



کمیپن حمایت از نهایی‌های امسال

سوالات پیش‌بینی شده امتحان



www.alefac.ir



[@arsalanfirooznia](https://www.instagram.com/arsalanfirooznia)



academyfirooznia@



۱ ظرفیت خازنی ۱۲ میکروفاراد و بار الکتریکی آن q است. اگر $+3/0 \text{ mC}$ بار الکتریکی را از صفحه منفی جدا کرده و به صفحه مثبت منتقل کنیم، انرژی ذخیره شده در خازن به اندازه $8/0 \text{ J}$ زیاد می‌شود. q را محاسبه کنید.

۲ دو بار الکتریکی نقطه‌ای غیرهم‌نام $q_1 = +1/0 \text{ nC}$ و $q_2 = -1/0 \text{ nC}$ مطابق شکل زیر به فاصله $6/0 \text{ cm}$ از یکدیگر قرار دارند.

الف) جهت و اندازه میدان الکتریکی را در نقطه‌های O و A به دست آورید.
ب) آیا بر روی محور، نقطه‌ای وجود دارد که میدان خالص در آن صفر شود؟

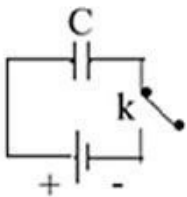


۳ در شکل روبه‌رو، دو گوی مشابه به جرم $2/5 \text{ g}$ و بار یکسان مثبت q در فاصله $1/0 \text{ cm}$ از هم قرار دارند، به طوری که گوی بالایی به حالت معلق مانده است.

الف) اندازه‌ی بار q را به دست آورید.
ب) تعداد الکترون‌های کنده شده از هر گوی چقدر است؟

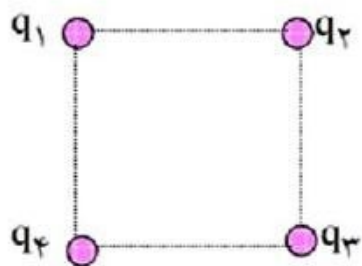


۴ در شکل مقابل، پس از بستن کلید، در خازن انرژی ذخیره می‌شود. علت را توضیح دهید.



۵ دو صفحه‌ی رسانا به فاصله‌ی یک سانتی‌متر از هم و موازی یکدیگر واقع‌اند. اختلاف پتانسیل میان دو صفحه برابر 1000 V است. یک ذره به بار $+1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$ و جرم $1/6 \times 10^{-28} \text{ kg}$ (یک پروتون) از مجاور صفحه‌ی مثبت و از حال سکون به طرف صفحه‌ی منفی شتاب می‌گیرد. انرژی پتانسیل الکتریکی این ذره وقتی به صفحه‌ی روبرو می‌رسد، افزایش می‌یابد یا کاهش؟ اندازه‌ی تغییرات این انرژی را حساب کنید. سرعت ذره در لحظه‌ی رسیدن به این صفحه چه قدر است؟

سه ذره‌ی باردار q_1 ، q_2 و q_3 مطابق شکل زیر در سه رأس مربعی ثابت شده‌اند. اگر $q_1 = q_3 = -5\mu\text{C}$ باشد، نوع و اندازه‌ی بار q_2 را طوری تعیین کنید که بار q_4 در حال تعادل باشد.

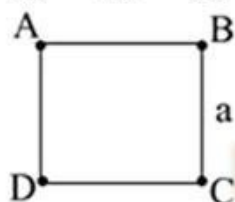


ظرفیت خازنی ۱۲ میکروفاراد و بارالکتریکی آن q است. J انرژی باید مصرف کنیم تا $+3\text{ mC}$ بار الکتریکی را از صفحه‌ی منفی جدا کرده و به صفحه‌ی مثبت منتقل کنیم. q را محاسبه کنید.

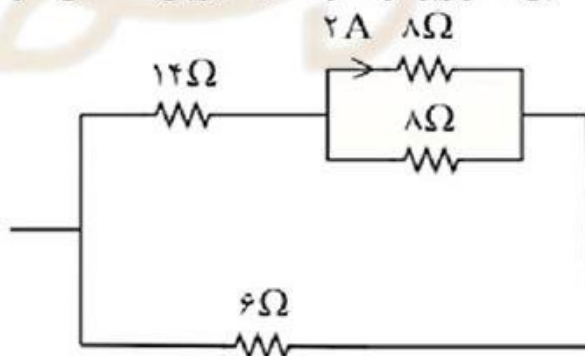
خطهای میدان الکتریکی را در حالت زیر رسم کنید.
دو بار الکتریکی هم نام و هم‌اندازه که به فاصله‌ی a از یکدیگر قرار دارند.

مطابق شکل روبه‌رو، چهار بار مساوی در چهار رأس مربعی به ضلع a قرار دارند، برآیند نیروی وارد بر بار C را محاسبه کنید و شکل آن را رسم کنید.

$$q_A = q_B = q_D = -q_C = q$$

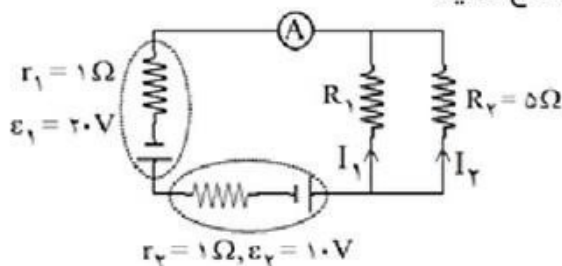


مطابق مدار زیر، از مقاومت 8Ω جریان 2 A می‌گذرد. جریان مقاومت 6Ω چند آمپر است؟

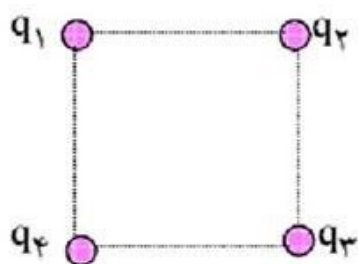


با وسایل ذیل، آزمایشی طراحی کنید که نتیجه‌ی آن، بدست‌آوردن دمای رشته‌ی درونی یک لامپ چراغ قوه در حال روشن باشد. (ضریب دمایی رشته را معلوم فرض کنید)
وسایل لازم: اهم‌سنج، آمپرسنج، ولت‌سنج، دماسنج، لامپ چراغ قوه و سیم رابط

در مدار شکل زیر، آمپرسنج جریان ۵ آمپر را نشان می‌دهد. به ۲ سؤال بعدی پاسخ دهید.



۶ سه ذره‌ی باردار q_1 ، q_2 و q_3 مطابق شکل زیر در سه رأس مربعی ثابت شده‌اند. اگر $q_1 = q_2 = -5\mu\text{C}$ باشد، نوع و اندازه‌ی بار q_3 را طوری تعیین کنید که بار q_4 در حال تعادل باشد.

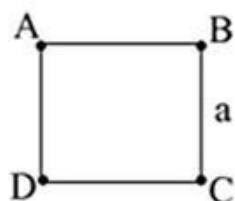


۷ ظرفیت خازنی ۱۲ میکروفاراد و بارالکتریکی آن q است. J انرژی باید مصرف کنیم تا $+3\text{ mC}$ بار الکتریکی را از صفحه‌ی منفی جدا کرده و به صفحه‌ی مثبت منتقل کنیم. q را محاسبه کنید.

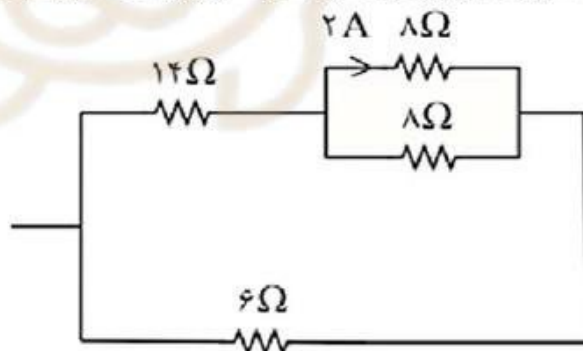
۸ خط‌های میدان الکتریکی را در حالت زیر رسم کنید. دو بار الکتریکی هم نام و هم‌اندازه که به فاصله‌ی a از یکدیگر قرار دارند.

۹ مطابق شکل روبه‌رو، چهار بار مساوی در چهار رأس مربعی به ضلع a قرار دارند، برآیند نیروی وارد بر بار C را محاسبه کنید و شکل آن را رسم کنید.

$$q_A = q_B = q_D = -q_C = q$$

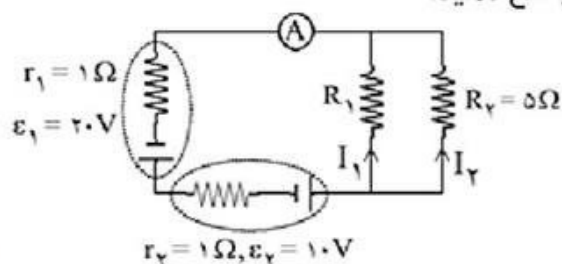


۱۰ مطابق مدار زیر، از مقاومت 8Ω جریان 2 A می‌گذرد. جریان مقاومت 6Ω چند آمپر است؟



۱۱ با وسایل ذیل، آزمایشی طراحی کنید که نتیجه‌ی آن، بدست‌آوردن دمای رشته‌ی درونی یک لامپ چراغ قوه در حال روشن باشد. (ضریب دمایی رشته را معلوم فرض کنید)
وسایل لازم: اهم‌سنج، آمپرسنج، ولت‌سنج، دماسنج، لامپ چراغ قوه و سیم رابط

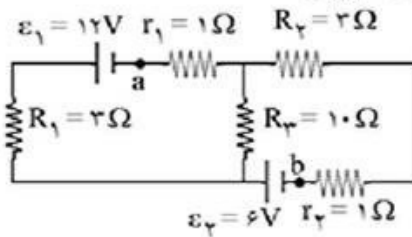
در مدار شکل زیر، آمپرسنج جریان 5 آمپر را نشان می‌دهد. به ۲ سؤال بعدی پاسخ دهید.



