

مسئله‌های آموزشی قابل دسترس (در نسخه مدرس).



WWW: پاسخ در

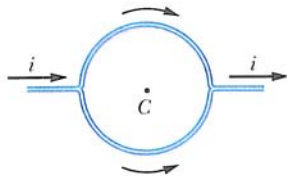
SSM: پاسخ قابل دسترس در کتاب حل مسئله‌ها

<http://www.wiley.com/college/halliday>

تعداد نقطه‌ها درجه‌ی دشوار بودن سطح مسئله را نشان می‌دهد. ۱.۷: پاسخ یادگیری تعاملی در

اطلاعات اضافی در سیرک پرنده‌ی فیزیک و در flyingcircusofphysics.com قابل دسترس است.

۴۰- 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 حلقه‌ی دایره‌ای حاصل چقدر است؟



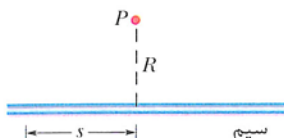
شکل ۲۵-۳۵ مسئله‌ی ۴

۵۰- در شکل ۲۵-۳۶، جریان $i = 1.0 \text{ A}$ در رسانای دراز سنجاق موی سر که با خم کردن آن به صورت نیم‌دایره‌ای به شعاع $R = 5.0 \text{ mm}$ درآمده برقرار است. نقطه‌ی 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 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 ۲۵-۳۶ مسئله‌ی ۵

۶۰- در شکل ۲۵-۳۷، نقطه‌ی P در فاصله‌ی عمودی $R = 2.00 \text{ cm}$ از یک سیم مستقیم دراز و حامل جریان قرار دارد. میدان مغناطیسی $\vec{B}$ برقرار شده در نقطه‌ی P ناشی از همه‌ی عنصرهای جریان-طول یکسان $i d\vec{s}$ در طول سیم است. فاصله‌ی عنصری که (الف) بیشترین سهم را در میدان $\vec{B}$ و (ب) ۱۰٪ درصد از بیشترین سهم را دارد چقدر است؟



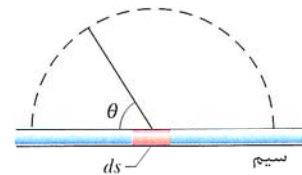
شکل ۲۵-۳۷ مسئله‌ی ۶

۷۰- GO در شکل ۲۵-۳۸ شعاع‌های دو کمان دایره‌ای عبارت‌اند از $a = 13/5 \text{ cm}$ و $b = 10/7 \text{ cm}$. زاویه‌ی تحت پوشش دو کمان 74.0° است و آنها حامل جریان $i = 0.411 \text{ A}$ هستند. مرکز

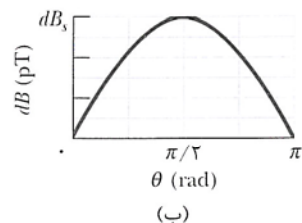
بخش ۲۵-۲ محاسبه‌ی میدان مغناطیسی ناشی از جریان الکتریکی

۱۰- نقشه برداری در فاصله‌ی $6/1 \text{ m}$ 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 محل قطب‌نما چقدر است؟ (ب) آیا این میدان به طور جدی روی جهت‌گیری قطب‌نما اثر می‌گذارد؟ مؤلفه‌ی افقی میدان مغناطیسی زمین در این محل $20 \mu\text{T}$ است.

۲۰- شکل ۲۵-۳۴ الف عنصری به طول $d_s = 1.00 \mu\text{m}$ 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 فاصله‌ی $2/5 \text{ cm}$ از این عنصر، برحسب تابعی از زاویه‌ی میان سیم و خط مستقیم متصل به آن نقطه نشان می‌دهد. مقیاس محور قائم با $dB_s = 6.00 \text{ pT}$ مشخص شده است. بزرگی میدان مغناطیسی برقرار شده توسط کل سیم در فاصله‌ی عمودی $2/5 \text{ cm}$ از سیم چقدر است؟



(الف)

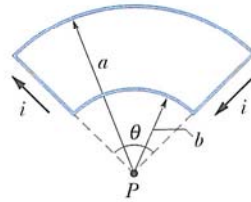


(ب)

شکل ۲۵-۳۴ مسئله‌ی ۲

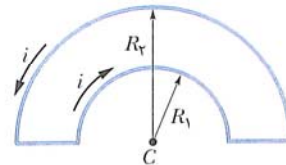
۳۰- SSM در نقطه‌ی خاصی از کشور فیلیپین میدان مغناطیسی زمین با بزرگی $39 \mu\text{T}$ افقی و به طرف شمال است. فرض کنید دقیقاً 8.0 cm بالای یک سیم مستقیم دراز افقی که حامل جریان ثابتی است میدان خالص صفر است. (الف) بزرگی و (ب) جهت جریان چیست؟

مشترک آنها نقطه‌ی P است. (الف) بزرگی و (ب) جهت (به داخل یا خارج) میدان مغناطیسی خالص در نقطه‌ی P را پیدا کنید.



شکل ۲۵-۳۸ مسئله ۷

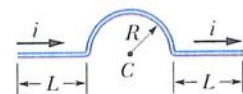
۸-۳۹ در شکل ۲۵-۳۹ شعاع دو کمان نیم‌دایره‌ای عبارت‌اند از $R_1 = 7/80 \text{ cm}$ و $R_2 = 3/15 \text{ cm}$. این دو نیم‌دایره در نقطه‌ی C هم‌مرکزند و در آنها جریان $i = 0/281 \text{ A}$ برقرار است. (الف) بزرگی و (ب) جهت (به داخل یا خارج صفحه) میدان مغناطیسی خالص در نقطه‌ی C را پیدا کنید.



شکل ۲۵-۳۹ مسئله ۸

۹-۳۸ دو سیم مستقیم دراز به فاصله‌ی $8/0 \text{ cm}$ از یکدیگر به طور موازی قرار دارند. این دو سیم جریان‌های مساوی را به گونه‌ای حمل می‌کنند که میدان مغناطیسی در نقطه‌ی وسط فاصله‌ی آنها $300 \mu\text{T}$ است. (الف) آیا جریان‌ها در یک جهت‌اند یا مخالف یکدیگرند؟ (ب) جریان مورد نیاز چقدر است؟

۱۰-۳۸ در شکل ۲۵-۴۰ 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.



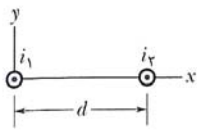
شکل ۲۵-۴۰ مسئله ۱۰

۱۱-۴۱ در شکل ۲۵-۴۱، دو سیم مستقیم دراز بر صفحه‌ی کاغذ عمودند و فاصله‌ی 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 نقطه‌ی P واقع در فاصله‌ی d_1 از سیم ۱ و $d_2 = 1/50 \text{ cm}$ 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.

