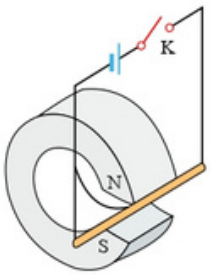
فیزیک
۱۱

نمونه سوالات تشریحی
فصل ۳

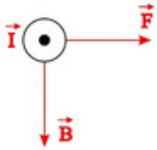
bekhunofficial

حمیدرضامحمدپور

۱ – یک میلهٔ رسانا به پایانه‌های یک باتری وصل شده و مطابق شکل در فضای بین قطب‌های یک آهنربای C شکل آویزان شده است و می‌تواند آزادانه نوسان کند. با بستن کلید K، چه اتفاقی برای میلهٔ رسانا رخ می‌دهد؟ توضیح دهید.

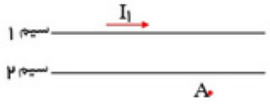


با بسته شدن کلید K جریان الکتریکی از قطب مثبت باتری در مدار جاری می‌شود و به این ترتیب جهت جریان الکتریکی برون‌سو خواهد بود. و طبق قانون دست راست:

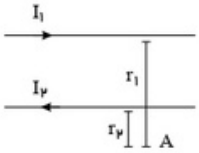


به این ترتیب به محض بسته شدن کلید، نیروی F در جهت خارج کردن سیم از آهنربا به سمت راست به آن وارد می‌شود.

۲ – شکل زیر، دو سیم موازی و بلند حامل جریان را نشان می‌دهد. اگر میدان مغناطیسی برآیند حاصل از این سیم‌ها در نقطهٔ A صفر باشد، جهت جریان آن را در سیم ۲ پیدا کنید.



پاسخ: طبق قانون دست راست، جهت میدان مغناطیسی ناشی از جریان I_1 در نقطهٔ A یعنی B_1 درون‌سو می‌باشد بنابراین باید جریان سیم شمارهٔ (۲) یعنی I_2 به سمت چپ باشد تا میدان مغناطیسی ناشی از آن یعنی B_2 برون‌سو و در خلاف جهت B_1 شود تا امکان خنثی شدن میدان‌ها در نقطهٔ A ایجاد گردد:



$$B_1 = B_2$$

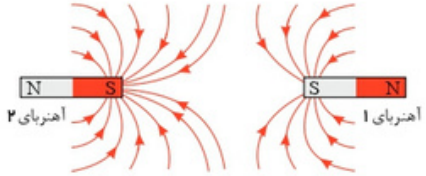
$$\frac{\cancel{4\pi}\times 10^{-7}\cdot I_1}{2\pi R_1} = \frac{\cancel{4\pi}\times 10^{-7}\cdot I_2}{2\pi R_2}$$

$$\Rightarrow \frac{I_1}{R_1} = \frac{I_2}{R_2} \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

و اگر شرط برابری $\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_1}{R_2}$ محقق شود برآیند میدان‌ها در A صفر خواهد بود.

۳ – الف) آهنربای میله‌ای با قطب‌های نامشخص در اختیار داریم. دست کم دو روش را برای تعیین قطب های این آهنربا بیان کنید.

ب) خط‌های میدان مغناطیسی بین دو آهنربا در شکل زیر نشان داده شده است. اندازه؟ میدان مغناطیسی را در نزدیکی قطب‌های آهنرباها با هم مقایسه کنید.



پاسخ: الف) برای چنین کاری نیاز به وسایل دیگری نیز داریم. مثلاً می‌توانیم آهنربا را به کمک یک قطعه نخ بیاویزیم در اینصورت می‌چرخد و قطب N آن رو به شمال جغرافیایی (یا همان قطب S آهنربای درونی کرهٔ زمین) قرار می‌گیرد.

روش دیگر اینست که آهنربای دیگری با قطب‌های مشخص در اختیار داشته باشیم. سمتی از آهنربای مجهول که جذب قطب N می‌شود، S است و بالعکس.

ب) همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود خطوط میدان مغناطیسی در اطراف آهنربای (۲) متراکم‌تر و دارای انحنای کمتری هستند این موضوع نشان می‌دهد که این آهنربا قوی‌تر از آهنربای (۱) است.

۴ - پروتونی با تندی $۴٫۴ \times ۱۰^{۶} m/s$ درون میدان مغناطیسی یکنواختی به اندازهٔ $۱۸mT$ در حرکت است. جهت حرکت پروتون با جهت $\vec{B}$، زاویهٔ ۶۰° می‌سازد.

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 $۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} C$ و جرم آن را $۱٫۷ \times ۱۰^{-۲۷} kg$ در نظر بگیرید).

پاسخ: الف) می‌توان نوشت:

$$F = q \cdot v \cdot B \sin\alpha$$

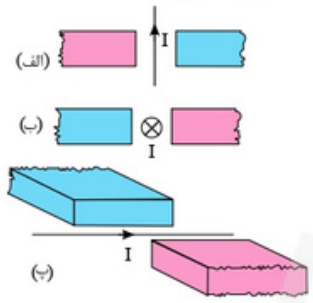
$$F = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} \times ۴٫۴ \times ۱۰^{۶} \times (۱۸ \times ۱۰^{-۳}) \times \sin ۶۰^{\circ} = ۱۰۷٫۷۱ \times ۱۰^{-۱۶} N$$

ب)

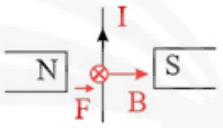
$$F = ma$$

$$\Rightarrow ۱۰۷٫۷۱ \times ۱۰^{-۱۶} = ۱٫۷ \times ۱۰^{-۲۷} a \Rightarrow a = ۶۳٫۳۶ \times ۱۰^{۱۱} \frac{m}{s^{۲}}$$

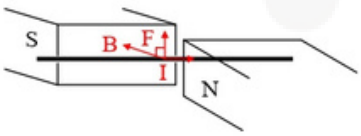
۵ - جهت نیروی الکترومغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان را در هر یک از شکل‌های الف، ب و پ با استفاده از قاعدهٔ دست راست بیابید.



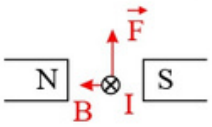
پاسخ: طبق قانون دست راست اگر چهار انگشت دست راست طوری در جهت جریان قرار بگیرد که کف دست در جهت میدان مغناطیسی باشد (یعنی خطوط میدان از کف دست خارج شوند و به عبارتی کف دست به سمت قطب S آهنربا قرار گیرد) انگشت شست جهت نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان را نشان می‌دهد:



الف



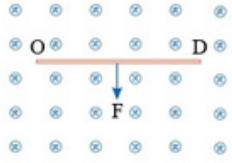
پ



ب

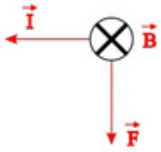
در شکل (پ) باید توجه کرد که شکل فضایی است و سه بردار F، I و B برهم عمودند.

۶ - سیم رسانای CD به طول $۲m$ مطابق شکل زیر عمود بر میدان مغناطیسی درون‌سو با اندازهٔ $۰٫۵T$ قرار گرفته است؛ اگر اندازهٔ نیروی مغناطیسی وارد بر سیم برابر $۱N$ باشد، جهت و مقدار جریان عبوری از سیم را تعیین کنید.



bekhunofficial

پاسخ: بر اساس قانون دست راست جهت جریان را تعیین می‌کنیم: (جهت جریان قراردادی، جهت حرکت بارهای مثبت در مدار است).

