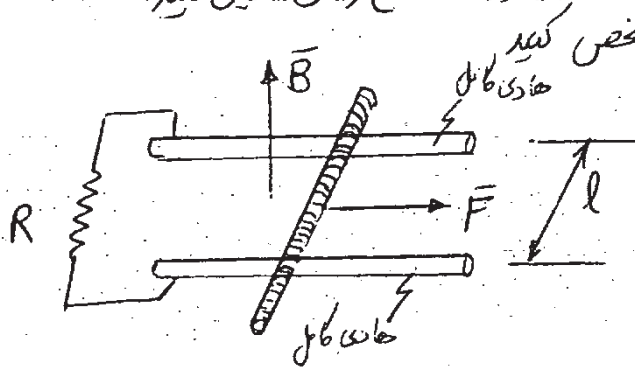


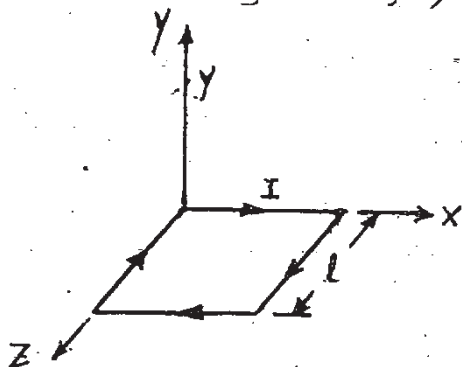
میدان مغناطیسی و قانون بیو-ساواری

- 1 نیروی  $F$  بر هادی لغزنده‌ای با جرم  $m$  اعمال می‌شود. هادی از سکون آغاز به حرکت می‌کند. هادی در یک ناحیه با میدان مغناطیسی ثابت  $B$  حرکت می‌کند. فرض کنید که تا سهوی لغزنده بدون اصطکاک بوده و ضریب القای خودی ( $L$ ) را بتوان صرف نظر کرد.
- (الف) سرعت هادی را بصورت تابع زمان به دست آورید. (شروع اولیه  $t=0, v=0$ )
- (ب) جریان در مقاومت  $R$  را بصورت تابع زمان تعیین کنید.



- 2 سه هادی مستقیم بی نهایت بلند به ناصله برابر اندازه  $d$  از یک دیگر قرار داده و حامل جریان  $I$  در یک جهت مطابق شکل می‌باشند.
- (الف) دو نقطه ای که میدان مغناطیسی برابر صفر هستند به دست آورید.
- (ب) خطوط میدان مغناطیسی را رسم کنید.
- (ج) اگر هادی میانی به اندازه ناصله بسیار کوتاه  $x$  ( $x \ll d$ ) چابک باشد، حرکت هادی میانی را تعیین کرده و شرح دهید.
- برای کدام جهت جریون در هادی میانی، حرکت تناوب است؟ دوره تناوب را به دست آورید.
- ۳ در واحد طول هادی میانی  $m$  است.

- 3 یک حلقه مربعی با ضلع  $l$  حامل جریون ثابت  $I$  است. محور مختصات را طوری انتخاب کنید که حلقه در صفحه  $xy$  قرار داشته و مبدأ مختصات بر یک رأس حلقه مربعی منطبق باشد. میدان  $B$  را در نقطه ای روی محور  $y$  به ناصله  $y$  از مبدأ محاسبه کنید.



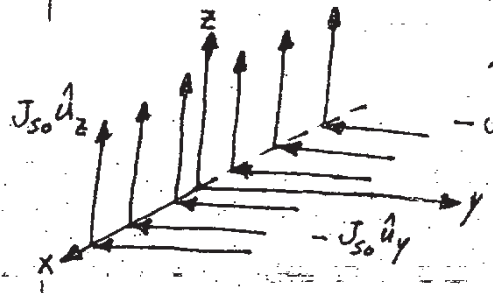
ابتداء میدان را بصورت پارامتری حل کنید.  
پس میدان را برای مقادیر زیر محاسبه کنید.

