www.konkur.in

راهنمای پاسخ‌دهی

پرسش‌ها، تمرین‌ها، فعالیت‌ها و مسئله‌های

فصل اول

فیزیک ۲

پایه یازدهم

چاپ اول

۱۳۹۶

forum.konkur.in

www.konkur.in

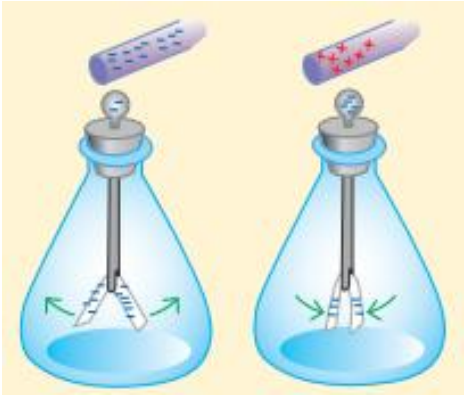
پرسش و تمرین‌های فصل ۱

۱– این تمرین مروری است بر آن‌چه در کتاب علوم تجربی پایهٔ هشتم تدریس شده و خوب است دانش‌آموزان به مرور آن مطالب تشویق شوند.

الف) میلهٔ پلاستیکی یا میلهٔ شیشه‌ای باردار را به کلاهک الکتروسکوپ بدون بار نزدیک می‌کنیم و با فاصله گرفتن صفحات آن، به باردار بودن میله‌ها پی می‌بریم.

ب) نخست مثلاً توسط یک میلهٔ پلاستیکی باردار الکتروسکوپ را از طریق تماس میله با کلاهک آن باردار می‌کنیم. حال اگر به کلاهک الکتروسکوپ باردار، میلهٔ رسانا را (در حالی که آن را با دست خود گرفته‌ایم) تماس دهیم الکتروسکوپ تخلیه می‌شود، ولی میلهٔ عایق نمی‌توان الکتروسکوپ را تخلیه کند.

پ) اکنون باید میلهٔ باردار شیشه‌ای یا پلاستیکی را به الکتروسکوپ باردار شده نزدیک کنیم. اگر الکتروسکوپ پیشتر باردار منفی شده باشد با نزدیک شدن میلهٔ باردار منفی صفحه‌های آن بیشتر فاصله می‌گیرند، در حالی که نزدیک شدن میلهٔ باردار مثبت صفحات را به هم نزدیک می‌کند و اگر الکتروسکوپ پیشتر باردار مثبت شده باشد، برعکس.



(ب) (الف)

۲– الف) بار الکتریکی در پارچهٔ پشمی به همان اندازه، ولی با علامت مثبت می‌شود.

ب) با توجه به اینکه $q = ne$ است، از این‌جا می‌توانیم تعداد n الکترون‌های منتقل شده را بیابیم:

$$n = \frac{۱۲/۸\times۱۰^{-۹}C}{۱/۶۰\times۱۰^{-۱۹}C} = ۸/۰۰ \times ۱۰^{۱۰}$$

۳– الف) بار الکتریکی اتم کربنِ خنثی، صفر است، ولی هستهٔ اتم کربن ۶ پروتون دارد و بنابراین بار آن برابر $q = +۶e$ می‌شود که در آن $e = ۱/۶۰ \times ۱۰^{-۱۹}C$ است: $q = ۶(۱/۶۰ \times ۱۰^{-۱۹}C) = ۹/۶۰ \times ۱۰^{-۱۹}C$.

ب) بار اتم کربن یک بار یونیده $+۱e$ است.

۴– چون اندازهٔ گوی‌ها با هم برابر است و هر دو رسانا هستند، پس از تماس گوی‌ها بارهای یکسانی در آن‌ها ظاهر می‌شود. بنابراین پس از تماس گوی‌ها داریم

$$q = \frac{q_۱+q_۲}{۲} = \frac{۴/۰nC-۶/۰nC}{۲} = -۱/۰nC$$

forum.konkur.in

www.konkur.in

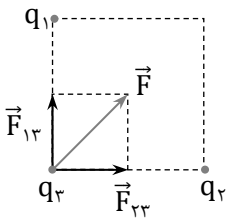
و در نتیجه نیروی بین دو گوی چنین می‌شود:

$$F = k\frac{|q_1||q_2|}{r^2} = k\frac{|q|^2}{r^2}$$
$$= (9/0 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})\frac{(1/0\times10^{-9}C)^2}{(0/30m)^2}$$
$$= 1/0 \times 10^{-7}N$$

همان‌طور که گفتیم، پس از تماس، بار گوی‌ها یکسان می‌شود و بنابراین همدیگر را دفع می‌کنند. یعنی نیرو، رانشی است.

۵– نخست، نیروی وارد بر بار q_3 را رسم می‌کنیم. از آن‌جا داریم

$$\vec{F} = F_{23}\vec{i} + F_{13}\vec{j}$$



که با توجه به اینکه $q_1 = q_2$ و فاصلهٔ بارها از q_3 یکسان است، $F_{23} = F_{13}$ است و از قانون کولن داریم:

$$F_{23} = F_{13} = k\frac{|q_2||q_3|}{r_{23}^2}$$
$$= (9/0 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})\frac{(5\times10^{-6}C)(0/2\times10^{-6}C)}{(3m)^2}$$
$$= 0/001N = 1mN$$

در نتیجه نیروی خالص وارد بر بار q_3 چنین می‌شود:

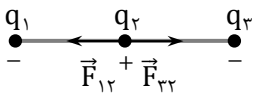
$$\vec{F} = (1mN)\vec{i} + (1mN)\vec{j}$$

می‌توانیم بزرگی این نیرو را نیز محاسبه کنیم

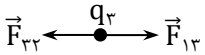
$$F = \sqrt{(0/001N)^2 + (0/001N)^2} = 1/41 \times 10^{-3}N \approx 1mN$$

توجه کنید چون داده‌های مسئله فقط با یک رقم معنی‌دار داده شده‌اند، پاسخ نهایی نیز باید با یک رقم معنی‌دار، به صورت $F = 1mN$ ، گزارش شود.

۶– نیروهای وارد بر بار q_2 مانند شکل زیر می‌شود:



همان‌طور که می‌بینیم $\vec{F}_{12}$ در خلاف جهت $\vec{F}_{32}$ است و چون بارهای q_1 و q_3 و فاصلهٔ آن‌ها از q_2 یکسان است، بنابراین $F_{12} = F_{32}$ ، و در نتیجه نیروی خالص وارد بر q_2 برابر صفر می‌شود. اما در مورد q_3 داریم:



forum.konkur.in

www.konkur.in

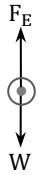
دوباره نیروها در خلاف جهت هم هستند، ولی چون فاصلهٔ بارهای $q_۲$ و $q_۳$ کمتر از فاصلهٔ بارهـای $q_۱$ و $q_۳$ اسـت و همچنـین $|q_۱| > |q_۳|$ ، است $|\vec{F}_{۲۳}| > |\vec{F}_{۱۳}|$ خواهد بود و نیروی برایند در خلاف جهت مثبـت محـور x وارد مـی‌شـود. بزرگـی ایـن نیروها با استفاده از قانون کولن برابر است با

$$F_{۲۳} = k\frac{|q_۲||q_۳|}{r_{۲۳}^۲}$$
$$= (۹/۰ \times ۱۰^۹ \frac{N.m^۲}{C^۲})\frac{(۵/۰\times۱۰^{-۹}C)(۴/۰\times۱۰^{-۹}C)}{(۰/۰۸۰m)^۲}$$
$$= ۲/۸ \times ۱۰^{-۵}N$$
$$F_{۱۳} = k\frac{|q_۱||q_۳|}{r_{۱۳}^۲}$$
$$= (۹/۰ \times ۱۰^۹ \frac{N.m^۲}{C^۲})\frac{(۴/۰\times۱۰^{-۹}C)(۴/۰\times۱۰^{-۹}C)}{(۰/۱۶m)^۲}$$
$$= ۵/۶۲ \times ۱۰^{-۶}N$$

بنابراین $\vec{F}$ چنین می‌شود:

$$F \approx (۵/۶۲ \times ۱۰^{-۶}N)\vec{i} - (۲/۸ \times ۱۰^{-۵}N)\vec{i}$$
$$\approx ۲/۲ \times ۱۰^{-۵}(-\vec{i})$$

۷– الف) از برابر قرار دادن بزرگی نیروی الکتریکی دافعهٔ کولنی و نیروی وزن که در خلاف جهت هم‌اند داریم:



$$mg = k\frac{q^۲}{r^۲}$$

و از آنجا

$$q = \sqrt{\frac{mg\,r^۲}{k}}$$
$$= \sqrt{\frac{(۲/۵\times۱۰^{-۳}kg)(۹/۸\frac{N}{kg})(۰/۰۱m)^۲}{۹/۰\times۱۰^۹\ N.\frac{m^۲}{C^۲}}}$$
$$= ۱/۶۵ \times ۱۰^{-۸}C \approx ۱۶nC$$

ب) با استفاده از رابطهٔ $q = ne$ داریم:

$$n = \frac{q}{e} = \frac{۱/۶۵\times۱۰^{-۸}C}{۱/۶۰\times۱۰^{-۱۹}C} \approx ۱۰^{۱۱}$$ الکترون

خوب است توجه کنید پاسخ‌های به‌دست آمده در این مسئله فقط تخمین‌هایی از مقادیر واقعی هستند؛ زیرا همان‌طـور کـه در متن درس بیان کردیم شرط استفاده از قانون کولن آن است که فاصلهٔ بین دو جسم باردار، خیلی بزرگتر از ابعـاد هریـک از دو جسم باشد و گوی‌هایی که بتوانند بار ۱۶nC را روی خود نگه دارند باید شعاعی در حدود چند سانتی‌متر داشته باشند تا هوای پیرامون‌شان دستخوش فرو ریزش نگردد. وقتی این گوی‌ها در فاصلهٔ ۱cm از هم باشند، شرط ذره‌ای بودن برآورده نمی‌شود.

۸– با توجه به یکنواخت بودن میدان الکتریکی و با توجه به اینکه $\vec{F} = q\vec{E}$ است، نیروی وارد بر ذره در هر دو نقطه برابر است.

forum.konkur.in

www.konkur.in

۹– الف) هر پروتون را می‌توان به‌صورت یک ذرهٔ باردار درنظر گرفت. بنابراین بزرگی نیروی دافعهٔ الکترومتاتیکی دارد بر یکی، از سوی دیگری با قانون کولن داده می‌شود:

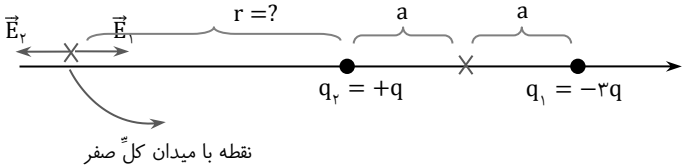
$$F = k\frac{|q_p||q_p|}{r^2} = k\frac{|q_p|^2}{r^2}$$
$$= (9/0 \times 10^9 N.\frac{m^2}{C^2})\frac{(1/60\times10^{-19}C)^2}{(4/0\times10^{-15}m)^2}$$
$$= 14/4N \approx 14N$$

ب) هسته شامل ۲۶ پروتون است. بنابراین $q_{هسته} = 26e$ و داریم:

$$E = k\frac{q_{هسته}}{R^2}$$
$$= (9/0 \times 10^9 N.\frac{m^2}{C^2})\frac{26(1/60\times10^{-19}C)}{(1/0\times10^{-10}m)^2}$$
$$= 3/744 \times 10^{12}\frac{N}{C} \approx 3/7 \times 10^{12}\frac{N}{C}$$

۱۰– توجه کنید برای بررسی این موضوع باید بار آزمون را در سه نقطهٔ سمت چپ $+q$ ، در حدّواسط $+q$ و $-3q$، و در سمت راست $-3q$ قرار دهیم. اگر بار آزمون را در سمت راست $-3q$ یا در حدّواسط بارهای $+q$ و $-3q$ قرار دهیم، امکان ایجاد تعادل، و صفر شدن میدان الکتریکی وجود ندارد؛ چرا که اگر بار آزمون (مثبت) را در سمت راست $-3q$ قرار دهیم یک نیروی دافعه از سوی $+q$ و یک نیروی جاذبه از سوی $-3q$ دریافت می‌کند. اما نیروی جاذبهٔ حاصل از بار $-3q$ به دلیل آنکه ناشی از اندازهٔ بار بزرگ‌تری است و نیز در فاصلهٔ کم‌تری از بار $+q$ قرار دارد، امکان ندارد با نیروی دافعهٔ حاصل از $+q$ به تعادل درآید و خنثی شود. اما در خطّ واصل بارهای $+q$ و $-3q$ ، سوی نیروهای وارد از بارهای $+q$ و $-3q$ در یک جهت است و اصلاً حالتی متصور نیست که این دو نیرو، همدیگر را خنثی کنند. تنها می‌ماند سمت چپ بار $+q$. در این سمت، نیروی دافعهٔ حاصل از بار $+q$ و نیروی جاذبهٔ حاصل از بار $-3q$ برخلاف جهت یکدیگرند، اما برخلاف وضعیتی که در سمت راست بار $-3q$ هستیم، هر دو پارامتر بزرگی بار و اندازهٔ فاصله، به نفع یک نیرو چربش ندارد. در حالی که بار $+q$ کوچک‌تر است، اما در عوض فاصلهٔ آن هم کم‌تر است و در حالی که فاصلهٔ $-3q$ زیاد است، اما در عوض بزرگی بار آن هم زیاد است.

می‌توانیم محل دقیق صفر شدن میدان کل را نیز به‌دست آوریم. همان‌طور که دیدیم، میدان کل در سمت چپ بار $+q$ می‌تواند صفر باشد. با توجه به اینکه میدان‌های $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_2$ هم‌اندازه و در خلاف سوی یکدیگرند، خواهیم داشت:



$$E_1 = E_2$$
$$k\frac{|q_1|}{r_1^2} = k\frac{|q_2|}{r_2^2}$$
$$k\frac{3q}{(r+2a)^2} = k\frac{q}{r^2}$$

و در نتیجه

$$\frac{\sqrt{3}}{r+2a} = \frac{1}{r}$$

و از آنجا

$$r = \frac{2}{\sqrt{3}-1}a \simeq (\sqrt{3}+1)a$$

forum.konkur.in

www.konkur.in

$\approx ۲/۷a$

یعنی نقطهٔ با میدان کل صفر رویم حور x ، در سمت چپ بار $+q$ ، و در فاصلهٔ $r = (\sqrt{۳}+۱)a$ ، از بار $+q$ واقع است.

تبصره. ما سه حالت روی محور را در قسمت الف بررسی کردیم، اگر بار آزمون را در هر نقطه‌ای غیر از محور شکل قرار دهیم و خطوط میدان را رسم کنیم، درخواهیم یافت که در هر نقطه یک میدان برایند غیر صفر خواهیم داشت و امکان ندارد میدان الکتریکی صفر شود.

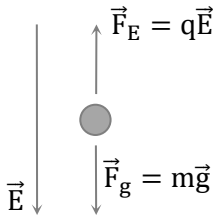
البته در کتاب‌های پیشرفته‌تر، پایداری تعادل بار آزمون در نقطهٔ میدان صفر نیز بررسی می‌شود. به این ترتیب که آیا با جابه‌جا کردن بار آزمون از نقطهٔ با میدان صفر، آیا بار دوباره به محلّ خود (نقطهٔ تعادل) بازمی‌گردد یا خیر. ثابت می‌شود که در حالت کلی، در نقطهٔ با میدان الکتریکی صفر، و صرفاً با حضور نیروهای کولنی، تعادل پایدار نداریم و از این واقعیت به عنوان قضیهٔ Earnshaw یاد می‌شود، به عبارتی، قضیهٔ Earanshaw در حالت کلی بیان می‌دارد که در الکتروستاتیک تعادل پایدار نداریم.

(ب) جهت نیروهای وارد بر بار آزمون واقع بر مبدأ هر دو در سوی مثبت محور x است و بنابراین، بزرگی میدان‌های الکتریکی در نقطهٔ O با هم جمع می‌شود:

$$E = k\frac{q}{a^۲}\vec{i} + k\frac{۳q}{a^۲}\vec{i}$$
$$= ۴k\frac{q}{a^۲}\vec{i}$$

بنابراین، بزرگی میدان الکتریکی برایند در مبداء مختصات $E = ۴k\frac{q}{a^۲}$، و جهت در سوی مثبت محور x است.

۱۱– چون نیروی گرانشی رو به پایین بر ذره اثر می‌کند، نیروی الکتریکی باید در خلاف جهت آن و رو به بالا باشد. می‌دانیم نیروی الکتریکی وارد بر بار منفی در خلاف جهت میدان الکتریکی است. بنابراین نوع بار باید حتماً منفی باشد و شکلی مانند زیر داریم.



از شرط تعادل نیروها داریم

$$|q|E = mg$$
$$|q| = \frac{mg}{E} = \frac{(۲/۰\times۱۰^{-۳})(۱۰\frac{N}{kg})}{(۵/۰\times۱۰^{۵}\frac{N}{C})}$$
$$= ۴/۰ \times ۱۰^{-۸}C = ۴۰nC$$

۱۲– از تقارن شکل واضح است که همهٔ میدان‌های حاصل از بارهای روی دو مربع همدیگر را دوبه دو خنثی می‌کند، به جز دو باری که در وسط دو ضلع سمت چپ و راست مربع بزرگ قرار دارند. در این صورت، میدان الکتریکی در نقطهٔ P، برایند میدان‌های حاصل از میدان این دو بار می‌شود. توجه کنید برای بررسی جهت میدان، باید بار آزمون (مثبت) را در نقطهٔ P قرار

forum.konkur.in

www.konkur.in

دهیم. بار آزمون توسط هر دو بار جذب می‌شود، اما چون بار سمت چپ بزرگ‌تر است، جهت میدان برایند به‌سوی آن است. بنابراین، خواهیم داشت:

$$\vec{E}_P = k\frac{2q}{d^2}(-\vec{i}) + k\frac{q}{d^2}(\vec{i})$$
$$= \frac{kq}{d^2}(-\vec{i})$$

بنابراین، بزرگی میدان در نقطهٔ P برابر با $E_p = k\frac{q}{d^2}$، و جهت رو به سمت چپ است.

۱۳– از متن درس آموختیم که خطوط میدان الکتریکی در جهت نیروی وارد بر بار آزمون هستند و بنابراین برای بار مثبت، رو به خارج و برای بار منفی، رو به داخل می‌شود. پس بار q_1 مثبت و بار q_2 منفی است. همچنین آموختیم در هر ناحیه که میدان قوی‌تر باشد، خطوط میدان الکتریکی فشرده‌ترند. بنابراین، با توجه به فشردگی بیشتر خطوط میدان الکتریکی در نزدیکی بار q_1، درمی‌یابیم بزرگی بار q_1 بیشتر است. این را می‌توان از تعداد خطوط میدان خروجی از بار q_1 و ورودی به بار q_2 نیز دریافت. به عبارتی، هرچه تعداد خطوط خروجی از یک بار مثبت (یا ورودی به یک بار منفی) بیش‌تر باشد، به معنی بزرگ‌تر بودن، اندازهٔ آن بار است.

۱۴– با توجه به آنچه از متن درس آموختیم، درمی‌یابیم همهٔ موارد غیر از مورد (ت) نادرست‌اند. در ادامه، دلایل ارائه می‌شود.

شکل الف:

یکی از موارد نادرست در این شکل آن است که برای هر دو بار مثبت و منفی، خطوط میدان را رو به بیرون گرفته است. در حالی‌که می‌دانیم برای بار منفی باید خطوط میدان رو به داخل باشد.

شکل ب:

یکی از موارد نادرست در این شکل آن است که خطوط میدان، در نقاط غیرواقع بر خط واصل دو بار، جهت میدان برایند را به‌درستی نشان نمی‌دهند، یعنی خطوط میدان آغاز شده از بار مثبت، فقط جهت میدان ناشی از بار مثبت را نشان می‌دهند، و خطوط میدان ختم شده به بار منفی، فقط جهت میدان ناشی از بار منفی را نشان می‌دهند.

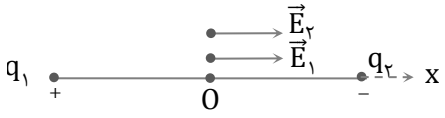
شکل پ:

خطای این شکل، در نادرستی جهت خطوط میدان است. در این شکل، خطوط از بار منفی آغاز و به بار مثبت ختم شده‌اند، که درست نیست.

شکل ت:

این شکل صحیح است. در این شکل، خطوط میدان دو قطبی الکتریکی را می‌بینند. شکل ۱- ۱۸، کتاب، نمایش سه بعدی همین خطوط را نشان می‌دهد. همچنین در پرسش ۱- ۵، کتاب، رسم دو بعدی این خطوط را دیدید. در فعالیت ۱-۳ کتاب نیز، طرحی واقعی از خطوط میدان دوقطبی الکتریکی را مشاهده کردید.

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



بنابراین در نقطهٔ O داریم:

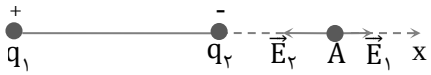
forum.konkur.in

www.konkur.in

$$\vec{E}_O = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = 2\vec{E}_1 = 2k\frac{q_1}{r^2}\vec{i}$$
$$= 2(9/0 \times 10^9 N.m^2/C^2)\frac{(1/0 \times 10^{-9} C)}{(0/030 m)^2}\vec{i}$$
$$= (2/0 \times 10^4 N/C)\,\vec{i}$$

بنابراین، بزرگی میدان در نقطهٔ O برابر با $2/0 \times 10^4 N$ و جهت آن به طرف راست $(+\vec{i})$ است.

در نقطه 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 نقطهٔ A نزدیک‌تر است $E_2 > E_1$ می‌شود و میدان الکتریکی برایند در جهت $-\vec{i}$ خواهد بود:

$$\vec{E}_A = (E_2 - E_1)(-\vec{i})$$
$$= (\frac{kq}{r_2^2} - \frac{kq}{r_1^2})(-\vec{i})$$
$$= (9/0 \times 10^9 N.m^2/C^2)(1/0 \times 10^{-9} C)(\frac{1}{(0/030 m)^2} - \frac{1}{(0/090 m)^2})(-\vec{i})$$
$$= 8/9 \times 10^3 N/C\,(-\vec{i})$$

بنابراین، بزرگی میدان در نقطهٔ A برابر $E_A = 8/9 \times 10^3 \frac{N}{C}$ ، جهت آن به طرف چپ $(-\vec{i})$ است.

ب) خیر. در پاسخ پرسش ۱۰ استدلال کردیم که برای دو بار نقطه‌ای ناهمنام، نقطه‌ای که در آن میدان الکتریکی برایند صفر باشد، خارج از فاصلهٔ بین دو بار، و در طرف بار با اندازهٔ کوچک‌تر است. با توجه به این‌که در این مسئله، اندازهٔ 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.

۱۶– الف) نیرو از رابطهٔ $F_E = |q|E$ به‌دست می‌آید. بنابراین چون میدان، یکنواخت است نیروی الکتریکی وارد بر بار q در تمام نقاط مسیر برابر است با

$$F_E = (50 \times 10^{-9} C)(8/0 \times 10^5 N/C) = 4/0 \times 10^{-2} N$$

ب) کار نیروی الکتریکی از رابطهٔ $W = |q|Ed\cos\theta$ به دست می‌آید. بنابراین در مسیر AB که $\theta = 90^\circ$ است $W_{AB} = 0$ می‌شود، ولی در مسیر BC جابه‌جایی در خلاف جهت نیروی الکتریکی و $\theta = 180^\circ$ است داریم:

$$W_{BC} = -|q|Ed$$
$$= -(50 \times 10^{-9} C)(8/0 \times 10^5 N/C)(0/40 m)$$
$$= -0/016 J$$

کار نیروی الکتریکی در مسیر ABC برابر با حاصل جمع کار نیروی الکترکیی در مسیرهای AB و BC است، و بنابراین برابر همان $-0/016 J$ می‌شود.

پ) می‌دانیم $\Delta U_E = -W_E$ است و بنابراین $\Delta U_E = 0/016$ می‌شود.

۱۷– الف) چون بار آزمون در خلاف جهت میدان جابه‌جا شده است و نیروی الکتریکی وارد به میدان هم‌سو با میدان است، $\theta = 180^\circ$ و درنتیجه کار نیروی الکتریکی طبق رابطهٔ $W_E = |q|Ed\cos\theta$، مقداری منفی می‌شود.

forum.konkur.in

www.konkur.in

ب) چون $\Delta K = ۰$ است، مجموع کار نیروی خارجی (W_{ext}) و کار نیروی الکتریکی (W_E) برابر صفر است و بنابراین کار نیروی خارجی، مثبت است.

پ) طبق رابطهٔ $\Delta U = -W_E$ چون $W_E < ۰$ شده است، $\Delta U > ۰$ می‌شود. پس انرژی پتانسیل زیاد می‌شود.

ت) با توجه به رابطهٔ $\Delta V = \Delta U_E/q$ و مثبت بودن ΔU و q ، ΔV نیز مثبت می‌شود. از طرفی $\Delta V = V_B - V_A$ است. چون $\Delta V > ۰$ است، بنابراین پتانسیل B از پتانسیل A بیش‌تر است.

تبصره. روش دیگر حل چنین مسائلی است که بگوییم وقتی بار مثبت را برخلاف جهت میدان الکتریکی حرکت می‌دهیم، انرژی پتانسیل گرانشی زیاد می‌شود. این اظهارنظر در تشابه با گرانش است که وقتی در خلاف جهت میدان گرانشی حرکت کنیم، انرژی پتانسیل زیاد می‌شود. این اظهارنظر در تشابه با گرانش است که وقتی در خلاف جهت میدان گرانشی حرکت کنیم، انرژی پتانسیل گرانشی زیاد می‌شود. افزایش انرژی پتانسیل (برای بار مثبت) و با توجه به رابطهٔ $V = \frac{U_E}{q}$، به معنی افزایش پتانسیل است. می‌دانیم به ازای $\Delta K = ۰$ انرژی پتانسیل به کار نیروی خارجی مثبت می‌انجامد و با توجه به این‌که $W_{ext} = -W_E$ می‌شود، کار میدان الکتریکی منفی است.

یک پرسش تکمیلی که می‌توان برای این پرسش مطرح کرد این است که بار را در مسیرهای غیرمستقیمی از A به B نزدیک کرد و دوباره همین پرسش‌ها را مطرح کرد.

۱۸– در شکل الف، در پیرامون همهٔ نقاط مسیر A تا B، خطوط میدان متراکم‌تر از دو شکل دیگر است و بنابراین میدان الکتریکی قوی‌تر و نیروی وارد به پروتون در این حالت بیش‌تر از بقیهٔ حالت‌ها است و با توجه به این‌که $\vec{a} = \vec{F}/m$ است، شتاب پروتون نیز بیشتر می‌شود. بنابراین، سرعت نهایی پروتون نیز در جابه‌جایی یکسان، بیش‌تر می‌شود. البته خوب بود مسئله ترتیب سرعت‌ها را نیز می‌پرسید. در این صورت، سرعت پروتون در نقطهٔ B برای آرایش (ب) بیش‌تر از آرایش (پ) می‌شد، زیرا فاصلهٔ خطوط میدان همهٔ نقاط مسیر در شکل پ، در مقایسه با دو شکل دیگر از همه بیشتر است که این به معنی ضعیف‌تر بودن میدان در مقایسه با دو شکل دیگر است. (در حل چنین مسائلی توجه کنید که خطوط میدان در همهٔ شکل‌ها با مقیاس یکسانی رسم شده باشند.)

۱۹– با استفاده از رابطهٔ $|\Delta V| = Ed$، میدان الکتریکی را محاسبه می‌کنیم:

$$E = \frac{|\Delta V|}{d} = \frac{۱۰۰V}{۲/۰۰\times۱۰^{-۲}m} = ۵/۰۰ \times ۱۰^{۳}\ V/m$$

در متن درس اشاره کردیم که با حرکت در سوی خطوط میدان، از پتانسیل الکتریکی بیش‌تر به سمت پتانسیل الکتریکی کم‌تر می‌رویم. همچنین دیدیم خطوط میدان از بارهای مثبت آغاز و به بارهای منفی ختم می‌شود. بنابراین، صفحهٔ باردار مثبت در پتانسیل بالاتری نسبت به صفحهٔ منفی قرار دارد.

۲۰– (الف) با استفاده از رابطهٔ $\Delta U = q\Delta V$ داریم:

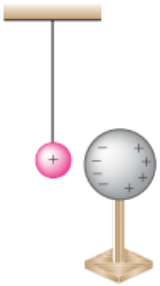
$$\Delta U = q(V_۲ - V_۱)$$
$$= (-۴۰ \times ۱۰^{-۹}C)\big(-۱۰V - (-۴۰V)\big) = -۱/۲ \times ۱۰^{-۶}J = -۱/۲\mu J$$

چون $\Delta U < ۰$ شده است، پس انرژی پتانسیل الکتریکی بار q کاهش یافته است.

forum.konkur.in

www.konkur.in

ب) چون از انرژی پتانسیل الکتریکی بار کاسته شده است و بار آزادانه حرکت می‌کند، بنابراین از پایستگی انرژی نتیجه می‌گیریم که بر انرژی جنبشی بار افزوده می‌شود و لحظه‌به‌لحظه سرعت آن زیاد می‌شود.



۲۱– در متن درس دیدیم وقتی یک رسانای خنثی در میدان الکتریکی خارجی قرار گیرد، بارهای الکتریکی روی سطح رسانا به گونه‌ای القا می‌شوند که میدان الکتریکی خالص درون رسانا صفر شود. بنابراین، با نزدیک کردن کره به آونگ باردار، روی کره بارهای مثبت و منفی مشابه شکل زیر القا می‌شود، به‌طوری‌که سطح نزدیک به آن دارای بار منفی و سطح دور از آن، دارای بار مثبت می‌گردد. اما توجه کنید بارهای منفی به آونگ نزدیک‌ترند، پس نیروی جاذبهٔ وارد به آونگ بیش‌تر از نیروی دافعهٔ وارد بر آن می‌شود و کره، آونگ را جذب می‌کند. اگر فاصلهٔ کره از آونگ کم باشد، آونگ با کره تماس پیدا می‌کند. اکنون اگر گلولهٔ آونگ هم رسانا باشد، کره و آونگ یک جسم رسانا را تشکیل می‌دهند که باید کلّ بار روی سطح آن‌ها پخش شود تا میدان الکتریکی خالص داخل آن صفر باشد. پس به بیانی ساده، آونگ بارهای منفی کره را خنثی می‌کند و آونگ و کره هر دو دارای بار مثبت می‌شوند و بنابراین آونگ از کره دفع می‌گردد.

۲۲– این پدیده نیز بر اثر القأ صورت می‌گیرد. براده‌های ریز آلومینیومی بدون بار مثل یک رسانای خنثی هستند که در میدان الکتریکی حاصل از صفحهٔ پلاستیکی باردار قرار گرفته‌اند. بسته به اینکه بار صفحهٔ پلاستیکی، مثبت یا منفی باشد، در سطح مقابل آن در براده‌ها، بار منفی یا مثبت القا می‌شود که این با توجه به توضیحی که در پاسخ پرسش ۲۱ ارائه شد، موجب جذب براده‌ها به صفحهٔ پلاستیکی می‌شود.

۲۳– با فرض آنکه بار q به‌یکنواخت روی شش وجه مکعبی ماهواره توزیع شده باشد، روی هر وجه آن باری به اندازهٔ $q/۶$ قرار می‌گیرد. بنابراین، چگالی سطحی بار چنین می‌شود:

$$\sigma = \frac{Q}{A} = \frac{q/۶}{a^۲} = \frac{(۲/۰\times۱۰^{-۹}C)/۶}{(۰/۴۰m)^۲} = ۲/۰ \times ۱۰^{-۹}\frac{C}{m^۲} \approx ۲/۱ \times ۱۰^{-۹}\frac{C}{m^۲}$$

۲۴– ظرفیت خازن فقط به شکل هندسی خازن (و جنس عایق آن) نه به بار اختلاف پتانسیل بین صفحه‌ها بستگی دارد. بنابراین الف) و ب) هیچ تأثیری بر ظرفیت خازن ندارند.

۲۵– بار خازن از رابطهٔ $Q = CV$ به‌دست می‌آید. با توجه به اینکه ظرفیت خازن ثابت است، بنابراین برای نمو (تغییر) Q داریم:

$$\Delta Q = C\Delta V = C(V_۲ - V_۱)$$

و از آنجا:

$$C = \frac{\Delta Q}{V_۲ - V_۱} = \frac{۱۵\times۱۰^{-۶}C}{۴۰V - ۲۸V} = ۱/۲۵ \times ۱۰^{-۶}F \approx \mu F$$

۲۶– وقتی دی‌الکتریکی قطبی مانند آب در میدان الکتریکی خارجی قرار گیرد، مولکول‌های دوقطبی می‌کوشند در جهت میدان الکتریکی هم‌ردیف شوند، به‌طوری که سرِ منفی مولکول‌ها در جهت مقابل پیکانهٔ خطوط میدان الکتریکی، و سرِ مثبت مولکول‌ها در همان جهت پیکانهٔ خطوط میدان الکتریکی قرار گیرند. بنابراین وقتی آب در میدان الکتریکی خارجی قرار می‌گیرد، مولکول‌های دوقطبی با میدان هم‌سو می‌شوند و مثلاً اگر بادکنک بار منفی پیدا کرده باشد، سرِ مثبت مولکول‌های دوقطبی در برابر آن قرار می‌گیرد. بادکنکِ منفی، سرِ مثبت هر مولکول را جذب و سرِ منفی همان مولکول را دفع می‌کند. با

forum.konkur.in

www.konkur.in

توجه به مقایسهٔ فاصلهٔ سرهای مثبت و منفی هر مولکول تا بادکنک، نیروی جاذبه قوی‌تر از نیروی دافعه و این باعث جذب آن به طرف بادکنک می‌شود.

۲۷– برای مولکول‌های دوقطبی موجود در کاغذ (مثل مولکول‌های آب)، پاسخ همان پاسخ پرسش ۲۶ است. برای مولکول‌های غیرمولکول‌های غیرقطبی موجود در کاغذ، همان‌طور که شکل نشان می‌دهد، وقتی در میدان الکتریکی خارجی قرار می‌گیرند، مولکول‌ها بر اثر القا، قطبیده می‌شوند و اصطلاحاً مولکول قطبیده می‌شود. میدان الکتریکی باعث می‌شود مرکز بارهای مثبت و منفی از هم جدا شوند، به‌طوری که سرِ منفی آن‌ها در اینجا در مقابل بار مثبت شیشه قرار گیرد و بدین‌ترتیب جذب آن شود.

۲۸– از ظرفیت یک خازن تخت، مساحت صفحه‌های A‌ی آن را به دست می‌آوریم:

$$A = \frac{Cd}{\varepsilon_0} = \frac{(۱/۰F)(۱/۰\times۱۰^{-۳}m)}{(۸/۸۵\times۱۰^{-۱۲}\frac{F}{m})} = ۱/۱ \times ۱۰^{۸}m^{۲}$$

توجه کنید این مساحت، متناظر با مساحت مربعی به ضلع حدوداً ۱۰km است. حجم چنین خازنی دست‌کم برابر $Ad = ۱/۱ \times ۱۰^{۵}m^{۲}$ است، یعنی مکعبی به ضلع تقریبی ۵۰m. بنابراین امکان ساختن چنین خازنی *به طریق معمول* ناممکن و یا دست‌کم غیرمعقول است.

جالب است بدانید یکی از شوخی‌ها رایج در قدیم این بود که برخی از اساتید به دانشجویان خود می‌گفتند: «برو از آزمایشگاه یک خازن ۱F بیاور!» البته امروزه می‌توان خازن‌های یک فارادی یا حتی بزرگتری را به ضلع فقط چند سانتی‌متر ساخت. شگرد آن این است که فضای میان صفحه‌ها با مواد مناسبی پر شود. مثلاً اَبَر خازن‌ها که در فعالیت ۱-۱۱ به آن پرداختیم، از این دست است.

۲۹– توجه کنید که در این مسئله، خازن همچنان به باتری بسته شده است و بنابراین اختلاف پتانسیل بین صفحه‌های آن تغییری نمی‌کند. پس گزینهٔ (ب) نادرست است. با دو برابر کردن فاصلهٔ بین صفحه‌ها، ظرفیت خازن طبق رابطهٔ $C = \varepsilon_0 \frac{A}{d}$ نصف می‌شود و بنابراین گزینهٔ (پ) نیز نادرست است. با توجه به اینکه ظرفیت خازن کاهش می‌یابد، در حالی که اختلاف پتانسیل ثابت است، بار خازن طبق رابطهٔ $Q = CV$ کاهش پیدا می‌کند و بنابراین گزینهٔ (ت) نیز نادرست است.

تنها گزینهٔ درست، گزینهٔ (الف) است، چرا که طبق رابطهٔ $|\Delta V| = Ed$ ، با توجه به اینکه اختلاف پتانسیل ثابت است و فاصلهٔ صفحه‌ها دو برابر می‌شود، E نصف می‌شود.

۳۰– با استفاده از رابطه‌های $C = kC_0$ و $C_0 = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$، داریم:

$$C = k\varepsilon_0 \frac{A}{d}$$

$$= (۴/۹)(۸/۸۵ \times ۱۰^{-۱۲}\frac{F}{m})\frac{(۱/۰۰m)^{۲}}{(۰/۵۰۰\times۱۰^{-۳}m)} = ۸/۶۷ \times ۱۰^{-۸}F \approx ۸۷nF$$

۳۱– جرقهٔ حاصل بزرگتر می‌شود. این انرژی از کاری حاصل می‌شود که با افزایش فاصلهٔ صفحات خازن (بر علیه جاذبهٔ الکتریکی صفحه‌ها) توسط ما ایجاد شده است. روش دیگر آن است که بگوییم ظرفیت خازن کم شده است، ولی بار تغییر نکرده است. طبق رابطهٔ $V = \frac{Q}{C}$، این به معنی افزایش اختلاف پتانسیل است. افزایش ولتاژ، خود به معنی افزایش اختلاف

forum.konkur.in

www.konkur.in

انرژی پتانسیل الکتریکی است. این را به طور مستقیم از رابطهٔ $U = \frac{Q^2}{2C}$ نیز می‌توانستیم دریابیم. پس هنگام تخلیهٔ خازن، جرقهٔ پرانرژی‌تر و بزرگتری خواهیم داشت.

۳۲- با توجه به اینکه بار و ظرفیت خازن در مسئله دخالت دارند از رابطهٔ $U = \frac{Q^2}{2C}$ 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 صفحهٔ خازن برداشته و به نوبت به صفحهٔ 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 درنظر گرفته‌ایم، یعنی پس از اینکه موچین سحرآمیز با باردار کردن صفحه‌ها، میدان الکتریکی ایجاد کرده است و داریم به لحظه‌ای توجه می‌کنیم که موچین در حال بردن $+۳/۰\,mC$ بار از صفحهٔ منفی به صفحهٔ مثبت است.

بنابراین، اگر بار صفحه‌ها را در پیش از این لحظه Q در نظر بگیریم، پس از لحظهٔ موردنظر بار به $Q + \Delta Q$ تبدیل شده است. در نتیجه، تغییر انرژی پتانسیل با استفاده از رابطهٔ $U = \frac{Q^2}{2C}$ چنین می‌شود:

$$\Delta U = \frac{(Q+\Delta Q)^2}{2C} - \frac{Q^2}{2C} =$$
$$\frac{\Delta Q^2 + 2Q\Delta Q}{2C} = \frac{(۳/۰\times۱۰^{-۳}C)^2 + 2q(۳/۰\times۱۰^{-۳}C)}{2(۱۲\times۱۰^{-۶}F)} =$$
$$۰/۳۷۵ + Q(۰/۲۵ \times ۱۰^{۳}) = ۸$$

و در نتیجه $Q = ۳/۰۵ \times ۱۰^{-۲}C \approx ۳/۱mC$ می‌شود.

forum.konkur.in

www.konkur.in

راهنماي پاسخدهي
پرسش‌ها، تمرين‌ها، فعاليت‌ها و مسئله‌هاي

فصل دوم

فيزيك ۲
پايه يازدهم

چاپ اول
۱۳۹۶

forum.konkur.in

www.konkur.in

فصل ۲

فعالیت ۲-۱ (صفحهٔ ۴۷)

وقتی کلید را می‌زنیم، میدان الکتریکی با سرعتی نزدیک به سرعت نور برقرار می‌شود و الکترون‌های آزاد در سرتاسر سیم به طور هم‌زمان شروع به حرکت می‌کنند. توجه کنید که این ربطی به زمانی ندارد که طول می‌کشد تا یک الکترون از کلید به لامپ برسد، بلکه این زمان انتشار میدان الکتریکی است. برای آنکه به درکی از موضوع برسید، یک مثال خوب آن است که یک گروه سرباز (در تشابه با الکترون‌ها) را در نظر بگیرید که به حالت خبردار ایستاده‌اند. وقتی دستور قدم‌رو صادر می‌شود (در تشابه با زده شدن کلید) این دستور با سرعت صوت (در تشابه با سرعت نور در مسئلهٔ ما) به گوش سربازان (الکترون‌ها) می‌رسد و آن‌ها هم‌زمان گام برمی‌دارند؛ زیرا این سرعت بسیار سریع‌تر از سرعت حرکت سربازان (الکترون‌ها) است و به همین علت است که سربازان (الکترون‌ها) تقریباً هم‌زمان شروع به حرکت می‌کنند.

