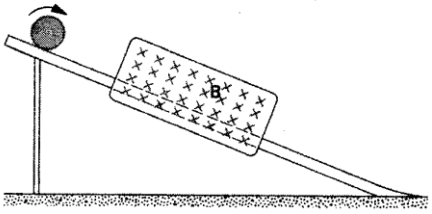
پرسشها:

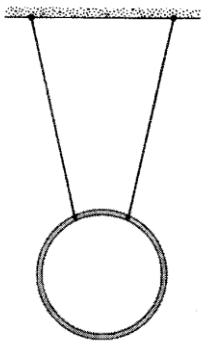
۵. آیا با اعمال یک میدان مغناطیسی می‌توان یک ذره باردار ساکن را به حرکت درآورد؟ اگر پاسخ مثبت است، چگونه؟ در این خصوص هم میدانهای پایا و هم میدانهای متغیر برحسب زمان را بررسی کنید.

۱۰. شکل ۱۷ یک سطح شیبدار چربی را نشان می‌دهد که در بخشی از طول آن یک میدان مغناطیسی قوی وجود دارد. یک قرص مسی را در این مسیر می‌غلتانیم. حرکت این قرص را وقتی از بالای سطح به پایین آن می‌غلتد توصف کنند.



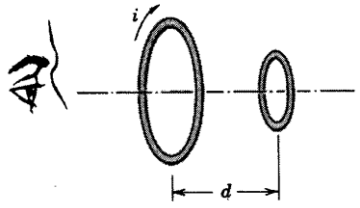
شکل ۱۷. پرسش ۱۰.

۱۱. شکل ۱۸ یک حلقهٔ مسی را نشان می‌دهد که به‌وسیله دو نخ از سقف آویخته شده است. به دقت بگویید که چگونه می‌توان به‌طور مؤثر از یک آهنربای میله‌ای برای به حرکت در آوردن این حلقه و تاب خوردن آن استفاده کرد.



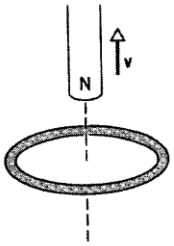
شکل ۱۸. پرسش ۱۱.

۱۳. دو حلقهٔ رسانا را که در برابر هم به فاصلهٔ d از یکدیگر قرار گرفته‌اند در شکل ۱۹ نشان داده‌ایم. ناظری در امتداد محور مشترک آنها از چپ به راست نگاه می‌کند. اگر ناگهان جریان ساعتگرد i، به‌وسیلهٔ باتریی که در شکل نشان نداده‌ایم، در حلقه بزرگتر برقرار شود (الف) جهت جریان القایی در حلقهٔ کوچکتر کدام است؟ (ب) جهت نیرویی که (در صورت وجود) به حلقه کوچکتر وارد می‌شود چیست؟



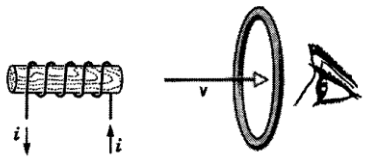
شکل ۱۹. پرسش ۱۳.

۱۵. قطب شمال یک آهنربا، مطابق شکل ۲۱، از یک حلقهٔ مسی دور می‌شود. در بخشی از حلقه که نسبت به خواننده در دورترین فاصله قرار دارد، جهت جریان القاشده کدام است؟



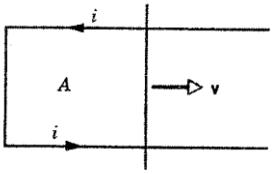
شکل ۲۱. پرسش ۱۵.

۱۷. سیملوله کوتاهی را که حامل جریانی پایاست، مطابق شکل ۲۳، به حلقه رسانایی نزدیک می‌کنیم. اگر شخصی، مطابق شکل، به حلقه نگاه کند جهت جریان القایی را چگونه می‌بیند؟



شکل ۲۳. پرسش ۱۷.

۲۳. در شکل ۲۷ قطعه سیم مستقیم متحرک با سرعت ثابت $\mathbf{v}$ به طرف راست در حرکت است. یک جریان القایی در جهت نشان داده شده در شکل ظاهر می‌شود. جهت میدان مغناطیسی یکنواخت (که فرض می‌شود ثابت و عمود بر صفحهٔ شکل باشد) در ناحیه A کدام است؟



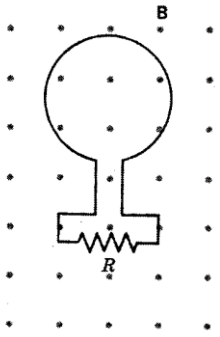
شکل ۲۷. پرسش ۲۳.

