$

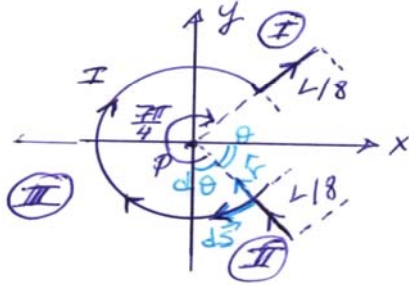
$$dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{R d\theta}{R^2} \quad \int dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} \int_0^{2\pi} d\theta$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2R} \quad 2\pi R = L \quad 2R = \frac{L}{\pi}$$

$$\vec{B} = \pi \frac{\mu_0 I}{L} (-\hat{k})$$



b)



I nolu kısım için:

$$\int \frac{d\vec{s}}{r} \quad |d\vec{s} \times \hat{r}| = \mu_0 I \frac{ds}{r} \sin 180^\circ = 0$$

$$B_I = 0.$$

II nolu kısım için:

$$\int \frac{d\vec{s}}{r} \quad d\vec{s} \parallel \hat{r}$$

$$B_{II} = 0.$$

III nolu kısım için:

$$d\vec{s} \times \hat{r} = ds (-\hat{k}) = R d\theta (-\hat{k})$$

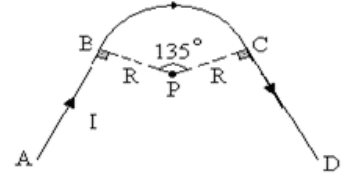
$$B_{III} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{1}{R} \int_{\pi/4}^{7\pi/4} d\theta = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} \cdot \frac{3\pi}{2} = \frac{3\mu_0 I}{8R}$$

$$2\pi R = L$$

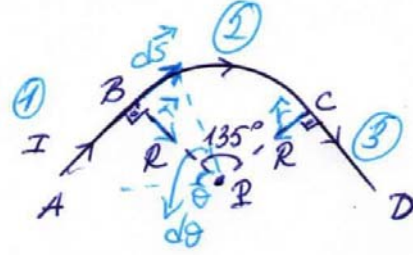
$$8R = 4L/\pi$$

$$\vec{B}_P = \vec{B}_{III} = \frac{3\pi\mu_0 I}{4L} (-\hat{k})$$

3) I akımı taşıyan sonsuz uzun tel Şekil 3'de görüldüğü gibi kıvrılmıştır. P noktasındaki manyetik alanı bulunuz.



Şekil 3



① ve ③ nolu parçaların P'de oluşturduğu manyetik alanlar

$$\vec{B}_{AB} = \vec{B}_{CD} = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} \otimes$$

② nolu parça için :

$$d\vec{B}_{BC} = \frac{\mu_0 I}{4\pi R^2} d\vec{s} \times \hat{r}$$

$$B_{BC} = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} \int_{-\pi/8}^{7\pi/8} d\theta = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} \left(\frac{7\pi}{8} - \frac{\pi}{8} \right)$$

$$B_{BC} = \frac{3\mu_0 I}{4 \cdot 4R}$$

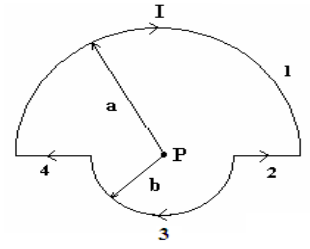
$$\vec{B}_{BC} = \frac{3\mu_0 I}{16R} \otimes$$

$$\vec{B}_P = \vec{B}_{AB} + \vec{B}_{BC} + \vec{B}_{CD}$$

$$\vec{B}_P = \left(2 \cdot \frac{\mu_0 I}{4\pi R} + \frac{3\mu_0 I}{4 \cdot 4R} \cdot \frac{\pi}{\pi} \right) \otimes$$

$$\vec{B}_P = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} \left(2 + \frac{3\pi}{4} \right) \otimes$$

- 5) Biot-Savart Kanununu kullanarak yarıçapları a ve b olan iki yarım çemberden oluşan ve içinden I akımı geçen Şekil 5'deki kapalı devrenin
- a) P noktasındaki manyetik alanın büyüklük ve yönünü,
b) Devrenin manyetik dipol momentini bulunuz.



Şekil 5

a)

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\vec{s} \times \hat{r}}{r^2}$$

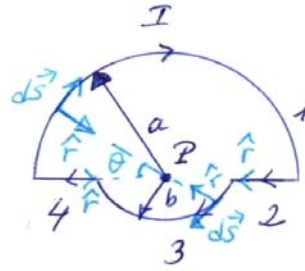
1 Nolu parça için :

$$|d\vec{s} \times \hat{r}| = ds = a d\theta$$

$$dB_1 = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \cdot \frac{a d\theta}{a^2}$$

$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \int_0^\pi d\theta$$

$$\vec{B}_1 = \frac{\mu_0 I}{4a} \otimes$$



2 Nolu parça için : $d\vec{s} \times \hat{r} = \vec{0}$ $B_2 = 0$

3 Nolu parça için : $|d\vec{s} \times \hat{r}| = ds = b \cdot d\theta$ $d\vec{s} \perp \hat{r}$

$$\vec{B}_3 = \frac{\mu_0 I}{4\pi b} \int_0^\pi d\theta \otimes \quad \vec{B}_3 = \frac{\mu_0 I}{4b} \otimes$$

4 Nolu parça için : $|d\vec{s} \times \hat{r}| = ds \|\hat{r}\| \sin 180^\circ = 0. \Rightarrow B_4 = 0.$

$$\vec{B}_P = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3 + \vec{B}_4 = \frac{\mu_0 I}{4} \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right) \otimes$$

b)

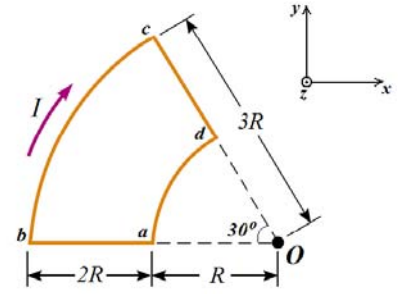
$$\mu_1 = A I = \frac{\pi a^2}{2} I, \quad \mu_2 = \mu_4 = 0.$$

$$\mu_3 = A I = \frac{\pi b^2}{2} I, \quad \vec{\mu}_T = \vec{\mu}_1 + \vec{\mu}_3 = \frac{\pi I}{2} (a^2 + b^2) \otimes$$

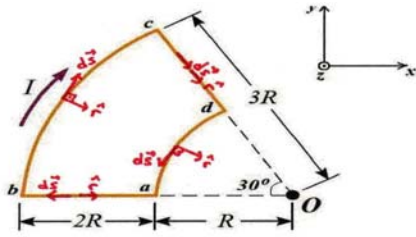
6) I akımı taşıyan kapalı bir ilmek Şekil 6'da görüldüğü gibi dört kısımdan oluşmaktadır.

a) Biot-Savart yasasını kullanarak O noktasındaki manyetik alanı birim vektörler cinsinden bulunuz.

b) Eğer kapalı ilmek, $\vec{B} = B_0(4\hat{i} + 2\hat{k})$ (B_0 pozitif bir sabit) ile verilen düzgün bir manyetik alan etkisinde kalırsa, ab ve cd bölgelerine etki eden manyetik kuvveti ve ilmeğe etki eden torku birim vektörler cinsinden bulunuz. (Akım ilmeğinin oluşturduğu manyetik alanı ihmal ediniz).



Şekil 6



$$\vec{B}_{bc} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int \frac{d\vec{s} \times \hat{r}}{r^2}$$

$$d\vec{s} \times \hat{r} = ds(-\hat{k})$$

$$|d\vec{s} \times \hat{r}| = 3R d\theta$$

$$\vec{B}_{bc} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int_0^{\pi/6} \frac{3R d\theta}{(3R)^2} (-\hat{k}) = \frac{\mu_0 I}{72R} (-\hat{k})$$

$$\vec{B}_{da} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int \frac{d\vec{s} \times \hat{r}}{r^2}$$

$$d\vec{s} \times \hat{r} = ds(\hat{k})$$

$$|d\vec{s} \times \hat{r}| = R d\theta$$

$$\vec{B}_{da} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int_0^{\pi/6} \frac{R d\theta}{R^2} (\hat{k}) = \frac{\mu_0 I}{24R} \hat{k}$$

