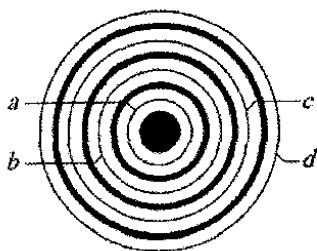


تا بیشترین شعاع عبارت‌اند از ۴A به طرف بیرون صفحه، ۹A به طرف داخل صفحه، ۵A به طرف بیرون صفحه و ۳A به طرف داخل صفحه. این حلقه‌های آمپری را به ترتیب بزرگی $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s}$ دور هر یک مرتب کنید.



شکل ۲۵-۳۴ پرسش ۱۱

مسئله‌ها

SSM: مسئله‌های آموزشی قابل دسترس (در نسخه مدرس).

WWW: پاسخ قابل دسترس در کتاب حل مسئله‌ها

ILW: پاسخ یادگیری تعاملی در

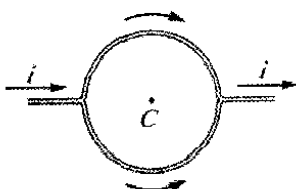
تعداد نقطه‌ها درجه دشوار بودن سطح مسئله را نشان می‌دهد.

فlyingcircusofphysics.com قابل دسترس است.

بخش ۲۵-۲ محاسبه میدان مغناطیسی ناشی از جریان الکتریکی

۱۰- در نقطه خاصی از کشور فیلیپین میدان مغناطیسی زمین با بزرگی $39 \mu T$ افقی و به طرف شمال است. فرض کنید دقیقاً 8.0 cm بالای یک سیم مستقیم دراز افقی که حامل جریان ثابتی است میدان خالص صفر است. (الف) بزرگی و (ب) جهت جریان چیست؟ SSM

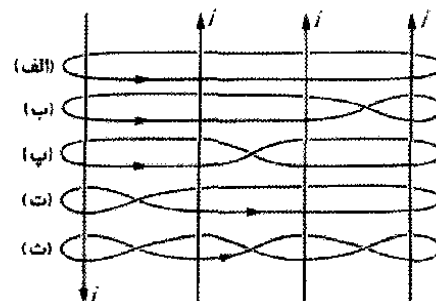
۲۰- یک رسانای مستقیم که حامل جریان $i = 5.0 \text{ A}$ است مانند شکل ۲۵-۳۵ به دو کمان نیم‌دایره‌ای یکسان تقسیم شده است. میدان مغناطیسی در مرکز C حلقه دایره‌ای حاصل چقدر است؟



شکل ۲۵-۳۵ مسئله ۲۰

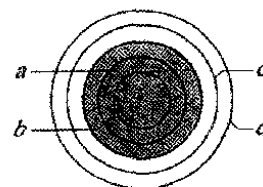
۳۰- نقشه برداری در فاصله 6.1 m زیر خط فشار قوی که در آن جریان 100 A برقرار است یک قطب نمای مغناطیسی را به کار می‌برد. (الف) میدان مغناطیسی ناشی از خط فشار قوی در

۸- شکل ۲۵-۳۱ چهار جریان یکسان i و پنج مسیر آمپری (a) تا (c) که آنها را دربر گرفته‌اند نشان می‌دهد. این مسیرها را به ترتیب مثبت‌تر بودن مقدار $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s}$ در جهت‌های نشان داده شده مرتب کنید.



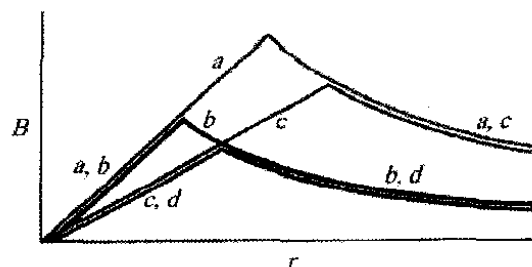
شکل ۲۵-۳۱ پرسش ۸

۹- شکل ۲۵-۳۲ چهار حلقه آمپری دایره‌ای (a, b, c, d) هم مرکز با سیمی که در آن جریانی به طرف بیرون صفحه برقرار است نشان می‌دهد. جریان در مقطع دایره‌ای سیم (ناحیه سایه‌دار) یکنواخت است. این حلقه‌ها را به ترتیب بزرگیهای $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s}$ دور هر یک مرتب کنید.



شکل ۲۵-۳۲ پرسش ۹

۱۰- شکل ۲۵-۳۳، بزرگی میدان مغناطیسی داخل و خارج چهار سیم (a, b, c, d)، هر یک حامل جریانی که به طور یکنواخت در مقطع سیم توزیع شده‌اند را برحسب تابعی از فاصله شعاعی r نشان می‌دهد. این سیمها را به ترتیب بزرگی (الف) شعاع، (ب) بزرگی میدان مغناطیسی در سطح و (پ) مقدار جریان مرتب کنید. (ت) آیا بزرگی چگالی جریان در سیم a بزرگتر از چگالی جریان در سیم c است یا کوچکتر یا مساوی با آن است؟

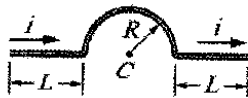


شکل ۲۵-۳۳ پرسش ۱۰

۱۱- شکل ۲۵-۳۴ چهار حلقه آمپری دایره‌ای (a, b, c, d) و مقطع چهار رسانای دایره‌ای دراز (ناحیه‌های سایه‌دار) هم مرکز را نشان می‌دهد. سه رسانا استوانه توخالی و رسانای مرکزی یک استوانه توپر است. جریان در این رساناها از کمترین شعاع

۷- دو سیم مستقیم دراز به فاصله 8.0 cm از یکدیگر به طور موازی قرار دارند. این دو سیم جریانهای مساوی را به گونه‌ای حمل می‌کنند که میدان مغناطیسی در نقطه وسط فاصله آنها $300\text{ }\mu\text{T}$ است. (الف) آیا جریانها در یک جهت‌اند یا مخالف یکدیگرند؟ (ب) جریان مورد نیاز چقدر است؟ SSM

۸- در شکل ۲۵-۳۹ سیمی نیم‌دایره‌ای به شعاع $R=9.25\text{ cm}$ و دو قسمت راست (شعاعی) هر یک به طول $L=13.1\text{ cm}$ نشان داده است. این سیم حامل جریان $i=34.8\text{ mA}$ است. (الف) بزرگی و (ب) جهت (به داخل یا خارج از صفحه) میدان مغناطیسی خالص را در مرکز نیم‌دایره به مرکز C پیدا کنید.



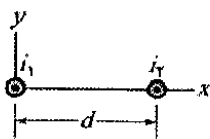
شکل ۲۵-۳۹ مسئله ۸

۹- در شکل ۲۵-۴۰، دو سیم مستقیم دراز بر صفحه کاغذ عمودند و فاصله آنها $d_1=0.75\text{ cm}$ است. سیم ۱ حامل جریان $6/5\text{ A}$ به داخل صفحه است. اگر میدان مغناطیسی خالص ناشی از دو جریان در نقطه P واقع در فاصله $d_2=1/50\text{ cm}$ از سیم ۲ صفر باشد (الف) بزرگی و (ب) جهت (به طرف داخل یا به طرف خارج صفحه) جریان در سیم ۲ را پیدا کنید.



شکل ۲۵-۴۰ مسئله ۹

۱۰- در شکل ۲۵-۴۱، دو سیم مستقیم دراز به فاصله $d=16.0\text{ cm}$ از یکدیگر حامل جریانهای $i_1=3/9\text{ mA}$ و $i_2=3/50\text{ mA}$ به طرف خارج صفحه‌اند. (الف) در چه نقطه‌ای روی محور x میدان مغناطیسی خالص ناشی از جریانها صفر است؟ (ب) اگر دو جریان دو برابر شوند، آیا نقطه صفر میدان مغناطیسی به طرف سیم ۱ جابه‌جا می‌شود یا به طرف سیم ۲، یا بدون تغییر می‌ماند؟

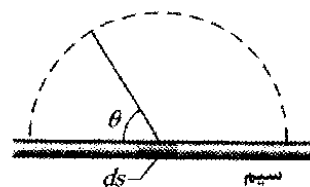


شکل ۲۵-۴۱ مسئله ۱۰

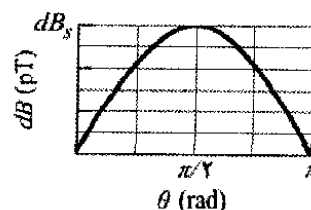
۱۱- در شکل ۲۵-۴۲، جریان $i=10\text{ A}$ در رسانای دراز سنجاق موی سر که با خم کردن آن به صورت نیم‌دایره‌ای به شعاع $R=5.0\text{ mm}$ درآمد، برقرار است. نقطه b در میان بخشهای مستقیم قرار دارد و از نیم‌دایره چنان دور است که هر بخش مستقیم را می‌توان تقریباً یک سیم به طول بینهایت در نظر

محل قطب‌نما چقدر است؟ (ب) آیا این میدان به طور جدی روی جهت‌گیری قطب‌نما اثر می‌گذارد؟ مؤلفه افقی میدان مغناطیسی زمین در این محل $20\text{ }\mu\text{T}$ است.