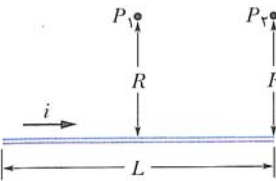
شکل ۲۵-۴۱ مسئله ۱۱

۱۲-۴۲ در شکل ۲۵-۴۲، دو سیم مستقیم دراز به فاصله‌ی $d = 16/0 \text{ cm}$ از یکدیگر حامل جریان‌های $i_1 = 3/61 \text{ mA}$ و $i_2 = 3/00 i_1$ 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 نقطه‌ی صفر میدان مغناطیسی به طرف سیم ۱ جابه‌جا می‌شود یا به طرف سیم ۲، یا بدون تغییر می‌ماند؟



شکل ۲۵-۴۲ مسئله ۱۲

۱۳-۴۳ در شکل ۲۵-۴۳، نقطه‌ی P_1 در فاصله‌ی $R = 13/1 \text{ cm}$ 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؟

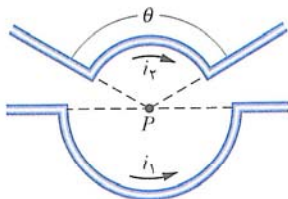


شکل ۲۵-۴۳ مسئله‌های ۱۳ و ۱۷

۱۴-۴۴ معادله‌ی ۲۵-۴۴ بزرگی B میدان مغناطیسی برقرار شده توسط جریانی در یک سیم مستقیم بینهایت دراز را در نقطه‌ی P در فاصله‌ی عمودی R از سیم به دست می‌دهد. فرض کنید که نقطه‌ی P در واقع در فاصله‌ی عمودی R از نقطه‌ی وسط سیمی به طول L متناهی قرار دارد. با استفاده از معادله‌ی ۲۵-۴۴، B را محاسبه و سپس خطای آن را برحسب درصد بیان کنید. اگر خطای نسبی کمتر از $1/00$ درصد باشد، نسبت L/R چقدر تغییر می‌کند؟ یعنی چه مقدار L/R جواب زیر را به دست می‌دهد

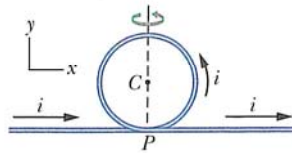
$$\frac{(B \text{ واقعی}) - (B \text{ از معادله‌ی } 25-44)}{(B \text{ واقعی})} (\%) = 1/00$$

۱۵-۴۵ در شکل ۲۵-۴۵ دو قطعه جریان را نشان می‌دهد. قطعه‌ی پایینی حامل جریان $i_1 = 0/40 \text{ A}$ و شامل کمان دایره‌ای با شعاع $5/0 \text{ cm}$ و زاویه‌ی 180° و نقطه‌ی مرکزی P است. قطعه‌ی بالایی حامل جریان $i_2 = 2i_1$ و شامل کمان دایره‌ای به شعاع $4/0 \text{ cm}$ ، زاویه‌ی 120° و همان مرکز P است. (الف) بزرگی و (ب) جهت میدان مغناطیسی خالص $\vec{B}$ را برای جهت‌های نشان داده شده‌ی جریان پیدا کنید. (پ) بزرگی و (ت) جهت $\vec{B}$ در صورت معکوس شدن جهت جریان را پیدا کنید.



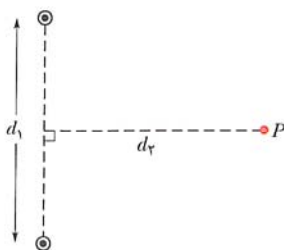
شکل ۲۵-۴۵ مسئله ۱۵

بر حسب بردار یک‌ه پیدا کنید؟



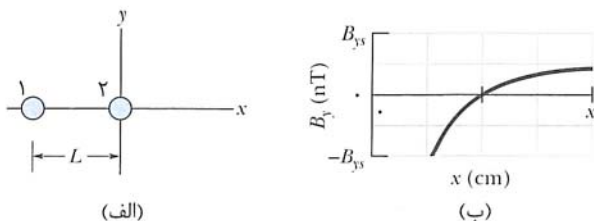
شکل ۲۵-۴۷ مسئله ۲۰

GO-۲۱۰۰ شکل ۲۵-۴۸، دو سیم مستقیم خیلی دراز (نشان داده شده با مقطع) هر یک حامل جریان $4/00\text{ A}$ به طرف بیرون را نشان می‌دهد. فاصله‌ی $d_1 = 6/00\text{ m}$ و $d_2 = 4/00\text{ m}$ است. بزرگی میدان مغناطیسی در نقطه‌ی P ، که روی عمود منصف سیم‌ها قرار دارد، چقدر است؟



شکل ۲۵-۴۸ مسئله ۲۱

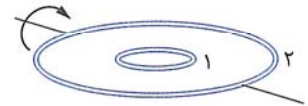
GO-۲۲۰۰ شکل ۲۵-۴۹ الف مقطع دو سیم موازی مستقیم به فاصله‌ی L را که حامل جریان است نشان می‌دهد. نسبت i_1/i_2 جریان‌ها برابر با $4/00$ است؛ جهت جریان‌ها نشان داده نشده است. شکل ۲۵-۴۹ ب مؤلفه‌ی B_{ys} میدان مغناطیسی خالص آنها را در امتداد محور x به طرف راست سیم ۲ نشان می‌دهد. مقیاس محور قائم با $B_{ys} = 4/0\text{ nT}$ و مقیاس محور افقی با $x_s = 20/0\text{ cm}$ مشخص شده است. (الف) در چه مقدار $x > 0$ مؤلفه‌ی B_{ys} 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 ۲۵-۴۹ مسئله ۲۲

ILW-۲۳۰۰۰ شکل ۲۵-۵۰ پروتون متحرکی را با سرعت $\vec{v} = (-200\text{ m/s})\hat{j}$ نشان می‌دهد که به طرف سیم مستقیم درازی که حامل جریان $i = 350\text{ mA}$ است حرکت می‌کند. در لحظه‌ی نشان داده شده، فاصله‌ی پروتون از سیم $d = 2/89\text{ cm}$ است. نیروی مغناطیسی وارد بر پروتون ناشی از جریان را بر حسب بردار یک‌ه پیدا کنید.

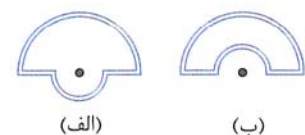
GO-۱۶۰۰ در شکل ۲۵-۴۵، دو حلقه‌ی سیمی دایره‌ای هم مرکز حامل جریان در یک جهت‌اند و در یک صفحه قرار دارند. شعاع حلقه‌ی ۱ برابر $1/50\text{ cm}$ و جریان آن $4/00\text{ mA}$ است. شعاع حلقه‌ی ۲ برابر $2/50\text{ cm}$ و حامل جریان $6/00\text{ mA}$ است. حلقه‌ی ۲ را حول قطری می‌چرخانیم و در همان حال میدان مغناطیسی خالص $\vec{B}$ برقرار شده توسط دو حلقه را در مرکز مشترک آنها اندازه می‌گیریم. برای اینکه بزرگی میدان خالص 100 nT باشد، حلقه‌ی ۲ چقدر باید بچرخد؟



شکل ۲۵-۴۵ مسئله ۱۶

SSM-۱۷۰۰ در شکل ۲۵-۴۳، نقطه‌ی P در فاصله‌ی عمودی $R = 25/1\text{ cm}$ از یک انتهای سیم مستقیم به طول $L = 1376\text{ cm}$ و حامل جریان $i = 0/693\text{ A}$ قرار دارد. (توجه کنید که سیم دراز نیست.) بزرگی میدان مغناطیسی در P چقدر است؟