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\vec{s} \times \hat{r}}{r^2}$$

$$\vec{B}_O = \vec{B}_{ab} + \vec{B}_{bc} + \vec{B}_{cd} + \vec{B}_{da}$$

$$\vec{B}_{ab} = 0 \quad (d\vec{s} \parallel \hat{r} ; \theta = 180^\circ)$$

$$\vec{B}_{cd} = 0 \quad (d\vec{s} \parallel \hat{r} ; \theta = 0^\circ)$$

$$\vec{B}_O = \vec{B}_{bc} + \vec{B}_{da}$$

$$\vec{B}_O = \frac{\mu_0 I}{72R} (-\hat{k}) + \frac{\mu_0 I}{24R} \hat{k}$$

$$\vec{B}_O = \frac{\mu_0 I}{36R} \hat{k}$$

$$b) \vec{F}_O = I \vec{\ell} \times \vec{B}$$

ab için: $\vec{\ell} = 2R(-\hat{i})$

$$\vec{B} = B_0(4\hat{i} + 2\hat{k})$$

$$\vec{F}_{ab} = I 2R(-\hat{i}) \times B_0(4\hat{i} + 2\hat{k})$$

$$\vec{F}_{ab} = 4IRB_0 \hat{j}$$

cd için: $\vec{\ell} = 2R \cos 30^\circ \hat{i} - 2R \sin 30^\circ \hat{j}$

$$\vec{B} = B_0(4\hat{i} + 2\hat{k})$$

$$\vec{F}_{cd} = I 2R(\cos 30^\circ \hat{i} - \sin 30^\circ \hat{j}) \times B_0(4\hat{i} + 2\hat{k})$$

$$\vec{F}_{cd} = 2IRB_0(-\hat{i} - \sqrt{3}\hat{j} + 2\hat{k})$$

$$\vec{\tau} = I \vec{A} \times \vec{B}$$

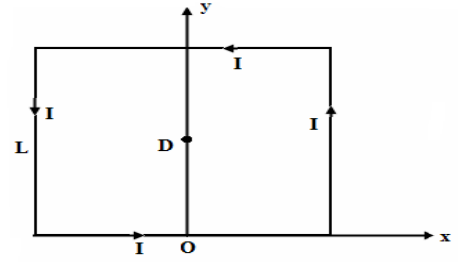
$$\vec{A} = \left[\frac{\pi}{12}(3R)^2 - \frac{\pi}{12}R^2 \right] (-\hat{k})$$

$$\vec{B} = B_0(4\hat{i} + 2\hat{k})$$

$$\vec{\tau} = I \frac{2\pi}{3} R^2 (-\hat{k}) \times B_0(4\hat{i} + 2\hat{k})$$

$$\vec{\tau} = \frac{8\pi}{3} IR^2 B_0 (-\hat{j})$$

7) Şekil 7'deki gibi, kenar uzunluğu L olan kare şeklinde bir devreden I büyüklüğünde bir akım geçmektedir. Devrenin merkezindeki manyetik alanın büyüklüğünü ve yönünü bulunuz.



Şekil 7

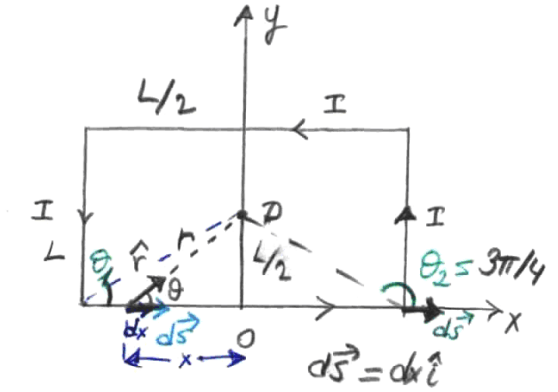
dx uzunluğundaki akım elemanının D'de oluşturduğu manyetik alan

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\vec{s} \times \hat{r}}{r^2} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{dx \sin\theta}{r^2} \hat{k}$$

$$r = \frac{L/2}{\sin\theta}, \quad \tan\theta = \frac{L/2}{-x}$$

$$\theta_2 = 3\pi/4$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{L}{2} \int_{\theta_1 = \pi/4}^{\theta_2 = 3\pi/4} \sin\theta d\theta$$



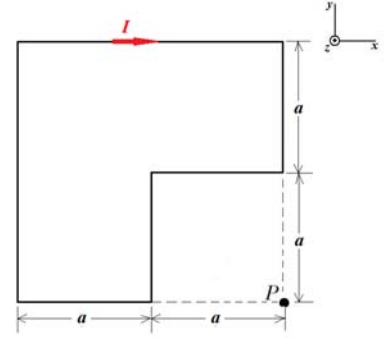
$$dx = \frac{L}{2} \csc^2\theta d\theta$$

$$r^2 = \frac{L^2}{4} \csc^2\theta$$

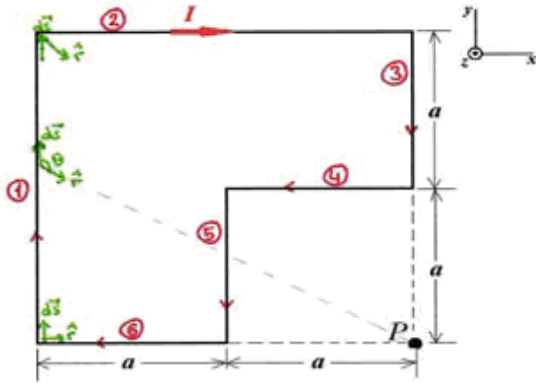
$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{L}{2} (\cos\theta_1 - \cos\theta_2) = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{L}{2} \cdot \sqrt{2}$$

$$\vec{B}_D = 4\vec{B} = \frac{\mu_0 I \cdot 8\sqrt{2}}{4\pi \cdot L} \hat{k}$$

8) Şekil 8'de görülen kapalı ilmeğin, P noktasında oluşturduğu manyetik alanı birim vektörler cinsinden bulunuz.



Şekil 8



$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\vec{s} \times \hat{r}}{r^2}$$

$$\vec{B}_P = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3 + \vec{B}_4 + \vec{B}_5 + \vec{B}_6$$

$$\vec{B}_3 = 0 \quad (d\vec{s} \parallel \hat{r} ; \theta = 0^\circ)$$

$$\vec{B}_6 = 0 \quad (d\vec{s} \parallel \hat{r} ; \theta = 180^\circ)$$

$$\vec{B}_P = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_4 + \vec{B}_5$$

$$d\vec{s} \times \hat{r} = dy \sin\theta (-\hat{k})$$

$$\vec{B}_1 = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int \frac{dy \sin\theta}{r^2} (-\hat{k})$$

$$\vec{B}_1 = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int \frac{2a \csc^2\theta d\theta}{4a^2 \csc^4\theta} \sin\theta (-\hat{k})$$

$$\vec{B}_1 = \frac{\mu_0 I}{4\pi 2a} \int \sin\theta d\theta (-\hat{k})$$

$$\vec{B}_1 = \frac{\mu_0 I}{4\pi 2a} (\cos\theta_1 - \cos\theta_2) (-\hat{k})$$

$$\vec{B}_1 = \frac{\mu_0 I}{8\pi a} (\cos 90^\circ - \cos 135^\circ) (-\hat{k})$$

$$\vec{B}_1 = \frac{\mu_0 I}{8\pi a} \frac{\sqrt{2}}{2} (-\hat{k})$$

$$\vec{B}_4 = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} (\cos\theta_1 - \cos\theta_2) (\hat{k})$$

$$\vec{B}_4 = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} (\cos 90^\circ - \cos 135^\circ) (\hat{k})$$

$$\vec{B}_4 = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \frac{\sqrt{2}}{2} (\hat{k})$$

$$y = -2a \cot\theta$$

$$dy = 2a \csc^2\theta d\theta$$

$$r = \frac{2a}{\sin\theta} = 2a \csc\theta$$

$$\vec{B}_2 = \frac{\mu_0 I}{8\pi a} (\cos 45^\circ - \cos 90^\circ) (-\hat{k})$$

$$\vec{B}_2 = \frac{\mu_0 I}{8\pi a} \frac{\sqrt{2}}{2} (-\hat{k})$$

$$\vec{B}_5 = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} (\cos 45^\circ - \cos 90^\circ) (\hat{k})$$

$$\vec{B}_5 = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \frac{\sqrt{2}}{2} (\hat{k})$$

$$\boxed{\vec{B}_P = \frac{\mu_0 I}{8\pi a} \sqrt{2} (\hat{k})}$$

9-a) İletken bir telden yapılmış n kenarlı düzgün bir çokgen, a yarıçaplı bir çemberin içinde bulunmaktadır. Telden I akımı geçtiğinde bir kenarın çemberin merkezinde oluşturduğu

\vec{B} manyetik alanın büyüklüğünün, $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \tan(\pi/n)$ ile verildiğini gösteriniz.

b) Kenar sayısı $n \rightarrow \infty$ 'a giderken sonucun çember merkezindeki manyetik alan değerine yaklaştığını gösteriniz.

a)

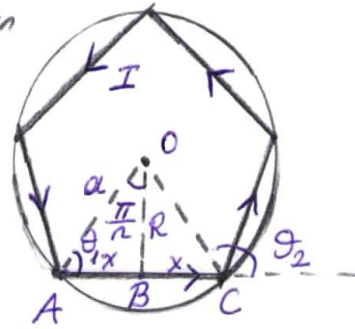
Çokgenin AC kenarından geçen akımın O'da oluşturduğu manyetik alanın büyüklüğü :

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} (\cos \theta_1 - \cos \theta_2)$$

Burada , $\cos \theta_1 = \sin \frac{\pi}{n}$

$$\cos \theta_2 = -\sin \frac{\pi}{n}$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi a \cos \frac{\pi}{n}} \cdot 2 \sin \frac{\pi}{n} = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \tan \frac{\pi}{n}$$



$$R = \sqrt{a^2 - x^2} = \sqrt{a^2 - a^2 \sin^2 \frac{\pi}{n}}$$

$$R = a \cos \frac{\pi}{n}$$

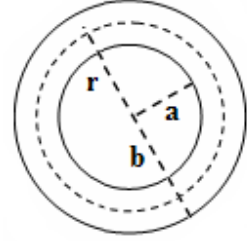
b) $n \rightarrow \infty$ $\frac{\pi}{n} \ll 1$ olur, $\tan \frac{\pi}{n} \approx \frac{\pi}{n}$ olur.

