

کاپون آمپر: یک روش آسان تر برای بدست آوردن میدان مغناطیسی رساناهایی که حامل جریان اند

استفاده از قانون آمپر است (بسیار قانون گاوس است)

الکترون و سرعت از فلزها میدان مغناطیسی وجود داشته باشد، در این صورت

$$\oint_C \mathbf{B} \cdot d\mathbf{L} = \mu_0 I$$

آمپر ۱۸۲۶

جریان که عبور بر صفحه میسر μ_0 =

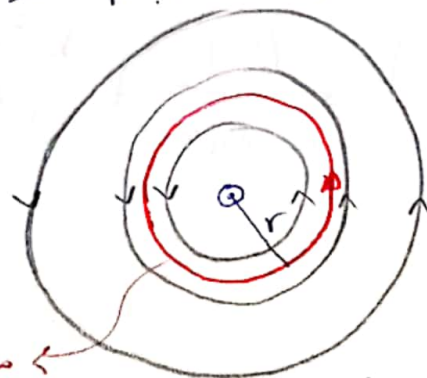
لرزان می نذرند

سوی به قانون گاوس: قانون گاوس وقتی کاربرد داشت که توزیع بارها تقارن کروی یا استوانه ای داشته باشد و میدان الکتریکی که ایجاد می کردند نیز همین تقارن را داشته باشد. از تقارن میدان الکتریکی استفاده می کردیم و سطح گاوسی را طوری در نظر می گرفتیم که نسبت آن شمار الکتریکی به راحتی حساب شود.

در اینجا هم نسبتاً میدان مغناطیسی را مشخص می کنیم سپس مسیری آمپری را طوری در نظر می گیریم که در آن نسبت آن بالا بر روی تمام مسیری B یکنواخت باشد یا اگر مسیری B غیر یکنواخت است زادی به مسیری B با سرعت آن نسبت آن صفر شود.

مثال: میدان مغناطیسی یک سیم حامل جریان I بیار دراز در فاصله r از آن

می بینیم که میدان مغناطیسی یک سیم بلند مستقیم به صورت حلقه های بی نهایت است. این حلقه ها در هر سطح مقطع سیم دوباره تکرار می شوند و سیم به هم جمع می شوند یک سطح مقطع از سیم



سیر آمپری را در امتداد میدان مغناطیسی در نظر می گیریم. B بر روی تمام نقاط مسیری آمپری یکنواخت است.

مسیر آمپری

$$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{L} = \int B \cdot \frac{dL}{r} = B \cdot 2\pi r = \mu_0 I$$

$$B = \mu_0 I / 2\pi r$$

۲۷

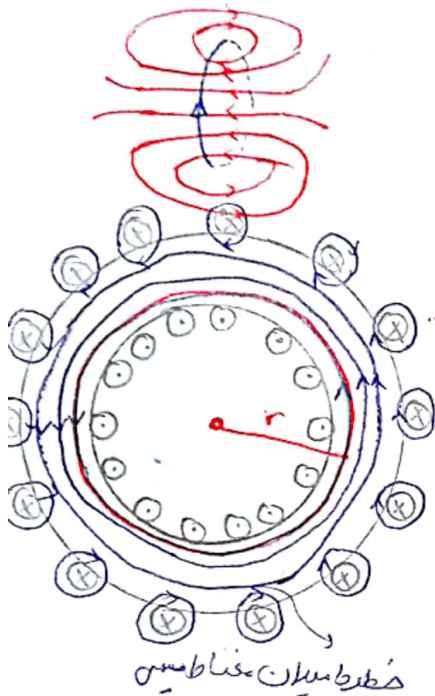
مثال ۲: میدان مغناطیسی یک حلقه

حلقه: یک سیمولون که دو انتهای آن را به هم وصل کنیم (نسبت دوات)



میدان هر حلقه: اگر اندک است نسبت به رادیهیت و این حلقه بزرگ است و محض
چرا اندک است نسبت به میدان مغناطیسی است.

حالت دوم: این حلقه ها را کنار هم بگذاریم میدان هم با هم جمع می شوند و با هم یک سری
خطوط بسته تشکیل می دهند.



میدان آمپری را سوزنی با خطوط میدان مغناطیسی در نظر
می گیریم، یعنی یک دایره به شعاع r

$$\oint B \cdot dL = \mu_0 I \Rightarrow \int B dL \cos 0 = B \int dL = B 2\pi r$$

B بر روی تمام نقاط مسی آمپری ثابت است. زیرا

تقارن دایره ای داریم.

I نامی مسی های حامل جریان که محور به سطح که لبه های آن همان مسی آمپری هستند، عبوری است

نامی مسی های حامل جریان داخل آن سطح (یعنی عبوری است). اگر تعداد دور سیم های حلقه N باشد و جریان

عبوری از آنها I باشد جریان میرسد

$$\oint B \cdot dL = \mu_0 I \Rightarrow B 2\pi r = \mu_0 N I \Rightarrow B = \frac{\mu_0 N I}{2\pi r}$$

یعنی هر چه از لبه داخلی حلقه فاصله می گیریم میدان متناسب با $\frac{1}{r}$ ضعیف می شود. هر چه تعداد دورهای سیم
حلقه بیشتر باشد به همان اندازه میدان قوی تر می شود

مثال ۳: میدان مغناطیسی یک سیمولون: سیم پیچ مستقیم است.