تمرین ۲-۱ (صفحهٔ ۴۸)

از رابطهٔ ۲-۱ به صورت $\Delta t = \Delta q/I$ استفاده می‌کنیم.

الف)

$$\Delta t = \frac{۵۰\text{Ah}}{۵/۰\text{A}} = ۱۰\text{h}$$

ب) اکنون داریم

$$\Delta t = \frac{۱۰۰۰\text{mAh}}{۱۰۰\mu\text{A}} = \frac{۱۰۰۰\text{mAh}}{۰/۱۰۰\text{mA}} = ۱/۰۰ \times ۱۰^{۴}\text{h}$$

این مدت کمی بیشتر از یک سال است و مثلاً یک باتری قلمی تقریباً در چنین مدتی، انرژی مورد نیاز یک ساعت دیواری را تأمین می‌کند.

تمرین ۲-۲ (صفحهٔ ۵۸)

با استفاده از جدول ۲-۲ و دستورالعمل متن درس داریم:

$$R = (\text{رقم اول})\,(\text{رقم دوم}) \times ۱۰^{(\text{رقم سوم})}$$

$$= (۴)(۷) \times ۱۰^{۲} = ۴۷۰۰\Omega$$

بنابراین، مقدار مقاومت نشان داده شده $۴/۷\text{k}\Omega$ و با تلرانس ۱۰ درصد است. یعنی مقدار مجاز انحراف $\frac{۱۰}{۱۰۰}(۴۷۰۰\Omega) = ۴۷۰\Omega$ می‌شود. به عبارتی، مقاومت می‌تواند $۴/۷\text{k}\Omega \pm ۰/۴۷۰\text{k}\Omega$ باشد.

فعالیت ۲-۳ (صفحهٔ ۵۹)

ترمیستورها بر دو نوع NTC[۱] و PTC[۲] هستند. NTCها از نیم‌رساناهای خالص مانند سیلیسیم یا ژرمانیم ساخته شده‌اند که همان‌طور که در مبحث تغییر مقاومت ویژه با دما دیدیم، با افزایش دما بر تعداد حامل‌های بار آن‌ها افزوده می‌گردد و بدین ترتیب از مقاومت آن‌ها کاسته می‌شود. به عبارت دیگر، ضریب دمایی مقاومت ویژه α یِ آن‌ها منفی است (شکل الف).

---

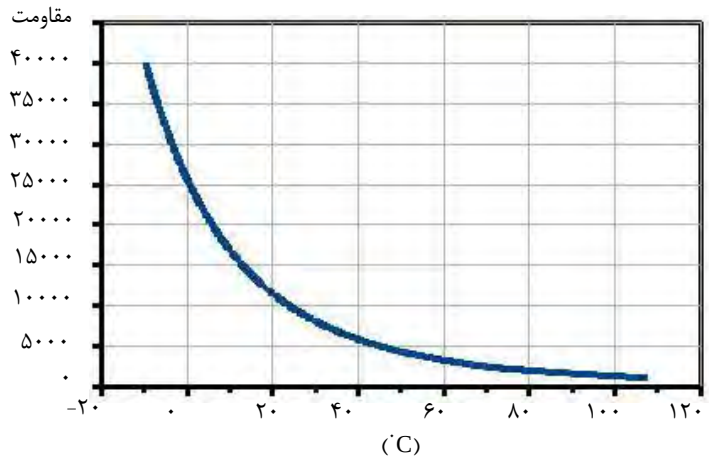
۱. NTC برگرفته از Negative Temperature Coefficient به معنای ضریب دمایی منفی.

۲. PTC برگرفته از Positive Temperature Coefficient به معنای ضریب دمایی مثبت.

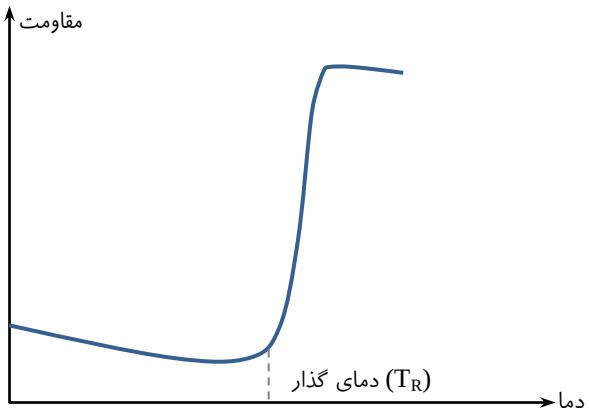
forum.konkur.in

www.konkur.in

PTCها خود بر دو نوع‌اند. یک نوع که به نام سیلیستور[۱] شناخته شده‌اند در واقع از سیلیسیوم غیرخالص (آلاییده) ساخته شده است که با افزودن یک ناخالصی به سیلیسیوم، ویژگی رسانش الکتریکی پیدا کرده است. این نوع PTCها مانند فلزات رفتار کرده و مقاومت آن‌ها با افزایش دما زیاد می‌شود. به عبارت دیگر، ضریب دمایی مقاومت ویژهٔ آن‌ها مثبت است. نوع دیگر آن‌ها، رفتار ویژه‌ای دارد، به طوری که ضریب دمایی مقاومت ویژهٔ آن‌ها تا پیش از دمایی خاص موسوم به *دمای گذار* (با نماد T_R که به آن *نقطهٔ کوری*[۲] نیز می‌گویند) اندکی منفی است و پس از آن در یک محدودهٔ دمایی تغییر چشمگیری می‌کند و به‌شدت مثبت می‌گردد. به این نوع PTCها، *نوع تعویضی*[۳] گفته می‌شود؛ چرا که ضریب دمایی مقاومت ویژهٔ آن‌ها پس از نقطهٔ کوری تغییر چشمگیری پیدا می‌کند و از یک مقدار کمِ منفی به مقدار مثبت بالایی تعویض می‌شود (شکل ب). به عبارتی، یک تغییر دمای چند درجه‌ای به تغییر مقاومتی با چندین مرتبهٔ بزرگی می‌انجامد. این نوع PTCها اغلب در یک گسترهٔ دمایی ۶۰°C تا ۱۲۰°C طراحی شده‌اند. از PTCها برای تنظیم جریان و جلوگیری از افزایش آن در مدارهای الکتریکی استفاده می‌شود.



شکل الف- مقاومت برحسب اهم در یک گسترهٔ دمایی برای یک نمونه ترمیستور NTC.



شکل ب- نمودار مقاومت دما برای نوع تعویضی PTCها (نمودار به مقیاس نیست).

---

۱. Silistor برگرفته از Silicon Thermistor

۲. Curie point

۳. Switching

forum.konkur.in

www.konkur.in

پرسش ۲-۱ (صفحهٔ ۶۱)

با بستن کلید، جریان در جهت نیروی محرکهٔ الکتریکی (درون باتری، از قطب منفی به سمت قطب مثبت) به جریان می‌افتد که در شکل سمت چپ، دیود امکان عبور را نمی‌دهد. در واقع، دیود شبیه یک شیر یک‌طرفه یا خیابانی یک‌طرفه در برابر عبور جریان عمل می‌کند و در برابر عبور جریان از طرف مخالف، مقاومت بسیار زیادی نشان می‌دهد و مانع از عبور جریان می‌شود. بنابراین، با بستن کلید در شکل سمت راست، LED روشن می‌شود.

فعالیت ۲-۴ (صفحهٔ ۶۲)

مقاومت داخلی باتری موجب این تفاوت می‌شود. وقتی از باتری یا هر منبع نیروی محرکه‌ای جریان می‌گیریم، جریان از خود منبع نیز که دارای مقاومت داخلی است می‌گذرد و این موجب کاهش انرژی الکتریکی و افت پتانسیل دو سر منبع می‌شود.

مقاومت داخلی باتری‌ها به مرور زمان افزایش می‌یابد. با آزمایشی مانند فعالیت ۲-۴ می‌توان مقاومت داخلی یک باتری را به دست آورد. نخست باید کلید قطع باشد و ولتاژ دو سر باتری که ولتاژ بیشینهٔ آن ($\mathcal{E}$) است اندازه‌گیری شود. سپس، با وصل کردن کلید، دوباره باید ولتاژ دو سر باتری را که مثلاً V می‌شود محاسبه کرد، که کمتر از $\mathcal{E}$ است. همان‌طور که گفتیم این به مقاومت داخلی باتری مربوط می‌شود. با توجه به اینکه دانش‌آموزان در ادامهٔ درس با مقاومت داخلی و قاعدهٔ حلقه آشنا می‌شوند، می‌توان با قرار دادن آمپرسنج به طور متوالی، جریان الکتریکی I و از آنجا مقاومت داخلی r را محاسبه کرد که به این موضوع در فعالیت ۲-۶ پرداخته‌ایم.

فعالیت ۲-۵ (صفحهٔ ۶۲)

در فصل گذشته دیدیم که پتانسیل با جابه‌جایی در جهت میدان الکتریکی کاهش پیدا می‌کند. بنابراین، اگر از پایانهٔ منفی باتری به سمت پایانهٔ مثبت آن حرکت کنیم برخلاف جهت میدان الکتریکی حرکت کرده‌ایم و پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد و بالعکس وقتی از پایانهٔ مثبت باتری به سمت پایانهٔ منفی آن حرکت کنیم، در جهت میدان الکتریکی حرکت کرده‌ایم و پتانسیل کاهش می‌یابد.

تمرین ۲-۳ (صفحهٔ ۶۵)

الف) اگر مدار را در خلاف جهت جریانِ نشان داده شده بپیماییم، با استفاده از قاعدهٔ حلقه داریم

$$-\mathcal{E} + IR + Ir = ۰$$

و از آنجا

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} = \frac{۱۲V}{۴/۰\Omega + ۲/۰\Omega} = ۲/۰A$$

ب) اگر از نقطهٔ b در خلاف جهت جریان I به سمت نقطهٔ a حرکت کنیم، خواهیم داشت:

$$V_b + Ir - \mathcal{E} = V_a$$

و در نتیجه

$$V_b - V_a = \mathcal{E} - Ir$$
$$= ۱۲V - (۲/۰A)(۲/۰\Omega) = ۸V$$

forum.konkur.in

www.konkur.in

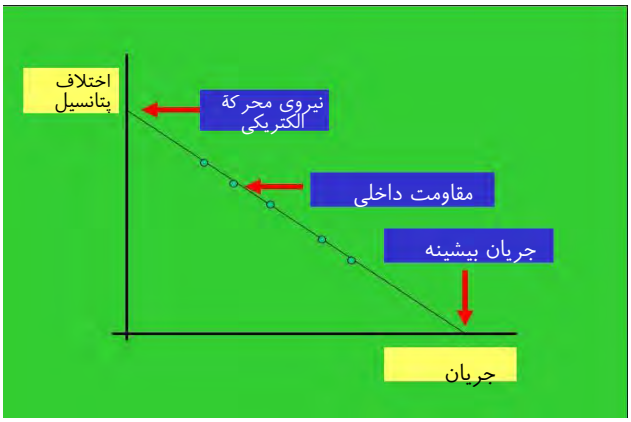
بنابراین می‌بینید چه مدار را در جهت جریان بپیمایید و چه در خلاف جهت جریان، به پاسخ یکسانی برای جریان مدار و یا اختلاف پتانسیل دو سر باتری می‌رسیم.

فعالیت ۲-۶ (صفحهٔ ۶۶)

این فعالیت در امتداد فعالیت ۲-۴ است که این بار باید مقاومت داخلی دو باتری را پس از اندازه‌گیری با هم مقایسه کنیم که یکی نو و دیگری فرسوده است. در هر حال با استفاده از رابطهٔ ۲-۷ می‌توان مقاومت داخلی r را به صورت زیر نوشت:

$$r = \frac{\varepsilon - V}{I}$$

که V و I به ترتیب اختلاف پتانسیل دو سر باتری و جریان آن، پس از بستن کلید و ε اختلاف پتانسیل دو سر باتری پیش از بستن کلید است. مثلاً در یک مدار نوعی ممکن است $\varepsilon = ۱/۲۷V$ و $V = ۱/۱۳V$ به دست آید که تفاوت آن‌ها ۰/۱۴V است. حال اگر آمپرسنج مثلاً ۰/۰۶A را نشان دهد، مقاومت داخلی باتری ۲/۳Ω خواهد شد. یک محاسبه ریاضی با حذف I در رابطهٔ بالا، به رابطهٔ $r=(\frac{\varepsilon}{V} - ۱)R$ می‌انجامد. در یک باتری فرسوده، به‌ازای مقاومت خارجی R یکسان، V از مقدار به دست آمده برای همان باتری نو خیلی کوچک‌تر است، در حالی که ε کاهش چندانی پیدا نمی‌کند. بنابراین، کاهش V، به بزرگ شدن r می‌انجامد. همچنین خوب است نمودار اختلاف پتانسیل باتری برحسب جریان عبوری I را نیز رسم کنیم که این در مسئلهٔ ۲۰ پایان فصل مطرح شده است. از آنجا درخواهیم یافت، مقاومت داخلی باتری برابر است با نسبت نیروی محرکهٔ الکتریکی به جریان بیشینه. در هر نقطه‌ای از این نمودار، با اندازه‌گیری ولتاژ و جریان می‌توان مقاومت داخلی را از این نسبت به‌دست آورد. همچنین در این مسئله می‌توانستیم با در نظر گرفتن حلقه‌ای که شامل مقاومت R باشد به رابطهٔ مفید دیگری نیز برای محاسبهٔ مقاومت داخلی r برسیم:



$$\varepsilon - Ir - IR = ۰ \implies \varepsilon = I(r + R)$$

و از آنجا نیز می‌توان با دانستن R ، مقاومت داخلی r را محاسبه کرد.

فعالیت ۲-۷ (صفحهٔ ۶۸)

روشی که در پی می‌آید از کتاب بسیار معتبر زیر اخذ شده است:

Physic Laboratoty Manual, ۳th edition, David H. Loyd, Thomson Brooks (۲۰۰۶).

توضیح نظری

وقتی از مقاومتی به مقاومت R جریان I تحت ولتاژ V بگذرد، توان جذب‌شده در مقاومت از $P = I^۲R = \frac{V^۲}{R} = VI$ به‌دست می‌آید. از طرفی، توان، انرژی بر واحد زمان است و بنابراین انرژی U برابر Pt می‌شود. از طرفی با گرماسنجی در فیزیک دهم

forum.konkur.in

www.konkur.in

آشنا شدیم. با گرم شدن مقاومت، دمای آن افزایش می‌یابد و این سبب انتقال گرمای Q از مقاومت به آب و ظرف گرماسنج می‌گردد. گرمای Q باعث افزایش دمای آن‌ها به اندازهٔ ΔT می‌شود. می‌دانیم گرمای Q با ΔT طبق رابطهٔ زیر مربوط می‌شوند:

$$Q = (m_c c_w + m_c c_c)\Delta T = (m_w c_w + C_c)\Delta T$$

که در آن شاخص‌های پایین w و c به ترتیب مربوط به آب و ظرف گرماسنج هستند. c گرمای ویژه و C ظرفیت گرمایی است.

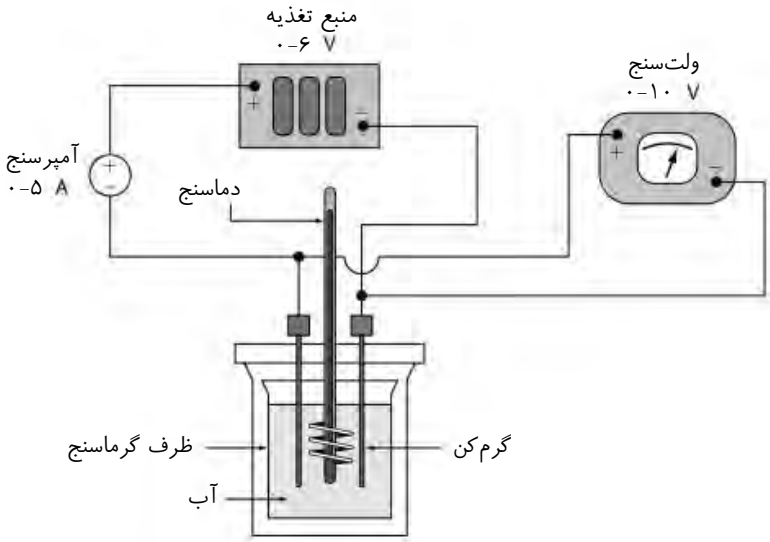
پس از آن‌که سیم گرمکنِ گرماسنج به حدّ کافی گرم شد و به دمای تقریباً ثابتی رسید، انرژی الکتریکی مصرفی در این مقاومت کاملاً به گرما تبدیل می‌شود و داریم

$$VIt = (m_w c_w + C_c)\Delta T$$

اگر ولتاژ اعمال‌شده به مقاومت غوطه‌ور در آب درون گرماسنج در طی آزمایش ثابت باقی می‌ماند و در نتیجه جریان مقاومت نیز ثابت می‌ماند، در آن صورت نمودار VIt برحسب $(mc_w + C_c)\Delta T$، یک خط راست می‌شد و به ازای هریک از نقاط نمودار که حاصل اندازه‌گیری است، نسبت $\frac{VIt}{(m_w c_w + C_c)\Delta T}$ برابر یک می‌شد. اما هنگام انجام آزمایش درخواهید یافت که مقادیر V و I پیوسته کم و زیاد می‌شود و بنابراین باید با رویکردی ویژه این آزمایش را انجام داد، که در ادامه به آن خواهیم پرداخت.

روش آزمایش

یا ظرفیت گرمایی گرماسنج را می‌دانیم و یا آن را از حاصلضرب جرم در گرمای ویژه جنس آن محاسبه می‌کنیم. جرمی کافی و معلوم از آب را داخل گرماسنج می‌ریزیم. برای آنکه پاسخ بهتری از آزمایش بگیرید خوب است دمای آب چند درجه کمتر از دمای اتاق باشد. گرمکن را در داخل ظرف گرماسنج وارد می‌کنیم و مداری مانند شکل زیر می‌بندیم.



آن‌گاه منبع تغذیه را روشن می‌کنیم و جریان را بین ۴/۰A تا ۵/۰A تنظیم می‌کنیم. بلافاصله پس از اینکه به جریان مورد نظر رسیدیم، منبع تغذیه را خاموش می‌کنیم و نمی‌گذاریم آب به میزان زیادی گرم شود. اکنون آب را به هم می‌زنیم تا به تعادل گرمایی برسد. پس از چند دقیقه هم زدن، دمای اولیهٔ T_i را یادداشت می‌کنیم و سپس دوباره منبع تغذیه را در حالی که همان جریان خروجی قبلی را به دست می‌دهد، روشن می‌کنیم و هم‌زمان زمان‌سنج را به کار می‌اندازیم. مقادیر اولیهٔ جریان و ولتاژ ($I_۱$ و $V_۱$) را در جدول یادداشت می‌کنیم. دمای T، جریان I و ولتاژ V را هر ۶۰ ثانیه یک بار، برای مدت زمان ۸ دقیقه اندازه می‌گیریم، در حالی که آب را همچنان به هم می‌زنیم. داده‌ها را در جدولی یادداشت می‌کنیم. $\Delta T = T - T_i$ (افزایش دما

forum.konkur.in

www.konkur.in

نسبت به دمای اولیهٔ T_i) را برای هر مقدار انـدازه‌گیـری‌شـدهٔ T محاسـبه و یادداشـت مـی‌کنـیم. همچنـین بـه ازای هـر مقـدار اندازه‌گیری‌شدهٔ T، مقدار Q را از رابطهٔ $Q = (m_w c_w + C_c)(T - T_i)$ محاسبه می‌کنیم. برای هر بـار، ولتـاژ V و جریـان I و حاصلضرب VI را یادداشت می‌کنیم. سپس VI متوسط را از رابطهٔ زیر محاسبه می‌کنیم:

$$\overline{VI} = \frac{V_۱I_۱ + V_۲I_۲ + \cdots V_۹I_۹}{۹}$$

برای هر مقدار اندازه‌گیری شدهٔ t، $\overline{VI}t$ را محاسبه و یادداشت می‌کنیم.

اکنون برای رسم نمودار $\overline{VI}t$ برحسب $(m_w c_w + C_c)\Delta T$ مقـادیر بـه دسـت آمـده از $(m_w c_w + C_c)(T - T_i)$ را روی محور افقی و مقادیر به‌دست آمده برای $\overline{VI}t$ را روی محور عمودی نشانه‌گذاری می‌کنیم و از تلاقـی امتـداد آن‌هـا بـه نقـاطی در صفحهٔ نمودار می‌رسیم. اینک خط راستی رسم می‌کنیم که از مبدأ مختصات بگذرد و به بهترین شکل از بین این نقاط عبور کند (اصطلاحاً به این عمل *برازش خطی* گفته می‌شود). می‌توانیم در یک روش دقیق‌تر با استفاده از ماشین حساب‌های مهندسـی بـا قابلیت انجام برازش، این خط را رسم کنیم. انتظار داریم برای هریک از نقاط این خط، نسـبت $\frac{\overline{VI}t}{(m_w c_w + C_c)\Delta T}$ بـا دقـت مناسـب برابر واحد باشد.

فعالیت ۲-۸ (صفحهٔ ۶۸)

الف) همان‌طور که در صورت فعالیت آمده است، باید از رابطهٔ ۲-۱۰ استفاده کنیم. از این رابطه $R=V^۲/P_{\text{مصرفی}}$ دست می‌آید که این مقاومت الکتریکی در دمایی است که دستگاه (لامپ) به ولتاژ اسمی خـود متصـل شـده اسـت. در اسـتفاده از اُهـم‌سـنج بـه دانش‌آموزان گوشزد کنید که هنگام استفاده از آن ابتدا سنجه را روی حداکثر مقاومت قابل اندازه‌گیری تنظیم کنند و دوم اینکـه همان‌طور که در صورت فعالیت نیز آمده، وسیله (اینجا لامپ) باید خاموش (در دمای اتاق) باشد و هیچ جریانی از آن نگذرد.

این آزمایش، آزمایش مهمی است و دانش‌آموزان پس از انجام آن به تفاوت زیادی بین مقاومت اندازه‌گیـری‌شـده و مقاومـت حاصل از رابطهٔ ۲-۱۰ می‌رسند. مقاومت اندازه‌گیری‌شده حدود ۲۰Ω-۴۰Ω می‌شود، در حالی که همـان‌طـور کـه خواهیـد دیـد رابطهٔ ۲-۱۰ برای اندازهٔ مقاومت به عددی حدود ۵۰۰Ω می‌انجامد.

دانش‌آموزان باید با بحث گروهی و البته راهنمایی معلم به نقش دمای رشته (فیلامـان) ملتهـب لامـپ پـی ببرنـد کـه ایـن موضوعِ قسمت ب فعالیت است.

ب) مقاومت لامپ ۱۰۰ واتی روشن با استفاده از معادلهٔ ۲-۱۰ برابر است با

$$R = \frac{(۲۲۰V)^۲}{۱۰۰W} = ۴۸۴\Omega$$

اکنون از رابطهٔ ۲-۴، دمای رشتهٔ لامپ را به‌دست می‌آوریم. در مثال ۲-۴ دیدیم که این معادله به رابطهٔ زیر می‌انجامد:

$$R = R_.[۱ + \alpha(T - T_.)]$$

از اینجا دمای T را محاسبه می‌کنیم:

$$T = T_. + \frac{R - R_.}{\alpha R_.}$$
$$= ۲۰/۰^\circ C + \frac{(۴۸۴\Omega - ۴۰\Omega)}{(۴/۵\times ۱۰^{-۳}{}^\circ C^{-۱})(۴۰\Omega)}$$
$$= ۲/۵ \times ۱۰^۳\ ^\circ C$$

forum.konkur.in

www.konkur.in

توجه کنید عدد $2500^{\circ}C$ صرفاً برآوردی برای دمای رشتهٔ لامپ است. همچنین توجه کنید که در محاسبهٔ دما فرض کردیم که اهم‌سنج، مقاومت لامپ خاموش را حدود 40Ω به دست می‌دهد، دمای اتاق را $T_0 = 20/0^{\circ}C$ گرفته‌ایم، و ضریب دمایی مقاومت α را نیز از جدول ۲-۱ قرار دادیم.

پرسش ۲-۲ (صفحهٔ ۶۸)

پاسخ این است که همهٔ لامپ‌های رشته‌ای (از جمله لامپ هالوژن) با اتلاف انرژی الکتریکی به صورت گرما، رشته (فیلامان) لامپ را گرم می‌کنند. بخشی از این انرژی به نور مرئی تبدیل می‌شود، اما بیشتر آن به صورت گرما تلف می‌گردد. اما در LEDها، بخش بزرگی از انرژی الکتریکی داده شده به حامل‌های بار، با حرکت دادن حامل‌های بار و عبور جریان از LED موجب گسیل نور توسط آن‌ها می‌شود. به عبارتی، بخش عمدهٔ انرژی الکتریکی داده شده موجب گسیل نور می‌شود و تنها مقدار ناچیزی از آن به صورت گرما تلف می‌گردد.

تمرین ۲-۴ (صفحهٔ ۷۰)

در یک مدار ساده شامل یک باتری آرمانی و مقاومت، قاعدهٔ حلقه به صورت $\mathcal{E} - IR = 0$ و یا $\mathcal{E} = IR$ درمی‌آید. حال اگر دو طرف این رابطه را در $I\Delta t$ ضرب کنیم به رابطهٔ $\mathcal{E}I\Delta t = I^2R\,\Delta t$ می‌رسیم. با توجه به اینکه $I\Delta t = \Delta q$ است و با استفاده از تعریف نیروی محرکهٔ الکتریکی $\mathcal{E} = \Delta W/\Delta q$ ، طرف چپ این معادله برابر با ΔW یا همان کاری است که باتری روی بار انجام داده است. از طرفی می‌دانیم که توان الکتریکی مصرفی در رسانایی با مقاومت R برابر RI^2 است. بنابراین طرف راست معادلهٔ بالا در واقع مقدار انرژی است که در مقاومت به انرژی گرمایی تبدیل شده است. پس رابطهٔ بالا چیزی جز پایستگی انرژی نیست و انرژی تأمین‌شده توسط باتری آرمانی به صورت انرژی گرمایی در مقاومت ظاهر شده است.

تمرین ۲-۵ (صفحهٔ ۷۱)

الف) مقاومت‌ها به طور متوالی بسته شده‌اند. بنابراین برای مقاومت معادل مقاومت‌های R_1 ، R_2 و R_3 داریم:

$$R_{123} = R_1 + R_2 + R_3$$
$$= 3/0\Omega + 6/0\Omega + R_3 = 13/0\Omega$$

در نتیجه $R_3 = 4/0\Omega$ می‌شود.

ب) برای جریان I (که همان جریانی است که آمپرسنج نشان می‌دهد) داریم:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{123}+r} = \frac{7/0V}{13/0\Omega+1/0\Omega}$$
$$= 0/50A$$

پ) گرچه در متن درس نشان دادیم، دوباره می‌خواهیم رابطهٔ ۲-۱۱ را به دست آوریم. از رابطهٔ $P=I\Delta V$ استفاده کنیم. از طرفی اختلاف پتانسیل دو سر یک باتری واقعی از رابطهٔ $\Delta V = \mathcal{E} - Ir$ به دست می‌آید. بنابراین برای توان خروجی باتری داریم:

$$P_{\text{خروجی}} = I(\mathcal{E} - Ir) = \mathcal{E}I - rI^2$$

که در اینجا چنین می‌شود:

$$P_{\text{خروجی}} = (7/0V)(0/50A) - (1/0\Omega)(0/50A)^2$$
$$= 3/25W$$

forum.konkur.in

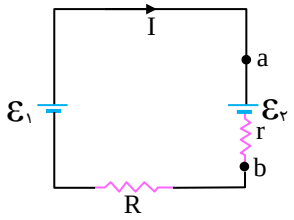
www.konkur.in

از طرفی برای توان‌های مصرفی در مقاومت‌های $R_۱$، $R_۲$ و $R_۳$ داریم

$$P_{\text{مصرفی}} = I^۲(R_۱ + R_۲ + R_۳) = I^۲R_{۱۲۳}$$
$$= (۰/۵۰A)^۲(۱۳/۰\Omega) = ۳/۲۵W$$

توجه کنید که در حل چنین مسائلی از گرد کردن و به‌کارگیری محاسبات رقم‌های بامعنا در نتیجهٔ نهایی می‌پرهیزیم تا بتوان پاسخ‌های نهایی را به‌دقت مقایسه کرد.

تبصره. توجه کنید رابطه‌ای که برای توان مصرفی باتری به‌دست آوردیم، برای تمام باتری‌ها در هر مداری برقرار نیست. مثلاً مدار شکل زیر را در نظر بگیرید که در آن $\varepsilon_۱ > \varepsilon_۲$ است و بنابراین جریان در جهت نشان داده شده است:



در این صورت توان باتری ۲ از رابطه‌ای که در حل مسئله به دست آوردیم، به‌دست نمی‌آید؛ زیرا اختلاف پتانسیل دو سر باتری ۲ از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$\Delta V = \varepsilon_۲ + Ir$$

البته برای محاسبهٔ توان باتری ۲ باید $V_b - V_a$ را در نظر گرفت و بنابراین رابطهٔ $P = I\Delta V$ به $-I(\varepsilon_۲ + Ir)$ تبدیل می‌شود و قدر مطلق آن همان توان ورودی به باتری ۲ است:

$$P_{\text{ورودی}} = |P| = \varepsilon_۲ I + rI^۲$$

پرسش ۲-۳ (صفحهٔ ۷۲)

در نقطهٔ انشعاب نشان داده شده، جریان‌های $I_۱$، $I_۳$ و $I_۴$ وارد می‌شوند، در حالی که جریان $I_۲$ خارج می‌گردد. بنابراین

$$I_۱ + I_۳ + I_۴ = I_۲$$

که آن را می‌توان (آن‌طور که در بسیاری از کتاب‌ها مرسوم است) به صورت زیر نیز نوشت:

$$I_۱ - I_۲ + I_۳ + I_۴ = ۰$$

فعالیت ۲-۹ (صفحهٔ ۷۳)

این فعالیتی است که برای آزمودن قاعدهٔ انشعاب در مدارها مطرح شده است.

تمرین ۲-۶ (صفحهٔ ۷۴)

الف) توجه کنید $۱/۶\Omega$ مقاومت معادلِ مقاومت‌های $R_۱$، $R_۲$ و $R_۳$ است. این سه مقاومت به طور موازی بسته شده‌اند و برای مقاومت معادل آن‌ها داریم

$$\frac{۱}{R_{۱۲۳}} = \frac{۱}{R_۱} + \frac{۱}{R_۲} + \frac{۱}{R_۳}$$
$$\frac{۱}{۱/۶\Omega} = \frac{۱}{۳/۰\Omega} + \frac{۱}{۶/۰\Omega} + \frac{۱}{R_۳} = \frac{۱}{۲/۰\Omega} + \frac{۱}{R_۳}$$

از آنجا داریم

forum.konkur.in

www.konkur.in

$$\frac{۱}{R_۳}=\frac{۱}{۱/۶\Omega}-\frac{۱}{۲/۰\Omega}=\frac{۲/۰\Omega-۱/۶\Omega}{(۱/۶\Omega)(۲/۰\Omega)}$$
$$=\frac{۰/۴۰\Omega}{۳/۲\Omega^{۲}}=۰/۱۲۵\Omega^{-۱}$$

و در نتیجه $R_۳=۸/۰\Omega$ می‌شود.

ب) مقاومت معادل مقاومت‌های $R_۱$، $R_۲$ و $R_۳$ با مقاومت r متوالی هستند و بنابراین مقاومت معادل کل مقاومت‌های مدار (که شامل مقاومت باتری نیز می‌شود) برابر است با

$$R_{eq}=R_{۱۲۳}+r=۱/۶\Omega+۱/۰\Omega=۲/۶\Omega$$

بنابراین جریانی که آمپرسنج نشان می‌دهد برابر است با

$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}}=\frac{۳/۰V}{۲/۶\Omega}\approx ۱/۲A$$

ولی توجه کنید در حل قسمت پ به جای I از کسر $\frac{۳/۰V}{۲/۶\Omega}$ استفاده خواهیم کرد، زیرا در چنین محاسباتی مجاز به گرد کردن داده‌ها نیستیم.

پ) با استفاده از رابطهٔ (۲-۱۱) توان خروجی باتری واقعی را به دست می‌آوریم (و نیز نگاه کنید به حل تمرین ۲-۵):

$$P_{\text{خروجی}}=\mathcal{E}I-rI^{۲}$$
$$=(۳/۰V)(\frac{۳/۰V}{۲/۶\Omega})-(۱/۰\Omega)(\frac{۳/۰V}{۲/۶\Omega})^{۲}$$
$$=۲/۱۳۰W$$

از طرفی، مجموع مقاومت‌های مصرفی در مقاومت‌ها برابر است با

$$P_{\text{مصرفی}}=\frac{V_۱^{۲}}{R_۱}+\frac{V_۲^{۲}}{R_۲}+\frac{V_۳^{۲}}{R_۳}$$

اما می‌دانیم ولتاژ مقاومت‌های موازی با هم برابر است. این ولتاژ برابر با حاصلضرب جریان عبوری از مدار در مقاومت معادل $R_{۱۲۳}$ است:

$$V_۱=V_۲=V_۳=IR_{۱۲۳}$$

در نتیجه برای توان مصرفی داریم

$$P_{\text{مصرفی}}=(IR_{۱۲۳})^{۲}(\frac{۱}{R_۱}+\frac{۱}{R_۲}+\frac{۱}{R_۳})=(IR_{۱۲۳})^{۲}(\frac{۱}{R_{۱۲۳}})$$
$$=I^{۲}R_{۱۲۳}=\left(\frac{۳/۰V}{۲/۶\Omega}\right)^{۲}(۱/۶\Omega)=۲/۱۳۰W$$

تمرین ۲-۷ (صفحهٔ ۷۶)

الف) مقاومت‌های $R_۱$ و $R_۲$ متوالی‌اند و مقاومت معادل آن‌ها را $R_{۱۲}$ می‌نامیم. همین‌طور مقاومت‌های $R_۴$ و $R_۵$ متوالی‌اند و مقاومت معادل آن‌ها را $R_{۴۵}$ می‌نامیم. پس اکنون مقاومت‌های $R_{۱۲}$، $R_۳$ و $R_{۴۵}$ موازی‌اند. بنابراین برای مقاومت کل مدار بین نقطه‌های F و H داریم:

$$\frac{۱}{R_{eq}}=\frac{۱}{R_{۱۲}}+\frac{۱}{R_۳}+\frac{۱}{R_{۴۵}}$$
$$=\frac{۱}{۸/۰۰\Omega+۸/۰۰\Omega}+\frac{۱}{۸/۰۰\Omega}+\frac{۱}{۸/۰۰\Omega+۸/۰۰\Omega}$$
$$=\frac{۲}{۸/۰۰\Omega}=۰/۲۵۰\Omega^{-۱}$$

و در نتیجه

forum.konkur.in

www.konkur.in

$$R_{eq} = \frac{۱}{۰/۲۵۰\Omega^{-۱}} = ۴/۰۰\Omega$$

تبصره. با توجه به این که در این تمرین مقاومت‌ها با هم برابرند، ساده‌تر آن بود که مسئله را به شکل پارامتری حل کنیم.

$$R_{۱۲} = R + R = ۲R \quad \text{و} \quad R_{۳} = R \quad \text{و} \quad R_{۴۵} = R + R = ۲R$$

و از آنجا

$$\frac{۱}{R_{eq}} = \frac{۱}{۲R} + \frac{۱}{R} + \frac{۱}{۲R} = \frac{۴}{۲R} = \frac{۲}{R}$$

بنابراین $R_{eq} = R/۲ = ۴/۰۰\Omega$ می‌شود.

ب) اکنون مانند قسمت الف، $R_۱$ و $R_۲$ متوالی‌اند و مقاومت معادل آن‌ها نیز با $R_۴$ موازی است. ولی در اینجا مقاومت معادل این سه مقاومت با مقاومت $R_۵$ متوالی و مقاومت معادل کل آن‌ها با مقاومت $R_۴$ موازی است. بنابراین برای مقاومت معادل کل داریم:

$$\frac{۱}{R_{eq}} = \frac{۱}{R_۴} + \frac{۱}{R_{۱۲۳۵}} \qquad (۱)$$

که در آن $R_{۱۲۳۵}$ خود برابر است با

$$R_{۱۲۳۵} = R_{۱۲۳} + R_۵ \qquad (۲)$$

و $R_{۱۲۳}$ خود از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$\frac{۱}{R_{۱۲۳}} = \frac{۱}{R_{۱۲}} + \frac{۱}{R_۳} = \frac{۱}{۸/۰۰\Omega + ۸/۰۰\Omega} + \frac{۱}{۸/۰۰\Omega} = \frac{۳}{۱۶/۰\Omega}$$

در نتیجه

$$R_{۱۲۳} = \frac{۱۶/۰\Omega}{۳} = ۵/۳۳\Omega$$

اکنون با استفاده از رابطهٔ (۲) داریم:

$$R_{۱۲۳۵} = ۵/۳۳\Omega + ۸/۰\Omega = ۱۳/۳۳\Omega$$

که قرار دادن آن در رابطهٔ (۱)، چنین به‌دست می‌دهد:

$$\frac{۱}{R_{eq}} = \frac{۱}{۸/۰۰\Omega} + \frac{۱}{۱۳/۳۳\Omega} = ۰/۲۰۰\Omega^{-۱}$$

و در نتیجه R_{eq} چنین می‌شود:

$$R_{eq} = \frac{۱}{۰/۲۰۰\Omega^{-۱}} = ۵/۰۰\Omega$$

تبصره. با توجه به این که در این تمرین مقاومت‌ها با هم برابرند، می‌توانستیم به طور ساده‌تری، به روش پارامتری نیز مسئله را حل کنیم:

$$R_{۱۲} = R + R = ۲R \quad \text{و} \quad \frac{۱}{R_{۱۲۳}} = \frac{۱}{۲R} + \frac{۱}{R} = \frac{۳}{۲R} \Rightarrow R_{۱۲۳} = \frac{۲R}{۳}$$

$$R_{۱۲۳۵} = \frac{۲R}{۳} + R = \frac{۵R}{۳}$$

در نتیجه

$$\frac{۱}{R_{eq}} = \frac{۱}{(۵R/۳)} + \frac{۱}{R} = \frac{۸}{۵R}$$

در نتیجه $R_{eq} = ۵R/۸$ و یا به عبارتی $R_{eq} = \frac{۵}{۸}(۸/۰۰\Omega) = ۵/۰۰\Omega$ می‌شود.

forum.konkur.in

www.konkur.in

پرسش و تمرین‌های فصل ۲

۱. پاسخ درست، شکل (پ) است. فقط شکل (پ) است که مسیری را برای جریان ایجاد می‌کند. یک باتری منبع انرژی‌ای نیست که مثلاً یک محل مورد نیاز انرژی را پر کند.

۲. با استفاده از رابطهٔ $R = V/I$، جریان عبوری از لامپ را به دست می‌آوریم:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{۴/۰V}{۵/۰\Omega} = ۰/۸۰A$$

در مدت ۵ دقیقه، باری که از مدار می‌گذرد برابر است با

$$\Delta q = I(\Delta t) = (۰/۸۰A)(۵ \times ۶۰s)$$
$$= ۲۴۰C = ۲/۴ \times ۱۰^{۲}C$$

از آنجایی که $q = ne$ و $e = ۱/۶۰ \times ۱۰^{-۱۹}C$ است، تعداد الکترون عبوری از لامپ چنین می‌شود:

$$n = \frac{\Delta q}{e} = \frac{۲/۴\times۱۰^{۲}C}{۱/۶۰\times۱۰^{-۱۹}C/\text{الکترون}} = ۱/۵ \times ۱۰^{۲۱}\text{ الکترون}$$

۳. همان‌طور که در شکل مشخص است، در وضعیت شکل (الف) جریان از طریق بدن عبور می‌کند و در صورتی که شخص به طریقی به زمین متصل باشد دچار شوک و احتمالا برق‌گرفتگی می‌شود. ، در حالی که در وضعیت شکل (ب)، جریان از طریق سیم اتصال زمین(که معمولا به لوله آب سرد متصل است) ، به زمین می‌رود. به عبارتی، علاوه بر سیمهای موسوم به فاز و نول، سیم متصل به زمینی نیز وجود دارد. بنابراین در وضعیت شکل (ب) برخلاف شکل (الف) دچار شوک و احتمالاً برق‌گرفتگی نمی‌شویم، زیرا سیم اتصال به زمین یک مسیر کم‌مقاومت بین سطح خارجی وسیله و زمین را ایجاد می‌کند.