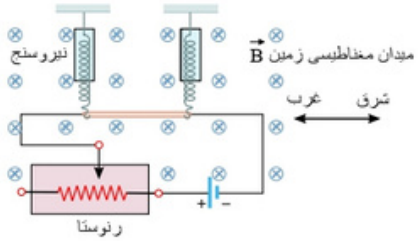


$$F = BI\ell\sin\alpha$$
$$\Rightarrow ۱ = ۰/۵ \times I \times ۲ \times ۱ \Rightarrow I = ۱A$$

۷ - یک سیم حامل جریان ۱/۶ آمپر مطابق شکل زیر با دو نیروسنج فنری که به دو انتهای آن بسته شده‌اند، به طور افقی و در راستای غرب – شرق قرار دارد. میدان مغناطیسی زمین را یکنواخت، به طرف شمال و اندازهٔ $۰/۰۵mT$ بگیرید.

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

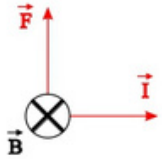
ب) اگر بخواهیم نیروسنج‌ها عدد صفر را نشان دهند، چه جریانی و در چه جهتی باید از سیم عبور کند؟ جرم هر متر از طول این سیم ۸ گرم است. $(g = ۹/۸N/kg)$



الف) می‌توان نوشت: $F = BI\ell\sin\alpha$

$$F = (۰/۰۵ \times ۱۰^{-۳}) \times ۱/۶ \times ۱ \times ۱ = ۰/۰۸ \times ۱۰^{-۳} = ۸ \times ۱۰^{-۵}N$$

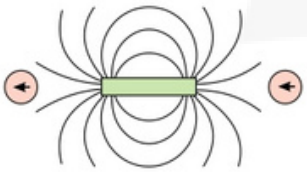
ب) برای اینکه نیروسنج‌ها عدد صفر را نشان دهند باید نیروی مغناطیسی وارد بر هر متر از سیم رو به بالا و هم اندازهٔ وزن آن باشد:

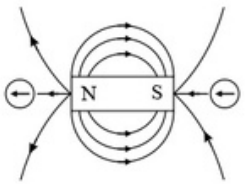


$$F_{وارد} = mg$$
$$BI\ell\sin\alpha = mg$$
$$۰/۰۵ \times ۱۰^{-۳} \times I \times ۱ \times ۱ = (۸ \times ۱۰^{-۳}) \times ۱۰$$
$$\Rightarrow I = \frac{۸۰}{۰/۰۸} = ۱۶۰۰A$$

و جریان باید به سمت راست باشد.

۸ - با توجّه به جهت‌گیری عقربه‌های مغناطیسی در شکل زیر، قطب‌های آهنربای میله‌ای و جهت خط‌های میدان مغناطیسی را تعیین کنید.



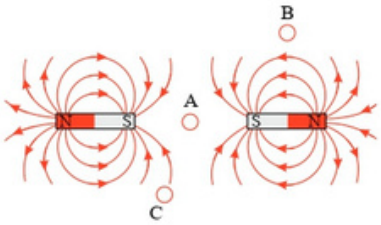


می‌دانیم که عقربهٔ مغناطیسی در جهت خطوط میدان مغناطیسی خارجی قرار می‌گیرد و فلش آن سمت S آهنربای خارجی را نشان می‌دهد بنابراین داریم:

ضمناً جهت خطوط میدان مغناطیسی در خارج از یک آهنربا از قطب N به طرف قطب S است. (و البته در داخل آهنربا این خطوط از S به N بسته می‌شوند).

bekhunofficial

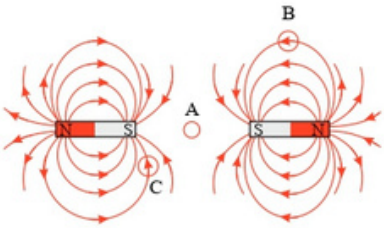
۹ – شکل زیر، خط های میدان مغناطیسی را در نزدیکی دو آهنربای میله ای نشان می دهد.



الف) درباره؟ میدان مغناطیسی در نقطه؟ A چه می توان گفت؟

ب) با رسم شکل نشان دهید عقربه؟ قطب نما در نقطه های B و C به‌ترتیب در کدام جهت قرار می گیرد؟

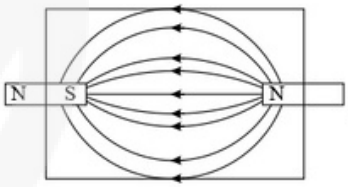
پ) اگر مانند شکل زیر یکی از آهنرباها را بچرخانیم تا جای قطب های آن عوض شود، خط های میدان مغناطیسی را در ناحیه؟ نقطه چین رسم کنید.



الف) در نقطهٔ A میدان مغناطیسی صفر است چون درست وسط فاصلهٔ دو قطب S قرار گرفته است.

ب) مطابق شکل جهت عقربه‌های مغناطیسی در هر نقطه هم‌جهت با خطوط میدان مغناطیسی عبورکننده از آن نقطه خواهند بود.

پ)



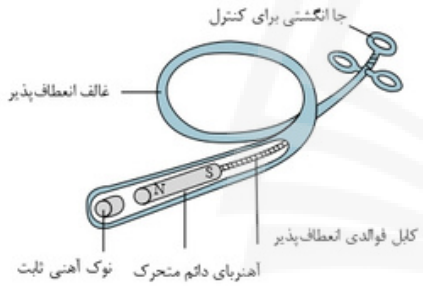
۱۰ – کودکی یک قطعهٔ آهنی را بلعیده است. پزشک می‌خواهد آن را با دستگاه شکل زیر بیرون بیاورد.

الف) هنگامی که آهنربای دائمی به نوک ثابت آهنی نزدیک می‌شود چه اتفاقی می‌افتد؟

ب) ساختن نوک ثابت آهن چه مزیتی دارد؟

پ) این وسیله را باید به درون گلوی کودک وارد و به سوی فلز بلعیده شده هدایت کرد؛ چرا غلاف باید انعطاف‌پذیر باشد؟

ت) پزشک می‌خواهد یک گیرهٔ آهنی کاغذ و یک واشر آلومینیومی را از گلوی کودک بیرون بیاورد؛ کدام‌یک را می‌توان بیرون آورد؟ چرا؟



پاسخ: الف) در چنین حالتی در فلزِ داخل بدن بیمار پدیدهٔ القای مغناطیسی رخ می‌دهد و آن فلز خود تبدیل به یک آهنربای کوچک می‌شود . به این ترتیب جذب نوک ثابت این وسیله می‌شود و به آن می‌چسبد.

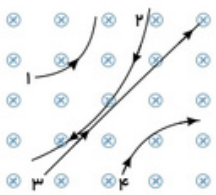
پ) آهنی بودن نوک ثابت باعث می‌شود که با نزدیک کردن آهنربای داخلی وسیله به آن، نوک وسیله آهنربا شود و بتواند شیء خارجی را جذب کند و پس از خارج کردن آن و دور کردن آهنربای داخلی، آهن خاصیت آهنربایی را از دست بدهد تا شیء خارجی از وسیله جدا شود. ضمناً ثابت بودن نوک مانع از صدمات احتمالی ناشی از جلو و عقب بردن آهنربا به داخل بدن بیمار می‌شود.