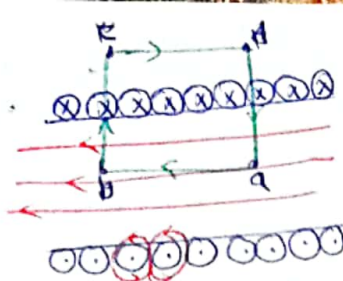


برای یک سیمولون معمولی میدان داخل آن یکدست است. برای این درست آوردن میدان آن به کمک قانون

آمپر سخت می شود (غیر ممکن). برای این میدان یکدست شود باید تعداد دور سیم های سیمولون را بسیار زیاد کرد تا شدت

بین آنها را تا حد امکان کم کرد و چون آن به نسبت شعاع بسیار زیاد است \leftarrow سیمولون ایده آل

۳



مستطیل را برگردان:

مستطیلی را که مستطیل در مقام می‌گیریم، یک طول آن از داخل سیم‌لوله عبوری کند و یک طول دیگر آن از بیرون سیم‌لوله

میدان بیرون سیم‌لوله صفر نیست ولی

مردنی ضعیف‌تر از میدان داخل سیم‌لوله

است. چنانچه میدان داخل آنرا کم خطوط میدان بیشتری

است و بی‌سراسر میدان خارج خط‌های میدان در کل فضای اطراف پخش می‌شوند و بنابراین شدت آن بسیار بسیار کم می‌شود

طی جریانی که در سطح مستطیل عبوری می‌شود

$$\oint B \cdot dL = \int_a^b B \cdot dL + \int_b^c B \cdot dL + \int_c^d B \cdot dL + \int_d^a B \cdot dL$$

بیشتر ما میدان بیرون است

زیرا B_1 صفر است

$B_1 = 0$ زیرا B_1 صفر است

$$\oint B \cdot dL = B L \cos 0 = \mu_0 I_{in}$$

میدان داخل سیم‌لوله
یکنواخت است

$I_{in} L$

n تعداد دور در واحد طول

I جریانی که از سیم‌های می‌گذرد

$$B L = \mu_0 I n L \Rightarrow B = \mu_0 n I$$

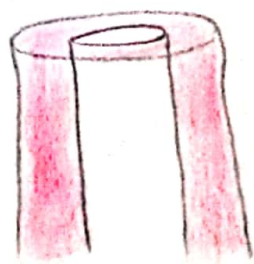
اگر یک سیم مستقیم و دارای دایره با سیم میدان مغناطیسی دور از لبه به فاصله r از آن

اگر یک سیم مستقیم و دارای دایره با سیم میدان مغناطیسی به فاصله r از یک سر آن:

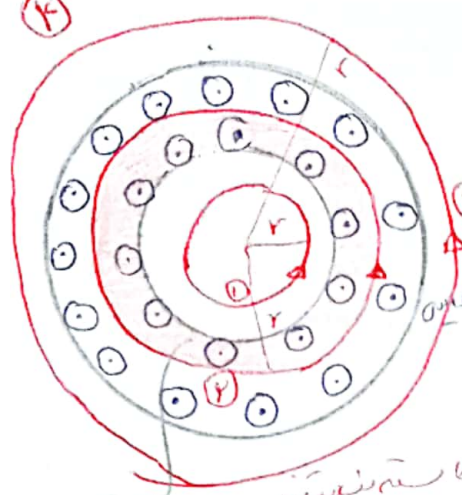
بنابراین اگر یک سیم لوله (برده) با رله دایره با سیم میدان مغناطیسی در یک سر آن

مثال ۴: مطابق شکل می‌توانیم برای رسانای دارای ترق‌خانی حامل جریان I_0 است که به طور یکنواخت در سطح مقطع آن از شعاع a تا b توزیع شده است. میدان مغناطیسی B را برای ناحیه ۱ $a < r < b$ و ناحیه ۲ $r > b$ درست آورید

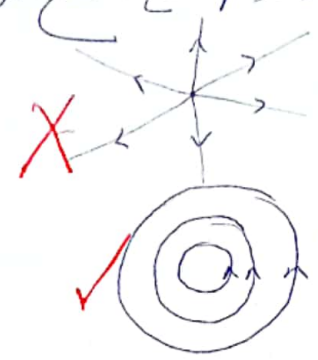
ناحیه ۱ $a < r < b$ و ناحیه ۲ $r > b$



این مقطع مقطع سیم در شکل نشان داده شده است.



خطوط میدان مغناطیسی خطوط بسته اند. این هم نشان استوار از آن نیز با برقرار استوار از این درسته باشد هر دو مقطع شکل میدان مغناطیسی



باید سیم به هم بسته شود. خطوط میدان این دو حالت نشان استوار از دلازمه

جریان های به دور
بر سطح عبور دهنده سیم
بیرون می آید

از این سیم دایره ای هیچ جریانی نیست به سمت بیرون می آید

$$\oint B \cdot dL = \int B \, dL \cos 0 = B 2\pi r = \mu_0 I \Rightarrow B 2\pi r = 0 \Rightarrow B = 0$$

از این سیم دایره ای هیچ جریانی نیست به سمت بیرون می آید

$$\oint B \cdot dL = \int B \, dL \cos 0 = B 2\pi r = \mu_0 I \Rightarrow B 2\pi r = \mu_0 \frac{I_0}{\pi(b^2 - a^2)} \Rightarrow B = \frac{\mu_0 I_0 (r^2 - a^2)}{2\pi r (b^2 - a^2)}$$