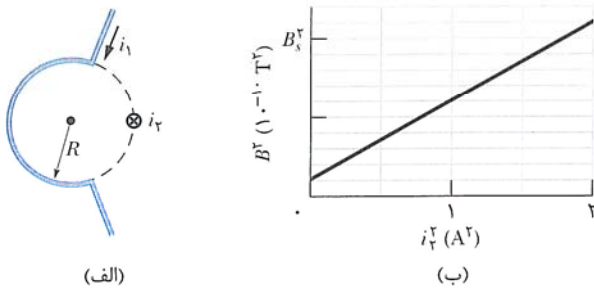
GO-۱۸۰۰ جریانی در یک حلقه سیم شامل نیمدایره‌ای به شعاع $40/00\text{ cm}$ و نیمدایره‌ای کوچکتر و هم مرکز و دو سیم مستقیم شعاعی که همگی در یک صفحه قرار دارند برقرار است. شکل ۲۵-۴۶ الف این آرایش را نشان می‌دهد که در مقیاس نیست. بزرگی میدان مغناطیسی ایجاد شده در مرکز انحنای $47/25\text{ mT}$ است. سپس نیمدایره‌ی کوچک به طرف دیگر برگردانده (چرخانده) می‌شود تا دوباره مجموعه در یک صفحه قرار گیرد، (شکل ۲۵-۴۶ ب). میدان مغناطیسی ایجاد شده در (همان) مرکز انحنای اکنون دارای بزرگی $15/75\text{ mT}$ است ولی جهت آن معکوس شده است. شعاع دایره‌ی کوچکتر چقدر است؟



شکل ۲۵-۴۶ مسئله ۱۸

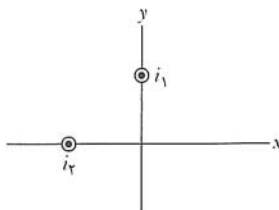
GO-۱۹۰۰ یک سیم دراز در امتداد محور x قرار دارد و حامل جریان 30 A در جهت مثبت x است. سیم دراز دیگری که عمود بر صفحه‌ی xy است از نقطه‌ی $(0, 4/0\text{ m}, 0)$ عبور می‌کند و حامل جریان 40 A در جهت مثبت z است. بزرگی میدان مغناطیسی حاصل در نقطه‌ی $(0, 2/0\text{ m}, 0)$ چقدر است؟

GO-۲۰۰۰ در شکل ۲۵-۴۷، بخشی از یک سیم عایق‌بندی شده‌ی 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 صفحه‌ی 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 انحنای C



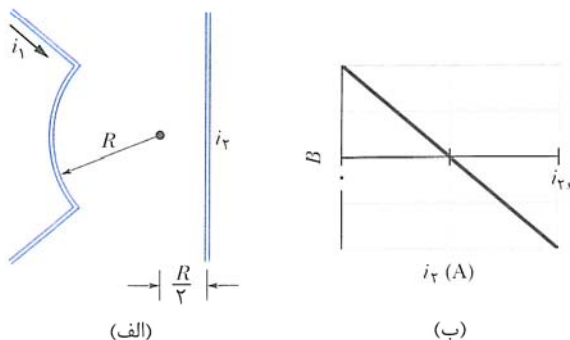
شکل ۵۳-۲۵ مسئله ۲۶

●●-۲۷- 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. فاصله‌ی 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 اندازه‌ی $20/0^\circ$ ساعتگرد بچرخاند؟

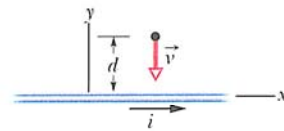


شکل ۵۴-۲۵ مسئله ۲۷

●●-۲۸- 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 فاصله‌ی $R/2$ 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 مؤلفه‌ی $\vec{B}$ 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. زاویه‌ی دربرگرفته شده توسط کمان چقدر است؟

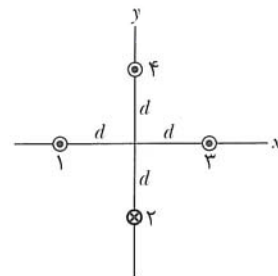


شکل ۵۵-۲۵ مسئله ۲۸



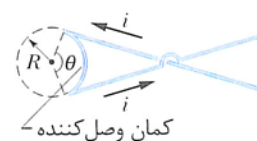
شکل ۵۰-۲۵ مسئله ۲۳

●●-۲۴- شکل ۲۵-۵۱ مقطع چهار سیم نازک موازی، مستقیم و خیلی دراز را نشان می‌دهد. این سیم‌ها حامل جریان‌های یکسان در جهت‌های نشان داده شده‌اند. در آغاز همه‌ی چهار سیم در فاصله‌ی $d = 15/0 \text{ cm}$ از مبدأ 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 اندازه‌ی 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 اندازه‌ی 30° بچرخد و به وضعیت اولیه برگردد؟



شکل ۵۱-۲۵ مسئله ۲۴

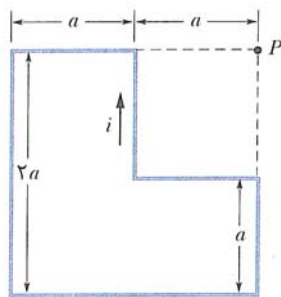
●●-۲۵- سیمی با جریان $i = 3/0 \text{ A}$ در شکل ۲۵-۵۲ نشان داده شده است. دو بخش مستقیم نیم بینهایت، هر دو مماس بر یک دایره، با یک کمان دایره‌ای که زاویه‌ی مرکزی آن θ است به هم متصل‌اند. کمان وصل‌کننده و دو بخش مستقیم همگی در یک صفحه قرار دارند. اگر $B = 0$ باشد، θ چقدر است؟



شکل ۵۲-۲۵ مسئله ۲۵

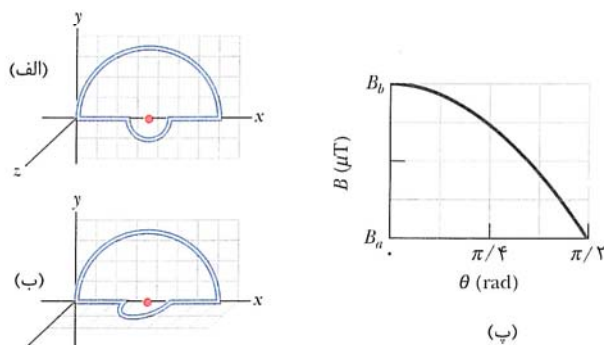
●●-۲۶- در شکل ۲۵-۵۳ الف، سیم ۱ شامل یک کمان دایره‌ای و دو طول شعاعی است؛ این سیم حامل جریان $i_1 = 0/50 \text{ A}$ در جهت مشخص شده است. سیم ۲ که مقطع آن نشان داده شده سیم دراز مستقیمی عمود بر صفحه‌ی شکل است. فاصله‌ی این سیم از مرکز کمان برابر با شعاع R کمان، و حامل جریان i_2 است که می‌تواند تغییر کند. این دو جریان یک میدان مغناطیسی خالص $\vec{B}$ در مرکز کمان ایجاد می‌کنند. شکل ۲۵-۵۳ ب مربع بزرگی میدان B^2 را بر حسب مربع جریان i_2 به دست می‌دهد. مقیاس محور قائم با $B_{rs}^2 = 10/0 \times 10^{-10} \text{ T}^2$ مشخص شده است. زاویه‌ی θ مقابل به کمان چقدر است؟

۳۱۰۰۰- در شکل ۲۵-۵۸، طول a برابر با $4/7$ 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 نقطه‌ی P را پیدا کنید.