۴- شکل ۲۵-۳۶ الف عنصری به طول $d_s=1/50\text{ }\mu\text{m}$ را در یک سیم مستقیم خیلی دراز و حامل جریان نشان می‌دهد. جریان در این عنصر میدان مغناطیسی دیفرانسیلی $d\vec{B}$ را در نقطه‌های فضای اطراف برقرار می‌کند. شکل ۲۵-۳۶ ب بزرگی $d\vec{B}$ میدان را در نقطه‌هایی به فاصله $2/5\text{ cm}$ از این عنصر، برحسب تابعی از زاویه میان سیم و خط مستقیم متصل به آن نقطه نشان می‌دهد. مقیاس محور قائم با $dB_s=600\text{ pT}$ مشخص شده است. بزرگی میدان مغناطیسی برقرار شده توسط کل سیم در فاصله عمودی $2/5\text{ cm}$ از سیم چقدر است؟



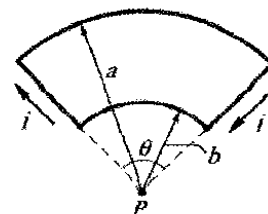
(الف)



(ب)

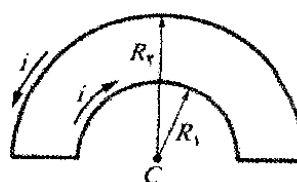
شکل ۲۵-۳۶ مسئله ۴

۵- در شکل ۲۵-۳۷ شعاعهای دو کمان دایره‌ای عبارت‌اند از $a=13/5\text{ cm}$ و $b=10/7\text{ cm}$. زاویه تحت پوشش دو کمان $74/0^\circ$ است و آنها حامل جریان $i=0/411\text{ A}$ هستند. مرکز مشترک آنها نقطه P است. (الف) بزرگی و (ب) جهت (به داخل یا خارج) میدان مغناطیسی خالص در نقطه P را پیدا کنید.



شکل ۲۵-۳۷ مسئله ۵

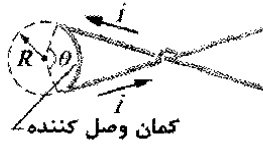
۶- در شکل ۲۵-۳۸ شعاع دو کمان نیم‌دایره‌ای عبارت‌اند از $R_1=3/15\text{ cm}$ و $R_2=7/8\text{ cm}$. این دو نیم‌دایره در نقطه C



شکل ۲۵-۳۸ مسئله ۶

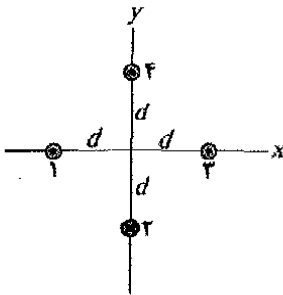
هم مرکزند و در آنها جریان $i=0/281\text{ A}$ برقرار است. (الف) بزرگی و (ب) جهت (به داخل یا خارج صفحه) میدان مغناطیسی خالص در نقطه C را پیدا کنید.

۱۵۰۰- سیمی با جریان $i = 3.0 \text{ A}$ در شکل ۲۵-۴۶ نشان داده شده است. دو بخش مستقیم نیم بینهایت، هر دو مماس بر یک دایره، با یک کمان دایره‌ای که زاویه مرکزی آن θ است به هم متصل‌اند. کمان وصل‌کننده و دو بخش مستقیم همگی در یک صفحه قرار دارند. اگر $B = 0$ باشد، θ چقدر است؟ SSM



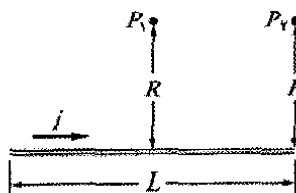
شکل ۲۵-۴۶ مسئله ۱۵

۱۶۰۰- شکل ۲۵-۴۷ مقطع چهار سیم نازک موازی، مستقیم و خیلی دراز را نشان می‌دهد. این سیمها حامل جریانهای یکسان در جهتهای نشان داده شده‌اند. در آغاز همه چهار سیم در فاصله $d = 15.0 \text{ cm}$ از مبدا مختصات قرار دارند که در آنجا میدان مغناطیسی خالص $\vec{B}$ را ایجاد کرده‌اند. (الف) تا چه مقدار x سیم ۱ را باید حرکت داد تا $\vec{B}$ به اندازه 30° پاد ساعتگرد بچرخد؟ (ب) وقتی سیم ۱ در وضعیت جدید قرار گرفت، تا چه مقدار x باید سیم ۳ را در امتداد محور x حرکت داد تا $\vec{B}$ به اندازه 30° بچرخد و به وضعیت اولیه برگردد؟



شکل ۲۵-۴۷ مسئله ۱۶

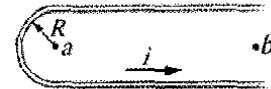
۱۷۰۰- در شکل ۲۵-۴۸، نقطه P_1 در فاصله $R = 13.1 \text{ cm}$ روی عمود منصف سیم مستقیمی به طول $L = 18.0 \text{ cm}$ که حامل جریان $i = 58.2 \text{ mA}$ است قرار دارد. (توجه کنید که سیم دراز نیست.) بزرگی میدان مغناطیسی ناشی از i در P_1 چقدر است؟ WWW SSM



شکل ۲۵-۴۸ مسئله‌های ۱۷ و ۲۱

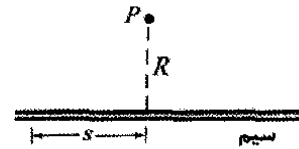
۱۸۰۰- معادله ۲۵-۴ بزرگی B میدان مغناطیسی برقرار شده توسط جریانی در یک سیم مستقیم بینهایت دراز را در نقطه P در فاصله عمودی R از سیم به دست می‌دهد. فرض کنید که نقطه P در واقع در فاصله عمودی R از نقطه وسط سیمی به طول L متناهی قرار دارد. با استفاده از معادله ۲۵-۴، B را

گرفت. (الف) بزرگی و (ب) جهت (به طرف داخل یا به طرف خارج صفحه) $\vec{B}$ در a و (پ) بزرگی و (ت) جهت $\vec{B}$ در b را پیدا کنید.



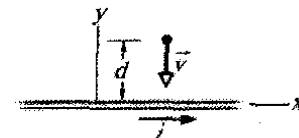
شکل ۲۵-۴۲ مسئله ۱۱

۱۲۰۰- در شکل ۲۵-۴۳، نقطه P در فاصله عمودی $R = 2.00 \text{ cm}$ از یک سیم مستقیم دراز و حامل جریان قرار دارد. میدان مغناطیسی $\vec{B}$ برقرار شده در نقطه P ناشی از همه عنصرهای جریان-طول یکسان $i d\vec{s}$ در طول سیم است. فاصله عنصری که (الف) بیشترین سهم را در میدان $\vec{B}$ و (ب) 10% درصد از بیشترین سهم را دارد چقدر است؟



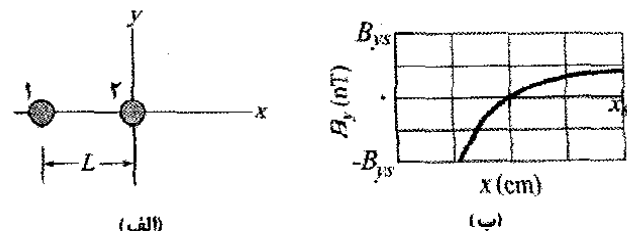
شکل ۲۵-۴۳ مسئله ۱۲

۱۳۰۰- شکل ۲۵-۴۴ پروتون متحرکی را با سرعت $\vec{v} = (-2.0 \text{ m/s})\hat{j}$ نشان می‌دهد که به طرف سیم مستقیم درازی که حامل جریان $i = 35.0 \text{ mA}$ است حرکت می‌کند. در لحظه نشان داده شده، فاصله پروتون از سیم $d = 2.89 \text{ cm}$ است. نیروی مغناطیسی وارد بر پروتون ناشی از جریان را بر حسب بردار یکه پیدا کنید. ILW

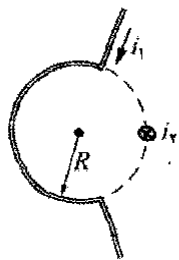


شکل ۲۵-۴۴ مسئله ۱۳

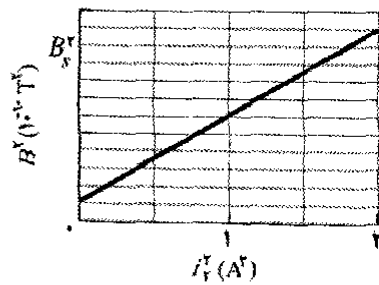
۱۴۰۰- شکل ۲۵-۴۵ الف مقطع دو سیم موازی مستقیم به فاصله L را که حامل جریان است نشان می‌دهد. نسبت i_1/i_2 جریانهها برابر با $4/50$ است؛ جهت جریانهها نشان داده نشده است. شکل ۲۵-۴۲ ب مؤلفه B_y میدان مغناطیسی خالص آنها را در امتداد محور x به طرف راست سیم ۲ نشان می‌دهد. مقیاس محور قائم با $B_{yx} = 4.0 \text{ nT}$ و مقیاس محور افقی با $x_0 = 20.0 \text{ cm}$ مشخص شده است. (الف) در چه مقدار $x > 0$ مؤلفه B_y بیشینه است؟ (ب) اگر $i_2 = 3 \text{ mA}$ باشد، مقدار این بیشینه چقدر است؟ جهت (به طرف داخل یا به طرف خارج صفحه) (پ) i_1 و (ت) i_2 چگونه است؟



شکل ۲۵-۴۵ مسئله ۱۴



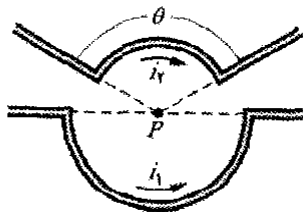
(الف)



(ب)

شکل ۲۵-۵۱ مسئله ۲۲

۲۳- شکل ۲۵-۵۲ دو قطعه جریان را نشان می‌دهد. قطعه پایینی حامل جریان $i_1 = 0.40 \text{ A}$ و شامل کمان دایره‌ای با شعاع 5.0 cm و زاویه 180° و نقطه مرکزی P است. قطعه بالایی حامل جریان $i_2 = 2i_1$ و شامل کمان دایره‌ای به شعاع 4.0 cm ، زاویه 120° و همان مرکز P است. (الف) بزرگی و (ب) جهت میدان مغناطیسی خالص $\vec{B}$ را برای جهتهای نشان داده شده جریان پیدا کنید. (پ) بزرگی و (ت) جهت $\vec{B}$ در صورت معکوس شدن جهت جریان را پیدا کنید.