Bir kenarın O'da oluşturacağı manyetik alan $B = \frac{\mu_0 I}{2an}$ olur.

n kenar için ; $B = \frac{\mu_0 I}{2a}$, çemberin merkezindeki manyetik alan değeridir.

10) Şekil 9'da verilen, yarıçapları a ve b olan içi boş bir silindirik iletkenin kesitinden düzgün I akımı geçmektedir. İletkenin içindeki noktalar için ($a < r < b$) manyetik alanın büyüklüğünün

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi(b^2 - a^2)} \frac{r^2 - a^2}{r} \text{ ile verildiğini gösteriniz.}$$

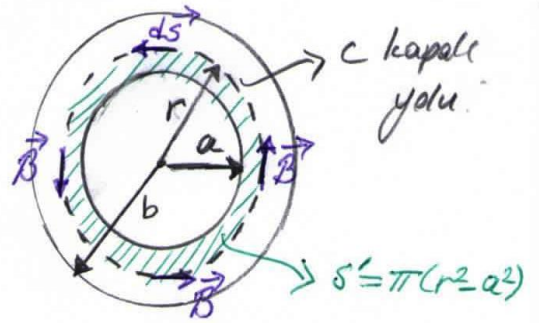


Şekil 9

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

c kapalı eğrisi içindeki iletkenler geçen akım I'

$$J = \frac{I}{\pi(b^2 - a^2)} \text{ akım yoğunluğu}$$



$$I' = JS' = I \frac{\pi(r^2 - a^2)}{\pi(b^2 - a^2)} = I \frac{(r^2 - a^2)}{(b^2 - a^2)}$$

$a < r < b$ noktalar için

$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 I' \quad \vec{B} \parallel d\vec{s}$$

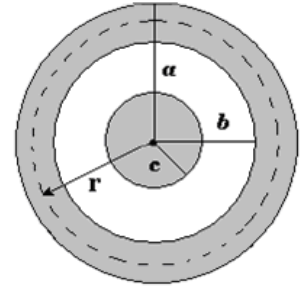
$$\oint B ds = \mu_0 I \frac{(r^2 - a^2)}{(b^2 - a^2)}$$

$$B (2\pi r) = \mu_0 I \frac{(r^2 - a^2)}{(b^2 - a^2)}$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \frac{(r^2 - a^2)}{(b^2 - a^2)}$$

elde edilir.

11) Şekil 10'da uzun koaksiyel bir kablo kesitten görülmektedir. Merkezde yarıçapı $c=0,5$ cm, yönü sayfa düzleminin içine doğru olan $I=100$ A akımı taşıyan bir tel ve etrafında es merkezli iç yarıçapı $b=2$ cm, dış yarıçapı $a=4$ cm olan yönü sayfa düzleminde dışarı doğru I akımı taşıyan silindirik tüpten oluşmaktadır.



Şekil 10

- a) $(r < c)$ $r=0,3$ cm,
b) $(c < r < b)$ $r=1$ cm,
c) $(b < r < a)$ $r=3$ cm,
d) $(r > a)$ $r=4$ cm'de manyetik alanları bulunuz.

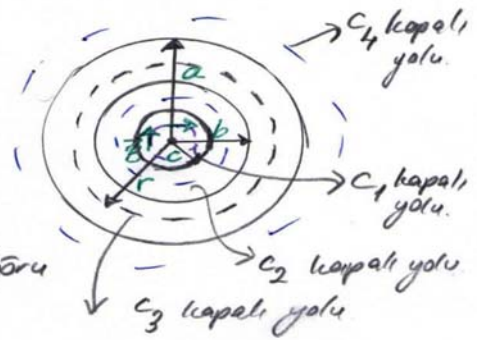
a) $\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 I_{\text{kap}}$ Amper Yasası.

$r < c$ $r=0,3$ cm, C_1 kapalı yolu üzerinden,
 $I_{\text{kap}} = J A_1$

$A_1 = \pi r^2$
 $I_{\text{kap}} = \frac{I}{\pi c^2} \cdot \pi r^2 = I \frac{r^2}{c^2}$ \otimes içeri doğru

$\oint_{C_1} \vec{B}_1 \cdot d\vec{s} = \mu_0 I_{\text{kap}}$ $B_1 (2\pi r) = \mu_0 I \frac{r^2}{c^2}$
 $B_1 = \frac{\mu_0 I r}{2\pi c^2}$ $r=0,3$ cm'de

$B_1 = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 100 \cdot 3 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot \pi \cdot 5^2 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3}} = 24 \cdot 10^{-7} \text{ T}$



b) $c < r < b$, $r=1$ cm için, $I_{\text{kap}} = I$ \otimes

$\oint_{C_2} \vec{B}_2 \cdot d\vec{s} = \mu_0 I_{\text{kap}}$ $B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ $B_2|_{r=1\text{cm}} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 100}{2\pi \cdot 1 \cdot 10^{-2}} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ T}$

c) $b < r < a$, $r=3$ cm için; $I_{\text{kap}} = I - \frac{I}{\pi(a^2 - b^2)} \cdot \pi(r^2 - b^2)$

$\oint_{C_3} \vec{B}_3 \cdot d\vec{s} = \mu_0 I_{\text{kap}}$ $(2\pi r) \cdot B_3 = I \frac{(a^2 - b^2 - r^2 + b^2)}{a^2 - b^2} \mu_0$ $B_3 = \frac{\mu_0 I (a^2 - r^2)}{2\pi r (a^2 - b^2)}$

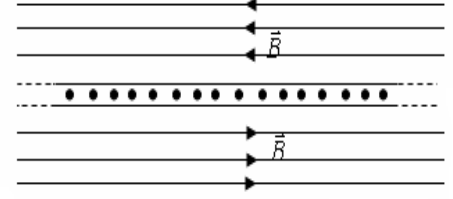
$B_3|_{r=3\text{cm}} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 100 \cdot (4^2 - 3^2) \cdot 10^{-4}}{2\pi \cdot 3 \cdot 10^{-2} \cdot (4^2 - 2^2) \cdot 10^{-4}} \approx 2,78 \cdot 10^{-4} \text{ T}$

d) $r > a$ için;

$\oint_{C_4} \vec{B}_4 \cdot d\vec{s} = I_{\text{kap}}$ $I_{\text{kap}} = I - I = 0$
 $B_4 = 0$ olur.

$r=4\text{cm}=a \Rightarrow B=0$ olur.

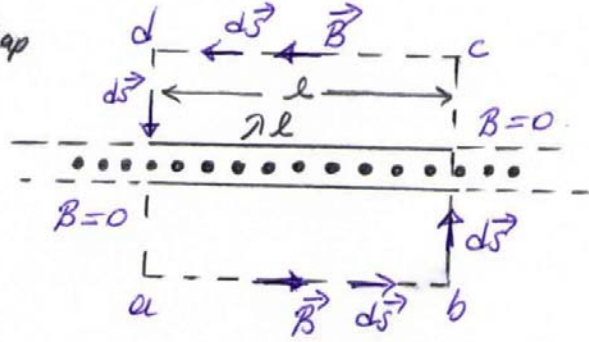
12) Şekil 11'de birim uzunluğundan λ şiddetinde akım geçen sonsuz bir düzlemin sayfa düzlemi ile olan kesiti gösterilmektedir. Akım düzlemi sayfa düzlemine dik olup akım sayfadan dışarıya doğru yönelmiştir. Sağ el kuralından \vec{B} 'nin çizgilerinin şekilde gösterildiği gibi olduğunu ve sonsuz akım düzleminin üstünde ve altında bulunan noktalar için B 'nin $B = \frac{1}{2} \mu_0 \lambda$ olduğunu Amper yasasını kullanarak gösteriniz.



Şekil 11

Amper yarası : $\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 I_{\text{kap}}$

$I_{\text{kap}} = \lambda l$



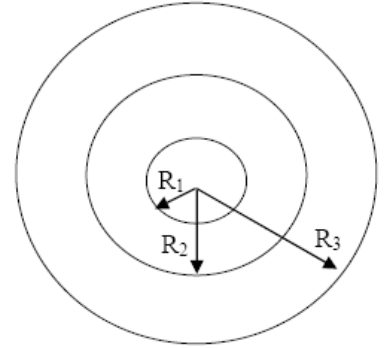
$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{s} = \int_a^b \vec{B} \cdot d\vec{s} + \int_b^c \vec{B} \cdot d\vec{s} + \int_c^d \vec{B} \cdot d\vec{s} + \int_d^a \vec{B} \cdot d\vec{s}$$

$$= B \cdot l + 0 + B \cdot l + 0 = \mu_0 (\lambda l)$$

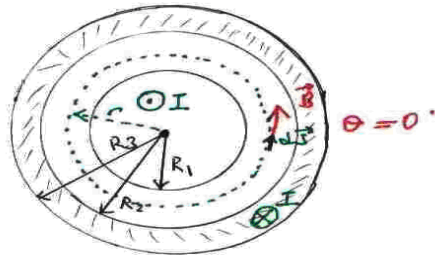
$$2Bl = \mu_0 \lambda l \quad B = \frac{1}{2} \mu_0 \lambda \text{ olur.}$$

13) Bir eş eksenli kablunun iç ve dış tellerinden eşit fakat ters yönlerde I akımı geçmektedir (Şekil 12). Merkez ekseninden uzaklığın fonksiyonu olarak manyetik alanı

- (a) iç telde,
- (b) teller arasındaki bölgede,
- (c) dış (boru şeklindeki) telde,
- (d) dış telin dışında bulunuz (Kablunun iç yarıçapı R_1 , dış yarıçapı R_2 , dışarıdaki yarıçap R_3).