۴. (الف) از رابطهٔ $\Delta U = q\Delta V$ داریم

$$q = \frac{\Delta U}{\Delta V} = \frac{۱/۰\times۱۰^{۹}J}{۵/۰\times۱۰^{۷}V} = ۲۰C$$

(ب) اکنون با استفاده از رابطهٔ $I = \Delta q/\Delta t$ ، جریان را می‌یابیم

$$I = \frac{۲۰C}{۰/۲۰s} = ۱۰۰A = ۱/۰ \times ۱۰^{۲}A$$

(پ) با توجه به اینکه $P = U/t$ است، برای توان الکتریکی آزاده شده داریم

$$P = \frac{۱/۰\times۱۰^{۹}J}{۰/۲۰s} = ۵/۰ \times ۱۰^{۹}W = ۵/۰GW$$

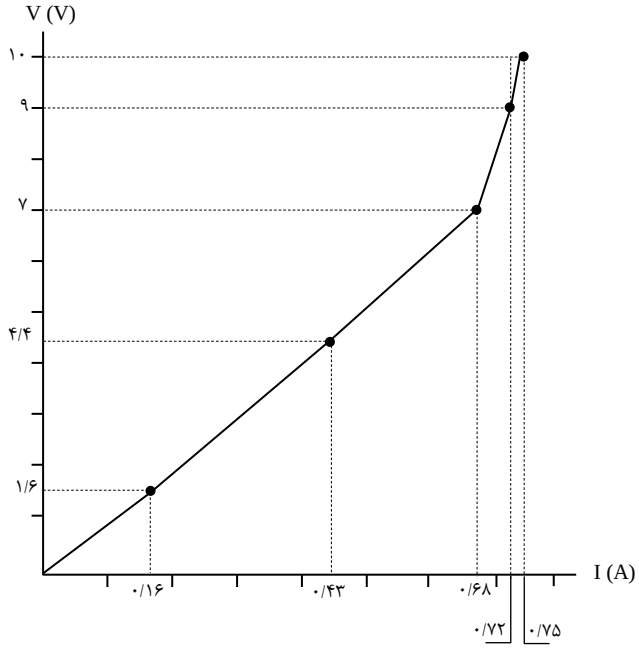
همچنین می‌توانستیم از رابطهٔ $P = I\Delta V$ استفاده کنیم:

$$P = I\Delta V = (۱۰۰A)(۵/۰ \times ۱۰^{۷}V) = ۵/۰GW$$

۵. در رسم نمودارها، به دانش‌آموزان گوشزد کنید که نباید لزوماً محورهای افقی و قائم، به یک مقیاس باشند و بسته به داده‌های هر محور، بازه‌های مورد نظر را برای آن محور رسم کنید. در هر حال، به نموداری مشابه نمودار زیر می‌رسیم:

forum.konkur.in

www.konkur.in



همان‌طور که می‌بینیم تا انتهای بازهٔ سوم تقریباً از قانون اهم پیروی می‌کند و از آن به بعد خیر.

۶. به نسبت I/V ، رسانندگی الکتریکی می‌گویند که وارون مقاومت الکتریکی است. اگر در ولتاژ یکسان (با رسم خطی عمـودی) به جریان رساناهای A و B نگاه کنیم، درمی‌یابیم که جریان رسانای B بیشتر است. بنابراین نسبت I/V برای رسانای B بزرگ‌تـر است. به عبارتی، رسانندگی B بیشتر از A و مقاومت الکتریکی آن کمتر از A است.

۷. مقاومت رسانا با استفاده از رابطهٔ $R=\rho L/A$ به دست می‌آید. اگر شعاع مقطع را با r (و قطر را با d) مشخص کنیم، داریم:

$$R_A = \rho\frac{L}{\pi r_A^2} = \rho\frac{L}{\pi d_A^2/4} = \rho\frac{4\rho L}{\pi d_A^2}$$
$$= \frac{4\rho L}{\pi(1/0\,mm)^2}$$

و

$$R_B = \rho\frac{L}{\pi\Delta r_B^2} = \frac{\rho L}{\pi[(2/0\,mm)^2-(1/0\,mm)^2]}$$
$$= \frac{\rho L}{\pi(3/0\,mm^2)}$$

و از آنجا

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{4\rho L}{\rho L/3} = 12$$

۸. با استفاده از رابطهٔ $R = \rho L/A$ مسئله را حل می‌کنیم. همچنین برای مساحت مقطع A داریم $A = \pi d^2/4$ که d قطر سیم است.

الف) نخست مساحت مقطع A را محاسبه می‌کنیم:

$$A = \pi d^2/4 = \pi(8\times10^{-4}m)^2/4 = 5/03\times10^{-7}m^2$$

و در نتیجه

forum.konkur.in

www.konkur.in

$$R = \rho\frac{L}{A} = (۱/۷ \times ۱۰^{-۸}\Omega.m)\frac{۳۰m}{۵/۰۳\times۱۰^{-۷}m^{۲}}$$
$$= ۱/۰\Omega$$

که با توجه به اینکه قطر با یک رقم بامعنا داده شده است باید پاسخ به صورت ۱Ω بیان شود.

ب) اکنون مساحت مقطع A چنین می‌شود:

$$A = \pi d^{۲}/۴ = \pi(۱۳ \times ۱۰^{-۴}m)۲/۴ = ۱/۳۲۷ \times ۱۰^{-۶}m^{۲}$$

و در نتیجه

$$R = \rho L/A = (۱/۶۹ \times ۱۰^{-۸}\Omega.m)\ \frac{(۷۰m)}{۱/۳۲۷\times۱۰^{-۶}m^{۲}}$$
$$= ۰/۹۰\Omega$$

۹. نخست رابطهٔ $R = R_{.}(۱ + \alpha\Delta T)$ را اثبات می‌کنیم. این رابطه در متن درس بدون اثبات آمده است. از رابطهٔ $R = \rho L/A$ داریم:

$$\frac{R}{R_{.}} = \frac{\rho L/A}{\rho_{.} L/A} = \frac{\rho}{\rho_{.}} = ۱ + \alpha\Delta T$$

از آنجا برای $R_{.}$ داریم:

$$R_{.} = \frac{R}{۱+\alpha\Delta T} = \frac{۴۴\Omega}{۱+(۴/۰\times۱۰^{-۴}{}^{\circ}C^{-۱})(۱۱۸۰^{\circ}C)}$$
$$= ۲۹/۸۹\Omega \approx ۳۰\Omega$$

که در آن برای ضریب دمایی مقاومت ویژهٔ نیکروم از جدول ۲-۲ استفاده کردیم.

۱۰. گلوله‌ها از ارتفاع مثلاً h بالای کف شروع به حرکت می‌کنند و آن‌ها تحت تأثیر نیروی گرانشی، در فاصلهٔ بین برخورد با میخ‌ها شتاب می‌گیرند. میخ‌ها مشابه یون‌های شبکهٔ اتمی هستند. در حین برخوردها، گلوله‌ها انرژی جنبشی به دست آمده در بین برخوردها را به میخ‌ها منتقل می‌کنند. چون برخوردها خیلی زیادند، گلوله‌ها یک سرعت سوق کوچک و نسبتاً ثابتی خواهند داشت. وقتی گلوله‌ها به پایین می‌رسند، یکی مانند شکل سمت راست، آن‌ها را تا ارتفاع اولیه بالا می‌آورد. بالا آوردن هر گلوله، مشابه همان کاری است که یک منبع emf در مداری الکتریکی انجام می‌دهد.

۱۱. آنچه برای روشن شدن خودرو و استارت خوردن آن لازم است، جریان است که البته باید مقدار زیادی هم باشد. باتری‌های قلمی، مقاومت داخلی زیادی دارند و بنابراین این مانع از برقراری جریان لازم می‌شود. به عبارت دیگر، با اینکه نیروی محرکهٔ مجموعهٔ باتری‌ها همان ۱۲V است، ولی به دلیل افزایش مقاومت داخلی، جریان عبوری کاهش می‌یابد و نمی‌تواند جریان بزرگ لازم برای استارت خوردن خودرو را تأمین کند.

۱۲. در هنگام اتصال مقاومت به باتری داریم:

$$\mathcal{E} - Ir - IR = ۰$$

بنا به فرض، $\mathcal{E} - Ir = ۱۰/۹V$ است. از اینجا، با توجه به اینکه R را داریم، جریان عبوری I را به دست می‌آوریم:

$$۱۰/۹\ V - I\ (۱۰/۰\Omega) = ۰$$

و در نتیجه

$$I = ۱/۰۹\ A$$

forum.konkur.in

www.konkur.in

حال با توجه به اینکه $\mathcal{E} = ۱۲/۰V$ است، داریم:

$$(۱۲/۰V) - (۱/۰۹A)r - (۱/۰۹A)\,(۱۰/۰\Omega) = ۰$$

از اینجا r چنین می‌شود:

$$r = \frac{۱۲/۰V}{۱/۰۹A} - ۱۰/۰\Omega = ۱/۰\Omega$$

۱۳. حلقه را به طور پادساعتگرد از نقطهٔ A می‌پیماییم و جریان را نیز به طور پادساعتگرد در نظر می‌گیریم (اگر این فرض نادرست باشد، علامت I منفی به دست می‌آید):

$$V_A - IR_۱ + \mathcal{E}_۱ - Ir_۱ - IR_۴ - IR_۳ - Ir_۳ - \mathcal{E}_۳ - IR_۲ - \mathcal{E}_۲ = V_A$$
$$\Rightarrow -I(R_۱ + r_۱ + R_۴ + R_۳ + r_۳ + R_۲) + \mathcal{E}_۱ - \mathcal{E}_۲ - \mathcal{E}_۳ = ۰$$

و در نتیجه

$$I = \frac{\mathcal{E}_۱ - \mathcal{E}_۲ - \mathcal{E}_۳}{R_۱ + r_۱ + R_۴ + R_۳ + r_۳ + R_۲}$$
$$= \frac{۱۴V - ۲/۰V - ۴/۰V}{۴/۰\Omega + ۱/۰\Omega + ۲/۰\Omega + ۱/۵\Omega + ۰/۵۰\Omega + ۳/۰\Omega}$$
$$\approx ۰/۶۷A$$

اکنون برای محاسبهٔ اختلاف پتانسیل $V_B - V_A$، از A به سمت B حرکت می‌کنیم. اگر از شاخهٔ بالایی حرکت کنیم، داریم:

$$V_A + \mathcal{E}_۲ + IR_۲ + \mathcal{E}_۳ + Ir_۳ = V_B$$

و از آنجا

$$V_B - V_A = \mathcal{E}_۲ + \mathcal{E}_۳ + I(R_۲ + r_۳)$$
$$= ۲/۰V + ۴/۰V + (۰/۶۷A)(۳/۰\Omega + ۰/۵۰\Omega)$$
$$\approx ۸/۳V$$

خوب است همین نتیجه را با پیمودن مسیر شاخهٔ پایینی نیز وارسی کنیم:

$$V_A - IR_۱ + \mathcal{E}_۱ - Ir_۱ - IR_۴ - IR_۳ = V_B$$

و از آنجا

$$V_B - V_A = -I(R_۱ + r_۱ + R_۴ + R_۳) + \mathcal{E}_۱$$
$$= -(۰/۶۷A)(۴/۰\Omega + ۱/۰\Omega + ۲/۰\Omega + ۱/۵\Omega) + ۱۴V$$
$$= ۸/۳V$$

۱۴. به این منظور، نخست جریان را در مدار به دست می‌آوریم. با حرکت ساعتگرد از نقطهٔ A و بازگشت به آن (با در نظر گرفتن جریان به طور ساعتگرد) خواهیم داشت:

$$V_A + \mathcal{E}_۱ - Ir_۱ - IR - Ir_۲ - \mathcal{E}_۲ = V_A$$

در نتیجه جریان I چنین می‌شود:

$$I = \frac{\mathcal{E}_۱ - \mathcal{E}_۲}{r_۱ + r_۲ + R} = \frac{۶/۰V - ۳/۰V}{۰/۵۰\Omega + ۱/۰\Omega + ۱/۵\Omega} = ۱/۰A$$

بنابراین، جهت جریان، واقعاً ساعتگرد است.

اکنون اگر سرِ سمت راست منبع ۱ را B و سر سمت راست منبع ۲ را E (نقطهٔ زمین) بنامیم، برای منبع ۱ داریم:

forum.konkur.in

www.konkur.in

$$V_A + \mathcal{E}_۱ - Ir_۱ = V_B \Rightarrow V_B - V_A = \mathcal{E}_۱ - Ir_۱$$

و در نتیجه

$$V_B - V_A = ۶/۰V - (۱/۰A)(۰/۵۰\Omega) = ۵/۵V$$

و برای منبع ۲

$$V_A + \mathcal{E}_۲ + r_۲I = V_E \Rightarrow V_E - V_A = \mathcal{E}_۲ + Ir_۲$$

و در نتیجه

$$V_E - V_A = ۳/۰V + (۱/۰A)(۱/۰\Omega) = ۴/۰V$$

ب) برای محاسبهٔ V_A، معادلهٔ اختلاف پتانسیل‌ها را بین نقطه‌های A و E (زمین) می‌نویسیم:

$$V_A + \mathcal{E}_۱ - Ir_۱ - IR = V_E = ۰$$

در نتیجه

$$V_A = -I(r_۱ + R) - \mathcal{E}_۱ = (۱/۰A)(۰/۵۰\Omega + ۱/۵\Omega) - ۶/۰V = -۴/۰V$$

خوب است از مسیر شاخه پایین هم، همین موضوع را بررسی کنیم:

$$V_A + \mathcal{E}_۲ + Ir_۲ = V_E = ۰$$

و در نتیجه

$$V_A = -\mathcal{E}_۲ - Ir_۲ = -۳/۰V - (۱/۰A)(۱/۰\Omega)$$
$$= -۴/۰V$$

۱۵. لامپ B پرنورتر خواهد بود. با توجه به اینکه ولتاژ هر دو لامپ یکسان است، توان مصرفی در هر لامپ با توجه به رابطهٔ $P_{\text{مصرفی}} = |VI|$ فقط به جریان عبوری از آن بستگی دارد. رشته (فیلامان) ضخیم‌تر، با توجه به رابطهٔ $R = \rho\frac{L}{A}$، مقاومت کمتری در برابر عبور جریان از خود نشان می‌دهد. بنابراین، لامپ B که رشتهٔ آن ضخیم‌تر است، دارای رشته‌ای با مقاومت کمتر است و جریان بیشتری از آن می‌گذرد و در نتیجه انرژی مصرفی آن در واحد زمان بیشتر و روشن‌تر خواهد بود.

۱۶. الف) از رابطهٔ $P_{\text{مصرفی}} = |VI|$ برای توان مصرفی استفاده می‌کنیم. برای اتو داریم $P = ۸۵۰W$ و $V = ۲۲۰V$، و در نتیجه

$$|I| = \frac{P}{|V|} = \frac{۸۵۰W}{۲۲۰V} = ۳/۸۶A$$

و برای کتری $P = ۲۴۰۰W$ و $V = ۲۲۰V$ داده شده است و در نتیجه

$$|I| = \frac{P}{|V|} = \frac{۲۴۰۰W}{۲۲۰V} = ۱۰/۹A$$

ب) می‌توانیم از رابطه‌های $P = I^۲R$ و $P = V^۲/R$ استفاده کنیم. چون مقادیر جریان را گرد کرده‌ایم، بهتر است از رابطهٔ $P = V^۲/R$ استفاده کنیم. به ترتیب برای اتو و کتری داریم:

$$R_{\text{اتو}} = \frac{V^۲}{P} = \frac{(۲۲۰V)^۲}{۸۵۰W} = ۵۶/۹\Omega$$

$$R_{\text{کتری}} = \frac{V^۲}{P} = \frac{(۲۲۰V)^۲}{۲۴۰۰W} = ۲۰/۲\Omega$$

۱۷. با استفاده از رابطهٔ $R = R_۰[۱ + \alpha(T - T_۰)]$، دمای T را محاسبه می‌کنیم:

$$T = T_۰ + \frac{R - R_۰}{\alpha R_۰}$$

در این رابطه به جای R از رابطهٔ $R = V/I$، قرار می‌دهیم:

forum.konkur.in

www.konkur.in

$$R = \frac{V}{I} = \frac{۲/۹V}{۰/۳۰A} = ۹/۶۷\Omega \approx ۹/۷\Omega$$

حال با توجه به اینکه $R_۰ = ۱/۱\Omega$ ، $T_۰ = ۲۰^\circ C$ و ضریب دمایی مقاومت ویژهٔ تنگستن برابر $۴/۵ \times ۱۰^{-۳}{}^\circ C^{-۱}$ است، برای دمای رشتهٔ لامپ خواهیم داشت:

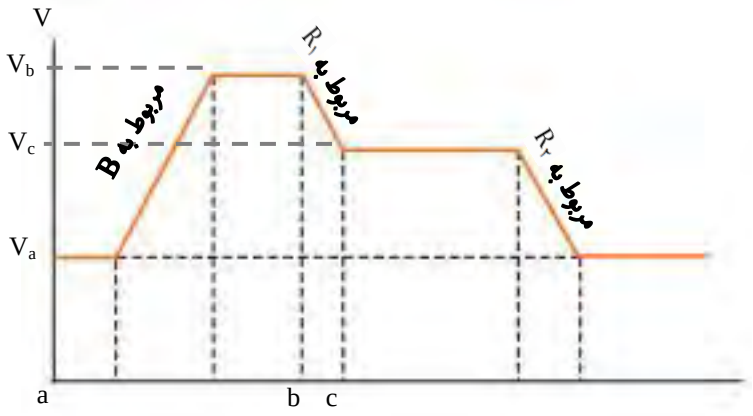
$$T = ۲۰^\circ C + \frac{۹/۶۷\Omega - ۱/۱\Omega}{(۴/۵\times۱۰^{-۳}{}^\circ C^{-۱})(۱/۱\Omega)}$$
$$= ۱/۷۵ \times ۱۰^۳{}^\circ C \approx ۱/۸ \times ۱۰^۳{}^\circ C$$

که معادل مقدار قابل توجه $۱۸۰۰\ ^\circ C$ است.

۱۸. الف) چون جریان به طور پادساعتگرد حرکت می‌کند، قطب منفی، پایانهٔ سمت چپ و قطب مثبت، پایانهٔ سمت راست جعبهٔ B است. به عبارتی، نیروی محرکهٔ الکتریکی که آن را در بسیاری از کتاب‌ها با پیکانه‌ای مشخص می‌کنند، از سمت چپ به سمت راست خواهد بود.

ب) بدیهی است جریان در نقطه‌های a، b و c یکسان است.

پ) می‌دانیم اگر از مقاومت R هم‌سو با جریان I عبور کنیم، پتانسیل به اندازهٔ IR کم می‌شود. در عبور از مقاومت $R_۱$ درمی‌یابیم $V_c<V_b$ و در عبور از مقاومت $R_۲$ درمی‌یابیم $V_a<V_c$ است و بنابراین $V_a<V_c<V_b$. به عبارتی اگر این مدار را باز کنیم و آن را بر روی خط راستی نشان دهیم، نمودار پتانسیل الکتریکی چنین خواهد شد:



ت) با توجه به رابطهٔ $U = qV$ و مثبت بودن بار q، انرژی پتانسیل الکتریکی متناسب با پتانسیل الکتریکی است. بنابراین داریم:

$$U_b > U_c > U_a$$

۱۹. الف) از رابطهٔ $U = Pt$ استفاده می‌کنیم. توان‌های مصرفی، بستگی به نوع لامپ یا تلویزیون دارد. لامپ‌های رشته‌ای قدیمی معمولاً ۱۰۰W هستند، در حالی که لامپ‌های کم‌مصرف توان مصرفی کمتری دارند. همچنین تلویزیون‌های لامپی قدیمی توان مصرفی بیشتری از تلویزیون‌های جدید دارند. برای همین، در اینجا صرفاً برای یک لامپ ۱۰۰W مسئله را حل می‌کنیم تا روش حل چنین مسائلی را دریابید. (در این حل فرض کرده‌ایم ۸ ساعت که در صورت مسئله آمده، دقیق و بدون خطاست.)

$$U = Pt = (۱۰۰W)(۳۰\ \text{روز})\left(۸\frac{\text{ساعت}}{\text{روز}}\right) = ۲۴۰۰۰Wh$$
$$= ۲۴kWh$$

ب) بهای برق مصرفی چنین می‌شود:

$$\text{بها} = (۲۴kWh)\left(۵۰\frac{\text{تومان}}{kWh}\right) = ۱۲۰۰\ \text{تومان}$$

forum.konkur.in

www.konkur.in

پ) در اینجا باید تعداد خانه‌های شهر خود را تخمین بزنید. مثلاً در سرشماری سال ۱۳۹۵، جمعیت تهران حدود ۱۲ میلیون و پانصد هزار نفر به دست آمد. حال اگر فرض کنیم هر خانوار تهرانی به طور متوسط جمعیتی برابر ۵ نفر داشته باشد، می‌توانیم تعداد خانه‌های شهر تهران را حدود ۲ میلیون و پانصد هزار به دست آوریم. بنابراین خواهیم داشت:

$$U = (۱۰۰W)(۳۰\ \text{روز})\ (۳\frac{\text{ساعت}}{\text{روز}}) = (۲/۵ \times ۱۰^{۶})$$

$$= ۲/۲۵ \times ۱۰^{۱۰}Wh = ۲/۲۵ \times ۱۰^{۷}kWh$$

۲۰. الف) ولتاژ دو سر منبع نیروی محرکهٔ الکتریکی از رابطهٔ $\Delta V = \varepsilon - I$ به دست می‌آید و از طرفی $\Delta V = P/I$ است. با برابر قرار دادن طرف‌های راست این دو معادله خواهیم داشت:

$$\varepsilon - Ir = P/I$$

در نتیجه می‌توانیم دستگاه معادلات زیر را تشکیل دهیم:

$$\begin{cases} \varepsilon - I_۱ r = P_۱/I_۱ \\ \varepsilon - I_۲ r = P_۲/I_۲ \end{cases}$$

از آنجا مقاومت داخلی r را به دست می‌آوریم:

$$r = \frac{P_۱/I_۱ - P_۲/I_۲}{I_۲ - I_۱} = \frac{\frac{۹/۵۰W}{۵/۰۰A} - \frac{۱۲/۶W}{۷/۰۰A}}{۷/۰۰A - ۵/۰۰A}$$

$$= ۵/۰۰ \times ۱۰^{-۲}\Omega$$

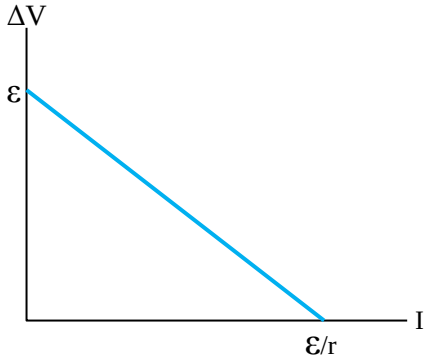
و اکنون با دانستن r، نیروی محرکهٔ الکتریکی منبع، چنین می‌شود:

$$\varepsilon = I_۱ r + \frac{P_۱}{I_۱}$$

$$= (۵/۰۰A)\ (۵/۰۰ \times ۱۰^{-۲}\Omega) + \frac{۹/۵۰W}{۵/۰۰A}$$

$$= ۲/۱۵V$$

ب) به این پرسش، بیشتر در فعالیت ۲-۶ نیز پرداختیم. اختلاف پتانسیل دو سر منبع نیروی محرکهٔ الکتریکی از رابطهٔ $\Delta V = \varepsilon - Ir$ به‌دست می‌آید. تا وقتی که جریانی از مدار عبور نکند، ولتاژ دو سر منبع برابر با نیروی محرکه است و هرچه جریان عبوری بیشتر شود، افت پتانسیل Ir نیز بیشتر و اختلاف پتانسیل دو سر منبع کوچک‌تر می‌شود. در هر حال، شکلی شبیه شکل روبه‌رو برای نمودار ΔV برحسب I خواهیم داشت. همان‌طور که در فعالیت ۲-۶ اشاره کردیم مقاومت داخلی منبع نیروی محرکه برابر با نسبت نیروی محرکه به جریان بیشینه می‌شود.



۲۱. وقتی لامپی می‌سوزد، به معنی آن است که اتصال در آن قسمت از مدار قطع می‌شود. اگر لامپ‌ها به طور متوالی بسته شده باشند، قطع مدار در هر قسمت از مدار موجب قطع جریان در کلّ مدار و خاموش شدن همهٔ لامپ‌ها می‌شود. به همین دلیل است که چراغ‌های خودرو به طور موازی بسته می‌شود تا با سوختن یک لامپ، همهٔ لامپ‌ها خاموش نشوند. البته این تنها دلیل

forum.konkur.in

www.konkur.in

نیست. اتصال موازی باعث می‌شود که بیشترین روشنایی حاصل شود. زیرا در اتصال موازی، اختلاف پتانسیل دو سر همهٔ لامپ‌ها یکسان است، در حالی که در اتصال متوالی، این اختلاف پتانسیل به نسبت مقاومت هر لامپ تقسیم می‌شود.

۲۲. آمپرسنج جریان عبوری از خود را اندازه می‌گیرد. به همین دلیل، آن را با بخشی از مدار که می‌خواهیم جریان عبوری از آن را اندازه بگیریم به طور متوالی می‌بندیم. بنابراین، برای آن‌که با اضافه شدن آمپرسنج به مدار، مقاومت مدار تغییر قابل ملاحظه‌ای پیدا نکند تا بر جریان عبوری تأثیر بگذارد، مقاومت آمپرسنج باید کوچک باشد.

۲۳. مجموع جریان‌های ورودی برابر $۲A + ۲A + ۳A + ۴A = ۱۱A$ و مجموع جریان‌های خروجی برابر $۲A + ۱A = ۳A$ است. بنابراین، بزرگی جریان I در سیم پایین برابر با $۱۱A - ۳A = ۸A$ و جهت آن به سمت راست است.

۲۴. هر چه کلیدهای بیشتری بسته شود، مقاومت‌های موازی بیشتری وارد مدار می‌شود. با افزایش تعداد شاخه‌های موازی، مقاومت مدار کم و در نتیجه جریان عبوری طبق رابطهٔ $I = \mathcal{E}/(R + r)$ زیاد می‌شود. از طرفی، طبق رابطهٔ $V = \mathcal{E} - Ir$ این امر موجب کاهش اختلاف پتانسیل می‌شود. پس نتیجه می‌گیریم با بسته شدن کلیدهای بیشتر، آمپرسنج عددی بزرگ‌تر و ولت‌سنج عددی کوچک‌تر را نشان می‌دهد.

۲۵. توان مصرفی را با استفاده از رابطهٔ $P_{\text{مصرفی}} = V^۲/R$ به دست می‌آوریم. اکنون کافی است مقاومت معادل را در دو حالت متوالی و موازی مقایسه کنیم. در حالت متوالی $R'_{eq} = ۲R$ و در حالت موازی $R_{eq} = R/۲$ می‌شود. بنابراین داریم:

$$\frac{P_{\text{موازی}}}{P_{\text{متوالی}}} = \frac{V^۲/R_{eq}}{V^۲/R'_{eq}} = \frac{R'_{eq}}{R_{eq}} = \frac{۲R}{R/۲}$$
$$= ۴$$

۲۶. همان‌طور که در متن درس اشاره شده است، بستن متوالی به معنای بسته شدن مقاومت‌ها یکی پس از دیگری است، به طوری که هیچ انشعابی بین آن‌ها وجود نداشته باشد، و بستن موازی به معنای آن است که یک سر مقاومت‌ها مستقیماً به یکدیگر و سر دیگر آن‌ها نیز مستقیماً به هم وصل شده باشد و اختلاف پتانسیل یکسانی به دو سر این مقاومت‌ها اعمال شده است. با این تعاریف واضح است که در شکل الف مقاومت‌ها به طور متوالی بسته شده‌اند، در حالی که در شکل‌های ب و پ مقاومت‌ها به طور موازی بسته شده‌اند. همچنین اگر بررسی کنید هیچ کدام از این تعاریف برای شکل (ت) برقرار نیست و در این مدار، مقاومت‌ها نه متوالی هستند و نه موازی.

۲۷. الف) اگر حلقه را از نقطهٔ A به طور ساعتگرد دور بزنیم، خواهیم داشت:

$$V_A - IR_۱ + \mathcal{E}_۲ - Ir_۲ - IR_۲ - Ir_۱ - \mathcal{E}_۱ = V_A$$

از اینجا $\mathcal{E}_۲$ را محاسبه می‌کنیم:

$$\mathcal{E}_۲ = IR_۱ + Ir_۲ + IR_۲ + Ir_۱ + \mathcal{E}_۱$$
$$= I(R_۱ + r_۲ + R_۲ + r_۱) + \mathcal{E}_۱$$
$$= (۱/۲A)\,(۲/۰\Omega + ۰/۵۰\Omega + ۱/۵\Omega + ۱/۰\Omega) + ۱۲V = ۱۸V$$

برای محاسبهٔ $V_A - V_B$، مسیر A → B را در شاخهٔ بالا در جهت جریان طی می‌کنیم:

$$V_A - IR_۱ + \mathcal{E}_۲ - Ir_۲ - IR_۲ = V_B$$

در نتیجه

forum.konkur.in

www.konkur.in

$$V_A - V_B = I(R_۱ + r_۲ + R_۲) - \mathcal{E}_۲$$
$$= (۱/۲A)\,(۲/۰\Omega + ۰/۵۰\Omega + ۱/۵\Omega) - ۱۸V$$
$$= -۱۳/۲V$$

خوب است همین نتیجه را با پیمودن شاخهٔ پایین نیز وارسی کنیم. در این صورت خواهیم داشت:

$$V_A + \mathcal{E}_۱ + Ir_۱ = V_B$$

و در نتیجه

$$V_A - V_B = -\mathcal{E}_۱ - Ir_۱ = -۱۲V - (۱/۲A)(۱/۰\Omega) = -۱۳/۲V$$

ب) انرژی مصرف‌شده در هریک از مقاومت‌های $R_۱$ و $R_۲$ را می‌توانیم با استفاده از معادلهٔ ۲-۹ به دست آوریم. با توجه بـه اینکـه $U=Pt$ است، داریم:

$$U = Pt = (RI^۲)t$$

بنابراین

$$U_۱ = (R_۱)(I)^۲(t) = (۲/۰\Omega)(۱/۲A)^۲(۵/۰s) = ۱۴/۴J \approx ۱۴J$$
$$U_۲ = (R_۲)(I)^۲(t) = (۱/۵\Omega)(۱/۲A)^۲(۵/۰s) = ۱۰/۸J \approx ۱۱J$$

و مجموع این دو انرژی $U = U_۱ + U_۲ = ۲۵/۲J \approx ۲۵J$ می‌شود.

۲۸. در حالت متوالی می‌دانیم جریان عبوری از همهٔ مقاومت‌ها یکسان است. از طرفی، مقاومت معادل برابر است با

$$R_{eq} = ۳R_۱ = ۳(۱۲\Omega) = ۳۶\Omega$$

و در نتیجه جریان عبوری از همهٔ مقاومت‌ها چنین می‌شود:

$$I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{۱۲V}{۳۶\Omega} = ۰/۳۳A$$

در حالت موازی، چون مقاومت‌ها یکسان‌اند، مقاومت معادل برابر است با

$$R_{eq} = \frac{R_۱}{۳} = \frac{۱۲\Omega}{۳} = ۴/۰\Omega$$

اکنون می‌توانیم جریان کل را به دست آوریم:

$$I_t = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{۱۲V}{۴/۰\Omega} = ۳/۰A$$

این جریان، در هر سه شاخهٔ موازی به طور مساوی تقسیم می‌شود. بنابراین جریان عبوری از هر مقاومت ۱/۰A می‌شود.

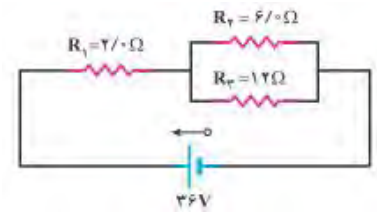
تبصره. راه دیگر آن بود که جریان را برای هر مقاومت از رابطهٔ $I = V/R$ به‌دست آوریم و توجه کنیم که با توجه به موازی بودن مقاومت‌ها، ولتاژ آن‌ها برابر است:

$$I_t = I_۲ = I_۳ = \frac{V}{R} = \frac{۱۲V}{۱۲\Omega} = ۱/۰A$$

۲۹. توان مصرفی را از رابطهٔ $P_{\text{مصرفی}} = V^۲/R$ به دست می‌آوریم که در آن V اختلاف پتانسیل است. پس کافی اسـت اخـتلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۶/۰ Ω را محاسبه کنیم. به این منظور، شکل مسئله را چنین رسم می‌کنیم:

forum.konkur.in

www.konkur.in



برای محاسبهٔ اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۶/۰ Ω باید نخست جریان کل را محاسبه کنیم. برای محاسبهٔ جریان کل، به مقاومت معادل نیاز داریم:

$$R_{eq} = R_۱ + R_{۲۳} = R_۱ + \frac{R_۲R_۳}{R_۲+R_۳}$$
$$= ۲/۰\Omega + \frac{(۶/۰\Omega)(۱۲\Omega)}{(۶/۰\Omega+۱۲\Omega)} = ۲/۰\Omega + ۴/۰\Omega$$
$$= ۶/۰\Omega$$

و در نتیجه

$$I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{۳۶V}{۶/۰\Omega} = ۶/۰A$$

اکنون می‌توانیم اختلاف پتانسیل دو سر $R_{۲۳}$ را، که همان اختلاف پتانسیل دو سر $R_۲$ است، به دست آوریم:

$$V_۲ = V_{۲۳} = I_t R_{۲۳} = (۶/۰A)(۴/۰\Omega)$$
$$= ۲۴V$$

حال می‌توانیم توان مصرفی در مقاومت ۶/۰Ω را به دست آوریم:

$$P_{\text{مصرفی}} = \frac{V_{۲۳}^۲}{R_۲} = \frac{(۲۴V)^۲}{۶/۰\Omega} = ۹۶W$$

۳۰. مقاومت ۴/۰Ω را با $R_۱$ ، مقاومت ۳/۰Ω را با $R_۲$ و مقاومت ۶/۰Ω را با $R_۳$ نمایش می‌دهیم. نخست، مقاومت معادل این مجموعه را به دست می‌آوریم. توجه کنید که مقاومت‌های $R_۲$ و $R_۳$ با هم موازی و مقاومت معادل آن‌ها با مقاومت $R_۱$ متوالی است. بنابراین داریم:

$$R_{eq} = \frac{R_۲R_۳}{R_۲+R_۳} + R_۱$$
$$= \frac{(۳/۰\Omega)(۶/۰\Omega)}{۳/۰\Omega+۶/۰\Omega} + ۴/۰\Omega$$
$$= ۲/۰\Omega + ۴/۰\Omega = ۶/۰\Omega$$

از اینجا می‌توان جریان کل را به دست آورد که همان جریان $I_۱$ نیز هست:

$$I_۱ = \frac{۱۸V}{۶/۰\Omega} = ۳/۰A$$

و از طرفی، از قاعدهٔ انشعاب جریان‌ها داریم:

$$I_۱ = I_۲ + I_۳ = ۳/۰A \qquad (۱)$$

همچنین دیدیم که مقاومت‌های $R_۲$ و $R_۳$ موازی‌اند و بنابراین اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها با هم برابر است:

$$I_۲R_۲ = I_۳R_۳$$

و یا

$$I_۲ = I_۳(\frac{R_۳}{R_۲}) = ۲I_۳ \qquad (۲)$$

forum.konkur.in

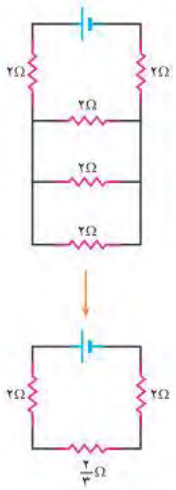
www.konkur.in

از حل هم‌زمان معادله‌های (۱) و (۲) خواهیم داشت:

$$۲I_۳ + I_۳ = ۳I_۳ = ۳/۰A$$

بنابراین $I_۳ = ۱/۰A$ و در نتیجه $I_۲ = ۲/۰A$ است.

۳۱. اگر توجه کنید درمی‌یابید تمام مقاومت‌های $۴/۰\Omega$ با هم موازی‌اند. بنابراین، عملاً چنین مداری داریم:



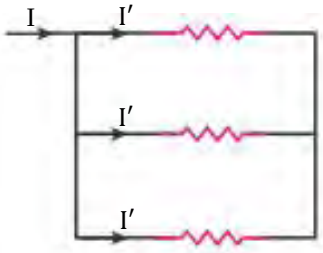
پس مقاومت معادل مدار چنین می‌شود:

$$R_{eq} = \frac{۲}{۳}\Omega + ۲\Omega + ۲\Omega = \frac{۱۴}{۳}\Omega$$

و در نتیجه جریان عبوری از مدار معادل (و در نتیجه منبع نیروی محرکه) برابر است با

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq}} = \frac{۱۴V}{\frac{۱۴}{۳}\Omega} = ۳/۰A$$

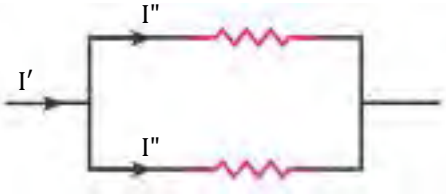
اکنون برای محاسبهٔ جریان مقاومت‌های $۴/۰\Omega$، گام به گام عقب می‌رویم. توجه کنید که این جریان $۳/۰A$ از سه مقاومت موازی $۴/۰\Omega$ می‌گذرد و مثلاً شکلی مانند شکل زیر داریم:



توجه کنید چون مقاومت‌ها یکسان است، جریان عبوری از آن ها نیز یکسان شده است (I') و بنابراین داریم:

$$I = ۳I' \Rightarrow I' = \frac{I}{۳}$$

خود این $I' = \frac{I}{۳}$ از مقاومت‌های موازی $۴/۰\Omega$ می‌گذرد؛ مثلاً شکلی مثل زیر داریم:



forum.konkur.in

www.konkur.in

توجه کنید چون مقاومت‌ها یکسان است، جریان عبوری از آن‌ها نیز یکسان شده است (I'') و بنابراین داریم:

$$I'' = \frac{I'}{۲} = \frac{I}{۶} = \frac{۳/۰A}{۶} = ۰/۵۰A$$

۳۲. چون همهٔ لامپ‌ها از هر لحاظ یکسان هستند، پیش از بستن کلید، اختلاف پتانسیل دو سر همه یکسان و برابر با $\mathcal{E}$ /۳ است ، که $\mathcal{E}$ نیروی محرکهٔ باتری است:

$$V_{۱A} = V_{۱B} = V_{۱C} = \frac{\mathcal{E}}{۳}$$

پس از بستن کلید، اختاف پتانسیل دو سر لامپ C برابر صفر می‌شود و بنابراین لامپ C از مدار خارج می‌شود و بدین ترتیب خواهیم داشت:

$$V_{۲A} = V_{۲B} = \frac{\mathcal{E}}{۲}$$

بنابراین، نسبت اختلاف پتانسیل‌های لامپ‌های A و B چنین می‌شود:

$$\frac{V_{۲A}}{V_{۱A}} = \frac{V_{۲B}}{V_{۱B}} = \frac{\mathcal{E}/۲}{\mathcal{E}/۳} = ۱/۵$$

اکنون اگر به گزینه‌های مسئله نگاه کنیم درمی‌یابیم گزینه‌های پ و ت درست هستند. گزینهٔ پ از آن رو درست است که در بالا نشان دادیم $V_{۲A} = ۱/۵V_{۱A}$ و $V_{۲B} = ۱/۵V_B$ می‌شود که این به معنی افزایش ۵۰٪ اختلاف پتانسیل دو سرشان است. گزینهٔ ت نیز درست است و ما پیشتر از آن استفاده کردیم.

تبصره. در وضعیت شکل مسئله، وقتی کلید را می‌بندیم، اصطلاحاً می‌گویند دو سر لامپ *اتصال کوتاه* (short circuit) شده است.