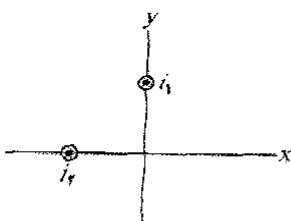
شکل ۲۵-۵۲ مسئله ۲۳

۲۴- جریانی در یک حلقه سیم شامل نیم‌دایره‌ای به شعاع 40.00 cm و نیم‌دایره‌ای کوچکتر و هم مرکز و دو سیم مستقیم شعاعی که همگی در یک صفحه قرار دارند برقرار است. شکل ۲۵-۵۳ الف این آرایش را نشان می‌دهد که در مقیاس نیست. بزرگی میدان مغناطیسی ایجاد شده در مرکز انحنای $47/25 \mu\text{T}$ است. سپس نیم‌دایره کوچک به طرف دیگر برگردانده (چرخانده) می‌شود تا دوباره مجموعه در یک صفحه قرار گیرد، (شکل ۲۵-۵۳ ب). میدان مغناطیسی ایجاد شده در (همان) مرکز انحنای اکنون دارای بزرگی $15/75 \mu\text{T}$ است ولی جهت آن معکوس شده است. شعاع دایره کوچکتر چقدر است؟



شکل ۲۵-۵۳ مسئله ۲۴

۲۵- در شکل ۲۵-۵۴، دو سیم مستقیم دراز (نشان داده شده با مقطع) حامل جریانهای $i_1 = 30.0 \text{ mA}$ و $i_2 = 40.0 \text{ mA}$ به طرف بیرون صفحه هستند. فاصله آنها از مبدأ یکسان است و یک میدان مغناطیسی $\vec{B}$ برقرار کرده‌اند. جریان i_1 تا چه مقدار باید تغییر کند تا $\vec{B}$ را به اندازه 20.0° ساعتگرد بچرخاند؟

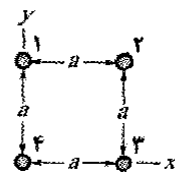


شکل ۲۵-۵۴ مسئله ۲۵

محاسبه و سپس خطای آن را برحسب درصد بیان کنید. اگر خطای نسبی کمتر از $1/100$ درصد باشد، نسبت L/R چقدر تغییر می‌کند؟ یعنی چه مقدار L/R جواب زیر را به دست می‌دهد

$$\frac{(B \text{ واقعی}) - (B \text{ از معادله } 25-4)}{(B \text{ واقعی})} \times 100 = 1/100$$

۱۹۰۰- در شکل ۲۵-۴۹ چهار سیم مستقیم دراز بر صفحه شکل عمودند و مقطع آنها مربعی به ضلع $a = 2.0 \text{ cm}$ می‌سازد. جریان در سیمهای ۱ و ۴ به طرف بیرون صفحه و در سیمهای ۲ و ۳ به طرف داخل صفحه‌اند و جریان در هر سیم 20 A است. میدان مغناطیسی خالص در مرکز مربع را برحسب بردار پیکه پیدا کنید. SSM



شکل ۲۵-۴۹ مسئله‌های ۱۹، ۳۶ و ۳۹

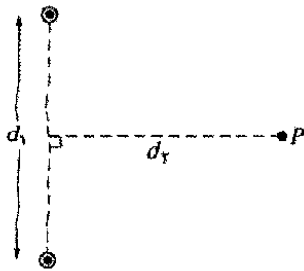
۲۰۰۰- در شکل ۲۵-۵۰، دو حلقه سیمی دایره‌ای هم مرکز حامل جریان در یک جهت‌اند و در یک صفحه قرار دارند. شعاع حلقه ۱ برابر $1/50 \text{ cm}$ و جریان آن $4/00 \text{ mA}$ است. شعاع حلقه ۲ برابر $2/50 \text{ cm}$ و حامل جریان $6/00 \text{ mA}$ است. حلقه ۲ را حول قطری می‌چرخانیم و در همان حال میدان مغناطیسی خالص $\vec{B}$ برقرار شده توسط دو حلقه را در مرکز مشترک آنها اندازه می‌گیریم. برای اینکه بزرگی میدان خالص 100 nT باشد، حلقه ۲ چقدر باید بچرخد؟



شکل ۲۵-۵۰ مسئله ۲۰

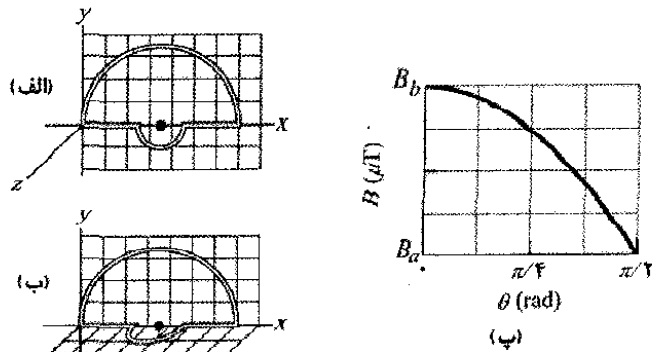
۲۱۰۰- در شکل ۲۵-۴۸، نقطه P در فاصله عمودی $L = 12/6 \text{ cm}$ از یک انتهای سیم مستقیم به طول $R = 25/1 \text{ cm}$ و حامل جریان $i = 0.693 \text{ A}$ قرار دارد. (توجه کنید که سیم دراز نیست). بزرگی میدان مغناطیسی در P چقدر است؟ SSM

۲۲۰۰- در شکل ۲۵-۵۱ الف، سیم ۱ شامل یک کمان دایره‌ای و دو طول شعاعی است؛ این سیم حامل جریان $i_1 = 0.50 \text{ A}$ در جهت مشخص شده است. سیم ۲ که مقطع آن نشان داده شده سیم دراز مستقیمی عمود بر صفحه شکل است. فاصله این سیم از مرکز کمان برابر با شعاع R کمان، و حامل جریان i_2 است که می‌تواند تغییر کند. این دو جریان یک میدان مغناطیسی خالص $\vec{B}$ در مرکز کمان ایجاد می‌کنند. شکل ۲۵-۷۰ ب مربع بزرگی میدان B^2 را بر حسب مربع جریان i_2 به دست می‌دهد. مقیاس محور قائم با $B_s^2 = 10.0 \times 10^{-10} \text{ T}^2$ مشخص شده است. زاویه θ مقابل به کمان چقدر است؟



شکل ۲۵-۵۷ مسئله ۲۹

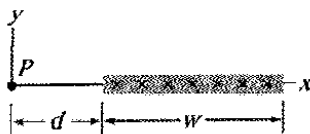
●●●۳۰- همه حلقه سیم حامل جریان در شکل ۲۵-۵۸ الف در یک صفحه قرار دارد و از یک نیمدایره به شعاع $10/0 \text{ cm}$ یک نیمدایره کوچکتر به همان مرکز و دو طول شعاعی تشکیل شده است. نیمدایره کوچکتر به اندازه زاویه θ حول صفحه می‌چرخد تا بر آن عمود شود (شکل ۲۵-۵۸ ب). شکل ۲۵-۵۸ ب بزرگی میدان مغناطیسی خالص را در مرکز انحنا برحسب زاویه θ به دست می‌دهد. مقیاس محور قائم با $B_a = 10/0 \mu\text{T}$ و $B_b = 12/0 \mu\text{T}$ مشخص شده است. شعاع دایره کوچکتر چقدر است؟



شکل ۲۵-۵۸ مسئله ۳۰

●●●۳۱- شکل ۲۵-۵۹ مقطع نوار باریک درازی به عرض $w = 4/91 \text{ cm}$ را نشان می‌دهد که حامل توزیع جریان یکنواخت $i = 4/61 \mu\text{A}$ به طرف داخل صفحه است. در فاصله $d = 2/16 \text{ cm}$ از لبه نوار در نقطه P در صفحه آن میدان مغناطیسی $\vec{B}$ برحسب بردار یکه چقدر است؟ (راهنمایی: نوار را به صورت سیمهای موازی، باریک و درازی زیادی در نظر بگیرید.)

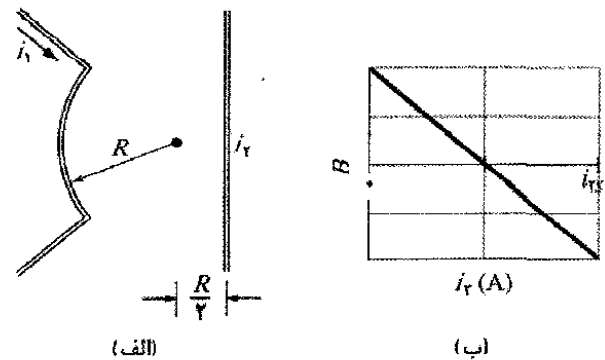
ILW SSM



شکل ۲۵-۵۹ مسئله ۳۱

●●●۳۲- شکل ۲۵-۶۰ مقطع دو سیم مستقیم دراز را نشان می‌دهد که روی استوانه پلاستیکی به شعاع $20/0 \text{ cm}$ نگهداشته شده‌اند. سیم ۱ حامل جریان $i_1 = 60/0 \text{ mA}$ به طرف بیرون صفحه است و در جای خود در سمت چپ استوانه قرار دارد. سیم ۲ حامل جریان $i_2 = 40/0 \text{ mA}$ به طرف بیرون صفحه است و می‌تواند در اطراف استوانه حرکت کند. در چه زاویه θ

