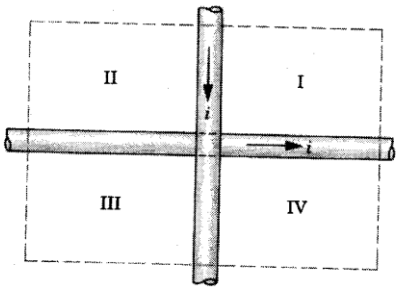
پرسشها:

۲. در مورد شباهتها و اختلافهای بین قانون کولن و قانون بیو ـ ساوار بحث کنید.

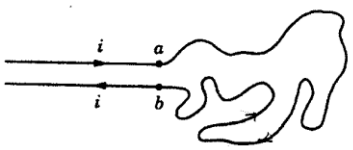
۵. دو بار الکتریکی را درنظر بگیرید که (الف) هم‌علامت باشند و (ب) مختلف‌العلامت باشند و در مسیرهای موازی جداگانه با سرعت یکسان حرکت می‌کنند. جهت نیروهای الکتریکی و مغناطیسی متقابل را در هریک از دو مورد بالا مقایسه کنید.

۱۶. دو سیم ثابت به‌طور عمودی یکدیگر را قطع می‌کنند، این دو سیم واقعاً در تماس با یکدیگر قرار نمی‌گیرند ولی بسیار نزدیک به‌هم هستند؛ شکل ۲۳. جریان یکسان i در هر دو سیم در جهتهای مشخص‌شده در شکل برقرار است. آیا نقاطی وجود دارند که برای آنها میدان مغناطیسی برایند صفر باشد؟



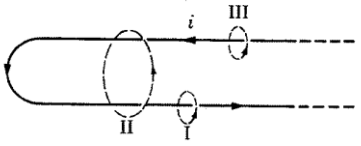
شکل ۲۳. پرسش ۱۶.

۱۷. یک حلقهٔ درهم و برهم از سیم نرم بر روی میز بدون اصطکاکی قرار دارد و دو سر آن را در نقاط a و b محکم شده است؛ شکل ۲۴ اگر جریان i از سیم بگذرد، این حلقه باز می‌شود و به‌شکل یک حلقهٔ دایره‌ای درمی‌آید یا اینکه بیشتر جمع می‌شود و درهم فرو می‌رود؟



شکل ۲۴. پرسش ۱۷.

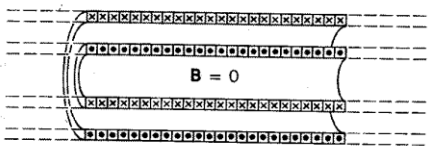
۲۰. قانون آمپر را به‌صورت کیفی برای سه مسیر شکل ۲۵ به‌کار ببندید.



شکل ۲۵. پرسش ۲۰.

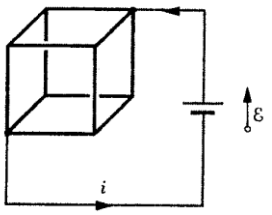
۲۱. در مورد شباهتها و تفاوتهای قانون گاؤس و قانون آمپر بحث کنید.

۲۷. دو سیملوله دراز، مطابق شکل ۲۶، بر روی یک محور قرارگرفته‌اند. این دو سیملوله حامل جریانهای یکسان ولی در جهتهای مخالف هستند. اگر در داخل سیملولهٔ داخلی میدان مغناطیسی وجود نداشته باشد، در مورد n، تعداد دور سیم‌پیچ به‌ازای واحد طول، هریک از دو سیملوله چه می‌توانید بگویید؟ اگر این دو با هم تفاوت دارند، n مربوط به کدام سیملوله بیشتر است؟



شکل ۲۶. پرسش ۲۷.

۲۹. جریان پایایی در یک شبکهٔ مکعبی از سیمهای مقاوم، مطابق شکل ۲۷، برقرار شده است. با بهره‌گیری از بحثهای مربوط به تقارن نشان دهید که میدان مغناطیسی در مرکز مکعب صفر است.



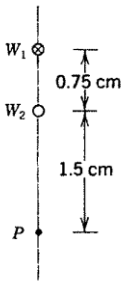
شکل ۲۷. پرسش ۲۹.