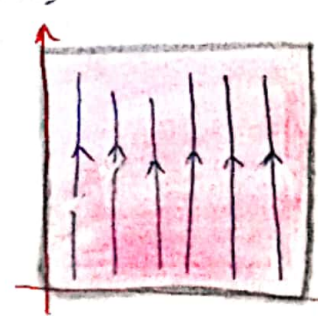
(ب)

از این سیم دایره ای هیچ جریانی نیست به سمت بیرون می آید

$$\oint B \cdot dL = \int B \, dL \cos 0 = B 2\pi r = \mu_0 I_0 \Rightarrow B = \frac{\mu_0 I_0}{2\pi r}$$

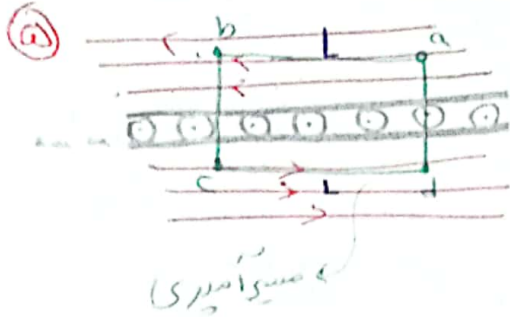
کل جریان سیم از سطح مقطع که با سیم آمپری احاطه شده است عبور می کند

مثال ۵ مطابق شکل یک ورقه نازک با طول عرض اساساً نامتناهی در صفحه xy قرار گرفته است و حامل جریان الکتریکی در جهت z است. جریان در ورقه یکنواخت و مقدار آن در یکای طول محور z برابر I است. میدان مغناطیسی در نزدیکی این ورقه را پیدا کنید



سطح مقطع آن
تغییراتی در سیم مستقیم دسوازی

وقتی میدان هم این خطوط سیم مستقیم دسوازی را با هم جمع کنیم میدان برابر



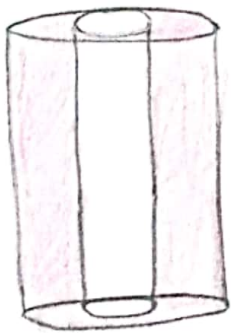
$$\oint B \cdot dL = \int_a^b B \cdot dL + \int_b^c B \cdot dL + \int_c^d B \cdot dL + \int_d^a B \cdot dL$$

$\theta = 90^\circ$ $\theta = 90^\circ$

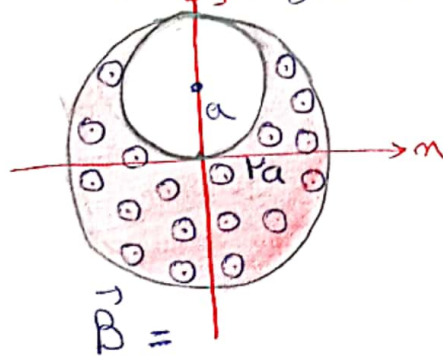
$$\oint B \cdot dL = B L \cos 0 + B L \cos 180 = 2BL = \mu_0 I \rightarrow I = \frac{1}{2} L \rightarrow 2BL = \mu_0 \frac{1}{2} L \rightarrow B = \frac{\mu_0 I}{2}$$

مسئله ۲۹ - ج ۲۹ فصل ۲۱ صورت سوال: درون یک استوانه رسانای بلند به شعاع a یک جریحه استوانه‌ای به شعاع a ایجاد شده است که محورش موازی محور استوانه رسانا و به فاصله a از آن است. شکل یک مقطع این رسانا (رسانای بیرون) رسانای حامل جریان I_0 به سمت بیرون کلاغه است که به طور کینواخت روی سطح مقطع آن پخش شده است.

الف) نشان دهید که در یکای سطح برابر است با $J = \frac{I}{\pi a^2}$

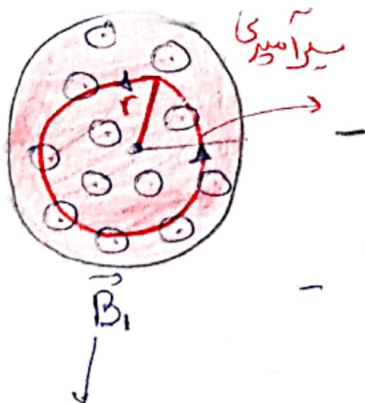


ب) میدان مغناطیسی B را برای $a < r < 2a$ و برای $r > 2a$ و $r < a$ در یکای سطح و در یکای طول محاسبه کنید.

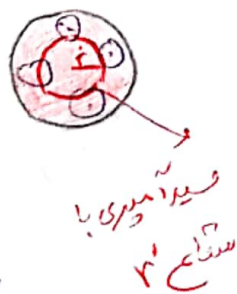


$$J = \frac{I_0}{A} = \frac{I_0}{\pi(2a)^2 - \pi(a)^2} = \frac{I_0}{3\pi a^2}$$

ب) با استفاده از اصل برهم کنش



B_1



$$\Rightarrow B = B_1 - B_2$$

$$\oint B_1 \cdot dL = \mu_0 I \Rightarrow \int B_1 dL \cos 0 = B_1 2\pi r = \mu_0 I = \mu_0 \frac{I_0 r^2}{3a^2} \Rightarrow B_1 = \frac{\mu_0 I_0 r^2}{3a^2 2\pi r}$$