۳۳. با توجه به اینکه اختلاف پتانسیل دو سر مجموعه و توان هریک از مصرف‌کننده‌ها را داریم، مقاومت هر مصرف‌کننده را می‌توان به‌راحتی با استفاده از رابطهٔ $P = V^۲/R$ به دست آورد:

$$R_{\text{اتو}} = \frac{V^۲}{P_{\text{اتو}}} = \frac{(۲۲۰V)^۲}{۱۱۰۰W} = ۴۴/۰\Omega$$

$$R_{\text{توستر}} = \frac{V^۲}{P_{\text{توستر}}} = \frac{(۲۲۰V)^۲}{۱۸۰۰W} = ۲۶/۹\Omega$$

$$R_{\text{لامپ‌ها}} = \frac{V^۲}{P_{\text{لامپ‌ها}}} = \frac{(۲۲۰V)^۲}{۵(۱۰۰W)} = ۹۶/۸\Omega$$

$$R_{\text{بخاری}} = \frac{V^۲}{P_{\text{بخاری}}} = \frac{(۲۲۰V)^۲}{۱۱۰۰W} = ۴۴/۰\Omega$$

از طرفی داریم $I = V/R_{eq}$ که $۱/R_{eq}$ از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$\frac{۱}{R_{eq}} = \frac{۱}{R_{\text{اتو}}} + \frac{۱}{R_{\text{توستر}}} + \frac{۱}{R_{\text{لامپ}}} + \frac{۱}{R_{\text{بخاری}}}$$

$$= \frac{۱}{۴۴/۰\Omega} + \frac{۱}{۲۶/۹\Omega} + \frac{۱}{۹۶/۸\Omega} + \frac{۱}{۴۴/۰\Omega}$$

$$= ۹/۳۰ \times ۱۰^{-۲}\Omega^{-۱}$$

forum.konkur.in

www.konkur.in

بنابراین جریان عبوری از مقاومت چنین می‌شود:

$$I = \frac{V}{R_{eq}} = V(\frac{۱}{R_{eq}})$$
$$= (۲۲۰V)(۹/۳۰ \times ۱۰^{-۲}\Omega^{-۱})$$
$$= ۲۰/۴۶A = ۲۰/۵A$$

که این بیشتر از جریان ۱۵A است که فیوز می‌تواند تحمل کند و بنابراین فیوز می‌پرد.

forum.konkur.in

www.konkur.in

به نام خدا

پاسخ فعالیت ها وتمرین ها

فصل سوم(مغناطیس والقای الکترومغناطیسی)

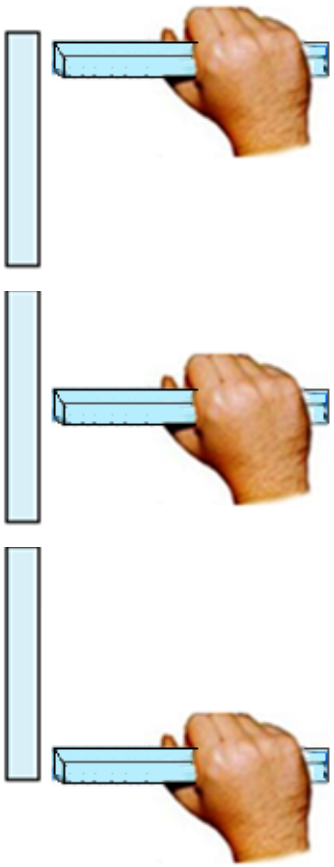
فیزیک یازدهم تجربی

بهمن ۱۳۹۶

forum.konkur.in

پرسش۳- ۱

فرض کنیددو میلهٔکاملاً مشابه،یکی از جنس آهن و دیگری آهنربا در اختیار دارید.با گفت وگو درگروه خود، روشی را پیشنهادکنید که با استفاده از آن و بدون استفاده از هیچ وسیلهٔ دیگر، بتوان میله ای را که از جنس آهنرباست مشخص کرد.

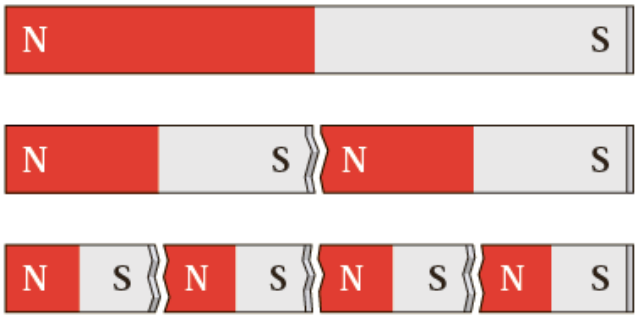


پاسخ:

یکی ازمیله ها را در دست می گیریم ودر سه وضعیت بر ابتدای میله ، وسط میله و انتهای میله می گذاریم اگر ربایش درسه وضعیت یکسان باشد آن میله ای که در دست ماست آهن رباست. اگر ربایش یکسان نباشد یعنی دردو سرمیله خاصیت مغناطیسی زیاد و در وسط خاصیت مغناطیسی بسیار کم باشد آن میله که در دست ماست آهن است.

پرسش۳- ۲

۱ - دریافت خود را از شکل الف بیان کنید.



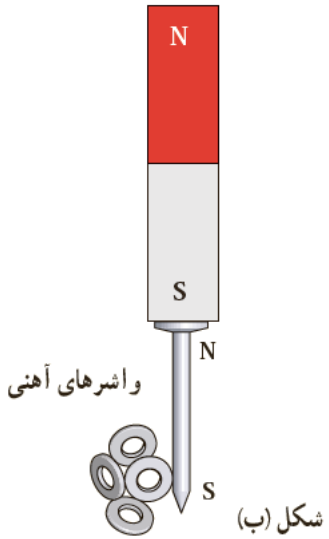
شکل (الف)

پاسخ:

اگرآهنربایی را از وسط نصف کنیم ، هر قسمت دارای دو قطبN و S است و اگر این تقسیم بندی ادامه یابد، به مولکولهایی از آهنربا می رسیم که خاصیت مغناطیسی دارند آنها رادوقطبی مغناطیسی می نامند،این دو قطبی های مغناطیسی منشاء مغناطیسی مواد می باشند.

پرسش۳- ۲

۲-درعلوم هشتم با پدیدهٔ القای مغناطیسی آشنا شدید.با توجه به شکل ب این پدیده را توضیح دهیدو بیان کنیدچرا درپدیدهٔ القای مغناطیسی همواره جذب وجود دارد؟



پاسخ:

با نزدیک کردن آهن ربا به یک قطعه آهنی(فرومغناطیس)براثرپدیدهٔ القای مغناطیسی در قطعه،قطب های ناهمنام ایجاد می شود، در نتیجه درالقای مغناطیسی همواره قطعه جذب آهن ربا می شود

www.konkur.in

فعالیت۳-۱

یکی از قطب های یک آهنربای میله ای را به یک عقربهٔ مغناطیسی نزدیک کنیدآنچه را می بینید توضیح دهید. با دور کردن آهنربا از قطب نما چه اتفاقی می افتد؟ دلیل آن را شرح دهید. در صورتی که قطب نما در اختیار ندارید، یک سوزن ته گرد مغناطیسی شده را روی سطح آب، درون ظرفی شناور سازید. به این ترتیب، سوزن ته گرد مانند عقربهٔ مغناطیسی یک قطب نما رفتار می کند.

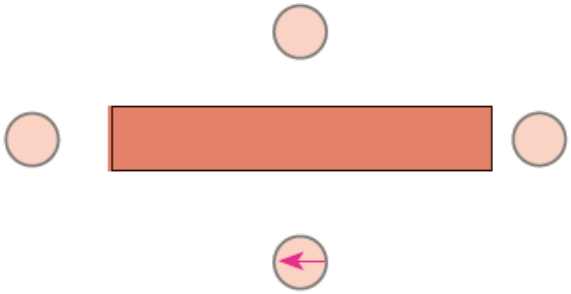
پاسخ:

در این آزمایش با نزدیک کردن آهن ربا به عقربه مغناطیسی می چرخدوپس ازدور کردن در جهت شمال مغناطیسی زمین قرار می گیرد.آهن ربا و قطب نما با قطب های مشخص شده با نزدیک شدن به یکدیگر قطب های ناهمنام همدیگر را می ربایند پس با نزدیک کردن قطبNآهن ربا قطبSقطب نما به سمت آن می چرخدو با دور کردن آهن ربا عقربه قطب نما تحت تاثیر میدان مغناطیسی زمین در راستای تقریبی شمال-جنوب قرار می گیرد

forum.konkur.in

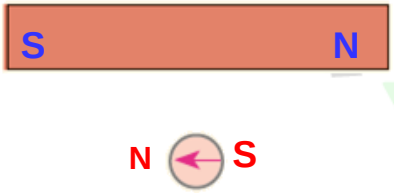
پرسش۳-۳

۱ - شکل روبه رو، یک آهنربای میله ای و تعدادی عقربهٔ مغناطیسی را نشان می دهد. (الف)کدام سرآهنربا قطب Nو کدام سر قطب Sاست؟



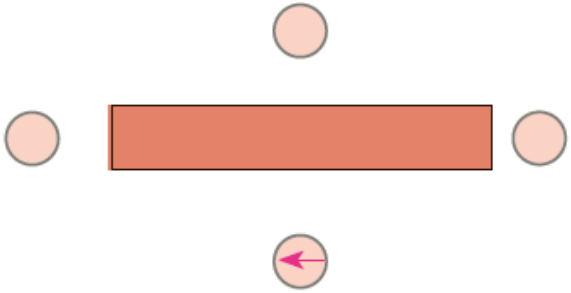
پاسخ:

الف)سمت راست میله قطب Nو سمت چپ میله قطب S است.



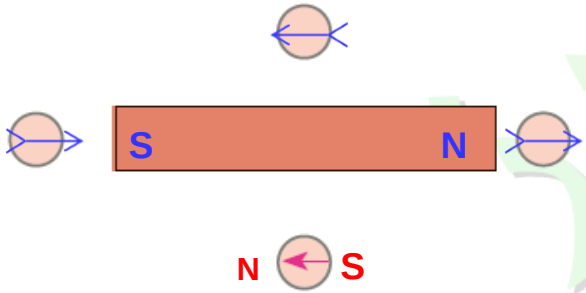
پرسش۳-۳

ا – شکل روبه رو، یک آهنربای میله ای و تعدادی عقربهٔ مغناطیسی را نشان می دهد.(ب)جهت گیری عقربه های مغناطیسی را در دیگر مکان های روی شکل تعیین کنید.



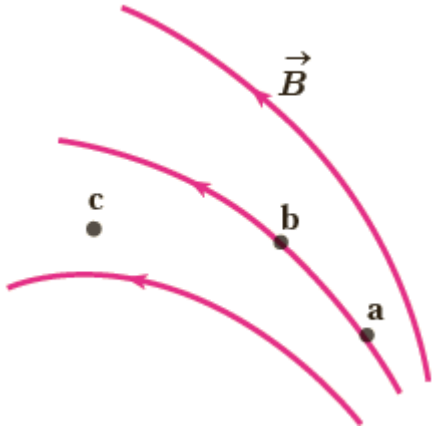
پاسخ:

ب)عقربهٔمغناطیسی همواره مماس برخطوط میدان مغناطیسی اطراف آهن ربا قرارمی گیرد با داشتن قطب ها و رسم خطوط میدان در خارج آهن ربا(از Nبه S)جهت گیری عقربه را تعیین می کنیم

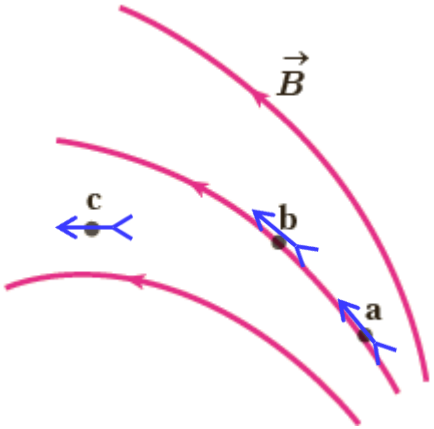


پرسش۳-۳

۲-شکل روبه رو،خط های میدان مغناطیسی درناحیه ای از فضا را نشان می دهد بردارمیدان مغناطیسی را درهریک از نقطه های روی شکل رسم کنید.به اندازه و جهت بردار میدان در هر نقطه توجه کنید.



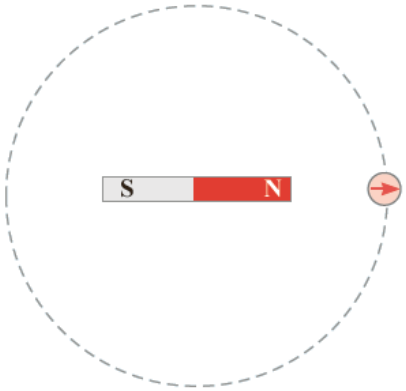
پاسخ:



چون تراکم خطوط میدان مغناطیسی در نقطهٔ a بیشتراز نقطهٔ b است پس: $B_a \rangle B_b \rangle B_c$

فعالیت۳- ۲

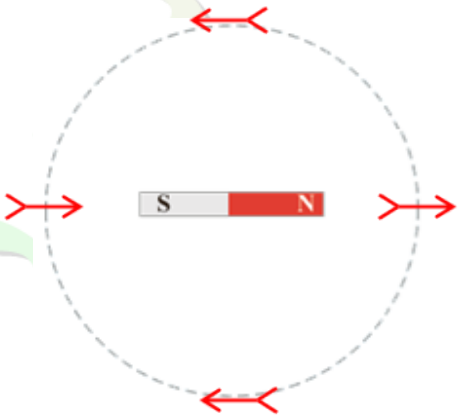
یک آهنربای میله ای را روی سطح افقی میزی قراردهید.یک قطب نما یاعقربهٔ مغناطیسی را مقابل یکی از قطب های آهنربا قرار دهید.روی مسیری دایره ای شکل دور آهنربا،عقربه را به آرامی حرکت دهید(شکل زیر)بررسی کنید پس از یک دور حرکت، عقربه چند درجه می چرخد.



پاسخ:

در هرربع دایره عقربه ۱۸۰درجه می چرخد برای یک حرکت کامل دور دایره،عقربه ۷۲۰ درجه می چرخد

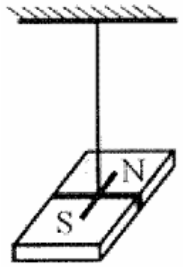
$$۴ \times ۱۸۰^{\circ} = ۷۲۰^{\circ}$$

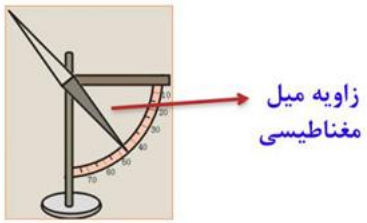


فعالیت۳-۳

وقتی یک سوزن مغناطیسی شده یا یک عقربهٔ مغناطیسی را ازوسط آن آویزان می کنیم در بیشتر نقاط زمین، به طور افقی قرار نمی گیردو امتدادآن با سطح افقی زمین زاویه می سازد. به این زاویه، شیب مغناطیسی گفته می شود.برای یافتن شیب مغناطیسی محلی که در آن زندگی می کنیددرست به وسط یک سوزن مغناطیسی شده یا عقربهٔ مغناطیسی بزرگ،نخی را ببندید وآن را آویزان کنید. پس از تعادل، به کمک نقاله، زاویه ای را اندازه بگیرید که امتدادسوزن یاعقربهٔ مغناطیسی با راستای افق می سازد.عددبه دست آمده،شیب مغناطیسی محل زندگی شماست.چنانچه در آزمایشگاه مدرسه شیب سنج مغناطیسی موجود باشد می توانید از آن نیز استفاده کنید.

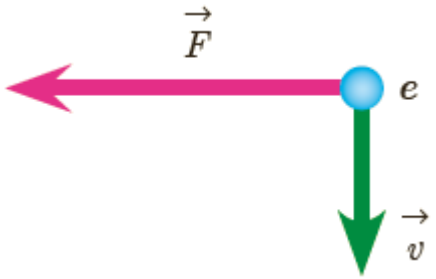
پاسخ:





پرسش۳- ۴

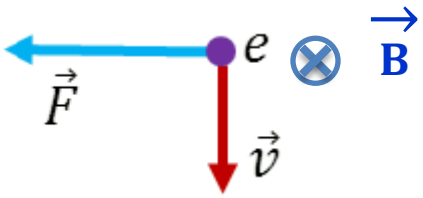
الکترونی عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی در حرکت است. با توجه به شکل، جهت میدان $\vec{B}$ کدام است؟



☐ بالا ☐ راست ☐ درون سو ☐ برون سو

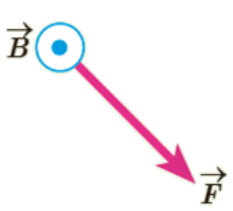
پاسخ:

میدان مغناطیسی درون سو

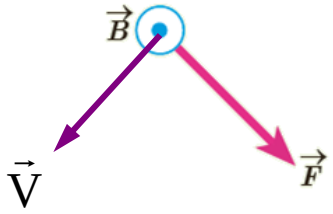


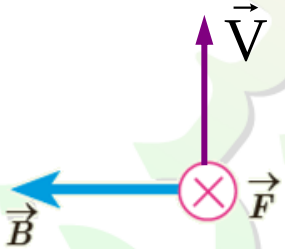
پرسش۳- ۴

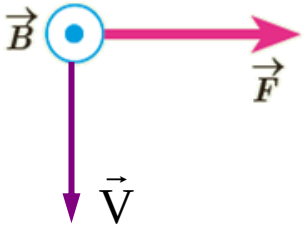
۷-نیروی مغناطیسی F واردبر الکترونی که در میدان مغناطیسی B در حرکت است، در شکل زیر،نشان داده شده است. فرض کنید راستای حرکت الکترون بر میدان مغناطیسی عمود است؛درهریک از حالت های نشان داده شده جهت سرعت الکترون را تعیین کنید.

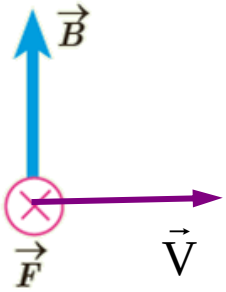


پاسخ:









www.konkur.in

تمرین۳- ۱

۱-برپروتونی که با زاویهٔ $\theta=۳۰^\circ$نسبت به میدان مغناطیسی یکنواختی به اندازهٔ $B=۳۲۰G$ درحرکت است نیرویی به اندازهٔ $F=۵/۱۲\times۱۰^{-۱۴}N$واردمی شود. تندی پروتون چند کیلومتربرثانیه است؟

پاسخ:

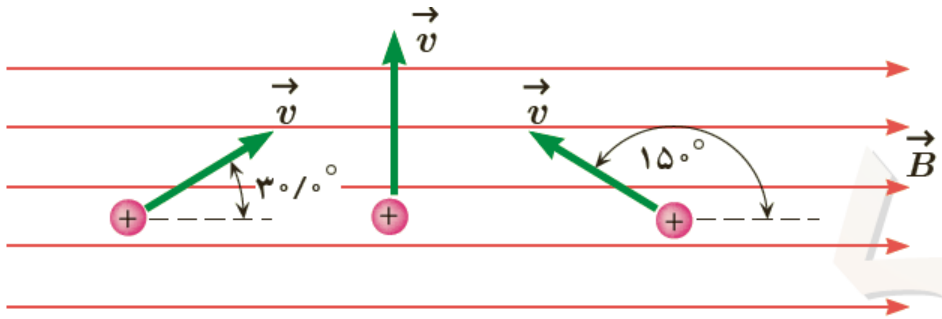
$$|q|=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}c$$
$$\theta=۳۰^\circ$$
$$B=۳۲۰\times۱۰^{-۴}T$$
$$F=۵/۱۲\times۱۰^{-۱۴}N$$
$$V=?$$

$$F=|q|vB\sin\theta$$
$$v=\frac{F}{|q|B\sin\theta}$$
$$v=\frac{۵/۱۲\times۱۰^{-۱۴}}{۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\times۳۲۰\times۱۰^{-۴}\sin۳۰^\circ}$$
$$v=۲\times۱۰^{۷}\frac{m}{s}=۲\times۱۰^{۴}\frac{km}{s}$$

forum.konkur.in

تمرین۳- ۱

۲- سه ذرّه، هر کدام با بار $q = ۶/۱۵\mu C$ وتندی $v = ۴۶ m/s$ درمیدان مغناطیسی یکنواختی به اندازهٔ $B = ./۱۶۵ T$ در حرکت اند(شکل زیر)اندازهٔ نیروی واردبر هر ذرّه را حساب کنید.



پاسخ:

$$\sin(\pi-\theta)=\sin\theta$$

$$\sin(۱۸۰-۳۰)=\sin ۳۰=./۵$$

$$|q| = ۶/۱۵\times۱۰^{-۶}\,c$$

$$V = ۴۶\,\frac{m}{s}$$

$$B = ./۱۶۵ T \qquad F = |q|vB\sin\theta$$

$$F = ?$$

$$\theta_۱ = ۳۰^\circ \rightarrow F_۱ = ۶/۱۵\times۱۰^{-۶}\times۴۶\times./۱۶۵\sin ۳۰^\circ \rightarrow F_۱ \approx ۲/۳۳\times۱۰^{-۵}\,N$$

$$\theta_۲ = ۹۰^\circ \rightarrow F_۲ = ۶/۱۵\times۱۰^{-۶}\times۴۶\times./۱۶۵\sin ۹۰^\circ \rightarrow F_۲ \approx ۴/۶۷\times۱۰^{-۵}\,N$$

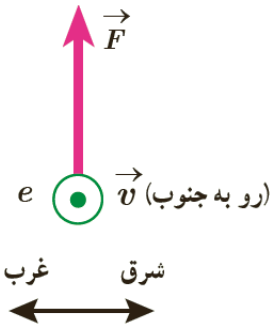
$$\theta_۳ = ۱۵۰^\circ \rightarrow F_۳ = ۶/۱۵\times۱۰^{-۶}\times۴۶\times./۱۶۵\sin(۱۸۰-۳۰^\circ) \rightarrow F_۳ \approx ۲/۳۳\times۱۰^{-۵}\,N$$

تمرین۳- ۱

۳-الکترونی با تندی $۲/۴ \times ۱۰^{۵} m/s$ درون میدان مغناطیسی یکنواختی در حرکت است. اندازهٔنیرویی که از طرف میدان مغناطیسی بر این الکترون وارد می شود، هنگامی بیشینه است که الکترون به سمت جنوب حرکت کند. الف)اگر جهت این نیروی بیشینه، رو به بالا و اندازهٔ آن برابر $۶/۸ \times ۱۰^{-۱۴} N$باشد، اندازه و جهت میدان مغناطیسی را تعیین کنید.

ب)اندازهٔ میدان الکتریکی چقدرباشد تا همین نیرو را ایجاد کند؟

پاسخ:



$$\begin{cases} V = ۲/۴ \times ۱۰^{۵} \frac{m}{s} \\ \sin ۹۰ = ۱ \\ q = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} C \\ F_{MAX} = ۶/۸ \times ۱۰^{-۱۴} N \\ B = ? \\ E = ? \end{cases}$$

$$F = qvB\sin\alpha$$

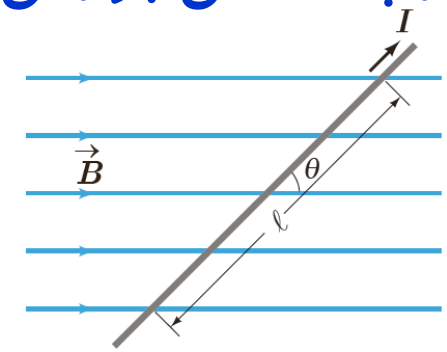
$$B = \frac{F_{MAX}}{qv\sin ۹۰}$$

$$B = \frac{۶/۸ \times ۱۰^{-۱۴}}{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} \times ۲/۴ \times ۱۰^{۵} \times ۱} \Rightarrow B = ۱/۷۷T$$ در جهت غرب

$$F = Eq \Rightarrow E = \frac{F}{q} \Rightarrow E = \frac{۶/۸ \times ۱۰^{-۱۴}}{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}} = ۴/۲۵ \times ۱۰^{۵} \frac{N}{C}$$

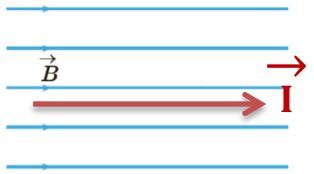
پرسش۳-۵

۱-اگر در شکل ۳-۱۳ سیم حامل جریان در امتداد میدان مغناطیسی قرار گیرد، نیروی مغناطیسی وارد بر آن چقدر خواهد بود؟در چه حالتی بزرگی این نیرو بیشینه می شود؟

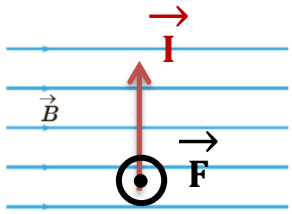


پاسخ:

$$\left.\begin{array}{l} F = BIL\sin\alpha \\ \alpha = ۰^\circ \end{array}\right\} \quad F = BIL \times ۰ = ۰N$$



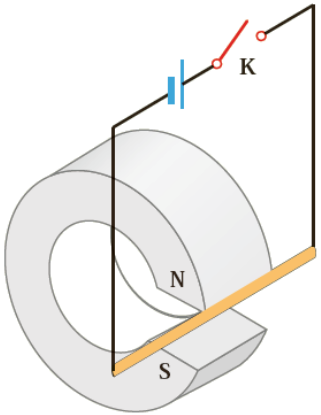
$$\left.\begin{array}{l} \alpha = ۹۰^\circ \\ \sin ۹۰ = ۱ \end{array}\right\} \quad F_{max} = BIL\sin ۹۰ = BIL$$



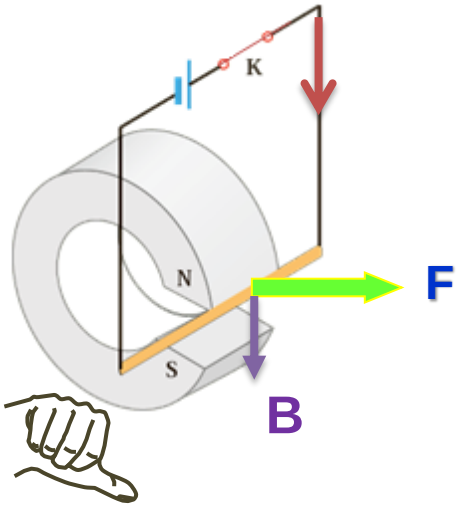
در حالتی که سیم در امتداد میدان مغناطیسی قرار بگیرد نیرو صفر است و در صورتی که عمود به میدان باشد بیشینه می شود

پرسش۳-۵

۲-یک میلهٔرسانا به پایانه های یک باتری وصل شده و مطابق شکل درفضای بین قطب های یک آهنربایCشکل آویزان شده است ومی تواندآزادانه نوسان کند. با بستن کلید K، چه اتفاقی برای میلهٔ رسانا رخ می دهد؟ توضیح دهید.



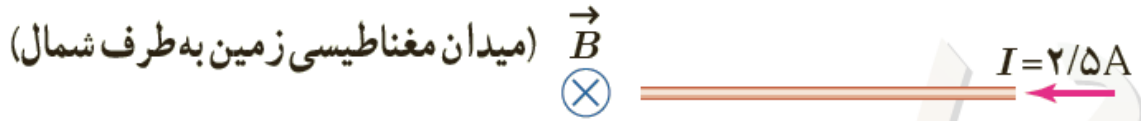
پاسخ:



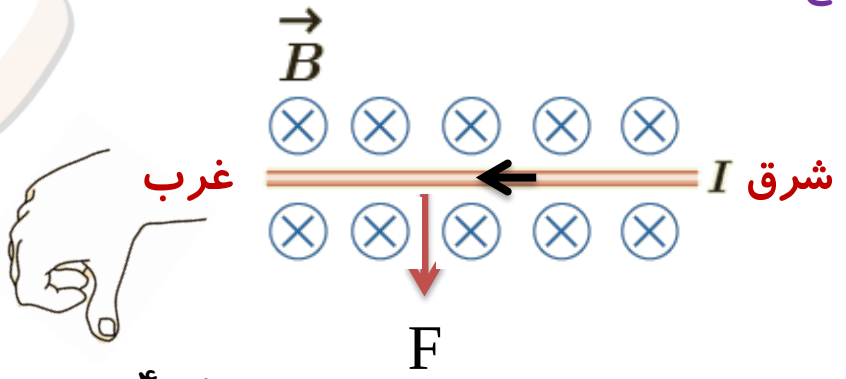
با توجه به جهت جریان در میله و جهت میدان مغناطیسی در فضای بین قطب های آهنربا، از قاعدهٔدست راست جهت نیروی وارد بر میله را پیدا کنیدبا بستن کلیدk میله به ، طرف راست حرکت می کند.

تمرین۳- ۲

۱-سیم مستقیمی به طول ۲/۴ m حامل جریان ۲/۵A از شرق به غرب است. اندازهٔ میدان مغناطیسی زمین درمحل این سیم ۰/۴۵G و جهت آن ازجنوب به شمال است. اندازه و جهت نیروی مغناطیسی وارد بر این سیم را تعیین کنید.



پاسخ:



$$\begin{cases} L = ۲/۴\,m \\ I = ۲/۵\,A \\ B = ۰/۴۵\times ۱۰^{-۴}\,T \\ F = ? \\ \alpha = ۹۰^{\circ} \end{cases}$$

$$F = BIL\sin\alpha$$

$$F = ۲/۴\times ۲/۵\times ۰/۴۵\times ۱۰^{-۴}\sin ۹۰$$

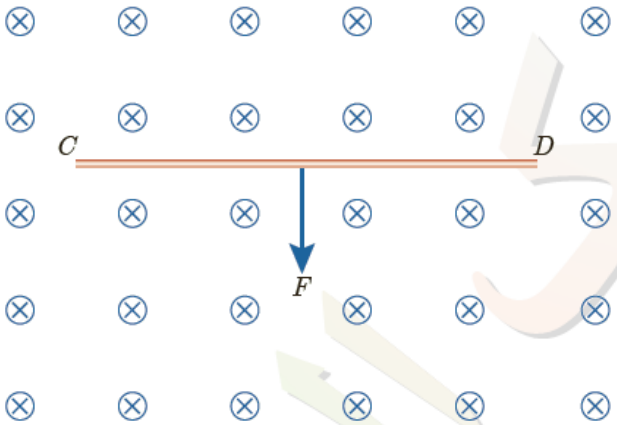
$$F = ۲/۷\times ۱۰^{-۴}\,N$$

www.konkur.in

تمرین۳- ۲

۲-سیم رسانایCDبه طول۲mمطابق شکل زیر عمود برمیدان مغناطیسی درون سو با اندازهٔ T ۰/۵قرار گرفته است؛ اگراندازهٔ نیروی مغناطیسی وارد بر سیم برابر۱N باشد، جهت ومقدار جریان عبوری از سیم را تعیین کنید.

پاسخ:

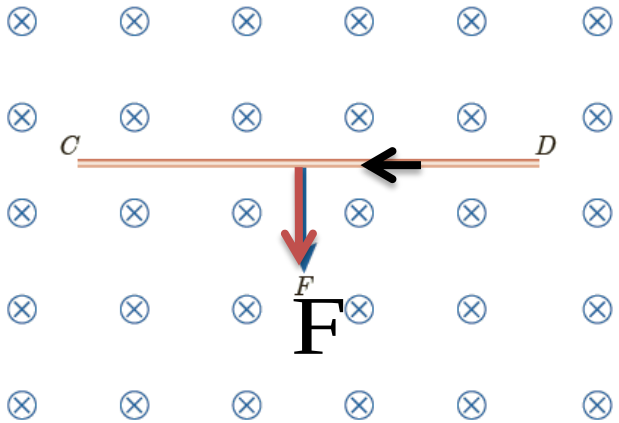


$$\begin{cases} L = ۲m \\ B = ./۵T \\ F = ۱N \\ \alpha = ۹۰^{\circ} \\ I = ? \end{cases}$$

$$۱ = ./۵ \times I \times ۲ \sin ۹۰$$

$$۱ = I \sin ۹۰$$

$$I = ۱A$$



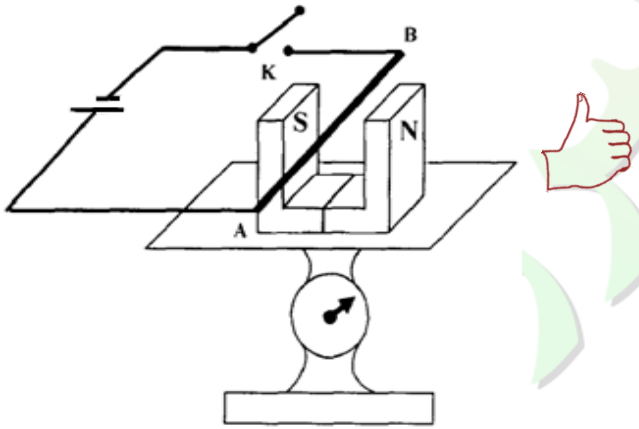
forum.konkur.in

فعالیت۳- ۴

آزمایشی را طراحی کنید که به کمک آن بتوان نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان الکتریکی درون میدان مغناطیسی را اندازه گیری کرد.در صورت لزوم،برای اجرای این آزمایش می توانید ازترازوهای دیجیتال(رقمی)با دقت ۰/۰۱g استفاده کنید.

پاسخ:

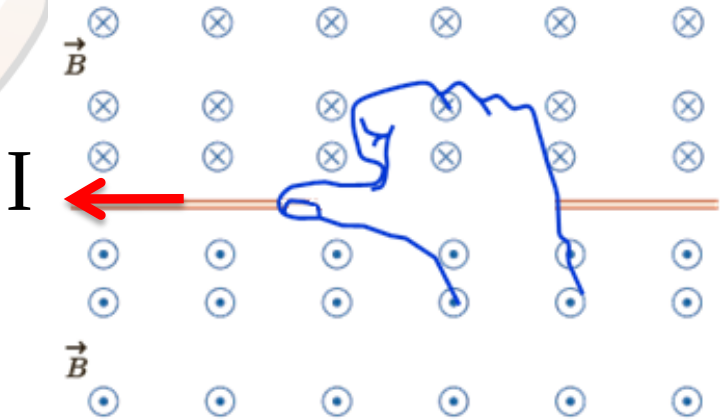
مطابق شکل سیم را در دهانهٔ یک آهنربای نعلی شکل قرار می دهیم عددی که نیروسنج نشان می دهدبرابر وزن آهنرباست. پس از وصل کلید عددی که نیروسنج نشان می دهد تغییرکرده وافزایش می یابد.مقدارتغییر عدد ترازو نشان دهندهٔ نیرویی است که میدان و سیم به هم وارد می کنند.



پرسش۳- ۶

شکل روبه رو، جهت میدان مغناطیسی در اطراف یک سیم افقی و مستقیم حامل جریان را نشان می دهد. در ناحیهٔبالای سیم، جهت میدان مغناطیسی درون سو و در ناحیهٔ پایین آن برون سو است. جهت جریان را در سیم تعیین کنید.

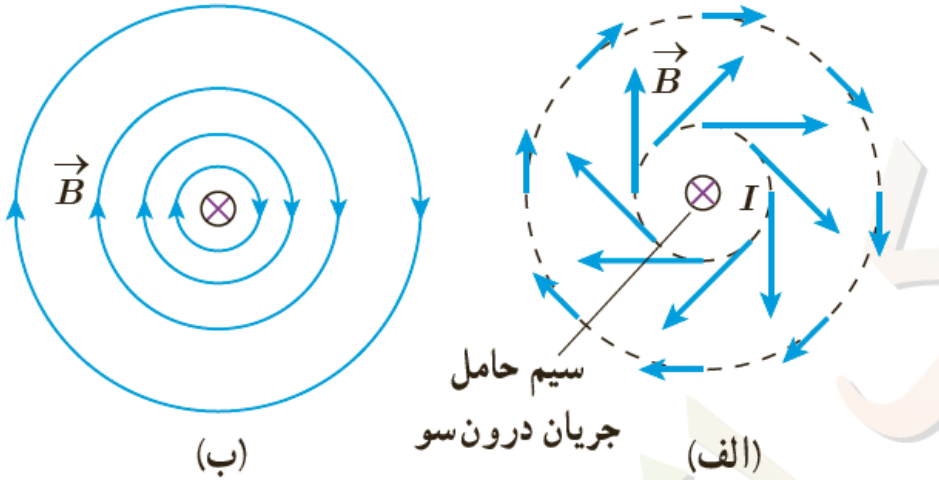
پاسخ:



جهت جریان با توجه به قاعده دست راست به سمت چپ می باشد

پرسش۳-۷

۱-دریافت خود را از شکل های الف وب بیان کنید.دربیان خود،به چگونگی تغییر جهت و اندازهٔ میدان $\vec{B}$ در اطراف سیم حامل جریان اشاره کنید.



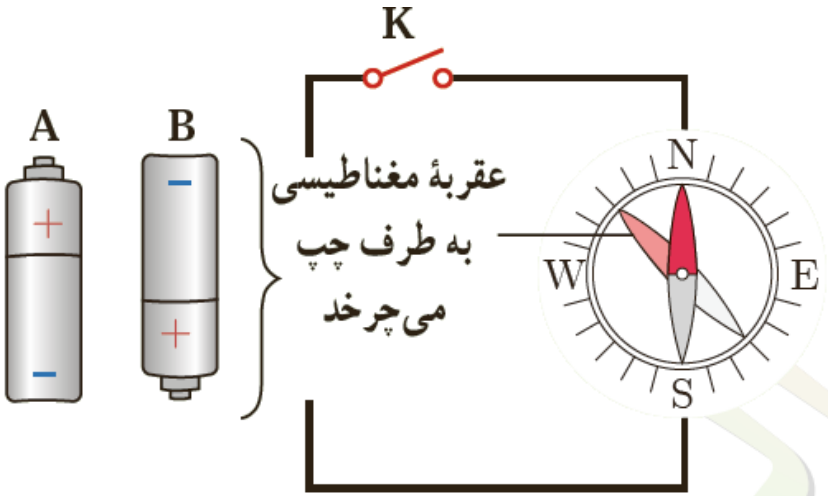
پاسخ:

الف)بردار میدان مغناطیسی درهرنقطه مماس وهم جهت با خط میدان درآن نقطه است درفاصله های مساوی از سیم اندازه میدان یکسان است . وبادور شدن ازسیم اندازه میدان مغناطیسی حاصل از سیم حامل جریان کاهش یافته است

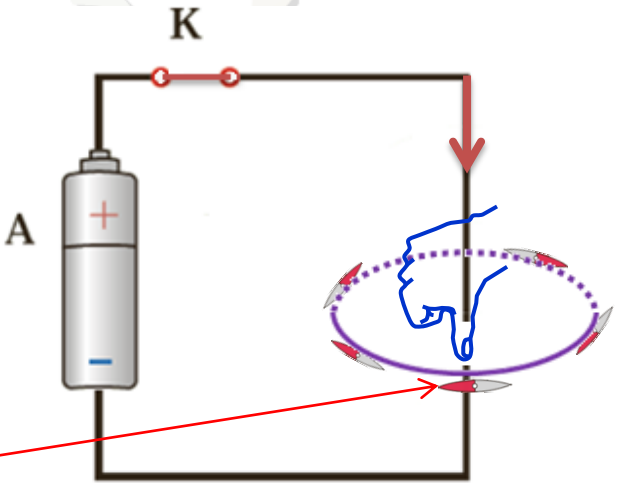
ب)جهت میدان مغناطیسی طبق قانون دست راست مشخص می شود.میدان مغناطیسی دراطراف سیم بصورت دایره های متحد المرکز است ودر نزدیک سیم خطوط میدان بهم نزدیکتر و میدان قویتر است و بالعکس

پرسش۳-۷

۲-کدام باتری را درمدار شکل زیرقراردهیم تا پس ازبستن کلیدK، عقربه قطب نما که روی سیم قرار دارد، در خلاف جهت حرکت عقربه های ساعت شروع به چرخش کند؟ دلیل انتخاب خود را توضیح دهید.



پاسخ:

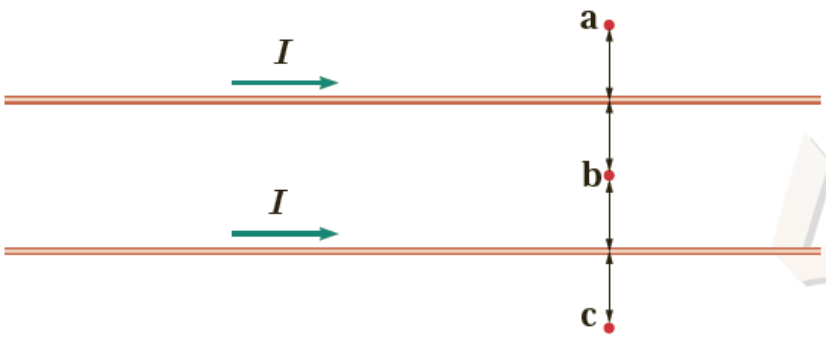


عقربهٔ روی سیم قراردارد

با توجه به جهت قراردادی جریان باتری A باید درمدار قرار گیرد تا عقربهٔ مغناطیسی روی سیم به طرف چپ بچرخد.

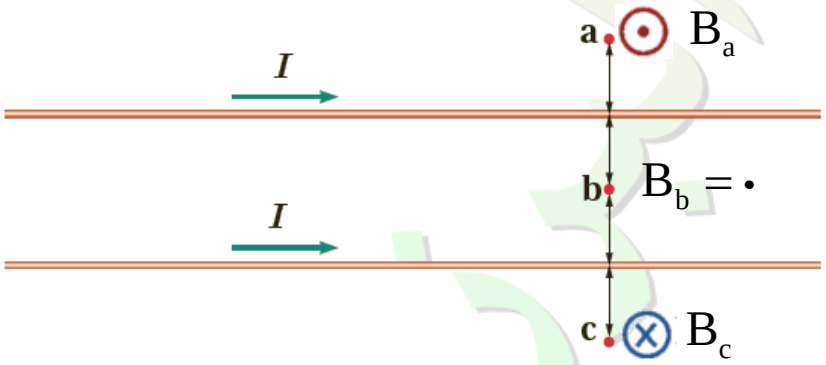
پرسش۳-۷

۳-جهت میدان مغناطیسی برایند(خالص)را ناشی از سیم های موازی و بلند حامل جریان را درهر یک از نقطه های b، a و c پیدا کنید. نقطهٔ bدر فاصلهٔ مساوی از دو سیم قرار دارد.



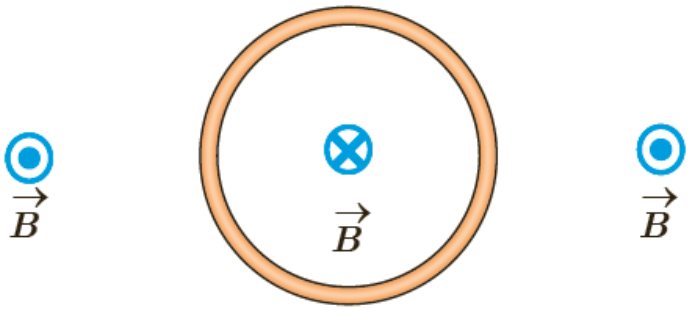
پاسخ:

میدان مغناطیسی برآیندرنقطه های a،bوcبه ترتیب برون سو،صفرودرن سو می باشد.