$$l = 1.5 \text{ (m)}$$

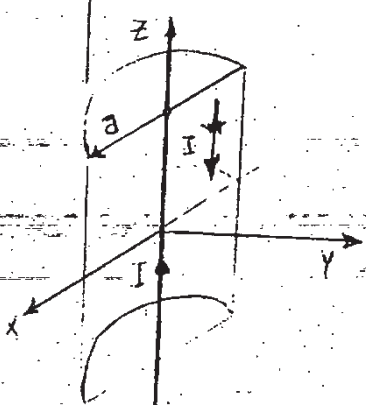
$$I = 7.5 \text{ (A)}$$

$$y = 0.35 \text{ (m)}$$

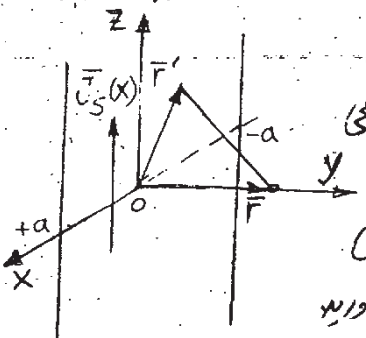
4- جریان  $I'$  بطور یکنواخت در سطح مقطع دایره‌ای با شعاع  $a$  یک استوانه بسیار بلند توزیع شده است. محور استوانه را محور  $z$  منطبق است.  $I'$  در جهت مثبت  $z$  می باشد. جریان خطی  $I$  بسیار بلند موازی محور  $z$  و در جهت مثبت  $z$  است. جریان  $I$  محور  $x$  را مثبت را در نقطه‌ای بقاصه  $l$  از مبدأ قطع می کند. نیز در واحد طول وارد بر جریان  $I$  را تعیین کنید. نتیجه را برای اندازه‌های مختلف  $l$  به دست آورید.



5- جریان سطحی با چگالی یکنواخت  $J_s$  روی دو نیم صفحه  $(z > 0, y = 0)$  با  $J_s u_z$  و  $(z = 0, y > 0)$  با  $-J_s u_y$  مطابق شکل وجود دارد. میدان مغناطیسی  $B$  را در کلیه نقاط به دست آورید.



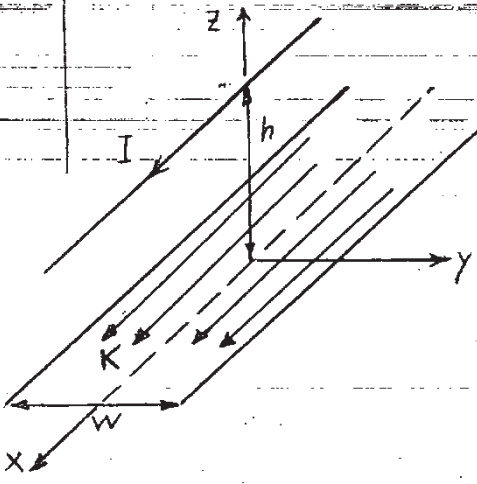
6- از یک سیم مستقیم هادی حامل جریان  $I$  یک استوانه ای با شعاع  $a$  را بی نهایت طول جریان  $I$  موازی محورش عبوری کند. جریان  $I$  در نیم استوانه بطور یکنواخت توزیع شده است. جریان از سیمی واقع بر محور نیم استوانه سرگشت می کند. نیز در واحد طول سیم را می سبب کنید.



7- یک جریان سطحی در جهت  $z$  و از بخشی از صفحه  $y = 0$  که بین  $x = -a$  و  $x = a$  است، می گذرد. فرض کنید که چگالی جریان سطحی  $J_s(x)$  تابع دلخواهی از  $x$  باشد. (الف) با استفاده از قانون بیوساوار، چگالی شار مغناطیسی  $B$  یعنی  $B_x, B_y, B_z$  را در نقطه  $(0, 0, z)$  بصورت انتگرال به دست آورید.

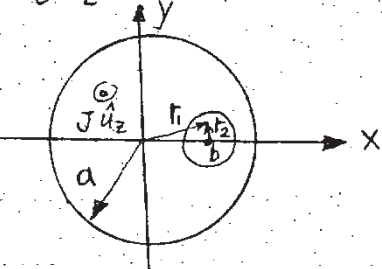
ب) مؤلفه‌های میدان را برای توزیع جریان  $J_s = J_{s0} \left(1 - \frac{|x|}{a}\right) u_z$  در نقطه‌ای روی محور  $y$  به دست آورید.