$$I = \int J dA = J A = \frac{I_0}{3\pi a^2} \pi r^2 = \frac{I_0 r^2}{3a^2}$$

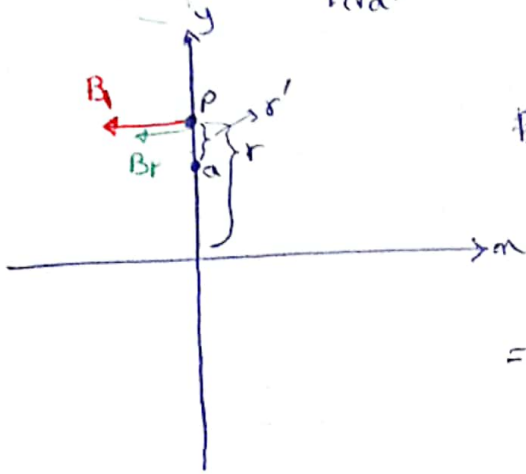
$$B_1 = \frac{\mu_0 I_0}{4\pi a^2} r$$

حالت آن نسبت به طول و به شعاع

4

$$\oint B_r \cdot dL = B_r \int \alpha r' \alpha \phi = \mu_0 I = \mu_0 \int \alpha r' \alpha$$

جهت مناسبی داریم و با استفاده از $B_r \int \alpha r' \alpha = \mu_0 \frac{I_0}{4\pi a^2} \alpha r' \alpha \Rightarrow B_r = \frac{\mu_0 I_0}{4\pi a^2} r'$



B_L

$$B_p = \vec{B}_L - \vec{B}_r = \frac{\mu_0 I_0}{4\pi a^2} r (-\hat{i}) - \frac{\mu_0 I_0}{4\pi a^2} r' (-\hat{i})$$

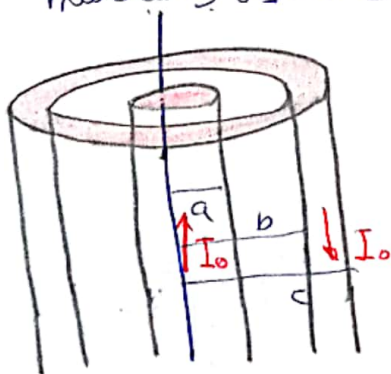
$$= \frac{\mu_0 I_0 (-\hat{i})}{4\pi a^2} [r - r'] = \frac{\mu_0 I_0 \alpha}{4\pi a^2} (-\hat{i}) = \frac{\mu_0 I_0}{4\pi a} (-\hat{i})$$

فصل ۲۲ - فصل ۲۳ هورسون: کابل هم محور مستقیم دایره‌ای را که در شکل نشان داده شده است، در نظر

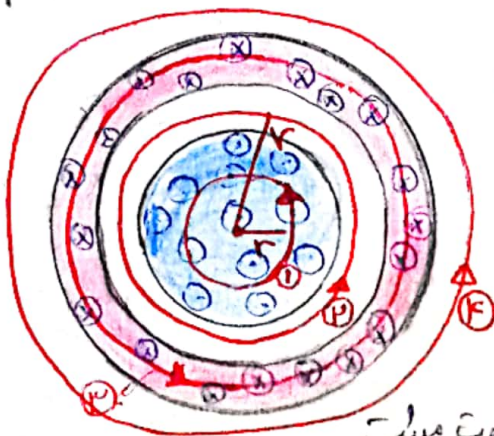
بگیریم. در رسانای داخلی جریان I_0 و در رسانای خارجی جهت مخالف جاری است. جریان‌ها در

سطوح مقطع رساناها کنواخت است. برای میدان B در نواحی زیر عبارت‌هایی را بدست آوریم. (الف) $a < r < b$

$a < r < b$ و $b < r < c$ (ج) $a < r < b$ و $b < r < c$ (د) $r < c$. هم یک مقدار کلی از تقویرات میدان مغناطیسی را حساب می‌کنیم.



میدان در نواحی مختلف فضای بین کابل‌ها باید به صورت دایره‌های هم مرکز باشد. بنابراین موازی محور مستقیم مسیری آبی را یک دایره در نظر می‌گیریم.



(الف) $\int B_r \cdot dL = B \int \alpha r \alpha \phi = \mu_0 I$

دایره در مسیری

I : جریانی که به دور مرکز محور دایره مسیری آبی می‌گردد. از سطح عبوری گذر.

K اندکست رادار مقدار مسیری آبی می‌توانیم اندکست شست جهت مثبت

$$I = \int J \cdot dA =$$

جریان و خلاف جهت آب جهت منفی جریان را نشان می‌دهد

⑦

$$I = \int J dA = J A = \frac{I_0}{\pi a^2} \pi r^2 = \frac{I_0 r^2}{a^2}$$

دسته جریات یکجوازتوزیع شده با سیم است

$$\oint B_1 dL = \mu_0 I \Rightarrow B_1 2\pi r = \mu_0 \frac{I_0 r^2}{a^2} \Rightarrow B_1 = \frac{\mu_0 I_0}{2\pi a^2} r$$

ب) مسیری آمپری را بزرگتر از سیم به طوریکه از فضای بین استوانه داخلی و بیرونی عبور کند

$$\oint B_2 dL = B_2 2\pi r \cos 90 = \mu_0 I_0 \Rightarrow B_2 = \frac{\mu_0 I_0}{2\pi r}$$