Şekil 12



$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{\text{enc}}$$

$$J = \frac{I}{A}$$

R_1 ve R_2 yarıçapları içindeki akım yoğunlukları

$$J_{i1} = I / \pi R_1^2 \quad \text{ve} \quad J_{d1} = I / \pi (R_3^2 - R_2^2)$$

$r < R_1$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{\text{enc}} \Rightarrow B \cdot 2\pi r = \mu_0 \cdot I_{i1} \cdot \pi r^2$$

$$B = (\mu_0 I / 2\pi R_1^2) \cdot r$$

$R_1 < r < R_2$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{\text{enc}} \rightarrow B = \mu_0 I / 2\pi r$$

$R_2 < r < R_3$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{\text{enc}} \rightarrow B \cdot 2\pi r = \mu_0 [I - J_{d1} (\pi r^2 - \pi R_2^2)]$$

$$B = (\mu_0 I / 2\pi r) (R_3^2 - r^2) / (R_3^2 - R_2^2)$$

$R_3 < r$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{\text{enc}} \rightarrow B \cdot 2\pi r = \mu_0 (I - I)$$

$$B = 0$$

14) r telin ekseninden uzaklığı göstermek üzere, $r \leq R$ için akım yoğunluğunun $J(r) = J_0(1 - r^2/R^2)$ ve $r > R$ için $J(r) = 0$ olduğu, R yarıçaplı uzun bir silindirik tel düşününüz.

a) Telin içindeki ($r \leq R$) ve dışındaki ($r > R$) manyetik alanı bulunuz.

b) Manyetik alanın maksimum olduğu konumu ve maksimum değerini bulunuz.

a) $J(r) = J_0(1 - \frac{r^2}{R^2})$ $r \leq R$ için

$r \leq R$, $\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 I_{\text{kap}}$

$I_{\text{kap}} = \int_0^r J dA = \int_0^r J_0(1 - \frac{r^2}{R^2}) \cdot 2\pi r dr$

$I_{\text{kap}} = 2\pi J_0 \int_0^r r dr - \frac{2\pi J_0}{R^2} \int_0^r r^3 dr$

$I_{\text{kap}} = \pi J_0 r^2 - \frac{\pi J_0 r^4}{2R^2} = \pi J_0 (r^2 - \frac{r^4}{2R^2})$

$B(2\pi r) = \mu_0 \pi J_0 (r^2 - \frac{r^4}{2R^2})$ $B = \mu_0 J_0 (\frac{r}{2} - \frac{r^3}{4R^2})$

$r = R$ de, $B = \frac{\mu_0 J_0 R}{4}$ olur.

$r > R$ de $J(r) = 0$ $I_{\text{kap}} = \int_0^R J dA + \int_R^r J dA = 2\pi J_0 \int_0^R r dr - \frac{2\pi J_0}{R^2} \int_0^R r^3 dr$

$I_{\text{kap}} = \pi J_0 (R^2 - \frac{R^2}{2}) = \pi J_0 \frac{R^2}{2}$

$\oint_{C'} \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 I_{\text{kap}}$ $B(2\pi r) = \pi J_0 \frac{R^2}{2} \cdot \mu_0$

$B = \frac{\mu_0 J_0 R^2}{4r}$, $r > R$

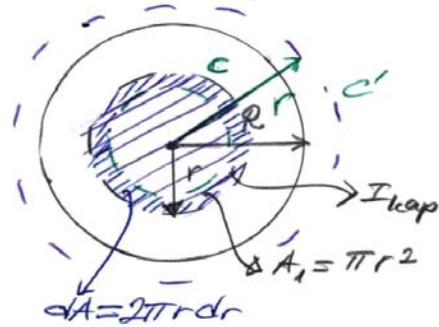
b) $r \leq R$ de B nin maksimum olması için,

$\frac{dB}{dr} = 0$ olması, $\frac{dB}{dr} = \frac{\mu_0 J_0}{2} - \frac{3}{4} \frac{r^2}{R^2} \mu_0 J_0 = 0$ $2R^2 = 3r^2$

$r^2 = \frac{2}{3} R^2$

$r = \sqrt{2/3} R$ olur.

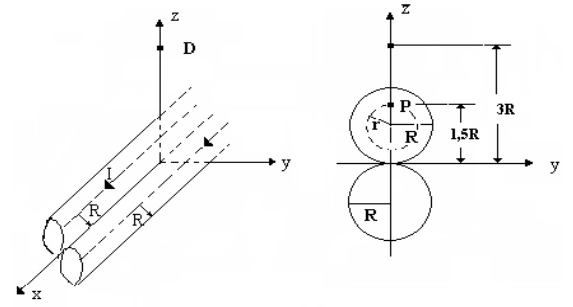
$B_{\text{maks}} = \mu_0 J_0 R [\frac{1}{2} (\frac{2}{3})^{1/2} - \frac{1}{4} (\frac{2}{3})^{3/2}] = 0,272 \mu_0 J_0 R$ bulunur.



15) R yarıçaplı +x yönünde düzgün I akımı taşıyan iki tel Şekil 13'deki gibi konumlandırılmıştır.

a) P noktasında,

b) D noktasında manyetik alanı ve yönü bulunuz.



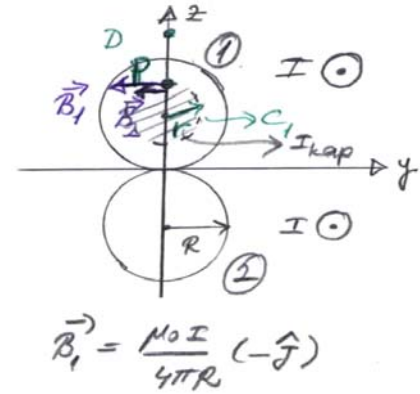
Şekil 13

$$a) \vec{B}_P = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$$

$$\oint_{C_1} \vec{B}_1 \cdot d\vec{s} = \mu_0 I_{\text{kap}} \quad I_{\text{kap}} = \frac{I}{\pi R^2} \cdot \pi r^2$$

$$B_1 (2\pi r) = \mu_0 I \frac{r^2}{R^2} \quad B_1 = \frac{\mu_0 I r}{2\pi R^2}$$

$$r = 1,5R - R = 0,5R \quad B_1|_{r=0,5R} = \frac{\mu_0 I}{4\pi R}$$



$$\vec{B}_1 = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} (-\hat{j})$$

$$B_2 \text{ için, 2. nolu tel, } r > R \text{ için } \oint_{C_2} \vec{B}_2 \cdot d\vec{s} = \mu_0 I_{\text{kap}}$$

$$I_{\text{kap}} = I \text{ olur.}$$

$$B_2 (2\pi r) = \mu_0 I \quad B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

$$r = 1,5R + R = 2,5R.$$

$$\vec{B}_2 = \frac{\mu_0 I}{5\pi R} (-\hat{j})$$

$$\vec{B}_P = \frac{\mu_0 I}{\pi R} \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{5} \right) (-\hat{j}) = \frac{9}{20} \frac{\mu_0 I}{\pi R} (-\hat{j}).$$

$$b) \text{ D noktası için } \vec{B}_D = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$$

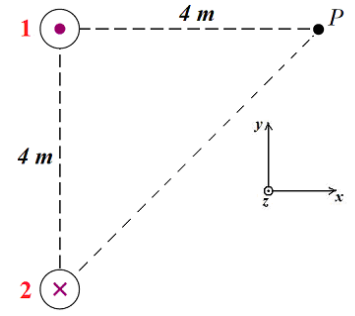
$$\oint_C \vec{B}_1 \cdot d\vec{s} = \mu_0 I \quad B_1 (2\pi r) = \mu_0 I \quad \vec{B}_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} (-\hat{j}) \quad B_1|_{r=2R} = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} (-\hat{j})$$

$$B_2 \text{ ise, } B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \text{ bulunmuştur, (} r > R \text{ için)}$$

$$r = 4R \text{ olur, } B_2|_{r=4R} = \frac{\mu_0 I}{8\pi R} \quad \vec{B}_2 = \frac{\mu_0 I}{8\pi R} (-\hat{j}).$$

$$\vec{B}_D = \frac{\mu_0 I}{\pi R} \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{8} \right) (-\hat{j}) = \frac{3}{8} \frac{\mu_0 I}{\pi R} (-\hat{j}) \text{ elde edilir.}$$

16). Sonsuz uzun iki iletken tel, Şekil 14’de görüldüğü gibi paralel olarak birbirlerinden 4 m uzaklıkta bulunmaktadır. 1 numaralı telden, sayfa düzleminden dışarı doğru 8 A’lık; 2 numaralı telden sayfa düzleminin içine doğru 12 A’lık akım geçmektedir. Bu iki iletken telin P noktasında oluşturdukları manyetik alanı birim vektörler cinsinden bulunuz. ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Wb/A.m}$).



