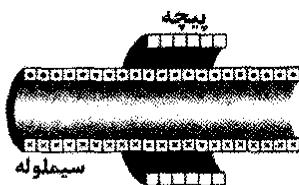


شکل ۲۶-۳۸ مسئله ۲

۳- حلقه کوچکی به مساحت $6/8 \text{ mm}^2$ داخل سیملوله درازی که دارای دور 854 cm و حامل جریان متغیر سینوسی i با دامنه $1/288 \text{ A}$ و بسامد زاویه‌ای 212 rad/s است، قرار دارد. محور مرکزی حلقه و سیملوله بر هم منطبق‌اند. دامنه emf القا شده در حلقه چقدر است؟

۴- یک ماده رسانای کشسان را می‌کشیم و آن را به شکل حلقه دایره‌ای به شعاع 120 cm در می‌آوریم. حلقه در یک میدان مغناطیسی یکنواخت $0/800$ قرار داده می‌شود به طوری که صفحه آن عمود بر میدان است. وقتی آن را رها کنیم، شعاع حلقه با آهنگ لحظه‌ای $75/0 \text{ cm/s}$ شروع به کوچک شدن می‌کند. در آن لحظه emf القا شده در حلقه چقدر است؟

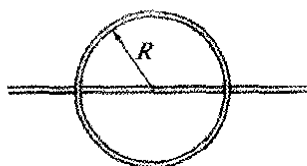
۵- در شکل ۲۶-۳۹ یک پیچه 120 دور با شعاع $1/8 \text{ cm}$ و مقاومت $5/35 \Omega$ با سیملوله‌ای با 220 دور بر سانتی‌متر و قطر $3/2 \text{ cm}$ هم‌محور است. جریان در سیملوله در بازه زمانی $\Delta t = 25 \text{ s}$ از $1/5 \text{ A}$ به صفر کاهش می‌یابد. در طی زمان Δt جریان القا شده در حلقه چقدر است؟



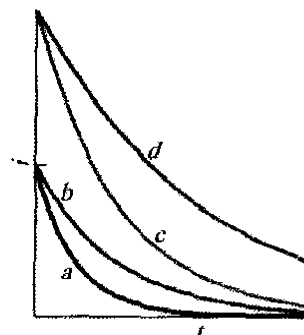
شکل ۲۶-۳۹ مسئله ۵

۶- یک میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ بر صفحه حلقه دایره‌ای به قطر 10 cm عمود است. این حلقه از سیمی مسی به قطر $2/5 \text{ mm}$ و مقاومت ویژه $1/69 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ تشکیل شده است. با چه آهنگی بزرگی $\vec{B}$ باید تغییر کند تا یک جریان 10 A در حلقه القا شود؟

۷- در شکل ۲۶-۴۰ سیمی به شکل حلقه دایره‌ای بسته با شعاع $R = 2/0 \text{ m}$ و مقاومت $4/0 \Omega$ در آمده است. مرکز دایره روی یک سیم مستقیم دراز قرار دارد؛ در زمان $t = 0$ جریان در سیم مستقیم $5/0 \text{ A}$ و به سمت راست است. از این لحظه به بعد، جریان با رابطه $i = 5/0 \text{ A} - (2/0 \text{ A/s}^2)t^2$ تغییر می‌کند. (سیم دراز به گونه‌ای عایق‌بندی شده است که تماس الکتریکی بین آن و حلقه سیمی وجود ندارد.) بزرگی جریان القا شده در حلقه در زمان $t > 0$ چقدر است؟



شکل ۲۶-۴۰ مسئله ۷



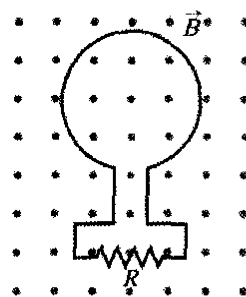
شکل ۲۶-۳۶ پرسش ۱۰

مسئله‌ها

●● مسئله‌های آموزشی قابل دسترس (در نسخه مدرس)
SSM: پاسخ قابل دسترس در کتاب حل مسئله‌ها
WWW: پاسخ در <http://www.wiley.com/college/halliday> داده شده است.
ILW: پاسخ یادگیری تعاملی در <http://www.wiley.com/college/halliday> داده شده است.
●●● تعداد نقطه‌ها درجه دشوار بودن سطح مسئله را نشان می‌دهد.
اطلاعات اضافی در سبک پرورنده فیزیک و در flyingcircusofphysics.com قابل دسترس است.

بخش ۲۶-۴ قانون لنز

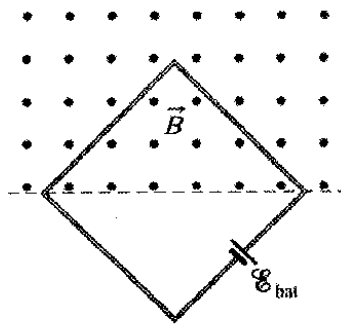
۱- در شکل ۲۶-۳۷، شار مغناطیسی که از حلقه می‌گذرد با رابطه $\Phi_B = 6/0 t^2 + 7/0 t$ افزایش می‌یابد که در آن Φ_B برحسب میلی‌وبر و t برحسب ثانیه است. (الف) وقتی $t = 2/0 \text{ s}$ است، بزرگی emf القایی در حلقه چقدر است؟ (ب) جهت جریان در R به سمت راست است یا چپ؟



شکل ۲۶-۳۷ مسئله ۱

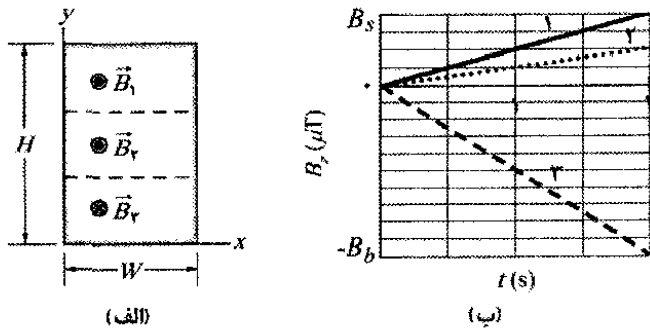
۲- یک حلقه سیمی به شعاع 12 cm و مقاومت $8/5 \Omega$ در میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ که بزرگی آن به ترتیب شکل ۲۶-۳۸ تغییر می‌کند قرار دارد. مقیاس محور قائم با $B_s = 0/50 \text{ T}$ و مقیاس محور افقی با $t_s = 6/00 \text{ s}$ مشخص شده است. صفحه حلقه بر $\vec{B}$ عمود است. در بازه‌های زمانی (الف) 0 تا $2/0 \text{ s}$ ، (ب) $2/0 \text{ s}$ تا $4/0 \text{ s}$ و (پ) $4/0 \text{ s}$ تا $4/0 \text{ s}$ emf القا شده در حلقه چقدر است؟

۴۴-۲۶ مشاهده می‌شود نصف حلقه در میدان قرار دارد. حلقه شامل یک باتری آرمانی با emf برابر $\mathcal{E} = 200\text{ V}$ است. اگر بزرگی میدان مغناطیسی با زمان با رابطه $B = 0.0420 - 0.187t$ که B برحسب تسلا و t برحسب ثانیه است. تغییر کند، (الف) emf خالص در مدار چقدر است؟ (ب) جهت و جریان (خالص) دور حلقه چیست؟



شکل ۲۶-۴۴ مسئله ۱۱

۱۲۰۰- شکل ۲۶-۴۵ الف سیمی را نشان می‌دهد که به شکل مستطیل ($W = 20\text{ cm}, H = 30\text{ cm}$) است و $50\text{ m}\Omega$ مقاومت دارد. سطح آن به سه ناحیه یکسان با میدانهای مغناطیسی B_1 ، B_2 و B_3 تقسیم شده است. میدانها در همه ناحیهها یکنواخت است و همانطور که مشخص شده به سمت خارج و داخل صفحه هستند. شکل ۲۶-۴۵ ب مؤلفه‌های z مربوط به B_z سه میدان با زمان t را به دست می‌دهد، مقیاس محور قائم با $B_b = -2/5 B_s$ و $B_z = 4/0 \mu\text{T}$ و مقیاس محور افقی با $t_s = 2/0\text{ s}$ مشخص شده‌اند مطلوب است. (الف) بزرگی و (ب) جهت جریان القا شده در سیم.

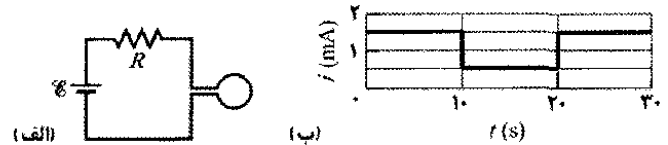


شکل ۲۶-۴۵ مسئله ۱۲

۱۳۰۰- پیچه مستطیل شکلی دارای N دور، طول a و پهنای b است و همانطور که شکل ۲۶-۴۶ نشان می‌دهد با بسامد f در میدان مغناطیسی یکنواخت B می‌چرخد. سرهای پیچه به استوانه‌های چرخانی وصل است که مقابل آنها جاروهای فلزی برای برقراری تماس قرار دارند. (الف) نشان دهید که emf القا شده در پیچه (به صورت تابعی از زمان t) از رابطه زیر به دست می‌آید

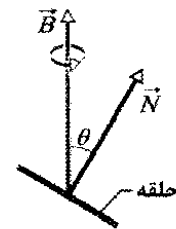
$$\mathcal{E} = 2\pi f Nab B \sin(2\pi ft) = \mathcal{E}_0 \sin(2\pi ft)$$

۸۰- شکل ۲۶-۴۱ الف مداری را نشان می‌دهد که شامل یک باتری آرمانی با emf برابر $\mathcal{E} = 600\text{ mV}$ ، یک مقاومت R و یک حلقه سیم کوچک به مساحت 50 cm^2 است. در بازه زمانی $t = 10\text{ s}$ تا $t = 20\text{ s}$ یک میدان مغناطیسی خارجی از حلقه می‌گذرد. میدان یکنواخت است و جهت آن به سمت داخل صفحه در شکل ۲۶-۴۱ الف قرار دارد و بزرگی میدان با رابطه $B = at$ داده می‌شود که در آن B برحسب تسلا، a ثابت و t برحسب ثانیه است. شکل ۲۶-۴۱ ب جریان i را پیش از، در حین و پس از برقراری میدان خارجی نشان می‌دهد، در معادله مربوط به بزرگی میدان ثابت a را به دست آورید.