مثل یک سیم نازک عمل می کند

در استوانه سیمی ②

ج) دومی آمپری که داخل پوسته عبور کند بین شعاع های b و c

$$\oint B_3 dL = B_3 2\pi r \cos 90 = \mu_0 I$$

در استوانه سیمی ③

$$I = \int J dA = J A = I_0 - J' (\pi r^2 - \pi b^2)$$

جریات سیم پوسته

جریات نذرنده از پوسته تا شعاع r جریات استوانه توخالی

وقتی که آنقضیست در استوانه سیمی ③ می داریم جریات های بیرون سیم + هسته در جریات های دیون سیم منفی جریات استوانه توخالی مثبت و جریات نذرنده از پوسته از شعاع b تا r منفی است.

$$B_3 2\pi r = \mu_0 \left(I_0 - \frac{I_0}{\pi(c^2 - b^2)} (\pi r^2 - \pi b^2) \right) = \mu_0 I_0 \left(1 - \frac{r^2 - b^2}{c^2 - b^2} \right)$$

$$B_3 = \frac{\mu_0 I_0}{2\pi r} \left(1 - \frac{r^2 - b^2}{c^2 - b^2} \right)$$

د) مسیری آمپری را بزرگتر از سیم به طوریکه r > c

در استوانه سیمی

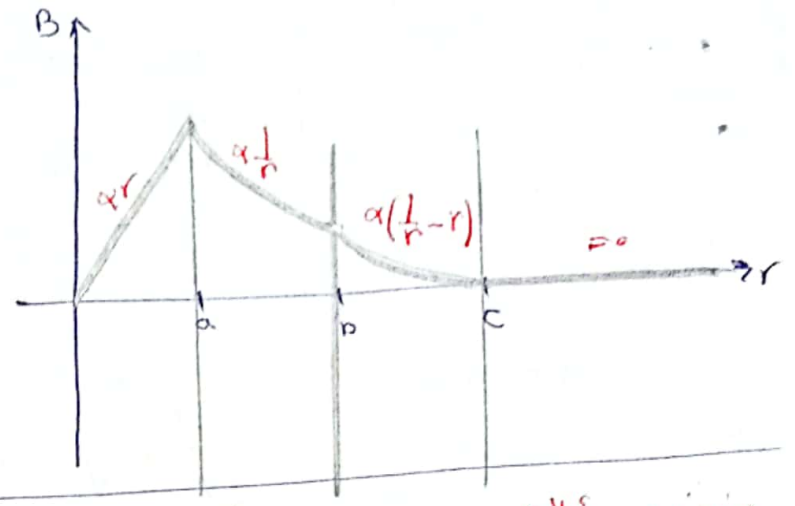
آمپری ④

$$\oint B_4 dL = B_4 2\pi r \cos 90 = \mu_0 (I) = I_0 - I_0 = 0$$

$$\Rightarrow B_4 = 0$$

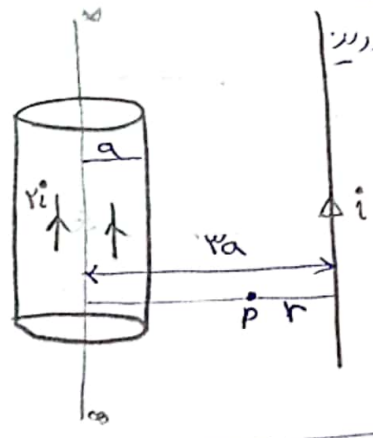
۱۸

$r < a$ $B_z \neq 0$ $B_z = \frac{\mu_0 I_0}{2\pi a^2} r$
 $a < r < b$ $B_z = \frac{\mu_0 I_0}{2\pi r}$
 $b < r < c$ $B_z = \frac{\mu_0 I_0}{2\pi r} \left(1 - \frac{r^2 - b^2}{c^2 - b^2} \right)$
 $r > c$ $B_z = 0$