مسئله‌ها:

۳. در شکل ۳۲، شار مغناطیسی عبوری از حلقهٔ شکل، به‌صورت زیر افزایش می‌یابد:

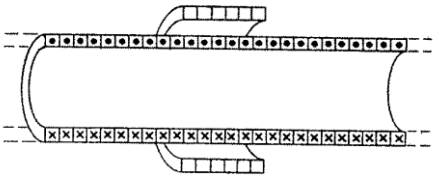
$$\Phi_B = 6t^2 + 7t$$

که در آن Φ_B برحسب میلی‌وبر و t برحسب ثانیه است. (الف) در لحظه $t = 2{,}0\,\mathrm{s}$ قدرمطلق نیروی محرکه الکتریکی القاشده در حلقه چقدر است؟ (ب) جهت جریان در مقاومت کدام است؟



شکل ۳۲. مسئله‌های ۳ و ۱۱.

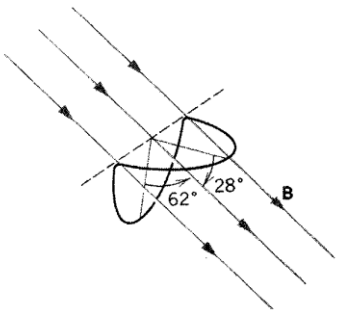
۸. در شکل ۳۴ یک پیچهٔ ۱۲۰ دور به شعاع ۱٫۸cm و مقاومت ۵٫۳Ω را بیرون سیملوله‌ای مشابه سیملولهٔ مثال ۱ قرار داده‌ایم. اگر جریان در سیملوله را مطابق مثال ۱ تغییر دهیم، (الف) در هنگام تغییر جریان سیملوله، چه جریانی در پیچه پدید می‌آید؟ (ب) چگونه



شکل ۳۴. مسئلهٔ ۸.

الکترونهای رسانش موجود در پیچه از سیملولهٔ "این پیام را دریافت می‌کنند" که برای برقراری جریان باید به حرکت درآیند؟ به هر حال، شار مغناطیسی کاملاً در قسمت داخلی سیملوله محصور شده است.

۱۰. یک حلقهٔ بسته سیمی، متشکل از دو نیمدایره کاملاً یکسان به شعاع ۳٫۷cm است، که در دو صفحهٔ عمود برهم قرار گرفته‌اند. این حلقه را با تاکردن که یک حلقه دایره‌ای را در امتداد یکی از قطرهایش تا دو نیمه آن برهم عمود شوند درست کرده‌ایم.میدان مغناطیسی یکنواخت $\mathbf{B}$ به‌شدت ۷۶mT عمود بر قطری است که تاشدگی در امتداد آن صورت گرفته و مطابق شکل ۳۵ با صفحه‌های نیمدایره‌ها زاویه‌های ۶۲° و ۲۸° می‌سازد. این میدان مغناطیسی را در یک بازهٔ ۴٫۵ms با آهنگ ثابت به صفر کاهش می‌دهیم. نیروی محرکه الکتریکی القایی را معین کنید.



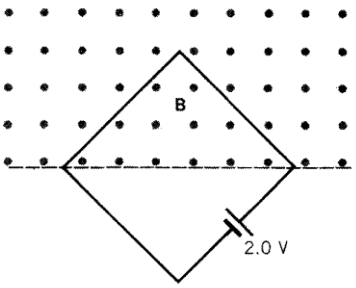
شکل ۳۵. مسئلهٔ ۱۰.

۱۳. اندازهٔ میدان مغناطیسی یکنواخت $\mathbf{B}$ با آهنگ ثابت dB/dt تغییر می‌کند. مقداری مس به جرم m دارید که آن را به‌صورت سیمی به شعاع r در می‌آورید و سپس با آن حلقه‌ای به شعاع R می‌سازید. نشان دهید که جریان القایی در حلقه به ابعاد سیم و حلقه بستگی ندارد و اگر فرض کنیم که $\mathbf{B}$ عمود بر سطح حلقه باشد، این جریان از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید

$$i = \frac{m}{4\pi\rho\delta}\frac{dB}{dt}$$

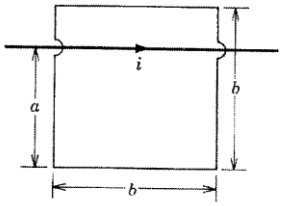
که در آن ρ مقاومت ویژه و δ چگالی مس است.