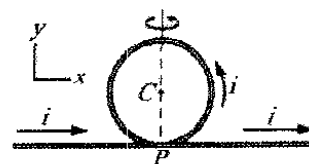
●●۲۶- شکل ۲۵-۵۵ الف دو سیم حامل جریان را نشان می‌دهد. سیم ۱ شامل یک کمان دایره‌ای به شعاع R و دو طول شعاعی است؛ سیم حامل جریان در جهت نشان داده شده و برابر با $i_1 = 2/0 \text{ A}$ است. سیم ۲ مستقیم و دراز است و جریان i_2 که می‌تواند تغییر کند در آن برقرار است و در فاصله $R/2$ از مرکز کمان قرار دارد. میدان مغناطیسی $\vec{B}$ خالص ناشی از این دو جریان در مرکز انحنا کمان اندازه‌گیری می‌شود. شکل ۲۵-۵۵ ب نمودار مؤلفه $\vec{B}$ را در جهت عمود بر شکل برحسب تابعی از جریان i_2 نشان می‌دهد. مقیاس محور افقی با $i_{rs} = 1/0 \text{ A}$ مشخص شده است. زاویه دربرگرفته شده توسط کمان چقدر است؟



شکل ۲۵-۵۵ مسئله ۲۶

●۲۷- یک سیم دراز در امتداد محور x قرار دارد و حامل جریان 30 A در جهت مثبت x است. سیم دراز دیگری که عمود بر صفحه xy است از نقطه $(0, 4/0 \text{ m}, 0)$ عبور می‌کند و حامل جریان 40 A در جهت مثبت z است. بزرگی میدان مغناطیسی حاصل در نقطه $(0, 2/0 \text{ m}, 0)$ چقدر است؟

●۲۸- در شکل ۲۵-۵۶ بخشی از یک سیم عایق‌بندی شده دراز که حامل جریان $i = 5/75 \text{ mA}$ است به صورت دایره‌ای به شعاع $R = 1/89 \text{ cm}$ درآمده است. اگر بخش دایره‌ای (الف) در صفحه کاغذ به صورت نشان داده شده قرار داشته باشد و (ب) پس از چرخش 90° پاد ساعتگرد به صورت مشخص شده عمود بر صفحه کاغذ قرار گیرد، میدان مغناطیسی را در مرکز انحنا C بر حسب بردار یکه پیدا کنید؟



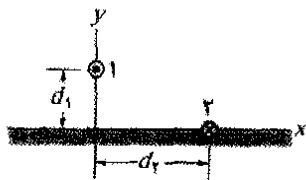
شکل ۲۵-۵۶ مسئله ۲۸

●۲۹- شکل ۲۵-۵۷، دو سیم مستقیم خیلی دراز (نشان داده شده با مقطع) هر یک حامل جریان $4/00 \text{ A}$ به طرف بیرون را نشان می‌دهد. فاصله $d_1 = 6/00 \text{ m}$ و $d_2 = 4/00 \text{ m}$ است. بزرگی میدان مغناطیسی در نقطه P، که روی عمود منصف سیمها قرار دارد، چقدر است؟

تابعی از θ_1 اندازه‌گیری می‌شود. شکل ۲۵-۶۲ ب مؤلفه x این میدان یعنی B_x (مقیاس محور قائم با $B_{xs} = 6/0 \mu T$ مشخص شده است) و شکل ۲۵-۶۲ ب مؤلفه y این میدان یعنی B_y را (مقیاس محور قائم با $B_{ys} = 4/0 \mu T$ مشخص شده است) برحسب تابعی از θ_1 نشان می‌دهند. (الف) سیم ۲ در چه زاویه θ_1 واقع شده است؟ (ب) اندازه و (پ) جهت (به طرف داخل یا به طرف خارج صفحه) جریان در سیم ۱ و (ت) اندازه و (ث) جهت جریان در سیم ۲ را پیدا کنید.

بخش ۲۵-۳ نیروی میان دو جریان موازی

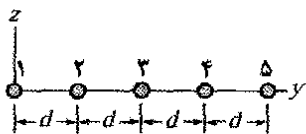
۳۵۰- شکل ۲۵-۶۳ مقطع سیم ۱ را نشان می‌دهد؛ سیم دراز و مستقیم است و جریان $4/00 \text{ mA}$ به طرف خارج صفحه از آن می‌گذرد که در فاصله $d_1 = 2/40 \text{ cm}$ از سطح قرار دارد. سیم ۲ که موازی با سیم ۱ و هم‌چنین دراز است، در فاصله افقی $d_2 = 5/00 \text{ cm}$ از سیم ۱ قرار دارد و حامل جریان $6/80 \text{ mA}$ به طرف داخل صفحه است. مؤلفه x نیروی مغناطیسی بر یکای طول سیم ۲ ناشی از سیم ۱ چقدر است؟ SSM



شکل ۲۵-۶۳ مسئله ۳۵۰

۳۶۰۰- در شکل ۲۵-۴۹، چهار سیم مستقیم دراز بر صفحه عمودند و مقاطع آنها مربعی به ضلع $a = 8/50 \text{ cm}$ را تشکیل می‌دهند. هر سیم حامل جریان $15/0 \text{ A}$ است و جریانها به طرف خارج صفحه‌اند. نیروی مغناطیسی خالص وارد بر یک متر از طول سیم ۱ را که بر سیم ۱ وارد می‌شود، برحسب بردار بیکه پیدا کنید.

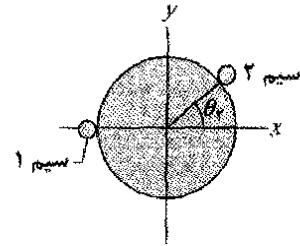
۳۷۰۰- در شکل ۲۵-۶۴، پنج سیم موازی دراز در صفحه xy و به فاصله $d = 50/0 \text{ cm}$ از یکدیگر قرار دارند. جریانها به طرف داخل صفحه‌اند و عبارت‌اند از $i_1 = 2/00 \text{ A}$ ، $i_2 = 0/250 \text{ A}$ ، $i_3 = 4/00 \text{ A}$ و $i_4 = 2/00 \text{ A}$. جریان به طرف خارج صفحه $i_5 = 4/00 \text{ A}$ است. بزرگی نیروی خالص بر یکای طول وارد بر سیم ۳ ناشی از جریانهای دیگر چقدر است؟ SSM



شکل ۲۵-۶۴ مسئله‌های ۳۷ و ۳۸

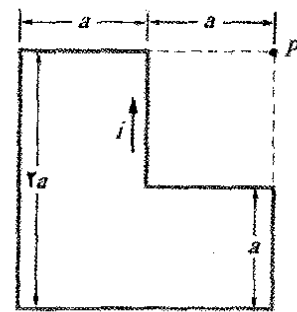
۳۸۰۰- در شکل ۲۵-۶۴، پنج سیم موازی دراز در صفحه xy به فاصله $d = 8/00 \text{ cm}$ از یکدیگر قرار دارند. طول سیمها $10/0 \text{ m}$ است و حامل جریانهای یکسان $3/00 \text{ A}$ به طرف خارج صفحه‌اند. به هر سیم نیروی مغناطیسی ناشی از سیمهای دیگر اثر می‌کند. نیروی مغناطیسی خالص وارد بر (الف) سیم ۱،

(مثبتی) سیم ۲ باید قرار گیرد تا در مبدأ، میدان مغناطیسی ناشی از دو جریان دارای بزرگی $80/0 \text{ nT}$ باشد؟



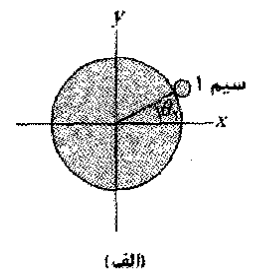
شکل ۲۵-۶۰ مسئله ۳۲

۳۳۰۰۰- در شکل ۲۵-۶۱، طول a برابر با $4/7 \text{ cm}$ و جریان i برابر با 13 A است. (الف) بزرگی و (ب) جهت (به طرف داخل صفحه یا به طرف خارج آن) میدان مغناطیسی در نقطه P را پیدا کنید.

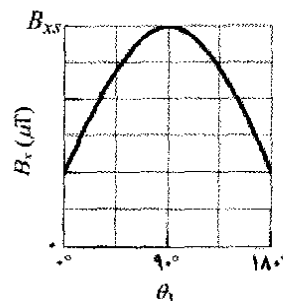


شکل ۲۵-۶۱ مسئله ۳۳

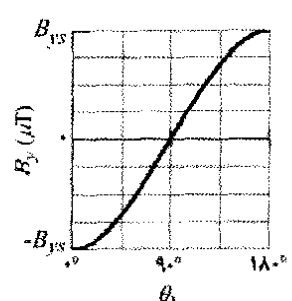
۳۴- دو سیم دراز مستقیم و باریک با جریان، در برابر یک استوانه پلاستیکی با طول مساوی و در شعاع $R = 20/0 \text{ cm}$ از محور مرکزی استوانه قرار دارند. شکل ۲۵-۶۲ الف مقطع استوانه و سیم ۱ را نشان می‌دهد ولی سیم ۲ نشان داده نشده است. وقتی سیم ۲ در جای خود ثابت است، سیم ۱ از زاویه $\theta_1 = 0^\circ$ تا زاویه $\theta_1 = 180^\circ$ در ربع اول دوم دستگاه مختصات xy دور استوانه حرکت می‌کند. میدان مغناطیسی خالص $\vec{B}$ در مرکز استوانه برحسب



(الف)



(ب)

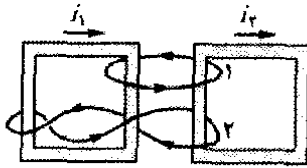


(پ)

شکل ۲۵-۶۲ مسئله ۳۴

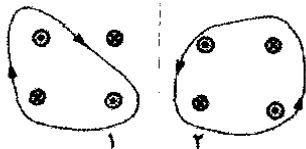
بخش ۲۵-۴ قانون آمپر

۴۲• شکل ۶۷-۲۵ دو مسیر بسته پیچیده شده به دور دو حلقه رسانا حامل جریانهای $i_1 = 5/0 \text{ A}$ و $i_2 = 3/0 \text{ A}$ را نشان می‌دهد. مقدار انتگرال $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s}$ در (الف) مسیر ۱ و (ب) مسیر ۲ چقدر است؟