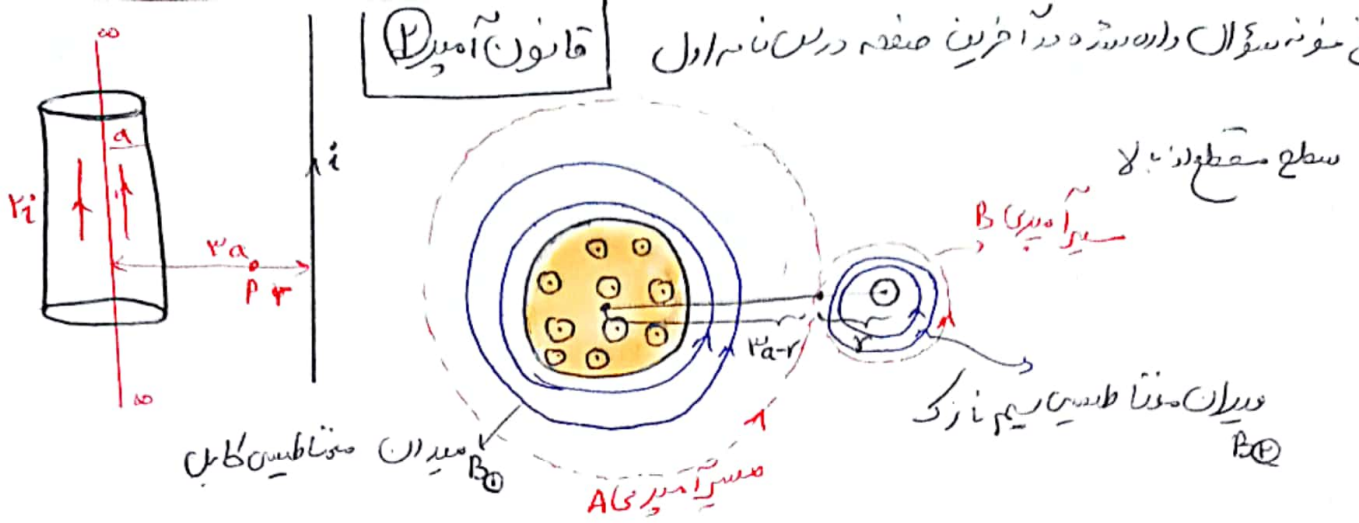
مغناطیس

۱ در شکل زیر سیم بیایر بلند استوار دارای شکل توری بهشتی a حامل جریان i است که به طور یکدست از مقطع آن عبور می‌کند. یک سیم نازک و بیایر بلند دیگری در فاصله a از محور سیم استوار از آن قرار گرفته است. محاصل جریان هم مسوی i است. میران برای در نقطه P را بر حسب i بدین درین
 (به) فاصله r را چنان بهست آورد که میران برای در این نقطه به دست شود.



با سطح مؤلفه سوال دارند در آخرین صفحه درسنامه اول

قانون آمپر



$$\oint_A \vec{B} \cdot d\vec{L} = \mu_0 I_{in} \Rightarrow \int \vec{B} \cdot d\vec{L} = \mu_0 I_{in} = \mu_0 I \Rightarrow B_0 = \frac{\mu_0 I}{2\pi(r-a-r)}$$

$$B_0 = \frac{\mu_0 I}{2\pi(r-a-r)}$$

$$\oint_B \vec{B} \cdot d\vec{L} = \mu_0 I_{in} \Rightarrow \int \vec{B} \cdot d\vec{L} = \mu_0 I_{in} = \mu_0 I \Rightarrow B_r = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

میدان برای نقطه P:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi(r-a-r)} \hat{j} - \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \hat{j} = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \hat{j} \left(\frac{1}{r-a-r} - \frac{1}{r} \right)$$

در جوامع میدان برای نقطه P:

$$\frac{1}{r-a-r} - \frac{1}{r} = 0 \Rightarrow r-a-r = r \Rightarrow r = \frac{r-a}{2} \rightarrow r=a$$

مؤلفه سوال: یک سیم حامل جریان به شعاع R و طول نامتناهی که جریان I با چگالی جریان غیر یکنواخت $J = \alpha r$ می‌نزد در نقطه P قرار دارد. مقدار ثابت است. حال میدان مغناطیسی را در داخل و بیرون این سیم حساب کنید. (الف) میدان داخل سیم:

$$\oint_A \vec{B} \cdot d\vec{L} = \int \vec{B} \cdot d\vec{L} = \mu_0 I$$

$$I = \int J dA = \int \alpha r \cdot 2\pi r dr = 2\pi \alpha \int r^2 dr = 2\pi \alpha \left[\frac{r^3}{3} \right]_0^R = \frac{2\pi \alpha R^3}{3}$$

از اینجا که چگالی جریان ثابت نیست و یک سری امان به صورت حلقه در نظر می‌گیریم

$$B \pi r = \mu_0 \frac{\pi r \alpha}{\pi} r^3 \Rightarrow B = \frac{\mu_0 \pi \alpha r^3}{\pi r} \quad B = \frac{\mu_0 \alpha r^3}{\pi} \quad r < R$$

با این حال به دلیل سیم مسی آمپری ح در شکل نشان داده شده

$$\oint B \cdot dL = B \pi r \alpha \pi r = B \pi r = \mu_0 I_{in}$$

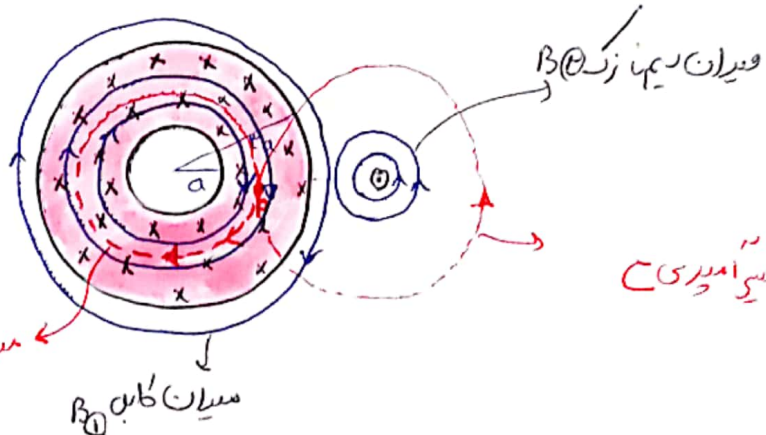
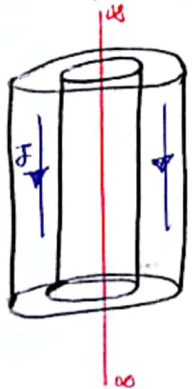
$$I_{in} = \int J \cdot dA = \int_0^R \alpha r \pi r dr = \alpha \pi \int_0^R r^2 dr = \alpha \pi \frac{r^3}{3} \Big|_0^R = \frac{\pi \alpha}{3} R^3$$

$$B \pi r = \mu_0 \frac{\pi \alpha}{3} R^3 \Rightarrow B = \frac{\mu_0 \alpha R^3}{3r} \quad r \geq R$$

مؤنه سؤال: مطابق شکل یک کابل رسانای استوانه‌ای بسیار بلند با سطح مقطع دایره‌ای به شعاع داخلی a و شعاع خارجی R حامل جوی جریان $I = k/r$ از بالا به پایین است. با فرض اینکه فاصله از محور کابل به شعاع r ثابت است. سیم به طور بلند سوزی با کابل به فاصله a از محور کابل قرار دارد و حامل جریان ثابت I از پایین به سمت بالا می‌باشد.