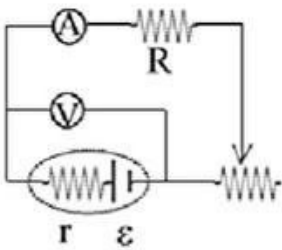
۱۲) جریان‌های I_1 و I_2 را به دست آورید.

۱۳) مقاومت R_1 چند اهم است؟

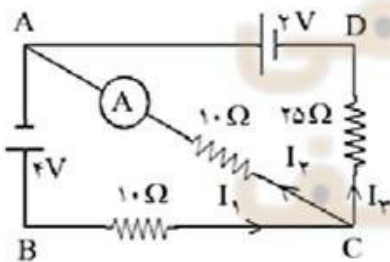
۱۴) در مدار شکل مقابل، شدت جریان در هریک از مقاومت‌های R_1 و R_2 و R_3 را به دست آورید.



۱۵) در مدار شکل مقابل لغزنده رئوس را به طرف چپ حرکت می‌دهیم. با این عمل، خوانده‌های ولت‌سنج و آمپرسنج چه تغییری می‌کنند؟ توضیح دهید.

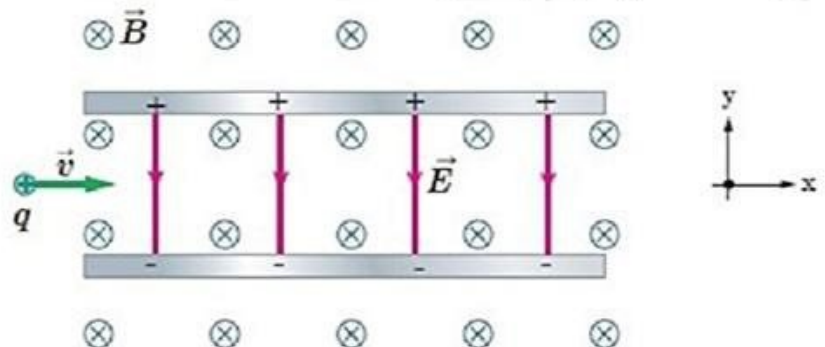


۱۶) در مدار شکل روبه‌رو، آمپرسنج چه عددی را نشان می‌دهد؟

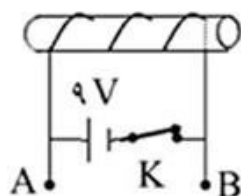


۱۷) با طراحی آزمایشی دمای سیم تنگستن یک لامپ ۱۰۰ وات و ۲۲۰ ولت را هنگامی که به اختلاف پتانسیل ۲۲۰ ولت وصل است تعیین کنید.

۱۸) ذره باردار مثبتی با جرم ناچیز و با سرعت $\vec{v}$ در امتداد محور x وارد فضایی می‌شود که میدان‌های یکنواخت $\vec{E}$ و $\vec{B}$ وجود دارد (شکل زیر). اندازه این میدان‌ها برابر $E = 450 \text{ N/C}$ و $B = 0.1 \text{ T}$ است. تندی ذره چقدر باشد تا در همان امتداد محور x به حرکت خود ادامه دهد؟



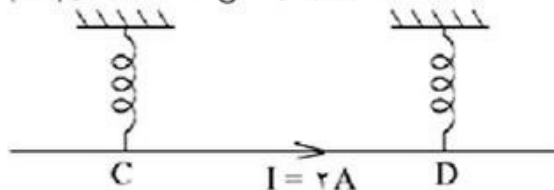
در شکل روبرو دانش آموزی نقاط A ، B را با دست خود گرفته و دوستش کلید K را قطع می‌کند. هنگام قطع کلید دانش آموز احساس برق گرفتگی می‌کند. علت آن را توضیح دهید.



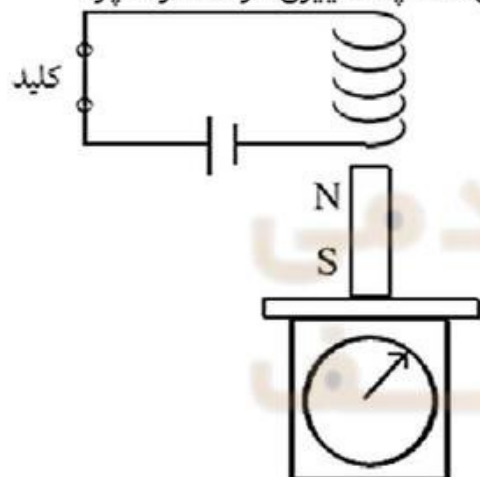
در شکل مقابل، جهت و بزرگی میدان مغناطیسی یکنواخت و عمود بر جهت جریان، چگونه باشد تا وزن سیم در فاصله CD ، خنثی شود؟

$$CD = 2 \text{ m} \text{ و } I = 2 \text{ A} \text{ و } g = 10 \text{ N/kg}$$

$$\sin 90^\circ = 1 \text{ و } m = 5 \text{ gr} \text{ جرم سیم}$$

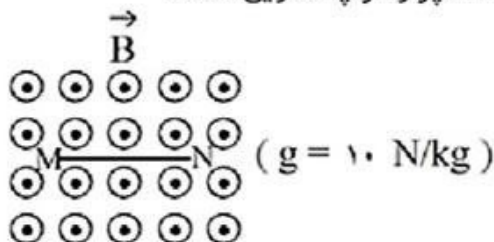


در شکل زیر، یک آهنربای استوانه‌ای روی یک ترازوی یک کفه قرار گرفته و سیم‌لوله‌ای بالای آن قرار دارد، اگر کلید مدار سیم‌لوله را ببندیم (وصل کنیم)، پیش بینی کنید عددی که ترازو نشان می‌دهد، چه تغییری خواهد کرد؟ چرا؟



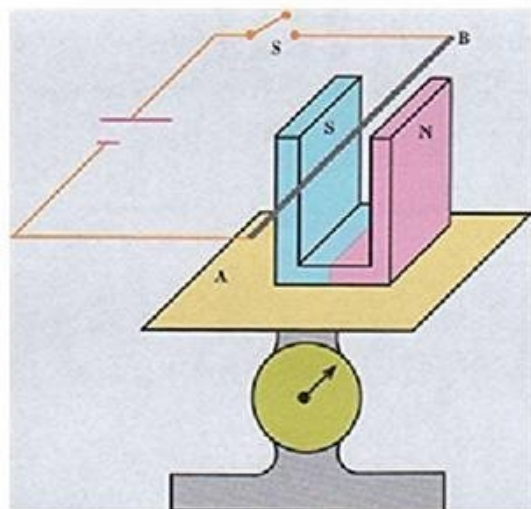
ذره‌ای به جرم 0.5 gr دارای بار $+2/5 \times 10^{-6} \text{ C}$ است. سرعت اولیه‌ی ذره در جهت مشرق و افقی و برابر $4 \times 10^4 \text{ m/s}$ است. جهت و اندازه‌ی کم‌ترین میدان مغناطیسی که قادر است مسیر ذره را در همان جهت مشرق و افقی نگاه دارد به دست آورید. ($g = 10 \text{ N/kg}$)

مطابق شکل، در یک میدان مغناطیسی برون‌سو و یکنواخت به بزرگی 0.1 T ، سیم حامل جریان MN به طول 20 سانتی‌متر و به جرم 50 گرم در حالت تعادل قرار دارد. شدت جریان در سیم چند آمپر و در چه سویی است؟

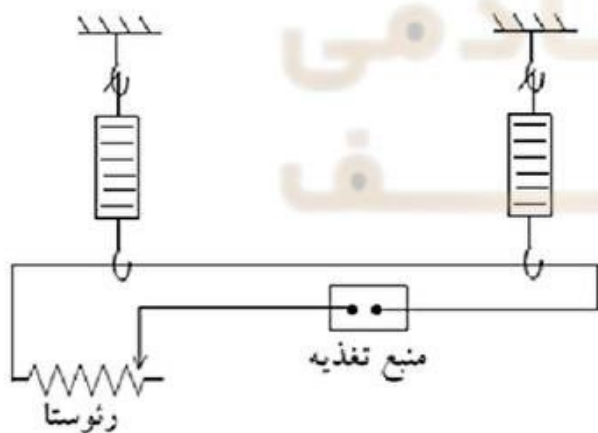


۲۴ ذره‌ای به جرم $۰/۵$ گرم دارای بار $۲/۵ \times 10^{-۸}$ کولن و سرعت اولیه‌ای در امتداد افقی و در جهت شرق به اندازه‌ی ۴×10^۴ متر بر ثانیه می‌باشد. کم‌ترین اندازه‌ی میدان مغناطیسی که می‌تواند مسیر ذره را در همان جهت افقی و شرقی نگه دارد، به دست آورید.

۲۵ یک آهنربای نعلی شکل را روی کفهی یک ترازوی حساس قرار می‌دهیم، سیم AB را که مطابق شکل زیر در میان دو قطب آهنربا قرار دارد به وسیله‌ی یک کلید به دو پایانه‌ی یک باتری وصل می‌کنیم. آیا با بستن کلید عددی که ترازو نشان می‌دهد تغییر می‌کند؟ توضیح دهید.