8- استوانه ای تو خالی و عایق با شعاع  $R$  و طول  $h$  حامل بار سطحی با چگالی  $\sigma$  بوده و با سرعت زاویه ای  $\omega$  حول محورش می چرخد. میدان مغناطیسی را در نقطه ای روی محور و داخل استوانه به دست آورید. (فرض کنید  $R \gg h$  باشد).



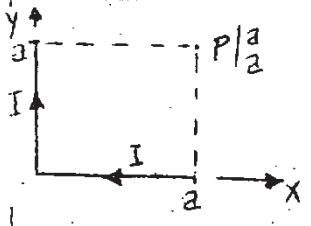
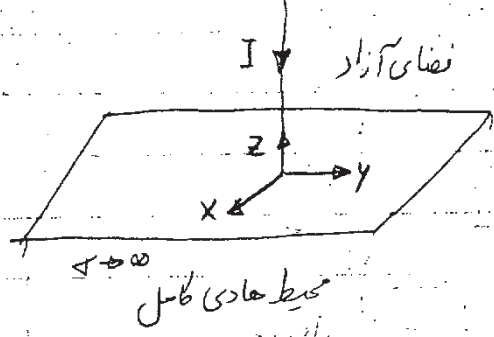
یک ورق با پهنای  $w$  حامل جریان سطحی با چگالی  $K$  (آمپر بر متر) است. جوی با آن یک سیم نامحدود حامل جریان ثابت  $I$  قرار دارد. فاصله سیم از ورق برابر  $h$  است و تصویر آن روی خط مرکزی قرار می گیرد. نیروی وارد بر واحد طول سیم را به دست آورید در حالت  $w \rightarrow \infty$  این نیرو را تعیین کنید.

یک سوراخ استوانه ای داخل یک هادی استوانه ای نامتناهی با شعاع  $a$  وجود دارد. مرکز سوراخ در نقطه  $x=b$  قرار دارد. فرض کنید که جریان  $J_0 \hat{u}_z$  در هادی وجود داشته باشد.



الف) پتانسیل برداری مغناطیسی را داخل سوراخ به دست آورید (می توانید از اصل جمع آثار استفاده کنید)  
 ب) تابع پتانسیل برداری  $A$  را بر حسب مختصات مایم بنویسید  
 ج) چگالی شار مغناطیسی را داخل سوراخ محاسبه کنید و نشان دهید که کنواخت بوده و در امتداد محور  $z$  است.

یک سیم هادی کامل حامل جریان  $I$  عمود بر یک محیط هادی کامل در نیم فضا با ضریب هدایت  $\sigma$  قرار دارد. جریان از سیم به محیط هادی مطابق شکل جاری است. میدان الکتریکی و مغناطیسی را در دو محیط (محیط فضای آزاد و محیط هادی کامل) تعیین کنید.

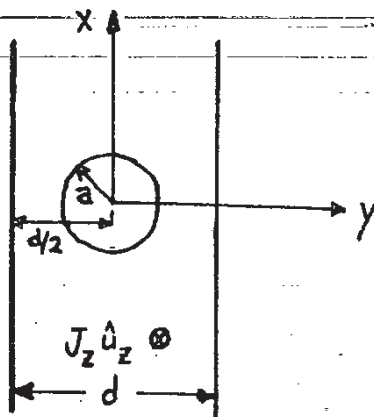


۲- دو قطعه سیم نازک مستقیم هر یک بطول  $a$  حامل جریان  $I$  مطابق شکل دو ضلع یک مربع را تشکیل می دهند. پتانسیل مغناطیسی برداری  $A$  را در گوشه مقابل مربع محاسبه کنید.

۱۴) یک ورق حامل یک جریان حجمی یکنواخت  $J_z = J_0$  به استثناء یک سوراخ استوانه‌ای با شعاع  $a$

داخل ورق است. فرض کنید محور سوراخ در وسط ورق قرار داشته باشد.

میدان مغناطیسی را در کلیه نقاط به دست آورید.