پ) تا به سادگی بتواند از انحنای گلو عبور کند.

ت) گیرهٔ آهنی جذب آهنربا می‌شود ولی واشر آلومینیومی که جنس مواد پارامغناطیسی است جذب این آهنربا نمی‌شود. (باید آهنربای بسیار بسیار قوی داشته باشیم).

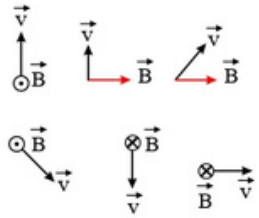
bekhunofficial

۱۱ - چهار ذرّه هنگام عبور از میدان مغناطیسی درون‌سو مسیرهایی مطابق شکل زیر می‌پیماید. دربارهٔ نوع بار هر ذره چه می‌توان گفت؟

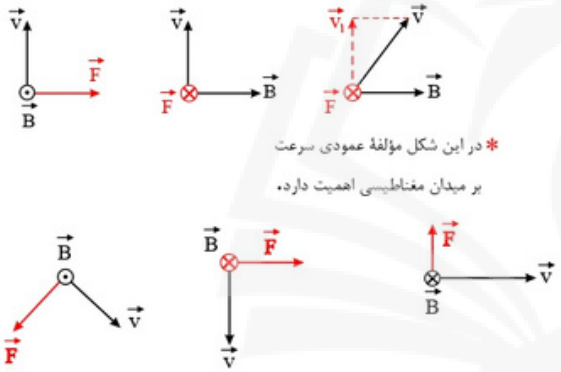


پاسخ: برای پاسخ دادن به چنین سوالاتی از قانون دست راست استفاده می‌شود. بار الکتریکی همیشه به سمتی منحرف می‌شود که نیروی مغناطیسی بر آن وارد شده است. بنابراین کف دست را رو به کاغذ قرار می‌دهیم (طوری که بردار عمودی خارج شده از کف دست به سمت کاغذ یعنی درون‌سو باشد)، چهار انگشت دست راست را در جهت سرعت بار (در هر نقطهٔ دلخواه از مسیرهای نشان داده شده) قرار داده می‌شود و به این ترتیب انگشت شست دست راست جهت منحرف شدن بار مثبت را نشان می‌دهد. اگر جهت انحراف نشان داده شده در شکل با جهت شست دست راست هم‌خوانی داشت معلوم می‌شود بار مثبت بوده، اگر خلاف آن بود بار منفی بوده و اگر انحرافی رخ نداده بود بار خنثی است پس، بار (۱) مثبت است چون جهت انحراف با جهت شست منطبق است، بار (۲) منفی است چون خلاف جهت است، سومی خنثی است چون منحرف نشده و بار (۴) هم منفی است چون انحراف بار خلاف جهت انگشت شست است.

۱۲ - جهت نیروی مغناطیسی وارد بر بار مثبت را در هر یک از حالت‌های نشان داده در شکل زیر تعیین کنید.

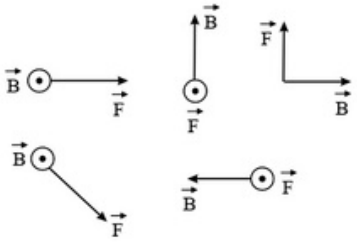


پاسخ: طبق قانون دست راست، چهار انگشت دست راست در جهت حرکت بار مثبت و کف دست را در جهت میدان مغناطیسی قرار می‌دهیم، انگشت شست دست راست جهت نیرو را نشان می‌دهد:



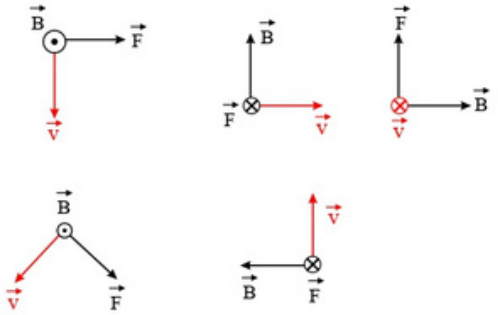
* در این شکل مؤلفهٔ عمودی سرعت بر میدان مغناطیسی اهمیت دارد.

۱۳ - نیروی مغناطیسی $\vec{F}$ وارد بر الکترونی که در میدان مغناطیسی $\vec{B}$ در حرکت است، در شکل زیر، نشان داده شده است. فرض کنید راستای حرکت الکترون بر میدان مغناطیسی عمود است؛ در هر یک از - حالت‌های نشان داده شده جهت سرعت الکترون را تعیین کنید.

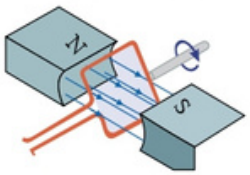


پاسخ: باید توجه کرد که اگر برای بار منفی از قانون دست راست استفاده می‌کنیم باید در نهایت هر چیزی که پیدا می‌کنیم برعکس بیان کنیم بعنوان مثال در این شکل: $\vec{B}$ ⊙ → $\vec{F}$ کف دست را طوری قرار می‌دهیم که کف دست رو به بیرون باشد و شست دست راست به سمت راست قرار گیرد، در

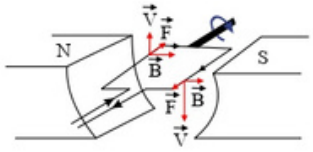
اینصورت چهار انگشت بالای کاغذ را نشان می‌دهد که این جهت جرکت بار مثبت است پس باید رو به پایین را برای بار منفی بیان کنیم پس:



۱۴ – حلقهٔ رسانای مستطیل شکلی که حامل جریان I است، مطابق شکل درون میدان مغناطیسی یکنواخت می‌چرخد. جهت جریان را در حلقه تعیین کنید.



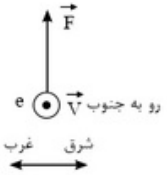
پاسخ: در چنین حالتی در واقع جهت حرکت بارهای مثبت داخل سیم را باید در جهت بردار $\vec{v}$ در نظر گرفت و جهت نیروی وارد شده بر بارهای مثبت داخل سیم‌ها (که سبب حرکت کردن این بارها درون سیم و ایجاد جریان می‌شود) در واقع همان جهت جریان در حلقه می‌باشد (مطابق شکل)



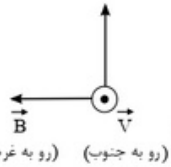
۱۵ – الکترونی با تندی $۲٫۴ \times ۱۰^{۵} m/s$ درون میدان مغناطیسی یکنواختی در حرکت است. اندازهٔ نیرویی که از طرف میدان مغناطیسی بر این الکترون وارد می‌شود، هنگامی بیشینه است که الکترون به سمت جنوب حرکت کند.