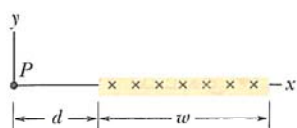
شکل ۲۵-۵۸ مسئله‌ی ۳۱

۳۲۰۰۰- همهی حلقه سیم حامل جریان در شکل ۲۵-۵۹ الف در یک صفحه قرار دارد و از یک نیم‌دایره به شعاع $10/0$ cm، یک نیم‌دایره‌ی کوچکتر به همان مرکز و دو طول شعاعی تشکیل شده است. نیم‌دایره‌ی کوچکتر به اندازه‌ی زاویه‌ی θ حول صفحه می‌چرخد تا بر آن عمود شود (شکل ۲۵-۵۹ ب). شکل ۲۵-۵۹ پ بزرگی میدان مغناطیسی خالص را در مرکز انحنا برحسب زاویه‌ی θ به دست می‌دهد. مقیاس محور قائم با $B_a = 10/0 \mu T$ و $B_b = 12/0 \mu T$ مشخص شده است. شعاع دایره‌ی کوچکتر چقدر است؟



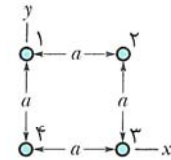
شکل ۲۵-۵۹ مسئله‌ی ۳۲

۳۳۰۰۰- ILW SSM شکل ۲۵-۶۰ مقطع نوار باریک درازی به عرض $w = 4/91$ cm را نشان می‌دهد که حامل توزیع جریان یکنواخت $i = 4/61 \mu A$ به طرف داخل صفحه است. در فاصله‌ی $d = 2/16$ cm از لبه‌ی نوار در نقطه‌ی P در صفحه‌ی آن میدان مغناطیسی $\vec{B}$ برحسب بردار یک‌ه‌چقدر است؟ (راهنمایی: نوار را به صورت سیم‌های موازی، باریک و دراز زیادی در نظر بگیرید.)



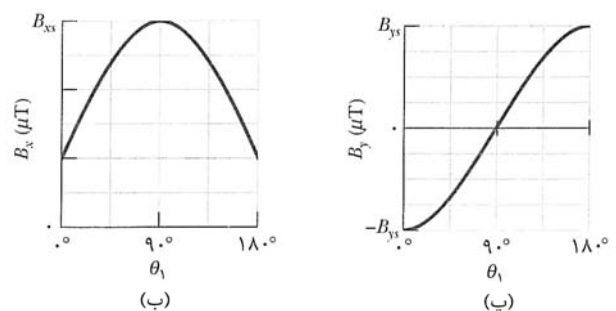
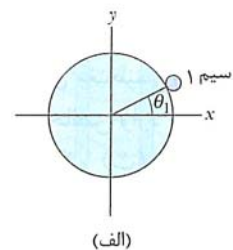
شکل ۲۵-۶۰ مسئله‌ی ۳۳

۲۹۰۰۰- SSM در شکل ۲۵-۵۶ چهار سیم مستقیم دراز بر صفحه‌ی شکل عمودند و مقطع آنها مربعی به ضلع $a = 2/0$ 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 $2/0$ A است. میدان مغناطیسی خالص در مرکز مربع را برحسب بردار یک‌ه‌پیدا کنید.



شکل ۲۵-۵۶ مسئله‌های ۲۹، ۳۷ و ۴۰

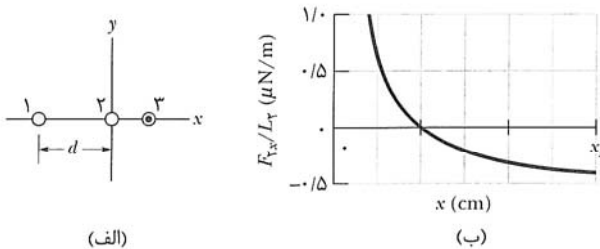
۳۰۰۰۰- دو سیم دراز مستقیم و باریک با جریان، در برابر یک استوانه‌ی پلاستیکی با طول مساوی و در شعاع $R = 2/0/0$ cm از محور مرکزی استوانه قرار دارند. شکل ۲۵-۵۷ الف مقطع استوانه و سیم ۱ را نشان می‌دهد ولی سیم ۲ نشان داده نشده است. وقتی سیم ۲ در جای خود ثابت است، سیم ۱ از زاویه‌ی $\theta_1 = 0^\circ$ تا $\theta_1 = 180^\circ$ در ربع اول دوم دستگاه مختصات xy دور استوانه حرکت می‌کند. میدان مغناطیسی خالص $\vec{B}$ در مرکز استوانه برحسب تابعی از θ_1 اندازه‌گیری می‌شود. شکل ۲۵-۷۵ ب مؤلفه‌ی x این میدان یعنی B_x (مقیاس محور قائم با $B_{xs} = 6/0 \mu T$ مشخص شده است) و شکل ۲۵-۷۵ پ مؤلفه‌ی y این میدان یعنی B_y (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 زاویه‌ی θ_2 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.



شکل ۲۵-۵۷ مسئله‌ی ۳۰

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 بر حسب بردار یکه پیدا کنید.

۳۸۰۰- شکل ۲۵-۶۴ الف، 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 0.75 A است ولی جهت جریان در آن معلوم نیست. سیم ۳ با جریان 0.25 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 $F_{y,y}$ و مقدار آن به ازای یکای طول سیم ۲ برابر $F_{y,y}/L_y$ است. شکل ۲۵-۶۴ ب، مقدار $F_{y,y}/L_y$ را بر حسب مکان x سیم ۳ به دست می‌دهد. نمودار وقتی که $x \rightarrow \infty$ میل کند مجانبی به صورت $F_{y,y}/L_y = -0.627\text{ }\mu\text{N/m}$ دارد. مقیاس محور افقی با $x_s = 12.0\text{ cm}$ مشخص شده است. (الف) اندازه و (ب) جهت (به طرف داخل یا به طرف خارج صفحه) جریان در سیم ۲ را پیدا کنید.



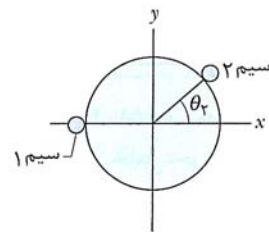
شکل ۲۵-۶۴ مسئله ۳۸

۳۹۰۰- GO در شکل ۲۵-۶۳، پنج سیم موازی دراز در صفحه‌ی xy به فاصله $d = 8.00\text{ cm}$ از یکدیگر قرار دارند. طول سیم‌ها 10.0 m است و حامل جریان‌های یکسان 3.00 A به طرف خارج صفحه‌اند. به هر سیم نیروی مغناطیسی ناشی از سیم‌های دیگر اثر می‌کند. نیروی مغناطیسی خالص وارد بر (الف) سیم ۱، (ب) سیم ۲، (پ) سیم ۳، (ت) سیم ۴ و (ث) سیم ۵ را بر حسب بردار یکه پیدا کنید.

۴۰۰۰- در شکل ۲۵-۵۶، 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 A است و جریان‌ها به طرف خارج صفحه‌اند. نیروی مغناطیسی خالص وارد بر یک متر از طول سیم را که بر سیم ۱ وارد می‌شود، بر حسب بردار یکه پیدا کنید.