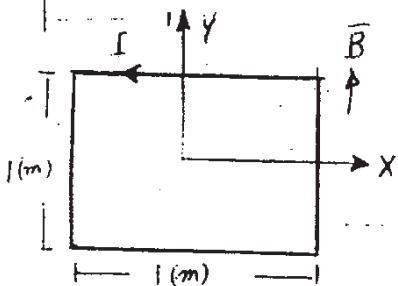
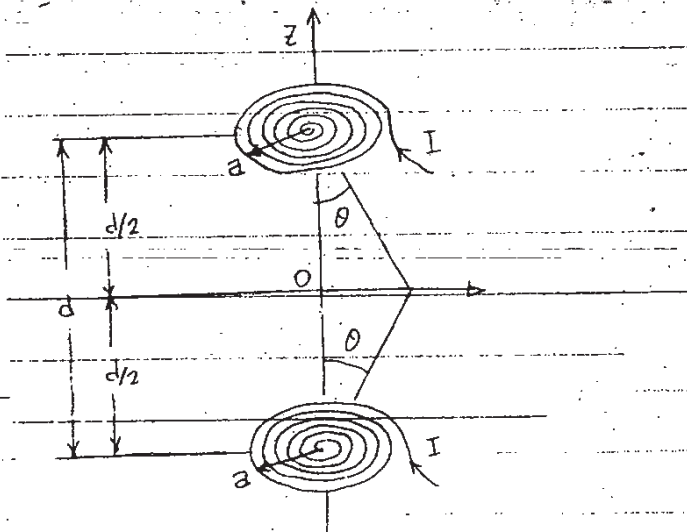
۱۴) دوسیم بی‌نهایت هم محور با شعاع  $a$  و به فاصله  $d$  (با  $d \gg a$ ) از یک دیگر قرار دارند.

جریان در دوسیم بی‌نهایت هم جهت می‌باشد. می‌توان فرض کرد که جریان سطحی با چگالی

$$\vec{K} = K \hat{u}_\phi$$

الف - گشتاور (مان) دو قطبی مغناطیسی  $\vec{m}$  جریان سطحی را به دست آورید.

ب - میدان مغناطیسی را در صفحه منصف فاصله بین دوسیم بی‌نهایت ( $z=0$ ) تعیین کنید.



۱۵) حلقه مربعی با ضلع  $1\text{ m}$  مطابق شکل در صفحه  $z=0$

قرار دارد. چگالی شار مغناطیسی  $\vec{B} = 0.5x^2 \hat{u}_y$

در فضا وجود دارد. گشتاور نیروی وارد بر حلقه جریان

را به دست آورید. جریان  $I$  از حلقه مطابق شکل عبور می‌کند.

۱۶ یک نیم حلقه دایروی با شعاع  $R$  حامل جریان  $I$  است. نیم حلقه در حوا قرار دارد.

شدت میدان مغناطیسی را در مرکز حلقه به دست آورید.

۱۷ تنش (tension) در یک حلقه دایروی ساخته شده از یک سیم هادی قابل انعطاف با شعاع  $a$  و حامل جریان  $I$  واقع در یک میدان مغناطیسی یکنواخت  $B$  عمود بر صفحه حلقه را به دست آورید.

۱۸ اتم هیدروژن شامل یک پروتن و یک الکترون به فاصله  $0.5 \times 10^{-10}$  (m) از یک دیگر است. فرض کنید که الکترون در یک مدار دایروی با فرکانس  $10^{13}$  (Hz) حول پروتن حرکت می‌کند. میدان مغناطیسی  $B$  را در هسته ناشی از الکترون متحرک به دست آورید.

۱۹ یک سولنوئید بسیار بلند با شعاع  $a$  و دارای سیم پیچ متراکم با تعداد  $N/L$  دور بر متر را در نظر بگیرید. جریان بطور یکنواخت با نرخ  $C$  آمپر در ثانیه افزایش می‌یابد. اندازه میدان الکتریکی القایی در وسط سولنوئید به فاصله  $s$  (با  $s < a$ ) از محورش را تعیین کنید.

۲۰ یک سیم مستقیم استوانه‌ای هادی نازک بسیار بلند با شعاع  $a$  را در نظر بگیرید که محورش

۲۱ بر محور  $z$  مختصات عمود باشد. لوله استوانه‌ای حامل جریان  $I$  (A) است. یک میدان مغناطیسی  $\vec{B} = \frac{k}{r} \hat{r}$  (T) با ثابت  $k$  وجود دارد.