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 چقدر باشد تا همین نیرو را ایجاد کند؟



پاسخ: الف) برای پیدا کردن جهت میدان از کانون دست راست استفاده می‌کنیم:



$$F = q \cdot v \cdot B \sin\alpha$$

$$\Rightarrow ۶٫۸ \times ۱۰^{-۱۴} = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} \times ۲٫۴ \times ۱۰^{۵} \times B \times ۱$$

$$\Rightarrow B = \frac{۶٫۸ \times ۱۰^{-۱۴}}{۳٫۸۴ \times ۱۰^{-۱۴}} = ۱٫۷۷T$$

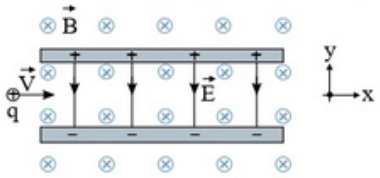
ب) از رابطهٔ $F = E \cdot q$ می‌توان نوشت:

$$F = E \cdot q \Rightarrow ۶٫۸ \times ۱۰^{-۱۴} = E \times ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹}$$

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

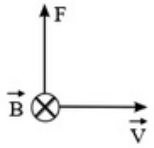
bekhunofficial

۱۶ - ذرهٔ باردار مثبتی با جرم ناچیز و با سرعت $\vec{v}$ در امتداد محور x وارد فضایی می‌شود که میدان‌های یکنواخت $\vec{E}$ و $\vec{B}$ وجود دارد (شکل زیر). اندازهٔ این میدان‌ها برابر $E = ۴۵۰ N/C$ و $B = ۰/۱۸ T$ است. تندی ذره چقدر باشد تا در همان امتداد محور x به حرکت خود ادامه دهد؟



طبق قانون دست راست نیروی مغناطیسی وارد شده بر بار مثبت q به سمت بالا خواهد بود:

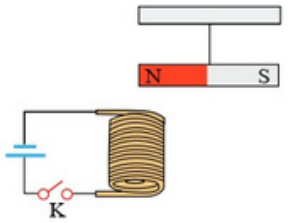
و به بار مثبت درون میدان الکتریکی یکنواخت، نیرویی در جهت میدان وارد می‌شود که رو به پایین است.



پس در صورتی که اندازهٔ این دو نیرو برابر باشد بار می‌تواند بدون انحراف به مسیر خود ادامه دهد:

$$F_{\text{الکتریکی}} = F_{\text{مغناطیسی}} \Rightarrow E \cdot q = q \cdot v \cdot B \sin\alpha \Rightarrow ۴۵۰ = v \times ۰/۱۸ \times ۱ \Rightarrow v = \frac{۴۵۰}{۰/۱۸} = ۲۵۰۰ \frac{m}{s}$$

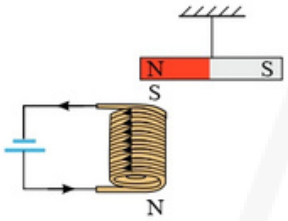
۱۷ - یک آهنربای میله‌ای مطابق شکل زیر، بالای سیملوله‌ای آویزان شده است. توضیح دهید با بستن کلید K چه تغییری در وضعیت آهنربا رخ می‌دهد.



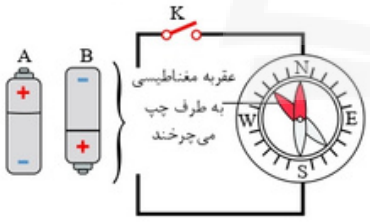
با بسته شدن کلید جریان الکتریکی از سر پایینی باتری در مدار جاری می‌شود و به این ترتیب طبق قانون دست راست،

قطب N آهنربای ایجاد شده توسط سیملوله پایین و قطب S آن بالا قرار می‌گیرد؛

به این ترتیب آهنربای آویخته شده جذب سیملوله می‌شود یعنی قطب N آن به پایین منحرف می‌شود.

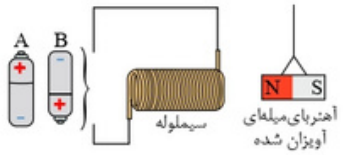


۱۸ - کدام باتری را در مدار شکل زیر قرار دهیم تا پس از بستن کلید K، عقربه قطب‌نما که روی سیم قرار دارد، در خلاف جهت حرکت عقربه‌های ساعت شروع به چرخش کند؟ دلیل انتخاب خود را توضیح دهید.

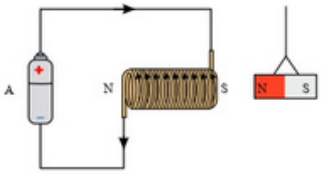


پاسخ: برای آنکه عقربه در جهت خواسته شده (به سمت چپ) بچرخد باید به آن نیرویی به سمت چپ وارد شود یعنی باید میدان مغناطیسی که از محل عقربهٔ مغناطیسی عبور می‌کند به سمت چپ باشد چون عقربه روی سیم قرار دارد باید جریان عبوری از سیم زیر عقربه مغناطیسی روبه پایین باشد تا طبق قانون دست راست جهت میدان مغناطیسی بالای سیم (در محل عقربه) از راست به چپ باشد. پس باتری A باید در مدار قرار گیرد تا با جاری شدن جریان از سر مثبت آن در مدار، جریانی ساعتگرد ایجاد شود.

۱۹ - کدام باتری را در مدار شکل زیر قرار دهیم تا آهنربای میله‌ای آویزان شده به طرف سیملوله جذب شود؟ دلیل انتخاب خود را توضیح دهید.



bekhunofficial



برای جذب شدن آهنربای میله‌ای نشان داده شده در شکل، باید سمت راست سیملوله، پس از عبور جریان تبدیل به قطب S یک آهنربا شود. به این ترتیب طبق قانون دست راست اگر جریان عبوری از حلقه‌های سیملوله روبه بالا باشند سمت راست سیملوله قطب S و سمت چپ آن قطب N خواهد شد و جذب صورت می‌گیرد بنابراین باتری A باید در مدار قرار گیرد.

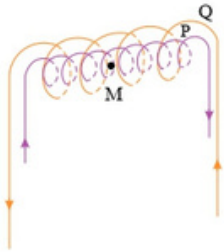
۲۰ - سیملوله‌ای شامل ۲۵۰ حلقه است که دور یک لولهٔ پلاستیکی توخالی به طول ۰٫۱۴ متر پیچیده شده است. اگر جریان گذرنده از سیملوله $0/8A$ باشد، اندازهٔ میدان مغناطیسی درون سیملوله را حساب کنید.

پاسخ: باید توجه کرد که N در رابطهٔ $B_{\text{سیملوله}} = \frac{\mu \cdot NI}{\ell}$ تعداد دورهای سیملوله یا تعداد حلقه‌های آن است و ℓ در این رابطه طول همان لولهٔ پلاستیکی است که سیملوله روی آن پیچیده شده است یا به عبارتی طول کل سیملوله:

$$B_{\text{سیملوله}} = \frac{\mu \cdot NI}{\ell}$$

$$B = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 250 \times 0/8}{0/14} = 1/79 \times 10^{-3} T = 1/79 mT$$

۲۱ - در شکل زیر دو سیملولهٔ P و Q هم محورند و طول برابر دارند. تعداد دور سیملولهٔ P برابر ۲۰۰ و تعداد دور سیملولهٔ Q برابر ۳۰۰ است. اگر جریان $1A$ از سیملولهٔ Q عبور کند، از سیملولهٔ P چه جریانی باید عبور کند تا برایند میدان مغناطیسی ناشی از دو سیملوله در نقطهٔ M (روی محور دو سیملوله) صفر شود؟

