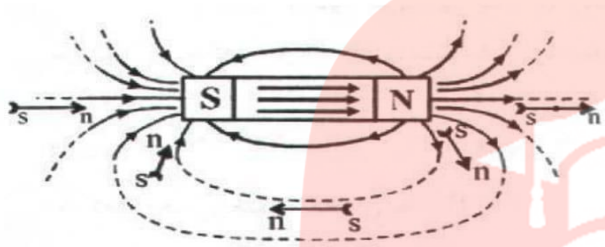
استاد : محمد گنجی

مبحث : درسنامه فصل سوم فیزیک یازدهم تجربی

جزوه ی فیزیک - جزوه ی مغناطیس

۱- میدان مغناطیسی اطراف آهن‌ربا

خاصیت مغناطیسی اطراف یک آهنربا را با خط هایی نشان می‌دهیم که از قطب N آهن‌ربا خارج و به قطب S وارد می‌شوند.



۲- نکته: در اطراف قطب های آهن‌ربا که خاصیت مغناطیسی شدید است، خط های میدان متراکم‌تر رسم می‌شوند.

۳- نکته: جهت خط های میدان در داخل آهنربا از سمت قطب S به سمت قطب N می‌باشد.

۴- عقربه‌ی مغناطیسی

وقتی یک آهنربا یا عقربه‌ی مغناطیسی در میدان مغناطیسی اطراف یک آهنربا قرار گیرد، طوری منحرف می‌شود که در هنگام تعادل قطب N آن در سوی میدان مغناطیسی باشد، در این حالت خط های میدان مغناطیسی از قطب S آن وارد و از قطب N آن خارج می‌شوند.

۵- اندازه‌ی نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی

هرگاه سیمی راست حامل جریان الکتریکی در میدان مغناطیسی به گونه‌ای واقع شود که راستای جریان با میدان موازی نباشد، بر سیم حامل جریان نیروی F وارد خواهد شد.

زاویه ی بین راستای سیم و میدان مغناطیسی

$$F = ILB\sin\alpha \Rightarrow \begin{cases} \alpha = 0 \Rightarrow F = 0 \\ \alpha = 90 \Rightarrow F_{max} = ILB \end{cases}$$

نیروی وارد بر سیم از طرف میدان مغناطیسی(نیوتن) ← F

میدان مغناطیسی(تسلا) B — شدت جریان(آمپر) I — طول سیم(متر) L

۶- جهت نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی

نیروی F همواره بر امتداد میدان مغناطیسی و بر امتداد سیم عمود است و سوی آن طبق قاعده‌ی دست راست تعیین می‌شود.

انگشت شست دست راست ⇒ (سوی نیرو) — قاعده ی دست راست (باز) { سوی چهار انگشت ⇒ (جهت جریان) ; (از کف دست خارج می شود) جهت بسته شدن چهار انگشت ⇒ (جهت میدان مغناطیسی) }

۷- یکای میدان مغناطیسی

با استفاده از رابطه‌ی $F = ILB\sin\alpha$ ، یکای میدان مغناطیسی را می‌توان به‌دست آورد که تسلا نامیده می‌شود.

$$F = ILB\sin\alpha \Rightarrow B = \frac{F}{IL\sin\alpha} \Rightarrow \text{تسلا} = \frac{\text{نیوتن}}{\text{متر آمپر}}$$

ماه درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

مشاور و برنامه ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

۸- اندازه‌ی نیروی وارد بر بار الکتریکی متحرک در میدان مغناطیسی

بار الکتریکی چه ساکن و چه متحرک در اطراف خود میدان الکتریکی (E) می‌سازد اما همین‌که بار الکتریکی به حرکت درآید، در اطرافش میدان مغناطیسی نیز خواهد ساخت. به همین‌دلیل بر بار الکتریکی متحرک واقع در یک میدان مغناطیسی نیرو وارد می‌شود.