یک سیم که حامل جریانی به شدت ۱۶ آمپر است، مطابق شکل زیر توسط دو نیروسنج فنری که به دو انتهای آن بسته شده است، به طور افقی و در راستای غرب به شرق قرار دارد. میدان مغناطیسی زمین را افقی و یکنواخت و دقیقاً به سوی شمال با بزرگی $۰/۰۵ \text{ mT}$ بگیرید. به ۲ سوال بعدی پاسخ دهید:

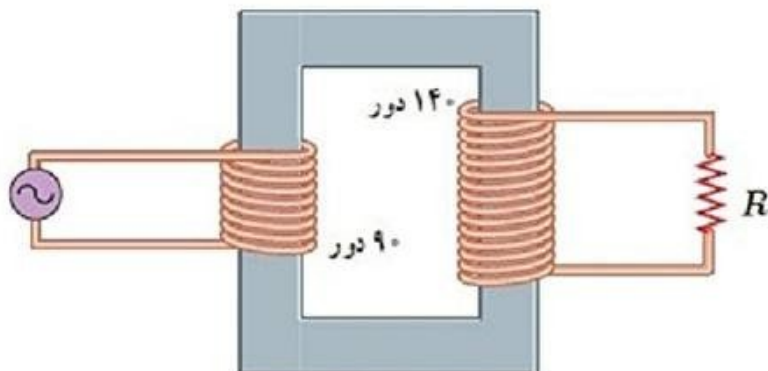


۲۶ نیروی مغناطیسی وارد بر هر متر این سیم را تعیین کنید.

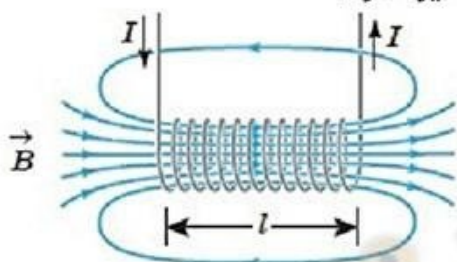
۲۷ اگر بخواهیم نیروسنج‌ها عدد صفر را نشان دهند، چه جریانی و در چه جهتی باید از سیم عبور دهیم؟ جرم یک متر از طول این سیم $g = ۱۰ \text{ N/kg}$ است.

۲۸ جریان متناوبی که بیشینه‌ی آن ۲ A و دوره‌ی آن $۰/۰۲ \text{ s}$ است، از یک رسانای ۱۰ اهمی می‌گذرد.
الف) در چه لحظه‌ای برای اولین بار جریان بیشینه است؟
ب) در لحظه‌ی $t = ۰/۰۱ \text{ s}$ نیروی محرکه‌ی القایی چند ولت است؟

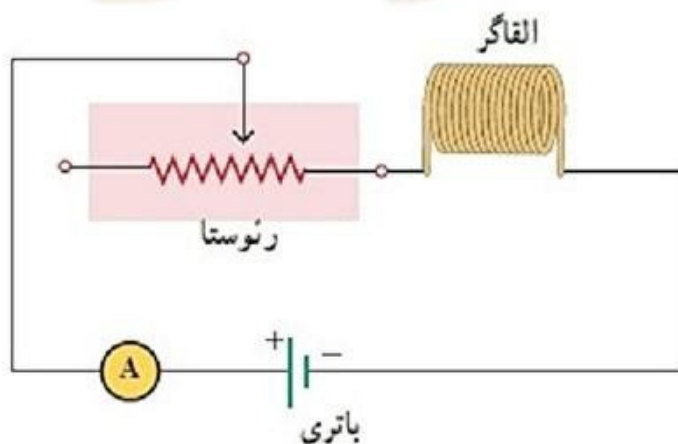
در مبدل آرمانی شکل زیر، اگر بیشینه ولتاژ دو سر مقاومت R برابر $V/0.7$ باشد، بیشینه ولتاژ مولد چقدر است؟



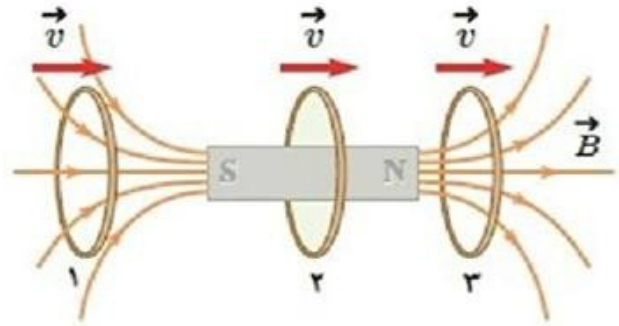
مساحت هر حلقه و طول سیملوله شکل روبه‌رو به ترتیب 20 cm^2 و 80 cm است. اگر این سیملوله از ۱۰۰۰ حلقه نزدیک به هم تشکیل شده باشد:
الف) ضریب القاوری آن را پیدا کنید.
ب) چه جریانی از سیملوله بگذرد تا در میدان مغناطیسی آن 0.40 mJ انرژی ذخیره شود؟



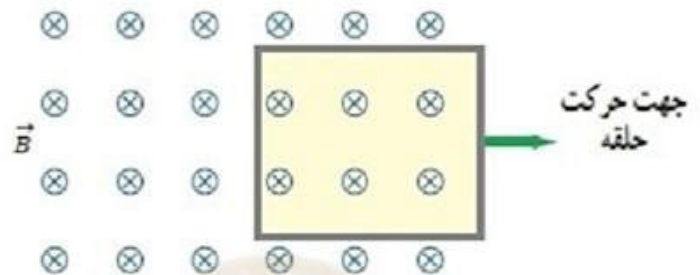
شکل زیر مداری را نشان می‌دهد؛ شامل یک القاگر (سیملوله)، باتری، رئوستا و آمپرسنج که به‌طور متوالی به یکدیگر بسته شده‌اند. اگر بخواهیم بدون تغییر ولتاژ باتری، انرژی ذخیره شده و در القاگر را زیاد کنیم چه راهی پیشنهاد می‌کنید؟



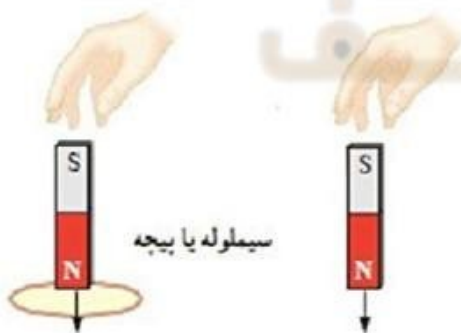
حلقهٔ رسانایی به طرف یک آهنربای میله‌ای حرکت می‌کند. شکل زیر، حلقه را در سه وضعیت نسبت به آهنربا نشان می‌دهد. جهت جریان القایی را در حلقه برای هر وضعیت به طور جداگانه تعیین کنید.



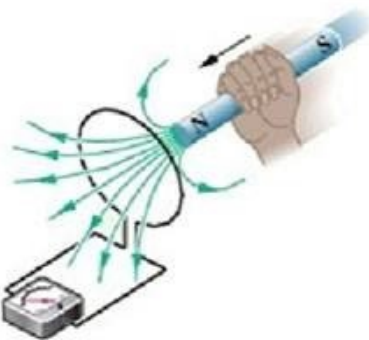
حلقهٔ رسانای مستطیل شکلی را مطابق شکل زیر به طرف راست می‌کشیم و از میدان مغناطیسی درون سویی خارج می‌کنیم. جهت جریان القایی در حلقه در چه جهتی است؟



دو آهنربای میله‌ای مشابه را مطابق شکل، به طور قائم از ارتفاع معینی نزدیک سطح زمین رها می‌کنیم به طوری که یکی از آنها از حلقهٔ رسانایی عبور می‌کند. اگر سطح زمین در محل برخورد آهنرباها نرم باشد، مقدار فرو رفتگی آهنرباها را در زمین با یکدیگر مقایسه کنید. (تأثیر میدان مغناطیسی زمین روی آهنرباها را نادیده بگیرید.)



قطب N یک آهنربا را مطابق شکل روبه‌رو به یک حلقهٔ رسانا نزدیک می‌کنیم. جهت جریان القایی را در حلقه مشخص کنید.

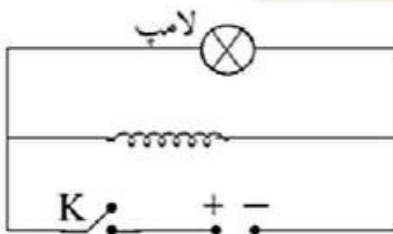


سطح حلقه‌های پیچه‌ای که دارای ۱۰۰۰ حلقه است، عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی که اندازه آن 0.40 T و جهت آن از راست به چپ است، قرار دارد. میدان مغناطیسی در مدت 0.10 s تغییر می‌کند و به 0.40 T در خلاف جهت اولیه می‌رسد. اگر سطح هر حلقه پیچه 50 cm^2 باشد، اندازه نیروی محرکه القایی متوسط در پیچه را حساب کنید.

شکل داده شده ساختمان یک بادسنج را نشان می‌دهد. اگر این بادسنج را روی بام خانه نصب کنیم، به هنگام وزیدن باد میله آن می‌چرخد و ولت‌سنج عددی را نشان می‌دهد. الف) چرا چرخش میله سبب انحراف عقربه ولت‌سنج می‌شود؟ ب) آیا با افزایش تندی باد، عددی که ولت‌سنج را نشان می‌دهد تغییر می‌کند؟ چرا؟ پ) برای بهبود و افزایش دقت کار دستگاه دو پیشنهاد ارائه دهید.