مسئله‌ها:

۱. سیم نمرهٔ ۱۰ مسی لخت (به‌قطر ۲٫۶mm) می‌تواند بدون گرم‌شدن بیش از حد حامل جریان ۵۰ آمپر باشد. برای این جریان، میدان مغناطیسی در سطح سیم چقدر است؟

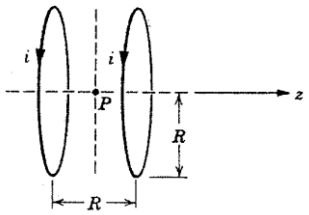
۷. دو سیم دراز موازی در فاصلهٔ ۸٫۱۰cm از یکدیگر قرارگرفته‌اند. اگر بخواهیم شدت میدان مغناطیسی در نقطهٔ وسط بین دو سیم ۲۹۶μT باشد، چه جریانهای برابری باید از دو سیم بگذرد؟

۸. دو سیم دراز مستقیم موازی که به‌فاصلهٔ ۰٫۷۵cm از هم قرار گرفته‌اند، بر صفحهٔ شکل ۲۹ عمودند. سیم W_1 حامل جریان ۶٫۶A به‌طرف داخل شکل است. برای اینکه میدان مغناطیسی برایند در نقطهٔ P برابر با صفر باشد چه جریانی (اندازه و جهت) باید از سیم W_2 بگذرد؟



شکل ۲۹. مسئلهٔ ۸.

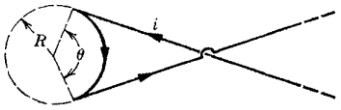
۱۰. شکل ۳۱ ترتیبی را نشان می‌دهد که به پیچهٔ هلمهولتز معروف است. این وسیله متشکل از دو پیچهٔ هم‌محور دایره‌ای به‌شعاع R است که هرکدام دارای N حلقه هستند و در فاصلهٔ R از یکدیگر قرار دارند. این پیچه‌ها حامل جریانهای یکسان i و در یک جهت هستند. میدان مغناطیسی را در نقطهٔ P، نقطه وسط دو پیچه، تعیین کنید.



شکل ۳۱. مسئله‌های ۱۰، ۲۶ و ۲۷.

۱۱. دانشجویی با پیچیدن ۳۲۰ دور سیم، دور یک استوانهٔ چوبی به‌قطر ۴٫۸۰cm یک آهنربای الکتریکی می‌سازد. این پیچه متصل به باتریی است که جریان ۴٫۲۰A را در سیم برقرار می‌کند. (الف) گشتاور مغناطیسی این وسیله چقدر است؟ (ب) در چه فاصله‌ای روی محور این پیچه ($z \gg d$) میدان مغناطیسی این دوقطبی برابر ۵٫۰μT (تقریباً یک دهم میدان مغناطیسی زمین) می‌شود؟

۱۳. یک رشته سیم حامل جریان i به‌صورت شکل ۳۳ درآمده است. دو قطعه سیم مستقیم نیم‌متناهی، که به دایرهٔ واحدی مماس‌اند و با قوس دایره‌ای به‌زاویهٔ θ روی محیط آن به‌هم وصل می‌شوند تمام بخشهای این مجموعه در صفحه واحدی قرار دارد. زاویه θ چقدر باشد تا B در مرکز این دایره صفر شود؟

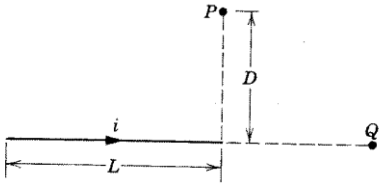


شکل ۳۳. مسئلهٔ ۱۳.

۱۴. یک قطعه سیم مستقیم به‌طول L، حامل جریان i است. (الف) نشان دهید که میدان مغناطیسی ناشی از این سیم در نقطهٔ P که در فاصلهٔ عمودی D از یک سر سیم قرار دارد (شکل ۳۴) از رابطه زیر به‌دست می‌آید

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

نشان دهید که میدان مغناطیسی در نقطهٔ Q، در امتداد رشته سیم، صفر است.

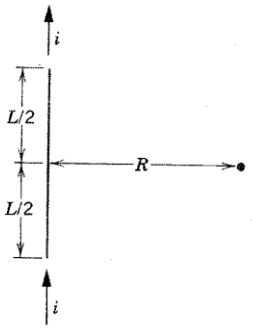


شکل ۳۴. مسئلهٔ ۱۴.