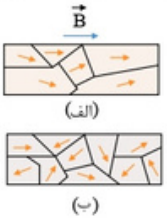


پاسخ: بر اساس قانون دست راست و شکل داده شده، میدان مغناطیسی ناشی از سیملولهٔ Q در داخل آن به سمت راست و میدان مغناطیسی ناشی از P در داخل آن به سمت چپ می‌باشد. چون برآیند میدان مغناطیسی در مرکز صفر است پس $B_Q = B_P$ بوده است:

$$B_Q = B_P$$

$$\frac{\cancel{\mu} \cdot N_Q I_Q}{\cancel{\ell_Q}} = \frac{\cancel{\mu} \cdot N_P I_P}{\cancel{\ell_P}} \Rightarrow 300 \times 1 = 200 \times I_P \Rightarrow I_P = \frac{3}{2} = 1/5A$$

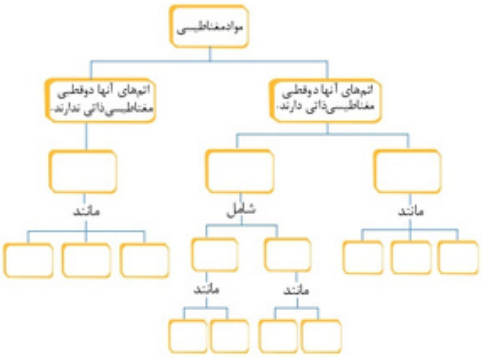
۲۲ - شکل «الف» حوزه‌های مغناطیسی مادهٔ فرومغناطیسی را درون میدان خارجی $\vec{B}$ نشان می‌دهد. شکل «ب» همان ماده را پس از حذف میدان $\vec{B}$ نشان می‌دهد. نوع مادهٔ فرومغناطیسی را با ذکر دلیل تعیین کنید.



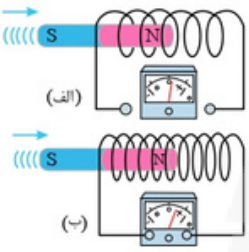
پاسخ: این ماده از نوع فرومغناطیسی نرم است (مانند آهن و نیکل و کبالت خالص) زیرا پس از خارج کردن آن از میدان خارجی، حوزه‌های مغناطیسی درون ماده به حالت نامنظم بازگشته‌اند در حالیکه با وجود میدان خارجی، این حوزه‌ها در جهت میدان مغناطیسی خارجی مرتب شده بودند.

bekhunofficial

۲۳ - با توجه به آنچه در بخش ویژگی‌های مغناطیسی مواد دیدید، نقشهٔ مفهومی زیر را کامل کنید.



۲۴ - دو سیملوله با حلقه‌های با مساحت یکسان ولی با تعداد دور متفاوت را مطابق شکل‌های زیر به ولت‌سنج حساسی وصل کرده‌ایم. دریافت خود را از این شکل‌ها بنویسید. (آهنرباها مشابه‌اند و با تندی یکسانی به طرف سیملوله‌ها حرکت می‌کنند.)

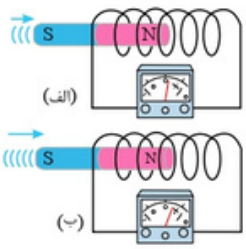


پاسخ: بر اساس قانون القای الکترومغناطیسی فارادی، نیرو محرکهٔ القایی هم به N (تعداد دورهای سیم پیچ) وهم به آهنگ تغییر شار یعنی سرعت جلو و عقب بردن آهنربا وابسته است.

در شکل (الف) تعداد دورهای سیم‌لوله کمتر از شکل (ب) است و با وجود آنکه $\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$ و یا به عبارتی سرعت حرکت آهنربا یکسان است.

$\bar{\varepsilon}_1 < \bar{\varepsilon}_2$ است چون $N_1 < N_2$ است.

۲۵ - دو سیملولهٔ مشابه را مطابق شکل‌های زیر به ولت‌سنج حساسی وصل کرده‌ایم. دریافت خود را از شکل‌های زیر بنویسید. (آهنرباها مشابه‌اند ولی با تندی متفاوتی به طرف سیملوله حرکت می‌کنند.)



پاسخ: طبق قانون القای الکترومغناطیسی فارادی $\bar{\varepsilon} \propto N$ یعنی نیرو محرکهٔ القایی، متناسب با تعداد دور سیم پیچ و نیز متناسب با آهنگ تغییرات شار و یا به عبارتی سرعت جلو و عقب رفتن آهنربا است. $\bar{\varepsilon} \propto \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$

bekhunofficial

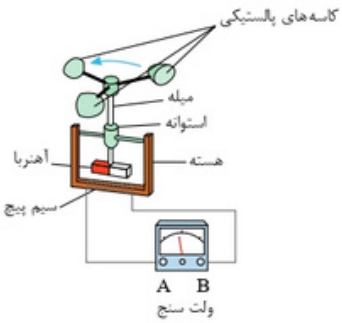
در این شکلها تعداد دورهای سیملوله‌ها برابر است ولی چون تندی حرکت آهنربا در شکل (ب) بیشتر است $\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$ در حالت (ب) از $\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$ در حالت (الف) بیشتر است پس $\bar{\varepsilon}_{(ب)} > \bar{\varepsilon}_{(الف)}$ می‌باشد.

۲۶ – شکل داده شده ساختمان یک بادسنج را نشان می‌دهد. اگر این بادسنج را روی بام خانه نصب کنیم، به هنگام وزیدن باد میلهٔ آن می‌چرخد و ولت‌سنج عددی را نشان می‌دهد.

الف) چرا چرخش میله سبب انحراف عقربهٔ ولت سنج می‌شود؟

ب) آیا با افزایش تندی باد، عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد تغییر می‌کند؟ چرا؟

پ) برای بهبود و افزایش دقت کار دستگاه دو پیشنهاد ارائه دهید.



پاسخ: الف) هنگامیکه باد می‌وزد و کاسه‌های پلاستیکی می‌چرخند یک آهنربا در مجاورت یک سیملوله که روی هستهٔ آهنی پیچیده شده است شروع به چرخش می‌کند و شار مغناطیسی عبور کننده از این سیملوله با زمان تغییر می‌کند و طبق قانون القای الکترومغناطیسی فارادی یعنی $\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$ در سیملولهٔ نیرو محرکه القا می‌شود و عقربهٔ ولت‌سنج منحرف می‌شود.

ب) بله، با افزایش تندی باد سرعت چرخش آهنربا و در نتیجه $\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$ افزایش می‌یابد پس ε زیاد شدهٔ عقربه بیشتر منحرف می‌شود.

پ) برای بهبود کارآیی و دقت دستگاه می‌توان: ۱) تعداد دورهای سیم پیچ را افزایش داد تا ε بزرگتر شود، ۲) می‌توان از ولت‌سنج حساس‌تری استفاده کرد. ۳) می‌توان بجای یک آهنربا از دو آهنربای عمود بر هم استفاده کرد و یا از یک آهنربای قوی‌تر استفاده کرد.

۲۷ – سطح حلقه‌های پیچه‌ای که دارای ۱۰۰۰ حلقه است، عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی که اندازهٔ آن $۰/۰۴۰T$ و جهت آن از راست به چپ است، قرار دارد. میدان مغناطیسی در مدت $۰/۰۱۰s$ تغییر می‌کند و به $۰/۰۴۰T$ در خلاف جهت اولیه می‌رسد.