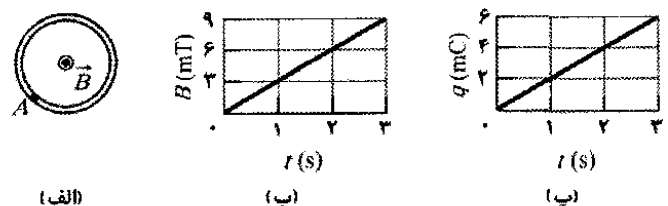
شکل ۲۶-۴۱ مسئله ۸

۹۰- در شکل ۲۶-۴۲ یک حلقه سیمی دایره‌ای به قطر 10 cm (کناره آن دیده می‌شود) طوری در میدان مغناطیسی یکنواخت B به بزرگی 0.50 T قرار داده می‌شود که بردار عمود $\vec{N}$ بر آن با میدان زاویه $\theta = 30^\circ$ می‌سازد. سپس حلقه با آهنگ ثابت 100 دور بر دقیقه به گونه‌ای چرخانده می‌شود که $\vec{N}$ روی مخروطی حول میدان مغناطیسی می‌چرخد؛ در طی این فرایند زاویه θ تغییر نمی‌کند. emf القا شده در حلقه چقدر است؟



شکل ۲۶-۴۲ مسئله ۹

۱۰۰۰- در شکل ۲۶-۴۳ الف، بزرگی میدان مغناطیسی یکنواخت B با زمان t مطابق شکل ۲۶-۴۳ ب افزایش می‌یابد. یک حلقه رسانای دایره‌ای به مساحت $8.0 \times 10^{-4}\text{ m}^2$ در صفحه کاغذ در این میدان قرار دارد. مقدار بار q که از نقطه A روی حلقه می‌گذرد بر حسب تابعی از t در شکل ۲۶-۴۳ پ نشان داده شده است. مقاومت حلقه چقدر است؟



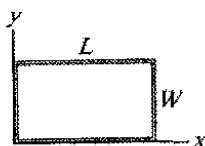
شکل ۲۶-۴۳ مسئله ۱۰

۱۱۰۰- یک حلقه سیم مربعی شکل به ضلع $2/00\text{ m}$ عمود بر یک میدان مغناطیسی یکنواخت است و همانطور که در شکل

۱۶۰۰- در یک مکان معین، میدان مغناطیسی زمین دارای بزرگی $B = 0.590$ گاوس است و با زاویه 70° نسبت به افق و به سمت پایین قرار دارد. یک پیچه دایره‌ای افقی تخت سیمی با شعاع 10.0 cm دارای 1000 دور و مقاومت کل $85.0\ \Omega$ است. پیچه به طور متوالی به یک آمپرسنج با مقاومت $150\ \Omega$ متصل است. پیچه نیم دور حول قطر می‌چرخد به طوری که دوباره افقی می‌شود. در طی این چرخش چقدر بار از آمپرسنج می‌گذرد؟

۱۷۰۰- یک مولد الکتریکی شامل 100 دور سیم است که به شکل یک حلقه مستطیلی 50.0 cm در 30.0 cm آمده است و به طور کامل در یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی $B = 3/50\text{ T}$ قرار دارد. $\vec{B}$ در ابتدا بر صفحه پیچه عمود است. وقتی حلقه 1000 دور بر دقیقه حول محوری عمود بر $\vec{B}$ بچرخد، مقدار بیشینه emf تولید شده چقدر است؟ ILW

۱۸۰۰- در شکل ۲۶-۴۹ یک حلقه سیم به ابعاد $L = 40.0\text{ cm}$ و $W = 25.0\text{ cm}$ در یک میدان مغناطیسی $\vec{B}$ قرار دارد. مطلوب است (الف) بزرگی $\mathcal{E}$ و (ب) جهت (ساعتگرد یا پادساعتگرد - یا هیچ کدام اگر $\mathcal{E} = 0$ است) emf القا شده در حلقه در صورتی که $\vec{B} = (4.00 \times 10^{-2}\text{ T/m})\hat{y}\hat{k}$ باشد. اگر $\vec{B} = (6.00 \times 10^{-2}\text{ T/s})\hat{t}\hat{k}$ باشد، (پ) $\mathcal{E}$ و (ت) جهت آن چیست؟ اگر $\vec{B} = (8.00 \times 10^{-2}\text{ T/m.s})\hat{y}\hat{j}\hat{i}$ باشد، (ث) $\mathcal{E}$ و (ج) جهت آن چیست؟ اگر $\vec{B} = (3.00 \times 10^{-2}\text{ T/m.s})\hat{x}\hat{t}\hat{j}$ باشد، (ج) $\mathcal{E}$ و (ج) جهت آن چیست؟ در صورتی که $\vec{B} = (5.00 \times 10^{-2}\text{ T/m.s})\hat{y}\hat{i}\hat{j}$ باشد، (خ) $\mathcal{E}$ و (د) جهت آن چیست؟

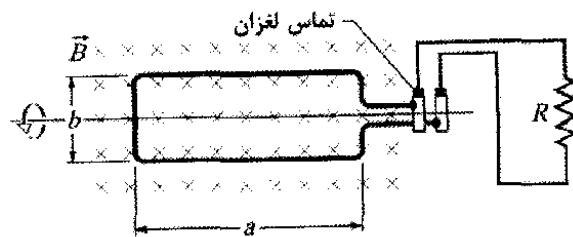


شکل ۲۶-۴۹ مسئله ۱۸

۱۹۰۰- صد دور سیم مسی (عایق‌بندی شده) دور یک هسته استوانه‌ای چوبی با سطح مقطعی به مساحت $1/2 \times 10^{-3}\text{ m}^2$ پیچیده شده است. دو انتها به مقاومتی وصل شده‌اند. مقاومت کل مدار $13.0\ \Omega$ است. اگر یک میدان مغناطیسی طولی یکنواخت خارجی در هسته از $1/60\text{ T}$ در یک جهت به $1/60\text{ T}$ را در جهت مقابل تغییر کند، در این تغییر چه مقدار بار از یک نقطه در مدار می‌گذرد؟ ILW

۲۰۰۰- یک حلقه مستطیلی ($1/5\text{ m}^2$ مساحت) در میدان مغناطیسی یکنواخت $B = 0.20\text{ T}$ می‌چرخد. وقتی زاویه بین میدان و عمود بر صفحه حلقه برابر $\pi/2$ است و با 0.60 rad/s افزایش می‌یابد، emf القا شده در حلقه چقدر است؟

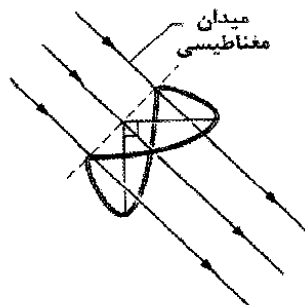
۲۱۰۰- شکل ۲۶-۵۰ دو حلقه سیم موازی با محور مشترک را نشان می‌دهد. حلقه کوچکتر (با شعاع r) بالای حلقه بزرگتر (با



شکل ۲۶-۴۶ مسئله ۱۳

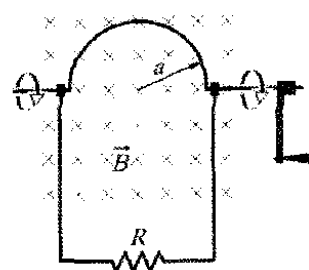
این اساس مولد جریان متناوب تجارتي است. (ب) وقتی حلقه با 60° دور بر ثانیه در میدان مغناطیسی یکنواخت 0.500 T می‌چرخد، مقدار Nab باید چقدر باشد تا emf برابر $\mathcal{E}_0 = 150\text{ V}$ را به دست دهد؟

۱۴۰۰- شکل ۲۶-۴۷ یک حلقه بسته از سیم شامل یک جفت نیم‌دایره یکسان با شعاع $3/7\text{ cm}$ است که در دو صفحه عمود بر هم قرار دارند. حلقه به این صورت شکل می‌گیرد که حلقه دایره‌ای تختی را در امتداد قطرش آنقدر تا می‌کنیم تا دو نیمه بر هم عمود شوند. یک میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ به بزرگی 76 mT بر قطر تا شده عمود است و با صفحه‌های نیم‌دایره‌ای زاویه‌های یکسان (45°) می‌سازد. در طی بازه زمانی 45 ms ، میدان مغناطیسی با آهنگی یکنواخت به صفر کاهش می‌یابد. در طی این بازه زمانی، مطلوب است تعیین (الف) بزرگی و (ب) جهت (ساعتگرد یا پاد ساعتگرد وقتی که در امتداد جهت $\vec{B}$ نگاه کنیم) emf القایی در حلقه.



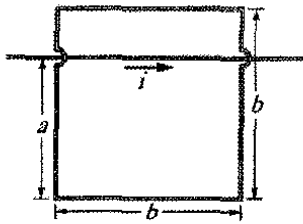
شکل ۲۶-۴۷ مسئله ۱۴

۱۵۰۰- در شکل ۲۶-۴۸، سیم سفتی به شکل نیم‌دایره‌ای به شعاع $a = 2.0\text{ cm}$ خم شده است و با تندی زاویه‌ای ثابت 40° دور بر ثانیه در میدان مغناطیسی یکنواخت 20 mT می‌چرخد. مطلوب است محاسبه (الف) بسامد و (ب) دامنه emf القا شده در حلقه.