سرعت حرکت بار(متر بر ثانیه)

نیروی وارد بر بار متحرک (N) ← (زاویه ی بین V و B) → $\begin{cases}\alpha = ۰ \text{ یا } ۱۸۰^\circ \Rightarrow F = ۰ \\ \alpha = ۹۰^\circ \Rightarrow F_{max} = qVB\end{cases}$

بار الکتریکی(کولن) — میدان مغناطیسی(تسلا)

۹- جهت نیروی وارد بر بار الکتریکی متحرک در میدان مغناطیسی

نیروی F همواره بر امتداد میدان مغناطیسی و بر امتداد سرعت حرکت بار عمود است و سوی آن طبق قاعده‌ی دست راست برای بار مثبت تعیین می‌شود.

قاعده دست راست:
- سوی چهار انگشت ⇒ (سوی حرکت بار)
- در سوی بسته شدن چهار انگشت B از کف دست خارج می شود ⇒ (سوی میدان)
- انگشت شست دست راست ⇒ (سوی نیرو برای بار مثبت)

۱۰- اندازه‌ی میدان مغناطیسی اطراف سیم راست و بلند

در اطراف سیم حامل جریان میدان مغناطیسی به وجود می‌آید که اندازه‌ی آن در هر نقطه از طرف سیم با شدت جریان گذرنده از سیم (I) نسبت مستقیم و با فاصله‌ی نقطه از سیم (d) نسبت عکس دارد. پس داریم:

$$B \propto \frac{I}{d}$$

$\mu_۰ = ۴\pi \times ۱۰^{-۷} \frac{T.m}{A}$ قابلیت گذردهی میدان مغناطیسی در خلاء

$B = \frac{\mu_۰}{۲\pi} \times \frac{I}{d}$ ← میدان مغناطیسی(تسلا)

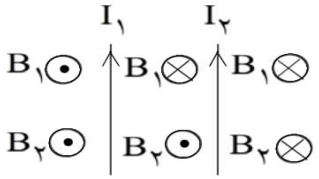
I ← شدت جریان(آمپر)

d ← فاصله از سیم(متر)

۱۱- خطوط میدان مغناطیسی اطراف سیم راست و بلند

خط های میدان مغناطیسی در اطراف سیم راست به‌صورت دایره‌هایی هم‌مرکز می‌باشند که سیم محور آن‌هاست. (سیم از مرکز دایره‌ها گذشته و بر صفحه صفحه آن‌ها عمود است.) و سوی آن با قانون دست راست تعیین می‌شود.

۱۲- میدان مغناطیسی حاصل از دو سیم موازی



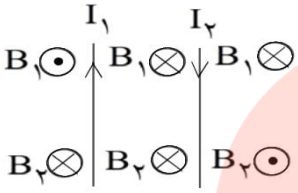
جریان‌ها هم‌سو باشند

در این حالت میدان‌ها در خارج دو سیم هم‌سو و بین دو سیم ناهم‌سو هستند. بنابراین اندازه‌ی میدان بین دو سیم برابر قدر مطلق تفاضل اندازه‌های هر یک و در خارج دو سیم برابر مجموع اندازه‌ی میدان حاصل از هر سیم خواهد بود.

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

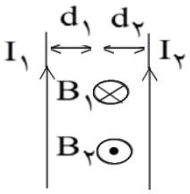
۱۳- **میدان مغناطیسی حاصل از دو سیم موازی**

جریان‌ها ناهم‌سو باشند



در این حالت میدان‌ها بین دو سیم هم‌سو و خارج دو سیم ناهم‌سو بوده و اندازه‌ی میدان برآیند بین دو سیم برابر مجموع اندازه‌های میدان حاصل از هر سیم و در خارج آن‌ها برابر قدر مطلق تفاضل آن‌هاست.