۴۱۰۰۰- II.W در شکل ۲۵-۶۵، سیم دراز مستقیمی حامل جریان $i_1 = 3.00\text{ A}$ و حلقه‌ی مستطیل شکل حامل جریان $i_2 = 2.00\text{ A}$ است. فرض کنید $a = 1.00\text{ cm}$ ، $b = 8.00\text{ cm}$ و $L = 3.00\text{ cm}$. نیروی خالص وارد بر حلقه ناشی از i_1 بر حسب بردار یکه را پیدا کنید.

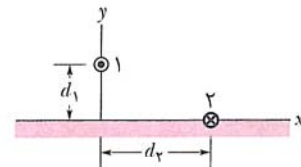
۳۴۰۰۰- شکل ۲۵-۶۱ مقطع دو سیم مستقیم دراز را نشان می‌دهد که روی استوانه‌ی پلاستیکی به شعاع 20.0 cm نگهداشته شده‌اند. سیم ۱ حامل جریان $i_1 = 60.0\text{ mA}$ به طرف بیرون صفحه است و در جای خود در سمت چپ استوانه قرار دارد. سیم ۲ حامل جریان $i_2 = 40.0\text{ mA}$ به طرف بیرون صفحه است و می‌تواند در اطراف استوانه حرکت کند. در چه زاویه‌ی θ_2 (مثبتی) سیم ۲ باید قرار گیرد تا در مبدأ، میدان مغناطیسی ناشی از دو جریان دارای بزرگی 80.0 nT باشد؟



شکل ۲۵-۶۱ مسئله ۳۴

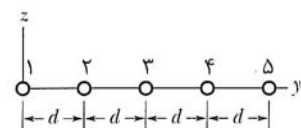
بخش ۲۵-۳ نیروی میان دو جریان موازی

۳۵۰۰- SSM شکل ۲۵-۶۲ مقطع سیم ۱ را نشان می‌دهد؛ سیم دراز و مستقیم است و جریان 4.00 mA به طرف خارج صفحه از آن می‌گذرد که در فاصله‌ی $d_1 = 2.40\text{ cm}$ از سطح قرار دارد. سیم ۲ که موازی با سیم ۱ و هم‌چنین دراز است، در فاصله‌ی افقی $d_2 = 5.00\text{ cm}$ از سیم ۱ قرار دارد و حامل جریان 6.180 mA به طرف داخل صفحه است. مؤلفه x نیروی مغناطیسی بر یکای طول سیم ۲ ناشی از سیم ۱ چقدر است؟



شکل ۲۵-۶۲ مسئله ۳۵

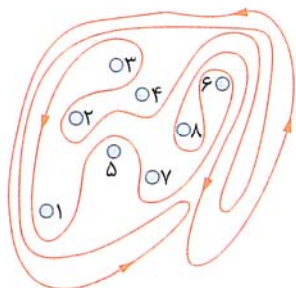
۳۶۰۰- در شکل ۲۵-۶۳، پنج سیم موازی دراز در صفحه‌ی xy و به فاصله $d = 5.00\text{ cm}$ از یکدیگر قرار دارند. جریان‌ها به طرف داخل صفحه‌اند و عبارت‌اند از $i_1 = 2.00\text{ A}$ ، $i_2 = 0.250\text{ A}$ ، $i_3 = 4.00\text{ A}$ و $i_4 = 2.00\text{ A}$. بزرگی نیروی خالص بر یکای طول وارد بر سیم ۳ ناشی از جریان‌های دیگر چقدر است؟



شکل ۲۵-۶۳ مسئله‌های ۳۶ و ۳۹

۳۷۰۰۰- GO در شکل ۲۵-۵۶، 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 A است و جریان‌ها در

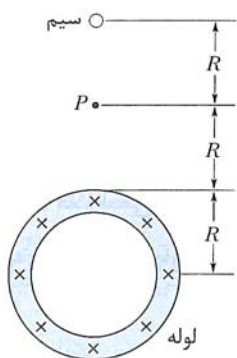
۴۶۰- در شکل ۲۵-۶۹ هشت سیم در نقطه‌های نشان داده شده به طور عمودی از صفحه عبور کرده‌اند. سیم با عدد k ($k=1,2,\dots,8$) حامل جریان ki است که $ki=4/50$ mA. در مورد سیم‌های با k فرد، جریان به طرف خارج صفحه و در مورد k زوج جریان به طرف داخل صفحه است. $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s}$ را در طول مسیر بسته در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



شکل ۲۵-۶۹ مسئله ۴۶

۴۷۰۰- ILW چگالی جریان J داخل یک سیم استوانه‌ای توپر دراز به شعاع $a=3/1$ mm در جهت محور مرکزی است و مقدار آن به طور خطی با فاصله‌ی شعاعی r از محور مطابق با $J=J_0 r/a$ تغییر می‌کند، که در آن $J_0=310$ A/m² است. بزرگی میدان مغناطیسی را در (الف) $r=0$ و (ب) $r=a/2$ و (پ) $r=a$ به دست آورید.

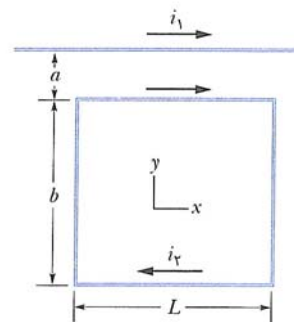
۴۸۰۰- در شکل ۲۵-۷۰ یک لوله‌ی دایره‌ای دراز با شعاع خارجی $R=2/6$ cm حامل جریان (توزیع شده به طور یکنواخت) $i=8/00$ mA به طرف داخل صفحه است. سیمی در فاصله‌ی $3/00R$ از مرکز تا مرکز موازی با لوله قرار دارد. (الف) بزرگی و (ب) جهت (به طرف داخل یا به طرف خارج صفحه) جریان در سیم را پیدا کنید به طوری که مقدار میدان مغناطیسی خالص در نقطه‌ی P دارای همان مقدار میدان مغناطیسی خالص در مرکز لوله ولی در جهت مخالف باشد.



شکل ۲۵-۷۰ مسئله ۴۸

بخش ۲۵-۵ سیم‌لوله و چنبره

۴۹۰- 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 سیم‌لوله‌ی مربعی شکل، به جای سیم‌لوله‌ی گرد در

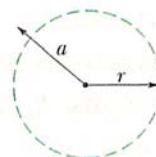


شکل ۲۵-۶۵ مسئله ۴۱

بخش ۲۵-۴ قانون آمپر

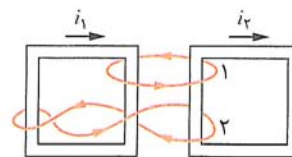
۴۲۰- در یک ناحیه‌ی خاص چگالی جریان یکنواخت 15 A/m² و در جهت مثبت z وجود دارد. وقتی انتگرال خطی در طول سه قطعه خط مستقیم از مختصات (x,y,z) برابر با $(4d,0,0)$ تا $(4d,3d,0)$ ، تا $(0,0,0)$ و تا $(0,0,0)$ محاسبه شود مقدار $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s}$ چقدر است؟ $d=20$ cm است.