اگر سطح هر حلقهٔ پیچه $۵۰cm^۲$ باشد، اندازهٔ نیروی محرکهٔ القایی متوسط در پیچه را حساب کنید.

پاسخ: باید توجه کرد که جهت میدان مغناطیسی تغییر کرده است پس در $\Delta\varphi$ باید اول θ را صفر و بار دوم ۱۸۰° در نظر گرفت یعنی:

$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

$$|\bar{\varepsilon}| = |-N\frac{B\cdot A\cdot(\cos\theta_۲ - \cos\theta_۱)}{\Delta t}$$

$$|\bar{\varepsilon}| = |-۱۰۰۰ \times \frac{(۰/۰۴)\times(۵۰\times ۱۰^{-۴})\times((-۱)-۱)}{۰/۰۱}| \Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = ۴۰v$$

توضیح این نکته ضروری است که در رابطهٔ $\varphi = BA\cos\theta$، هر یک از کمیتهای B، A و θ می‌تواند تغییر کنند بنابراین گاهی $\Delta\varphi = \Delta BA\cos\theta$ خواهد بود به شرطی که میدان مغناطیسی تغییر کند، گاهی A عوض می‌شود پس $\Delta\varphi = B\cdot\Delta A\cdot\cos\theta$ می‌شود و گاهی θ عوض می‌شود و خواهیم داشت:

$$\Delta\varphi = BA(\cos\theta_۲ - \cos\theta_۱)$$

۲۸ – مساحت هر حلقهٔ پیچه‌ای $۳۰cm^۲$ و پیچه متشکل از ۱۰۰۰ حلقه است. در ابتدا سطح پیچه‌ها بر میدان مغناطیسی زمین عمود است. اگر در مدت $۰/۰۲۰s$ پیچه بچرخد و سطح حلقه‌ها موازی میدان مغناطیسی زمین شود، نیروی محرکهٔ متوسط القایی در آن چقدر است؟ اندازهٔ میدان زمین را $۰/۵۰G$ در نظر بگیرید.

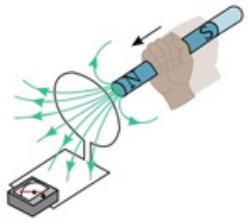
پاسخ: در ابتدا که سطح پیچه بر میدان مغناطیسی زمین عمود است زاویهٔ بین بردار عمود بر سطح هم جهت با خطوط میدان مغناطیسی است یعنی $\theta_۱ = ۰$ است و در حالت دوم که سطح حلقه‌ها موازی میدان مغناطیسی قرار می‌گیرد $\theta_۲ = ۹۰$ خواهد شد به این ترتیب داریم:

bekhunofficial

$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = -N\frac{BA(\cos\theta_2 - \cos\theta_1)}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow \bar{\varepsilon} = -1000\frac{(0/5\times10^{-4})(30\times10^{-4})(0-1)}{0/02} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = 7/5\times10^{5}\times10^{-8} = 7/5mv$$

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

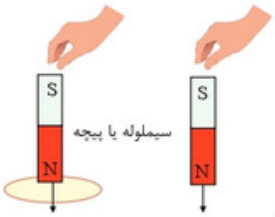


پاسخ: راه بسیار ساده‌ای برای این نوع مسأله وجود دارد و آن اینست که به مفهوم قانون لنز دقت کنیم. طبق قانون لنز جهت جریان القایی در پیچه به گونه‌ای است که با چگونگی تغییرات بوجود آمده در شار گذرنده از پیچه مخالفت کند.

در شکل قطب N آهنربا به پیچه نزدیک شده است پس باید پیچه به آهنربایی تبدیل شود که قطب N آن در سمت راست یعنی سمت آهنربای در حال نزدیک شدن قرار گیرد تا از جلو آمدن قطب N آهنربا جلوگیری کند.

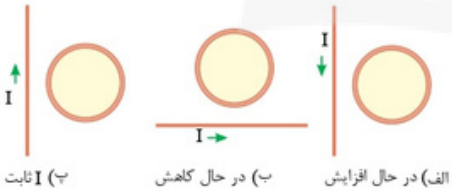
به این ترتیب جهت جریان القایی در حلقهٔ ساعتگرد خواهد بود.

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

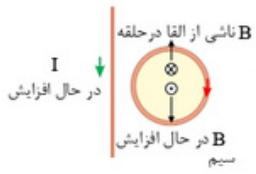


پاسخ: وقتی قطب N آهنربا به حلقه نزدیک می‌شود حلقه با جلو آمدن آن مخالفت می‌کند یعنی جهت جریان در سیم جلویی حلقه به سمت راست است و وقتی آهنربا از حلقه رد شده و S آن در حال دور شدن از پیچه شد، آهنربا با S را به سمت خود می‌کشد که با دور شدنش مخالفت کند پس N حلقه پایین می‌افتد یعنی جهت جریان در قسمت جلویی حلقه به‌سمت چپ خواهد شد و در هر صورت از سرعت سقوط آهنربا کاسته شده و فرورفتگی کمتری در سطح زمین ایجاد می‌شود تا سقوط آزاد آهنربا.

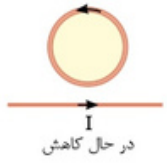
۳۱ - جهت جریان القایی را در هر یک از حلقه‌های رسانای نشان داده شده در شکل‌های زیر تعیین کنید.



الف) در این شکل میدان مغناطیسی ناشی از سیم در محل حلقه برون‌سویی می‌باشد که در حال افزایش است پس جهت جریان القایی باید طوری باشد که با افزایش این میدان برون‌سو مخالف باشد یعنی باید میدان درون سو درون حلقه ایجاد کند یعنی جریان حلقه باید ساعتگرد باشد.

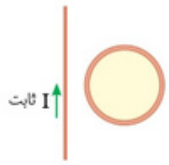


ب) میدان ناشی از سیم درون حلقه برون‌سوی در حال کاهش است. پس باید جریان حلقه پاد ساعتگرد باشد یا میدان برون‌سو ایجاد کند که با کاهش میدان برون‌سوی سیم مخالفت کرده باشد.

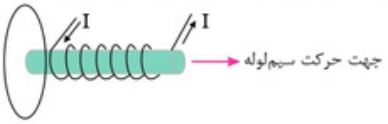


bekhunofficial

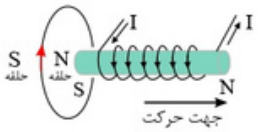
پ) چون جریان ثابت است اگر چه میدان ناشی از سیم در محل حلقه درون‌سو است ولی چون تغییراتی ندارد جریان القایی در حلقه نداریم.



۳۲ - شکل زیر سیملولهٔ حامل جریانی را نشان می‌دهد که در حال دور شدن از یک حلقهٔ رساناست. جهت جریان القایی را در حلقه با ذکر دلیل تعیین کنید.

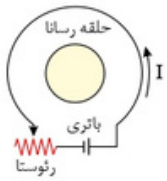


همانگونه که در شکل نشان داده شده است طبق قانون دست راست قطب S آهنربای ناشی از عبور جریان از سیملوله در سمت چپ آن قرار گرفته و این قطب S در حال دور شدن از حلقه است.