Şekil 14

Ampère Yasası

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

1. tel:

$$B_1 \cdot (2\pi a) = \mu_0 I_1$$

$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi a} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 8}{2\pi \cdot 4} = 4 \cdot 10^{-7} \text{ (T)}$$

$$\vec{B}_1 = 4 \cdot 10^{-7} \hat{j} \text{ (T)}$$

2. tel:

$$B_2 \cdot (2\pi\sqrt{2}a) = \mu_0 I_2$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\sqrt{2}\pi a} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 12}{2\sqrt{2}\pi \cdot 4} = 3 \cdot 10^{-7} \text{ (T)}$$

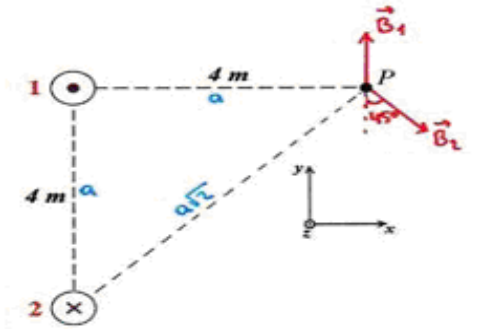
$$\vec{B}_2 = B_2 \sin 45^\circ \hat{i} - B_2 \cos 45^\circ \hat{j}$$

$$\vec{B}_2 = 3 \cdot 10^{-7} (\hat{i} - \hat{j}) \text{ (T)}$$

$$\vec{B}_P = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$$

$$\vec{B}_P = 4 \cdot 10^{-7} \hat{j} + 3 \cdot 10^{-7} (\hat{i} - \hat{j})$$

$$\vec{B}_P = 10^{-7} (3\hat{i} + \hat{j}) \text{ (T)}$$



17) Toroidal bir selenoidin kesiti, kenar uzunluğu L olan bir karedir ve iç yarıçapı R olan bir silindir şeklindedir. Sarım sayısı N olan torustan I şiddetinde bir akım geçmektedir. Kare kesitten geçen manyetik akı ifadesini bulunuz.

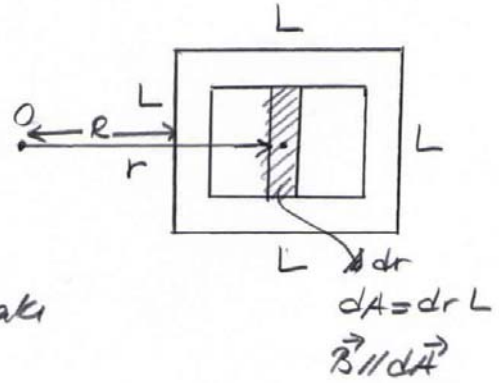
Toroidal selenoidin merkezinden r kadar uzakta meydana getirdiği manyetik alanın büyüklüğü

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

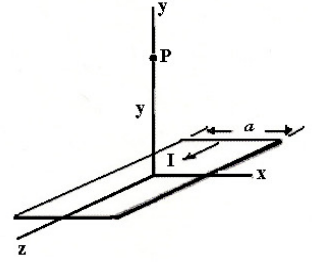
Kare kesitten geçen manyetik akı

$$\Phi_B = \int \vec{B} \cdot d\vec{A} = \frac{\mu_0 N I}{2\pi} \int_R^{R+L} L \frac{dr}{r} = \frac{\mu_0 N I L}{2\pi} \ln r \Big|_R^{R+L}$$

$$\Phi_B = \frac{\mu_0 N I L}{2\pi} \ln \left(\frac{R+L}{R} \right)$$



18) Şekil 15'de görülen genişliği a kalınlığı ihmal edilen çok uzun metal şeridin merkezinden y mesafede P noktasında manyetik alanın büyüklüğünün $B = \frac{\mu_0 I}{\pi a} \text{Arctg} \frac{a}{2y}$ olduğunu gösteriniz.



Şekil 15

$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 I$
 $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ *I akımı taşıyan telin, r kadar uzaktan oluşt. manyetik alan.*

$J = \frac{I}{A} = \frac{I}{a \cdot b} \rightarrow$ kalınlık ihmal edilirse $J = \frac{I}{a}$ olur.

dx 'den geçen akım, $J \cdot dx = \frac{I}{a} dx$ olur.

Bu akım elemanının oluşturduğu B , $dB = \frac{\mu_0}{2\pi r} \frac{I}{a} dx$ olur.

$d\vec{B}_x = -dB \sin \theta \hat{i} \rightarrow$ simetride dolayı $B_x = 0$ olur.

$d\vec{B}_y = dB \cos \theta \hat{j}$

$dB_y = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \frac{\cos \theta}{r} dx$ *Soldaki işperden $\cos \theta = \frac{y}{r}$*

$B_y = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \int_{-a/2}^{a/2} \frac{y dx}{x^2 + y^2} = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} y \int \frac{dx}{\left(\frac{x}{y}\right)^2 + 1} \cdot \frac{1}{y^2}$

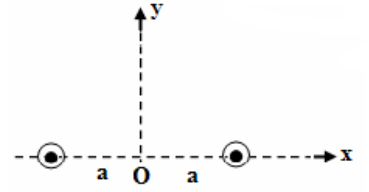
$= \frac{\mu_0 I}{2\pi a y} \int \frac{y du}{u^2 + 1} = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \int \frac{du}{u^2 + 1}$ *$\frac{x}{y} = u$ $dx = y du$*

$B_y = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \text{Arctg} \left(\frac{x}{y} \right) \Big|_{-a/2}^{a/2}$ *$\text{Arctg } u = \text{Arctg} \left(\frac{x}{y} \right)$*

$= \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \left[\text{Arctg} \left(\frac{a}{2y} \right) - \text{Arctg} \left(-\frac{a}{2y} \right) \right]$ *$\text{Arctg}(-x) = -\text{Arctg}(x)$*

$B_y = \frac{\mu_0 I}{\pi a} \text{Arctg} \left(\frac{a}{2y} \right)$

19) İçinden aynı yönde I akımı geçen paralel iki uzun iletkenin oluşturduğu manyetik alanı x eksenine ve y ekseninde hesaplayınız. Manyetik alanın x ve y eksenindeki değişiminin grafiğini çiziniz.

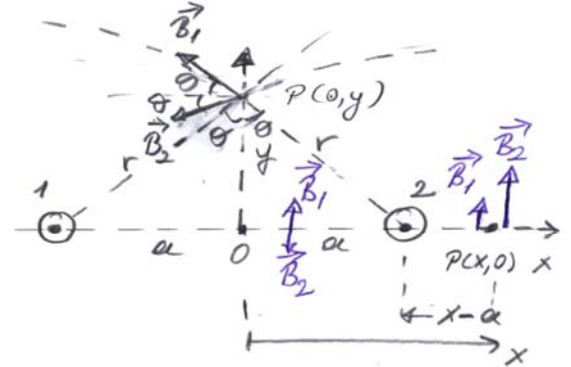


Şekil 16

x ekseninde $|x| > a$ bölgesinde manyetik alan

$$B_x(x,0) = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \left(\frac{1}{x-a} + \frac{1}{x+a} \right)$$

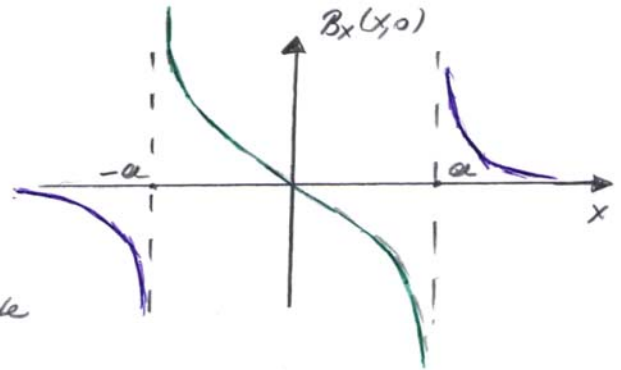
$$= \frac{\mu_0 I}{\pi} \frac{x}{x^2 - a^2}$$



$|x| < a$ için

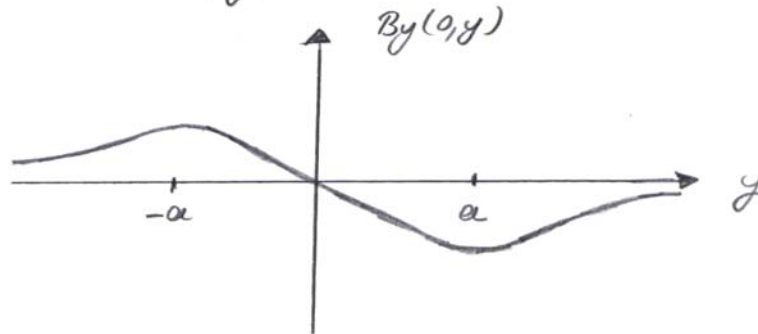
$$B_x(x,0) = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \left(\frac{1}{x+a} - \frac{1}{a-x} \right)$$

$$B_x(x,0) = -\frac{\mu_0 I}{\pi} \frac{x}{a^2 - x^2}$$

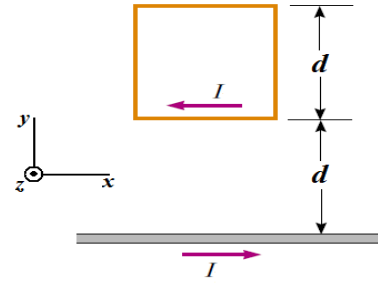


Her iki iletkenin y ekseninde oluşturdukları manyetik alan,

$$B_y(0,y) = -\frac{2 \mu_0 I}{2\pi} \frac{\cos \theta}{(a^2 + y^2)^{3/2}} = -\frac{\mu_0 I}{\pi} \frac{y}{(a^2 + y^2)^{3/2}}$$



20) Şekil 17'de görülen I akımı taşıyan sonsuz uzun iletken telin, I akımı taşıyan ve kenar uzunluğu d olan kare şeklindeki kapalı ilmeğe etki ettirdiği toplam manyetik kuvveti birim vektörler cinsinden bulunuz.