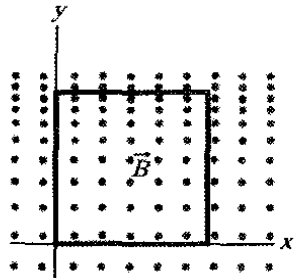
شکل ۲۶-۴۸ مسئله ۱۵

با رابطه $i = 4/50t^2 - 10/0t$ داده می‌شود که i بر حسب آمپر و t بر حسب ثانیه است. (الف) در $t = 3/00s$ مقدار emf در حلقه مربعی را به دست آورید. (ب) جریان القا شده در حلقه در کدام جهت است؟



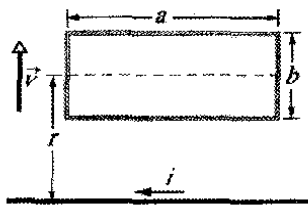
شکل ۲۶-۵۲ مسئله ۲۴

●●●۲۵- در شکل ۲۶-۵۳ یک حلقه مربعی شکل سیمی دارای اضلاعی به طول $2/0cm$ است. میدان مغناطیسی به سمت خارج از صفحه کاغذ است و بزرگی آن با رابطه $B = 4/0t^2y$ داده می‌شود که B بر حسب تسلا، t بر حسب ثانیه و y بر حسب متر است. در $t = 2/5s$ مطلوب است محاسبه (الف) بزرگی و (ب) تعیین جهت emf القا شده در حلقه.



شکل ۲۶-۵۳ مسئله ۲۵

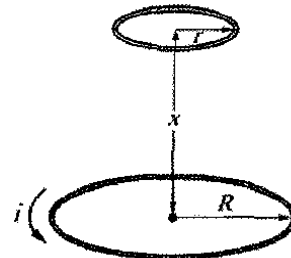
●●●۲۶- در شکل ۲۶-۵۴ یک حلقه مستطیلی شکل سیمی به درازای $a = 2/2cm$ ، پهنای $b = 0/80cm$ و مقاومت $R = 0/40m\Omega$ در نزدیکی سیم بینهایت دراز حامل جریان $i = 4/7A$ قرار دارد. حال حلقه را با تندی ثابت $v = 3/2mm/s$ از سیم دور می‌کنیم. وقتی مرکز حلقه در فاصله $r = 1/5b$ قرار دارد، مطلوب است (الف) بزرگی شار مغناطیسی که از حلقه می‌گذرد و (ب) جریان القا شده در حلقه.



شکل ۲۶-۵۴ مسئله ۲۶

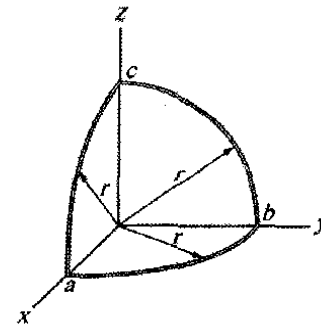
●●●۲۷- دو سیم مسی موازی و دراز به قطر $32/5mm$ حامل جریانهای $10A$ در جهتهای مخالف‌اند. (الف) با فرض اینکه محور مرکزی آنها $20mm$ از هم فاصله دارند، شار مغناطیسی به ازای هر متر سیم را که در فضای بین دو محور سیمها وجود دارد حساب کنید. (ب) چه کسری از این شار داخل سیمها قرار دارد؟ (پ) قسمت (الف) را برای جریانهای موازی، تکرار کنید.

شعاع R و به فاصله $x \gg R$ قرار دارد. در نتیجه، میدان مغناطیسی حاصل از جریان پادساعتگرد i در حلقه بزرگتر، تقریباً در سراسر حلقه کوچکتر ثابت است. فرض کنید که x با آهنگ ثابت $dx/dt = v$ افزایش می‌یابد. (الف) رابطه‌ای را برای شار مغناطیسی که از مساحت احاطه شده به وسیله حلقه کوچکتر می‌گذرد بر حسب تابعی از x به دست آورید. (راهنمایی: به معادله ۲۹-۲۷ نگاه کنید.) در حلقه کوچکتر مطلوب است (ب) رابطه‌ای برای emf القایی و (پ) جهت جریان القایی. SSM



شکل ۲۶-۵۰ مسئله ۲۱

●●۲۲- سیمی همان‌طور که در شکل ۲۶-۵۱ نشان داده شده به سه قسمت دایره‌ای به شعاع $r = 10cm$ خم شده است. هر قسمت یک ربع دایره است، ab در صفحه xy ، bc در صفحه yz و ca در صفحه zx قرار دارند. (الف) اگر میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ در جهت مثبت محور x باشد، وقتی B با آهنگ $3/0T/s$ افزایش یابد، بزرگی emf ایجاد شده در سیم چقدر است؟ (ب) جریان در قسمت bc در کدام جهت است؟



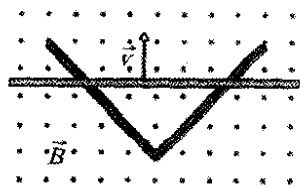
شکل ۲۶-۵۱ مسئله ۲۲

●●۲۳- یک حلقه دایره‌ای کوچک به مساحت $2/00cm^2$ در صفحه یک حلقه دایره‌ای بزرگ به شعاع $1/00m$ و هم مرکز با آن قرار دارد. جریان در حلقه بزرگ با آهنگ یکنواخت در مدت $1/00s$ که از $t = 0$ شروع می‌شود، از $200A$ به $-200A$ تغییر می‌کند (تغییر در جهت). بزرگی میدان مغناطیسی $\vec{B}$ در مرکز حلقه کوچک بر اثر جریان در حلقه بزرگ در (الف) $t = 0$ ، (ب) $t = 0/500s$ و (پ) $t = 1/00s$ ، چقدر است؟ (ت) آیا از $t = 0$ تا $t = 1/00s$ ، $\vec{B}$ معکوس می‌شود؟ چون حلقه داخلی کوچک است فرض کنید که میدان $\vec{B}$ روی سطح آن یکنواخت است. (ث) در $t = 0/500s$ مقدار emf القا شده در حلقه کوچک چقدر است؟

●●۲۴- برای وضعیت نشان داده شده در شکل ۲۶-۵۲، $a = 12/0cm$ و $b = 16/0cm$ است. جریان در سیم مستقیم دراز

بخش ۳۰-۵ القایش و تبدیل انرژی

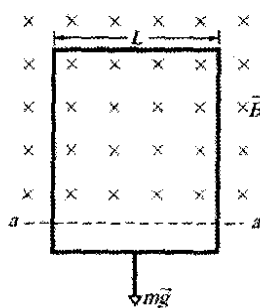
۲۸۰- در شکل ۲۶-۵۵ الف یک حلقه دایره‌ای سیمی به طور هم محور با یک سیملوله و در صفحه عمود بر محور مرکزی سیملوله قرار دارد. شعاع حلقه $9/00\text{cm}$ است. شعاع سیملوله برابر $2/00\text{cm}$ و در هر متر 8000 حلقه دارد و جریان متغیر i_{sol} از آن می‌گذرد که تغییرات آن نسبت به زمان t در شکل ۲۶-۵۵ ب نشان داده شده است. مقیاس محور قائم با $i = 1/00\text{A}$ و مقیاس محور افقی با $t_s = 2/0\text{s}$ مشخص شده است. شکل ۲۶-۵۵ پ انرژی E_{th} ، یعنی انرژی تبدیل شده به انرژی گرمایی در حلقه را بر حسب تابعی از زمان نشان می‌دهد. مقاومت حلقه چقدر است؟



شکل ۲۶-۵۷ مسئله ۳۲

۳۳۰۰- میله رسانای نشان داده در شکل ۲۶-۵۶ دارای طول L است و در امتداد افقی با سرعت ثابت v ، روی ریل‌های رسانای بدون اصطکاک کشیده می‌شود. ریل‌ها در یک انتها با نوار فلزی به هم متصل‌اند. یک میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ به سمت خارج از صفحه کاغذ ناحیه‌ای را که میله در آن حرکت می‌کند پر کرده است. فرض کنید که $L = 10\text{cm}$ ، $v = 5/0\text{m/s}$ و $B = 1/2\text{T}$ است. مطلوب است (الف) بزرگی و (ب) جهت (بالا یا پایین صفحه) emf القا شده در میله. مطلوب است (پ) اندازه و (ت) جهت جریان در حلقه رسانا. فرض کنید که مقاومت میله $0/40\Omega$ و مقاومت ریل‌ها و نوار فلزی کم و قابل چشمپوشی است. (پ) با چه آهنگی این نیرو روی میله کار انجام می‌دهد؟

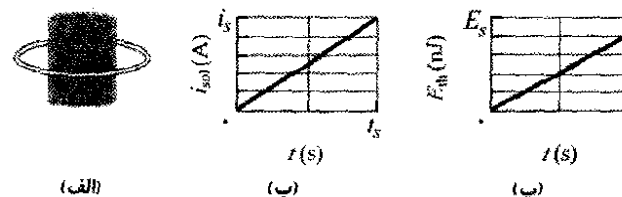
۳۴۰۰- در شکل ۲۶-۵۸ یک حلقه رسانای مستطیلی دراز، به پهنای L ، مقاومت R و جرم m در میدان مغناطیسی افقی و یکنواخت $\vec{B}$ که به سمت داخل صفحه کاغذ است و فقط در بالای خط aa' وجود دارد، آویزان است. سپس حلقه رها می‌شود؛ در حین سقوط حلقه شتاب می‌گیرد تا به تندی حد معین v_t می‌رسد. با چشمپوشی از مقاومت هوا، رابطه‌ای برای v_t به دست آورید.