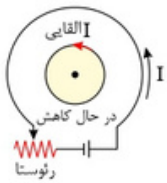
بنابراین طبق قانون لنز جریان القایی حلقه مانع باید به گونه‌ای باشد که سمت راست حلقه N ایجاد شود تا مانع از دور شدن S سیملوله گردد پس جریان در بخش بیرونی حلقه رو به بالا خواهد بود.

۳۳ - اگر در مدار شکل زیر مقاومت رئوستا افزایش یابد، جریان القایی در حلقهٔ رسانای داخلی در چه جهتی ایجاد می‌شود؟

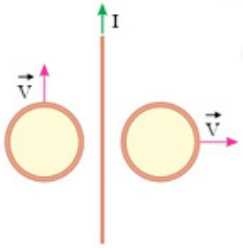


پاسخ: طبق قانون دست راست جهت میدان مغناطیسی ناشی از عبور جریان از حلقهٔ بیرونی (مدار الکتریکی) بصورت برون‌سو است که چون رئوستا افزایش یافته و جریان الکتریکی کاهش می‌یابد، این میدان برون‌سو در حال کاهش است.

پس جهت جریان القایی باید پاد ساعتگرد باشد تا میدان مغناطیسی برون‌سو ایجاد کند که با کاهش میدان برون‌سوی مدار مخالفت کرده باشد.



۳۴ - دو حلقهٔ رسانا در نزدیکی یک سیم دراز حامل جریان ثابت I قرار دارند؛ این دو حلقه با تندی یکسان، ولی در جهت‌های متفاوت مطابق شکل زیر حرکت می‌کنند. جهت جریان القایی را در هر حلقه با ذکر دلیل تعیین کنید.



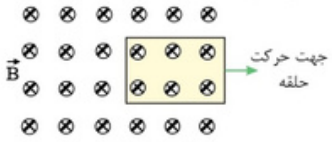
پاسخ: حلقهٔ سمت چپ سیم به موازات سیم حامل جریان در حرکت است بنابراین فاصلهٔ آن با سیم تغییر نمی‌کند و به این ترتیب شار مغناطیسی گذرنده از این حلقه نیز ثابت می‌ماند پس جریانی در آن القا نمی‌شود.

برای حلقهٔ سمت راست:

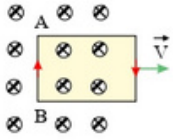
میدان مغناطیسی ناشی از سیم حاصل جریان در محل حلقه درون‌سو است و با دور شدن آن از سیم میدان مغناطیسی درون‌سو در حال کاهش خواهد بود پس باید جریان الکتریکی القایی ساعتگرد در حلقه ایجاد شود تا با ایجاد میدان مغناطیسی درون‌سو با کاهش میدان درون‌سوی اولیه مخالفت شده باشد.

bekhunofficial

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

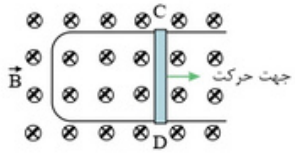


با حرکت حلقه به سمت راست، حلقه کم کم از میدان خارج می‌شود پس شار درون‌سویی که از آن می‌گذشته در حال کاهش است پس باید جهت جریان القایی ساعتگرد باشد تا میدان درون‌سوی ایجاد شده با کاهش میدان درون‌سوی اولیه مخالفت کرده باشد.



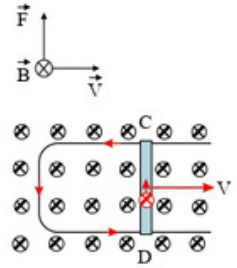
راه دوم: اگر بارهای مثبت درون قطعه سیم AB را در نظر بگیریم می‌توانیم بگوئیم طبق قانون دست راست جهت سرعت این بارها به سمت راست و میدان درون‌سو است پس جهت نیروی وارد شده به بارهای مثبت درون‌سیم AB به سمت بالا خواهد بود یعنی در قطعهٔ سیم AB جهت جریان از B به A در مسیر کوتاهتر (یعنی رو به بالا) خواهد شد که نتیجه‌اش همان جریان ساعتگرد است.

۳۶- شکل زیر رسانای U شکلی را درون میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ که عمود بر صفحهٔ شکل و رو به داخل صفحه است نشان می‌دهد. وقتی میلهٔ فلزی CD به طرف راست حرکت کند، جهت جریان القایی در مدار در چه جهتی است؟



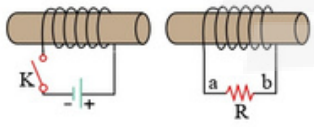
پاسخ: راه اول: شار درون‌سوی عبوری از حلقه با افزایش مساحت آن، در حال افزایش است پس باید جریان حلقه پاد ساعتگرد باشد (جهت جریان در مسیر کوتاهتر از D به C خواهد بود) تا با ایجاد میدان برون‌سو با افزایش درون‌سو مخالفت کند.

راه دوم: بارهای مثبت داخل میلهٔ CD به سمت راست حرکت می‌کنند و میدان هم درون‌سو است پس طبق قانون دست راست جهت نیروی وارد شد به بارهای مثبت درون سیم CD از D به C خواهد بود یعنی جریان در این میله از D به C خواهد شد یعنی در کل حلقه پاد ساعتگرد می‌باشد.

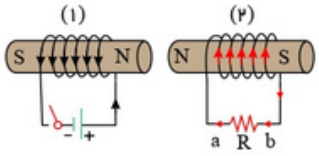


۳۷- در مدار نشان داده شده در شکل زیر، جهت جریان القایی را در مقاومت R در هر یک از دو حالت زیر با ذکر دلیل پیدا کنید:

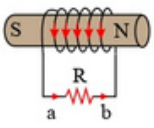
الف) در لحظهٔ بستن کلید، ب) در لحظهٔ باز کردن کلید K.



الف) در لحظهٔ بستن کلید K سمت راست سیملولهٔ (۱) می‌خواهد تبدیل به قطب N شود پس باید سمت چپ سیملولهٔ (۲) مخالفت کند یعنی باید قطب N را در سمت چپ خود ایجاد کند پس جریان باید از b به a (در مسیر کوتاه‌تر) باشد.



ب) هنگامیکه کلید باز می‌شود جریان رو به قطع شدن می‌رود یعنی N در آهنربای (۱) در حال کاهش خواهد بود پس باید سمت چپ سیملولهٔ (۲) قطب S شود تا مخالفت کند پس باید جهت جریان در حلقه‌های سیملوله رو به پایین باشد یعنی در مسیر کوتاهتر از a به b خواهد بود.

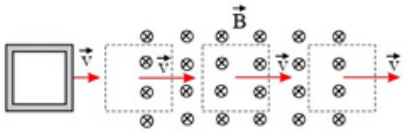


bekhunofficial

۳۸ - حلقهٔ رسانای مربعی شکل، به طول ضلع $10cm$ وارد میدان مغناطیسی درون‌سویی به اندازهٔ $20mT$ و سپس از آن خارج می‌شود.

الف) در کدام مرحله شار عبوری از حلقه بیشینه است؟ مقدار شار گذرنده از حلقه در این حالت چقدر است؟

ب) در کدام وضعیت (ها) شار گذرنده از حلقه تغییر می‌کند؟ جهت جریان القایی را در حلقه تعیین کنید.