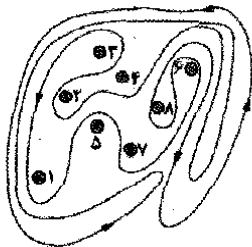
شکل ۶۷-۲۵ مسئله ۴۲

۴۳• از هر یک از هشت رسانای شکل ۶۸-۲۵ جریان $2/0 \text{ A}$ به طرف داخل یا به طرف خارج صفحه می‌گذرد. دو مسیر برای انتگرال خطی $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s}$ نشان داده شده است. مقدار این انتگرال در (الف) مسیر ۱ و (ب) مسیر ۲ چقدر است؟ SSM



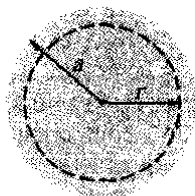
شکل ۶۸-۲۵ مسئله ۴۳

۴۴• در شکل ۶۹-۲۵ هشت سیم در نقطه‌های نشان داده شده به طور عمودی از صفحه عبور کرده‌اند. سیم با عدد k ($k = 1, 2, \dots, 8$) حامل جریان ki است که $ki = 4/50 \text{ mA}$. در مورد سیمهای با k فرد، جریان به طرف خارج صفحه و در مورد k زوج جریان به طرف داخل صفحه است. $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s}$ را در طول مسیر بسته در جهت نشان داده شده محاسبه کنید.



شکل ۶۹-۲۵ مسئله ۴۴

۴۵• شکل ۷۰-۲۵ مقطع قطری یک استوانه رسانای دراز به شعاع $a = 2/00 \text{ cm}$ را که حامل جریان یکنواخت 170 A است نشان می‌دهد. بزرگی میدان مغناطیسی جریان در فاصله شعاعی (الف) ۰، (ب) $1/00 \text{ cm}$ ، (پ) $2/00 \text{ cm}$ (سطح سیم) و (ت) $4/00 \text{ cm}$ چقدر است؟

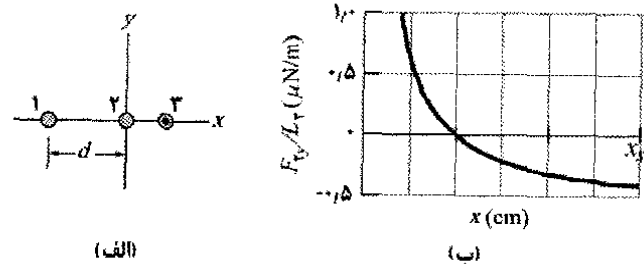


شکل ۷۰-۲۵ مسئله ۴۵

(ب) سیم ۲، (پ) سیم ۳، (ت) سیم ۴ و (ث) سیم ۵ را برحسب بردار یکه پیدا کنید.

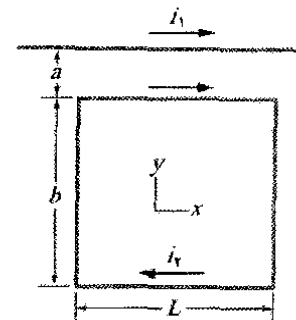
۳۹• در شکل ۴۹-۲۵، چهار سیم مستقیم دراز بر صفحه عمودند و مقاطع آنها مربعی به ضلع $a = 13/5 \text{ cm}$ را تشکیل می‌دهند. هر سیم حامل جریان $7/50 \text{ A}$ است و جریانها در سیمهای ۱ و ۴ به طرف داخل صفحه و در سیمهای ۲ و ۳ به طرف خارج صفحه‌اند. نیروی مغناطیسی خالص وارد بر هر متر از طول سیم ۴ را برحسب بردار یکه پیدا کنید.

۴۰• شکل ۶۵-۲۵، مقطع سه سیم حامل جریان دراز، مستقیم و موازی با یکدیگر را نشان می‌دهد. سیمهای ۱ و ۲ روی محور x و به فاصله d از یکدیگر قرار دارند. سیم ۱ حامل جریان $7/50 \text{ A}$ است ولی جهت جریان در آن معلوم نیست. سیم ۳ با جریان $5/250 \text{ A}$ به طرف بیرون صفحه است و می‌تواند در امتداد محور x به سمت راست سیم ۲ حرکت کند. وقتی سیم ۳ حرکت کند، بزرگی نیروی مغناطیسی خالص $\vec{F}_y$ وارد بر سیم ۲ ناشی از جریانهای سیمهای ۱ و ۳ تغییر می‌کند. مؤلفه y این نیرو F_{2y} و مقدار آن به ازای یکای طول سیم ۲ برابر F_{2y}/L_y است. شکل ۶۵-۲۵، مقدار F_{2y}/L_y را برحسب مکان x سیم ۳ به دست می‌دهد. نمودار وقتی که $x \rightarrow \infty$ میل کند مجانبی به صورت $F_{2y}/L_y = -0/627 \mu\text{N/m}$ دارد. مقیاس محور افقی با $x_0 = 12/0 \text{ cm}$ مشخص شده است. (الف) اندازه و (ب) جهت (به طرف داخل یا به طرف خارج صفحه) جریان در سیم ۲ را پیدا کنید.



شکل ۶۵-۲۵ مسئله ۴۰

۴۱• در شکل ۶۶-۲۵، سیم دراز مستقیمی حامل جریان $i_1 = 30/0 \text{ A}$ و حلقه مستطیل شکل حامل جریان $i_2 = 20/0 \text{ A}$ است. فرض کنید $a = 1/00 \text{ cm}$ ، $b = 8/00 \text{ cm}$ و $L = 30/0 \text{ cm}$. نیروی خالص وارد بر حلقه ناشی از i_1 برحسب بردار یکه را پیدا کنید. ILW



شکل ۶۶-۲۵ مسئله ۴۱

۵۲۰- سیم‌لوله‌ای به طول 95.0 cm و شعاع 2.00 cm دارای 1200 دور و حامل جریان 3.60 A است. بزرگی میدان مغناطیسی را داخل سیم‌لوله محاسبه کنید.

۵۳۰۰- سیم‌لوله‌ی درازی با 10.0 cm دور و شعاع 7.00 cm حامل جریان 20.0 mA است. در رسانای مستقیمی واقع در امتداد محور مرکزی سیم‌لوله جریان 6.00 A برقرار است. (الف) در چه فاصله شعاعی از محور جهت میدان مغناطیسی ایجاد شده در 45.0° نسبت به جهت محوری خواهد بود؟ (ب) بزرگی میدان مغناطیسی در آنجا چقدر است؟

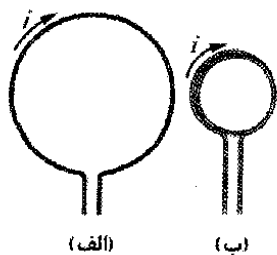
WWW ILW SSM

۵۴۰۰- الکترونی به طرف یک انتهای سیم‌لوله‌ای پرتاب می‌شود. وقتی که الکترون وارد میدان مغناطیسی یکنواخت داخل سیم‌لوله می‌شود، دارای تندی 800 m/s است و بردار سرعت آن با محور مرکزی سیم‌لوله زاویه 30° می‌سازد. تعداد دورهای سیم‌لوله در طول آن 8000 و حامل جریان 4.0 A است. الکترون داخل سیم‌لوله تا زمان خارج شدن از انتهای مقابل، در طول مسیر مارپیچی چند دور می‌چرخد؟ (در یک سیم‌لوله واقعی، که میدان در دو انتها یکنواخت نیست، تعداد دورها اندکی کمتر از پاسخی است که در اینجا به دست می‌آید.)

۵۵۰۰- سیم‌لوله‌ی درازی با 100 cm دور حامل جریان i است. الکترونی در داخل سیم‌لوله در دایره‌ای به شعاع $2/30\text{ cm}$ عمود بر محور سیم‌لوله حرکت می‌کند. تندی الکترون $0.460c$ (تندی نور c) است. جریان i در سیم‌لوله را به دست آورید.

بخش ۲۵-۶ پیچه حامل جریان به عنوان دو قطبی مغناطیسی

۵۶۰- شکل ۲۵-۷۲ الف طولی از یک سیم حامل جریان i را نشان می‌دهد که به صورت پیچه دایره‌ای با یک دور درآمده است. در شکل ۲۵-۷۲ ب همان طول از سیم به صورت پیچه‌ای با دو دور و نصف شعاع اولیه خم شده است. (الف) اگر B_a و B_b بزرگیهای میدانهای مغناطیسی در مرکز دو پیچه باشند، نسبت B_b/B_a چقدر است؟ (ب) نسبت بزرگیهای گشتاور دو قطبی پیچه‌ها μ_b/μ_a چقدر است؟



شکل ۲۵-۷۲ مسئله ۵۶

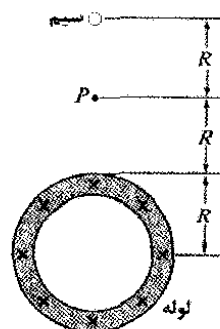
۵۷۰- بزرگی گشتاور دو قطبی مغناطیسی $\vec{\mu}$ در سیم‌لوله مسئله ۴۹ چقدر است؟ SSM

۵۸۰- شکل ۲۵-۷۳ آرایشی به نام پیچه هلمهولتز^۱ را نشان می‌دهد. این وسیله شامل دو پیچه دایره‌ای هم محور هر یک

۴۶- در یک ناحیه خاص چگالی جریان یکنواخت 15 A/m^2 و در جهت مثبت z وجود دارد. وقتی انتگرال خطی در طول سه قطعه خط مستقیم از مختصات (x,y,z) برابر با $(4d,0,0)$ تا $(4d,3d,0)$ ، تا $(0,0,0)$ و تا $(4d,0,0)$ محاسبه شود مقدار $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s}$ چقدر است؟ $d = 20\text{ cm}$ است.