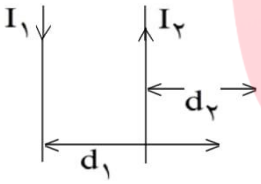
۱۴- **یافتن نقطه‌ای در صفحه دو سیم موازی که برآیند میدان‌ها در آن نقطه صفر باشد:**



الف) در حالت جریان‌های هم‌سو نقطه‌ای که میدان مغناطیسی برآیند در آن صفر است، بین دو سیم و نزدیک به سیم با جریان کمتر قرار دارد. به‌طوری که داریم:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{d_1}{d_2}$$

ب) در حالت جریان‌های ناهم‌سو نقطه‌ای که میدان مغناطیسی برآیند در آن صفر است خارج دو سیم و در طرف سیم با جریان کوچک‌تر قرار دارد به گونه‌ای که داریم:



$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{d_1}{d_2} \qquad (I_1 > I_2 \text{ اگر})$$

اثبات رابطه‌ی $\frac{I_1}{I_2} = \frac{d_1}{d_2}$:

می‌دانیم برآیند دو بردار وقتی صفر است که دو بردار هم‌اندازه ولی ناهم‌سو باشند.

$$B_T = 0 \Rightarrow B_1 - B_2 = 0 \Rightarrow B_1 = B_2 \Rightarrow \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d_1} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d_2} \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{d_1}{d_2}$$

۱۵- **نیروی بین دو سیم موازی**

دو سیم موازی که به فاصله‌ی d از یک‌دیگر قرار گرفته و از آن‌ها جریان‌های الکتریکی I_1 و I_2 عبور می‌کند، نیرویی به یک‌دیگر وارد می‌کنند که مقدار این نیرو که بر طول L از هر سیم وارد می‌شود طبق رابطه‌ی زیر قابل محاسبه است:

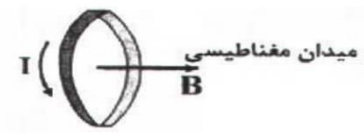
$$F = \frac{\mu_0 I_1 I_2 L}{2\pi d}$$

نیرو ربایشی (جاذبه) است $\Rightarrow$ I_1 و I_2 هم جهت

نیرو رانشی (دافعه) است $\Rightarrow$ I_1 و I_2 خلاف جهت

۱۶- **تعیین سوی میدان در مرکز حلقه**

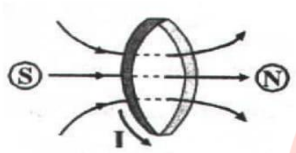
راستای میدان در مرکز حلقه عمود بر سطح حلقه است و برای تعیین سوی آن می‌توان از دستور دست راست بهره گرفت. به‌طوری که اگر چرخش چهار انگشت دست راست در سوی جریان باشد. انگشت شست سوی میدان در مرکز حلقه را نشان می‌دهد.



مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

جزوه ی فیزیک - جزوه ی مغناطیس

۱۷- **تعیین قطب‌های مغناطیسی حلقه‌های حامل جریان**



وضع خطوط میدان حلقه درست مانند یک آهنربای تیغه‌ای است. یعنی حلقه مانند آهن‌ربایی است که خطوط میدان از درون آن به طرف خارج حلقه می‌آیند. بنابراین یک رخ حلقه N و رخ دیگر آن S خواهد بود. رخی که میدان $\vec{B}$ از آن خارج می‌شود قطب N است و رخی که میدان $\vec{B}$ به آن داخل می‌شود قطب S است.

۱۸- **اندازه‌ی میدان در مرکز حلقه**

اندازه‌ی میدان در مرکز حلقه ۱- با جریان I نسبت مستقیم، ۲- با تعداد دورهای حلقه نسبت مستقیم و ۲- با شعاع حلقه (r) نسبت عکس دارد و داریم:

$$B = N\frac{\mu_0}{2}\frac{I}{r} \leftarrow \text{میدان مغناطیسی در مرکز یک حلقه}$$

۱۹- **جهت میدان مغناطیسی در مرکز حلقه**

میدان در مرکز حلقه، عمود بر سطح حلقه و در امتداد محور آن است و اندازه‌ی میدان در این نقطه (مرکز حلقه) بیشتر از نقاط دیگر روی محور است.