با توجه به مدار شکل زیر، در ۲ سؤال بعدی توضیح دهید چرا:



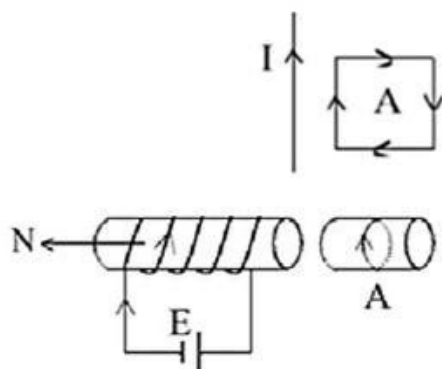
در لحظه‌ی وصل کلید، لامپ ابتدا پرنور و بعد روشنایی معمولی خود را دارد؟

در لحظه‌ی وصل کلید، لامپ ابتدا پرنور و بعد روشنایی معمولی خود را دارد؟

در لحظه‌ی قطع کلید نیز لامپ، یک لحظه پرنور و بعد خاموش می‌شود؟

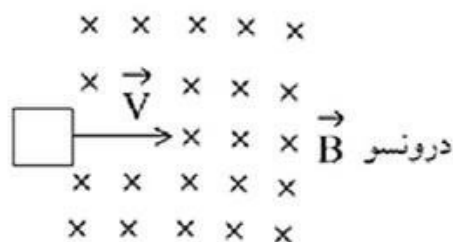
در لحظه‌ی قطع کلید نیز لامپ، یک لحظه پرنور و بعد خاموش می‌شود؟

۴۲ در شکل مقابل با برقراری جریان چه اتفاقی می‌افتد؟



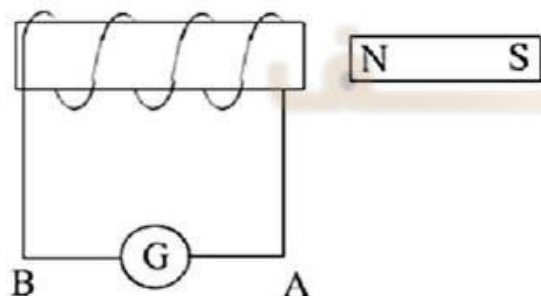
۴۳ در شکل مقابل با برقراری جریان چه اتفاقی می‌افتد؟

۴۴ حلقه‌ای فلزی به شکل مربع مطابق شکل با سرعت ثابت وارد میدان مغناطیسی یکنواختی شده و از طرف دیگر آن خارج می‌شود. نمودارهای تغییرات شاری که از حلقه می‌گذرد و نیروی محرکه‌ی القا شده در آن را به طور کیفی بر حسب زمان رسم کنید.

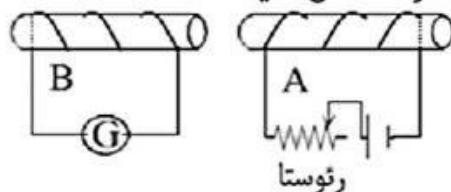


۴۵ پیچه‌ای شامل ۱۰۰۰ دور با مقاومت $10\ \Omega$ و سطح مقطع 5 cm^2 در میدان مغناطیسی به گونه‌ای قرار دارد که خطوط میدان به سطح مقطع پیچه عمود است. آهنگ تغییرات میدان مغناطیسی چگونه باشد، تا جریان 6 mA در پیچه القاء شود؟

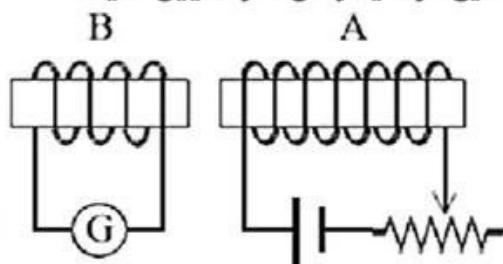
۴۶ در شکل مقابل اگر آهنربا را به سمت سیم‌لوله حرکت دهیم، با توضیح کافی جهت جریان القایی در سیم AB را مشخص کنید. برای آنکه جریان القایی را بیش‌تر کنیم دو راه پیشنهاد کنید



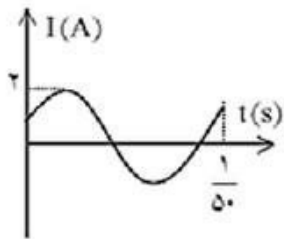
۴۷ در شکل مقابل اگر مقاومت رثوستا را کم کنیم، جهت جریان القایی در سیم‌لوله‌ی B را مشخص کنید.



۴۸ در شکل مقابل مقاومت رثوستا را کم می‌کنیم. با توضیح کافی جهت جریان القایی در سیم‌لوله‌ی B را تعیین کنید.

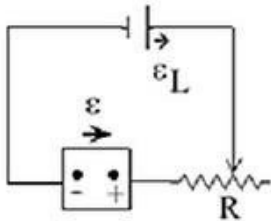


با توجه به نمودار جریان - زمان در شکل روبه‌رو، معادله‌ی شدت جریان را بدست آورید.



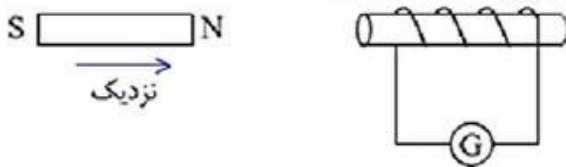
۵۰

در شکل روبه‌رو، $\mathcal{E}_L$ نیروی محرکه‌ی یک باتری فرضی است که جایگزین یک القاگر در مدار شده است. با توجه به جهت $\mathcal{E}_L$ توضیح دهید. مقاومت رثوستا در حال افزایش است یا کاهش؟



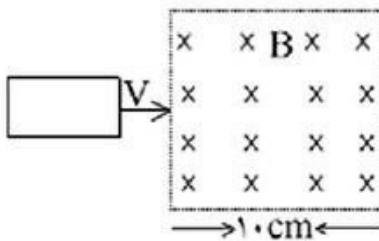
۵۱

با توجه به شکل، با استفاده از قانون جهت جریان القایی در حلقه‌ها روبه است.



۵۲

حلقه‌ی فلزی مستطیلی شکلی به ابعاد $3\text{ cm} \times 5\text{ cm}$ مطابق شکل زیر با سرعت ثابت 2 m/s وارد میدان مغناطیسی یکنواخت 0.2 T می‌شود و از طرف دیگر آن خارج می‌شود. نمودار تغییرات شاری که از حلقه می‌گذرد و نیروی محرکه‌ی القا شده در آن را بر حسب زمان رسم کنید.



مرکز آکادمی الف

با توجه به این که بار و ظرفیت خازن در مسئله دخالت دارند از رابطه‌ی $U = \frac{Q^2}{2C}$ برای انرژی خازن استفاده می‌کنیم. اما

پیش از آن بهتر است نگاهی به مفهوم این مسئله بیندازیم. اگر خازن در ابتدا بدون بار باشد، تصور آن ساده‌تر است. مثلاً تصور کنید با استفاده از یک «موچین سحرآمیز» الکترون‌ها را از یک صفحه‌ی خازن برداشته و به نوبت به صفحه‌ی دیگر منتقل می‌کنیم. بر اثر این کار میدانی الکتریکی بین صفحه‌ها برقرار می‌شود و جالب است که این میدان در جهتی است که با انتقال بیش‌تر بار مخالفت می‌کند. بنابراین، وقتی بار بر روی صفحه‌های خازن بیش‌تر و بیش‌تر می‌شود، مجبورید برای انتقال بارهای بیش‌تر، به طور مدام کارهای بیش‌تری انجام دهید. البته در عمل می‌دانید که این کار توسط باتری صورت می‌گیرد. بنابراین ما در اینجا مسئله‌ای کاملاً ذهنی داریم و عملاً داریم فرض می‌کنیم که با یک موچین سحرآمیز بارها را حرکت می‌دهیم و البته لحظه‌ای بینابینی در حین این روند را در نظر می‌گیریم، یعنی پس از این که موچین سحرآمیز با باردار کردن صفحه‌ها، میدان الکتریکی ایجاد کرده است و داریم به لحظه‌ای توجه می‌کنیم که موچین در حال بردن $3/0 \text{ mC}$ بار از صفحه‌ی منفی به صفحه‌ی مثبت است.

بنابراین، اگر بار صفحه‌ها را در پیش از این لحظه Q در نظر بگیریم، پس از لحظه‌ی موردنظر بار به $Q + \Delta Q$ تبدیل شده

است. در نتیجه، تغییر انرژی پتانسیل با استفاده از رابطه‌ی $U = \frac{Q^2}{2C}$ چنین می‌شود.

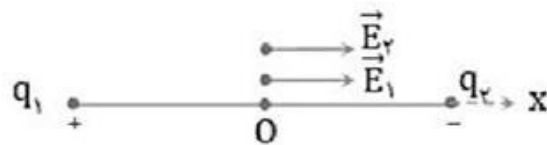
$$\Delta U = \frac{(Q + \Delta Q)^2}{2C} - \frac{Q^2}{2C} = \frac{\Delta Q^2 + 2Q\Delta Q}{2C} = \frac{(3/0 \times 10^{-2} \text{ C})^2 + 2q(3/0 \times 10^{-2} \text{ C})}{2(12 \times 10^{-9} \text{ F})}$$

$$= 0/375 + Q(0/25 \times 10^2) = 8$$

و در نتیجه $Q = 3/05 \times 10^{-2} \text{ C} \approx 3/1 \text{ mC}$ می‌شود.



الف) با قرار دادن بار آزمون در نقطه‌ی O درمی‌یابیم که میدان‌های حاصل از بارهای q_1 و q_2 در یک جهت (سوی $\vec{i}$) هستند.