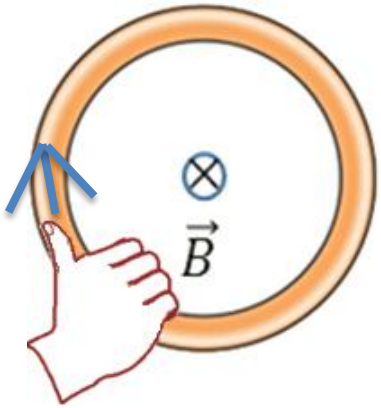
پرسش۳- ۸

شکل روبه رو،یک حلقهٔحامل جریان را نشان می دهدکه جهت خط های میدان مغناطیسی درون وبیرون آن نشان داده شده است.جهت جریان را دراین حلقه تعیین کنید.



پاسخ:

جهت جریان ساعتگرد



www.konkur.in

تمرین۳- ۳

سیملوله ای آرمانی به طول ۴۰cm چنان طراحی شده است که جریان بیشینه ای به شدّت ۱/۲A می تواند از آن بگذرد. با عبور این جریان از سیملوله، اندازهٔ میدان مغناطیسی درون آن و دور از لبه ها ۲۷۰G می شود. تعداد دورهای سیملوله چقدر باید باشد؟

پاسخ:

$$\begin{cases} L = ./۴m \\ I = ۱/۲A \\ B = ۲۷۰\times ۱۰^{-۴}T \\ N = ۲۰۰۰ \end{cases}$$

$$B = \mu_{.}\frac{N}{L}I \quad ?$$

$$N = \frac{BL}{\mu_{.}I}$$

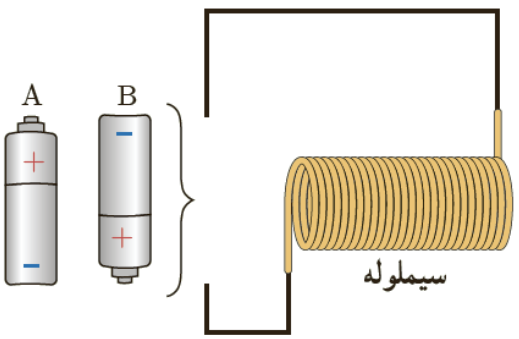
$$N = \frac{۲۷۰\times ۱۰^{-۴}\times ./۴}{۴\times ۳/۱۴\times ۱۰^{-۷}\times ۱/۲}$$

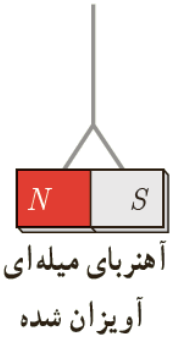
$$N \approx ۷۱۶۵$$

forum.konkur.in

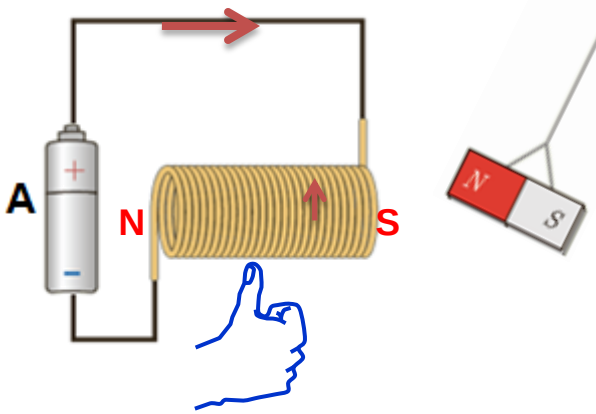
پرسش۳- ۹

کدام باتری را درمدارشکل زیر قرار دهیم تا آهنربای میله ای آویزان شده به طرف سیملوله جذب شود؟ دلیل انتخاب خود را توضیح دهید.





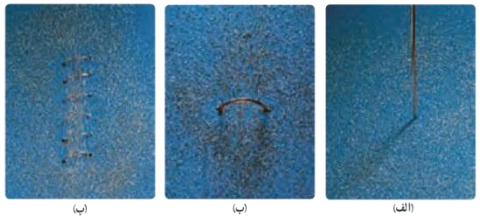
پاسخ:



برای جذب شدن آهن ربا به سمت سیملوله باید قطب نزدیک سیملوله S باشدباتوجه به قاعده دست راست جریان از بالا باید وارد سیملوله شده وازپایین خارج شود که این جریان را باتری A می تواند ایجاد کند.

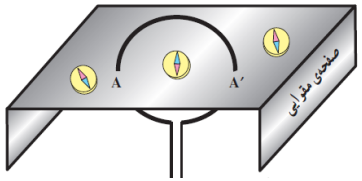
فعالیت۳-۵

آزمایشی را طراحی و اجرا کنیدکه به کمک آن بتوان با استفاده از برادهٔآهن، طرح خط های میدان مغناطیسی را در اطراف یک سیم بلند(شکل الف)، یک حلقهٔ دایره ای (شکل ب) و یک سیملولهٔ حامل جریان(شکل پ) ایجاد کرد.

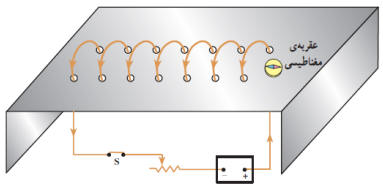


پاسخ:

تعدادی عقربه مغناطیسی(یا براده های آهن) در اطراف سیم راست حامل جریان الکتریکی قرار دهیم،ملاحظه می شود عقربه مغناطیسی(یا براده های آهن) دراطراف سیم،روی مسیرهای دایره ای جهت گیری می کنند.



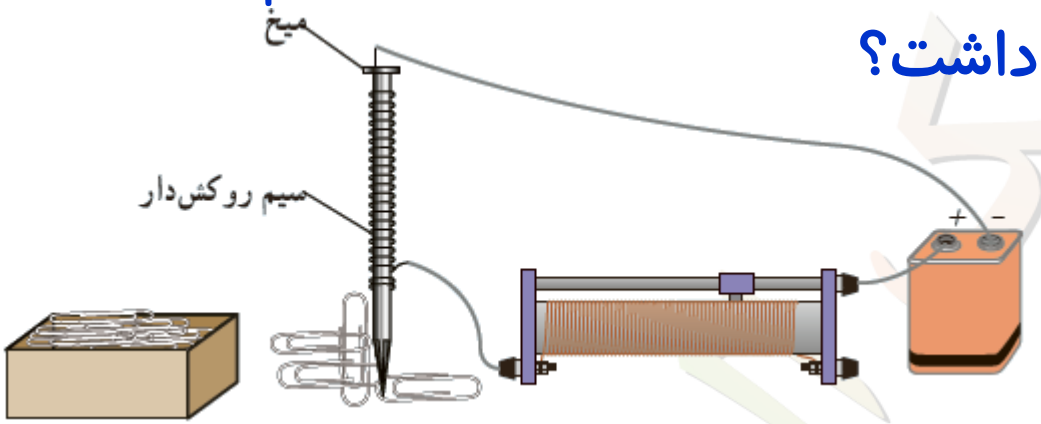
یک مقوا را ازوسط حلقهٔدایره ای حامل جریان عبور می دهیم سپس تعدادی عقربه مغناطیسی مطابق شکل دراطراف حلقهٔقرار می دهیم،می بینیم جهت عقربه درداخل وخارج حلقهٔ مخالف هم خواهند بود



در داخل سیم لوله براده ای آهن هم ردیف شده و خطوط موازی تشکیل داده اند که نشان دهنده میدان یکنواخت در درون سیم لوله دور از لبه هااست و تجمع براده ها در داخل سیم لوله بیشتر از خارج آن است که نشان دهنده میدان مغناطیسی قوی در داخل سیملوله است

فعالیت۳- ۶

قسمتی از سیم نازک روکش داری را دورمیخ آهنی نسبتاً بلندی بپیچیدومداری مطابق شکل تشکیل دهید. با تغییر مقاومت رئوستا، جریان عبوری از مدار را تغییر دهید. الف)بررسی کنید برای جریان های متفاوت،آهنربای الکتریکی چه تعداد گیره فلزی رامی تواند بلند کند. ب) اگر تعداد دورهای سیم دوبرابر شود، نتیجهٔ کار چه تفاوتی خواهد داشت؟



پاسخ:

الف)اگر جریان عبوری از سیملوله زیاد باشد ،چون میدان مغناطیسی ایجاد شده درمیخ آهنی افزایش می یابد، درنتیجه تعدادگیره های بیشتری جذب می کند.وبا کاهش جریان نیز میدان مغناطیسی کاهش یافته وگیره های کمتری جذب می کند

ب)چون میدان مغناطیسی با تعداد دورها متناسب است پس با افزایش تعداد دورها ، میدان مغناطیسی نیز افزایش یافته و تعداد گیره های بیشتری جذب خواهد کرد.

فعالیت۳- ۷

یک لولهٔ آزمایش را تا نزدیکی لبهٔ آن از الکل طبی(اتانول ۹۶ درجه)پر کنید. درلوله را ببندید و آن را به طور افقی قرار دهید. مطابق شکل، یک آهنربای نئودیمیم را بالای حباب هوای درون لوله بگیرد و به آرامی آهنربا را حرکت دهید. دلیل آنچه را مشاهده می کنید در گروه خود به گفت وگو بگذارید.

پاسخ:

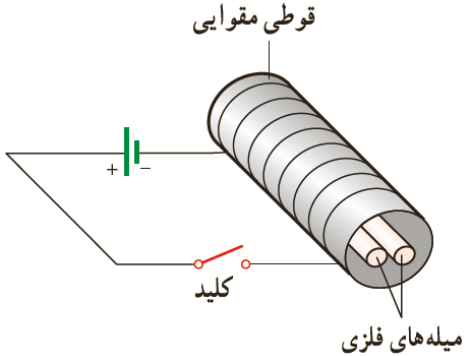
در این آزمایش الکل دیامغناطیس توسط آهن ربا رانده می شود و این رانده شدن سبب جذب حباب درون الکل به آهن ربا خواهد شد .

پرسش۳- ۱۰

دو میلهٔ فلزی بلند مطابق شکل روبه رو درون سیملوله ای که دور یک قوطی مقوایی پیچیده شده است قرار دارند.با بستن کلیدوعبور جریان از این سیملوله،مشاهده می شودکه دو میله از یکدیگردور می شوند. وقتی کلید باز وجریان در مدار قطع می شود، میله ها به محل اولیه باز می گردند.

الف) چرا با عبور جریان از پیچه، میله ها از یکدیگر دور می شوند؟

ب)با دلیل توضیح دهید میله های فلزی از نظر مغناطیسی در کدام دسته قرار می گیرند.



پاسخ:

الف)براثرعبور جریان ازسیملوله،میدان مغناطیسی درون پیچه، سبب مغناطیسی شدن میله ها ودرنتیجه دور شدن آنها از هم می شود. ب)چون پس از بستن کلید میله ها از هم دور شده اند،بایدازجنس فرومغناطیس نرم باشند. توجه کنید پس از باز کردن کلید، دوباره میله ها به محل اولیه برمی گردند و این نشان می دهد که پس از باز کردن کلیدمیله ها خاصیت مغناطیسی را در خود نگه نمی دارند و از جنس فرومغناطیس نرم هستند.

تمرین ۳-۴

الف)حلقه ای به مساحت $۲۵cm^۲$درون میدان مغناطیسی یکنواخت درون سویی به اندازهٔ $۰/۰۳T$ قراردارد(شکل الف)شارمغناطیسی عبوری از حلقه را به دست آورید.ب)اگر مطابق شکل ب وبدون تغییر $\vec{B}$،مساحت سطح حلقه رابه $۱۰cm^۲$برسانیم، شار مغناطیسی عبوری ازحلقه رادراین وضعیت به دست آورید.پ)اگراین تغییرشاردربازهٔزمانی$\Delta t = ./۲s$ رخ داده باشد، آهنگ تغییر شار $(\Delta\Phi/\Delta t)$ را پیدا کنید.

پاسخ:

$A_۱ = ۲۵\times۱۰^{-۴}\,m^۲$

$B = ./۰۳T \qquad \phi = BA\cos\theta$

$\theta = ۰^\circ$

الف

$\phi_۱ = ? \rightarrow \phi_۱ = ./۰۳\times۲۵\times۱۰^{-۴}\times\cos۰^\circ \rightarrow \phi_۱ = ۷/۵\times۱۰^{-۵}\,wb$

$A_۲ = ۱۰\times۱۰^{-۴}\,m^۲$

ب

$\phi_۲ = ? \rightarrow \phi_۲ = ./۰۳\times۱۰\times۱۰^{-۴}\times\cos۰^\circ \rightarrow \phi_۲ = ۳\times۱۰^{-۵}\,wb$

$\Delta t = ./۲s$

پ

$\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = ? \rightarrow \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = \frac{۳\times۱۰^{-۵} - ۷/۵\times۱۰^{-۵}}{./۲} \rightarrow \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -۲۲/۵\times۱۰^{-۵}\,\frac{wb}{s}$

پرسش۳-۱۱

کدام یک از یکاهای زیر معادل یکای وبر بر ثانیه(Wb/s) است؟

V/A □ V □ A □ Ω □

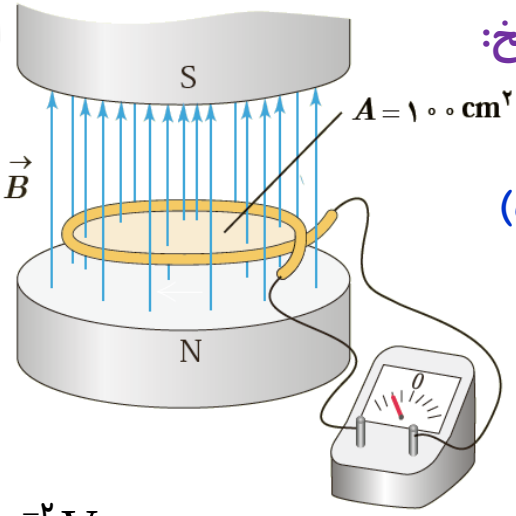
پاسخ:

ولت V

تمرین ۳-۵

۱-میدان مغناطیسی بین قطب های آهنربای الکتریکی شکل روبه روکه برسطح حلقه عمود است با زمان تغییر می کند و در مدت ۰/۴۵s از ۰/۲۸T ، رو به بالا،به ۰/۱۷T ، رو به پایین می رسد. در این مدت،الف)نیروی محرکهٔ القایی متوسط در حلقه را به دست آورید.ب)اگر مقاومت حلقه ۱۰ Ω باشد، جریان القایی متوسط در حلقه را پیدا کنید.

پاسخ:



الف)

$N = ۱$

$\theta = ۰^\circ$

$\Delta t = ./۴۵s$

$B_۱ = ./۲۸T$

$B_۲ = -./۱۷T$

$A_۱ = ۱۰۰ \times ۱۰^{-۴}\ m^۲$

$\bar{\varepsilon} = ?$

$R = ۱۰\Omega$

$\bar{I} = ?$

$$\Delta B = B_۲ - B_۱ = -./۱۷ - ./۲۸ = -./۴۵T$$

$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\phi}{\Delta t} \xrightarrow{B\text{متغییر}} \bar{\varepsilon} = -NA\frac{\Delta B}{\Delta t}\cos\theta$$

$$\bar{\varepsilon} = -۱ \times ۱۰^{-۲} \times \frac{-./۴۵}{./۴۵} \times \cos ۰^\circ \rightarrow \bar{\varepsilon} = ۱۰^{-۲}\ V$$

ب)

$$\bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} \rightarrow \bar{I} = \frac{۱۰^{-۲}}{۱۰} \rightarrow \bar{I} = ۱۰^{-۳}\ A = ۱mA$$

تمرین ۳-۵

۲-مساحت هرحلقهٔ پیچه ای $۳۰\,cm^۲$وپیچه متشکل از ۱۰۰۰ حلقه است. در ابتدا سطح پیچه ها بر میدان مغناطیسی زمین عمود است. اگردر مدت $۰/۰۲\,s$ پیچه بچرخدوسطح حلقه ها موازی میدان مغناطیسی زمین شود،نیروی محرکهٔ متوسط القایی در آن چقدر است؟ اندازهٔ میدان زمین را $۰/۵\,G$ درنظر بگیرید.

پاسخ:

$$A = ۳۰\times۱۰^{-۴}\,m^۲$$
$$N = ۱۰۰۰$$
$$\alpha_۱ = ۹۰^\circ \rightarrow \theta_۱ = ۰^\circ$$
$$B = ./۵\times۱۰^{-۴}\,T$$
$$\Delta t = ./۰۲\,s$$
$$\alpha_۲ = ۰^\circ \rightarrow \theta_۲ = ۹۰^\circ$$
$$\bar{\varepsilon} = ?$$

$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\phi}{\Delta t} \xrightarrow{\theta\text{متغییر}} \bar{\varepsilon} = -NAB\frac{(\cos\theta_۲ - \cos\theta_۱)}{\Delta t}$$

$$\bar{\varepsilon} = -۱۰۰۰\times۳۰\times۱۰^{-۴}\times./۵\times۱۰^{-۴}\times\frac{(\cos۹۰^\circ - \cos۰^\circ)}{./۰۲}$$

$$\bar{\varepsilon} = -۱۵\times۱۰^{-۵}\times\frac{(۰-۱)}{./۰۲} \rightarrow \bar{\varepsilon} = ۷/۵\times۱۰^{-۳}\,v$$

پرسش۳-۱۲

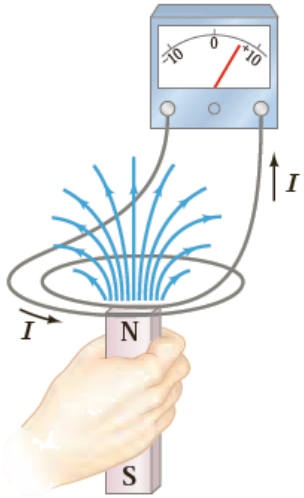
تندی سنج دوچرخه های مسابقه ای شامل یک آهنربای کوچک و یک پیچه است.آهنربا به یکی از پره های چرخ جلو و پیچه به دو شاخ فرمان متصل است(شکل زیر)دو سر پیچه با سیم های رسانا به نمایشگر تندی سنج(که در واقع نوعی رایانهٔ کوچک است) وصل شده است. به نظر شما تندی سنج دوچرخه چگونه کار می کند؟ این موضوع را در گروه خود به گفت و گو بگذارید و نتیجه را به کلاس درس ارائه دهید

پاسخ:

عبورآهنربا ازجلوی پیچهٔمتصل به دوشاخ جلوی دوچرخه،سبب تغییرشارمغناطیسی عبوری ازپیچه ودرنتیجه القای جریان می شود.این جریان توسط یک رایانهٔکوچک خوانده می شود وباتوجه به تعدادمرتبه ای که این جریان القایی دریک زمان مشخص(مثلاً یک دقیقه)توسط رایانه ثبت می شود و همچنین با توجه به قطر چرخ که در رایانه وجود دارد، سرعت سنج دوچرخه کار می کند.

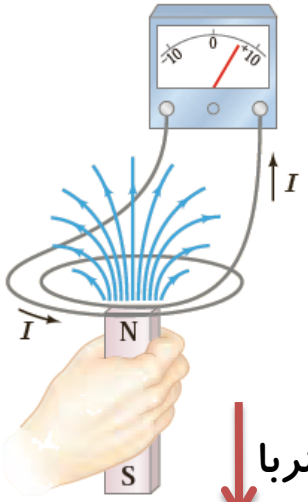
پرسش۳-۱۳

۱-با توجه به جهت جریان القایی در مدار شکل الف،توضیح دهید که آیا آهنربا رو به بالا حرکت می کند یا رو به پایین.



(الف)

پاسخ:



(الف)

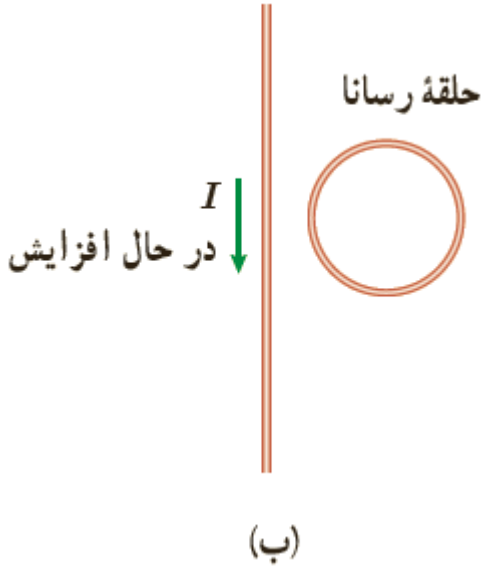
حرکت آهنربا

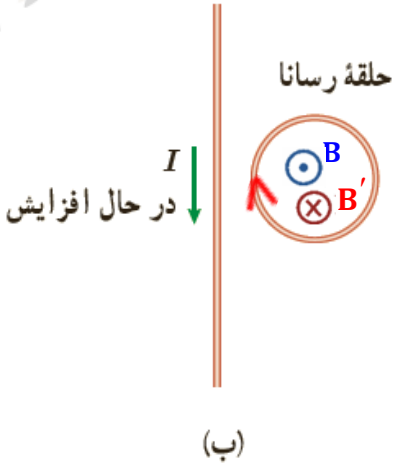
درشکل (الف) آهنربا رو به پایین حرکت می کند و در شکل(ب) جهت جریان القایی را در حلقهٔ ساعتگرد است.

پرسش۳-۱۳

۲-شکل ب سیم بلند ومستقیمی را نشان می دهد که جریان عبوری از آن در حال افزایش است. جهت جریان القایی رادرحلقهٔ رسانای مجاور سیم تعیین کنید.

پاسخ:

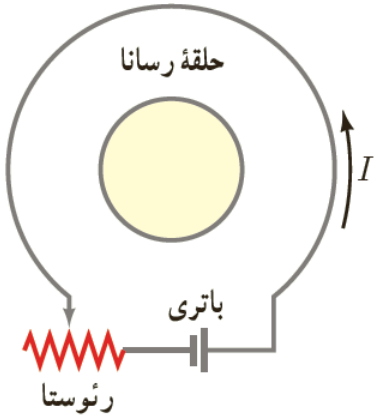




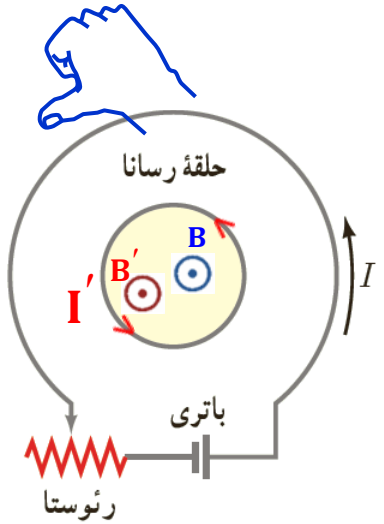
درشکل (الف) آهنربا رو به پایین حرکت می کند و در شکل(ب) جهت جریان القایی را در حلقهٔ ساعتگرد است.

پرسش۳-۱۳

۳-اگر درمدار شکل زیرمقاومت رئوستا افزایش یابد،جریان القایی در حلقهٔ رسانای داخلی در چه جهتی ایجادمی شود؟



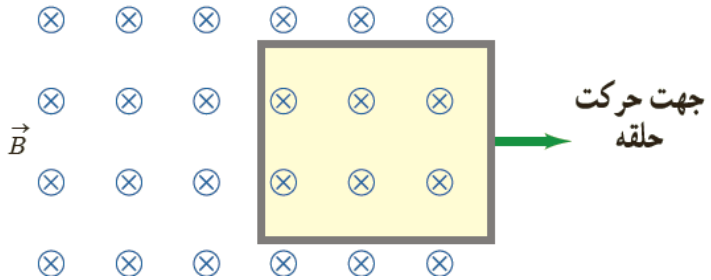
پاسخ:



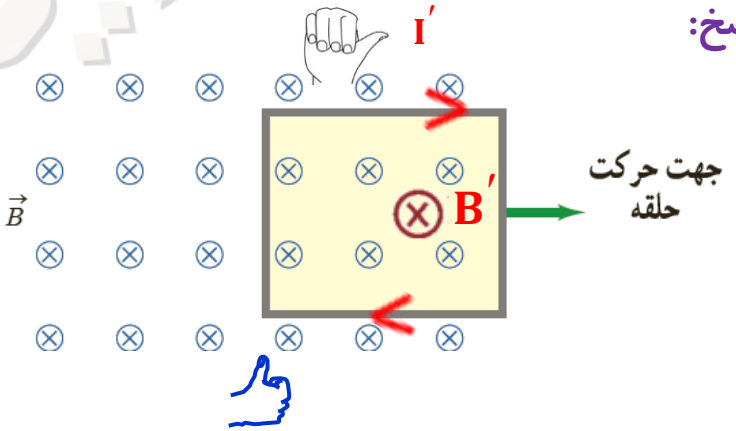
با افزایش مقاومت رئوستا، جریان عبوری از مدارکاهش می یابدودر نتیجه شار عبوری از حلقهٔ رسانا نیز کاهش می یابد. با توجه به جهت جریان و میدان مغناطیسی ناشی از مدار، جریان القایی در جهت پادساعتگرد در حلقهٔ رسانا به وجود می آید.

پرسش۳-۱۳

۴-حلقهٔ رسانای مستطیل شکلی را مطابق شکل زیر به طرف راست می کشیم و ازمیدان مغناطیسی درون سویی خارج می کنیم.جهت جریان القایی در حلقه در چه جهتی است؟



پاسخ:



با خروج قاب میدان مغناطیسی وشار عبوری ازآن کاهش می یابد وطبق قانون لنز برای مخالفت با تغییرشار، B' القا شده در مرکز قاب هم جهت با B و جریان القایی ساعتگرد است.

تمرین۳-۶

معادلهٔ جریان زمان یک مولد جریان متناوب برحسب یکاهای SIبه صورت $I=(۴\times۱۰^{-۳})\sin۲۵۰\pi t$ است.الف) جریان در دو لحظهٔ $t_۱=۲ms$ و $t_۲=۸ms$ چقدراست؟

پاسخ:

الف)

$$\left.\begin{aligned} I &= ۴\times۱۰^{-۳}\sin۲۵۰\pi t \\ t &= ۲\times۱۰^{-۳}s \end{aligned}\right\} I = ۴\times۱۰^{-۳}\sin۲۵۰\pi\times۲\times۱۰^{-۳}=۴\times۱۰^{-۳}\sin\frac{\pi}{۲}=۴\times۱۰^{-۳}A$$

$$\left.\begin{aligned} I &= ۴\times۱۰^{-۳}\sin۲۵۰\pi t \\ t &= ۸\times۱۰^{-۳}s \end{aligned}\right\} I = ۴\times۱۰^{-۳}\sin۲۵۰\pi\times۸\times۱۰^{-۳}=۴\times۱۰^{-۳}\sin۲\pi=۰$$

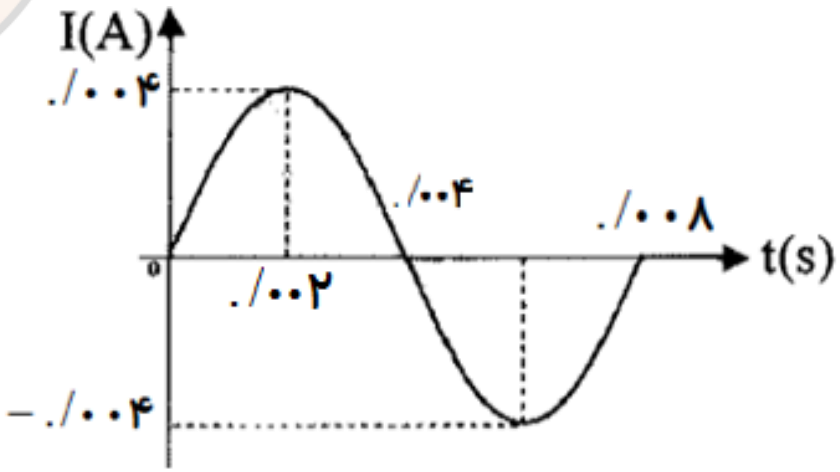
تمرین۳-۶

معادلهٔ جریان زمان یک مولد جریان متناوب برحسب یکاهای SIبه صورت $I=(۴\times۱۰^{-۳})\sin۲۵۰\pi t$ است. ب)دورهٔ تناوب جریان را به دست آورید و نمودار جریان زمان را در یک دورهٔ کامل رسم کنید.

پاسخ:

$$I = ۴\times۱۰^{-۳}\sin۲۵۰\pi t$$

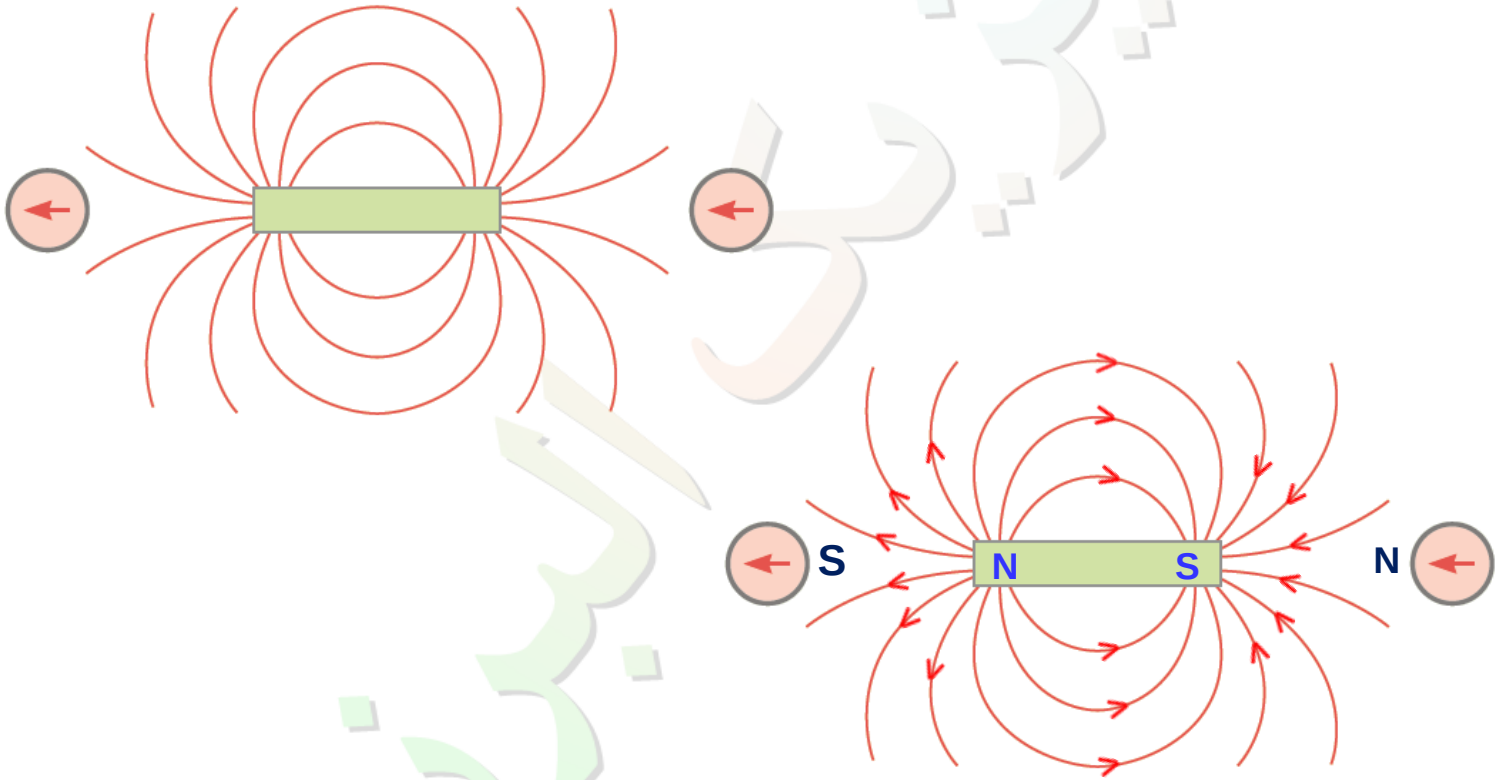
$$۲۵۰\pi = \frac{۲\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{۲\pi}{۲۵۰\pi} = ./۰۰۸s$$



پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۱-با توجه به جهت گیری عقربه های مغناطیسی در شکل زیر،قطب های آهنربای میله ای و جهت خط های میدان مغناطیسی را تعیین کنید

پاسخ:



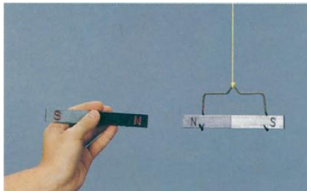
پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۲-الف)آهنربای میله ای با قطب های نامشخص دراختیارداریم.دست کم دو روش را برای تعیین قطب های این آهنربا بیان کنید.

پاسخ:

۱-با نخ آویزان کردن

آهن ربا رابانخ آویزان می کنیم پس از چند نوسان درامتداد شمال و جنوب جغرافیایی می ایستد قطبی که طرف شمال رانشان می دهد **N** و طرف دیگر **S** است.



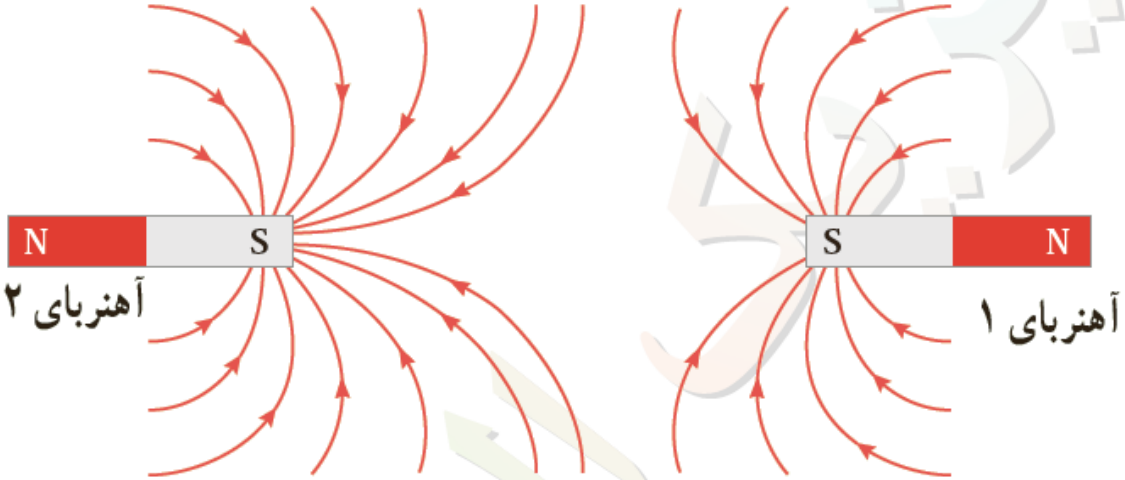
۲-استفاده از یک آهن ربای باقطب معلوم

آهنربایی که قطب های مشخص دارد به آن نزدیک و از روی تاثیر قطب های N و S بر یکدیگر قطب های آهن ربا مشخص می شود.

پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۲-ب)خط های میدان مغناطیسی بین دو آهنربا در شکل زیرنشان داده شده است. اندازهٔ میدان مغناطیسی را در نزدیکی قطب های آهنرباها با هم مقایسه کنید.

پاسخ:

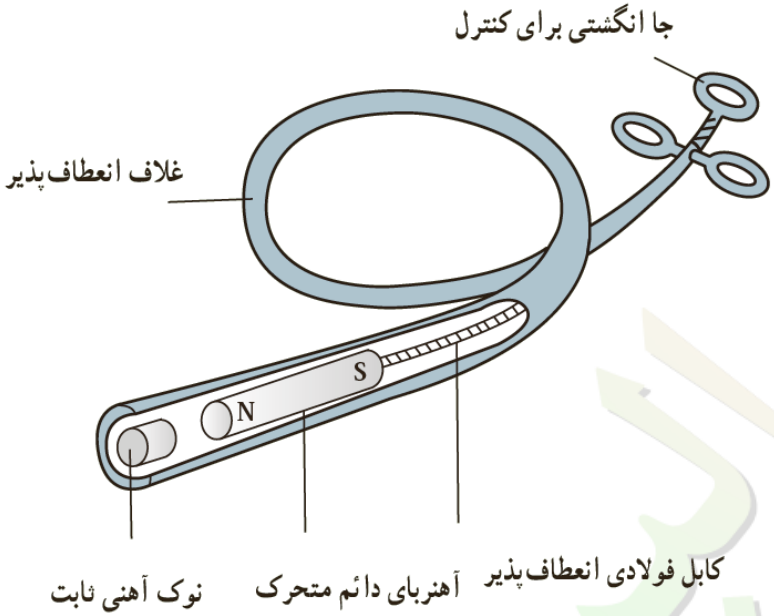


چون تعدادخطوط و تراکم خطوط میدان مغناطیسی اطراف آهن ربای ۲بیشترازتراکم خطوط میدان آهن ربای ۱ است پس $B_2 \rangle B_1$ است

پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۳-کودکی یک قطعهٔ کوچک آهنی را بلعیده است.پزشک می خواهد آن را با دستگاه شکل زیر بیرون بیاورد.

الف)هنگامی که آهنربای دائمی به نوک ثابت آهنی نزدیک می شود چه اتفاقی می افتد؟



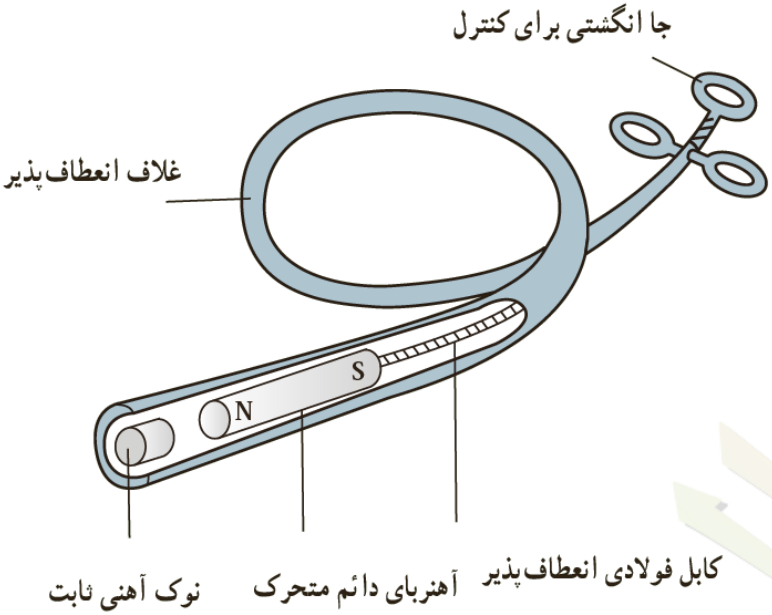
پاسخ:

الف) در اثر القای مغناطیسی ،نوک ثابت آهنی ،آهن ربا می شود

پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۳-کودکی یک قطعهٔ کوچک آهنی را بلعیده است.پزشک می خواهد آن را با دستگاه شکل زیر بیرون بیاورد.

ب)ساختن نوک ثابت آهن چه مزیتی دارد؟

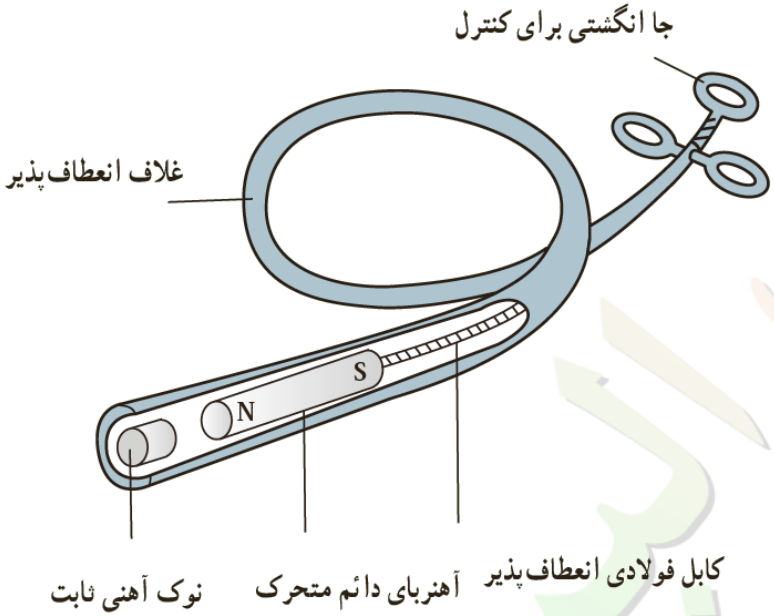


پاسخ:

ب)نوک ثابت ازجنس آهنی،بانزدیک کردن آهن ربای دائمی به آن سریعاًخاصیت مغناطیسی پیدا می کند وبا دور کردن آهن ربای دائمی خاصیت آهن ربایی خود را به سرعت از دست می دهد.

پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۳-کودکی یک قطعهٔ کوچک آهنی را بلعیده است.پزشک می خواهد آن را با دستگاه شکل زیر بیرون بیاورد. پ)این وسیله را باید به درون گلوی کودک وارد و به سوی فلزبلعیده شده هدایت کرد؛چرا غلاف باید انعطاف پذیر باشد؟

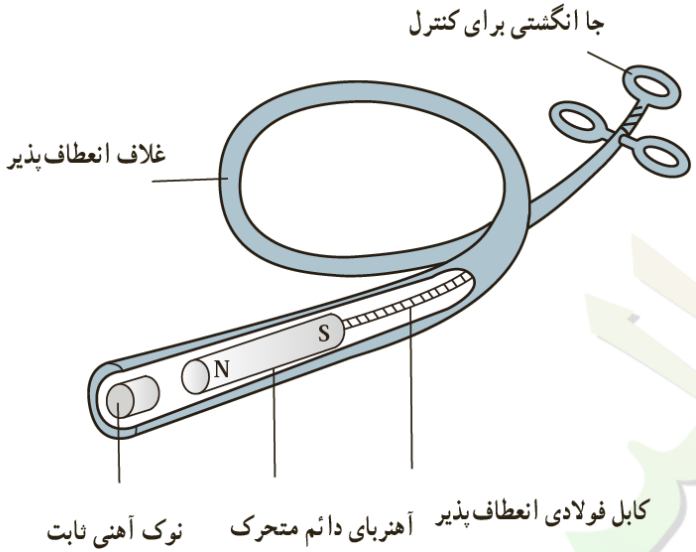


پاسخ:

پ)چون مجرای گوارشی انحنا دارد،این غلاف باید بتواند بدون آسیب به این مجرا وارد آن شود،درنتیجه باید انعطاف پذیر باشد.

پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۳-کودکی یک قطعهٔ کوچک آهنی را بلعیده است.پزشک می خواهد آن را با دستگاه شکل زیر بیرون بیاورد.ت)پزشک می خواهدیک گیرهٔ آهنی کاغذ و یک واشر آلومینیومی را از گلوی کودک بیرون بیاورد؛ کدام یک رامی توان بیرون آورد؟ چرا؟

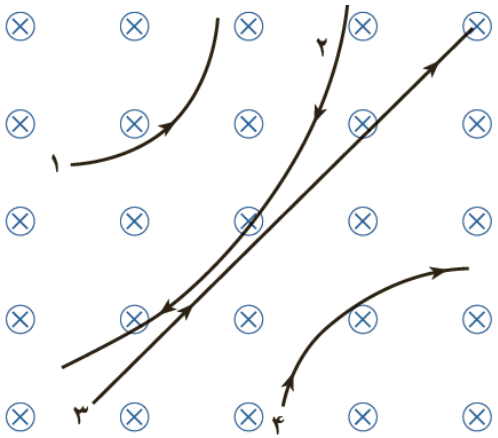


پاسخ:

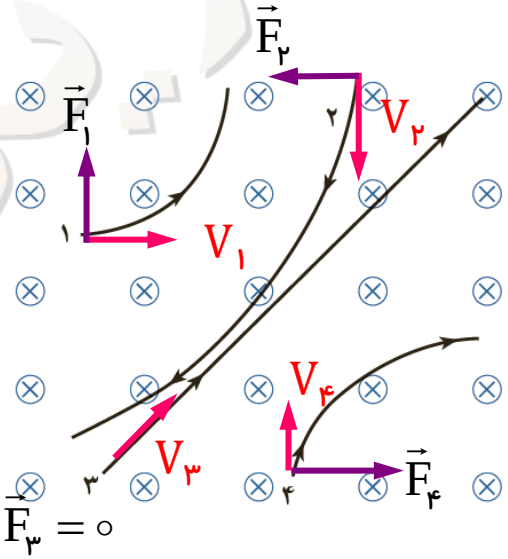
ت)گیره آهنی کاغذ از جنس فرومغناطیس نرم است، زود آهن ربا شده و جذب نوک ثابت آهنی می شود و بیرون کشیده می شودولی آلومینیم پارا مغناطیس است و نمی توان به سهولت خاصیت مغناطیسی در آن القا کرد و به میدان مغناطیسی بسیار قوی نیاز است پس با این روش جذب نوک ثابت نخواهد شد.

پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۴-چهارذرّه هنگام عبور ازمیدان مغناطیسی درون سو مسیرهایی مطابق شکل زیر می پیمایند. دربارهٔ نوع بار هر ذره چه می توان گفت؟



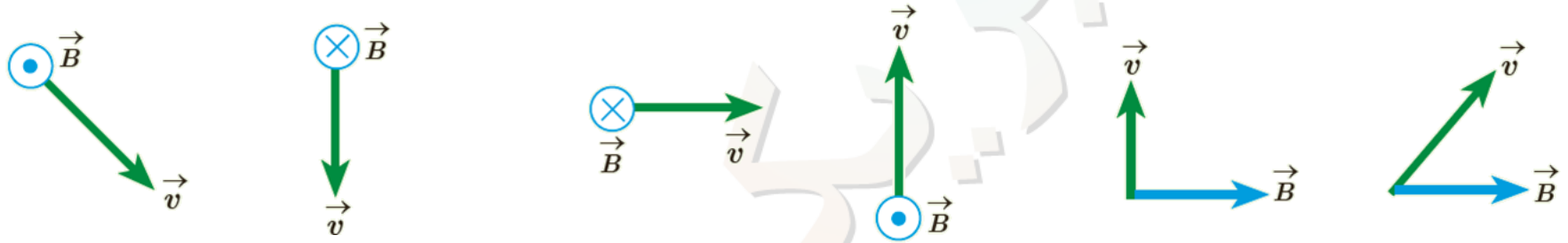
پاسخ:



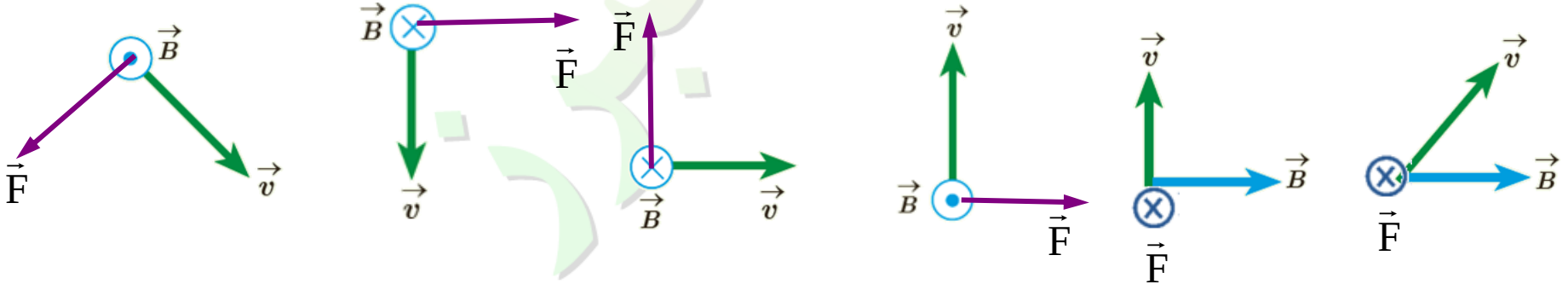
با توجه به قانون دست راست نوع بارذرهٔ ۱مثبت،نوع بارذرهٔ۲منفی،چون ذرهٔ۳ انحرافی ندارد خنثی است و نوع بار ذرهٔ۴ منفی است.

پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۵-جهت نیروی مغناطیسی وارد بر بار مثبت را در هریک از حالت های نشان داده در شکل زیر تعیین کنید.



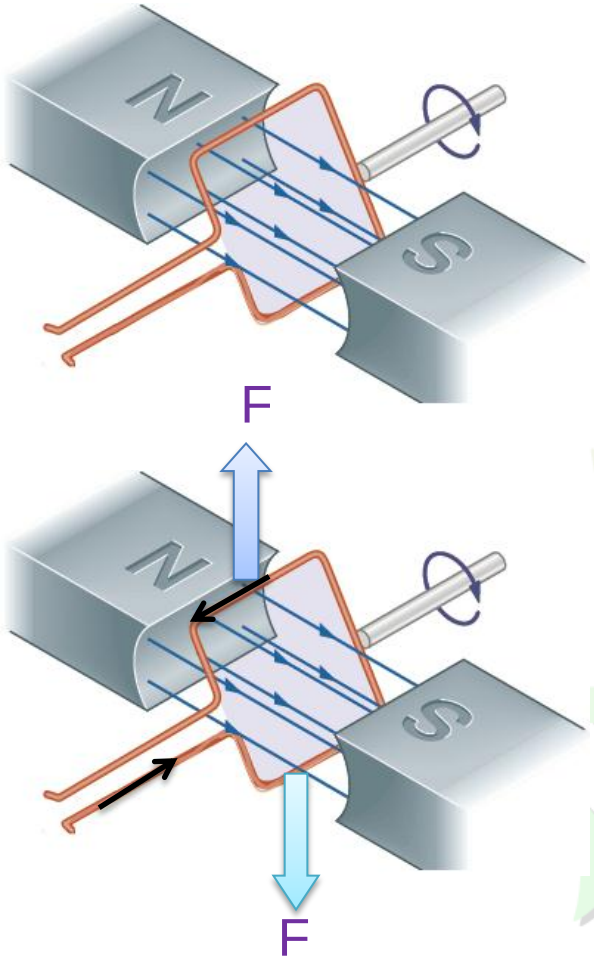
پاسخ:



پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۶-حلقهٔ رسانای مستطیل شکلی که حامل جریان I است، مطابق شکل درون میدان مغناطیسی یکنواخت می چرخد. جهت جریان را در حلقه تعیین کنید.

پاسخ:



پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۷-پروتونی با تندی $۴/۴\times۱۰^{۶}\ m/s$ درون میدان مغناطیسی یکنواختی به اندازهٔ ۱۸mT در حرکت است. جهت حرکت پروتون با جهت B، زاویهٔ ۶۰° می سازد.

الف) اندازهٔ نیروی وارد بر این پروتون را محاسبه کنید.

ب)اگر تنها این نیرو بر پروتون وارد شود، شتاب پروتون را حساب کنید. (بار الکتریکی پروتون $۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C$ وجرم آن $۱/۶۷\times۱۰^{-۲۷}kg$ در نظر بگیرید)

پاسخ:

$q=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}c$

$V=۴/۴\times۱۰^{۶}\ \frac{m}{s}$

$B=۱۸\times۱۰^{-۳}T$

$\alpha=۳۰^{\circ}$

$F=?$

$a=?$

$m=۱/۶۷\times۱۰^{-۲۷}Kg$

الف)

$$F=qvB\sin۶۰^{\circ}$$

$$F=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\times۴/۴\times۱۰^{۶}\times۱۸\times۱۰^{-۳}\times\frac{\sqrt{۳}}{۲}$$

$$F=۱/۰۹\times۱۰^{-۱۴}\ N$$

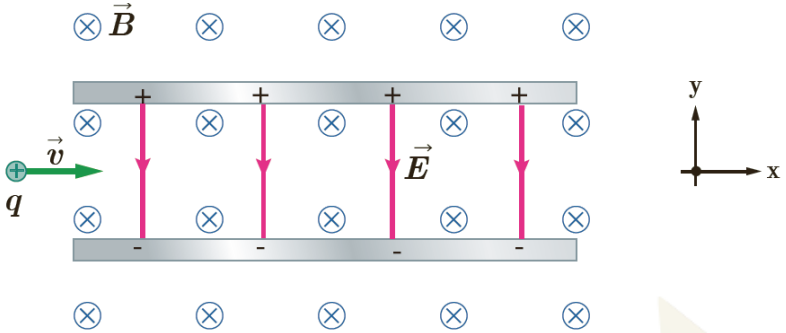
ب)

$$F=ma \rightarrow a=\frac{F}{m}=\frac{۱/۰۹\times۱۰^{-۱۴}}{۱/۶۷\times۱۰^{-۲۷}} \rightarrow a\approx۶/۶\times۱۰^{۱۳}\ \frac{m}{s^{۲}}$$

www.konkur.in

پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۸-ذرهٔباردارمثبتی باجرم ناچیزوباسرعت V درامتدادمحور X واردفضایی می شود که میدان های یکنواخت E و B وجود دارد(شکل زیر)اندازهٔ این میدان ها برابر E=۴۵۰N/C و B=./۱۸T است.تندی ذره چقدر باشد تا درهمان امتداد محور X به حرکت خود ادامه دهد؟



پاسخ:

$E = ۴۵۰ \frac{N}{C}$

$B = ./۱۸T$

$V = ?$

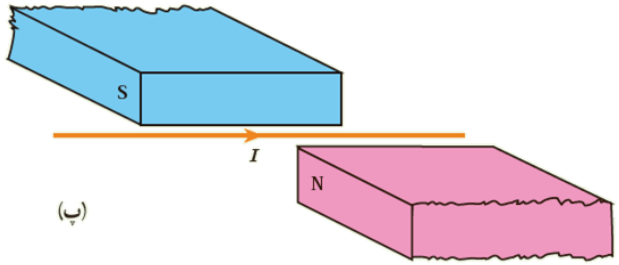
$F_E = F_B \rightarrow Eq = qvB\sin ۹۰$

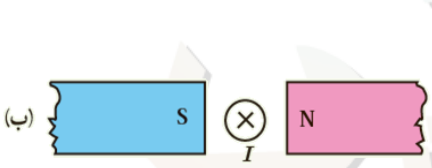
$V = \frac{E}{B} \rightarrow V = \frac{۴۵۰}{./۱۸} = ۲۵۰۰ \frac{m}{s}$

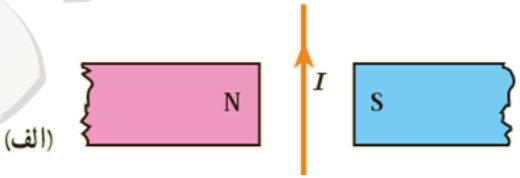
forum.konkur.in

پرسش ها و مسئله های فصل۳:

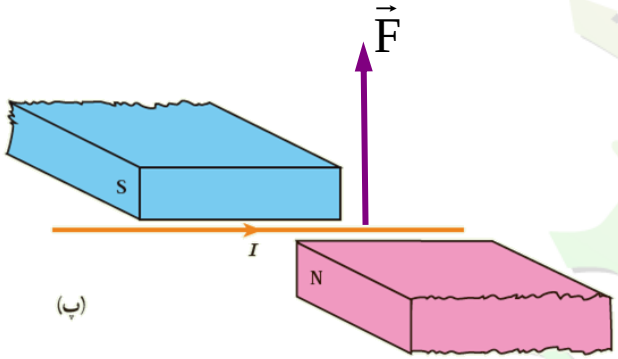
۹-جهت نیروی الکترومغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان را در هر یک از شکل های الف، ب و پ با استفاده از قاعدهٔ دست راست بیابید.

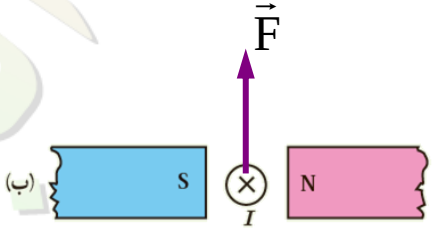


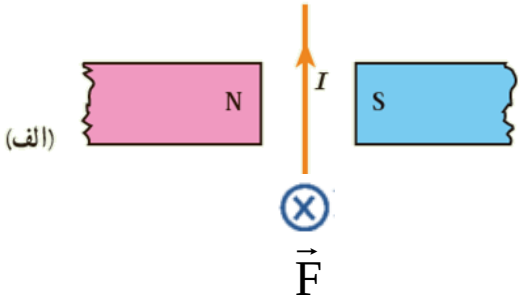




پاسخ:



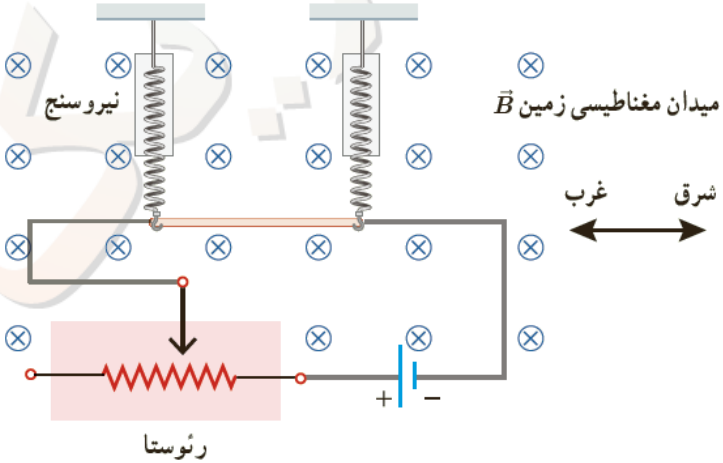




پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۱۰-یک سیم حامل جریان۱/۶ آمپر مطابق شکل زیر با دونیروسنج فنری که به دو انتهای آن بسته شده اند، به طور افقی ودر راستای غرب شرق قرار دارد. میدان مغناطیسی زمین رایکنواخت، به طرف شمال و اندازهٔ ۰/۰۵ mT بگیرید.

الف)اندازهٔ نیروی مغناطیسی وارد بر هر متر این سیم را پیدا کنید.



پاسخ:

$I = ۱/۶ A$

$B = ۵ \times ۱۰^{-۵} T$

$L = ۱۰ m$

$F = ?$

$\alpha = ۹۰^{\circ}$

$Sin ۹۰^{\circ} = ۱$

$$F = BIL\sin\alpha$$

$$F = ۵ \times ۱۰^{-۵} \times ۱/۶ \times ۱ \times \sin ۹۰$$

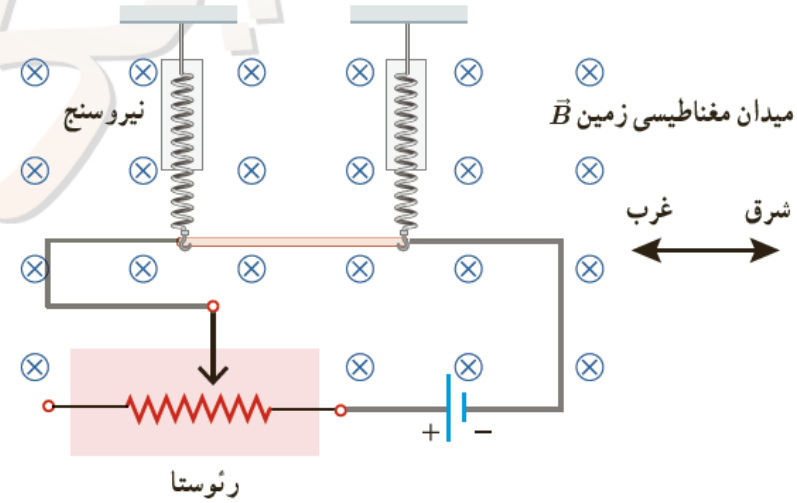
$$F = ۸ \times ۱۰^{-۵} N$$

پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۱۰-یک سیم حامل جریان۱/۶ آمپر مطابق شکل زیر با دونیروسنج فنری که به دو انتهای آن بسته شده اند، به طور افقی ودر راستای غرب شرق قرار دارد. میدان مغناطیسی زمین رایکنواخت، به طرف شمال و اندازهٔ ۰/۰۵ mT بگیرید.

ب)اگر بخواهیم نیروسنج ها عدد صفررا نشان دهند، چه جریانی ودر چه جهتی باید ازسیم عبور کند؟ جرم هر متر ازطول این سیم ۸ گرم است (g = ۹/۸ N/kg)

پاسخ:



$$F = mg$$

$$BIL\sin ۹۰ = mg$$

$$۵\times ۱۰^{-۵}\times I\times ۱\times ۱ = ۸\times ۱۰^{-۳}\times ۱۰$$

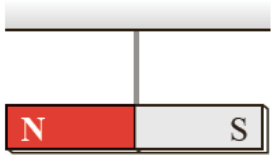
$$I = \frac{۸\times ۱۰^{-۲}}{۵\times ۱۰^{-۵}}$$

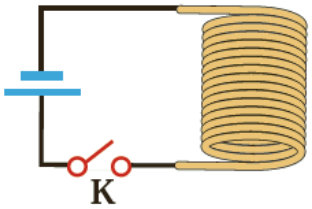
$$I = ۱۶۰۰A$$

عبورچنین جریان بزرگی از این سیم درعمل امکان پذیرنیست.بنابراین،نمی توان انتظار داشت نیروسنج ها عدد صفر را نشان دهند.

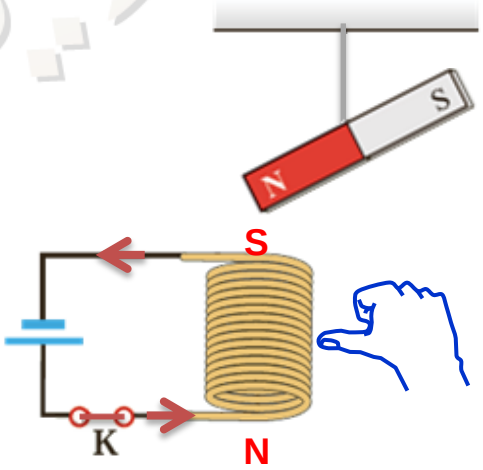
پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۱۱-یک آهنربای میله ای مطابق شکل زیر، بالای سیملوله ای آویزان شده است.توضیح دهیدبا بستن کلیدKچه تغییری دروضعیت آهنربا رخ می دهد.





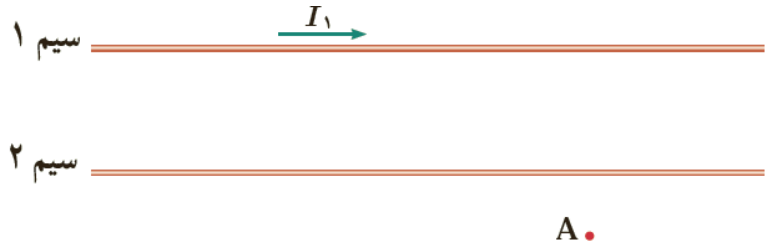
پاسخ:



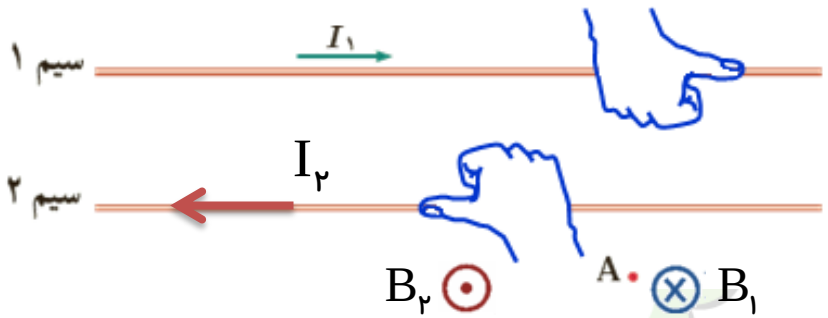
با وصل کلید جریان ایجاد شده درسیملوله به سمت چپ بوده وبا توجه به قانون دست راست قطب های ناهمنام سیملوله مجاور قطب های آهن ربای میله ای قرار می گیرد، که دراین وضعیت قطب N آهن ربای میله ای به سمت پایین کشیده می شود

پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۱۲-شکل زیر،دو سیم موازی و بلند حامل جریان را نشان می دهد. اگر میدان مغناطیسی برایند حاصل از این سیم ها درنقطهٔ A صفر باشد، جهت جریان آن را در سیم ۲ پیدا کنید.



پاسخ:



میدان مغناطیسی سیم ۱ درنقطهٔA درون سو است برای اینکه برایندمیدان مغناطیسی در این نقطه صفر شودبایدمیدان مغناطیسی سیم۲ برون سو باشدباکمک قانون دست راست جهت جریان به سمت چپ می شود.

www.konkur.in

پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۱۳-سیملوله ای شامل ۲۵۰ حلقه است که دوریک لولهٔ پلاستیکی توخالی به طول ۰/۱۴ m پیچیده شده است.اگرجریان گذرنده از سیملوله ۰/۸ A باشد، اندازهٔ میدان مغناطیسی درون سیملوله را حساب کنید. $\mu_{\circ} = ۴\pi \times ۱۰^{-۷}\ T.m/A$

پاسخ:

$N = ۲۵۰$

$L = ./۱۴ m$

$I = ./۸ A$

$B = ?$

$\mu_{\circ} = ۴\pi \times ۱۰^{-۷}\ T.m/A$

$$B = \mu_{\circ} \frac{N}{L} I$$

$$B = ۴ \times ۳/۱۴ \times ۱۰^{-۷} \times \frac{۲۵۰}{./۱۴} \times ./۸$$

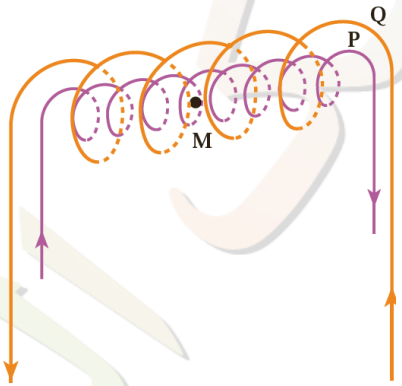
$$B = ۱/۸ \times ۱۰^{-۳}\ T = ۱/۸ mT$$

forum.konkur.in

پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۱۴-در شکل زیردو سیملولهٔ P و Q هم محورند و طول برابردارند.تعداد دور سیملولهٔPبرابر ۲۰۰وتعداد دورسیملولهٔ Q برابر ۳۰۰ است.اگرجریان۱A از سیملولهٔ Qعبور کند، ازسیملولهٔ Pچه جریانی باید عبور کند تا برایند میدان مغناطیسی ناشی از دو سیملوله درنقطهٔ M(روی محور دو سیملوله)صفرشود؟

پاسخ:



$$\begin{cases} L_P = L_Q \\ N_P = ۲۰۰ \\ N_Q = ۳۰۰ \\ I_Q = ۱A \\ I_P = ? \\ B_T = ۰ \end{cases}$$

$$B_P = B_Q \xrightarrow{B=\mu_. \frac{N}{L} I} \mu_.(\frac{N_P}{L_P})I_P = \mu_.(\frac{N_Q}{L_Q})I_Q \rightarrow N_P I_P = N_Q I_Q$$

$$۲۰۰ \times I_P = ۳۰۰ \times ۱ \rightarrow I_P = \frac{۳۰۰}{۲۰۰} \rightarrow I_P = ۱/۵A$$

پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۱۵-شکل الف حوزه های مغناطیسی مادۀفرومغناطیسی را درون میدان خارجی Bنشان می دهد.شکل ب همان ماده پس ازحذف میدان B نشان می دهد.نوع مادۀ فرومغناطیسی را با ذکر دلیل تعیین کنید.

پاسخ:

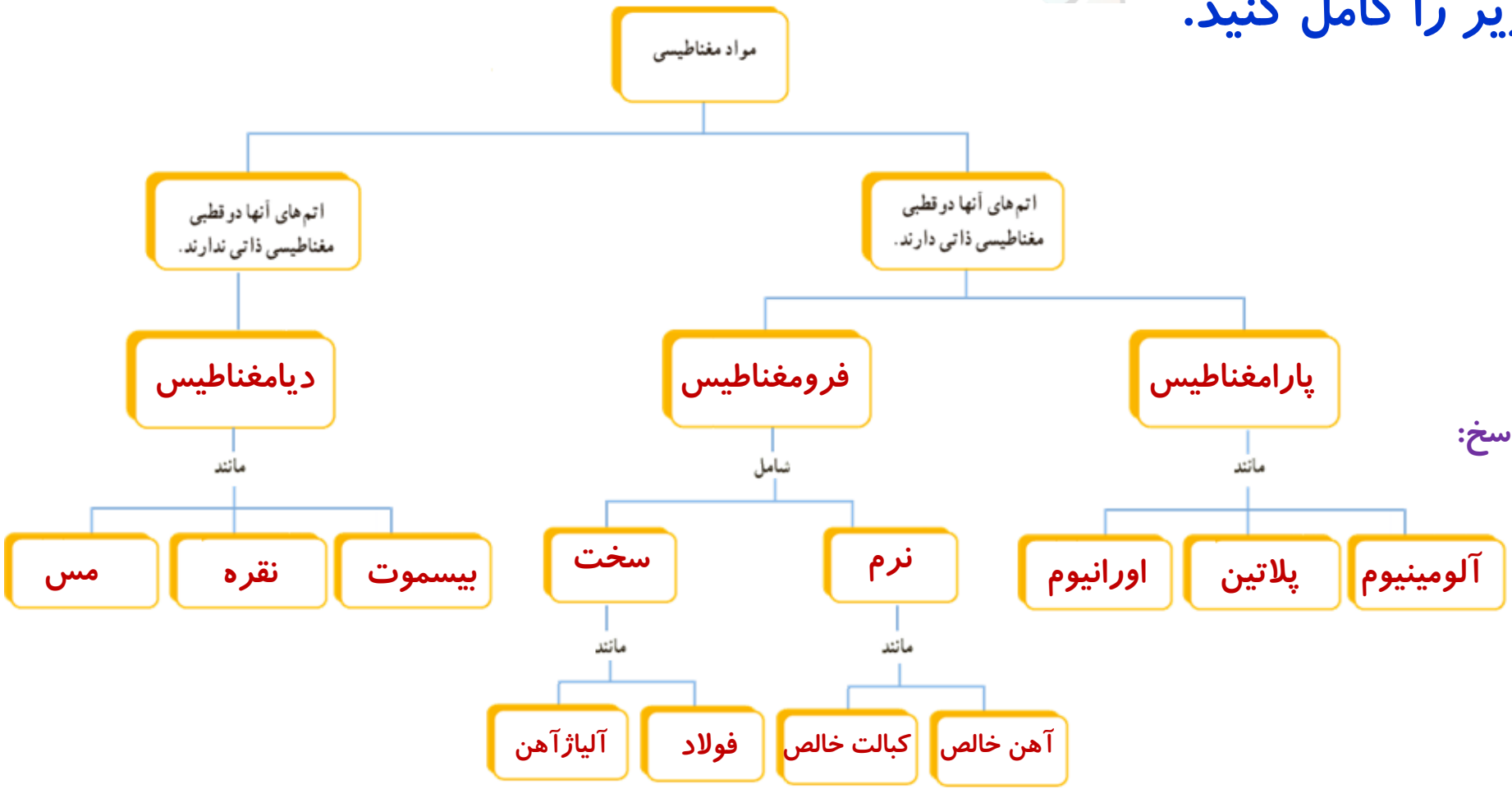
شکل الف و ب ، مادۀ فرومغناطیسی نرم

زیرا بلافاصله بعد از حذف میدان خارجی علاوه برکاهش حجم حوزه ها،جهت میدان حوزه ها به حالت کاتوره ای خود برمی گردنددرنتیجه برآیند میدان ها دراین مواد صفرشده و دیگرخاصیت آهن ربایی ندارند.

پرسش ها و مسئله های فصل۳:

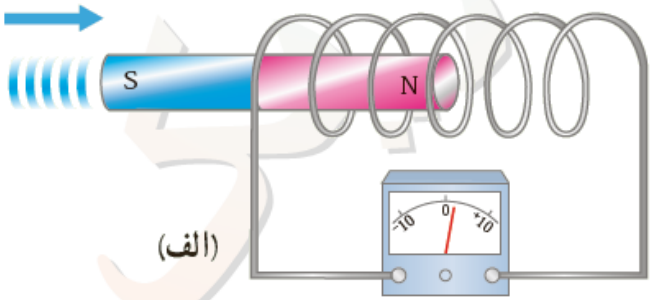
۱۶-باتوجه به آنچه دربخش ویژگی های مغناطیسی مواد دیدید،نقشه مفهومی زیر را کامل کنید.

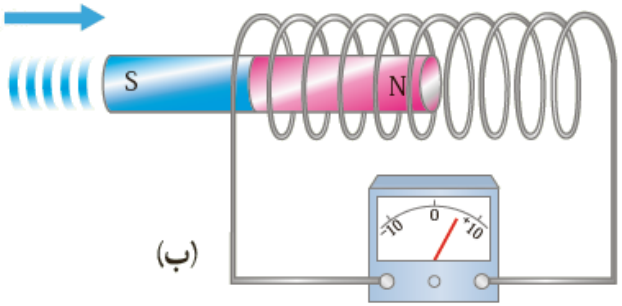
پاسخ:



پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۱۷-دوسیملوله با حلقه های بامساحت یکسان ولی باتعداددورمتفاوت رامطابق شکل های زیر به ولت سنج حساسی وصل کرده ایم. دریافت خود را از این شکل ها بنویسید. (آهنرباها مشابه اند و با تندی یکسانی به طرف سیملوله ها حرکت می کنند)



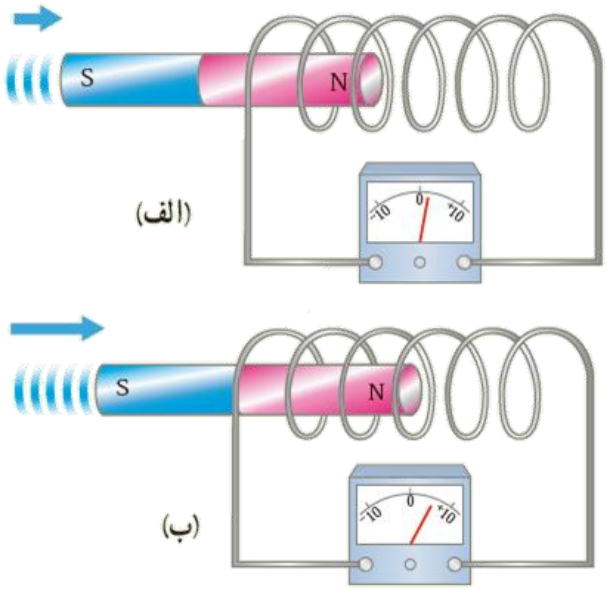


پاسخ:

درشکل الف و ب با ورود آهن ربا به پیچه نیرو محرکه و جریانی در آن القا شده است با این تفاوت که در شکل ب که تعداد دور های پیچه بیشتر از الف است نیرو محرکه وجریان بزرگتری القا می شود.

پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۱۸-دوسیملولهٔمشابه رامطابق شکل های زیربه ولت سنج حساسی وصل کرده ایم. دریافت خودرا ازشکل های زیربنویسید. (آهنرباها مشابه اند ولی با تندی متفاوتی به طرف سیملوله حرکت می کنند)

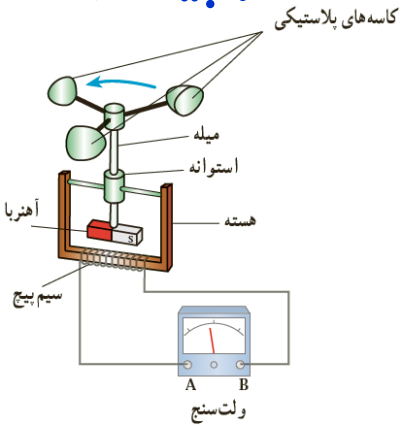


پاسخ:

درشکل (ب) سرعت حرکت آهنربا و در نتیجه آهنگ تغییر شار بیشتر از شکل الف است بنابراین نیروی محرکهٔ القایی بیشتر است

پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۱۹-شکل داده شده ساختمان یک بادسنج را نشان می دهد. اگراین بادسنج را روی بام خانه نصب کنیم، به هنگام وزیدن باد میلهٔآن می چرخد و ولت سنج عددی را نشان می دهد.الف)چرا چرخش میله سبب انحراف عقربهٔولت سنج می شود؟ب)آیا با افزایش تندی باد، عددی که ولت سنج نشان می دهد تغییرمی کند؟ چرا؟ پ)برای بهبود و افزایش دقت کار دستگاه دو پیشنهاد ارائه دهید.



پاسخ:

الف)با چرخش میله، آهنربای متصل به آن نیزمی چرخدو سبب تغییر شار مغناطیسی درفضای اطراف خودمی شود. این امرسبب القای جریانی در سیم پیچ می شود.ب)با افزایش سرعت،آهنگ تغییر شار مغناطیسی نیز افزایش می یابد و در نتیجه جریان بزرگتری درسیم پیچ القا می شود.پ)استفاده ازسیم پیچی باتعداد دور بیشتروآهنربای قوی تربا‌روغن کاری دستگاه وکاهش اصطکاک همچنین استفاده از ولت سنج دقیق تر می تواند سبب بهبود و افزایش دقت دستگاه شود.

پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۲۰-سطح حلقه های پیچه ای که دارای ۱۰۰۰ حلقه است،عمودبرمیدان مغناطیسی یکنواختی که اندازهٔ آن ۰/۰۴۰T و جهت آن از راست به چپ است، قرار دارد. میدان مغناطیسی در مدت ۰/۰۱ s. تغییر می کند و به ۰/۰۴۰ T درخلاف جهت اولیه می رسد.اگرسطح هرحلقهٔ پیچه ۵۰cm^2 باشد، اندازهٔ نیروی محرکهٔ القایی متوسط در پیچه را حساب کنید.

پاسخ :

$$\begin{cases} N = ۱۰۰۰ \\ B_۱ = ./۰۴T \\ B_۲ = -./۰۴T \end{cases} \Rightarrow \Delta B = B_۲ - B_۱ = -./۰۴ - ./۰۴ = -./۰۸T$$

$$\Delta t = ۱۰^{-۲}s$$

$$\theta = ۰$$

$$A = ۵۰ \times ۱۰^{-۴} m^۲$$

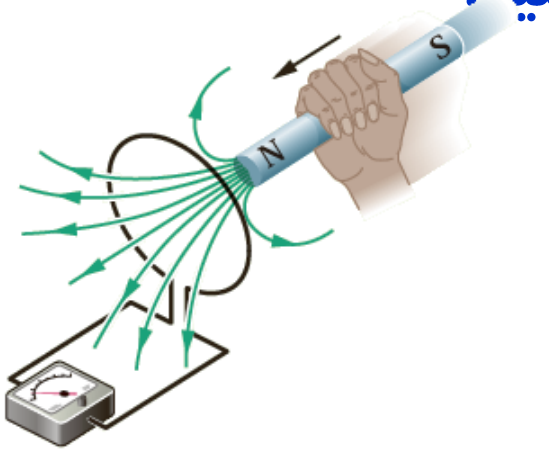
$$\bar{\varepsilon} = ?$$

$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\phi}{\Delta t} \xrightarrow{\text{متغییرB}} \bar{\varepsilon} = -NA\frac{\Delta B}{\Delta t}\cos\theta$$

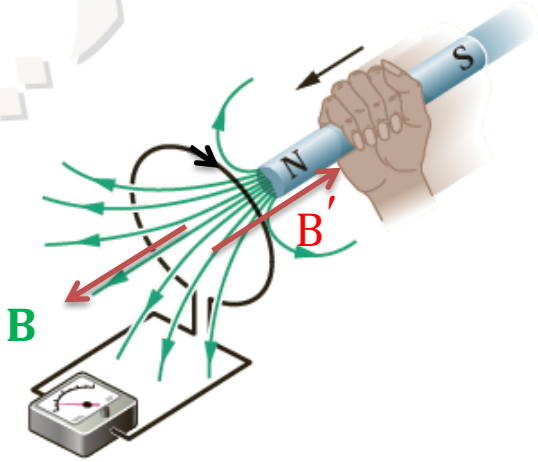
$$\bar{\varepsilon} = -۱۰۰۰ \times ۵۰ \times ۱۰^{-۴} \times \frac{-۸ \times ۱۰^{-۲}}{۱۰^{-۲}} \cos ۰ \rightarrow \bar{\varepsilon} = ۴۰v$$

پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۲۱-قطب N یک آهنربا را مطابق شکل روبه رو به یک حلقهٔ رسانا نزدیک می کنیم. جهت جریان القایی را در حلقه مشخص کنید.



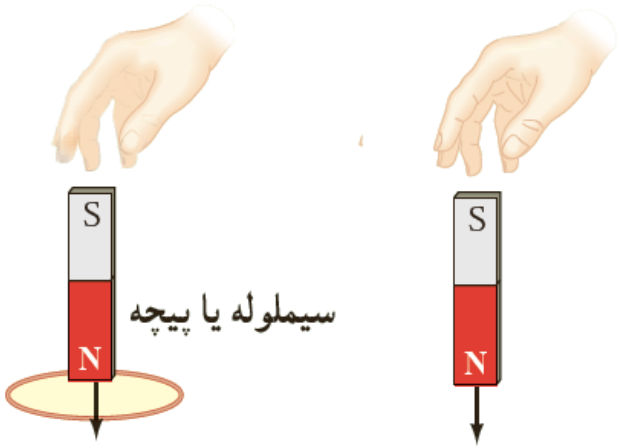
پاسخ:



چون آهن ربا درحال نزدیک شدن به حلقه است شارمغناطیسی افزایش می یابد درنتیجه میدان مغناطیسی حلقه خلاف جهت میدان مغناطیسی آهن ربا خواهد بود با استفاده از قاعده دست راست برای حلقه ،جهت جریان در حلقه ساعتگرد خواهدبود.

پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۲۲-دوآهنربای میله ای مشابه رامطابق شکل،به طورقائم ازارتفاع معینی نزدیک سطح زمین رها می کنیم به طوری که یکی ازآنها ازحلقهٔ رسانایی عبور می کند. اگر سطح زمین در محل برخورد آهنرباها نرم باشد، مقدار فرورفتگی آهنرباها را در زمین با یکدیگرمقایسه کنید(تأثیر میدان مغناطیسی زمین روی آهنرباها را نادیده بگیرید)

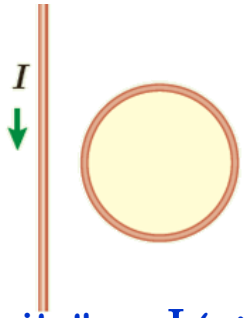


پاسخ:

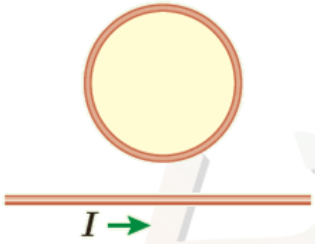
آهنربا هنگام عبور از حلقهٔ رسانا، با مخالفتی روبه رو می شود که منشأ آن به جریان القایی درحلقه مربوط است.بنابراین،آهنربایی که از حلقه می گذرد،کمتر درزمین فرو می رود .

پرسش ها و مسئله های فصل۳:

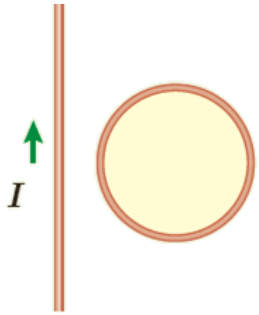
۲۳-جهت جریان القایی را در هریک از حلقه های رسانای نشان داده شده در شکل های زیر تعیین کنید.



الف) I در حال افزایش



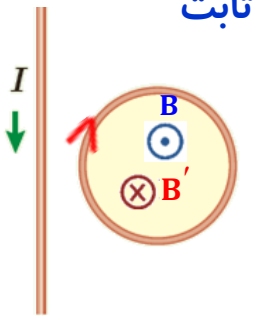
ب) I در حال کاهش



پ) I ثابت

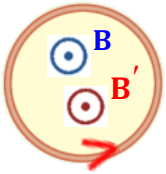
پاسخ:

الف-شارمغناطیسی سیم بلنددردرون حلقه برون سو ودرحال افزایش است طبق قانون لنز،شارمغاطیسی حلقه بایدبا افزایش شارمخالفت کندبا توجه به قاعده دست راست جهت جریان القایی ،ساعتگرد رابوجودمی آورد.



الف) I در حال افزایش

ب-شارمغناطیسی سیم بلنددردرون حلقه برون سو ودرحال کاهش است طبق قانون لنز،شارمغاطیسی حلقه باید با کاهش شارمخالفت کندبا توجه به قاعده دست راست جهت جریان القایی ،پادساعتگرد رابوجود می آورد.

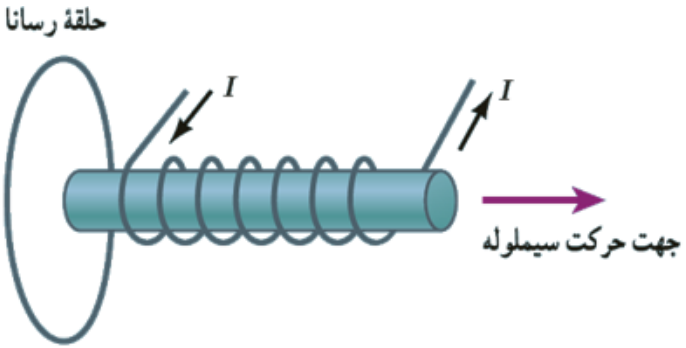


ب) I در حال کاهش

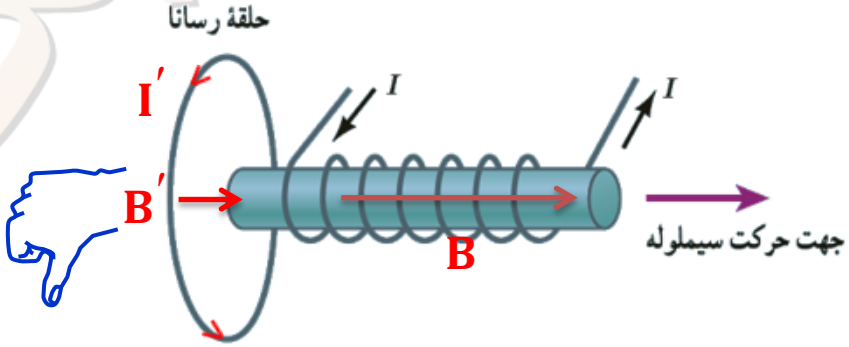
پ-چون جریان ثابت است شارمغناطیسی سیم بلنددردرون حلقه ثابت بوده وجریان القایی صفرمی شود

پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۲۴-شکل زیر سیملولهٔ حامل جریانی را نشان می دهد که درحال دور شدن از یک حلقهٔ رساناست. جهت جریان القایی را در حلقه با ذکر دلیل تعیین کنید.



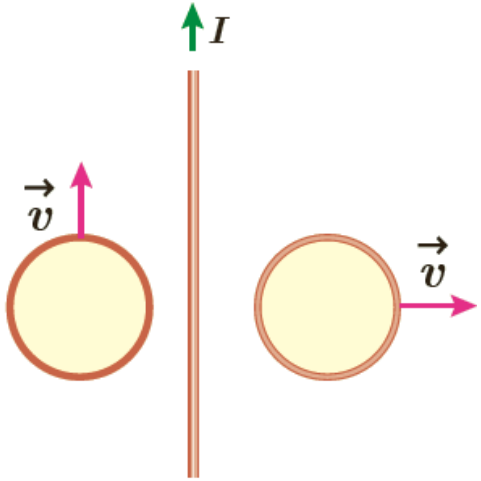
پاسخ:



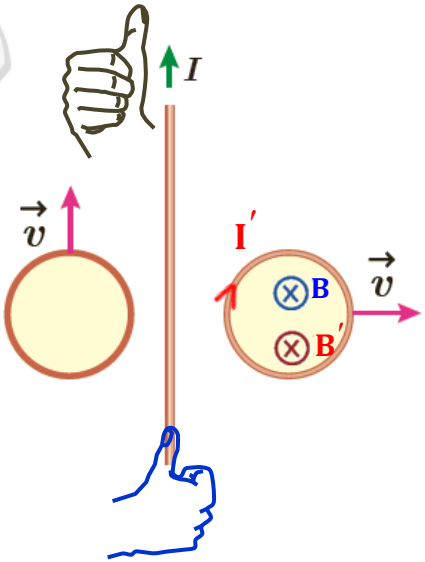
با دورشدن سیم لوله شارمغناطیسی کاهش می یابد.درنتیجه میدان مغناطیسی حلقه هم جهت با میدان مغناطیسی سیم لوله(به سمت راست)خواهد بود. با توجه به قاعده دست راست برای حلقه جریان القایی (برای ناظردرسمت سیملوله)در جهت پادساعتگرد می شود.

پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۲۵-دو حلقۀرسانا درنزدیکی یک سیم دراز حامل جریان ثابت I قرار دارند؛ این دو حلقه با تندی یکسان، ولی در جهت های متفاوت مطابق شکل زیر حرکت می کنند.جهت جریان القایی را در هرحلقه با ذکر دلیل تعیین کنید.



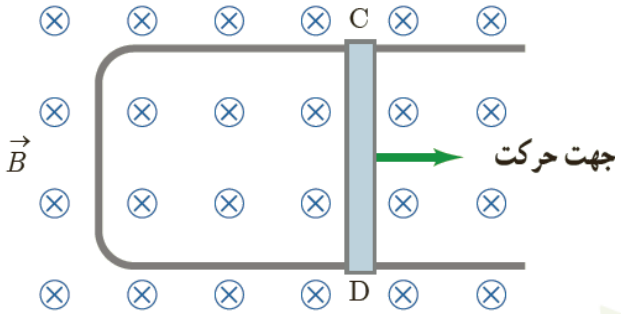
پاسخ:



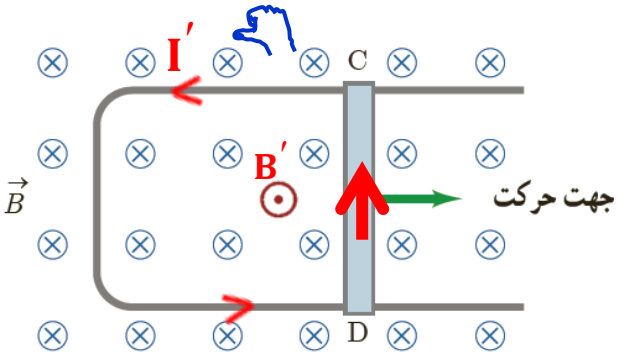
درحلقۀ سمت چپ،چون به موازات سیم درازحامل جریان ثابت Iحرکت می کند، جریانی القا نمی شود. شار عبوری ازحلقه درهرلحظه اززمان ثابت است وتغییری نمی کند.درحلقۀسمت راست،جریان درجهت ساعتگرد القا می شود تا کاهش شار عبوری از آن جبران شود.

پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۲۶-شکل زیررسانای Uشکلی را درون میدان مغناطیسی یکنواخت B که عمود برصفحهٔ شکل و رو به داخل صفحه است نشان می دهد. وقتی میلهٔ فلزی CD به طرف راست حرکت کند، جهت جریان القایی در مدار در چه جهتی است؟



پاسخ:

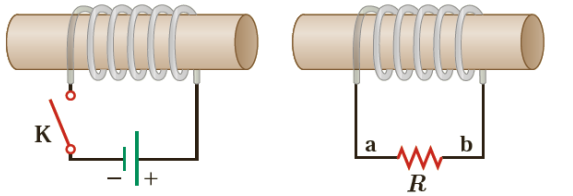


با حرکت میله فلزی به سمت راست میدان عبوری از مساحت قاب افزایش وشار افزایش می یابد طبق قانون لنز برای مخالفت با افزایش شار جریان پاد ساعتگرد در قاب ایجاد می شود.

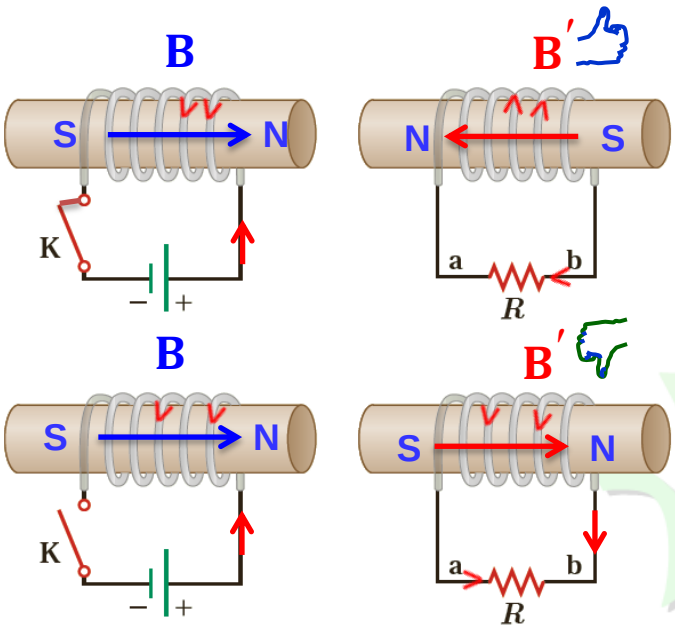
پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۲۷-در مدار نشان داده شده در شکل زیر، جهت جریان القایی را در مقاومت Rدر هریک از دو حالت زیر با ذکر دلیل پیدا کنید:

الف)در لحظهٔ بستن کلید K، ب)در لحظهٔ باز کردن کلید .



پاسخ:



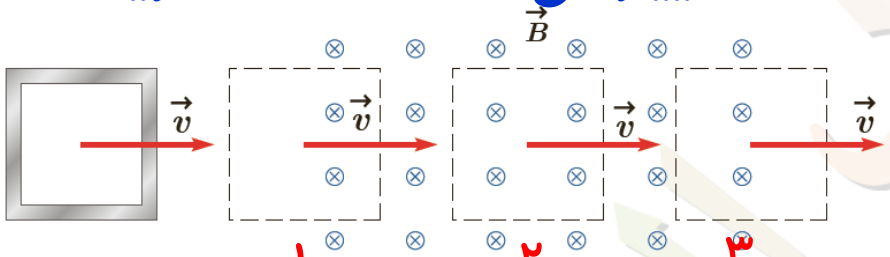
الف-بابستن کلیدشارمغناطیسی افزایش می یابدمیدان سیم لوله ها خلاف جهت هم می شود.درنتیجه جریان درمقاومت R ازb بهa می باشد

ب-بابازکردن کلیدشارمغناطیسی کاهش می یابدمیدان سیم لوله ها هم جهت هم می شود.درنتیجه جریان درمقاومت R ازaبهbمی باشد

پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۲۸-حلقهٔرسانای مربعی شکل،به طول ضلع ۱۰cm وارد میدان مغناطیسی درون سویی به اندازهٔ ۲۰mT و سپس از آن خارج می شود.الف)در کدام مرحله شار عبوری از حلقه بیشینه است؟مقدارشار گذرنده از حلقه در این حالت چقدر است؟

ب)درکدام وضعیت ها شار گذرنده از حلقه تغییر می کند؟ جهت جریان القایی را در حلقه تعیین کنید.



پاسخ:

الف) در۲بیشترین شارمغناطیسی ازحلقه می گذرد.

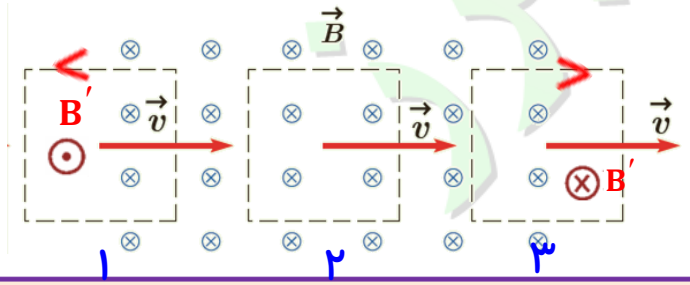
$a = ۱۰^{-۱}\,m \Rightarrow A = a^{۲} \Rightarrow A = ۱۰^{-۲}\,m^{۲}$

$B = ۲۰\,mT \quad \phi = BA\cos\theta \Rightarrow \phi_{max} = ۲۰\times۱۰^{-۳}\times۱۰^{-۲}\cos۰^{\circ} \Rightarrow \phi_{max} = ۲\times۱۰^{-۴}\,wb$

$\theta = ۰^{\circ}$

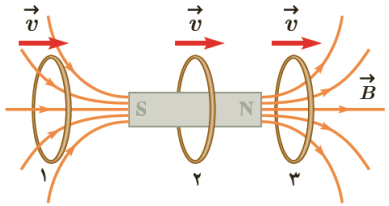
$\Delta\phi = ?$

ب) درشکل ۱و ۳هنگام ورود و خروج قاب به میدان مغناطیسی شار مغناطیسی تغییر می کند.طبق قاعده دست راست وقانون لنزجهت جریان القایی درشکل ۱پادساعتگرد ودرشکل۳ ساعتگرد است.

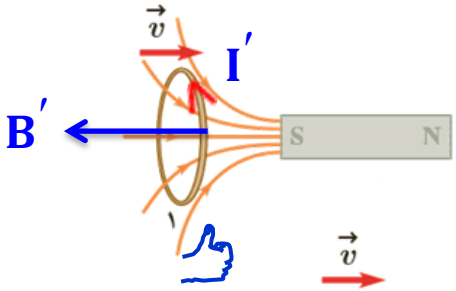


پرسش ها و مسئله های فصل۳:

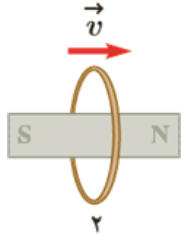
۲۹-حلقهٔ رسانایی به طرف یک آهنربای میله ای حرکت می کند.شکل زیر، حلقه را درسه وضعیت نسبت به آهنربا نشان می دهد.جهت جریان القایی را در حلقه برای هر وضعیت به طور جداگانه تعیین کنید.



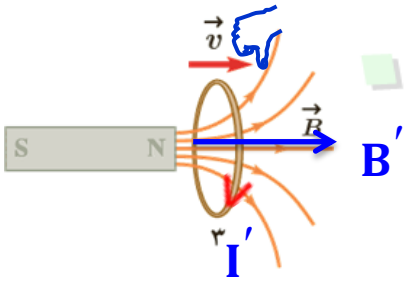
پاسخ:



حالت۱-بانزدیک شدن حلقه به آهن رباشارمغناطیسی افزایش می یابد در نتیجه میدان مغناطیسی حلقه خلاف جهت میدان آهن ربا است بنابر این جریان مطابق شکل است .



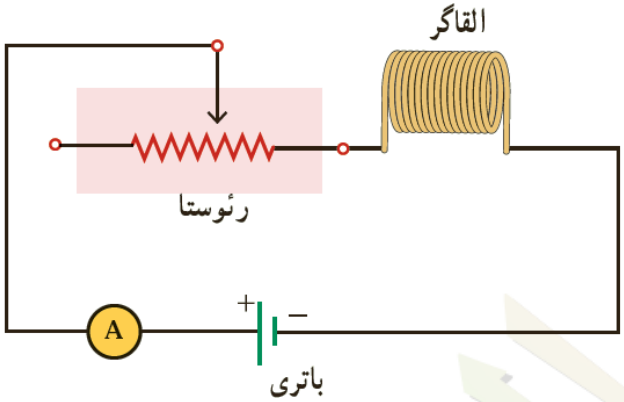
حالت۲-تغییرات شارمغناطیسی دراین حالت نداریم،بنابراین جریان هم در حلقه القاء نمی شود.



حالت۳-بادور شدن حلقه ازآهن ربا شارمغناطیسی کاهش می یابددر نتیجه میدان مغناطیسی حلقه هم جهت میدان آهن ربا است بنابر این مطابق شکل است

پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۳۰-شکل زیرمداری را نشان می دهد؛شامل یک القاگر(سیملوله)باتری،رئوستا وآمپرسنج که به طورمتوالی به یکدیگربسته شده اند.اگربخواهیم بدون تغییر ولتاژباتری،انرژی ذخیره شده درالقاگررازیاد کنیم چه راهی پیشنهادمی کنید؟



پاسخ:

انرژی ذخیره شده در القاگراز رابطهٔ $U=\frac{1}{2}LI^2$ به دست می آید.با کاهش مقاومت رئوستا،جریان عبوری از مدارو در نتیجه القاگر افزایش می یابد. دراین صورت انرژی بیشتری در القاگر ذخیره می شود.با قراردادن یک هستهٔ فرومغناطیسی نرم درون القاگر(سیملوله)، ضریب خودالقایی آن افزایش می یابدودرنتیجه انرژی بیشتری در القاگر ذخیره می شود.

پرسش ها و مسئله های فصل۳:

۳۱-جریان متناوبی که بیشینهٔ آن A ۲ و دورهٔ آن s ۰/۰۲۰ است، از یک رسانای ۵ اهمی می گذرد.الف)اولین لحظه ای که در آن جریان بیشینه است چه لحظه ای است؟ در این لحظه نیروی محرکهٔ القایی چقدر است؟ ب)در لحظهٔ $t=\frac{۱}{۴۰۰}s$ جریان چقدر است؟

پاسخ:

$$\begin{cases} I_{max}=۲A \\ T=./۰۲s \\ R=۵\Omega \\ t=? \\ \varepsilon=? \\ t=\frac{۱}{۴۰۰}s \\ I=? \end{cases}$$

الف)

$$I=I_m\sin\omega t \rightarrow I=۲\sin\frac{۲\pi}{./۰۲}t \rightarrow I=۲\sin۱۰۰\pi t$$

$$\left.\begin{matrix} I=۲\sin۱۰۰\pi t \\ I=۲A \end{matrix}\right\} ۲=۲\sin۱۰۰\pi t \rightarrow \sin\frac{\pi}{۲}=\sin۱۰۰\pi t \rightarrow t=\frac{۱}{۲۰۰}s$$

$$\varepsilon=RI \rightarrow \varepsilon=۱۰\sin۱۰۰\pi t \left.\begin{matrix} \\ t=\frac{۱}{۲۰۰}s \end{matrix}\right\} \varepsilon=۱۰\sin\frac{۱۰۰\pi}{۲۰۰} \rightarrow \varepsilon=۱۰V$$

ب)

$$\left.\begin{matrix} I=۲\sin۱۰۰\pi t \\ t=\frac{۱}{۴۰۰}s \end{matrix}\right\} I=۲\sin\frac{۱۰۰\pi}{۴۰۰} \rightarrow I=۲\sin\frac{\pi}{۴}=۲\times\frac{\sqrt{۲}}{۲}=\sqrt{۲}A$$

www.konkur.in

با نظارت جمعی از اساتید و معلمان گروه فیزیک البرز :

عظیم آقچه جلی

افشین کردکتولی

شهریار زینالی

فاطمه زارعی

فتانه باقرزاده

محمد انصاری تبار

تاریخ ویرایش نهایی : بهمن ماه ۱۳۹۶

ارتباط تلگرامی : @ansari132

forum.konkur.in

www.konkur.in

به نام خدا

کارگروه کتاب فیزیک پایه یازدهم

مبحث : القای الکترومغناطیسی وجریان متناوب

پاسخ فعالیت ها وتمرین ها

فصل چهارم(القای الکترومغناطیسی وجریان متناوب)

فیزیک یازدهم ریاضی _ فیزیک

انصاری تبار

forum.konkur.in

www.konkur.in

تمرین ۴-۱

الف)حلقه ای به مساحت $۲۵cm^۲$درون میدان مغناطیسی یکنواخت درون سویی به اندازهٔ $۰/۰۳T$ قراردارد(شکل الف)شارمغناطیسی عبوری از حلقه را به دست آورید.ب)اگر مطابق شکل ب وبدون تغییر $\vec{B}$،مساحت سطح حلقه رابه $۱۰cm^۲$برسانیم، شار مغناطیسی عبوری ازحلقه رادراین وضعیت به دست آورید.پ)اگراین تغییرشاردربازهٔزمانی$\Delta t = ./۲s$رخ داده باشد، آهنگ تغییر شار $(\Delta\Phi/\Delta t)$ را پیدا کنید.

پاسخ:

$A_۱ = ۲۵\times۱۰^{-۴}\,m^۲$

$B = ./۰۳T \qquad \Phi = BA\cos\theta$

$\theta = ۰^\circ$

الف

$\Phi_۱ = ? \Rightarrow \Phi_۱ = ./۰۳\times۲۵\times۱۰^{-۴}\times\cos۰^\circ \Rightarrow \Phi_۱ = ۷/۵\times۱۰^{-۵}\,wb$

$A_۲ = ۱۰\times۱۰^{-۴}\,m^۲$

ب

$\Phi_۲ = ? \Rightarrow \Phi_۲ = ./۰۳\times۱۰\times۱۰^{-۴}\times\cos۰^\circ \Rightarrow \Phi_۲ = ۳\times۱۰^{-۵}\,wb$

$\Delta t = ./۲s$

پ

$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = ? \Rightarrow \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{۳\times۱۰^{-۵} - ۷/۵\times۱۰^{-۵}}{./۲} \Rightarrow \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -۲۲/۵\times۱۰^{-۵}\,\frac{wb}{s}$

forum.konkur.in

پرسش۴-۱

کدام یک از یکاهای زیر معادل یکای وبر بر ثانیه(Wb/s) است؟

V/A □ V □ A □ Ω □

پاسخ:

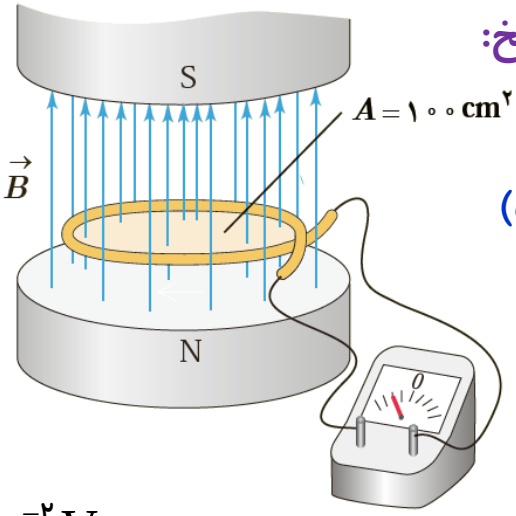
ولت V

www.konkur.in

تمرین ۴-۲

میدان مغناطیسی بین قطب های آهنربای الکتریکی شکل روبه رو که بر سطح حلقه عمود است با زمان تغییر می کند و در مدت ۰/۴۵s از ۰/۲۸T ، رو به بالا،به ۰/۱۷T ، رو به پایین می رسد. در این مدت،الف)نیروی محرکهٔ القایی متوسط در حلقه را به دست آورید.ب)اگر مقاومت حلقه ۱۰ Ω باشد، جریان القایی متوسط در حلقه را پیدا کنید.

پاسخ:



الف)

$N = ۱$

$\theta = ۰^\circ$

$\Delta t = ۰/۴۵s$

$B_۱ = ۰/۲۸T$

$B_۲ = -۰/۱۷T$

$A_۱ = ۱۰۰ \times ۱۰^{-۴} m^۲$

$\bar{\varepsilon} = ?$

$R = ۱۰\Omega$

$\bar{I} = ?$

$$\Delta B = B_۲ - B_۱ = -۰/۱۷ - ۰/۲۸ = -۰/۴۵T$$

$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \xrightarrow{\text{متغییر B}} \bar{\varepsilon} = -NA\frac{\Delta B}{\Delta t}\cos\theta$$

$$\bar{\varepsilon} = -۱ \times ۱۰^{-۲} \times \frac{-۰/۴۵}{۰/۴۵} \times \cos ۰^\circ \Rightarrow \bar{\varepsilon} = ۱۰^{-۲} V$$

ب)

$$\bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} \Rightarrow \bar{I} = \frac{۱۰^{-۲}}{۱۰} \Rightarrow \bar{I} = ۱۰^{-۳} A = ۱mA$$

۱۱۵ کتاب

forum.konkur.in

پرسش۴-۲

تندی سنج دوچرخه های مسابقه ای شامل یک آهنربای کوچک و یک پیچه است.آهنربا به یکی از پره های چرخ جلو و پیچه به دو شاخ فرمان متصل است(شکل زیر)دو سر پیچه با سیم های رسانا به نمایشگر تندی سنج(که در واقع نوعی رایانهٔ کوچک است) وصل شده است. به نظر شما تندی سنج دوچرخه چگونه کار می کند؟ این موضوع را در گروه خود به گفت و گو بگذارید و نتیجه را به کلاس درس ارائه دهید

پاسخ:

عبورآهنربا ازجلوی پیچهٔمتصل به دوشاخ جلوی دوچرخه،سبب تغییرشارمغناطیسی عبوری ازپیچه ودرنتیجه القای جریان می شود.این جریان توسط یک رایانهٔکوچک خوانده می شود وباتوجه به تعدادمرتبه ای که این جریان القایی دریک زمان مشخص(مثلاً یک دقیقه)توسط رایانه ثبت می شود و همچنین با توجه به قطر چرخ که در رایانه وجود دارد، سرعت سنج دوچرخه کار می کند.

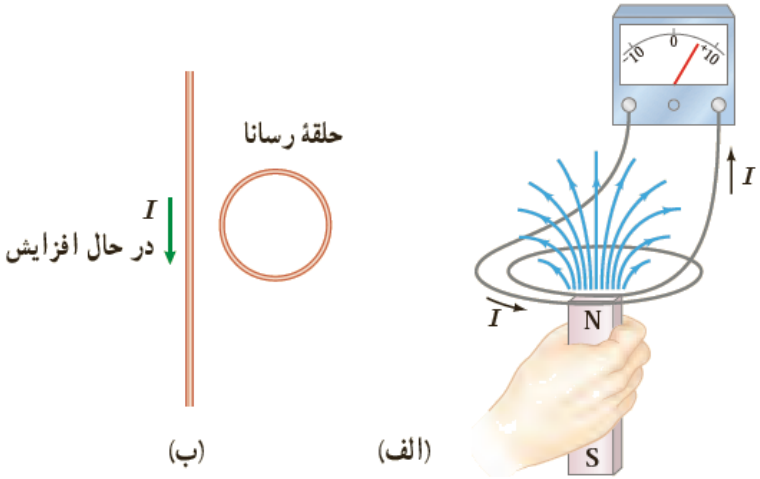
forum.konkur.in

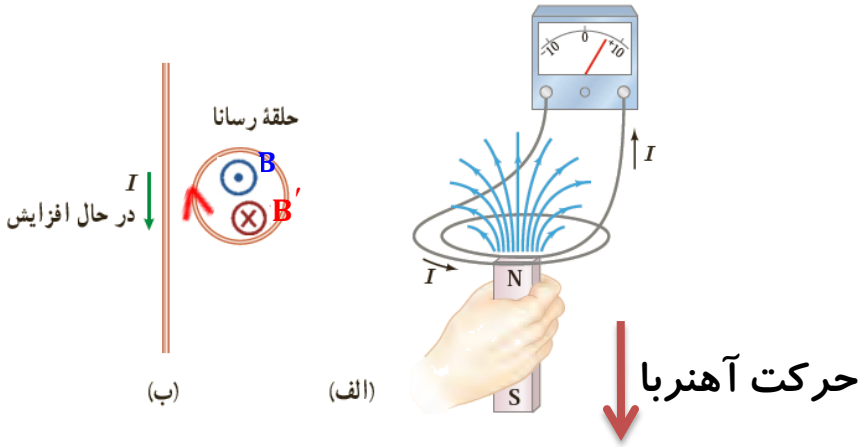
www.konkur.in

تمرین۴-۱

الف)با توجه به جهت جریان القایی در مدار شکل الف، توضیح دهید که آیا آهنربا رو به بالا حرکت می کندیا رو به پایین.ب)شکل ب سیم بلند و مستقیمی را نشان می دهدکه جریان عبوری از آن در حال افزایش است.جهت جریان القایی را در حلقهٔ رسانای مجاور سیم تعیین کنید.

پاسخ:





درشکل (الف) آهنربا رو به پایین حرکت می کند و در شکل(ب) جهت جریان القایی را در حلقهٔ ساعتگرد است.

forum.konkur.in

www.konkur.in

تمرین ۴-۳

۱- تعداد حلقه های سیملوله ای بدون هسته، به طول ۲/۸ cm و سطح ۱۰ cm^2 چه تعداد باشد تا ضریب القاوری آن ۱H شود؟

پاسخ:

$$\begin{cases} K = ۱ \\ l = ۲/۸ \times ۱۰^{-۲}\, m \\ A = ۱۰ \times ۱۰^{-۴}\, m^۲ \\ N = ? \\ L = ۱H \\ \mu_۰ = ۴\pi \times ۱۰^{-۷}\, \dfrac{Tm}{A} \end{cases}$$

$$L = \frac{AK\mu_۰ N^۲}{l}$$

$$N^۲ = \frac{l.L}{AK\mu_۰}$$

$$N^۲ = \frac{۲/۸ \times ۱۰^{-۲} \times ۱}{۱۰^{-۳} \times ۱ \times ۴ \times ۳/۱۴ \times ۱۰^{-۷}}$$

$$N^۲ = ۲۲ \times ۱۰^{۶} \Rightarrow N \approx ۴/۷ \times ۱۰^{۳}$$

forum.konkur.in

www.konkur.in

تمرین ۴-۳

۲- دو سیملولهٔ بدون هسته با سطح مقطع و تعداد دور یکسان را در نظر بگیرید. اگر طول یکی از سیملوله ها دو برابردیگری باشد،ضریب القاوری اش چند برابر دیگری است؟

پاسخ:

$$\begin{cases} K = ۱ \\ A_۲ = A_۱ \\ N_۲ = N_۱ \\ l_۲ = ۲l_۱ \\ L_۲ = ? L_۱ \end{cases}$$

$$\frac{L_۲}{L_۱} = \frac{\cancel{A_۲}}{\cancel{A_۱}} \times \frac{\cancel{K_۲}}{\cancel{K_۱}} \times \frac{l_۱}{l_۲} \times \left(\frac{\cancel{N_۲}}{\cancel{N_۱}} \right)^۲$$

$$\frac{L_۲}{L_۱} = \frac{l_۱}{۲l_۱}$$

$$L_۲ = \frac{۱}{۲} L_۱$$

forum.konkur.in

www.konkur.in

تمرین ۴-۴

سیملولهٔ آرمانی بدون هسته ای به طول ۲۲cm و با حلقه هایی به مساحت ۰/۴۴cm^۲، شامل N=۲۰۰۰ حلقهٔ نزدیک به هم است و جریان ۱/۷A از آن می گذرد. ضریب القاوری و انرژی ذخیره شده در سیملوله را حساب کنید.

پاسخ:

$K = ۱$

$l = ۲۲ \times ۱۰^{-۲}\,m$

$A = ./۴۴ \times ۱۰^{-۴}\,m^۲$

$N = ۲۰۰۰$

$L = ?$

$I = ۱/۷A$

$U = ?$

$\mu_. = ۴\pi \times ۱۰^{-۷}\,\frac{Tm}{A}$

$$L = \frac{A K \mu_. N^۲}{l}$$

$$L = \frac{./۴۴ \times ۱۰^{-۴} \times ۱ \times ۴ \times ۳/۱۴ \times ۱۰^{-۷} \times (۲ \times ۱۰^{۳})^۲}{۲۲ \times ۱۰^{-۲}}$$

$$L \approx ۱ \times ۱۰^{-۳}\,H = ۱mH$$

$$U_L = \frac{۱}{۲} L I^۲ \Rightarrow U_L = \frac{۱}{۲} \times ۱۰^{-۳} \times ۱/۷^۲$$

$$U_L = ۱/۴۴۵ \times ۱۰^{-۳}\,J = ۱/۴۴۵mJ$$

forum.konkur.in

www.konkur.in

تمرین ۴-۵

معادلهٔ جریان زمان یک مولد جریان متناوب برحسب یکاهای SI به صورت $I=(۴\times۱۰^{-۳})\sin۲۵۰\pi t$ است.الف) جریان در دو لحظهٔ $t_۱=۲ms$ و $t_۲=۸ms$ چقدراست؟

پاسخ:

الف)

$$\left.\begin{matrix} I=۴\times۱۰^{-۳}\sin۲۵۰\pi t \\ t=۲\times۱۰^{-۳}s \end{matrix}\right\} I=۴\times۱۰^{-۳}\sin۲۵۰\pi\times۲\times۱۰^{-۳}=۴\times۱۰^{-۳}\sin\frac{\pi}{۲}=۴\times۱۰^{-۳}A$$

$$\left.\begin{matrix} I=۴\times۱۰^{-۳}\sin۲۵۰\pi t \\ t=۸\times۱۰^{-۳}s \end{matrix}\right\} I=۴\times۱۰^{-۳}\sin۲۵۰\pi\times۸\times۱۰^{-۳}=۴\times۱۰^{-۳}\sin۲\pi=۰$$

forum.konkur.in

www.konkur.in

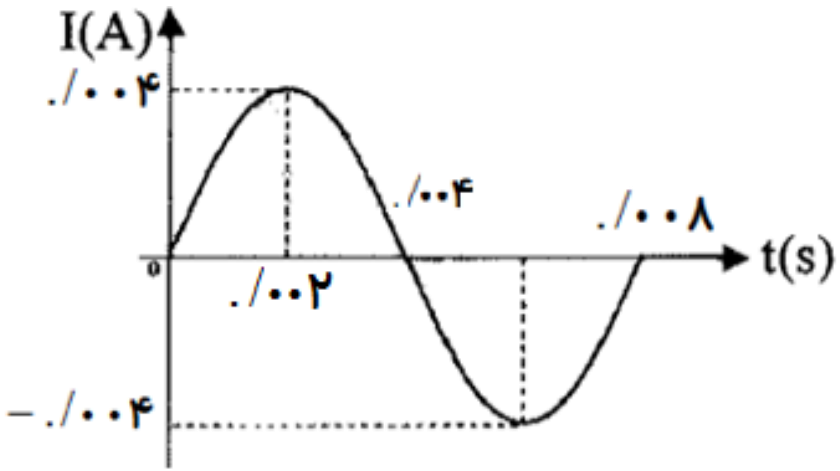
تمرین ۴-۵

معادلهٔ جریان زمان یک مولد جریان متناوب برحسب یکاهای SIبه صورت $I=(۴\times۱۰^{-۳})\sin۲۵۰\pi t$ است. ب)دورهٔ تناوب جریان را به دست آورید و نمودار جریان زمان را در یک دورهٔ کامل رسم کنید.

پاسخ:

$$I = ۴\times۱۰^{-۳}\sin۲۵۰\pi t$$

$$۲۵۰\pi = \frac{۲\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{۲\pi}{۲۵۰\pi} = ./۰۰۸s$$



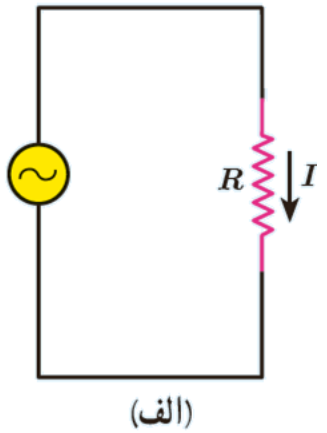
forum.konkur.in

www.konkur.in

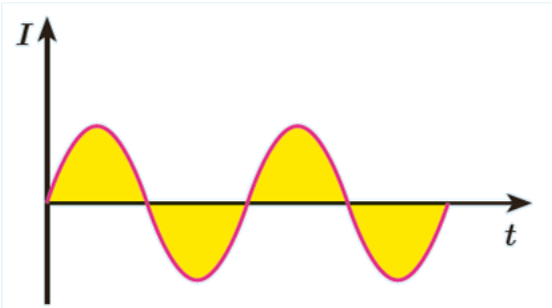
فعالیت۴-۱

در فصل ۲ دیدیم که دیود جریان را در یک جهت از خود عبور می دهد و در جهت دیگر مانع عبور جریان می شود. به همین دلیل آن را یکسوکنندهٔ جریان می نامند. نمودار شکل ب، تغییرات جریان برحسب زمان را برای مدار شکل الف نشان می دهد. پس از گفت و گو در گروه خود، نمودار تغییرات جریان برحسب زمان را برای مدار شکل پ رسم کنید.