شکل ۲۶-۵۸ مسئله ۳۴

۳۵۰۰- شکل ۲۶-۵۹ میله‌ای به طول $L = 10/0\text{cm}$ را نشان می‌دهد که با تندی ثابت $v = 5/00\text{m/s}$ روی دو ریل افقی حرکت داده می‌شود. میله، ریل‌ها و نوار متصل‌کننده در سمت راست یک حلقه رسانا را تشکیل می‌دهند. مقاومت میله

۲۸۰- در شکل ۲۶-۵۵ الف یک حلقه دایره‌ای سیمی به طور هم محور با یک سیملوله و در صفحه عمود بر محور مرکزی سیملوله قرار دارد. شعاع حلقه $9/00\text{cm}$ است. شعاع سیملوله برابر $2/00\text{cm}$ و در هر متر 8000 حلقه دارد و جریان متغیر i_{sol} از آن می‌گذرد که تغییرات آن نسبت به زمان t در شکل ۲۶-۵۵ ب نشان داده شده است. مقیاس محور قائم با $i = 1/00\text{A}$ و مقیاس محور افقی با $t_s = 2/0\text{s}$ مشخص شده است. شکل ۲۶-۵۵ پ انرژی E_{th} ، یعنی انرژی تبدیل شده به انرژی گرمایی در حلقه را بر حسب تابعی از زمان نشان می‌دهد. مقاومت حلقه چقدر است؟

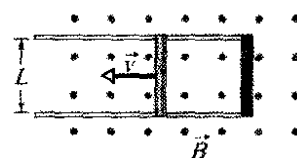


شکل ۲۶-۵۵ مسئله ۲۸

۲۹۰- اگر یک سیم مسی به طول $50/0\text{cm}$ ($1/00\text{mm}$ قطر) که به شکل یک حلقه دایره‌ای درآمده است بر یک میدان مغناطیسی یکنواخت که با آهنگ ثابت $10/0\text{mT/s}$ افزایش می‌یابد عمود باشد، با چه آهنگی انرژی گرمایی در حلقه ایجاد می‌شود؟ SSM ILW

۳۰۰- یک آنتن حلقه‌ای به مساحت $2/00\text{cm}^2$ و مقاومت $5/21\mu\Omega$ بر میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $17/0\mu\text{T}$ عمود است. در $2/968$ ، بزرگی میدان به صفر کاهش می‌یابد. بر اثر تغییر در میدان چه مقدار انرژی گرمایی در حلقه ایجاد می‌شود.

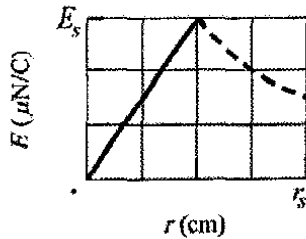
۳۱۰- در شکل ۲۶-۵۶، یک میله فلزی با سرعت $\vec{v}$ در امتداد دو ریل فلزی موازی حرکت داده می‌شود، ریل‌ها در یک انتها با نوار فلزی به هم متصل‌اند. یک میدان مغناطیسی به بزرگی $B = 0/350\text{T}$ ، به سمت خارج از صفحه کاغذ موجود است. (الف) اگر فاصله بین ریل‌ها $L = 25/0\text{cm}$ تندی میله $55/0\text{cm/s}$ باشد، emf ایجاد شده چقدر است؟ (ب) اگر مقاومت میله $18/0\Omega$ و مقاومت ریل‌ها و اتصال آنها ناچیز باشد، جریان در میله چقدر است؟ (پ) انرژی با چه آهنگی به انرژی گرمایی تبدیل می‌شود؟



شکل ۲۶-۵۶ مسئله‌های ۳۱ و ۳۳

۳۲۰۰- در شکل ۲۶-۵۷، دو ریل رسانای مستقیم یک زاویه قائمه تشکیل می‌دهند. میله رسانایی که در تماس با ریل‌هاست در $t = 0$ از رأس شروع و با سرعت ثابت $5/20\text{m/s}$ در امتداد

مغناطیسی B (برحسب تسلا) با رابطه $B = at$ ، که در آن a ثابت است با زمان t (برحسب ثانیه) افزایش می‌یابد. بزرگی میدان الکتریکی E که بر اثر این افزایش در میدان مغناطیسی برقرار می‌شود در شکل ۲۶-۶۱ برحسب فاصله شعاعی r داده شده است. مقیاس محور قائم با $E_s = 300 \mu\text{N/C}$ و مقیاس محور افقی با $r_s = 400 \text{ cm}$ مشخص شده است. a را پیدا کنید.



شکل ۲۶-۶۱ مسئله ۳۸

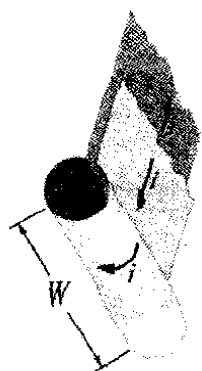
۳۹۰۰- میدان مغناطیسی یک آهنربای استوانه‌ای که سطح قطب آن دارای قطر $3/3 \text{ cm}$ است می‌تواند به طور سینوسی بین $29/6 \text{ T}$ و $30/0 \text{ T}$ با بسامد 15 Hz تغییر کند. در فاصله شعاعی $1/6 \text{ cm}$ دامنه میدان الکتریکی القایی بر اثر این تغییر چقدر است؟

بخش ۳۰-۷ القاگرها و القايش

۴۰۰- القايدگي در پيچه‌اي که به طور فشرده ۴۰۰ دور سيم پيچي دارد برابر $8/0 \text{ mH}$ است. وقتی جريان $5/0 \text{ mA}$ است، شار مغناطیسی عبوري از پيچه چقدر است؟

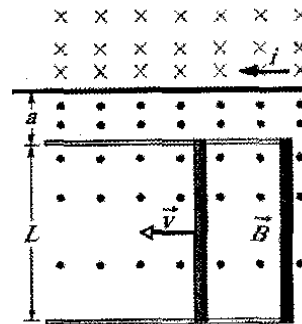
۴۱۰- یک پيچه دایره‌ای به شعاع $10/0 \text{ cm}$ شامل $30/0$ دور سيم است که به طور فشرده پيچیده شده‌اند. یک میدان مغناطیسی خارجي $2/60 \text{ mT}$ بر پيچه عمود است. (الف) اگر جريانی در پيچه برقرار نباشد، شار مغناطیسی که دورها را پیوند می‌دهد چقدر است؟ (ب) وقتی جريان در یک جهت معين در پيچه در پيچه چقدر است، شار خالص در پيچه از بین می‌رود. القايدگي در پيچه چقدر است؟

۴۲۰۰- شکل ۲۶-۶۲ یک نوار مسی به پهنای $W = 16/0$ را نشان می‌دهد که به صورت لوله‌ای به شعاع $R = 1/8 \text{ cm}$ و با دو انتهای تخت خم شده است. جريان $i = 35 \text{ mA}$ که به طور يکنواخت در پهنای نوار توزيع شده است از آن می‌گذرد و به این ترتیب عملاً یک سیملوله تک دور تشکیل می‌شود. فرض کنید که میدان مغناطیسی در خارج این



شکل ۲۶-۶۲ مسئله ۴۲

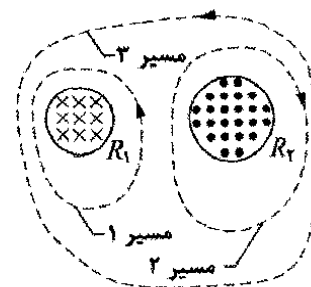
$0/400 \Omega$ و مقاومت بقیه حلقه قابل چشمپوشی است. جريان $i = 100 \text{ A}$ در سيم مستقيم درازی که به فاصله $a = 10/0 \text{ mm}$ از حلقه واقع است یک میدان مغناطیسی (غير يکنواخت) را از حلقه می‌گذراند. مطلوب است محاسبه (الف) emf و (ب) جريان القا شده در حلقه. (پ) با چه آهنگی انرژی گرمایی در میله ایجاد می‌شود؟ (ت) برای اینکه میله با تندی ثابت به حرکت ادامه دهد، بزرگی نیروی که باید اعمال شود چقدر است؟ (ث) با چه آهنگی این نیرو روی میله کار انجام می‌دهد؟



شکل ۲۶-۵۹ مسئله ۳۵

بخش ۲۶-۶ میدانهای الکتریکی القایی

۳۶۰- شکل ۲۶-۶۰ دو ناحیه دایره‌ای R_1 و R_2 را به شعاعهای $r_1 = 20/0 \text{ cm}$ و $r_2 = 30/0 \text{ cm}$ نشان می‌دهد. در R_1 میدان مغناطیسی يکنواختی به بزرگی $B_1 = 50/0 \text{ mT}$ به سمت داخل صفحه کاغذ و در R_2 میدان مغناطیسی يکنواختی به بزرگی $B_2 = 75/0 \text{ mT}$ به سمت خارج صفحه برقرار است (از کناره‌های این میدانها چشمپوشی کنید). هر دو میدان با آهنگ $8/50 \text{ mT/s}$ کاهش می‌یابند. $\oint \vec{E} \cdot d\vec{s}$ را برای (الف) مسیر ۱، (ب) مسیر ۲ و (پ) مسیر ۳ محاسبه کنید.