بنابراین در نقطه‌ی O داریم:

$$\begin{aligned}\vec{E}_O &= \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = 2\vec{E}_1 = 2k \frac{q_1}{r_1^2} \vec{i} = 2 \left(9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2 \right) \frac{(1 \times 10^{-4} \text{ C})}{(0.2 \text{ m})^2} \vec{i} \\ &= (2.25 \times 10^6 \text{ N/C}) \vec{i}\end{aligned}$$

بنابراین، بزرگی میدان در نقطه‌ی O برابر با $2.25 \times 10^6 \text{ N/C}$ و جهت آن به طرف راست ($+\vec{i}$) است. در نقطه‌ی A، میدان‌ها در خلاف جهت یکدیگرند و بنابراین بزرگی میدان‌ها از کم می‌شود.

$$\vec{E}_A = \vec{E}_2 + \vec{E}_1$$

که چون q_2 به نقطه‌ی A نزدیک‌تر است $E_2 > E_1$ می‌شود و میدان الکتریکی برآیند در جهت $-\vec{i}$ خواهد بود:

$$\begin{aligned}\vec{E}_A &= (E_2 - E_1)(-\vec{i}) = \left(\frac{kq_2}{r_2^2} - \frac{kq_1}{r_1^2} \right)(-\vec{i}) \\ &= (9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2) \left(\frac{1 \times 10^{-4} \text{ C}}{(0.3 \text{ m})^2} - \frac{1 \times 10^{-4} \text{ C}}{(0.9 \text{ m})^2} \right)(-\vec{i}) \\ &= 8/9 \times 10^5 \text{ N/C}(-\vec{i})\end{aligned}$$

بنابراین، بزرگی میدان در نقطه‌ی A برابر $E_A = 8/9 \times 10^5 \text{ N/C}$ جهت آن به طرف چپ ($-\vec{i}$) است.

ب) خیر. برای دو بار نقطه‌ای ناهمنام، نقطه‌ای که در آن میدان الکتریکی برآیند صفر باشد، خارج از فاصله‌ی بین دو بار، و در طرف بار با اندازه‌ی کوچک‌تر است. با توجه به این‌که در این مسئله، اندازه‌ی دو بار مساوی است، مرور آن استدلال به شما نشان می‌دهد چنین نقطه‌ای در فضای پیرامون این دو بار وجود ندارد، که میدان خالص در آن صفر باشد.

$$m_1 = m_2 = 2/5 \text{ gr} = 2/5 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$r = 1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}$$

الف) برای آنکه گوی بالا در تعادل باشد، باید وزنشان با نیروی رانشی الکتریکی گوی‌ها برابر شود. در این صورت خواهیم داشت:

$$\begin{aligned}F &= mg \Rightarrow k \frac{q^2}{r^2} = mg \Rightarrow q^2 = \frac{mgr^2}{k} \\ \Rightarrow q &= r \sqrt{\frac{mg}{k}} = 10^{-2} \sqrt{\frac{2/5 \times 10^{-3} \times 10}{9 \times 10^9}} = 10^{-2} \sqrt{\frac{25 \times 10^{-12}}{9}} = \frac{5}{3} \times 10^{-8} \text{ C} \\ &= \frac{5}{3} \times 10^{-8} \times 10^6 = \frac{5}{3} \times 10^{-2} \mu\text{C} \\ q &= ne \Rightarrow n = \frac{q}{e} = \frac{\frac{5}{3} \times 10^{-8}}{1/6 \times 10^{-19}} = \frac{5}{3} \times 10^{12} \approx 1.7 \times 10^{12}\end{aligned}$$

انرژی‌ای که باتری مصرف می‌کند تا در خازن بار الکتریکی ذخیره شود، به صورت انرژی پتانسیل الکتریکی در خازن ذخیره می‌شود. (۰/۵)

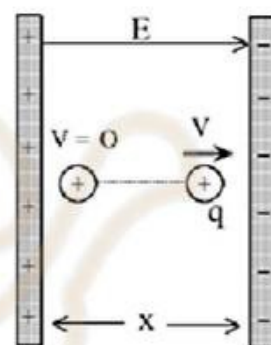
الف) وقتی بار مثبت در جهت میدان الکتریکی جابه‌جا شود، انرژی پتانسیل آن کاهش می‌یابد. در این آزمایش وقتی بار $+q$ از صفحه‌ی مثبت به صفحه‌ی منفی می‌رود چون در جهت میدان الکتریکی جابه‌جا می‌شود، انرژی پتانسیل آن کاهش می‌یابد.

$$\left. \begin{aligned} \Delta U &= q \cdot (\Delta V) \\ \Delta V &= V_2 - V_1 = -1000 \text{ V} \\ q &= 1/6 \times 10^{-14} \text{ C} \Rightarrow \Delta U = 1/6 \times 10^{-14} \times (-1000) = -1/6 \times 10^{-11} \text{ J} \end{aligned} \right\} \text{ ب}$$

انرژی پتانسیل الکتریکی ذره پروتون به اندازه $1/6 \times 10^{-11}$ ژول کاهش می‌یابد.

پ) با توجه به این که سیستم پایستار است و تنها نیروی الکتریکی در جهت میدان به ذره پروتون وارد می‌شود، هم از راه دینامیک و هم از راه انرژی می‌توان سرعت برخورد ذره را با صفحه مقابل به دست آورد.

$$\left\{ \begin{aligned} \Delta U &= -\Delta K = -\left(\frac{1}{2} m V^2\right) \\ m_p &= 1/6 \times 10^{-28} \text{ kg} \\ \Delta U &= -1/6 \times 10^{-11} \Rightarrow -1/6 \times 10^{-11} = -\left(\frac{1}{2} \times 1/6 \times 10^{-28} \times V^2\right) \\ &\Rightarrow V = \sqrt{2} \times 10^5 \text{ m/s} \end{aligned} \right.$$



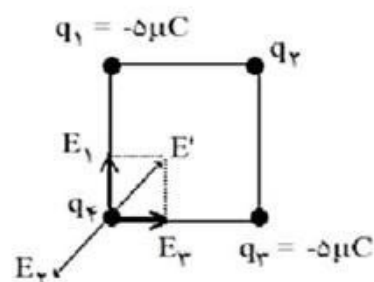
۶ شرط این که بار الکتریکی q_+ در تعادل قرار گیرد این است که برآیند میدان الکتریکی بارهای دیگر در محل بار q_+ صفر باشد، در این صورت با توجه به اطلاعات مسأله و شکل زیر می‌توان نوشت:

$$\begin{aligned} q_1 &= q_2 = -\delta \mu C \\ E_1 &= E_2 = \frac{kq_1}{r^2} \\ E' &= \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{2} E_1 = \frac{\sqrt{2} \times k \times q_1}{r^2} \end{aligned}$$

برای این که میدان الکتریکی در محل بار الکتریکی q_+ صفر گردد لازم است: $(E_2 = E')$

شرط تعادل $E_2 = E'$

$$\frac{kq_2}{r^2} = \frac{\sqrt{2} kq_1}{r^2} \Rightarrow \frac{q_2}{q_1} = \sqrt{2} \Rightarrow q_2 = \sqrt{2} \times \sqrt{2} (\delta) = 10 \sqrt{2} \mu C$$



۷ قبل از انتقال بار مقدار خازن برابر است با: $U_1 = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$

حال اگر مقدار 3 mC بار الکتریکی را بین دو صفحه جابجا کنیم، انرژی خازن در شرایط جدید از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$U_2 = \frac{1}{2} \frac{(q + 3 \times 10^{-3})^2}{C}$$

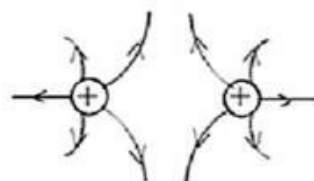
با توجه به این که برای انتقال این بار ۸ ژول انرژی صرف شده است، پس:

$$\begin{cases} \Delta U = U_2 - U_1 = 8 \text{ J} \\ C = 12 \times 10^{-6} \text{ F} \Rightarrow 8 = \frac{(q + 3 \times 10^{-3})^2}{2 \times 12 \times 10^{-6}} - \frac{q^2}{2 \times 12 \times 10^{-6}} \end{cases}$$

$$q \times 6 \times 10^{-6} = 183 \times 10^{-6} \Rightarrow q = 30/5 \times 10^{-3} \text{ C} = 30/5 \text{ mC}$$

بار الکتریکی خازن قبل از انتقال بار برابر $30/5$ میلی کولن است.

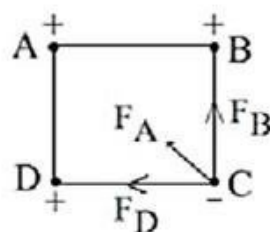
۸ دو بار را مثبت فرض می‌کنیم.



$$F_A = K \frac{qq}{(\sqrt{2}a)^2} = \frac{K}{2} \frac{q^2}{a^2} \text{ , } F_B = F_D = K \frac{qq}{a^2} = K \frac{q^2}{a^2}$$

$$F_{BD} = 2 F_B \cos 45^\circ = 2 \left(K \frac{q^2}{a^2} \right) \frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2} K \frac{q^2}{a^2}$$

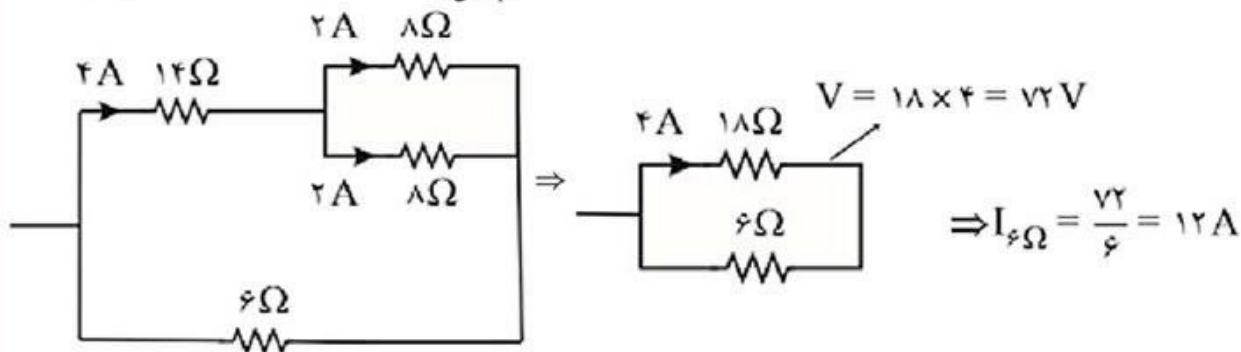
$$F_T = F_{BD} + F_A = \sqrt{2} K \frac{q^2}{a^2} + \frac{K}{2} \frac{q^2}{a^2} = \left(\sqrt{2} + \frac{1}{2} \right) K \frac{q^2}{a^2}$$