۴۳۰- شکل ۲۵-۶۶ مقطع قطری یک استوانه‌ی رسانای دراز به شعاع $a=2/00$ cm را که حامل جریان یکنواخت 170 A است نشان می‌دهد. بزرگی میدان مغناطیسی جریان در فاصله‌ی شعاعی (الف) 0 ، (ب) $1/00$ cm، (پ) $2/00$ cm (سطح سیم) و (ت) $4/00$ cm چقدر است؟



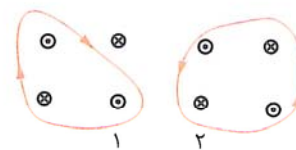
شکل ۲۵-۶۶ مسئله ۴۳

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

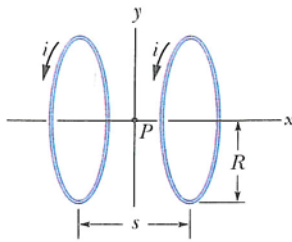


شکل ۲۵-۶۷ مسئله ۴۴

۴۵۰- SSM از هر یک از هشت رسانای شکل ۲۵-۶۸ جریان $2/0$ 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؟



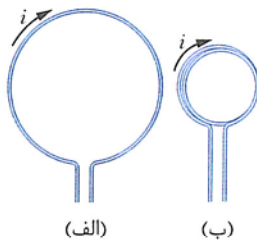
شکل ۲۵-۶۸ مسئله ۴۵



شکل ۲۵-۷۱ مسئله‌های ۵۶ و ۹۰

۵۷۰-SSM دانشجویی با پیچیدن ۳۰۰ دور سیم به دور یک استوانه‌ی چوبی به قطر $d = 5.0 \text{ cm}$ یک آهنربای الکتریکی کوتاه ساخته است. این پیچه به یک باتری که 4.0 A جریان در سیم ایجاد می‌کند بسته شده است. (الف) بزرگی گشتاور دو قطبی مغناطیسی این وسیله چقدر است؟ (ب) در چه فاصله‌ی محوری $d \gg z$ میدان مغناطیسی این دو قطبی $5.0 \mu\text{T}$ است (تقریباً یک دهم میدان مغناطیسی زمین)؟

۵۸۰- 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 مسئله‌ی ۵۸

۵۹۰-SSM بزرگی گشتاور دو قطبی مغناطیسی $\vec{\mu}$ در سیمولوی مسئله‌ی ۵۱ چقدر است؟

۶۰۰-GO در شکل ۲۵-۷۳ الف، مرکزهای دو حلقه‌ی دایره‌ای با جریان‌های مختلف و شعاع یکسان 4.0 cm روی محور y قرار دارند. فاصله‌ی حلقه‌ها در آغاز $L = 3.0 \text{ cm}$ و حلقه‌ی ۲ در مبداء محور قرار دارد. جریان‌های دو حلقه یک میدان مغناطیسی خالص با مؤلفه‌ی y برابر B_y در مبدأ ایجاد می‌کنند. می‌خواهیم این مؤلفه را وقتی حلقه‌ی ۲ به تدریج در جهت مثبت محور x حرکت می‌کند اندازه‌گیری کنیم. شکل ۲۵-۷۳ ب، B_y را برحسب تابعی از مکان y حلقه‌ی ۲ به دست می‌دهد. وقتی $y \rightarrow \infty$ میل می‌کند، منحنی به مجانب $B_y = 7/20 \mu\text{T}$ نزدیک می‌شود. مقیاس محور افقی با $y_s = 10.0 \text{ cm}$ مشخص شده است. (الف) جریان i_1 در حلقه‌ی ۱ و (ب) جریان i_2 در حلقه‌ی ۲ چقدر است؟

شکل ۲۵-۱۶، به شکل دونات درآمده است. میدان مغناطیسی داخل جنبه در (الف) فاصله‌ی شعاع داخلی و (ب) در فاصله‌ی شعاع خارجی، چقدر است؟

۵۰۰- سیمولوی به طول 95.0 cm و شعاع 2.00 cm دارای ۱۲۰۰ دور و حامل جریان 3.60 A است. بزرگی میدان مغناطیسی را داخل سیمولوه محاسبه کنید.

۵۱۰- سیمولوی با ۲۰۰ دور به طول 25 cm و قطر 10 cm حامل جریان 0.29 A است. بزرگی میدان مغناطیسی $\vec{B}$ را داخل سیمولوه محاسبه کنید.

۵۲۰- سیمولوی به طول $1/30 \text{ m}$ و قطر $2/60 \text{ cm}$ حامل جریان 18.0 A است. میدان مغناطیسی داخل سیمولوه 23.0 mT است. طول سیمی را که سیمولوه از آن ساخته شده است به دست آورید.

۵۳۰۰- سیمولوی درازی با 100 cm دور i حامل جریان است. الکترونی در داخل سیمولوه در دایره‌ای به شعاع $2/30 \text{ cm}$ عمود بر محور سیمولوه حرکت می‌کند. تندی الکترون $0.460 c$ (تندی نور c) است. جریان i در سیمولوه را به دست آورید.

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

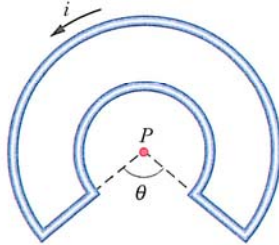
۵۵۰۰-SSM WWW ILW سیمولوی درازی با 10 cm دور 1.0 و شعاع 7.00 cm حامل جریان 20.0 mA است. در رسانای مستقیمی واقع در امتداد محور مرکزی سیمولوه جریان 6.00 A برقرار است. (الف) در چه فاصله‌ی شعاعی از محور جهت میدان مغناطیسی ایجاد شده در 45.0° نسبت به جهت محوری خواهد بود؟ (ب) بزرگی میدان مغناطیسی در آنجا چقدر است؟

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

۵۶۰- شکل ۲۵-۷۱ آرایشی به نام پیچه‌ی هلمهولتز^۱ را نشان می‌دهد. این وسیله شامل دو پیچه‌ی دایره‌ای هم محور هر یک دارای ۲۰۰ دور و شعاع $R = 25.0 \text{ cm}$ است که به فاصله‌ی $S = R$ از هم قرار دارند. این دو پیچه حامل جریان مساوی $i = 12/2 \text{ mA}$ در یک جهت‌اند. بزرگی میدان مغناطیسی را در P ، وسط فاصله‌ی دو پیچه به دست آورید.

مسئله‌های اضافی

۶۴- در شکل ۲۵-۷۶ حلقه‌ی بسته‌ای حامل جریان $i = 200 \text{ mA}$ است. این حلقه شامل دو سیم مستقیم شعاعی و دو کمان دایره‌ای هم مرکز به شعاع‌های 200 m و 400 m است. زاویه‌ی 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 ۲۵-۷۶ مسئله‌ی ۶۴

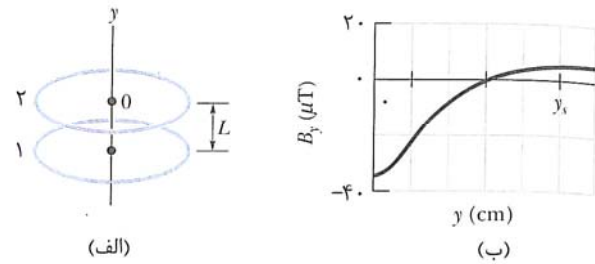
۶۵- یک کابل استوانه‌ای به شعاع 800 mm حامل جریان 250 A است که به طور یکنواخت در مساحت مقطع توزیع شده است. در چه فاصله‌ای از مرکز سیم، نقطه‌ای داخل سیم وجود دارد که بزرگی میدان مغناطیسی در آن 0.100 mT است؟

۶۶- دو سیم دراز در صفحه‌ی xy قرار دارند و هر یک حامل جریان در جهت مثبت محور x است. سیم ۱ در $y = 10.0 \text{ cm}$ حامل جریان 6.00 A و سیم ۲ در $y = 5.00 \text{ cm}$ حامل جریان 10.0 A است. (الف) میدان مغناطیسی خالص $\vec{B}$ را در مبدأ برحسب بردار یکه 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؟

۶۷- 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.