شکل ۲۶-۶۰ مسئله ۳۶

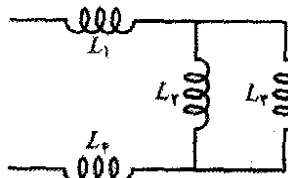
۳۷۰- سیملوله درازی دارای قطر $12/0 \text{ cm}$ است. وقتی جريان i در سيم پيچهایش برقرار است، میدان مغناطیسی يکنواختی به بزرگی $B = 30/0 \text{ mT}$ داخل آن ایجاد می‌شود. کاهش جريان i ، باعث کاهش میدان با آهنگی برابر $6/50 \text{ mT/s}$ می‌شود. بزرگی میدان الکتریکی القایی را در (الف) $2/20 \text{ cm}$ و (ب) $8/20 \text{ cm}$ از محور سیملوله، حساب کنید. SSM ILW

۳۸۰۰- میدان مغناطیسی يکنواختی در جهت مثبت محور z از یک ناحیه دایره‌ای در صفحه xy می‌گذرد. بزرگی میدان

$$\frac{1}{L_{eq}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}$$

(راهنمایی: به هم بستن مقاومتها و خازنها به صورت موازی را مرور کنید.) کدامیک مشابه مورد بالاست؟ (ب) رابطه کلی قسمت (الف) برای N القاگر موازی چیست؟

۴۹۰۰- آرایشی از القاگرهای شکل ۲۶-۶۵ با $L_1 = 300 \text{ mH}$ ، $L_2 = 500 \text{ mH}$ ، $L_3 = 200 \text{ mH}$ و $L_4 = 150 \text{ mH}$ ، به یک منبع جریان متغیر متصل اند. القاییدگی معادل این آرایش چقدر است؟ (به مسئله های ۴۷ و ۴۸ نگاه کنید.)



شکل ۲۶-۶۵ مسئله ۴۹

بخش ۲۶-۹ مدارهای RL

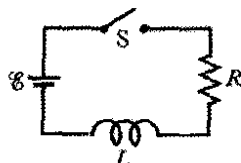
۵۰۰- کلید شکل ۲۶-۲۰ در زمان $t=0$ روی a بسته می شود. نسبت emf خود القا القاگر به emf باتری، $\mathcal{E}_L/\mathcal{E}$ ، (الف) درست پس از $t=0$ و (ب) در $t=200\tau_L$ چقدر است؟ (پ) در چه مضربی از τ_L مقدار $\mathcal{E}_L/\mathcal{E} = 0.500$ است؟

۵۱۰- یک باتری در زمان $t=0$ به یک مدار RL متوالی متصل می شود. در چند ثابت زمانی τ_L جریان به 100% کمتر از مقدار تعادلش می رسد؟ SSM

۵۲۰- جریانی در یک مدار RL در مدت 5.00 s به یک سوم مقدار حالت پایایش می رسد. ثابت زمانی القایی را به دست آورید.

۵۳۰- پس از خارج کردن باتری از مدار RL ، جریان مدار در اولین ثانیه از 1.0 A به 10 mA کاهش می یابد. اگر L برابر 10 H باشد، مقاومت در مدار را به دست آورید. ILW

۵۴۰- در شکل ۲۶-۶۶ القاگر دارای 25 دور و emf باتری آرمانی برابر 16 V است. شکل ۳۰-۶۷ شار مغناطیسی Φ که از هر دور می گذرد را برحسب جریان i که از القاگر می گذرد نشان می دهد. مقیاس محور قائم با $\Phi_s = 4.0 \times 10^{-4} \text{ T} \cdot \text{m}^2$ و مقیاس محور افقی با $i_s = 2.0 \text{ A}$ مشخص شده است. اگر کلید S در زمان $t=0$ بسته شود، در $t=1/5\tau_L$ آهنگ تغییر جریان، $d i/d t$ چقدر است؟



شکل ۲۶-۶۶ مسئله های ۵۴، ۵۳، ۵۷، ۹۴، ۹۹

۴۳۰۰- دو سیم دراز مشابه به شعاع $a = 1/53 \text{ mm}$ موازی اند و از آنها جریانهایی یکسان و در جهتهای مخالف می گذرند. فاصله محور آنها برابر $d = 14/2 \text{ cm}$ است. از شار داخل خود سیمها صرف نظر کنید اما شار ناحیه بین دو سیم را در نظر بگیرید. القاییدگی بر یکای طول سیمها چقدر است؟ SSM

بخش ۳۰-۸ خود القایش

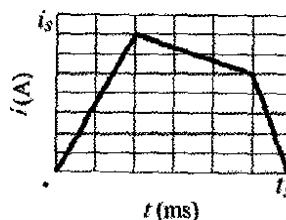
۴۴۰- یک القاگر 12 H حامل جریان 2.0 A است. جریان باید با چه آهنگی تغییر کند تا یک emf برابر 60 V در القاگر ایجاد شود.

۴۵۰- در لحظه معینی جهت جریان و emf خود القایی در یک القاگر مطابق شکل ۲۶-۶۳ داده شده اند. (الف) آیا جریان افزایش می یابد یا کاهش؟ (ب) emf القایی برابر 17 V و آهنگ تغییر جریان 25 kA/s است؛ القاییدگی را به دست آورید.



شکل ۲۶-۶۳ مسئله ۴۵

۴۶۰۰- جریان i در یک القاگر $4/6 \text{ H}$ مطابق شکل ۲۶-۶۴ نسبت به زمان t ، تغییر می کند که در آن مقیاس محور قائم با $i_s = 8.0 \text{ A}$ و مقیاس محور افقی با $t_s = 6.0 \text{ ms}$ مشخص شده است. القاگر دارای مقاومت 12Ω است. در طی بازه های زمانی (الف) $t=0$ تا $t=2 \text{ ms}$ ؛ (ب) $t=2 \text{ ms}$ تا $t=5 \text{ ms}$ ؛ و (پ) $t=5 \text{ ms}$ تا $t=6 \text{ ms}$ ، بزرگی emf ، $\mathcal{E}$ ، را به دست آورید. (از رفتار در انتهای هر بازه صرف نظر کنید.)



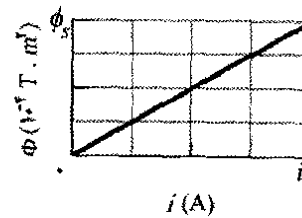
شکل ۲۶-۶۴ مسئله ۴۶

۴۷۰۰- القاگرها به صورت متوالی. دو القاگر L_1 و L_2 به صورت متوالی به هم متصل اند و در فاصله زیادی از هم قرار دارند به طوری که میدان مغناطیسی یکی بر دیگری اثر ندارد. (الف) نشان دهید القاییدگی معادل از این رابطه به دست می آید

$$L_{eq} = L_1 + L_2$$

(راهنمایی: به هم بستن مقاومتها و خازنها به صورت متوالی را مرور کنید.) کدام یک مشابه مورد بالاست؟ (ب) رابطه کلی قسمت (الف) برای N القاگر متوالی چیست؟

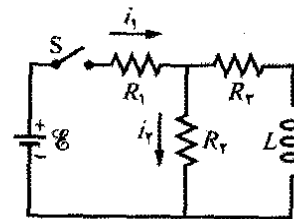
۴۸۰۰- القاگرها به صورت موازی. دو القاگر L_1 و L_2 به صورت موازی به هم متصل اند و در فاصله زیادی از هم قرار دارند به طوری که میدان مغناطیسی یکی بر دیگری اثر ندارد. (الف) نشان دهید القاییدگی معادل از رابطه زیر به دست می آید



شکل ۲۶-۶۷ مسئله ۵۴

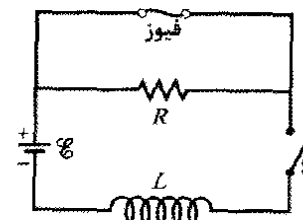
۵۵. سیم‌لوله‌ای با القاییدگی $6/30 \mu H$ به‌طور متوالی به مقاومت $1/20 k\Omega$ بسته شده است. (الف) اگر یک باتری $14/0 V$ به دو سر این دو متصل شود، چه مدت طول می‌کشد تا جریان در مقاومت به 80% مقدار نهایی‌اش برسد؟ (ب) در زمان $t = 1/0 \tau_L$ ، جریان در مقاومت چقدر است؟

۵۶. در شکل ۲۶-۶۸، $\mathcal{E} = 100 V$ ، $R_1 = 10/0 \Omega$ ، $R_2 = 20/0 \Omega$ ، $R_3 = 30/0 \Omega$ و $L = 2/00 H$ است. مقدارهای (الف) i_1 و (ب) i_2 بلافاصله پس از بستن کلید S. (جریانها را در جهتی که نشان داده شده‌اند دارای مقدارهای مثبت و جریانها در جهت مخالف را منفی در نظر بگیرید). (پ) i_1 و (ت) i_2 مدتی پس از بستن کلید S و (ث) i_1 و (ج) i_2 بلافاصله پس از بازکردن کلید S. (چ) i_1 و (ح) i_2 مدتی پس از بازکردن کلید S چقدرند؟



شکل ۲۶-۶۸ مسئله ۵۶

۵۷. در شکل ۲۶-۶۹، $R = 15 \Omega$ ، $L = 5/0 H$ ، باتری آرمانی با $\mathcal{E} = 10 V$ و فیوز آرمانی $3/0 A$ در شاخه بالایی وجود دارند. فیوز تا وقتی که جریان در آن کمتر از $3/0 A$ باشد مقاومتش صفر است. اگر جریان به $3/0 A$ برسد فیوز «می‌سوزد» و پس از آن مقاومتش بینهایت است. کلید S در زمان $t = 0$ بسته می‌شود. (الف) در چه زمانی فیوز می‌سوزد؟ (راهنمایی: معادله ۲۶-۴۱ در اینجا کاربرد ندارد. معادله ۲۶-۳۹ را بازنگری کنید). (ب) نمودار جریان i در القاگر را برحسب زمان رسم کنید. زمانی را که فیوز می‌سوزد علامت بگذارید.

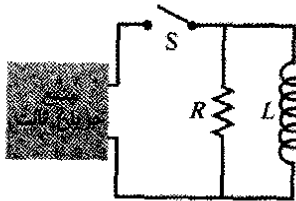


شکل ۲۶-۶۹ مسئله ۵۷

۵۸. فرض کنید emf باتری در مدار نشان داده در شکل ۲۶-۲۱ به گونه‌ای نسبت به زمان t تغییر می‌کند که جریان از رابطه $i(t) = 3/0 + 5/0 t$ به دست می‌آید که در آن i برحسب

آمپر و t برحسب ثانیه است. فرض کنید $R = 4/0 \Omega$ و $L = 6/0 H$ ، رابطه‌ای برای emf باتری به صورت تابعی از زمان به دست آورید، (راهنمایی: قاعده حلقه را به کار ببرید).