در مقاومت های موازی $V \leftarrow$ یکسان

$$V = RI = 8 \times 2 = 16V, \quad I = \frac{V}{R} = \frac{16}{8} = 2A$$

(بالا) (پایین)



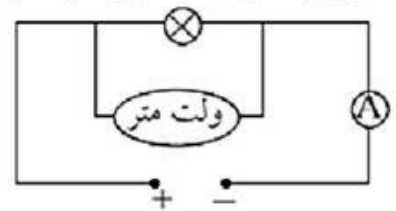
مرحله اول: به وسیله‌ی دماسنج دمای رشته درونی لامپ و به وسیله‌ی وصل دو سر آن به دو سر اهم‌سنج مقاومت آن را در این حالت به دست می‌آوریم. (حالت اولیه)

مرحله دوم: پس از روشن کردن چراغ قوه و وصل ولت‌سنج به صورت موازی با آن و آمپرسنج به صورت سری با آن ولتاژ دو سر رشته و شدت جریان آن را اندازه می‌گیریم و طبق رابطه‌ی

$$R = \frac{V}{I}$$

مرحله سوم: با استفاده از رابطه $R_r = R_1(1 + \alpha \Delta\theta)$ مقدار تغییرات

دمای رشته به دست آورده و دمای θ_r را محاسبه می‌کنیم.



$$\begin{cases} I_1 + I_2 = 5A \\ -r_1 I + \varepsilon_1 + \varepsilon_2 - r_2 I - R_1 I_1 = 0 \Rightarrow -1 \times 5 + 20 + 10 - 1 \times 5 - R_1 I_1 = 0 \\ -R_2 I_2 + R_1 I_1 = 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow R_1 I_1 = 20 \Rightarrow -5I_2 + 20 = 0$$

$$\Rightarrow I_2 = 4A, \quad I_1 = 1A$$

$$R_1 I_1 = 20 \Rightarrow R_1 = 20\Omega$$

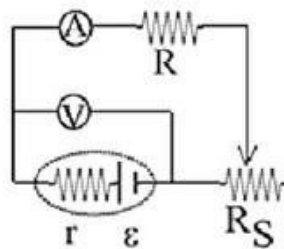
$$I_1 + I_2 = I_r \Rightarrow I_1 = I_r - I_2$$

$$a \text{ گردش حول } \varepsilon_1 - I_1 r_1 - I_1 R_1 - I_2 R_2 = 0 \Rightarrow 12 - 4(I_r - I_2) - 10I_r = 0$$

$$b \text{ گردش حول } \varepsilon_2 - I_2 r_2 - I_2 R_2 - I_1 R_1 = 0 \Rightarrow 6 - 10I_r - 4I_2 = 0$$

$$I_1 = \frac{9}{8}A, \quad I_2 = -\frac{3}{8}A, \quad I_r = \frac{6}{8}A$$

علامت منفی به منزله‌ی برعکس انتخاب شدن جهت جریان I_2 است.



۱۵ با توجه به شکل مقابل داریم :

$$R_S I + R I + r I - \varepsilon = 0 \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R_S + R + r}$$

با کاهش R_S جریان الکتریکی در مدار افزایش می‌یابد (A جریان بیش‌تری را نشان می‌دهد.) و با توجه به رابطه‌ی $V = \varepsilon - r I$ ولتاژ دو سر مولد کاهش می‌یابد (V ولتاژ کم‌تری را نشان می‌دهد.).

$$4 - 10I_1 - 10I_2 = 0$$

۱۶ در حلقه‌ی ABC قانون ولتاژ کیرشهف را می‌نویسیم.

$$4 - 10I_1 - 25I_2 + 2 = 0$$

در حلقه‌ی $ABCD$ قانون ولتاژ کیرشهف را می‌نویسیم.

$$I_1 = I_2 + I_3$$

در گره‌ی C قانون جریان کیرشهف را می‌نویسیم.

$$I_1 = \frac{4}{15} \text{ و } I_2 = \frac{2}{15} \text{ و } I_3 = \frac{2}{15}$$

از حل معادلات فوق نتیجه می‌شود:

از آمپرسنج A جریان $\frac{2}{15}$ آمپر می‌گذرد.

۱۷ ابتدا با اهم متر، مقاومت لامپ را در حالت خاموش (R_1) را اندازه می‌گیریم.

سپس با استفاده از رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ مقاومت لامپ را در حالت روشن (R_2) را بدست می‌آوریم:

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow R_2 = \frac{V^2}{P} = \frac{220^2}{100} = 484 \Omega$$

ضریب دمایی رشته سیم داخل لامپ را از جدول موجود در کتاب می‌خوانیم.

سپس از رابطه $R_2 = R_1 (1 + \alpha \Delta \theta)$ مقدار $\Delta \theta$ را بدست آوریم. اگر دمای اطاق (θ_1) را که دمای لامپ قبل از روشن کردن است با دماسنج اندازه گرفته و با $\Delta \theta$ جمع کنیم، اندازه θ_2 (دمای لامپ روشن) بدست می‌آید.

۱۸ برای این‌که ذره‌ی باردار در همان امتداد محور x به حرکت خود ادامه دهد، مطابق شکل باید $F_E = F_B$. در این صورت

داریم:

$$qE = qvB \Rightarrow v = \frac{E}{B} = \frac{450 N}{0.18 T} = 2500 m/s$$

۱۹ خودالقایی سیم‌لوله با تغییر ناگهانی جریان الکتریکی مخالفت می‌کند. لذا پس از قطع کلید جریان الکتریکی سیم‌لوله به

تدریج کاهش می‌یابد و صفر می‌شو. در این مدت به دلیل قطع بودن باتری در مدار جریان الکتریکی سیم‌لوله از بدن دانش آموز عبور می‌کند.

۲۰ جهت نیروی مغناطیسی باید رو به بالا باشد. بنابراین با توجه به جهت جریان سیم، میدان مغناطیسی در راستای افقی و در صفحه‌ی شکل درون‌سو است.

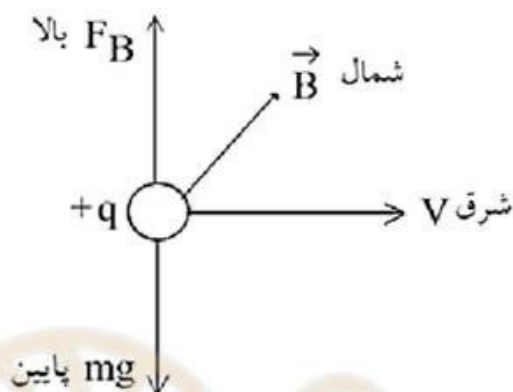
$$F = W \Rightarrow I L B \sin 90^\circ = mg \Rightarrow 2 \times 2 \times B \times 1 = 5 \times 10^{-2} \times 10 \Rightarrow B = 1/25 \times 10^{-2} T$$

۲۱ با بسته شدن کلید K، پایین سیم‌لوله قطب N و بالای آن قطب S می‌شود. وجود نیروی دافعه بین دو قطب هم‌نام باعث می‌شود که آهن‌ربا به پایین رانده شود و ترازو عدد بیش‌تری را نشان می‌دهد.

$$F = mg \Rightarrow q V B \sin \theta = mg \Rightarrow B = \frac{mg}{q V \sin \theta}$$

۲۲ برای آن‌که B دارای کم‌ترین مقدار باشد، باید $\theta = 90^\circ$ بشود.

$$\Rightarrow B = \frac{mg}{qV} \Rightarrow B = \frac{0.5 \times 10^{-2} \times 10}{2/5 \times 10^{-8} \times 4 \times 10^4} = 5 T$$



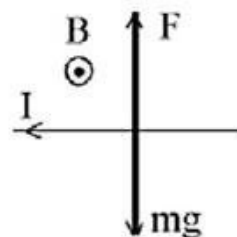
۲۳ سیم باید در راستای افقی قرار داشته باشد.

$$(F = l I B \sin \theta, \theta = 90^\circ) \Rightarrow F = l I B$$

$$F = mg \Rightarrow l I B = mg \Rightarrow I = \frac{mg}{l B}$$

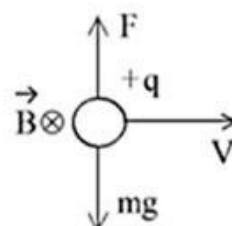
$$I = \frac{0.5 \times 10}{2 \times 0.1} \Rightarrow I = 25 A$$

با توجه به شکل و با استفاده از قانون دست راست جهت جریان الکتریکی به سمت چپ است.



۲۴ نیروی مغناطیسی باید در خلاف جهت نیروی وزن و هم‌اندازه با آن باشد. همچنین برای این که اندازه‌ی میدان مغناطیسی کم‌ترین باشد باید بر راستای حرکت بار عمود باشد. با توجه به شکل میدان مغناطیسی باید در امتداد شمال و جنوب و به سمت جنوب باشد.

$$F = mg \Rightarrow qVB = mg \Rightarrow B = \frac{mg}{qv} \Rightarrow B = \frac{0.5 \times 10^{-2} \times 10}{2/5 \times 10^{-8} \times 4 \times 10^4} = 5 T$$



برای پیدا کردن جهت اثر نیروی وارد بر سیم حامل جریان الکتریکی در یک میدان مغناطیسی که سیم عمود بر جهت میدان می‌باشد از دستور دست راست استفاده می‌کنیم. بدین صورت که اگر دست راست را باز نگهداریم، انگشت شست جهت نیرو و چهار انگشت جهت جریان را نشان می‌دهد و اگر چهار انگشت را خم کنیم، جهت میدان مغناطیس را نشان می‌دهد به طوری که جهت میدان عمود بر کف دست و در جهت نوک چهار انگشت است. پس اگر کلید مدار بسته شود جریان در سیم از B به A برقرار می‌شود و میدان مغناطیسی از N به S می‌باشد و بر سیم نیرویی وارد می‌نماید که جهت آن به سمت پایین می‌باشد.