گشتاد نیروی وارد بر لوله هادی در واحد طول را تعیین کنید.

۲۲ چهار سیم مستقیم بسیار بلند، هر یک حامل جریان  $I$  است. آنها موازی محور  $z$  بوده و

صفحه  $xy$  را در نقاط  $(0,0)$ ،  $(a,0)$ ،  $(a,a)$  و  $(0,a)$  قطع می‌کنند. جریان در سیم‌های

اول و سوم در جهت محور  $z$  بوده و در دو سیم دیگر در جهت منفی است.

نیروی کل در واحد طول وارد بر سیم متناظر با نقطه  $(a,a)$  را تعیین کنید.

۲۳ یک تابه استوانه‌ای بسیار بلند حاوی ذرات بار دار را در نظر بگیرید. تابه دارای شعاع سطح

مقطع  $a$  و چگالی بار حجمی یکنواخت  $\rho$  است. سرعت ذرات ثابت و برابر  $v$  است.

میدان مغناطیسی  $\vec{B}$  را داخل و خارج تابه به دست آورید.

۲۴ یک چگالی میدان مغناطیسی  $\vec{B}$  موازی محور یک استوانه غیر مغناطیسی با شعاع  $a$  و

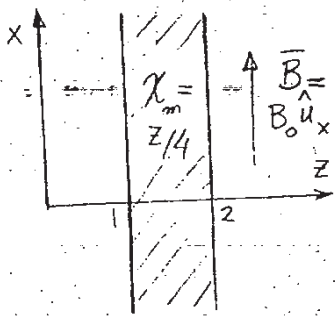
تابت دی الکتریک  $\epsilon$  است. استوانه حول محورش با سرعت زاویه‌ای  $\omega$  موازی  $\vec{B}$

می‌چرخد. پلاریزاسیون را داخل استوانه تعیین کنید.  $\rho$  فاصله شعاعی است

بسیار کند

۵- یک میله استوانه‌ای با شتاب  $\mu$  مغناطیسی شده است. بردار مغناطیس‌آینون  $M_0$  عمود بر محور میله استوانه‌ای است. از اثرات کناری صرف نظر کنید. الف) چگالی جریان برای مغناطیسی را تعیین کنید.

ب- چگالی بارهای مغناطیسی را به دست آورید.  
ج- نشان دهید که میدان مغناطیسی در فضای آزاد اطراف میله همانند میدان ناسی از یک دو قطبی مغناطیسی دو بعدی است. گشتاور دو قطبی مغناطیسی مربوط به بارهای مغناطیسی را تعیین کنید.



۶- ناحیه  $1 < z < 2$  از فضا توسط یک ماده مغناطیسی با

ضریب خودگیری تاکنونافت  $\chi_m(z) = \frac{z}{4}$  اشغال شده است.

میدان مغناطیسی یکنواخت  $B_a = B_0 u_x$  به ماده اعمال می‌شود.

الف) بردار مغناطیس‌آینون  $M$  را داخل ماده مغناطیسی به دست آورید.  
ب) چگالی جریان مغناطیسی را روی دو سطح ورق مغناطیسی تعیین کنید.

ج) چگالی جریان مغناطیسی حجمی را به دست آورید.

د) میدان مغناطیسی ناویبه (ناسی) از جریان برای مغناطیسی را داخل و خارج ورق مغناطیسی تعیین کنید.

۷- یک جریان سطحی سینوسی با چگالی  $K = \hat{u}_z K_0 \sin(\frac{\pi x}{a})$  (A/m) در صفحه  $y = \frac{b}{2}$

قرار دارد. یک جریان سطحی برابر ولی در جهت مخالف با چگالی  $K = -\hat{u}_z K_0 \sin(\frac{\pi x}{a})$

در صفحه  $y = -\frac{b}{2}$  قرار دارد. میدان مغناطیسی را بین دو ورق به دست آورید.

ساده‌تره لاپلاس را برای پتانسیل مغناطیسی عددی حل کنید.