Şekil 17

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

$$\vec{F}_B = I \vec{l} \times \vec{B}$$

1.tel:

$$B_1 \cdot (2\pi d) = \mu_0 I$$

$$\vec{B}_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi d} \hat{k}$$

$$\vec{F}_1 = I d (-\hat{i}) \times \frac{\mu_0 I}{2\pi d} \hat{k}$$

$$\vec{F}_1 = \frac{\mu_0 I^2}{2\pi} \hat{j}$$

2.tel:

$$B_2 \cdot (2\pi 2d) = \mu_0 I$$

$$\vec{B}_2 = \frac{\mu_0 I}{4\pi d} \hat{k}$$

$$\vec{F}_2 = I d \hat{i} \times \frac{\mu_0 I}{4\pi d} \hat{k}$$

$$\vec{F}_2 = \frac{\mu_0 I^2}{4\pi} (-\hat{j})$$

3.tel:

$$B_3 \cdot (2\pi y) = \mu_0 I$$

$$\vec{B}_3 = \frac{\mu_0 I}{2\pi y} \hat{k}$$

$$d\vec{F}_3 = I dy \hat{j} \times \vec{B}_3$$

$$\vec{F}_3 = \frac{\mu_0 I^2}{2\pi} \int_d^{2d} \frac{dy}{y} \hat{i}$$

$$\vec{F}_3 = \frac{\mu_0 I^2}{2\pi} [\ln y]_d^{2d} \hat{i}$$

$$\vec{F}_3 = \frac{\mu_0 I^2}{2\pi} \ln 2 \hat{i}$$

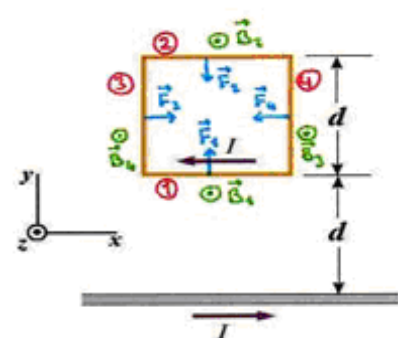
4.tel:

$$\vec{F}_4 = -\vec{F}_3$$

$$\vec{F}_4 = \frac{\mu_0 I^2}{2\pi} \ln 2 (-\hat{i})$$

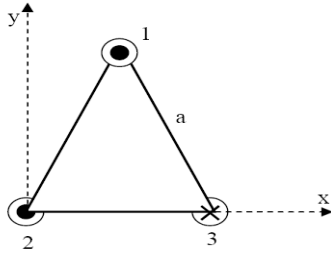
$$\Sigma \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4$$

$$\Sigma \vec{F} = \frac{\mu_0 I^2}{4\pi} \hat{j}$$

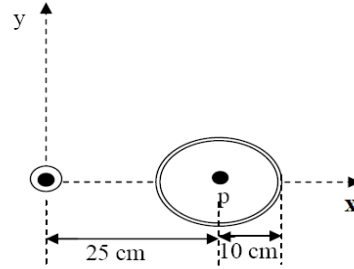


21-a) Eşkenar üçgenin köşelerinde bulunan 1, 2 ve 3 numaralı sonsuz uzun tellerden geçen akımların yönleri Şekil 18.a'da gösterilmiştir. 3 numaralı tele etki eden manyetik kuvvetin büyüklüğü ve yönünü bulunuz.

b) Pozitif z yönünde içinden 5,0 A'lık akım geçen tel ile x-y düzleminde içinden 9,0 A lik akım geçen çembersel bir ilmek Şekil 18.b'deki gibi gösterilmiştir. Çembersel ilmeğin merkezi P noktasıdır ve y- ekseninden uzaklığı 25 cm dir. P noktasındaki manyetik alanın büyüklüğünü, yönünü ve y-ekseni ile yaptığı açıyı bulunuz.

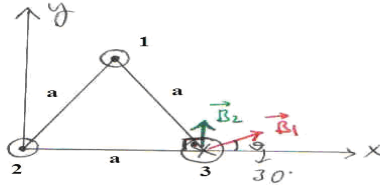


Şekil 18.a



Şekil 18.b

a)



$$I_1 = I_2 = I_3 = I$$

tellerin boyu = l

$$\vec{B}_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} [\cos\theta \hat{e} + \sin\theta \hat{j}]$$

$$\vec{B}_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} (+\hat{j})$$

$$\vec{F}_{13} = I_3 \cdot \vec{L}_3 \times \vec{B}_1 = I_3 (-l\hat{z}) \times \left[\frac{\mu_0 I}{2\pi a} (\cos\theta \hat{e} + \sin\theta \hat{j}) \right]$$

$$\vec{F}_{13} = \frac{\mu_0 I^2 l}{2\pi a} [-\cos 30^\circ \hat{j} + \sin 30^\circ \hat{e}]$$

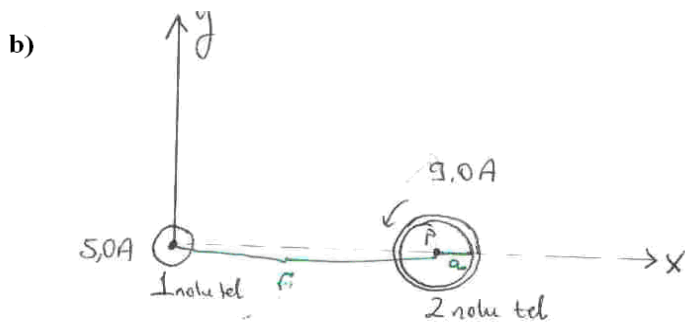
$$\vec{F}_{13} = \frac{\mu_0 I^2 l}{2\pi a} \left[\frac{\hat{e}}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2} \hat{j} \right]$$

$$\vec{F}_{23} = I_3 \vec{L}_3 \times \vec{B}_2 = I (-l\hat{z}) \times \frac{\mu_0 I}{2\pi a} (+\hat{j}) = \frac{\mu_0 I^2 l}{2\pi a} \hat{e}$$

$$\vec{F}_3 = \vec{F}_{13} + \vec{F}_{23}$$

$$\vec{F} = \frac{\mu_0 I^2 l}{2\pi a} \cdot \frac{\hat{e}}{2} - \frac{\mu_0 I^2 l}{2\pi a} \frac{\sqrt{3}}{2} \hat{j} + \frac{\mu_0 I^2 l}{2\pi a} \hat{e}$$

$$\vec{F} = \frac{\mu_0 I^2 l}{2\pi a} \left[\frac{3}{2} \hat{e} - \frac{\sqrt{3}}{2} \hat{j} \right] (\text{N}) \Rightarrow \frac{\mu_0 I^2 l}{4\pi a} [3\hat{e} - \sqrt{3}\hat{j}]$$



$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$$

$$I_1 = 5,0 \text{ A}$$

$$r = 25 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$I_2 = 9,0 \text{ A}$$

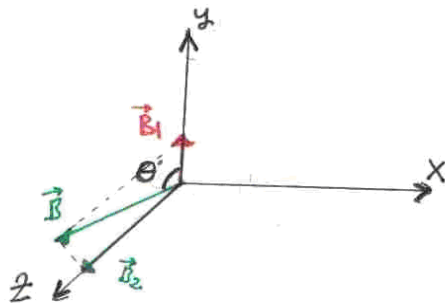
$$a = 10 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$\vec{B}_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r} \hat{j} \quad ; \quad \vec{B}_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2a} \hat{k}$$

$$\vec{B}_p = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = B_1 \hat{j} + B_2 \hat{k} \quad \rightarrow \text{bulunusu}$$

$$\vec{B}_p = 4,0 \cdot 10^{-6} \hat{j} + 56,54 \cdot 10^{-6} \hat{k} \quad (\text{T})$$

$$\tan \phi = \frac{B_2}{B_1} \Rightarrow \phi = 85,3^\circ \approx 86^\circ$$



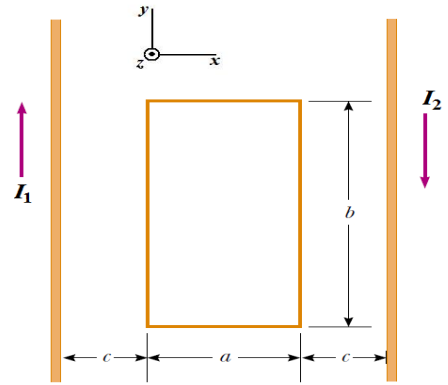
Herhangi bir R yarıçaplı halkanın x eksenindeki P noktasında meydana getirdiği B_p alanı Biot-Savart ile

$$B_x = \frac{\mu_0 I R^2}{2(x^2 + R^2)^{3/2}}$$

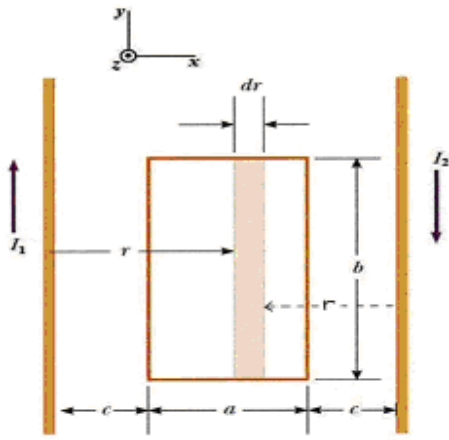
bulunur. Bu halkanın merkezindeki \vec{B}

$$x=0 \text{ için } B = \frac{\mu_0 I}{2R} \text{ dir.}$$

22) Genişliği a ve uzunluğu b olan dikdörtgen bir ilmek, I_1 ve I_2 akımları taşıyan sonsuz uzun iki tel arasında Şekil 19'da görüldüğü gibi yerleştirilmiştir. İlmekten geçen toplam manyetik akıyı bulunuz.