با بستن کلید مدار ترازو عدد کمتری را نشان می‌دهد، زیرا جهت نیرویی که از طرف میدان مغناطیسی بر سیم وارد می‌شود به طرف پایین بوده و از طرف سیم نیروی عکس‌العمل به سمت بالا به میدان مغناطیسی و از آنجا به آهنربا وارد می‌شود و ترازو مقدار کمتری را نشان می‌دهد.

$$\left\{ \begin{array}{l} F = ILB \sin \alpha \\ I = 16 \text{ A} \\ B = 0.5 \text{ mT} = 5 \times 10^{-5} \text{ T} \\ L = 1 \text{ m} \\ \alpha = 90^\circ \end{array} \right. \Rightarrow F = 16 \times 1 \times 5 \times 10^{-5} \times \sin 90 = 8 \times 10^{-4} \text{ N}$$

بر هر متر سیم نیروی $8 \times 10^{-4} \text{ N}$ وارد می‌شود.

برای این که نیروی مغناطیسی بتواند نیروی وزن میله را خنثی کند، لازم است جهت جریان طبق قانون دست راست از غرب به شرق باشد تا نیروی مغناطیسی وارد بر سیم رو به بالا باشد و نیروی وزن میله را خنثی کند. مقدار جریان از رابطه زیر را به دست می‌آید:

$$\left\{ \begin{array}{l} B = 5 \times 10^{-5} \text{ T} \\ L = 1 \text{ m} \\ F = W = mg = (8 \times 10^{-2})(10) = 8 \times 10^{-1} \text{ N} \\ \alpha = 90^\circ \end{array} \right. \\ F = ILB \sin \alpha \Rightarrow 8 \times 10^{-1} = I \times 1 \times 5 \times 10^{-5} \times 1 \Rightarrow I = 1600 \text{ A}$$

$$\text{الف) } I = I_m \sin \frac{\pi}{T} t \Rightarrow I = 0.2 \sin 100\pi t \Rightarrow 0.2 = 0.2 \sin 100\pi t$$

$$\Rightarrow \sin 100\pi t = \sin \frac{\pi}{2} \Rightarrow t = \frac{1}{200} \text{ s}$$

$$I(t = 0.01) = 0.2 \sin(100\pi \times 0.01) = 0$$

$$\text{ب) } I = \frac{\varepsilon}{R} \Rightarrow 0 = \frac{\varepsilon}{10} \Rightarrow \varepsilon = 0 \text{ V}$$

بیشینه‌ی ولتاژ مولد برابر $4/5$ ولت است.

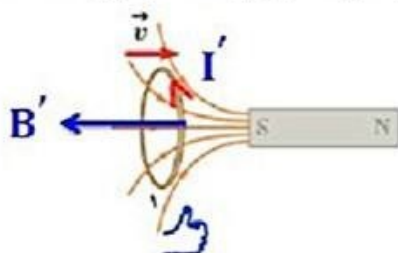
الف) با جایگذاری مقادیر داده شده در رابطه‌ی $L = \mu_0 \frac{N^2 A}{l}$ به سادگی این ضریب محاسبه می‌شود.

ب) دانش‌آموزان باید از رابطه‌ی $U = \frac{1}{2} LI^2$ استفاده کنند. در ضمن باید توجه کنند که در این رابطه، یکای انرژی باید برحسب ژول (J) نوشته شود.

۳۱ انرژی ذخیره شده در القاگر از رابطه‌ی $U = \frac{1}{2} LI^2$ به دست می‌آید. با کاهش مقاومت رئوستا، جریان عبوری از مدار و در

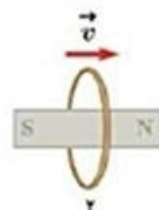
نتیجه القاگر افزایش می‌یابد. در این صورت انرژی بیش‌تری در القاگر ذخیره می‌شود. با قرار دادن یک هسته‌ی فرومغناطیسی نرم درون القاگر (سیم‌لوله)، ضریب خودالقایی آن افزایش می‌یابد و در نتیجه انرژی بیش‌تری در القاگر ذخیره می‌شود.

۳۲ حالت ۱) با نزدیک شدن حلقه به آهن‌ربا شار مغناطیسی افزایش می‌یابد در نتیجه میدان مغناطیسی حلقه خلاف جهت

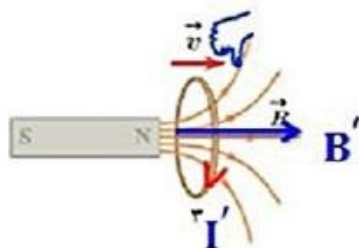


میدان آهن‌ربا است بنابر این جریان مطابق شکل است.

حالت ۲) تغییرات شار مغناطیسی در این حالت نداریم، بنابراین جریان هم در حلقه القاء نمی‌شود.



حالت ۳) با دور شدن حلقه از آهن‌ربا شار مغناطیسی کاهش می‌یابد در نتیجه میدان مغناطیسی حلقه هم‌جهت میدان



آهن‌ربا است بنابراین مطابق شکل است.

۳۳ ساعت‌گرد

۳۴ آهن‌ربا هنگام عبور از حلقه‌ی رسانا، با مخالفتی روبه‌رو می‌شود که منشأ آن به جریان القایی در حلقه مربوط است. بنابراین، آهن‌ربایی که از حلقه می‌گذرد، کم‌تر در زمین فرو می‌رود.

۳۵ جریان القایی در جهت ساعت‌گرد است.

۳۶ اگر نیم‌خط عمود بر سطح پیچه را به سمت راست فرض کنیم در این صورت:

$$\Phi_1 = B_1 A \cos \theta_1 = (0.4 \text{ T})(50 \times 10^{-4} \text{ m}^2) \cos 0^\circ = 2 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

$$\Phi_2 = B_2 A \cos \theta_2 = (0.4 \text{ T})(50 \times 10^{-4} \text{ m}^2) \cos 180^\circ = -2 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

$$\Delta \Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = -2 \times 10^{-4} - 2 \times 10^{-4} = -4 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

دانش‌آموزان باید توجه کنند برای محاسبه‌ی Φ_2 باید جهت نیم‌خط عمود بر پیچه که به سمت راست انتخاب شده بود را

$$|\varepsilon| = \left| -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \left| -1000 \cdot \frac{(-4 \times 10^{-4} \text{ Wb})}{10^{-2} \text{ s}} \right| = 40 \text{ V}$$

تغییر ندهند.

الف) با چرخش میله، آهنربای متصل به آن نیز می‌چرخد و سبب تغییر شار مغناطیسی در فضای اطراف خود می‌شود. این امر سبب القای جریانی در سیم پیچ می‌شود.

ب) با افزایش سرعت، آهنگ تغییر شار مغناطیسی نیز افزایش می‌یابد و در نتیجه جریان بزرگ‌تری در سیم‌پیچ القا می‌شود.

پ) استفاده از سیم‌پیچی با تعداد دور بیش‌تر و آهنربای قوی‌تر با روغن‌کاری دستگاه و کاهش اصطکاک هم‌چنین استفاده از ولت‌سنج دقیق‌تر می‌تواند سبب بهبود و افزایش دقت دستگاه شود.

در لحظه‌ی وصل کلید جریان الکتریکی سیم‌لوله که به دلیل داشتن خاصیت خودالقایی با تغییر ناگهانی جریان مخالفت می‌کند صفر است و فقط از لامپ جریان الکتریکی عبور می‌کند. اما جریان الکتریکی سیم‌لوله به تدریج افزایش می‌یابد و به مقدار ثابتی می‌رسد. در شرایط نهایی که از سیم‌لوله نیز جریان الکتریکی عبور می‌کند جریان الکتریکی مولد افزایش یافته و در نتیجه اختلاف پتانسیل دو سر مولد و لامپ کاهش می‌یابد و نور لامپ کم می‌شود. توجه : اگر مقاومت سیم‌لوله ناچیز باشد پس از ثابت شدن جریان الکتریکی در سیم‌لوله لامپ خاموش می‌شود.

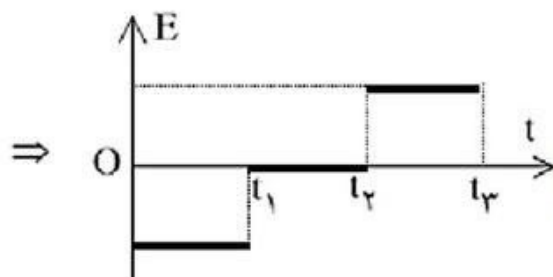
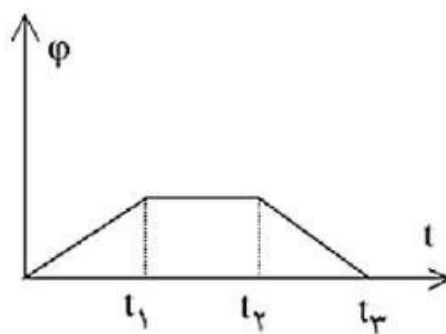
در لحظه‌ی وصل کلید جریان الکتریکی سیم‌لوله که به دلیل داشتن خاصیت خودالقایی با تغییر ناگهانی جریان مخالفت می‌کند صفر است و فقط از لامپ جریان الکتریکی عبور می‌کند. اما جریان الکتریکی سیم‌لوله به تدریج افزایش می‌یابد و به مقدار ثابتی می‌رسد. در شرایط نهایی که از سیم‌لوله نیز جریان الکتریکی عبور می‌کند جریان الکتریکی مولد افزایش یافته و در نتیجه اختلاف پتانسیل دو سر مولد و لامپ کاهش می‌یابد و نور لامپ کم می‌شود. توجه : اگر مقاومت سیم‌لوله ناچیز باشد پس از ثابت شدن جریان الکتریکی در سیم‌لوله لامپ خاموش می‌شود.