۶۸- یک سیم مستقیم دراز حامل جریان 50 A است. الکترونی که با تندی $1.0 \times 10^7 \text{ m/s}$ حرکت می‌کند، 50 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؟

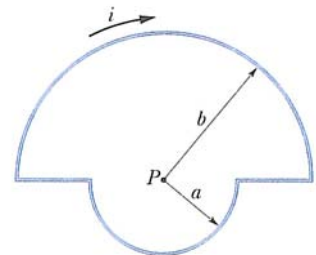
۶۹- سه سیم دراز موازی با محور z ، هر یک حامل جریان 10 A در جهت مثبت z قرار دارند. نقطه‌های تلاقی این سیم‌ها با صفحه‌ی xy یک مثلث متساوی الاضلاع به ضلع 50 cm را تشکیل می‌دهند که در شکل ۲۵-۷۷ نشان داده شده است. سیم چهارمی (سیم b) از وسط قاعده‌ی مثلث و موازی با سیم‌های دیگر عبور کرده است. اگر نیروی مغناطیسی خالص وارد بر سیم a صفر باشد، (الف) اندازه و (ب) جهت ($+z$ یا $-z$) جریان در سیم



شکل ۲۵-۷۳ مسئله‌ی ۶۰

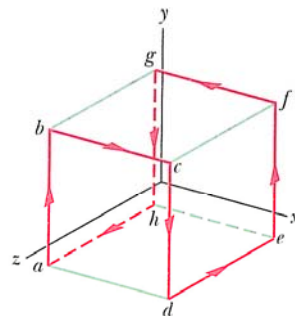
۶۱۰۰- یک حلقه‌ی دایره‌ای به شعاع 12 cm حامل جریان 15 A است. پیچه‌ی مسطحی به شعاع 0.82 cm با 50 دور و جریان $1/3 \text{ A}$ هم مرکز با این حلقه است. صفحه‌ی حلقه بر صفحه‌ی پیچه عمود است. فرض کنید که میدان مغناطیسی حلقه در پیچه یکنواخت باشد. بزرگی (الف) میدان مغناطیسی ایجاد شده به وسیله‌ی حلقه در مرکز و (ب) گشتاور نیروی وارد بر پیچه ناشی از حلقه چقدر است؟

۶۲۰۰- در شکل ۲۵-۷۴ جریان $i = 56/2 \text{ mA}$ در حلقه‌ای 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.



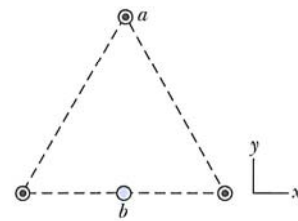
شکل ۲۵-۷۴ مسئله‌ی ۶۲

۶۳۰۰- در شکل ۲۵-۷۵ رسانایی حامل 6.0 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 حلقه‌ی مربع است. (الف) $bcfgb$ ، $abgha$ و $cdefc$ ، گشتاور مغناطیسی خالص مسیر را برحسب بردار یکه به دست آورید. (ب) بزرگی میدان مغناطیسی خالص در مختصات xyz ($0, 5.0 \text{ m}, 0$) چقدر است؟



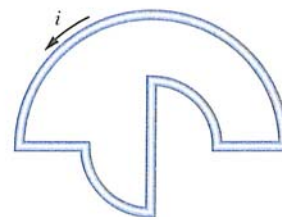
شکل ۲۵-۷۵ مسئله‌ی ۶۳

b را پیدا کنید.



شکل ۷۷-۲۵ مسئله ۶۹

۷۰- شکل ۷۸-۲۵ حلقه‌ی بسته‌ای با جریان $i = 2/00\text{ A}$ را نشان



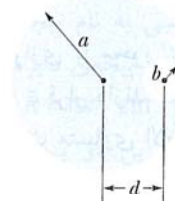
می‌دهد. این حلقه شامل یک نیم‌دایره به شعاع $4/00\text{ m}$ ، دو ربع دایره هر یک به شعاع $2/00\text{ m}$ و سه سیم مستقیم شعاعی است. بزرگی میدان مغناطیسی خالص در مرکز مشترک بخش‌های دایره‌ای چقدر است؟

شکل ۷۸-۲۵ مسئله ۷۰

۷۱- سیم لخت مسی نمره ۱۰ (به قطر $2/6\text{ mm}$) می‌تواند جریان 50 A را بدون داغ شدن اضافی تحمل کند. به ازای این جریان، بزرگی میدان مغناطیسی در سطح سیم چقدر است؟

۷۲- یک سیم دراز قائم حامل جریانی نامعلوم است. هم محور با سیم یک سطح رسانای استوانه‌ای نازک دراز قرار دارد که حامل جریان 30 mA به طرف بالاست. شعاع سطح استوانه‌ای $3/0\text{ mm}$ است. اگر بزرگی میدان مغناطیسی در نقطه‌ی $5/0\text{ mm}$ از سیم $1/0\text{ }\mu\text{T}$ باشد، (الف) اندازه و (ب) جهت جریان در سیم را پیدا کنید.

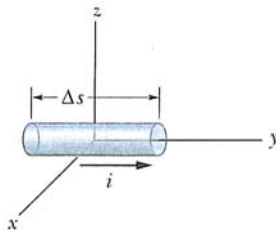
۷۳- شکل ۷۹-۲۵ مقطع یک رسانای استوانه‌ای دراز به شعاع $a = 4/00\text{ cm}$ شامل یک سوراخ استوانه‌ای دراز به شعاع $b = 1/50\text{ cm}$ موازی‌اند و فاصله‌ی آنها از یکدیگر $d = 2/00\text{ cm}$ است. جریان $i = 5/25\text{ A}$ به طور یکنواخت در سطح سایه‌دار توزیع شده است. (الف) بزرگی میدان مغناطیسی در مرکز سوراخ چقدر است؟ (ب) درباره‌ی دو مورد خاص $d = 0$ و $b = 0$ بحث کنید.



شکل ۷۹-۲۵ مسئله ۷۳

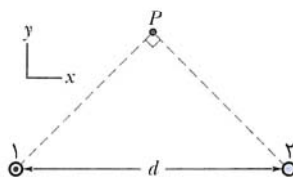
۷۴- بزرگی میدان مغناطیسی در فاصله‌ی $88/0\text{ cm}$ از محور یک سیم مستقیم دراز برابر با $7/30\text{ }\mu\text{T}$ است. جریان در سیم چقدر است؟

۷۵- SSM شکل ۸۰-۲۵ 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 محاسبه‌ی بزرگی میدان مغناطیسی $\vec{B}$ که توسط قطعه، در نقطه‌ای به فاصله‌ی 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 θ و r در سراسر قطعه رسانی ثابت‌اند. $\vec{B}$ را (بر حسب 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.



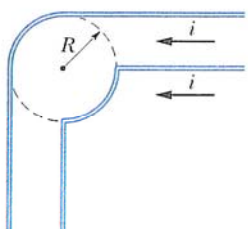
شکل ۸۰-۲۵ مسئله ۷۵

۷۶- شکل ۸۱-۲۵ مقطع دو سیم موازی دراز را به فاصله‌ی $d = 10/0\text{ cm}$ از یکدیگر نشان می‌دهد که هر یک حامل جریان 100 A هستند، و در سیم ۱ جریان به طرف بیرون صفحه است. نقطه‌ی 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.