۴۷۰۰- چگالی جریان $\vec{J}$ داخل یک سیم استوانه‌ای توپر دراز به شعاع $a = 3.1\text{ mm}$ در جهت محور مرکزی است و مقدار آن به طور خطی با فاصله شعاعی r از محور مطابق با $J = J_0 r/a$ تغییر می‌کند، که در آن $J_0 = 310\text{ A/m}^2$ است. بزرگی میدان مغناطیسی را در (الف) $r = 0$ و (ب) $r = a/2$ و (پ) $r = a$ به دست آورید. ILW

۴۸۰۰- در شکل ۲۵-۷۱ یک لوله دایره‌ای دراز با شعاع خارجی $R = 2.6\text{ cm}$ حامل جریان (توزیع شده به طور یکنواخت) $i = 8.00\text{ mA}$ به طرف داخل صفحه است. سیمی در فاصله $3.00R$ از مرکز تا مرکز موازی با لوله قرار دارد. (الف) بزرگی و (ب) جهت (به طرف داخل یا به طرف خارج صفحه) جریان در سیم را پیدا کنید به طوری که مقدار میدان مغناطیسی خالص در نقطه P دارای همان مقدار میدان مغناطیسی خالص در مرکز لوله ولی در جهت مخالف باشد.



شکل ۲۵-۷۱ مسئله ۴۸

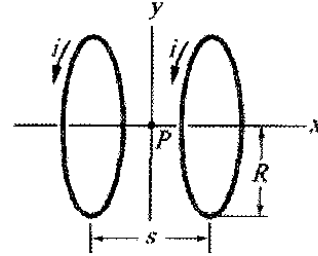
بخش ۲۵-۵ سیم‌لوله و چنبره

۴۹۰- سیم‌لوله‌ای با 200 دور به طول 25 cm و قطر 10 cm حامل جریان 0.29 A است. بزرگی میدان مغناطیسی $\vec{B}$ را داخل سیم‌لوله محاسبه کنید.

۵۰۰- سیم‌لوله‌ای به طول $1/30\text{ m}$ و قطر $2/60\text{ cm}$ حامل جریان 180 A است. میدان مغناطیسی داخل سیم‌لوله 230 mT است. طول سیمی را که سیم‌لوله از آن ساخته شده است به دست آورید.

۵۱۰- طول ضلع مقطع مربعی شکل یک چنبره 5.00 cm و شعاع داخلی آن 15.0 cm و با 500 دور حامل جریان 0.800 A است. (این سیم‌لوله مربعی شکل، به جای سیم‌لوله گرد در شکل ۲۵-۱۷، به شکل دونات درآمده است). میدان مغناطیسی داخل چنبره در (الف) فاصله شعاع داخلی و (ب) در فاصله شعاع خارجی، چقدر است؟

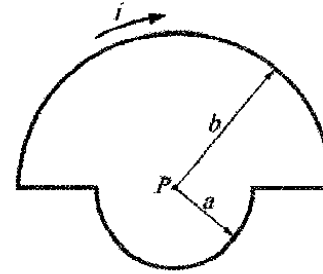
دارای ۲۰۰ دور و شعاع $R = 25/0 \text{ cm}$ است که به فاصله $S = R$ از هم قرار دارند. این دو پیچه حامل جریان مساوی $i = 12/2 \text{ mA}$ در یک جهت اند. بزرگی میدان مغناطیسی را در P ، وسط فاصله دو پیچه به دست آورید.



شکل ۲۵-۷۳ مسئله ۵۸ و ۸۶

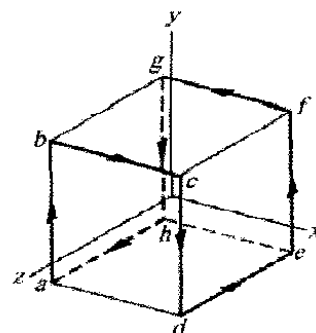
۵۹۰- دانشجویی با پیچیدن ۳۰۰ دور سیم به دور یک استوانه چوبی به قطر $d = 5/0 \text{ cm}$ یک آهنربای الکتریکی کوتاه ساخته است. این پیچه به یک باتری که $4/0 \text{ A}$ جریان در سیم ایجاد می کند بسته شده است. (الف) بزرگی گشتاور دو قطبی مغناطیسی این وسیله چقدر است؟ (ب) در چه فاصله محوری $d \gg z$ میدان مغناطیسی این دو قطبی $5/0 \mu\text{T}$ است (تقریباً یک دهم میدان مغناطیسی زمین)؟ SSM

۶۰۰- در شکل ۲۵-۷۴ جریان $i = 56/2 \text{ mA}$ در حلقه ای شامل دو طول شعاعی و دو نیمدایره به شعاعهای $a = 5/72 \text{ cm}$ و $b = 9/36 \text{ cm}$ با مرکز مشترک P برقرار شده است. (الف) بزرگی و (ب) جهت (به طرف داخل یا به طرف خارج صفحه) میدان مغناطیسی در P و (پ) بزرگی و (ت) جهت گشتاور دو قطبی مغناطیسی حلقه را پیدا کنید.



شکل ۲۵-۷۴ مسئله ۶۰

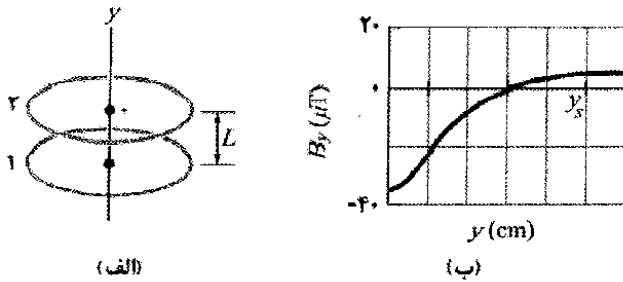
۶۱۰۰- در شکل ۲۵-۷۵ رسانایی حامل $6/0 \text{ A}$ در طول مسیر بسته $abcdefgha$ یعنی ۸ ضلع از ۱۲ ضلع مکعبی به ضلع 10 cm است. (الف) با در نظر گرفتن مسیر به صورت سه حلقه مربع $bcfgb$ ، $abgha$ و $cdefc$ ، گشتاور مغناطیسی خالص



مسیر را بر حسب بردار یک به دست آورید. (ب) بزرگی میدان مغناطیسی خالص در مختصات $(0, 5/0 \text{ m}, 0)$ چقدر است؟

شکل ۲۵-۷۵ مسئله ۶۱

۶۲۰۰- در شکل ۲۵-۷۶ الف، مرکزهای دو حلقه دایره ای با جریانه های مختلف و شعاع یکسان $4/0 \text{ cm}$ روی محور y قرار دارند. فاصله حلقه ها در آغاز $L = 3/0 \text{ cm}$ و حلقه ۲ در مبدا محور قرار دارد. جریانه های دو حلقه یک میدان مغناطیسی خالص با مؤلفه y برابر B_y در مبدأ ایجاد می کنند. می خواهیم این مؤلفه را وقتی حلقه ۲ بتدریج در جهت مثبت محور x حرکت می کند اندازه گیری کنیم. شکل ۲۵-۷۶ ب، B_y را بر حسب تابعی از مکان y حلقه ۲ به دست می دهد. وقتی $y \rightarrow \infty$ میل می کند، منحنی به مجانب $B_y = 7/20 \mu\text{T}$ نزدیک می شود. مقیاس محور افقی با $y_s = 10/0 \text{ cm}$ مشخص شده است. (الف) جریان i_1 در حلقه ۱ و (ب) جریان i_2 در حلقه ۲ چقدر است؟

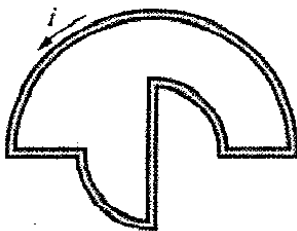


شکل ۲۵-۷۶ مسئله ۶۲

۶۳۰۰- یک حلقه دایره ای به شعاع 12 cm حامل جریان 15 A است. پیچه مسطحی به شعاع $0/82 \text{ cm}$ با 50 دور و جریان $1/3 \text{ A}$ هم مرکز با این حلقه است. صفحه حلقه بر صفحه پیچه عمود است. فرض کنید که میدان مغناطیسی حلقه در پیچه یکنواخت باشد. بزرگی (الف) میدان مغناطیسی ایجاد شده به وسیله حلقه در مرکز و (ب) گشتاور نیروی وارد بر پیچه ناشی از حلقه چقدر است؟ SSM

مسئله های اضافی

۶۴- شکل ۲۵-۷۷ حلقه بسته ای با جریان $i = 2/00 \text{ A}$ را نشان می دهد. این حلقه شامل یک نیمدایره به شعاع $4/00 \text{ m}$ ، ربع دایره هر یک به شعاع $2/00 \text{ m}$ و سه سیم مستقیم شعاعی است. بزرگی میدان مغناطیسی خالص در مرکز مشترک بخشهای دایره ای چقدر است؟

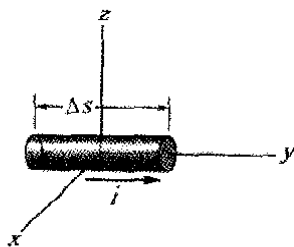


شکل ۲۵-۷۷ مسئله ۶۴

۶۵- شکل ۲۵-۷۸ مقطع یک رسانای استوانه ای دراز به شعاع $a = 4/00 \text{ cm}$ شامل یک سوراخ استوانه ای دراز به شعاع $b = 1/50 \text{ cm}$ را نشان می دهد. محور مرکزی استوانه و سوراخ