Şekil 19



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

1. tel:

$$B_1 (2\pi r) = \mu_0 I_1$$

$$\vec{B}_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r} (-\hat{z})$$

2. tel:

$$B_2 (2\pi r) = \mu_0 I_2$$

$$\vec{B}_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r} (-\hat{z})$$

$$\Phi_B = \int \vec{B} \cdot d\vec{A}$$

$$\Phi_1 = \int \vec{B}_1 \cdot d\vec{A} = \int_c^{c+a} \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r} (b dr)$$

$$\Phi_1 = \frac{\mu_0 I_1 b}{2\pi} \int_c^{c+a} \frac{dr}{r}$$

$$\Phi_1 = \frac{\mu_0 I_1 b}{2\pi} \left[\ln r \right]_c^{c+a}$$

$$\Phi_1 = \frac{\mu_0 I_1 b}{2\pi} \ln \left(1 + \frac{a}{c} \right)$$

$$\Phi_2 = \int \vec{B}_2 \cdot d\vec{A} = \int_c^{c+a} \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r} (b dr)$$

$$\Phi_2 = \frac{\mu_0 I_2 b}{2\pi} \int_c^{c+a} \frac{dr}{r}$$

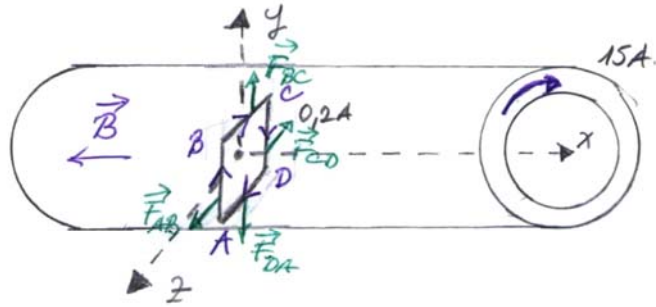
$$\Phi_2 = \frac{\mu_0 I_2 b}{2\pi} \left[\ln r \right]_c^{c+a}$$

$$\Phi_2 = \frac{\mu_0 I_2 b}{2\pi} \ln \left(1 + \frac{a}{c} \right)$$

$$\Phi_B = \Phi_1 + \Phi_2$$

$$\Phi_B = \frac{\mu_0 b}{2\pi} \ln \left(1 + \frac{a}{c} \right) (I_1 + I_2)$$

23) Bir kenarının uzunluğu 2cm olan bir sarımlı kare tel ilmekten saat yönünde 0,2 A'lık bir akım geçmektedir. İlmek düzlemi solenoidin manyetik alanına dik olacak biçimde bir solenoidin içine yerleştiriliyor. Solenoidin birim uzunluğunda 30sarım/cm bulunmaktadır. İlmeğin her kenarının gördüğü kuvveti ve ilmeğe etkiyen torqu bulunuz.



Solenoidin içerde ürettiği manyetik alan $\vec{B} = \mu_0 n I (-\hat{i})$

$$\vec{B} = 4\pi \cdot 10^{-7} (3000) (15) (-\hat{i})$$

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

Karesel akım ilmeğinin kenarlarına etkiyen kuvvetler;

$$(\vec{F}_B)_{AB} = I \vec{L} \times \vec{B} = 0,2 \cdot [0,02 \hat{j}] \times (5,65 \cdot 10^{-2}) (-\hat{i}) = 2,26 \cdot 10^{-4} N (\hat{k})$$

$$(\vec{F}_B)_{BC} = 0,2 [0,02 (-\hat{k}) \times (5,65 \cdot 10^{-2}) (-\hat{i})] = 2,26 \cdot 10^{-4} N (\hat{j})$$

$$(\vec{F}_B)_{CD} = 0,2 [0,02 (-\hat{j}) \times (5,65 \cdot 10^{-2}) (-\hat{i})] = 2,26 \cdot 10^{-4} N (-\hat{k})$$

$$(\vec{F}_B)_{DA} = 0,2 [0,02 (\hat{k}) \times (5,65 \cdot 10^{-2}) (-\hat{i})] = 2,26 \cdot 10^{-4} N (-\hat{j})$$

Karesel ilmeğin manyetik dipol momenti,

$$\vec{\mu} = I \vec{A} = 0,2 \times 0,02^2 (-\hat{i}) = -8 \times 10^{-5} A m^2 (\hat{i})$$

ilmeğe etki eden torqu

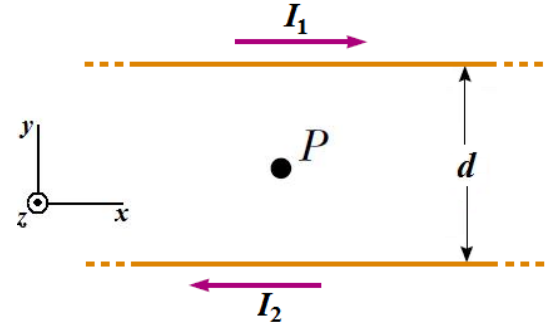
$$\vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B} = (-8 \cdot 10^{-5} \hat{i}) \times (-5,65 \times 10^{-2} \hat{i}) = 0$$

24) Şekil 20'de görüldüğü gibi, sonsuz uzun iki paralel tel, $I_1=30\text{A}$ ve $I_2=10\text{A}$ akım taşımaktadır. İki tel arasındaki uzaklık $d=40\text{cm}$ olduğuna göre;

a) İki telin tam ortasında bulunan P noktasında manyetik alanı birim vektörler cinsinden bulunuz.

b) P noktasından $\vec{v} = 5 \times 10^{-6}(\hat{i} + \hat{j})\text{m/s}$ 'lik hızla geçen bir elektrona etkiyen manyetik kuvvet vektörünü bularak şekil üzerinde gösteriniz.

c) I_1 akımı taşıyan telin $l=2\text{m}$ 'lik kısmına etki eden manyetik kuvveti bulunuz. ($\mu_0=4\pi \times 10^{-7}\text{Wb/A.m}$, $e=1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$).



Şekil 20

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

a) 1.tel:

$$B_1 \cdot (2\pi \frac{d}{2}) = \mu_0 I_1$$

$$\vec{B}_1 = \frac{\mu_0 I_1}{\pi d} (-\hat{k})$$

2.tel:

$$B_2 \cdot (2\pi \frac{d}{2}) = \mu_0 I_2$$

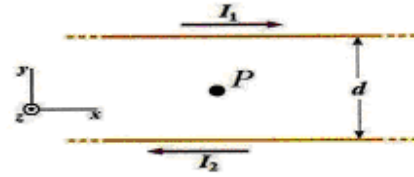
$$\vec{B}_2 = \frac{\mu_0 I_2}{\pi d} (-\hat{k})$$

$$\vec{B}_P = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$$

$$\vec{B}_P = \frac{\mu_0}{\pi d} (I_1 + I_2) (-\hat{k})$$

$$\vec{B}_P = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{\pi \cdot 40 \cdot 10^{-2}} (30 + 10)$$

$$\vec{B}_P = 4 \cdot 10^{-5} (-\hat{k}) \text{ (T)}$$

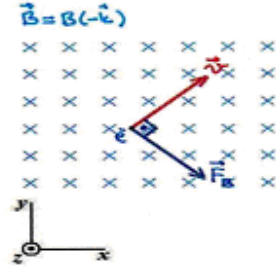


b) $\vec{F}_B = q\vec{v} \times \vec{B}$

$$\vec{F}_B = -e\vec{v} \times \vec{B}$$

$$\vec{F}_B = -1,6 \cdot 10^{-19} [5 \cdot 10^6 (\hat{i} + \hat{j}) \times 4 \cdot 10^{-5} (-\hat{k})]$$

$$\vec{F}_B = 3,2 \cdot 10^{-17} (\hat{i} - \hat{j}) \text{ (N)}$$



c) $\vec{F}_B = I \vec{l} \times \vec{B}$

$$\vec{F}_1 = I_1 \vec{l} \times \vec{B}_2$$

$$\vec{l} = 2\hat{i} \text{ (m)}$$

$$\vec{B}_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d} (-\hat{k}) = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 10}{2\pi \cdot 40 \cdot 10^{-2}} (-\hat{k}) = 5 \cdot 10^{-6} (-\hat{k}) \text{ (T)}$$

$$\vec{F}_1 = 30 \cdot 2\hat{i} \times 5 \cdot 10^{-6} (-\hat{k})$$

$$\vec{F}_1 = 3 \cdot 10^{-4} \hat{j} \text{ (N)}$$

veya

$$F = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi d}$$

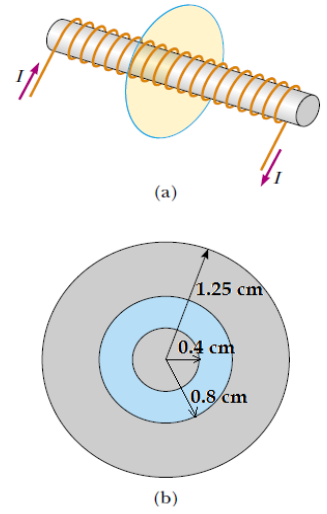
$$F = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 30 \cdot 10}{2\pi \cdot 40 \cdot 10^{-2}} \cdot 2$$

$$F = 3 \cdot 10^{-4} \text{ (N)}$$

25) Çapı 2,5 cm ve uzunluğu 30 cm olan bir solenoidin sarım sayısı 300 ve üzerinden geçen akım 12 A'dır.