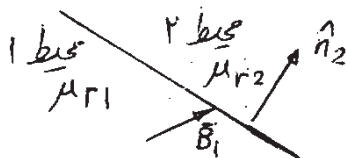
۸- دو محیط مغناطیسی غیرهادی با ضرایب مغناطیسی  $\mu_1 = 2$  و  $\mu_2 = 3$  را در مجاورت

یک دیوار در نظر بگیرید، بطوری که بردار واحد عمود بر فصل مشترک آنرا در محیط ۲ برابر

$\hat{n}_2 = -2\hat{u}_x - \hat{u}_y + 2\hat{u}_z$  باشد. اگر در نواحی ۱ میدان مغناطیسی  $\vec{B}_1 = (2\hat{u}_x - 3\hat{u}_y + \hat{u}_z)$

تساوی باشد، میدان  $B$  ماس بر فصل مشترک در ناحیه ۲ یعنی  $\vec{B}_2$  و اندازه‌اش را

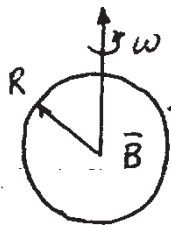
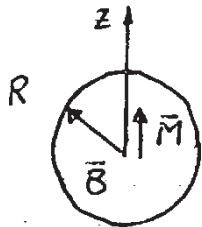
به دست آورید.





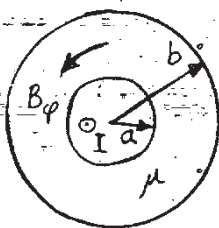
میدان مغناطیسی در مواد مغناطیسی

1 میدان مغناطیسی را داخل کره ای با شعاع  $R$  و مگنتیزاسیون  $\vec{M} = M_0 \hat{u}_z$  برابر  $B$  فرض می کنیم. چگالی بار آنتریکی یک پوسته کروی با شعاع  $R$  که با سرعت زاویه ای  $\omega$  حول محور  $z$  می چرخد و همان میدان  $B$  را داخل کره ایجاد می کند، تعیین کنید.



چگالی بار سطحی  $J_s$  ؟  
میدان را در مرکز کره می سنجیم

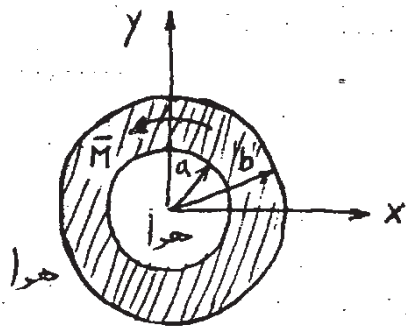
2 یک پوسته کروی با شعاعهای  $a$  و  $b$  بطور یکنواخت بصورت شده است. مرکز کره را بر مبدأ مختصات اختیار کنید و  $a \leq r \leq b$  است. پتانسیل  $V_m$  را در نقطه ای روی محور  $z$  خارج از پوسته کروی بدست آورید. شدت میدان مغناطیسی  $H$  را تعیین کنید.



3 یک پوسته استوانه ای مغناطیسی با شعاع داخلی  $a$  و شعاع خارجی  $b$  و ضریب مغناطیسی  $\mu$  را در نظر بگیرید. جریان  $I$  در استوانه  $a < r < b$  و جریان برگشت  $I$  در ناحیه خارج پوسته  $b < r < a$  جاری است. ضریب خود اهناء در داخل طول را می سنجیم

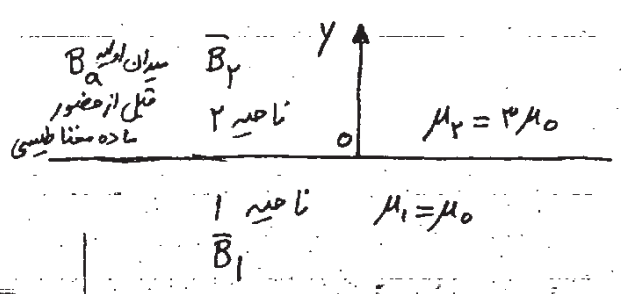
4 یک ماده فرو مغناطیسی به شکل یک لوله بی نهایت طولی با شعاع داخلی  $a$  و شعاع خارجی  $b$  مغناطیسی شده است و دارای مگنتیزاسیون  $\vec{M} = \frac{A}{r} \hat{u}_\phi$

در ناحیه  $a \leq r \leq b$  است. میدانهای  $B$  و  $H$  را در ناحیه  $a \leq r \leq b$  بدست آورید.