۵۹. در شکل ۲۶-۷۰ پس از بستن کلید در زمان t ، emf منبع به طور خودکار تنظیم می‌شود تا جریان ثابت i برقرار بماند. (الف) جریانی که از القاگر می‌گذرد را برحسب تابعی از زمان به دست آورید. (ب) در چه زمانی جریان در مقاومت با جریان در القاگر مساوی می‌شود؟ SSM WWW



شکل ۲۶-۷۰ مسئله ۵۹

۶۰. یک هسته چنبره‌ای چوبی با مقطع مربعی دارای شعاع داخلی $10 cm$ و شعاع خارجی $12 cm$ است. روی هسته یک لایه سیم پیچیده شده است (با قطر $1/0 mm$ و مقاومت هر متر برابر $0/02 \Omega/m$). (الف) القاییدگی و (ب) و ثابت زمانی القایی چنبره حاصل چقدر است؟ از ضخامت عایق روی سیم صرف‌نظر کنید.

بخش ۳۰-۱۰ انرژی ذخیره شده در میدان مغناطیسی

۶۱. در $t = 0$ ، یک باتری به طور متوالی به یک مقاومت و یک القاگر متصل است. اگر ثابت زمانی القایی برابر با $27/0 ms$ باشد، در چه زمانی آهنگی که انرژی در مقاومت تلف می‌شود با آهنگی که انرژی در میدان مغناطیسی القاگر ذخیره می‌شود برابر است؟

۶۲. در $t = 0$ ، یک باتری به طور متوالی به یک مقاومت و یک القاگر متصل است. در چه مضربی از ثابت زمانی القایی، انرژی ذخیره شده در میدان مغناطیسی القاگر $0/500$ برابر مقدار حالت پایای آن است؟

۶۳. پیچیده‌ای به طور متوالی به یک مقاومت $10/0 \Omega$ متصل است. یک باتری آرمانی $50/0 V$ به دو سر این وسیله اعمال می‌شود و پس از $5/00 ms$ جریان به مقدار $2/00 mA$ می‌رسد. (الف) القاییدگی پیچ را به دست آورید. (ب) در همین مدت چقدر انرژی در پیچ ذخیره می‌شود؟ SSM

۶۴. پیچیده‌ای با القاییدگی $2/0 H$ و مقاومت 10Ω ناگهان به یک باتری آرمانی با $\mathcal{E} = 100 V$ وصل می‌شود. در $0/10 s$ پس از آنکه اتصال برقرار شد، با چه آهنگی (الف) انرژی در میدان مغناطیسی ذخیره می‌شود، (ب) انرژی گرمایی در مقاومت ظاهر می‌شود، و (پ) انرژی به وسیله باتری تأمین می‌شود.

۶۵. برای مدار شکل ۲۶-۲۱، فرض کنید که $\mathcal{E} = 10/0 V$ ، $R = 6/70 \Omega$ و $L = 5/50 H$ است. یک باتری آرمانی در زمان

۷۱- طولی از یک سیم مسی حامل جریان 10 A است که به طور یکنواخت روی سطح مقطعش توزیع شده است. مطلوب است چگالی انرژی (الف) میدان مغناطیسی و (ب) میدان الکتریکی در سطح سیم. قطر سیم $2/5\text{ mm}$ و مقاومت یکای طول آن برابر $3/3\ \Omega/\text{km}$ است.

بخش ۳۰-۱۲ القایش متقابل

۷۲- دو سیملوله قسمتی از پیچه جرقه یک اتومبیل اند. وقتی در $2/5\text{ ms}$ ، جریان در یک سیملوله از $6/0\text{ A}$ به صفر کاهش می یابد، یک emf برابر 30 kV در سیملوله دیگر القا می شود.

القایدگی متقابل M سیملوله ها چقدر است؟

۷۳- دو پیچه در مکانهای معین قرار دارند. وقتی در پیچه ۱ جریانی برقرار نیست و در پیچه ۲ جریان با آهنگ $15/0\text{ A/s}$ افزایش می یابد، نیروی محرکه الکتریکی در پیچه ۱ برابر $25/0\text{ mV}$ است. (الف) القایدگی متقابل آنها چقدر است؟ (ب) وقتی در پیچه ۲ جریانی برقرار نیست و در پیچه ۱ جریان $3/60\text{ A}$ برقرار است، شار پیوند خورده در پیچه ۲ چقدر است؟

SSM ؟

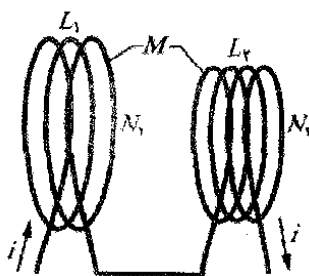
۷۴- پیچه ۱ دارای $L_1 = 25\text{ mH}$ و $N_1 = 100$ دور است. پیچه ۲ دارای $L_2 = 40\text{ mH}$ و $N_2 = 200$ دور است. وضعیت دو پیچه نسبت به هم ثابت است؛ القایدگی متقابل آنها $3/0\text{ mH}$ است. جریان $6/0\text{ mA}$ در پیچه ۱ با آهنگ $4/0\text{ A/s}$ تغییر می کند. (الف) شار مغناطیسی Φ_{12} که به پیچه ۱ پیوند می خورد چقدر است؟ و (ب) emf خود القایی که در آن پیچه ظاهر می شود چقدر است؟ (پ) شار مغناطیسی Φ_{21} که به پیچه ۲ پیوند می خورد چقدر است؟ و (ت) چه emf القا شده متقابلی در آن پیچه ظاهر می شود؟

۷۵- دو پیچه که مطابق شکل ۷۲-۲۶ به هم متصل اند، هر یک به طور جداگانه دارای القایدگی L_1 و L_2 هستند. القایدگی متقابل M است. (الف) نشان دهید این ترتیب می تواند با یک پیچه تنها جایگزین شود که القایدگی آن از رابطه زیر به دست می آید

$$L_{eq} = L_1 + L_2 + 2M$$

(ب) پیچه های شکل ۷۲-۲۶ را چگونه می توان دوباره به هم بست تا القایدگی معادل از رابطه زیر به دست آید

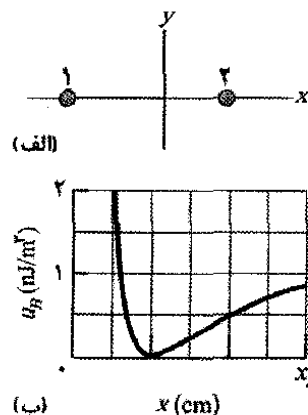
$$L_{eq} = L_1 + L_2 - 2M$$



شکل ۷۲-۲۶ مسئله ۷۵

$t=0$ به مدار وصل می شود. (الف) در طی $2/0\text{ s}$ اول چقدر انرژی به وسیله باتری تأمین می شود؟ (ب) چه مقدار از این انرژی در میدان مغناطیسی القاگر ذخیره می شود؟ (پ) چه مقدار از این انرژی در مقاومت تلف می شود؟

۶۶- شکل ۷۱-۲۶ الف مقطع دو سیم را نشان می دهد که مستقیم، موازی و خیلی درازند. نسبت i_1/i_2 جریانی که سیم ۱ حمل می کند به جریانی که سیم ۲ حمل می کند برابر $1/3$ است. سیم ۱ ثابت است ولی سیم ۲ می تواند در امتداد قسمت مثبت محور x حرکت کند تا اینکه چگالی انرژی مغناطیسی u_B برقرار شده توسط دو جریان در مبدأ را تغییر دهد. شکل ۷۱-۲۶ ب، u_B را بر حسب تابعی از مکان x سیم ۲ نشان می دهد. وقتی $x \rightarrow \infty$ ، منحنی دارای مجانب $u_B = 1/96\text{ nJ/m}^3$ است و مقیاس محور افقی با $x_s = 60/0\text{ cm}$ مشخص شده است. مقدار (الف) i_1 و (ب) i_2 چقدر است؟



شکل ۷۱-۲۶ مسئله ۶۶

بخش ۲۶-۱۱ چگالی انرژی میدان مغناطیسی

۶۷- بزرگی میدان الکتریکی یکنواختی که چگالی انرژی آن با چگالی انرژی مربوطه به میدان مغناطیسی $0/50\text{ T}$ یکسان باشد، چقدر است؟ ILW

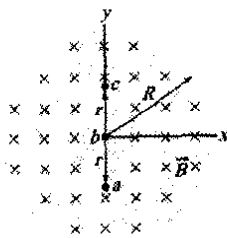
۶۸- یک القاگر جنبه های با القایدگی $90/0\text{ mH}$ ، حجم $0/0200\text{ m}^3$ را در بردارد. اگر چگالی انرژی میانگین در جنبه $70/0\text{ J/m}^3$ باشد، جریان عبوری از القاگر چقدر است؟

۶۹- سیملوله ای به طول $85/0\text{ cm}$ دارای مساحت سطح مقطع $17/0\text{ cm}^2$ است. سیملوله تعداد 950 دور سیم دارد که حامل جریان $6/60\text{ A}$ است. (الف) چگالی انرژی میدان مغناطیسی داخل سیملوله را حساب کنید. (ب) انرژی کل ذخیره شده در میدان مغناطیسی داخل سیملوله را به دست آورید (از اثرهای انتهایی دو سیملوله صرف نظر کنید). SSM

۷۰- یک حلقه دایره ای از سیم به شعاع 50 mm حامل جریان 100 A است. مطلوب است (الف) بزرگی شدت میدان و (ب) چگالی انرژی در مرکز حلقه.