۱۴. یک حلقهٔ مربعی که طول هر ضلع آن ۲٫۳m است عمود بر یک میدان مغناطیسی یکنواخت قرار گرفته است، به‌طوری‌که، مطابق شکل ۳۶، نصف مساحت آن در داخل میدان است. این حلقه شامل یک باتری ۲٫۰V با مقاومت داخلی ناچیز است. اگر مقدار میدان برحسب زمان به‌صورت $B = 0.042 - 0.87t$ تغییر کند، که در آن B برحسب تسلا و t برحسب ثانیه است، نیروی محرکهٔ الکتریکی کل در این مدار چقدر است؟



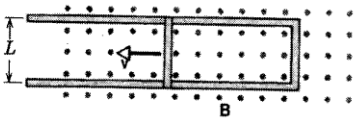
شکل ۳۶. مسئلهٔ ۱۴.

۱۶. برای وضعیت نشان داده شده در شکل ۳۸، می‌دانیم $a = 12\text{cm}$ $b = 16\text{cm}$. جریان در سیم دراز مستقیم از رابطهٔ $i = 4.5t^2 - 10t$ به‌دست می‌آید که در آن i برحسب آمپر و t برحسب ثانیه است. نیروی محرکهٔ الکتریکی حلقهٔ مربعی را در $t = 3.0\text{s}$ تعیین کنید.



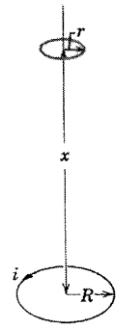
شکل ۳۸. مسئلهٔ ۱۶.

۲۰. شکل ۴۰ یک میلهٔ رسانا به‌طول L را نشان می‌دهد که روی ریلهای افقی، بدون اصطکاک رسانایی با سرعت ثابت $\mathbf{v}$ کشیده می‌شود. در ناحیه‌ای که میله در آن حرکت می‌کند یک میدان مغناطیسی قائم یکنواخت $\mathbf{B}$ برقرار است. فرض کنید $L = ۱۰٫۸\text{cm}$، $v = ۴٫۸۶\text{m/s}$ و $B = ۱٫۱۸\text{T}$. (الف) نیروی محرکهٔ القایی در میله را تعیین کنید. (ب) جریان القایی در حلقهٔ رسانا را محاسبه کنید. فرض کنید مقاومت میله برابر $۴۱۵\text{m}\Omega$ و مقاومت ریلها ناچیز باشد. (ج) انرژی داخلی با چه آهنگی در میله تولید می‌شود؟ (د) نیرویی را به‌دست آورید که برای حفظ حرکت میله باید به‌وسیلهٔ یک عامل خارجی به آن وارد شود. (ه) این نیرو با چه آهنگی روی میله کار انجام می‌دهد؟ این جواب را با پاسخ قسمت (ج) مقایسه کنید.



شکل ۴۰. مسئلهٔ ۲۰.

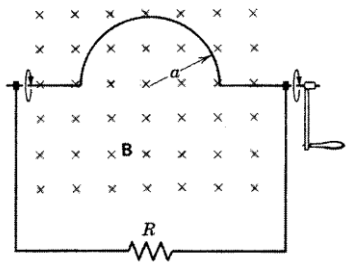
۲۴. شکل ۴۲ دو حلقه سیم موازی که محور مشترک دارند را نشان می‌دهد. حلقهٔ کوچکتر (به شعاع r) روی حلقهٔ بزرگتر (به شعاع R)، در فاصلهٔ $a \gg R$ قرار دارد. در نتیجه میدان مغناطیسی ناشی از



شکل ۴۲. مسئلهٔ ۲۴.

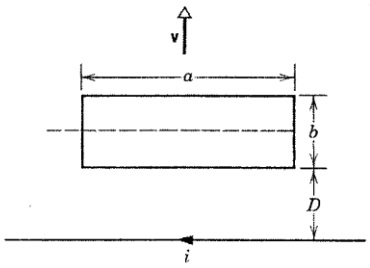
جریان i در حلقهٔ بزرگتر، تقریباً در همه‌جای حلقهٔ کوچکتر ثابت و مقدار آن با مقدار میدان روی محور برابر است. فرض کنید که فاصلهٔ x با آهنگ ثابت $dx/dt = v$ افزایش یابد. (الف) شار مغناطیسی عبوری از سطح محصور توسط حلقهٔ کوچکتر را برحسب x تعیین کنید. (ب) نیروی محرکه الکتریکی القایی در حلقهٔ کوچکتر را محاسبه کنید. (ج) جهت جریان القایی در حلقهٔ کوچکتر را معین کنید.

۲۶. قطعه سیم سفتی به‌صورت نیمدایره‌ای به شعاع a خم شده است و آن را با بسامد ν در میدان مغناطیسی یکنواختی، مطابق شکل ۴۳ می‌چرخانیم. (الف) بسامد و (ب) دامنه نیروی محرکه القایی در حلقه چقدر است؟



شکل ۴۳. مسئلهٔ ۲۶.