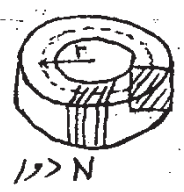


9 دو ناحیه ۲ با مرز مشترک  $\gamma=0$  مفروضند. در ناحیه ۱  $\mu_1=\mu_0$  و در ناحیه ۲  $\mu_2=3\mu_0$  ( $\gamma>0$ ) است. میدانهای مغناطیسی یکنواخت  $\vec{B}_1$  و  $\vec{B}_2$  به ترتیب در نواحی ۲ وجود دارند. این میدانها از میدان اولیه  $B_0$  که قبل از حضور ماده مغناطیسی در ناحیه ۲ وجود داشته است، پدید آمده اند. فرض کنید که  $\vec{B}_1 = B_0(\frac{1}{3}\hat{u}_x + \hat{u}_y)$  (یا  $B_0$  یک ثابت) بوده و جریان آزادی در مرز  $\gamma=0$  وجود نداشته باشد.

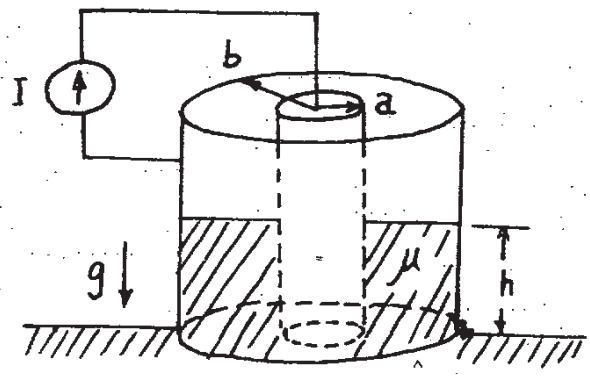
(الف) میدان  $\vec{B}_2$  را بدست آورید.  
(ب) میدان اولیه  $\vec{B}_0$  را تعیین کنید.



10 - یک توأوید از آهن با سطح مقطع مربعی یا ضریب مغناطیسی  $\mu$  شکل تعداد  $N$  دور سیم بهیج حامل جریان  $I$  می باشد. اندازه مگنتیزاسیون  $M$  را داخل هسته تعیین کنید.



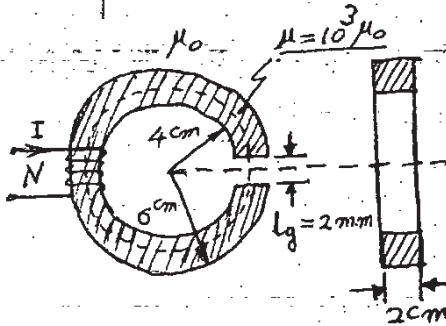
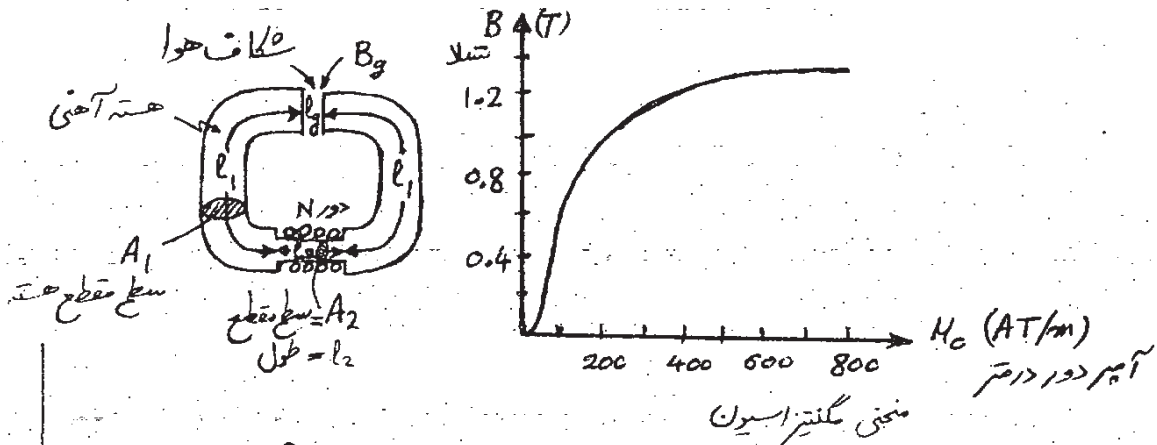
11 یک استوانه هم محور در یک مایع قابل مغناطیسی شدن با ضریب مغناطیسی  $\mu$  و چگالی جرم  $\rho_m$  وارد میشود. ارتفاع مایع ( $h$ ) را داخل استوانه تعیین کنید.