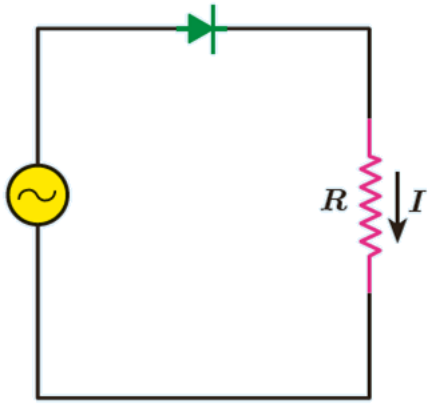
پاسخ:



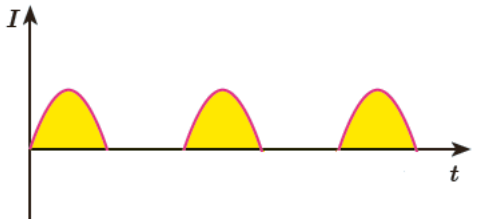
(الف)



(ب)



(پ)

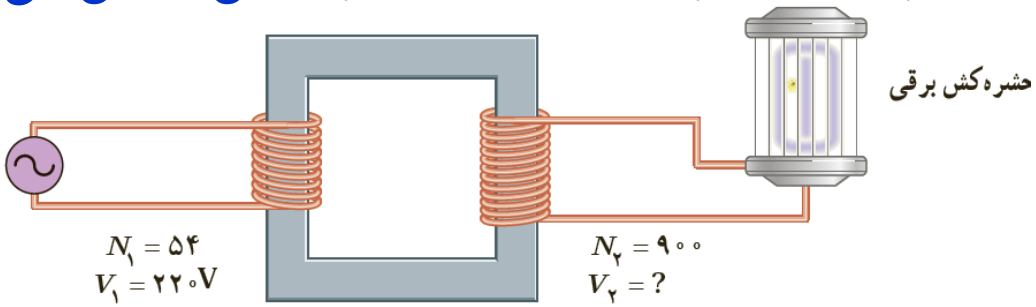


forum.konkur.in

www.konkur.in

تمرین ۴-۶

برخی از وسیله های برقی، مانند حشره کش برقی، برای کار کردن نیاز به ولتاژهای بالا از مرتبهٔ چند هزار ولت دارند. شکل زیرمبدلی را نشان می دهد که ولتاژ لازم را برای کار یک دستگاه حشره کش برقی فراهم می کند. اگر تعداد دور اولیهٔ مبدل $N_1 = ۵۴$ وتعداد دور ثانویه $N_2 = ۹۰۰$ باشد، مبدل چه ولتاژی را برای کار کردن دستگاه حشره کش تأمین می کند؟



پاسخ:

$$\begin{cases} N_1 = ۵۴ \\ V_1 = ۲۲۰v \\ N_2 = ۹۰۰ \\ V_2 = ? \end{cases}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

$$\frac{V_2}{۲۲۰} = \frac{۹۰۰}{۵۴}$$

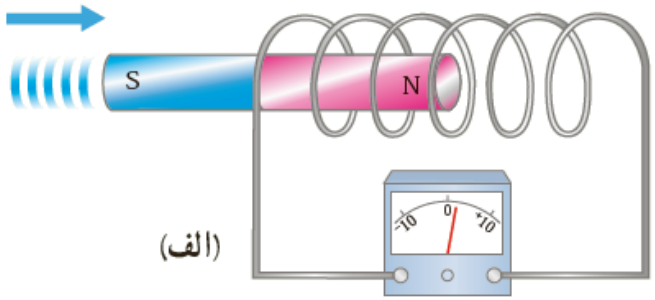
$$V_2 \approx ۳۶۶۷ \ v$$

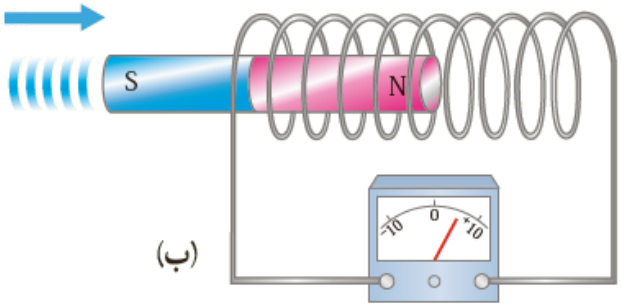
۱۲۷ کتاب

forum.konkur.in

پرسش ها و مسئله های فصل۴:

۱ –دوسیملوله با حلقه های بامساحت یکسان ولی با تعداد دورمتفاوت را مطابق شکل های زیر به ولت سنج حساسی وصل کرده ایم. دریافت خود را از این شکل ها بنویسید. (آهنرباها مشابه اند و با تندی یکسانی به طرف سیملوله ها حرکت می کنند)



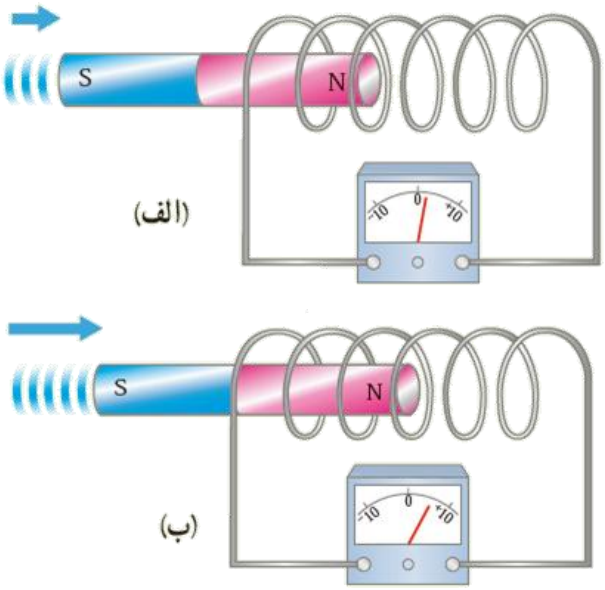


پاسخ:

درشکل الف و ب با ورود آهن ربا به پیچه نیرو محرکه و جریانی در آن القا شده است با این تفاوت که در شکل ب که تعداد دور های پیچه بیشتر از الف است نیرو محرکه وجریان بزرگتری القا می شود.

پرسش ها و مسئله های فصل۴:

۲-دو سیملولهٔ مشابه را مطابق شکل های زیر به ولت سنج حساسی وصل کرده ایم. دریافت خود را از شکل های زیربنویسید. (آهنرباها مشابه اند ولی با تندی متفاوتی به طرف سیملوله حرکت می کنند)

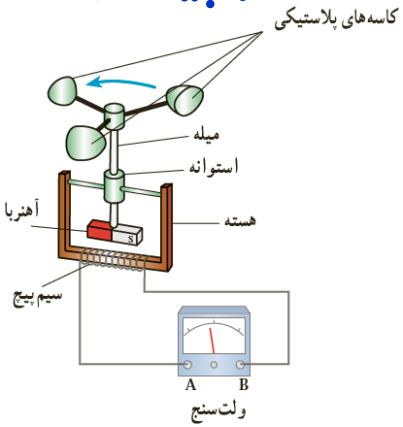


پاسخ:

درشکل (ب) سرعت حرکت آهنربا و در نتیجه آهنگ تغییر شار بیشتر از شکل الف است بنابراین نیروی محرکهٔ القایی بیشتر است

پرسش ها و مسئله های فصل۴:

۳-شکل داده شده ساختمان یک بادسنج را نشان می دهد. اگراین بادسنج را روی بام خانه نصب کنیم، به هنگام وزیدن باد میلهٔآن می چرخد و ولت سنج عددی را نشان می دهد.الف)چرا چرخش میله سبب انحراف عقربهٔولت سنج می شود؟ب)آیا با افزایش تندی باد، عددی که ولت سنج نشان می دهد تغییرمی کند؟ چرا؟ پ)برای بهبود و افزایش دقت کار دستگاه دو پیشنهاد ارائه دهید.



پاسخ:

الف)با چرخش میله، آهنربای متصل به آن نیزمی چرخدو سبب تغییر شار مغناطیسی درفضای اطراف خودمی شود. این امرسبب القای جریانی در سیم پیچ می شود.ب)با افزایش سرعت،آهنگ تغییر شار مغناطیسی نیز افزایش می یابد و در نتیجه جریان بزرگتری درسیم پیچ القا می شود.پ)استفاده ازسیم پیچی باتعداد دور بیشتروآهنربای قوی تربا‌روغن کاری دستگاه وکاهش اصطکاک همچنین استفاده از ولت سنج دقیق تر می تواند سبب بهبود و افزایش دقت دستگاه شود.

forum.konkur.in

پرسش ها و مسئله های فصل۴:

۴-سطح حلقه های پیچه ای که دارای ۱۰۰۰ حلقه است،عمودبر میدان مغناطیسی یکنواختی که اندازهٔ آن ۰/۰۴۰T و جهت آن از راست به چپ است، قرار دارد. میدان مغناطیسی در مدت ۰/۰۱ s. تغییر می کند و به ۰/۰۴۰ T درخلاف جهت اولیه می رسد.اگرسطح هرحلقهٔ پیچه ۵۰ cm^2 باشد، اندازهٔ نیروی محرکهٔ القایی متوسط در پیچه را حساب کنید.

پاسخ :

$$\begin{cases} N = ۱۰۰۰ \\ B_۱ = ./۰۴T \\ B_۲ = -./۰۴T \end{cases} \Rightarrow \Delta B = B_۲ - B_۱ = -./۰۴ - ./۰۴ = -./۰۸T$$

$$\Delta t = ۱۰^{-۲}s$$

$$\theta = ۰$$

$$A = ۵۰ \times ۱۰^{-۴} m^۲$$

$$\bar{\varepsilon} = ?$$

$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\phi}{\Delta t} \xrightarrow{\text{Bمتغییر}} \bar{\varepsilon} = -NA\frac{\Delta B}{\Delta t}\cos\theta$$

$$\bar{\varepsilon} = -۱۰۰۰ \times ۵۰ \times ۱۰^{-۴} \times \frac{-۸ \times ۱۰^{-۲}}{۱۰^{-۲}}\cos ۰ \rightarrow \bar{\varepsilon} = ۴۰v$$

۱۲۸کتاب

www.konkur.in

پرسش ها و مسئله های فصل۴:

۵-مساحت هرحلقهٔ پیچه ای $۳۰\,cm^۲$وپیچه متشکل از ۱۰۰۰ حلقه است. در ابتدا سطح پیچه ها بر میدان مغناطیسی زمین عمود است. اگردر مدت $۰/۰۲\,s$ پیچه بچرخدوسطح حلقه ها موازی میدان مغناطیسی زمین شود،نیروی محرکهٔ متوسط القایی در آن چقدر است؟ اندازهٔ میدان زمین را $۰/۵\,G$ درنظر بگیرید.

پاسخ:

$$A = ۳۰\times۱۰^{-۴}\,m^۲$$

$$N = ۱۰۰۰$$

$$\alpha_۱ = ۹۰^\circ \rightarrow \theta_۱ = ۰^\circ$$

$$B = ./۵\times۱۰^{-۴}\,T$$

$$\Delta t = ./۰۲\,s$$

$$\alpha_۲ = ۰^\circ \rightarrow \theta_۲ = ۹۰^\circ$$

$$\bar{\varepsilon} = ?$$

$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\phi}{\Delta t} \xrightarrow{\theta\text{متغییر}} \bar{\varepsilon} = -NAB\frac{(\cos\theta_۲ - \cos\theta_۱)}{\Delta t}$$

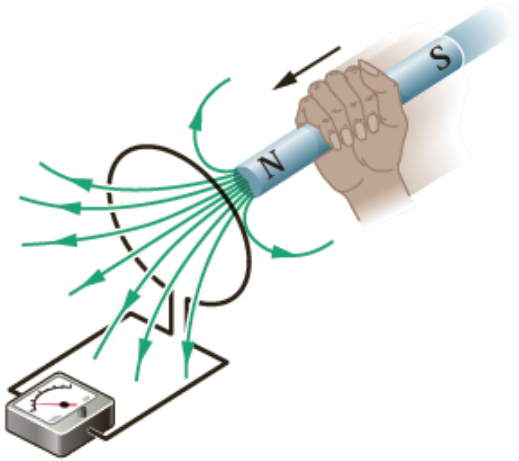
$$\bar{\varepsilon} = -۱۰۰۰\times۳۰\times۱۰^{-۴}\times./۵\times۱۰^{-۴}\times\frac{(\cos۹۰^\circ - \cos۰^\circ)}{./۰۲}$$

$$\bar{\varepsilon} = -۱۵\times۱۰^{-۵}\times\frac{(۰-۱)}{./۰۲} \rightarrow \bar{\varepsilon} = ۷/۵\times۱۰^{-۳}\,v$$

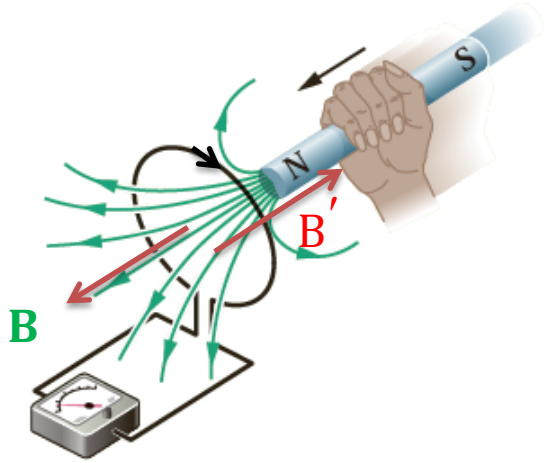
forum.konkur.in

پرسش ها و مسئله های فصل۴:

۶-قطب Nیک آهنربا را مطابق شکل روبه رو به یک حلقهٔ رسانا نزدیک می کنیم. جهت جریان القایی را در حلقه مشخص کنید.



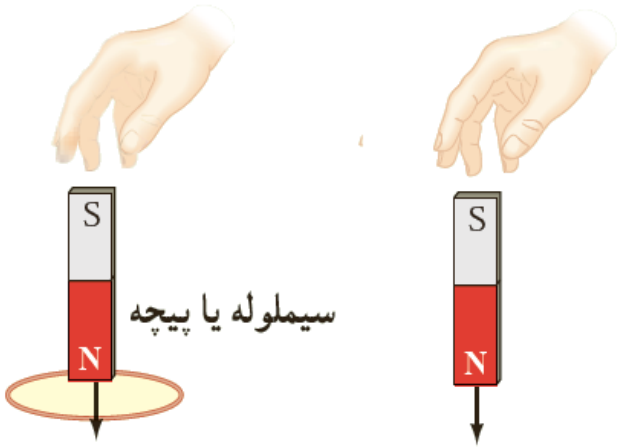
پاسخ:



چون آهن ربا درحال نزدیک شدن به حلقه است شارمغناطیسی افزایش می یابد درنتیجه میدان مغناطیسی حلقه خلاف جهت میدان مغناطیسی آهن ربا خواهد بود با استفاده از قاعده دست راست برای حلقه ،جهت جریان در حلقه ساعتگرد خواهدبود.

پرسش ها و مسئله های فصل۴:

۷-دو آهنربای میله ای مشابه رامطابق شکل،به طورقائم ازارتفاع معینی نزدیک سطح زمین رها می کنیم به طوری که یکی ازآنها ازحلقهٔ رسانایی عبور می کند. اگر سطح زمین در محل برخورد آهنرباها نرم باشد، مقدار فرورفتگی آهنرباها را در زمین با یکدیگرمقایسه کنید(تأثیر میدان مغناطیسی زمین روی آهنرباها را نادیده بگیرید)



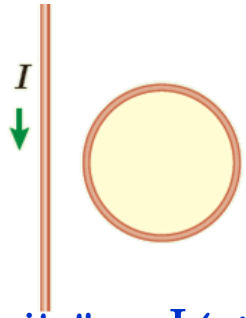
پاسخ:

آهنربا هنگام عبور از حلقهٔ رسانا، با مخالفتی روبه رو می شود که منشأ آن به جریان القایی در حلقه مربوط است. بنابراین، آهنربایی که از حلقه می گذرد،کمتر در زمین فرو می رود .

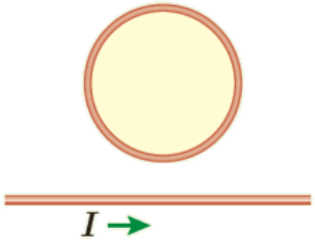
www.konkur.in

پرسش ها و مسئله های فصل۴:

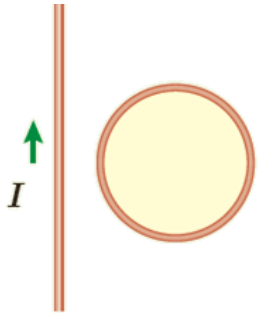
۸-جهت جریان القایی را در هریک از حلقه های رسانای نشان داده شده در شکل های زیر تعیین کنید.



الف) Iدر حال افزایش



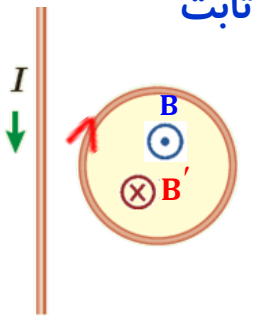
ب) Iدر حال کاهش



پ) Iثابت

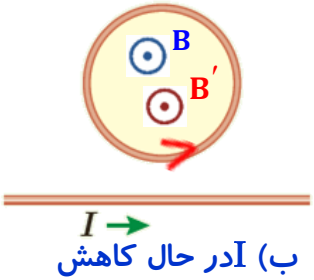
پاسخ:

الف-شارمغناطیسی سیم بلنددردرون حلقه برون سو ودرحال افزایش است طبق قانون لنز،شارمغاطیسی حلقه بایدبا افزایش شارمخالفت کندبا توجه به قاعده دست راست جهت جریان القایی ،ساعتگرد رابوجودمی آورد.



الف) Iدر حال افزایش

ب-شارمغناطیسی سیم بلنددردرون حلقه برون سو ودرحال کاهش است طبق قانون لنز،شارمغاطیسی حلقه باید با کاهش شارمخالفت کندبا توجه به قاعده دست راست جهت جریان القایی ،پادساعتگرد رابوجود می آورد.



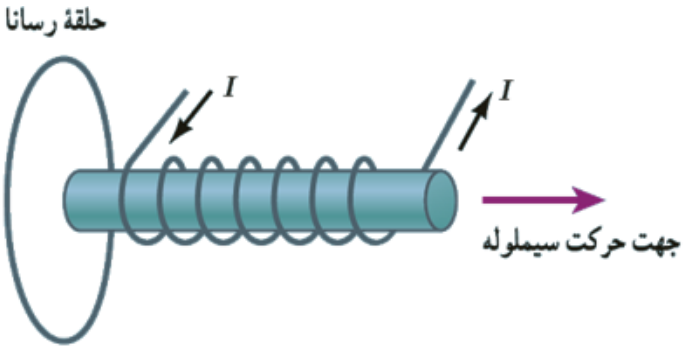
ب) Iدر حال کاهش

پ-چون جریان ثابت است شارمغناطیسی سیم بلنددردرون حلقه ثابت بوده وجریان القایی صفرمی شود

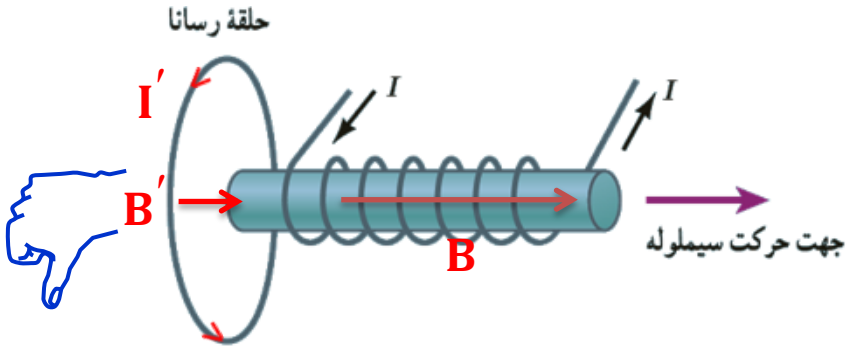
forum.konkur.in

پرسش ها و مسئله های فصل۴:

۹-شکل زیر سیملولهٔ حامل جریانی را نشان می دهد که درحال دور شدن از یک حلقهٔ رساناست. جهت جریان القایی را در حلقه با ذکر دلیل تعیین کنید.



پاسخ:



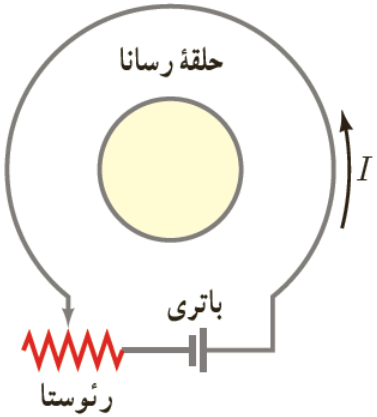
با دورشدن سیم لوله شارمغناطیسی کاهش می یابد.درنتیجه میدان مغناطیسی حلقه هم جهت با میدان مغناطیسی سیم لوله(به سمت راست)خواهد بود. با توجه به قاعده دست راست برای حلقه جریان القایی (برای ناظردرسمت سیملوله)در جهت پادساعتگرد می شود.

forum.konkur.in

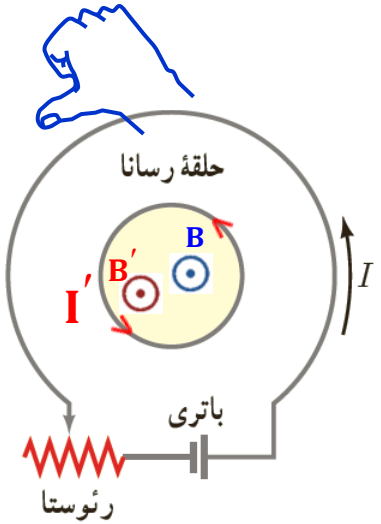
www.konkur.in

پرسش ها و مسئله های فصل۴:

۱۰-اگر درمدار شکل زیرمقاومت رئوستا افزایش یابد،جریان القایی در حلقهٔ رسانای داخلی در چه جهتی ایجادمی شود؟



پاسخ:

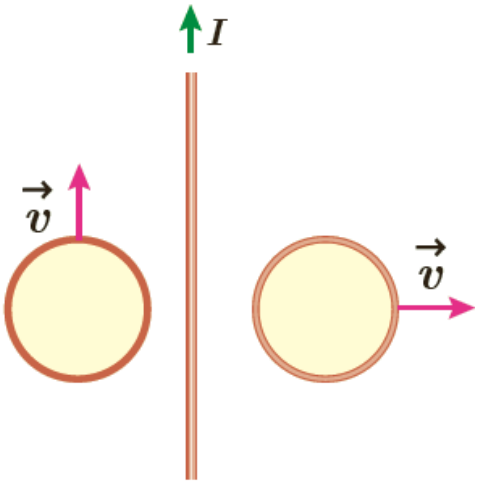


با افزایش مقاومت رئوستا، جریان عبوری از مدارکاهش می یابدودر نتیجه شار عبوری از حلقهٔ رسانا نیز کاهش می یابد. با توجه به جهت جریان و میدان مغناطیسی ناشی از مدار، جریان القایی در جهت پادساعتگرد در حلقهٔ رسانا به وجود می آید.

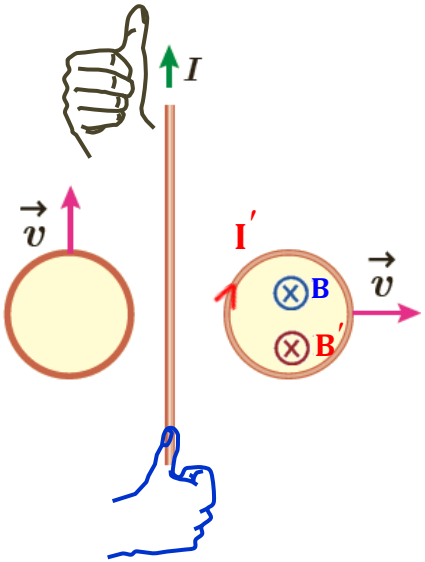
forum.konkur.in

پرسش ها و مسئله های فصل۴:

۱۱-دو حلقۀرسانا درنزدیکی یک سیم دراز حامل جریان ثابت I قرار دارند؛ این دو حلقه با تندی یکسان، ولی در جهت های متفاوت مطابق شکل زیر حرکت می کنند.جهت جریان القایی را در هرحلقه با ذکر دلیل تعیین کنید.



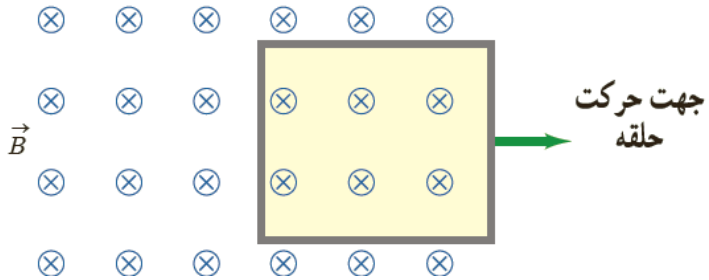
پاسخ:



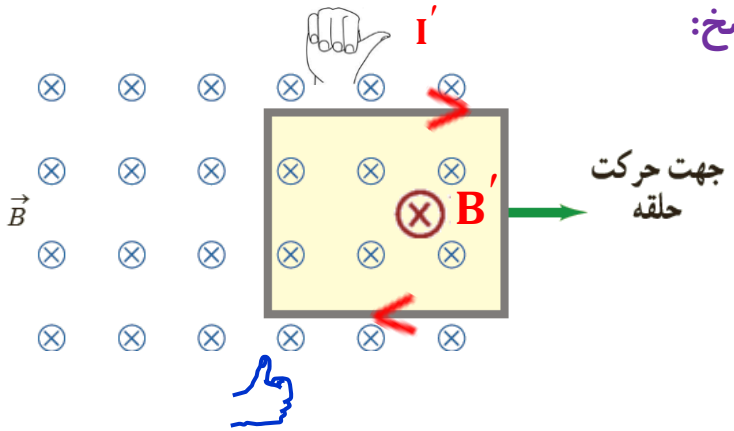
درحلقۀ سمت چپ،چون به موازات سیم درازحامل جریان ثابت Iحرکت می کند، جریانی القا نمی شود. شار عبوری ازحلقه درهرلحظه اززمان ثابت است وتغییری نمی کند.درحلقۀسمت راست،جریان درجهت ساعتگرد القا می شود تا کاهش شار عبوری از آن جبران شود.

پرسش ها و مسئله های فصل۴:

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



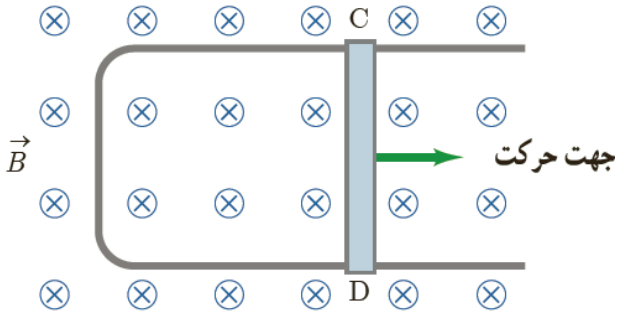
پاسخ:



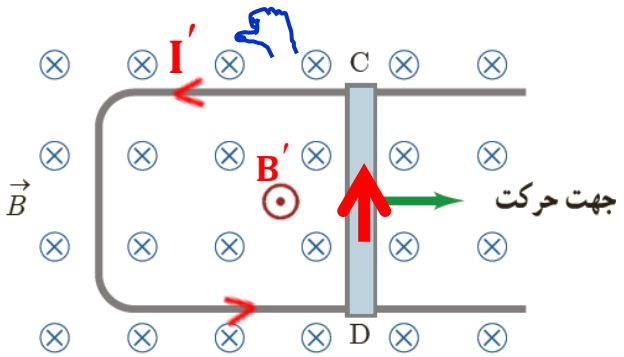
با خروج قاب میدان مغناطیسی وشار عبوری ازآن کاهش می یابد وطبق قانون لنز برای مخالفت با تغییرشار، B' القا شده در مرکز قاب هم جهت با B و جریان القایی ساعتگرد است.

پرسش ها و مسئله های فصل۴:

۱۳-شکل زیررسانای U شکلی را درون میدان مغناطیسی یکنواخت B که عمود برصفحهٔ شکل و رو به داخل صفحه است نشان می دهد. وقتی میلهٔ فلزی CD به طرف راست حرکت کند، جهت جریان القایی در مدار در چه جهتی است؟



پاسخ:

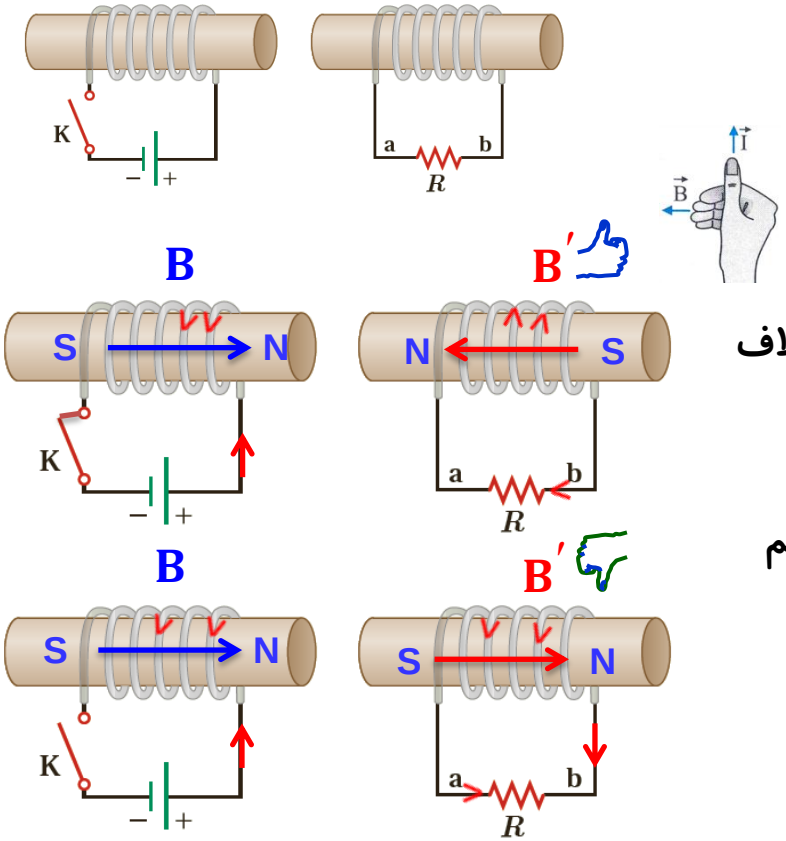


با حرکت میله فلزی به سمت راست میدان عبوری از مساحت قاب افزایش وشار افزایش می یابد طبق قانون لنز برای مخالفت با افزایش شار جریان پاد ساعتگرد در قاب ایجاد می شود.

پرسش ها و مسئله های فصل۴:

۱۴-در مدار نشان داده شده در شکل زیر، جهت جریان القایی را در مقاومت Rدر هریک از دو حالت زیر با ذکر دلیل پیدا کنید:

الف)در لحظهٔ بستن کلید K، ب)در لحظهٔ باز کردن کلید .



پاسخ:

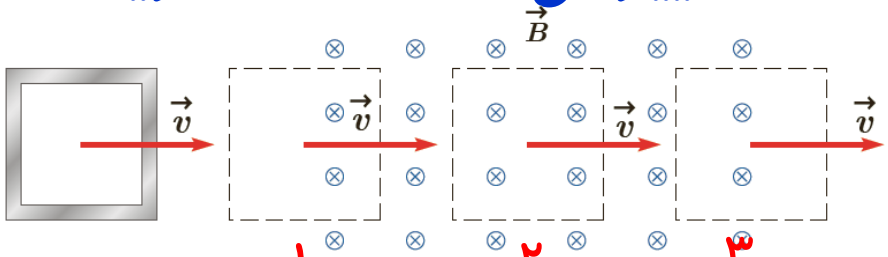
الف-بابستن کلیدشارمغناطیسی افزایش می یابدمیدان سیم لوله ها خلاف جهت هم می شود.درنتیجه جریان درمقاومت R ازb بهa می باشد

ب-بابازکردن کلیدشارمغناطیسی کاهش می یابدمیدان سیم لوله ها هم جهت هم می شود.درنتیجه جریان درمقاومت R ازaبهbمی باشد

پرسش ها و مسئله های فصل۴:

۱۵-حلقهٔرسانای مربعی شکل،به طول ضلع ۱۰cm وارد میدان مغناطیسی درون سویی به اندازهٔ ۲۰mT و سپس از آن خارج می شود.الف)در کدام مرحله شار عبوری از حلقه بیشینه است؟مقدارشار گذرنده از حلقه در این حالت چقدر است؟

ب)درکدام وضعیت ها شار گذرنده از حلقه تغییر می کند؟ جهت جریان القایی را در حلقه تعیین کنید.



پاسخ:

الف) در۲بیشترین شارمغناطیسی ازحلقه می گذرد.

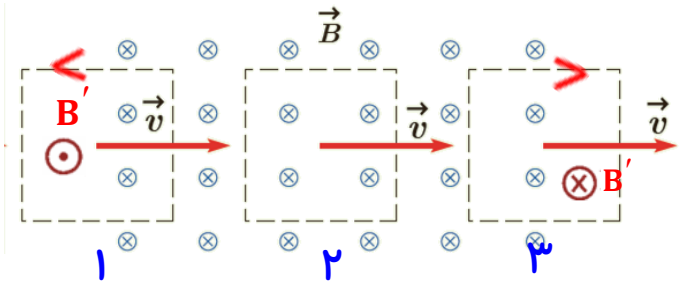
$a = ۱۰^{-۱}m \Rightarrow A = a^{۲} \Rightarrow A = ۱۰^{-۲}m^{۲}$

$B = ۲۰mT \quad \phi = BA\cos\theta \Rightarrow \phi_{max} = ۲۰\times۱۰^{-۳}\times۱۰^{-۲}\cos۰^{\circ} \Rightarrow \phi_{max} = ۲\times۱۰^{-۴}wb$

ب) درشکل ۱و ۳هنگام ورود و خروج قاب به میدان مغناطیسی شار مغناطیسی تغییر می کند.طبق قاعده دست راست وقانون لنزجهت جریان القایی درشکل ۱پادساعتگرد ودرشکل۳ ساعتگرد است.

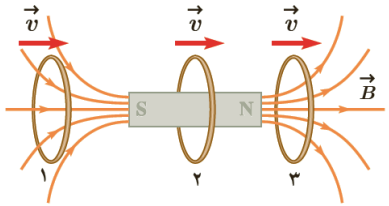
$\theta = ۰^{\circ}$

$\Delta\phi = ?$



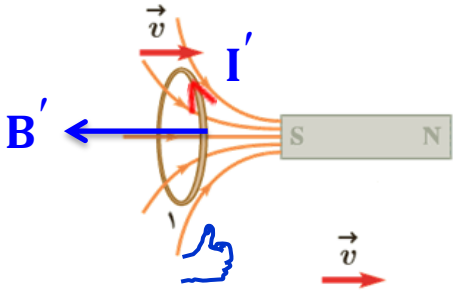
پرسش ها و مسئله های فصل۴:

۱۶-حلقهٔ رسانایی به طرف یک آهنربای میله ای حرکت می کند.شکل زیر، حلقه را در سه وضعیت نسبت به آهنربا نشان می دهد. جهت جریان القایی را در حلقه برای هر وضعیت به طور جداگانه تعیین کنید.

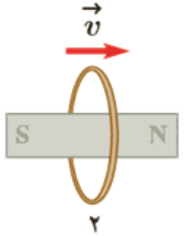


پاسخ:

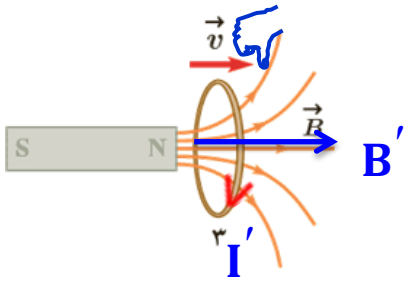
حالت۱-بانزدیک شدن حلقه به آهن رباشارمغناطیسی افزایش می یابد در نتیجه میدان مغناطیسی حلقه خلاف جهت میدان آهن ربا است بنابر این جریان مطابق شکل است .



حالت۲-تغییرات شارمغناطیسی دراین حالت نداریم،بنابراین جریان هم در حلقه القاء نمی شود.

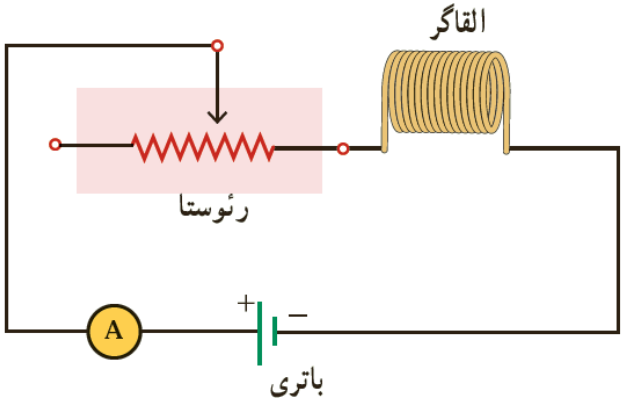


حالت۳-بادور شدن حلقه ازآهن ربا شارمغناطیسی کاهش می یابددر نتیجه میدان مغناطیسی حلقه هم جهت میدان آهن ربا است بنابر این مطابق شکل است



پرسش ها و مسئله های فصل۴:

۱۷-شکل زیرمداری را نشان می دهد؛شامل یک القاگر(سیملوله)باتری،رئوستا وآمپرسنج که به طورمتوالی به یکدیگربسته شده اند.اگربخواهیم بدون تغییر ولتاژباتری،انرژی ذخیره شده درالقاگررا زیاد کنیم چه راهی پیشنهادمی کنید؟



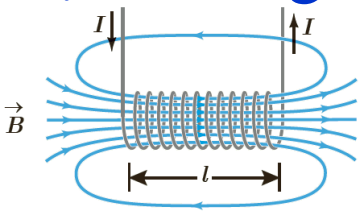
پاسخ:

انرژی ذخیره شده در القاگراز رابطهٔ $U=\frac{۱}{۲}LI^{۲}$ به دست می آید.با کاهش مقاومت رئوستا،جریان عبوری از مدارو در نتیجه القاگر افزایش می یابد. دراین صورت انرژی بیشتری در القاگر ذخیره می شود.با قراردادن یک هستهٔ فرومغناطیسی نرم درون القاگر(سیملوله)، ضریب خودالقایی آن افزایش می یابدودرنتیجه انرژی بیشتری در القاگر ذخیره می شود.

www.konkur.in

پرسش ها و مسئله های فصل۴:

۱۸-مساحت هر حلقه و طول سیملولهٔ شکل زیربه ترتیب $۲۰cm^۲$ و $۸۰cm$ است. اگر این سیملوله از ۱۰۰۰ حلقهٔ نزدیک به هم تشکیل شده باشد، الف)ضریب خودالقایی آن را پیدا کنید.ب)چه جریانی از سیملوله بگذرد تا در میدان مغناطیسی آن ۰/۴ J. انرژی ذخیره شود؟



پاسخ:

$A = ۲۰\times۱۰^{-۴}\,m^۲$

$l = ۸۰\times۱۰^{-۲}\,m$

$N = ۱۰۰۰$

$K = ۱$

$L = ?$

$I = ?$

$U = ۰/۴J$

$\mu_۰ = ۴\pi\times۱۰^{-۷}\,\frac{Tm}{A}$

$$L = \frac{AK\mu_۰N^۲}{l}$$

$$L = \frac{۲\times۱۰^{-۳}\times۱\times۴\times۳/۱۴\times۱۰^{-۷}\times(۱۰^۳)^۲}{۸\times۱۰^{-۱}}$$

$$L = ۳/۱۴\times۱۰^{-۳}\,H$$

$$U_L = \frac{۱}{۲}LI^۲ \Rightarrow I^۲ = \frac{۲U_L}{L}$$

$$I^۲ = \frac{۲\times۰/۴}{۳/۱۴\times۱۰^{-۳}} \approx ۲۵۵ \Rightarrow I \approx ۱۶A$$

forum.konkur.in

www.konkur.in

۱۹-جریان متناوبی که بیشینهٔ آن A ۲ و دورهٔ آن s ۰/۰۲۰ است، از یک رسانای ۵ اهمی می گذرد.الف)اولین لحظه ای که در آن جریان بیشینه است چه لحظه ای است؟ در این لحظه نیروی محرکهٔ القایی چقدر است؟ ب)در لحظهٔ $t=\frac{۱}{۴۰۰}s$ جریان چقدر است؟

پاسخ:

$$\begin{cases} I_{max}=۲A \\ T=./۰۲s \\ R=۵\Omega \\ t=? \\ \varepsilon=? \\ t=\frac{۱}{۴۰۰}s \\ I=? \end{cases}$$

الف)

$$I=I_m\sin\omega t \rightarrow I=۲\sin\frac{۲\pi}{./۰۲}t \rightarrow I=۲\sin۱۰۰\pi t$$

$$\left.\begin{matrix} I=۲\sin۱۰۰\pi t \\ I=۲A \end{matrix}\right\} ۲=۲\sin۱۰۰\pi t \rightarrow \sin\frac{\pi}{۲}=\sin۱۰۰\pi t \rightarrow t=\frac{۱}{۲۰۰}s$$

$$\varepsilon=RI \rightarrow \left.\begin{matrix} \varepsilon=۱۰\sin۱۰۰\pi t \\ t=\frac{۱}{۲۰۰}s \end{matrix}\right\} \varepsilon=۱۰\sin\frac{۱۰۰\pi}{۲۰۰} \rightarrow \varepsilon=۱۰V$$

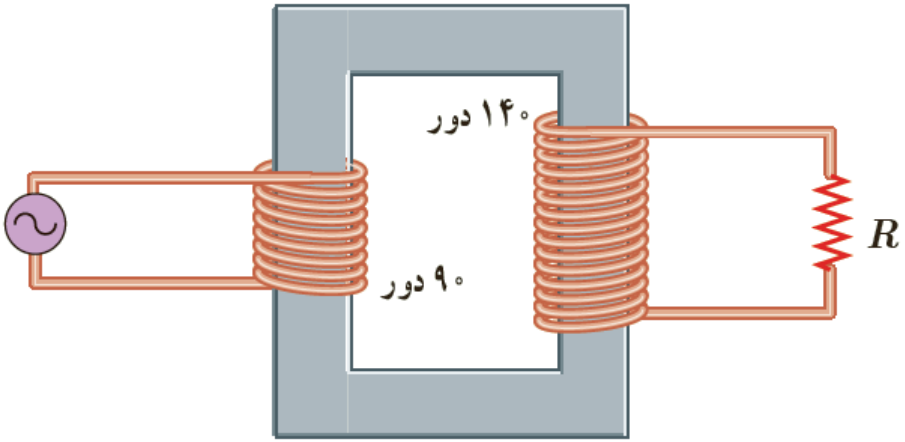
ب)

$$\left.\begin{matrix} I=۲\sin۱۰۰\pi t \\ t=\frac{۱}{۴۰۰}s \end{matrix}\right\} I=۲\sin\frac{۱۰۰\pi}{۴۰۰} \rightarrow I=۲\sin\frac{\pi}{۴}=۲\times\frac{\sqrt{۲}}{۲}=\sqrt{۲}A$$

forum.konkur.in

www.konkur.in

۲۰-در مبدل آرمانی شکل زیر،اگر بیشینه ولتاژ دوسر مقاومت R برابر $۷\ V$ باشد، بیشینه ولتاژ مولد چقدر است؟



پاسخ:

$$\begin{cases} V_۲ = ۷V \\ N_۲ = ۱۴۰V \\ N_۱ = ۹۰ \\ V_۱ = ? \end{cases}$$

$$\frac{V_۲}{V_۱} = \frac{N_۲}{N_۱}$$

$$\frac{۷}{V_۱} = \frac{۱۴۰}{۹۰}$$

$$V_۱ = ۴/۵\ v$$

forum.konkur.in