a) Şekil 21'de görüldüğü gibi, merkezi, solenoidin ekseninde bulunan ve bu eksene dik olarak yerleştirilen 5 cm yarıçaplı bir diskin yüzeyinden geçen manyetik akıyı hesaplayınız.

b) Şekil 21.b aynı solenoidin büyütülmüş olarak önden görünüşünü göstermektedir. Solenoidin içinde, iç yarıçapı 0,4 cm ve dış yarıçapı 0,8 cm olan bölgeden geçen manyetik akıyı hesaplayınız.



Şekil 21

$$N = 300 \text{ sarım}$$

$$l = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m}$$

$$R = 1,25 \text{ cm} = 1,25 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$I = 12 \text{ A}$$

$$a) \Phi_B = \vec{B} \cdot \vec{A} = B \cdot A$$

$$B = \mu_0 \frac{N}{l} I$$

$$\Phi_B = \left(\mu_0 \frac{N}{l} I \right) (\pi R^2)$$

$$\Phi_B = \left(4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{300}{0,3} \cdot 12 \right) \cdot \left[\pi (1,25 \cdot 10^{-2})^2 \right]$$

$$\Phi_B = 7,4 \cdot 10^{-6} \text{ (Wb)}$$

$$b) \Phi_B = \vec{B} \cdot \vec{A} = B \cdot A$$

$$r_1 = 0,4 \text{ cm}$$

$$r_2 = 0,8 \text{ cm}$$

$$\Phi_B = \left(\mu_0 \frac{N}{l} I \right) \left[\pi (r_2^2 - r_1^2) \right]$$

$$\Phi_B = \left(4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{300}{0,3} \cdot 12 \right) \left[\pi (8^2 - 4^2) \cdot 10^{-6} \right]$$

$$\Phi_B = 2,27 \cdot 10^{-6} \text{ (Wb)}$$

26) Sarım yoğunluğu 100 sarım/cm olan bir solenoidten I şiddetinde akım geçmektedir. Bir elektron, solenoid içinde, solenoid eksenine dik olarak 2,3 cm yarıçaplı dairesel hareket yapmaktadır. Elektronun hızı, $1,38 \times 10^7$ m/s 'dir. Solenoidten geçen akım şiddetini bulunuz. ($m_e = 9,1 \times 10^{-31}$ kg, $e = 1,6 \times 10^{-19}$ C).

$$n = \frac{N}{l} = 100 \frac{\text{sarım}}{\text{cm}} = 10^4 \frac{\text{sarım}}{\text{m}}$$

$$R = 2,3 \text{ cm} = 2,3 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$v = 1,38 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Bir solenoidin eksenı boyunca

$$\text{manyetik alanı: } B = \mu_0 n I$$

Dairesel yörüngede hareket eden elektrona etki eden manyetik kuvvet:

$$F_B = e v B = m \frac{v^2}{R}$$

$$e v \mu_0 n I = m \frac{v^2}{R}$$

$$I = \frac{m v}{e \mu_0 n R} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 1,38 \cdot 10^7}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 4\pi \cdot 10^7 \cdot 10^4 \cdot 2,3 \cdot 10^{-2}}$$

$$I = 0,27 \text{ A}$$

27) Plaka alanı 300 cm^2 , kapasitansı 10^{-7} F olan kondansatör üzerine $t = 0$ da $5,0 \mu\text{A}$ bir akım boşalıyor.

a) $t = 0$ anında plakalar arası voltaj hangi hızla değişir.

b) a şıkında elde edilen sonucu kullanarak, $d\phi_E/dt$ ve $t = 0$ anında deplasman akım şiddetini hesap ediniz.

$$\text{a) } V = \frac{q}{C} \Rightarrow dV = \frac{1}{C} dq$$

$$\frac{dV}{dt} = \frac{1}{C} \frac{dq}{dt} = \frac{I}{C} = \frac{5 \cdot 10^{-6} (\text{A})}{2 \cdot 10^{-7} (\text{F})} \\ = 25 \text{ (V/s)}$$

$$\text{b) } \phi_E = E \cdot A = q/\epsilon_0 = CV/\epsilon_0$$

$$\phi_E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q_{\text{ig}}}{\epsilon_0} = \frac{\sum q}{\epsilon_0}$$

akının değişim hızı

$$\phi = \frac{CV}{\epsilon_0} \rightarrow \frac{d\phi}{dt} = \frac{C}{\epsilon_0} \frac{d(V)}{dt}$$

$$\boxed{\frac{d\phi}{dt} = \frac{C}{\epsilon_0} \frac{dV}{dt} = 5,6 \cdot 10^5 \text{ (V.m/s)}}$$

deplasman akımı = yerdeğiştirme akımı

$$\underline{I_d} = \epsilon_0 \cdot \frac{d\phi_E}{dt} = 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 5,6 \cdot 10^5 = \underline{5 \cdot 10^{-6} (\text{A})}$$

28) Şiddeti 0,1 A olan bir akım, kenarı 5 cm olan kare biçimindeki paralel plakalı kondansatörü yüklemektedir. Kondansatörün plaka aralığı 4 mm ise;

a) Plakaların arasında elektrik akısının zamanla değişim hızını bulunuz.

b) Yer değiştirme akımını hesaplayınız. ($\epsilon_0=8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N.m}^2$).

$$a) \frac{d\Phi_E}{dt} = \frac{dQ/\epsilon_0}{dt} = \frac{1}{\epsilon_0} \frac{dQ}{dt} = \frac{I}{\epsilon_0}$$

$$I = 0,1 \text{ A}$$
$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N.m}^2$$

$$\frac{d\Phi_E}{dt} = \frac{0,1}{8,85 \cdot 10^{-12}}$$

$$\frac{d\Phi_E}{dt} = 1,13 \cdot 10^{10} \text{ (V.m/s)}$$

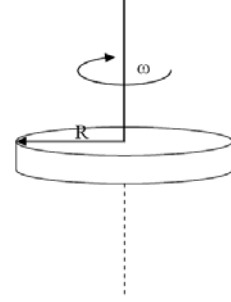
b) Yerdeğiştirme akımı $I_d = \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt}$

$$I_d = 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot \frac{0,1}{8,85 \cdot 10^{-12}}$$

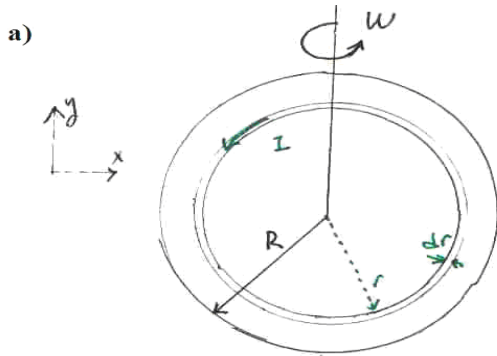
$$I_d = 0,1 \text{ (A)}$$

29) Yarıçapı R olan plastik bir disk üzerine q yükü düzgün olarak dağılmıştır. Eğer disk kendi eksenini etrafında ω açısal frekansı ile döndürülürse (Şekil 22),

- (a) diskin merkezindeki manyetik alanı ve
 (b) diskin manyetik dipol momentini bulunuz.



Şekil 22



yüzeydeki yük yoğunluğu

$$\sigma = \frac{q}{\pi R^2}$$

dr kalınlığındaki yük dq

$$dq = \sigma \cdot 2\pi r dr$$

$$I = \frac{dq}{dt} = \left[\frac{I}{dt} \right] dq = \left[\frac{\omega}{2\pi} \right] dq = \frac{\omega}{2\pi} \sigma \cdot 2\pi r dr$$

$$\int dB = \frac{\mu_0 I}{2r} = \int_0^R \left(\frac{\mu_0 q \omega}{2\pi R^2} \right) dr$$

$$B = \frac{\mu_0 q \omega}{2\pi R}$$

b) $d\mu = A dI = \pi r^2 \left(\frac{q\omega}{\pi R^2} \right) r dr$

$$\mu = \int d\mu = \frac{q\omega}{R^2} \int_0^R r^3 dr = \frac{q\omega R^2}{4}$$

$$\vec{\mu} = \frac{q\omega R^2}{4} (\hat{k})$$