است که آن نیز می‌تواند تغییر کند. فرض کنید یک حلقهٔ رسانا به شعاع R در مرکز این دو ناحیه باشد و بخواهیم $\mathcal{E}$ ، $\mathcal{E}$ ، را دور این حلقه حساب کنیم. شکل ۲۶-۷۵ ب $\mathcal{E}$ ، $\mathcal{E}$ ، را به عنوان تابعی از مجذور شعاع R^2 حلقه تا لبهٔ بیرونی ناحیهٔ ۲ نشان می‌دهد. مقیاس محور قائم با $\mathcal{E}_s = 20 \text{ mV}$ مشخص شده است. آهنگ (الف) dB_1/dt و (ب) dB_2/dt چقدر است؟ (پ) آیا بزرگی $\vec{B}_2$ افزایش می‌یابد یا کاهش یا ثابت می‌ماند؟

۷۹- شکل ۲۶-۷۶ میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ را که محدود به یک حجم استوانه‌ای به شعاع R است نشان می‌دهد. بزرگی $\vec{B}$ با آهنگ ثابت 10 mT/s کاهش می‌یابد. برحسب نماد بردار یکه، شتاب اولیهٔ الکترونی که در (الف) نقطهٔ a (فاصلهٔ شعاعی $r = 5.0 \text{ cm}$ (ب) نقطهٔ b ($r = 0$) و (پ) نقطهٔ c ($r = 5.0 \text{ cm}$) رها شود چقدر است؟



شکل ۲۶-۷۶ مسئله ۷۹

۸۰- القایدگی یک پیچه که به طور فشرده پیچیده شده به گونه‌ای است که وقتی جریان با آهنگ 500 A/s تغییر کند یک emf برابر 300 mV القا می‌شود. جریان پایای 800 A شار مغناطیسی $400 \mu\text{Wb}$ را در هر حلقه ایجاد می‌کند. (الف) القایدگی پیچه را حساب کنید. (ب) پیچه چند دور دارد؟

۸۱- صفحهٔ یک حلقهٔ سیمی مربعی به ضلع 20 cm و مقاومت $20 \text{ m}\Omega$ بر میدان مغناطیسی یکنواخت $B = 0.2 \text{ T}$ عمود است. اگر دو ضلع مقابل حلقه از هم دور کنید دو ضلع دیگر به هم نزدیک می‌شوند و مساحت محصور در حلقه کاهش می‌یابد. اگر مساحت محصور شده در زمان $\Delta t = 0.20 \text{ s}$ به صفر کاهش یابد، مطلوب است (الف) emf میانگین و (ب) میانگین جریان القایی در حلقه در مدت Δt .

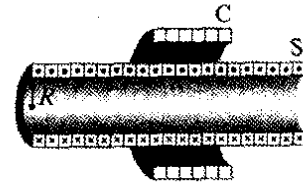
۸۲- یک حلقهٔ سیمی مربعی در میدان مغناطیسی یکنواخت 0.24 T که عمود بر صفحه حلقه است، قرار دارد. طول هر ضلع مربع با آهنگ ثابت 50 cm/s کاهش می‌یابد. وقتی طول 12 cm است، emf القا شده در حلقه چقدر است؟

۸۳- در شکل ۲۶-۶۶ یک باتری آرمانی 120 V با بستن کلید در زمان $t = 0$ به یک مقاومت 200Ω و یک القاگر متصل می‌شود. با چه آهنگی در زمان $t = 1/61 \tau_L$ باتری انرژی را به میدان القاگر منتقل می‌کند؟

۸۴- پس از برداشتن باتری از یک مدار RL (با $L = 200 \text{ H}$ و $R = 300 \Omega$) چه مدت طول می‌کشد تا اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت در مدار به 10% مقدار اولیه‌اش کاهش یابد؟

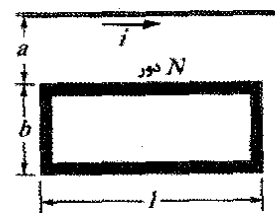
(این مسئله، تعمیمی از مسئلهٔ ۲۷-۴۷ است، اما شرط اینکه پیچه‌ها از هم دور باشند، حذف شده است.) SSM

۷۶۰۰- پیچهٔ C با N دور سیم، مطابق شکل ۲۶-۷۳، دور سیملولهٔ درازی به شعاع R و n دور سیم در یکای طول قرار داده شده است. (الف) نشان دهید که القایدگی متقابل ترکیب پیچه - سیملوله با رابطهٔ $M = \mu_0 \pi R^2 n N$ داده می‌شود. (ب) توضیح دهید که چرا M به شکل، اندازه یا امکان اینکه پیچه به طور فشرده سیم پیچی نشده باشد بستگی ندارد.



شکل ۲۶-۷۳ مسئله ۷۶

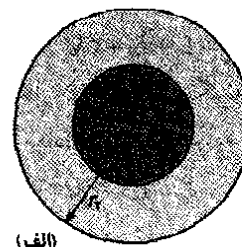
۷۷۰۰- حلقهٔ مستطیل شکلی با N دور سیم پیچ فشرده مطابق شکل ۲۶-۷۴ در کنار یک سیم مستقیم دراز قرار دارد. اگر $N = 100$ ، $a = 1.0 \text{ cm}$ ، $b = 8.0 \text{ cm}$ و $l = 30 \text{ cm}$ باشد، القایدگی متقابل M برای ترکیب حلقه - سیم چقدر است؟



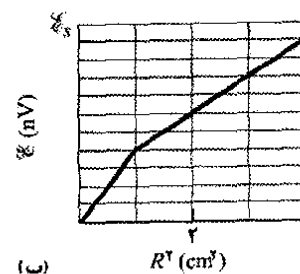
شکل ۲۶-۷۴ مسئله ۷۷

مسئله‌های اضافی

۷۸- شکل ۲۶-۷۵ الف دو ناحیهٔ دایره‌ای هم مرکز را نشان می‌دهد که میدانهای مغناطیسی یکنواختی می‌توانند در آنها تغییر کنند. ناحیهٔ ۱، با شعاع $r_1 = 1.0 \text{ cm}$ دارای میدان مغناطیسی به سمت خارج $\vec{B}_1$ است که بزرگی آن افزایش می‌یابد. ناحیهٔ ۲ با شعاع $r_2 = 2.0 \text{ cm}$ ، دارای میدان مغناطیسی به سمت خارج $\vec{B}_2$



(الف)



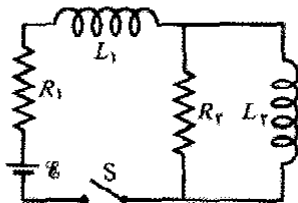
(ب)

شکل ۲۶-۷۵ مسئله ۷۸

۹۰- پیچهای با 150 دور، وقتی جریان 200mA از آن می‌گذرد، دارای شار مغناطیسی 500nT.m^2 از هر دور است. (الف) القاییدگی در پیچه چقدر است؟ مطلوب است محاسبه (ب) القاییدگی و (پ) شار عبوری از هر دور وقتی که جریان به 400mA افزایش یابد. (ت) وقتی جریان در پیچه بارابله $i = (300\text{mA}) \cos(377t)$ داده شود، بیشینه $\mathcal{E}$ ، emf ، دو سر پیچه چقدر است؟

۹۱- پیچهای با القاییدگی 20H و مقاومت 10Ω به طور ناگهانی به یک باتری آرمانی با $\mathcal{E} = 100\text{V}$ متصل می‌شود. (الف) جریان تعادل چقدر است؟ (ب) وقتی این جریان در پیچه برقرار است، چقدر انرژی در میدان مغناطیسی ذخیره می‌شود؟
۹۲- یک سیملوله استوانه‌ای دراز با 100 دور بر سانتی‌متر دارای شعاع $1/6\text{cm}$ است. فرض کنید که میدان مغناطیسی ایجاد شده در داخل سیملوله موازی محور آن و یکنواخت است. (الف) القاییدگی به ازای یک متر از طول آن چقدر است؟ (ب) اگر جریان با آهنگ 13A/s تغییر کند، emf القا شده در هر متر چقدر است؟

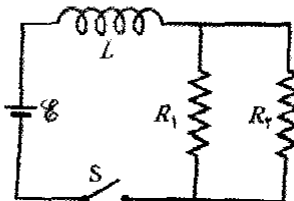
۹۳- در شکل ۷۹-۲۶، $R_1 = 10\Omega$ ، $R_2 = 80\Omega$ ، $L_1 = 0.30\text{H}$ ، $L_2 = 0.20\text{H}$ و باتری آرمانی دارای $\mathcal{E} = 60\text{V}$ است. (الف) درست پس از بستن کلید جریان با چه آهنگی در القاگر ۱ تغییر می‌کند؟ (ب) وقتی مدار در حالت پایا است، جریان در القاگر ۱ چقدر است؟



شکل ۷۹-۲۶ مسئله ۹۳

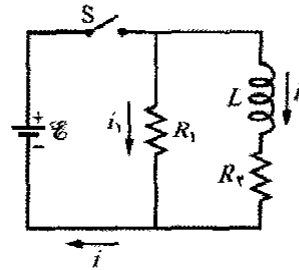
۹۴- در شکل ۶۶-۲۶، $R = 40\text{k}\Omega$ ، $L = 80\text{mH}$ و باتری آرمانی دارای $\mathcal{E} = 20\text{V}$ است. چه مدت پس از بستن کلید، جریان 20mA است؟

۹۵- در مدار شکل ۸۰-۲۶، $R_1 = 20\Omega$ ، $R_2 = 20\text{k}\Omega$ ، $L = 50\text{mH}$ و باتری آرمانی $\mathcal{E} = 40\text{V}$ قرار دارند. کلید S که برای مدت طولانی باز بوده است در زمان $t = 0$ بسته می‌شود. درست پس از بستن کلید، (الف) جریان i_{bat} در باتری و (ب) آهنگ di_{bat}/dt چقدر است؟ در $t = 30\mu\text{s}$ (پ) جریان i_{bat} و (ت) آهنگ di_{bat}/dt چقدر است؟ پس از مدتی طولانی، (ث) جریان i_{bat} و (ج) آهنگ di_{bat}/dt چقدر است؟ SSM