الف) با استفاده از قانون آمپر مقدار و جهت میدان مغناطیسی در نقطه‌ای P که در فاصله a از محور کابل قرار دارد و در جهت \hat{z} قرار دارد را بدست آورید.

ب) میدان مغناطیسی در نقطه‌ای P' که در فاصله a از محور کابل و به با فاصله a از سیم طول قرار دارد را بدست آورید.



مسئله آمپری A

میدان کابل B_0

جریان سیم I

مسئله آمپری C

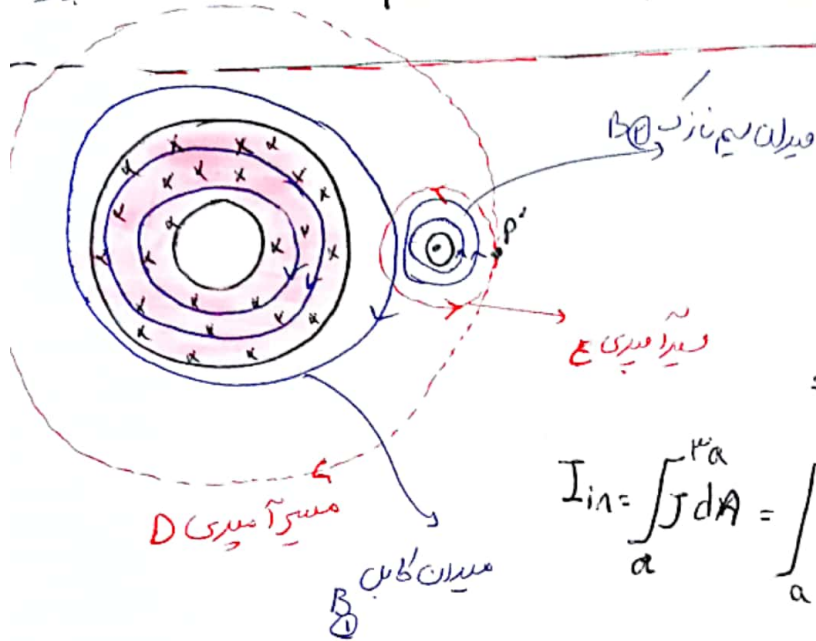
$$\oint B \cdot dL = B \pi r \alpha \pi r = \mu_0 I_{in} ; I_{in} = \int J \cdot dA = \int \frac{k}{r} \pi r dr = k \pi \int \frac{dr}{r} = k \pi \ln \frac{r}{a}$$

$$= k \pi \ln(r-a) \Rightarrow B \pi r = \mu_0 k \pi \ln(r-a) \Rightarrow B_0 = \frac{\mu_0 k \ln(r-a)}{r} \Big|_{r=a} = \frac{\mu_0 k}{r}$$

$$\oint B \cdot dL = B \pi r = \mu_0 I_{in} \Rightarrow B \pi r = \mu_0 I \Rightarrow B = \frac{\mu_0 I}{\pi r} \Big|_{r=a} = \frac{\mu_0 I}{\pi a}$$

(P)

$$B_p = B_{\text{ش}} + B_{\text{ش}} = \frac{\mu_0 k}{r} (-\hat{j}) - \frac{\mu_0 i}{r a} \hat{j} = \mu_0 \left(\frac{k}{r} + \frac{i}{r a} \right) (-\hat{j})$$



$$\oint B_{\text{ش}} \cdot dL = B_{\text{ش}} \int \frac{1}{r} r dr = B_{\text{ش}} \int dr = B_{\text{ش}} (r_a - a) = \mu_0 I_{in}$$

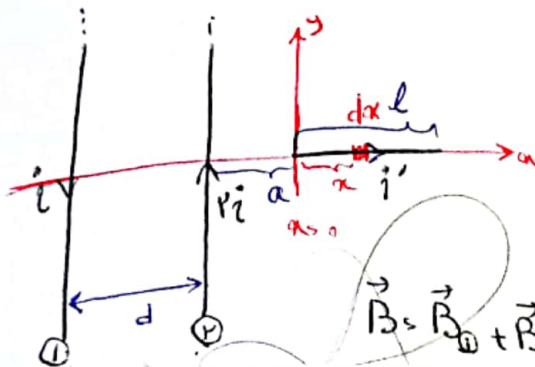
$$I_{in} = \int_a^{r_a} j dA = \int_a^{r_a} \frac{k}{r} r dr = k \int_a^{r_a} dr = k(r_a - a) = k r a$$

$$B_{\text{ش}} r a = \mu_0 k r a \Rightarrow B_{\text{ش}} = \frac{\mu_0 k r a}{r} \bigg|_{r=a} = \frac{\mu_0 k r a}{a} = \frac{\mu_0 k}{a}$$

$$\oint B_{\text{ش}} \cdot dL = B_{\text{ش}} \int \frac{1}{r} r dr = \mu_0 I_{in} \Rightarrow B_{\text{ش}} r a = \mu_0 i \Rightarrow B_{\text{ش}} = \frac{\mu_0 i}{r a} \bigg|_{r=a} = \frac{\mu_0 i}{r a}$$

$$B_{p'} = B_{\text{ش}} + B_{\text{ش}} = -\frac{\mu_0 k}{a} \hat{j} + \frac{\mu_0 i}{r a} \hat{j} = \mu_0 \left(-\frac{k}{a} + \frac{i}{r a} \right) \hat{j}$$