۱۲ - یک مدار مغناطیسی مرکب با سطح مقطع متغیر مطابق شکل زیر و شامل یک شکاف هوا و هسته آهنی را در نظر بگیرید. مشخصات مدار عبارتند از:

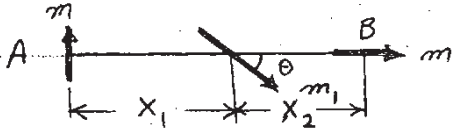
$N=100$  در سیم پیچ و  $l_1=4l_2=40$  (cm) و  $A_1=2A_2=10$  (cm<sup>2</sup>) و  $l_g=2$  (mm)  
 جریان I در سیم پیچ را برای ایجاد چگالی شار مغناطیسی برابر  $B=0.6$  (T) در شکاف هوا تعیین کنید. اثرات کناری و نسبت میدان مغناطیسی صرف نظر کنید.



۱۳ - جنبره ای از یک ماده مغناطیسی با سطح مقطع مربعی شکل دارای یک شکاف هوائی با طول 2 mm مطابق شکل می باشد. سیم پیچی با تعداد 100 دور حلقه و جریان 100 mA در آن پیچیده شده است. ضریب مغناطیسی ماده  $\mu = 10^3 \mu_0$  است. (الف) مقاومت مغناطیسی هسته آهنی و شکاف هوا را میسب کنید (ب) شار مغناطیسی گذرنده در مدار مغناطیسی را تعیین کنید.

۱۴ - یک جنبره دارای مغزی با سطح مقطع مربعی با مساحت  $25$  (cm<sup>2</sup>) و با قطر متوسط  $25$  (cm) می باشد. ضریب مغناطیسی نسی ماده مغزی برابر 1000 است. تعداد دورهای سیم پیچی را تعیین کنید، که ضریب خود القائی برابر 1 H باشد.

۱۵ - دو مغناطیس دائم  $A$  و  $B$  دارای گشتاور مغناطیسی (ممان)  $m$  مطابق شکل قرار دارند. ناصبه  $x_1$  از یک مغناطیس و ناصبه  $x_2$  از مغناطیس دیگر قرار دارد. قطب نما زاویه  $\theta$  را با خط واصل بین دو مغناطیس اختیار می کند.



نسبت  $\frac{x_1}{x_2}$  را به دست آورید

۱۶ یک کره با شعاع  $a$  و مرکز در مبدأ مختصات دارای مگنتیزاسیون ناهمگن است

$\vec{M} = cx^2 \hat{z}$  است. توزیع جریان مگنتیزاسیون مؤثر را تعیین کنید.

۱۷ یک نمونه آهن و پس از آنکه میدان  $B$  در جهت بالای اشباع می‌رسد شدت میدان برابر  $H = 2 \times 10^3 \text{ (A/m)}$  بطرف پایین لازم دارد تا آنکه  $B$  مجدداً برابر صفر شود. اندازه مگنتیزاسیون را تعیین کنید.

۱۸ یک کره با شعاع  $a$  بر مبدأ مختصات قرار دارد. مگنتیزاسیون اش بصورت  $\vec{M} = M(r) \hat{r}$  بوده و در مرکزش محدود است. چگالی جریانهای حقیقی و سطحی را به دست آورید و پس میدان  $B$  را تعیین کنید. شدت میدان مغناطیسی  $H$  را داخل کره محاسبه کنید.