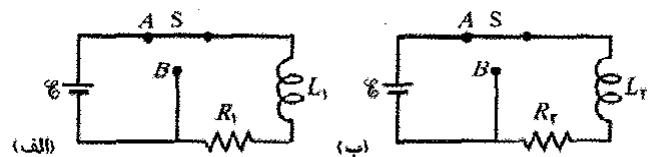
شکل ۸۰-۲۶ مسئله ۹۵

۸۵- در شکل ۷۷-۲۶، یک باتری آرمانی، $\mathcal{E} = 10\text{V}$ ، $R_1 = 50\Omega$ ، $R_2 = 10\Omega$ و $L = 50\text{mH}$ وجود دارد. کلید S در زمان $t = 0$ بسته می‌شود. درست پس از بستن، مطلوب است محاسبه (الف) i_1 ، (ب) i_2 ، (پ) جریان i_S در کلید، (ت) اختلاف پتانسیل V_L دو سر القاگر، و (ج) آهنگ تغییر di_1/dt . پس از زمانی طولانی، مطلوب است (چ) i_1 ، (ح) i_2 ، (خ) i_S ، (د) V_L ، (ذ) L_L ، و (ر) $SSM, di_1/dt$



شکل ۷۷-۲۶ مسئله ۸۵

۸۶- در شکل ۷۸-۲۶ الف کلید S به قدر کافی روی A بسته است به طوری که جریانی پایا در القاگری با القاییدگی $L_1 = 500\text{mH}$ و در مقاومت $R_1 = 250\Omega$ برقرار شده است. همچنین، در شکل ۷۸-۲۶ ب کلید S به قدر کافی روی A بسته است به طوری که جریانی پایا در القاگری با القاییدگی $L_2 = 300\text{mH}$ و مقاومت $L_2 = 300\text{mH}$ برقرار شده است. نسبت Φ_{21}/Φ_{12} ، شار مغناطیسی گذشته از یک دور القاگر ۲ به شار مغناطیسی گذشته از یک دور القاگر ۱ برابر $1/5$ است. در زمان $t = 0$ هر دو کلید روی B بسته می‌شوند. در چه زمان t شار گذشته از یک دور در دو القاگر مساوی است؟



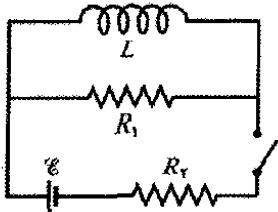
شکل ۷۸-۲۶ مسئله ۸۶

۸۷- کلید S در شکل ۶۶-۲۶ در زمان $t = 0$ بسته می‌شود، در آغاز جریانی از القاگر 150mH و مقاومت 200Ω می‌گذرد. در چه زمانی emf دو سر القاگر با اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت یکسان است؟

۸۸- در زمان $t = 0$ یک اختلاف پتانسیل 120V به طور ناگهانی به دو سر پیچهای با القاییدگی 230mH و مقاومت R اعمال می‌شود. در زمان $t = 0.150\text{ms}$ ، جریان در القاگر با آهنگ 280A/s تغییر می‌کند. مقدار R را محاسبه کنید.

۸۹- در زمان $t = 0$ ، یک اختلاف پتانسیل 45V به طور ناگهانی به دو سر پیچهای با القاییدگی $L = 50\text{mH}$ و مقاومت $R = 180\Omega$ برقرار می‌شود. جریان در $t = 1/2\text{ms}$ با چه آهنگی در پیچه افزایش می‌یابد.

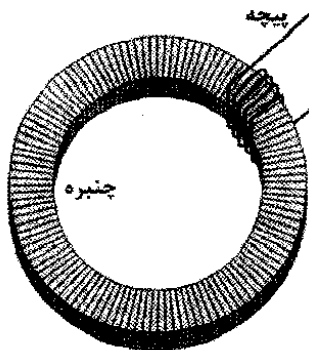
۱۰۱- مدار نشان داده شده در شکل ۲۶-۸۲ شامل یک باتری آرمانی $\mathcal{E} = 12.0 \text{ V}$ ، $L = 10.0 \text{ mH}$ ، $R_1 = 10.0 \Omega$ و $R_2 = 20.0 \Omega$ است. کلید قبل از بستن در زمان $t = 0$ به مدت زیادی باز بوده است. با چه آهنگی جریان در القاگر (الف) درست بلافاصله پس از بستن کلید و (ب) وقتی که جریان در باتری برابر 0.50 A است، تغییر می‌کند؟ (پ) وقتی جریان به شرایط حالت پایا می‌رسد، جریان در باتری چقدر است؟



شکل ۲۶-۸۲ مسئله ۱۰۱

۱۰۲- شکل ۲۶-۸۳ پیچه‌ای با N_1 دور را نشان می‌دهد که به ترتیب نشان داده شده دور قسمتی از چنبره‌ای با N_2 دور پیچیده شده است. شعاع داخلی چنبره a ، شعاع خارجی آن b و ارتفاع آن h است. نشان دهید که القابیدگی متقابل M ترکیب پیچه - چنبره برابر است با

$$M = \frac{\mu_0 N_1 N_2 h}{2\pi} \ln \frac{b}{a}$$



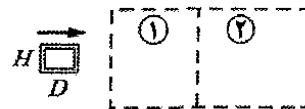
شکل ۲۶-۸۳ مسئله ۱۰۲

۱۰۳- یک حلقه دایره‌ای (14 cm = شعاع) سیمی در میدان مغناطیسی که با عمود بر صفحه حلقه زاویه 30° می‌سازد، قرار داده می‌شود. بزرگی این میدان با آهنگ ثابت از 3.0 mT به 6.0 mT افزایش می‌یابد. اگر مقاومت حلقه 5.0Ω باشد، وقتی که بزرگی میدان 5.0 mT است، بزرگی جریان القایی در حلقه چقدر است؟

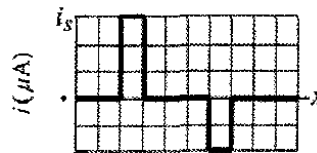
۱۰۴- یک پیچه دایره‌ای 50 دوری (15 cm = شعاع) با مقاومت کل 4.0Ω در یک میدان مغناطیسی یکنواخت که عمود بر صفحه پیچه است قرار دارد. بزرگی این میدان با رابطه $B = A \sin(\omega t)$ که در آن $A = 8.0 \mu \text{ T}$ و $\omega = 50\pi \text{ rad/s}$ است، نسبت به زمان تغییر می‌کند. بزرگی جریان القایی در پیچه در $t = 2.0 \text{ ms}$ چقدر است؟

۹۶- شار پیوند شده در یک پیچه معین با مقاومت 0.75Ω ، اگر جریان 5.5 A از آن بگذرد، برابر 26 mWb است. (الف) القابیدگی پیچه را حساب کنید. (ب) اگر یک باتری آرمانی 6.0 V به طور ناگهانی به دو سر پیچه متصل شود، چقدر طول می‌کشد تا جریان از 0 تا 2.5 A افزایش یابد؟

۹۷- شکل ۲۶-۸۱ الف یک حلقه رسانای مستطیلی را با مقاومت $R = 0.020 \Omega$ ، ارتفاع $H = 1.5 \text{ cm}$ و طول $D = 2.5 \text{ cm}$ نشان می‌دهد که با تندی ثابت $v = 40 \text{ cm/s}$ از میان دو ناحیه میدان مغناطیسی یکنواخت کشیده می‌شود. شکل ۲۶-۸۱ ب جریان i القایی در حلقه را برحسب تابعی از مکان x برای ضلع سمت راست حلقه نشان می‌دهد. مقیاس محور قائم با $i_s = 3.0 \mu \text{ A}$ مشخص شده است. برای مثال، وقتی حلقه وارد ناحیه ۱ می‌شود یک جریان $3.0 \mu \text{ A}$ القایی ساعتگرد در حلقه برقرار می‌شود. مطلوب است (الف) بزرگی و (ب) جهت (به سمت داخل یا خارج صفحه) میدان مغناطیسی در ناحیه ۱. مطلوب است (پ) بزرگی و (ت) جهت میدان مغناطیسی در ناحیه ۲. SSM.



(الف)



(ب)

شکل ۲۶-۸۱ مسئله ۹۷

۹۸- وقتی جریان در یک القاگر معین 60.0 mA است انرژی پتانسیل مغناطیسی ذخیره شده در آن 25.0 mJ است. (الف) القابیدگی را حساب کنید. (ب) جریان باید چقدر باشد تا انرژی ذخیره شده 100 mJ شود؟

۹۹- وقتی کلید S در شکل ۲۶-۶۶ بسته شود، زمان لازم برای اینکه جریان به یک مقدار دستیافتنی برسد بخشی بستگی به مقاومت R دارد. فرض کنید که $\mathcal{E}$ ، باتری آرمانی برابر 12 V و القابیدگی القاگر آرمانی (بدون مقاومت) برابر 18 mH باشد. اگر R برابر (الف) 1.00Ω ، (ب) 5.00Ω و (پ) 6.00Ω باشد، زمان لازم برای اینکه جریان به 2.00 A برسد چقدر است؟ (ت) برای چه مقدار R زمان لازم برای رسیدن به 2.00 A کمترین است؟ (ث) کمترین زمان چقدر است؟ (راه‌نمایی: معادله ۲۶-۳۹ را بازنگری کنید.)

۱۰۰- میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ بر صفحه یک حلقه سیم دایره‌ای به شعاع r عمود است. بزرگی میدان با رابطه $B = B_0 e^{-t/\tau}$ نسبت به زمان تغییر می‌کند که در آن B_0 و τ ثابت‌اند. عبارتی را برای emf در حلقه به صورت تابعی از زمان به دست آورید.