بعد از لحظه‌ی وصل کلید جریان سیم‌لوله که به دلیل داشتن خاصیت خودالقایی با تغییر ناگهانی جریان الکتریکی مخالفت می‌کند به تدریج کاهش می‌یابد و به صفر می‌رسد. در این مدت جریان الکتریکی سیم‌لوله به دلیل قطع بودن مولد از مدار از لامپ عبور می‌کند. بنابراین نور لامپ به تدریج کاهش می‌یابد و خاموش می‌شود.

بعد از لحظه‌ی وصل کلید جریان سیم‌لوله که به دلیل داشتن خاصیت خودالقایی با تغییر ناگهانی جریان الکتریکی مخالفت می‌کند به تدریج کاهش می‌یابد و به صفر می‌رسد. در این مدت جریان الکتریکی سیم‌لوله به دلیل قطع بودن مولد از مدار از لامپ عبور می‌کند. بنابراین نور لامپ به تدریج کاهش می‌یابد و خاموش می‌شود.

میدان مغناطیسی سیم راست در سطح حلقه درون سو و میدان مغناطیسی ناشی از جریان القایی در سطح حلقه نیز درون سو است. یعنی جریان القایی با افزایش شار مغناطیسی در سطح حلقه مخالفت می‌کرده است. پس حلقه از سیم حامل جریان مستقیم دور می‌شده است (حلقه به طرف راست حرکت می‌کند).

جهت میدان مغناطیسی درون سیم‌لوله به سمت راست است. در حالی که جهت میدان مغناطیسی حلقه به سمت چپ است. بنابراین جریان القایی در حلقه با افزایش شار مغناطیسی مخالفت می‌کرده است و حلقه در امتداد محور سیم‌لوله به آن نزدیک می‌شده است (به سمت چپ حرکت می‌کند).



۴۴

$$|\varepsilon| = IR = 6 \times 10^{-2} \times 10 = 6 \times 10^{-1} \text{ V}$$

۴۵

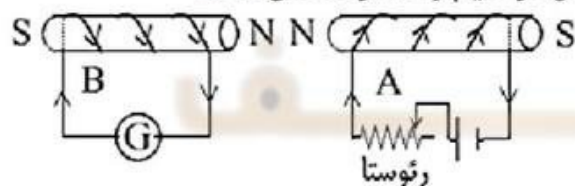
$$\left(|\varepsilon| = \left| -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| \text{ و } \Delta \Phi = \Delta B A \right) \Rightarrow |\varepsilon| = \left| -N \frac{\Delta B}{\Delta t} A \right| = N A \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right|$$

$$\Rightarrow \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| = \frac{|\varepsilon|}{NA} = \frac{6 \times 10^{-1}}{1000 \times 50 \times 10^{-4}} = 1/2 \times 10^{-2} \frac{\text{T}}{\text{s}}$$

جهت میدان مغناطیسی آهن ربا درون سیملوله به سمت چپ است و به دلیل نزدیک شدن آهن ربا به سیملوله اندازه آن در حال افزایش است. برای مخالفت با افزایش شار جهت جریان القایی باید به نحوی باشد که میدان مغناطیسی آن در سیملوله به سمت راست باشد. بنابراین جریان القایی در گالوانومتر از B به A است.

برای افزایش جریان القایی می‌توان (۱) آهن ربا ی قوی‌تر انتخاب کرد. (۲) تعداد دورهای سیملوله را افزایش داد. (۳) سرعت حرکت آهن ربا را زیاد کرد.

اگر مقاومت رثوستا کم شود، جریان الکتریکی مدار افزایش می‌یابد و در نتیجه میدان مغناطیسی سیملوله‌ی A افزایش می‌یابد. پس شار مغناطیسی عبوری از سیملوله A افزایش می‌یابد و برای مخالفت با آن جهت جریان القایی در سیملوله‌ی B باید مطابق شکل در جهتی باشد که میدان مغناطیسی حاصل در سیملوله A را کاهش دهد.



سمت چپ سیملوله‌ی A قطب N است. با کاهش مقاومت متغیر و افزایش جریان الکتریکی سیملوله‌ی A میدان مغناطیسی آن افزایش می‌یابد. پس سمت راست سیملوله‌ی B باید قطب N شود تا با افزایش شدت قطب N سیملوله‌ی A مخالفت کند. بنابراین جهت جریان در سیملوله B در گالوانومتر باید از راست به چپ باشد.

$$T = \frac{1}{50} \text{ s} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{\frac{1}{50}} = 100\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

۴۹

$$I = I_m \sin \omega t \Rightarrow I = 2 \sin (100\pi t)$$

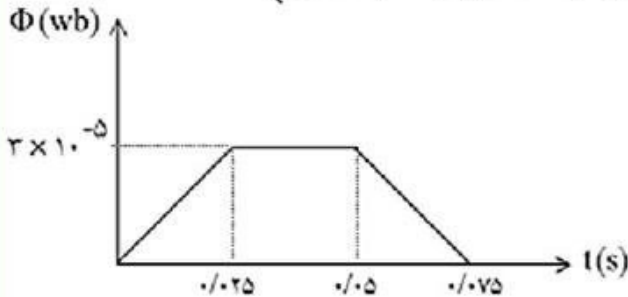
نیروی محرکه‌ی خود القایی (ε_L) می‌خواهد در خلاف جهت نیروی محرکه‌ی مولد (ε) جریان الکتریکی ایجاد کند. در خودالقایی نیروی محرکه‌ی القایی با تغییر جریان الکتریکی مدار مخالف است. بنابراین جریان الکتریکی مدار در حال افزایش بوده است و مقاومت متغیر در حال کاهش بوده است.

قانون لنز - بالا

۵۱

وقتی قاب با سرعت V وارد میدان مغناطیسی می‌شود، در لحظه‌ی اول $\Phi = 0$ و وقتی به طور کامل وارد میدان می‌شود $\Phi_r = BA$ و هنگامی که از طرف دیگر خارج می‌شود شار مغناطیسی کم و به $\Phi_r = 0$ می‌رسد.

$$\left\{ \begin{array}{l} \Phi_i = 0 \\ \Phi_r = BA \cos \theta \\ \Phi_r = 0 \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \Phi_r = BA \cos \theta \\ A = 3 \times 5 = 15 \text{ cm}^2 = 15 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \\ B = 0.2 \text{ T} \text{ و } \theta = 0 \Rightarrow \Phi_r = 0.2 \times (15 \times 10^{-4}) = 3 \times 10^{-3} \text{ (wb)} \end{array} \right.$$



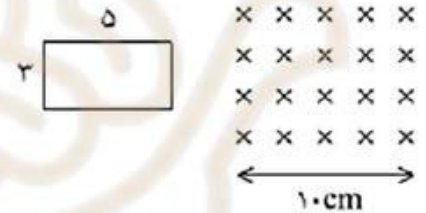
نمودار شار مغناطیسی - زمان

وقتی قاب به طور کامل وارد میدان می‌شود، مسافت 5 cm را طی می‌کند و این بازه زمانی برابر است با:

$$\left\{ \begin{array}{l} x = V \cdot \Delta t \\ x = 5 \text{ cm} \text{ و } V = 2 \text{ m/s} \Rightarrow \Delta t = \frac{x}{V} = \frac{5 \times 10^{-2}}{2} = 0.025 \end{array} \right.$$

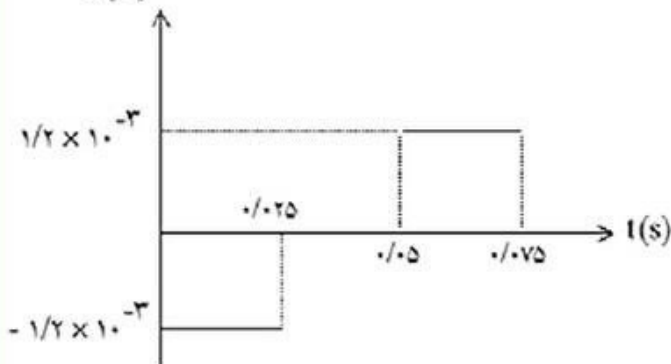
مدت زمانی که طول می‌کشد تا با سرعت ثابت از میدان مغناطیسی عبور کند، از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta x = V(\Delta t) \\ x = 5 \text{ cm} \text{ و } V = 2 \text{ m/s} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta x}{V} = \frac{5 \times 10^{-2}}{2} = 0.025 \text{ s} \end{array} \right.$$



قاب در مدت 0.025 ثانیه وارد میدان می‌شود و در مدت 0.025 ثانیه از آن خارج می‌شود و در مدتی که در میدان حرکت می‌کند شار مغناطیسی ثابت و نیروی محرکه برابر صفر خواهد بود.

$$\left\{ \begin{array}{l} \varepsilon = B \cdot L \cdot V \cdot \sin \alpha \quad \alpha = 0 \\ \varepsilon = 0.2 \times (3 \times 10^{-2}) \times (2) = 1/2 \times 10^{-2} \text{ V} \end{array} \right.$$



نمودار نیروی محرکه - زمان