۳۵. یک حلقه سیم مستطیل‌شکل به طول a، عرض b و مقاومت R، مطابق شکل ۴۷، در نزدیکی یک رشته سیم بی‌نهایت بلند حامل جریان i قرار دارد. فاصلهٔ رشته سیم از حلقه برابر D است. (الف) اندازه شار مغناطیسی که از حلقه می‌گذرد و (ب) جریان تولیدشده در حلقه را وقتی با سرعت v از حلقه دور می‌شود، تعیین کنید.

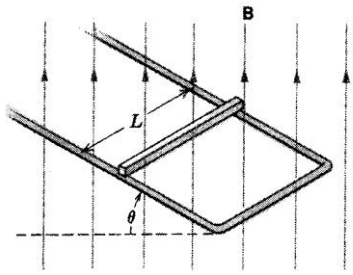


شکل ۴۷. مسئلهٔ ۳۵.

۳۷. میله‌ای به طول L، جرم m و مقاومت R بدون اصطکاک روی دو ریل موازی شیبدار رسانا با مقاومت ناچیز، مطابق شکل ۴۹، شکل نشان می‌دهد دو ریل در قسمت پایین به‌هم متصل شده‌اند و همراه با میله، به‌عنوان عضو بالایی، حلقهٔ رسانایی را به‌وجود می‌آورند. صفحهٔ ریلها با افق زاویهٔ θ می‌سازد و در آن ناحیه میدان مغناطیسی یکنواخت قائم $\mathbf{B}$ برقرار است. (الف) نشان دهید که اندازه سرعت حد حالت پایای میله برابر است با

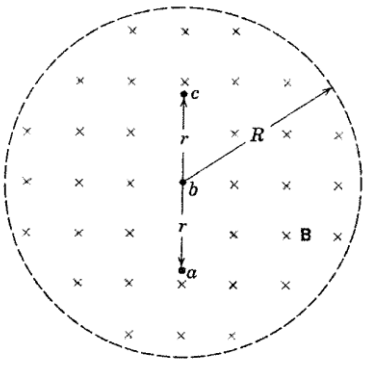
$$v = \frac{mgR}{B^2L^2}\frac{\sin\theta}{\cos^2\theta}$$

(ب) نشان دهید که آهنگ تولید انرژی داخل در میله برابر است با آهنگ کم‌شدن انرژی پتانسیل گرانشی آن. (ج) وضعیتی را بررسی کنید که در آن جهت $\mathbf{B}$ به طرف پایین است و نه بالا.



شکل ۴۹. مسئلهٔ ۳۷.

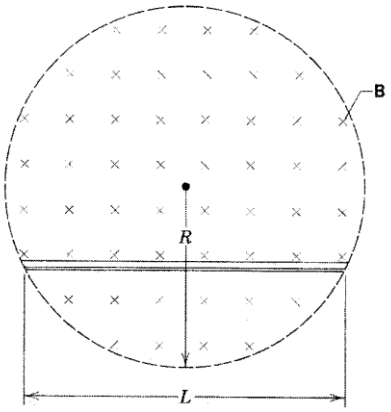
۴۲. شکل ۵۳ یک میدان مغناطیسی یکنواخت $\mathbf{B}$ را نشان می‌دهد که به فضای استوانه‌ای به شعاع R محدود است. اندازهٔ $\mathbf{B}$ با آهنگ ثابت $۱۰ر۷\mathrm{mT/s}$ کاهش می‌یابد. شتاب لحظه‌ای (اندازه و جهت) الکترونی که در هریک از نقاط a، b و c قرار دارد چقدر است؟ در این محاسبات فرض کنید که $r = ۴ر۸۲\mathrm{cm}$ باشد. (آثار لبه‌ای میدان موجود در فراسوی R تا زمانی که تقارن محوری حول محور قائم بر سطحی که از b می‌گذرد برقرار باشد تأثیری در پاسخ شما نخواهد داشت.)



شکل ۵۳. مسئلهٔ ۴۲.

۴۵. میدان مغناطیسی یکنواخت $\mathbf{B}$ فضای داخل استوانه‌ای به شعاع R را پر می‌کند. میلهٔ فلزی به طول L را مطابق شکل ۵۵ در داخل این میدان قرار می‌دهیم. اگر B با آهنگ dB/dt تغییر کند، نشان دهید که نیروی محرکهٔ الکتریکی که میدان مغناطیسی متغیر تولید می‌کند و بین دو سر میله اعمال می‌شود از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید.

$$\mathscr{E} = \frac{dB}{dt}\frac{L}{۲}\sqrt{R^۲ - \left(\frac{L}{۲}\right)^۲}$$



شکل ۵۵. مسئلهٔ ۴۵.