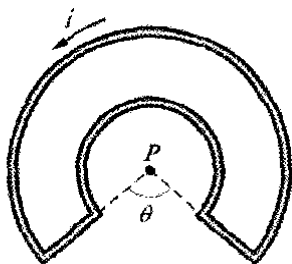
۷۰- یک سیم دراز قائم حامل جریانی نامعلوم است. هم محور با سیم یک سطح رسانای استوانه‌ای نازک دراز قرار دارد که حامل جریان 3.0 mA به طرف بالاست. شعاع سطح استوانه‌ای 3.0 mm است. اگر بزرگی میدان مغناطیسی در نقطه 5.0 mm از سیم $1.0 \mu\text{T}$ باشد، (الف) اندازه و (ب) جهت جریان در سیم را پیدا کنید. SSM

۷۱- شکل ۲۵-۸۱ قطعه سیمی به طول $\Delta s = 3.0 \text{ cm}$ را نشان می‌دهد که مرکزش در مبدأ واقع است و جریان $i = 2.0 \text{ A}$ در جهت مثبت محور y (به عنوان بخشی از یک مدار کامل) از آن می‌گذرد. برای محاسبه بزرگی میدان مغناطیسی $\vec{B}$ که توسط قطعه، در نقطه‌ای به فاصله چند متر از مبدأ ایجاد می‌شود، می‌توانیم از قانون بیو-ساوار به صورت $B = (\mu_0 / 4\pi) i \Delta s (\sin \theta) / r^2$ استفاده کنیم، زیرا r و θ در سراسر قطعه رسانا ثابت‌اند. $\vec{B}$ را (برحسب بردار یکه) در مختصات (x, y, z) (الف) $(0, 0, 5.0 \text{ m})$ ، (ب) $(0, 6.0 \text{ m}, 0)$ ، (پ) $(7.0 \text{ m}, 7.0 \text{ m}, 0)$ ، و (ت) $(-3.0 \text{ m}, -4.0 \text{ m}, 0)$ پیدا کنید. SSM



شکل ۲۵-۸۱ مسئله ۷۱

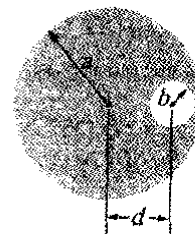
۷۲- در شکل ۲۵-۸۲ حلقه بسته‌ای حامل جریان $i = 2.00 \text{ mA}$ است. این حلقه شامل دو سیم مستقیم شعاعی و دو کمان دایره‌ای هم مرکز به شعاعهای 2.00 m و 4.00 m است. زاویه θ برابر با $\pi/2 \text{ rad}$ است. (الف) بزرگی و (ب) جهت (به طرف داخل یا به طرف خارج صفحه) میدان مغناطیسی خالص در مرکز انحنا P را پیدا کنید.



شکل ۲۵-۸۲ مسئله ۷۲

۷۳- یک کابل استوانه‌ای به شعاع 8.00 mm حامل جریان 25.0 A است که به طور یکنواخت در مساحت مقطع توزیع شده است. در چه فاصله‌ای از مرکز سیم، نقطه‌ای داخل سیم وجود دارد که بزرگی میدان مغناطیسی در آن 0.100 mT است؟ ۷۴- سیم درازی که حامل جریان 100 A است بر خطهای میدان مغناطیسی یک میدان مغناطیسی یکنواخت با بزرگی

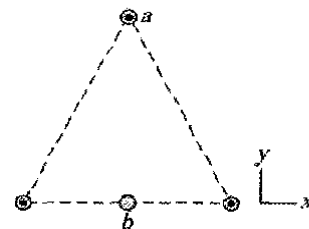
موازی‌اند و فاصله آنها از یکدیگر $d = 2.00 \text{ cm}$ است. جریان $i = 5.25 \text{ A}$ به طور یکنواخت در سطح سایه‌دار توزیع شده است. (الف) بزرگی میدان مغناطیسی در مرکز سوراخ چقدر است؟ (ب) درباره دو مورد خاص $b = 0$ و $d = 0$ بحث کنید.



شکل ۲۵-۷۸ مسئله ۶۵

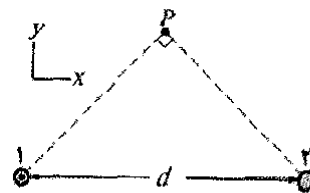
۶۶- بزرگی میدان مغناطیسی در فاصله 88.0 cm از محور یک سیم مستقیم دراز برابر با $7.30 \mu\text{T}$ است. جریان در سیم چقدر است؟

۶۷- سه سیم دراز موازی با محور z ، هر یک حامل جریان 10 A در جهت مثبت z قرار دارند. نقطه‌های تلاقی این سیمها با صفحه xy یک مثلث متساوی الاضلاع به ضلع 5.0 cm را تشکیل می‌دهند که در شکل ۲۵-۷۹ نشان داده شده است. سیم چهارمی (سیم b) از وسط قاعده مثلث و موازی با سیمهای دیگر عبور کرده است. اگر نیروی مغناطیسی خالص وارد بر سیم a صفر باشد، (الف) اندازه و (ب) جهت ($+z$ یا $-z$) جریان در سیم b را پیدا کنید.



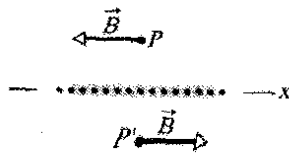
شکل ۲۵-۷۹ مسئله ۶۷

۶۸- شکل ۲۵-۸۰ مقطع دو سیم موازی دراز را به فاصله $d = 10.0 \text{ cm}$ از یکدیگر نشان می‌دهد که هر یک حامل جریان 100 A هستند، و در سیم ۱ جریان به طرف بیرون صفحه است. نقطه P روی عمود منصف خط وصل کننده سیمها قرار دارد. اگر جریان در سیم ۲ (الف) به طرف بیرون صفحه و (ب) به طرف داخل صفحه باشد، میدان مغناطیسی خالص بر حسب بردار یکه را پیدا کنید.



شکل ۲۵-۸۰ مسئله ۶۸

۶۹- سیم لخت مسی نمره ۱۰ (به قطر 2.6 mm) می‌تواند جریان 50 A را بدون داغ شدن اضافی تحمل کند. به ازای این جریان، بزرگی میدان مغناطیسی در سطح سیم چقدر است؟



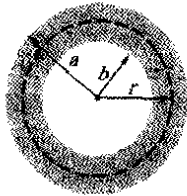
شکل ۲۵-۸۵ مسئله ۷۹

۸۰- دو سیم دراز در صفحه xy قرار دارند و هر یک حامل جریان در جهت مثبت محور x است. سیم ۱ در $y = 1.0 \text{ cm}$ حامل جریان 6.0 A و سیم ۲ در $y = 5.0 \text{ cm}$ حامل جریان 10.0 A است. (الف) میدان مغناطیسی خالص $\vec{B}$ را در مبدأ برحسب بردار یک‌پایه پیدا کنید. (ب) به ازای چه مقدار y میدان $\vec{B} = 0$ می‌شود؟ (پ) اگر جریان در سیم ۱ معکوس شود، به ازای چه مقدار y میدان $\vec{B} = 0$ می‌شود؟

۸۱- شکل ۲۵-۸۶ مقطع یک رسانای استوانه‌ای توخالی به شعاعهای a و b را نشان می‌دهد که حامل جریان i است که به طور یکنواخت توزیع شده است. (الف) نشان دهید که بزرگی میدان مغناطیسی $B(r)$ در مورد فاصله شعاعی r در گستره $b < r < a$ با رابطه زیر داده می‌شود

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

(ب) نشان دهید که هرگاه $r = a$ باشد، این معادله بزرگی میدان مغناطیسی B در سطح یک سیم مستقیم دراز حامل جریان i را به دست می‌دهد؛ هرگاه $r = b$ باشد، میدان مغناطیسی صفر به دست می‌دهد، و هرگاه $b = 0$ باشد، میدان مغناطیسی داخل یک رسانای توپر به شعاع a و حامل جریان را به دست می‌دهد. (پ) فرض کنید که $a = 2.0 \text{ cm}$ ، $b = 1.8 \text{ cm}$ و $i = 10.0 \text{ A}$ باشد، حال $B(r)$ را در گستره $0 < r < 6 \text{ cm}$ رسم کنید. SSM



شکل ۲۵-۸۶ مسئله ۸۱

۸۲- سه سیم دراز همه در صفحه xy و موازی با محور x قرار دارند. فاصله سیمها از یکدیگر مساوی و برابر 1.0 cm است. از دو سیم بیرونی جریان 5.0 A در جهت مثبت x می‌گذرد. اگر جریان در سیم مرکزی $2/2 \text{ A}$ (الف) در جهت مثبت x و (ب) در جهت منفی x باشد، بزرگی نیروی وارد بر 3.0 m هر یک از دو سیم بیرونی چقدر است؟

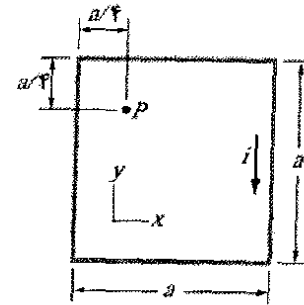
۸۳- در شکل ۲۵-۸۷ دو سیم دراز نامتناهی حامل جریانهای مساوی i هستند. مرئی از دو سیم دارای یک کمان 90° روی پیرامون دایره یکسان R هستند. نشان دهید که میدان مغناطیسی $\vec{B}$ در مرکز دایره با میدان $\vec{B}$ در فاصله R زیر سیم مستقیم نامتناهی که حامل جریان i به سمت چپ باشد برابر است.

5.0 mT عمود است. در چه فاصله‌ای از سیم میدان مغناطیسی خالص برابر با صفر است؟

۷۵- دو سیم هر دو به طول L به شکل یک دایره و یک مربع درآورده شده‌اند و جریان i از هر یک می‌گذرد. نشان دهید که میدان مغناطیسی که در مرکز مربع ایجاد می‌شود از میدان مغناطیسی ایجاد شده در مرکز دایره بیشتر است.