۱۶. قطعه سیم مستقیمی به‌طول L حامل جریان i است. نشان دهید که اندازهٔ میدان مغناطیسی $\mathbf{B}$ وابسته به این قطعه سیم در فاصلهٔ R روی عمودمنصف آن (شکل ۳۶) از رابطه زیر به‌دست می‌آید

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

نشان دهید که وقتی $L \to \infty$ این رابطه نتیجه موردنظر تبدیل می‌شود.



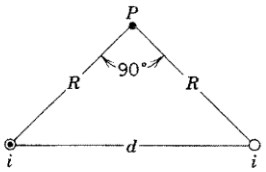
شکل ۳۶. مسئلهٔ ۱۶.

۱۷. نشان دهید که میدان B در مرکز یک حلقه‌سیم مستطیلی به‌طول L و به‌عرض W که حامل جریان i است از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید

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

نشان دهید که وقتی $L \gg W$ این رابطه نتیجه‌ای سازگار با مثال ۱ به‌دست می‌دهد.

۲۲. دو رشته سیم دراز مستقیم موازی که در فاصلهٔ ۱۲٫۲cm از هم قرار گرفته‌اند هریک حامل جریان ۱۱۵A هستند. شکل ۳۸ سطح‌مقطع این سیمها را که عمود بر صفحهٔ شکل قرار دارند نشان می‌دهد و نقطهٔ P روی عمودمنصف d قرار دارد. اندازه و جهت میدان مغناطیسی را در نقطه P وقتی که جریان در سیم طرف چپ



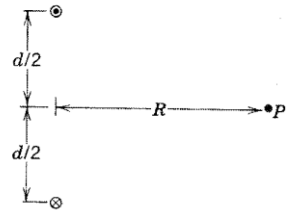
شکل ۳۸. مسئلهٔ ۲۲.

به‌طرف خارج از صفحه شکل است و جریان در سیم طرف راست (الف) به‌طرف خارج از صفحهٔ شکل و (ب) به‌طرف داخل صفحهٔ شکل است مشخص کنید.

۲۴. دو سیم درازکه در فاصلهٔ d از یکدیگر قرار دارند حامل جریانهای پادموازی i هستند. (نگاه کنید به شکل ۳۹). (الف) نشان دهید که شدت میدان مغناطیسی در نقطهٔ P که از دو سیم به یک فاصله است از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید

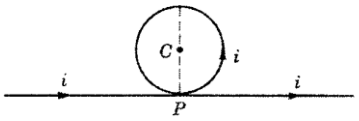
$$B = \frac{۲\mu_۰ id}{\pi(۴R^۲ + d^۲)}$$

(ب) جهت میدان $\mathbf{B}$ کدام است؟



شکل ۳۹. مسئلهٔ ۲۴.

۳۰. (الف) یک رشته سیم دراز به‌صورت نشان داده‌شده در شکل ۴۱ درآمده است، بدون اینکه در نقطهٔ تلاقی P تماسی ایجاد شود. شعاع قسمت دایره‌ای این مدار R است. وقتی جریان i به‌صورت نموده در شکل است، مقدار و جهت میدان مغناطیسی $\mathbf{B}$ را در مرکز C بخش دایره‌ای مشخص کنید. (ب) بخش دایره‌ای سیم را بدون واپیچش حول قطر عمود بر بخش مستقیم سیم (در شکل با خط‌چین نشان داده شده است) می‌چرخانیم. در این حالت گشتاور مغناطیسی مربوط به حلقهٔ دایره‌ای در جهت جریان در بخش مستقیم سیم است. میدان $\mathbf{B}$ در نقطه C در این حالت تعیین کنید.



شکل ۴۱. مسئلهٔ ۳۰.

۳۲. در سطح یک قرص پلاستیکی نازک به‌شعاع R بار q به‌صورت یکنواخت توزیع شده است. اگر این قرص را با بسامد زاویه‌ای ω حول محورش بچرخانیم، نشان دهید که (الف) میدان مغناطیسی در مرکز قرص برابر است با

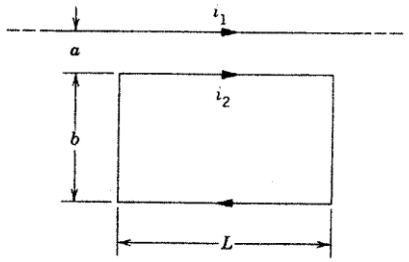
$$B = \frac{\mu_۰ \omega q}{۲\pi R}$$

و (ب) گشتاور دوقطبی مغناطیسی قرص عبارت است از

$$\mu = \frac{\omega q R^۲}{۴}$$

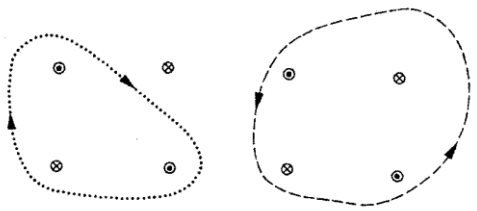
(راهنمایی: یک قرص چرخان معادل آرایه‌ای از حلقه‌های جریان است.)