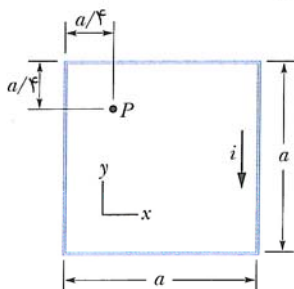
شکل ۸۱-۲۵ مسئله ۷۶

۷۷- در شکل ۸۲-۲۵ دو سیم دراز نامتناهی حامل جریان‌های مساوی i هستند. هر یک از دو سیم دارای یک کمان 90° روی پیرامون دایره‌ی یکسان R هستند. نشان دهید که میدان مغناطیسی $\vec{B}$ در مرکز دایره با میدان $\vec{B}$ در فاصله‌ی R زیر سیم مستقیم نامتناهی که حامل جریان i به سمت چپ باشد برابر است.



شکل ۸۲-۲۵ مسئله ۷۷

۸۳- SSM در شکل ۲۵-۸۵ اگر $i = 10\text{ A}$ و $a = 8.0\text{ cm}$ باشد، میدان مغناطیسی در نقطه‌ی P را برحسب بردار یک‌پیدا کنید. (توجه کنید که سیم‌ها دراز نیستند.)



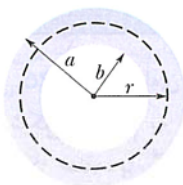
شکل ۲۵-۸۵ مسئله‌ی ۸۳

۸۴- سه سیم دراز همه در صفحه‌ی xy و موازی با محور x قرار دارند. فاصله‌ی سیم‌ها از یکدیگر مساوی و برابر 10 cm است. از دو سیم بیرونی جریان 5.0 A در جهت مثبت x می‌گذرد. اگر جریان در سیم مرکزی $3/2\text{ A}$ (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؟

۸۵- 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 فاصله‌ی شعاعی r در گستره‌ی $b < r < a$ با رابطه‌ی 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 $i = 10\text{ A}$ باشد، حال $B(r)$ را در گستره‌ی $0 < r < 6\text{ cm}$ رسم کنید.



شکل ۲۵-۸۶ مسئله‌ی ۸۵

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

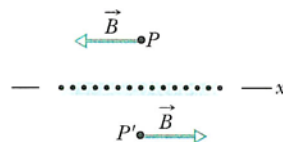
$$B = \frac{2\mu_0 i}{\pi} \frac{(L^2 + W^2)^{1/2}}{LW}$$

۷۸- سیم درازی که حامل جریان 100 A است بر خط‌های میدان مغناطیسی یک میدان مغناطیسی یکنواخت با بزرگی 5.0 mT عمود است. در چه فاصله‌ای از سیم میدان مغناطیسی خالص برابر با صفر است؟

۷۹- یک رسانای استوانه‌ای توخالی دراز (به شعاع داخلی 2.0 mm و شعاع خارجی 4.0 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 mm ، (ب) 3.0 mm و (پ) 5.0 mm از محور مرکزی سیم و استوانه چقدر است؟

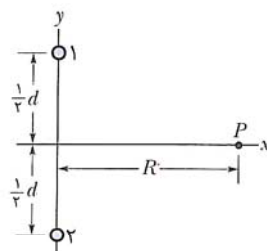
۸۰- یک سیم دراز شعاعی بزرگتر از 4.0 mm دارد و حامل جریانی است که به طور یکنواخت در مقطع آن توزیع شده است. بزرگی میدان مغناطیسی ناشی از جریان در نقطه‌ای با فاصله‌ی 4.0 mm از محور سیم 0.28 mT و در نقطه‌ای با فاصله‌ی 10 mm از سیم 0.20 mT است. شعاع سیم چقدر است؟

۸۱- SSM شکل ۲۵-۸۳ مقطع یک برگه‌ی 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 $B = \frac{1}{4}\mu_0\lambda$.



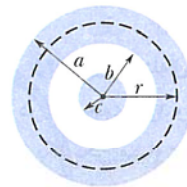
شکل ۲۵-۸۳ مسئله‌ی ۸۱

۸۲- شکل ۲۵-۸۴ مقطع دو سیم موازی دراز به فاصله‌ی $d = 18/6\text{ cm}$ 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 نقطه‌ی P در فاصله‌ی $R = 34/2\text{ cm}$ را بر حسب بردار یک‌پیدا کنید.



شکل ۲۵-۸۴ مسئله‌ی ۸۲

۸۷- شکل ۲۵-۸۷ 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.

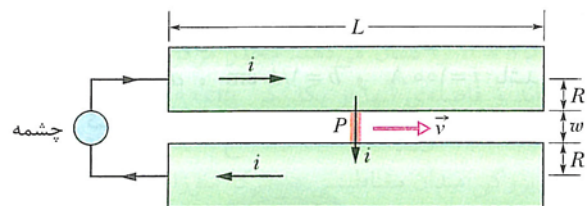


شکل ۲۵-۸۷ مسئله ۸۷

۸۸- شکل ۲۵-۸۸ طرحوار آرمانی شده‌ی یک تفنگ ریلی است. پرتابه‌ی P بین دو ریل پهن با مقطع دایره‌ای قرار دارد؛ یک چشمه‌ی جریان در ریل‌ها و پرتابه‌ی (رسانا) جریانی می‌فرستد (از فیوز استفاده نشده است). (الف) فرض کنیم w فاصله‌ی 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 رابطه‌ی 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 $i = 45 \text{ kA}$ ، $w = 12 \text{ mm}$ ، $R = 6.7 \text{ cm}$ ، $L = 4.0 \text{ m}$ و جرم پرتابه 10 g است.



شکل ۲۵-۸۸ مسئله ۸۸

۸۹- شکل ۲۵-۸۹ یک حلقه‌ی 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

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

۹۰- در شکل ۲۵-۷۱، آرایشی به نام پیچه‌ی هلمهولتز شامل دو پیچه‌ی هم محور دایره‌ای، هر یک با N دور سیم به شعاع R و به فاصله‌ی s از یکدیگر نشان داده شده است. این دو پیچه حامل جریان‌های مساوی i در جهت یکسان هستند. (الف) نشان دهید که مشتق اول بزرگی میدان مغناطیسی خالص پیچه‌ها (dB/dx) در نقطه‌ی 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 فاصله‌ی خاص پیچه است.

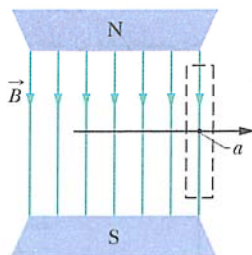
۹۱- SSM یک حلقه‌ی مربع شکل سیمی به ضلع a حامل جریان i است. نشان دهید که بزرگی میدان مغناطیسی ایجاد شده در نقطه‌ی واقع بر محور مرکزی عمود بر حلقه و به فاصله‌ی x از مرکز آن عبارت است از

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

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

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

۹۳- 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 نقطه‌ی a در شکل به نظر می‌رسد). (رهنمایی: قانون آمپر را در مسیر مستطیل شکل نشان داده شده با خط‌چین 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 واقعی تری را نشان بدهد.



شکل ۲۵-۸۹ مسئله ۹۳