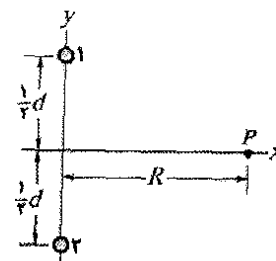
۷۶- یک سیم مستقیم دراز حامل جریان 5.0 A است. الکترونی که با تندی $1.0 \times 10^6 \text{ m/s}$ حرکت می‌کند، 5.0 cm از سیم فاصله دارد. اگر سرعت الکترون در جهت (الف) به طرف سیم، (ب) موازی با سیم در جهت جریان و عمود بر دو جهت مشخص شده با (الف) و (ب)، باشد، بزرگی نیروی مغناطیسی وارد بر الکترون چقدر است؟

۷۷- در شکل ۲۵-۸۳ اگر $i = 10 \text{ A}$ و $a = 8.0 \text{ cm}$ باشد، میدان مغناطیسی در نقطه P را برحسب بردار یک‌پایه پیدا کنید. (توجه کنید که سیمها دراز نیستند.) SSM



شکل ۲۵-۸۳ مسئله ۷۷

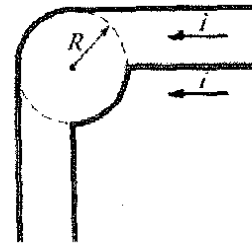
۷۸- شکل ۲۵-۸۴ مقطع دو سیم موازی دراز به فاصله $d = 18/6 \text{ cm}$ از یکدیگر را نشان می‌دهد. هر یک از سیمها حامل جریان $4/23 \text{ A}$ به طرف بیرون صفحه در سیم ۱ و به طرف داخل صفحه در سیم ۲ است. میدان مغناطیسی در نقطه P در فاصله $R = 34/2 \text{ cm}$ را بر حسب بردار یک‌پایه پیدا کنید.



شکل ۲۵-۸۴ مسئله ۷۸

۷۹- شکل ۲۵-۸۵ مقطع یک برگه رسانای نامتناهی را که حامل جریان بر یکای طول x برابر با λ است نشان می‌دهد؛ جریان به طور عمود و به طرف بیرون از صفحه خارج می‌شود. (الف) با استفاده از قانون بیو-ساوار و تقارن نشان دهید که برای تمام نقطه‌های P در بالای برگه و تمام نقطه‌های P زیر آن، بزرگی میدان مغناطیسی $\vec{B}$ موازی با برگه و در جهت نشان داده شده است. (ب) با استفاده از قانون آمپر نشان دهید که در تمام

نقطه‌های P و P' داریم $B = \frac{1}{2} \mu_0 \lambda$ SSM.



شکل ۲۵-۸۷ مسئله ۸۳

۸۴- یک سیم دراز شعاعی بزرگتر از $4/0\text{ mm}$ دارد و حامل جریانی است که به طور یکنواخت در مقطع آن توزیع شده است. بزرگی میدان مغناطیسی ناشی از جریان در نقطه‌ای با فاصله $4/0\text{ mm}$ از محور سیم $0/28\text{ mT}$ و در نقطه‌ای با فاصله 10 mm از سیم $0/20\text{ mT}$ است. شعاع سیم چقدر است؟

۸۵- یک رسانای استوانه‌ای توخالی دراز (به شعاع داخلی $2/0\text{ mm}$ و شعاع خارجی $4/0\text{ mm}$) حامل جریان 24 A است که به طور یکنواخت در مقطع آن توزیع شده است. سیم باریک درازی که هم محور با استوانه است حامل جریان 24 A در خلاف جهت است. بزرگی میدان مغناطیسی (الف) $1/0\text{ mm}$ ، (ب) $3/0\text{ mm}$ و (پ) $5/0\text{ mm}$ از محور مرکزی سیم و استوانه چقدر است؟

۸۶- در شکل ۲۵-۷۳، آرایشی به نام پیچه هلمهولتز شامل دو پیچه هم محور دایره‌ای، هر یک با N دور سیم به شعاع R و به فاصله s از یکدیگر نشان داده شده است. این دو پیچه حامل جریانه‌های مساوی i در جهت یکسان هستند. (الف) نشان دهید که مشتق اول بزرگی میدان مغناطیسی خالص پیچه‌ها (dB/dx) در نقطه وسط P بدون توجه به مقدار s صفر است. چرا انتظار دارید که این امر با توجه به تقارن نیز درست باشد؟ (ب) نشان دهید که مشتق دوم (d^2B/dx^2) نیز در P صفر است، مشروط بر اینکه $s = R$ باشد. این به دلیل یکنواختی B در نزدیکی P برای این فاصله خاص پیچه است.

۸۷- یک حلقه مربع شکل از سیم به ضلع a حامل جریان i است. نشان دهید که در مرکز حلقه، بزرگی میدان مغناطیسی ایجاد شده توسط جریان عبارت است از

$$B = \frac{2\sqrt{2}\mu_0 i}{\pi a}$$

۸۸- نشان دهید که بزرگی میدان مغناطیسی ایجاد شده در مرکز یک حلقه مستطیل شکل به درازای L و پهنای W که حامل جریان i است عبارت است از

$$B = \frac{2\mu_0 i}{\pi} \frac{(L^2 + W^2)^{1/2}}{LW}$$

۸۹- یک حلقه مربع شکل سیمی به ضلع a حامل جریان i است. نشان دهید که بزرگی میدان مغناطیسی ایجاد شده در نقطه واقع بر محور مرکزی عمود بر حلقه و به فاصله x از مرکز آن عبارت است از

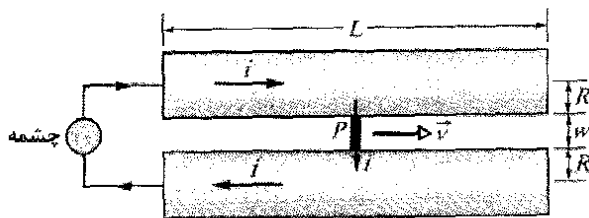
$$B(x) = \frac{4\mu_0 i a^2}{\pi(4x^2 + a^2)(4x^2 + 2a^2)^{1/2}}$$

ثابت کنید که این نتیجه با نتیجه به دست آمده در مسئله ۸۷ سازگار است. SSM

۹۰- شکل ۲۵-۸۸ طرحواره آرمانی شده یک تفنگ ریلی است. پرتابه P بین دو ریل پهن با مقطع دایره‌ای قرار دارد؛ یک چشمه جریان در ریلها و پرتابه (رسانا) جریانی می‌فرستد (از فیوز استفاده نشده است). (الف) فرض کنیم w فاصله بین ریلها، R شعاع هر ریل و i جریان است. نشان دهید که نیروی وارد بر پرتابه در امتداد ریلها به طرف راست است و تقریباً با رابطه زیر داده می‌شود

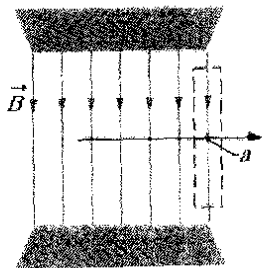
$$F = \frac{i^2 \mu_0}{2\pi} \ln \frac{w+R}{R}$$

(ب) اگر پرتابه از انتهای چپ ریلها از حالت سکون شروع کرده باشد، تندی v را که به طرف راست پرتاب می‌شود به دست آورید. فرض کنید که $i = 45\text{ kA}$ ، $w = 12\text{ mm}$ ، $L = 4/0\text{ m}$ ، $R = 6/7\text{ cm}$ و جرم پرتابه 10 g است.



شکل ۲۵-۸۸ مسئله ۹۰

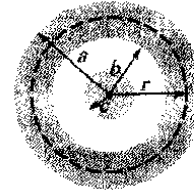
۹۱- نشان دهید که میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ در هنگام حرکت عمود بر $\vec{B}$ ، یعنی در امتداد پیکان افقی در شکل ۲۹-۸۹، نمی‌تواند به طور ناگهانی صفر شود (همان‌طور که در نبود خطهای میدان در طرف راست نقطه a در شکل به نظر می‌رسد). (ر/تمایز: قانون آمپر را در مسیر مستطیل شکل نشان داده شده با خط چین به کار ببرید.) در آهنرباهای واقعی «اثر کناره‌ها» خطهای میدان مغناطیسی همیشه رخ می‌دهد، که معنای آن این است که $\vec{B}$ به طور تدریجی به صفر می‌رسد. خطهای میدان را در شکل اصلاح کنید تا وضعیت واقعی‌تری را نشان بدهند.



شکل ۲۵-۸۹ مسئله ۹۱

۹۲- نشان دهید که اگر ضخامت چنبره‌ای خیلی کوچکتر از شعاع انحنا آن باشد (چنبره خیلی نازک)، آنگاه معادله ۲۴-۲۵ در مورد میدان داخل چنبره به معادله ۲۳-۲۵ برای میدان داخل سیملوله تبدیل می‌شود. توضیح دهید که چرا این نتیجه قابل انتظار است؟

۹۳- شکل ۲۵-۹۰ مقطع یک کابل هم محور رسانای دراز را نشان می‌دهد که شعاعهای آن (a, b, c) است. جریانهای مساوی ولی در خلاف جهت i به طور یکنواخت در دو رسانا توزیع شده‌اند. عبارتهایی برای $B(r)$ با فاصله شعاعی r در گستره‌های (الف) $r < c$ ، (ب) $c < r < b$ ، (پ) $b < r < a$ و (ت) $r > a$ ، به دست آورید. (ث) این عبارتها را در تمام موارد خاص که می‌تواند رخ دهد آزمایش کنید. (ج) فرض کنید که $a = 2.0 \text{ cm}$ ، $b = 1.8 \text{ cm}$ ، $c = 0.40 \text{ cm}$ و $i = 120 \text{ A}$ باشد، تابع $B(r)$ را در گستره $0 < r < 3 \text{ cm}$ رسم کنید.



شکل ۲۵-۹۰ مسئله ۹۳