۳۶. شکل ۴۶ رشته سیم دراز حامل جریان $i_۱$ را نشان می‌دهد. حلقهٔ مستطیلی حامل جریان $i_۲$ است. برایند نیروی وارد بر حلقه را محاسبه کنید. فرض کنید که $a = ۱٫۱۰\text{cm}$، $b = ۹٫۲۰\text{cm}$، $L = ۳۲٫۳\text{cm}$، $i_۱ = ۲۸٫۶\text{A}$ و $i_۲ = ۲۱٫۸\text{A}$.



شکل ۴۶. مسئلهٔ ۳۶.

۳۹. هرکدام از هشت رسانای نشان داده‌شده در شکل ۴۸ حامل جریان $۲٫۰\text{A}$ به‌داخل صفحه شکل یا خارج از آن هستند. دو مسیر برای انتگرال خطی $\oint \mathbf{B}\cdot d\mathbf{s}$ مشخص شده است. مقدار انتگرال برای (الف) مسیر نقطه‌چین و (ب) مسیر خط‌چین چقدر است؟

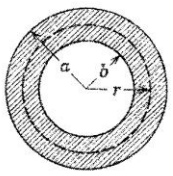


شکل ۴۸. مسئلهٔ ۳۹.

۴۴. شکل ۵۱ مقطع یک استوانهٔ رسانای توخالی به‌شعاعهای a و b را نشان می‌دهد، که حامل جریان یکنواخت توزیع‌شدهٔ i است. (الف) با استفاده از حلقهٔ آمپری دایره‌ای در شکل، نشان دهید که $B(r)$ در گسترهٔ $b < r < a$ به‌صورت زیر تغییر می‌کند:

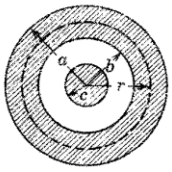
$$B(r) = \frac{\mu_۰ i}{۲\pi(a^۲ - b^۲)} \frac{r^۲ - b^۲}{r}$$

(ب) درستی این فرمول را برای حالتهای خاص $r = a$، $r = b$ و $b = ۰$ تحقیق کنید. (ج) فرض کنید داشته باشیم $a = ۲٫۰\text{cm}$، $b = ۱٫۸\text{cm}$ و $i = ۱۰۰\text{A}$، در این حالت نمودار تغییرات $B(r)$ را در گسترهٔ $۰ < r < ۶$ رسم کنید.



شکل ۵۱. مسئلهٔ ۴۴.

۴۵. شکل ۵۲ سطح‌مقطع یک رسانای دراز از نوعی را نشان می‌دهد که به آنها کابلهای هم‌محور می‌گوییم. شعاعهای این کابل عبارت‌اند از a و b و c. جریانهای برابر با توزیع یکنواخت و پادموازی i در دو رسانا برقرار است. روابطی را برای تغییرات $B(r)$ درگستره‌های (الف) $r < c$، (ب) $c < r < b$، (ج) $b < r < a$ و (د) $r > a$ به‌دست آورید. (ه) این رابطه‌ها را برای تمام موارد خاص ممکن ارزیابی کنید. (و) فرض کنید که $a = ۲٫۰\,\mathrm{cm}$، $b = ۱٫۸\,\mathrm{cm}$، $c = ۰٫۴۰\,\mathrm{cm}$ و $i = ۱۲۰\,\mathrm{A}$ باشد؛ نمودار تغییرات $B(r)$ را درگستره $۰ < r < ۳\,\mathrm{cm}$ رسم کنید.



شکل ۵۲. مسئلهٔ ۴۵.

۵۰. سیملوله‌ای به‌طول $۹۵٫۶\,\mathrm{cm}$ و با شعاع $۱٫۹۰\,\mathrm{cm}$ دارای ۱۲۳۰ دور سیم‌پیچ و حامل جریان $۳٫۵۸\,\mathrm{A}$ را حمل می‌کند. شدت میدان مغناطیسی را در داخل این سیملوله محاسبه کنید.