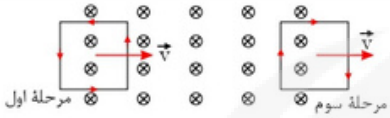


پاسخ: الف) در مرحلهٔ دوم بیشتر است. مرحلهٔ اول ورود حلقه به میدان است و مرحلهٔ سوم خروج حلقه از میدان. ولی در مرحلهٔ دوم تمام حلقه در میدان است و شار عبوری ثابت ولی ماکزیمم است.

$$\varphi = BA\cancel{\cos}^{1}\theta$$

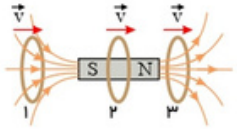
$$\varphi_{۲} = \varphi_{max} = BA$$

ب) در مرحلهٔ اول و سوم شار عبوری از حلقه تغییر می‌کند.



مرحلهٔ سوم: شار درون‌سو در حال کاهش است پس با جریان القایی ساعتگرد شاری درون‌سو ایجاد می‌شود تا با تغییرات مخالفت کند.	مرحلهٔ اول: شار درون‌سو در حال افزایش است و با جریان القایی پاد ساعتگرد شاری برون‌سو برای مخالفت ایجاد خواهد شد.

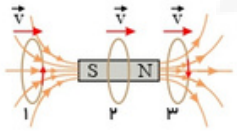
۳۹ - حلقهٔ رسانایی به طرف یک آهنربای میله‌ای حرکت می‌کند. شکل زیر، حلقه را در سه وضعیت نسبت به آهنربا نشان می‌دهد. جهت جریان القایی را در حلقه برای هر وضعیت به طور جداگانه تعیین کنید.



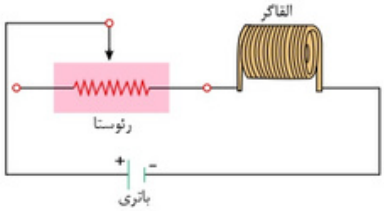
پاسخ: در حلقهٔ (۱) جریان رو به بالاست چون با نزدیک کردن حلقه به S آهنربا شار چپ به راست در حال افزایش است و باید با ایجاد شار راست به چپ با آن مخالفت شود. (یا به عبارتی باید S حلقهٔ (۱) سمت راست آن بیفتد)

در حلقهٔ (۲) شار از چپ به راست و ثابت است پس جریان القایی نداریم.

در حلقهٔ (۳) جهت جریان القایی رو به پایین است چون شار چپ به راست در حال کاهش است، پس باید با جریانی رو به پایین شاری چپ به راست تولید شود (یا به عبارتی S حلقه باید سمت چپ آن قرار گیرد)



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



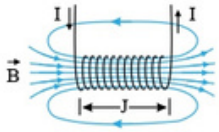
پاسخ: بر اساس رابطهٔ $U = \frac{۱}{۲}LI^{۲}$ انرژی ذخیره شده در القاگر وابسته به جریان عبوری از سیملوله و نیز به ضریب خود القای آن می‌باشد. بنابراین با کم کردن مقاومت رئوستا می‌توان جریان عبوری از القاگر را افزایش داد و به این ترتیب U زیاد می‌شود و البته می‌توان برای افزایش L القاگر یک هستهٔ آهنی وارد آن کرد و به این ترتیب با افزایش L، انرژی ذخیره شده در آن نیز افزایش خواهد یافت.

bekhunofficial

۴۱ - مساحت هر حلقه و طول سیلولهٔ شکل زیر به ترتیب $۲۰cm^۲$ و $۸۰cm$ است. اگر این سیملوله 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 $۰/۴۰mJ$ انرژی ذخیره شود؟



پاسخ: الف) در حالت کلی برای ضریب خود القاگر داریم: $L = \frac{KA\mu_۰ \cdot N^۲}{\ell}$

که K در آن ضریب مربوط به هستهٔ آهنی که در این کتاب فقط سیملوله‌های بدون هستهٔ آهنی بررسی شده پس $K = ۱$ فرض شده است:

$$L = \frac{A\mu_۰ \cdot N^۲}{\ell} = \frac{(۲۰ \times ۱۰^{-۴})(۴\pi \times ۱۰^{-۷}) \times (۱۰۰۰)^۲}{۰/۸} = ۳/۱۴ \times ۱۰^{-۳} H$$

ب) $$U = \frac{۱}{۲}LI^۲ \Rightarrow ۰/۴ \times ۱۰^{-۳} = \frac{۱}{۲} \times ۳/۱۴ \times ۱۰^{-۳} I^۲ \Rightarrow I^۲ = ۰/۲۵ \Rightarrow I = ۰/۵A$$

۴۲ - جریان متناوبی که بیشینهٔ آن $۲/۰A$ و دورهٔ آن $۰/۰۲۰s$ است، از یک رسانای ۵ اهمی می‌گذرد.

الف) اولین لحظه‌ای که در آن جریان بیشینه است چه لحظه‌ای است؟ در این لحظه نیروی محرکهٔ القایی چقدر است؟

ب) در لحظهٔ $t = \frac{۱}{۴۰۰}s$ جریان چقدر است؟

الف) $$T = ۰/۰۲ , I_{max} = ۲A$$

$$I = I_{max} \sin \frac{۲\pi}{T} t$$

$$I = ۲ \sin \frac{۲\pi}{۰/۰۲} t = ۲ \sin ۱۰۰\pi t$$

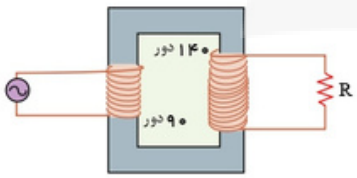
برای آنکه جریان بیشینه باشد $\sin ۱۰۰\pi t$ باید ۱ باشد پس زاویه باید $\frac{\pi}{۲}$ باشد یعنی:

$$۱۰۰\pi t = \frac{\pi}{۲} \Rightarrow t = \frac{۱}{۲۰۰}s$$

در این لحظه داریم: $$\varepsilon_m = I_m \cdot R = ۲ \times ۵ = ۱۰v$$

ب) $$I = ۲ \sin ۱۰۰\pi t \xrightarrow{t=\frac{۱}{۲۰۰}} I = ۲ \sin ۱۰۰\pi \times \frac{۱}{۴۰۰} \Rightarrow I = ۲ \sin \frac{\pi}{۴} = \sqrt{۲}A$$

۴۳ - در مبدل آرمانی شکل زیر، اگر بیشینهٔ ولتاژ دوسر مقاومت R برابر $۷/۰V$ باشد، بیشینهٔ ولتاژ مولد چقدر است؟



پاسخ: در یک مبدل رابطهٔ $\frac{V_۲}{V_۱} = \frac{N_۲}{N_۱}$ صدق می‌کند بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{V_R}{V_{مولد}} = \frac{N_{ثانیه}}{N_{اولیه}} \Rightarrow \frac{۷}{V_{مولد}} = \frac{۱۴۰}{۹۰} \Rightarrow \frac{۱}{V_{مولد}} = \frac{۲۰}{۹۰} \Rightarrow V = ۴/۵V$$

bekhunofficial

سایت بخــون
همیشه رایگان

- گام به گام
- فیلم آموزشی
- نمونه سوال
- مشاوره
- جزوه
- برنامه‌ریزی

کلیک کنید

www.bekhun.com