مسئله سوال: دو سیم بی نهایت بلند و موازی به فاصله 'd' از یکدیگر قرار گرفته اند. در یک سیم جریان الکتریکی 'i' و در سیم دیگر جریان 'i' (در دو سوی مخالف) برقرار است. فاصله سیمی به طول 'L' که در آن جریان می رود مطابق شکل نسبت به دو سیم طولی قرار گرفته است. جهت و اندازه نیروی برابری و در هر قطعه سیم به طول 'L' را بدست آورید. تمام سیم ها در صفحه کاغذ هستند.



$$dF = i' dL \times \vec{B}$$

$$\vec{B} = \vec{B}_{\text{ش}} + \vec{B}_{\text{ش}} = \frac{\mu_0 i}{r a (d+a+x)} \hat{k} + \frac{\mu_0 i (-\hat{k})}{r a (a+x)}$$

(3)

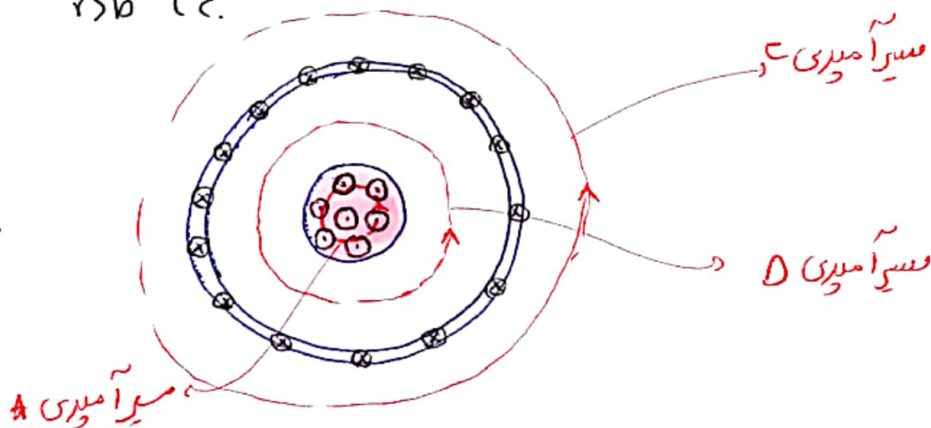
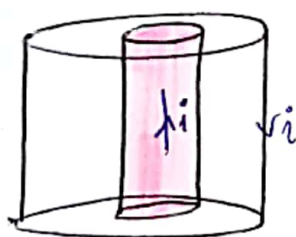
$$\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{2\pi} \hat{k} \left(\frac{1}{d+a+x} - \frac{1}{a+x} \right)$$

$$d\vec{F} = i' dx \frac{\mu_0 i}{2\pi} \left(\frac{1}{d+a+x} - \frac{1}{a+x} \right) (\hat{i} \times \hat{k}) = - \frac{\mu_0 i i'}{2\pi} \left(\frac{dx}{d+a+x} - \frac{1}{a+x} \right) \hat{j}$$

$$\vec{F} = - \frac{\mu_0 i i'}{2\pi} \hat{j} \left(\int \frac{dx}{d+a+x} - \int \frac{dx}{a+x} \right) = - \frac{\mu_0 i i'}{2\pi} \hat{j} \left(\ln(d+a+x) - \ln(a+x) \right) \Big|_0^L$$

$$\vec{F} = - \frac{\mu_0 i i'}{2\pi} \hat{j} \left(\ln \frac{d+a+L}{d+a} - \ln \frac{a+L}{a} \right)$$

معموله سوال: مطابق شکل سیم استوانه‌ای شکل توپر به شعاع a و طول بسیار بلند حامل جریان i می باشد که به طور یکنواخت از مقطع آن در جهت z می‌گذرد. به جهت z به سمت بالا جاری است. زیرا سیم به طور هم محور، تقارن دارد و میدان مغناطیسی برای نواحی $r < a$ (داخل) و $a < r < b$ (بین) و $r > b$ (خارج) محاسبه می‌شود. مطلوب است



$$\oint_A \vec{B} \cdot d\vec{L} = B 2\pi r = \mu_0 I_{in} \quad \text{و} \quad I_{in} = \int_A \vec{J} \cdot d\vec{A} = \frac{i}{\pi a^2} \int_A dA = \frac{i}{\pi a^2} \pi r^2 = \frac{i r^2}{a^2}$$

مقدار ثابت است زیرا جریان یکنواخت توزیع شده

$$B 2\pi r = \mu_0 \frac{i r^2}{a^2} \Rightarrow B = \frac{\mu_0 i r}{2\pi a^2} \quad r < a$$

$$\oint_D \vec{B} \cdot d\vec{L} = B 2\pi r = \mu_0 I_{in} \Rightarrow B 2\pi r = \mu_0 i \Rightarrow B = \frac{\mu_0 i}{2\pi r} \quad a < r < b$$

$$\oint_{\text{خارج}} \vec{B} \cdot d\vec{L} = \mu_0 I_{in} \Rightarrow B 2\pi r = \mu_0 (i - i) = 0 \Rightarrow B = 0 \quad r > b$$

(ک)