۲۰- **میدان سیم‌لوله**

میدان مغناطیسی که در اثر جریان I در داخل یک سیملوله به‌طول L با N حلقه ایجاد می‌شود در نقاط نسبتاً دور از لبه‌های سیملوله یکنواخت است و مقدار آن در تمام نقاط فضای داخل سیملوله از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌گردد.

$$B = \mu_0\frac{N}{L}I \leftarrow \text{میدان مغناطیسی یکنواخت در داخل سیملوله}$$

۲۱- **تعداد دورهای پیچه یا سیم‌لوله**

اگر یک پیچه یا سیملوله به شعاع r با سیمی به‌طول x ساخته شده شود، تعداد حلقه‌های پیچه یا سیملوله برابر است با:

$$N = \frac{\text{طول سیم}}{\text{محیط هر حلقه}} = \frac{x}{2\pi r} \leftarrow \text{تعداد حلقه های سیم پیچ}$$

با قرار دادن یک هسته‌ی آهنی (ماده‌ی فرومغناطیس) در داخل یک پیچه یا سیملوله، میدان مغناطیسی افزایش می‌یابد.

۲۲- وقتی سیمی به دور یک تیغه از جنس مواد فرومغناطیس پیچیده شود و از آن جریان الکتریکی مستقیم عبور دهیم، دو قطبی‌های تیغه در سوی میدان حاصل از سیم‌پیچ منظم شده و تبدیل به آهن‌ربا می‌شود.

۲۳- **سوی میدان در داخل پیچه**

چهار انگشت دست راست را به‌صورت بسته نگاه دارید، سپس چهار انگشت دست راست را در سوی جریان و به دور محیط حلقه قرار دهید، انگشت شست، سوی میدان را در مرکز حلقه نشان خواهد داد.

نکته: اگر سوی میدان حاصل از حلقه به طرف بیرون تیغه باشد، آن سر تیغه قطب N خواهد بود (با اتکاء به اینکه خط میدان از قطب N خارج می‌شود) در غیر این‌صورت قطب S خواهد بود.

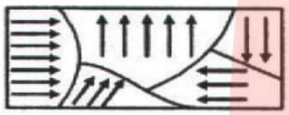
مای درس
گروه آموزشی مای درس
www.my-dars.ir

جزوه ی فیزیک - جزوه ی مغناطیس

-۲۴ **خاصیت مغناطیسی مواد**

اتم‌ها و مولکول‌های ماده به‌تنهایی یک آهن‌ربا می‌باشند که به دو قطبی مغناطیسی معروفند. به عبارتی خاصیت مغناطیسی یکی از ویژگی‌های مواد بوده و بسته به نوع آرایش آن‌ها مواد از لحاظ مغناطیسی به سه دسته کلی فرومغناطیس، پارا مغناطیس و دیا مغناطیس طبقه‌بندی می‌شوند.

-۲۵ **مواد فرو مغناطیس**

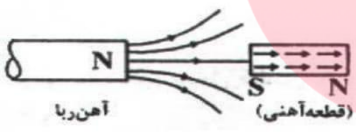


در این مواد دو قطبی‌های مغناطیسی در قسمت‌های مجزایی به نام حوزه مغناطیسی هم جهت می‌باشند. اما سمت‌گیری هر حوزه با حوزه‌های دیگر متفاوت است به گونه‌ای که در کل ممکن است اثر یک‌دیگر را خنثی کرده و ماده خاصیت آهن‌ربایی نداشته باشد. مثل آهن، نیکل، کبالت، مواد فرومغناطیس در دو نوع فرومغناطیس نرم و فرو مغناطیس سخت می‌باشند.

-۲۶ **القای مغناطیسی**

هرگاه یک ماده‌ی فرومغناطیس را به یک قطب آهن‌ربا نزدیک کرده و یا به آن تماس دهیم، این ماده خود به خود آهن‌ربا می‌شود و همواره سر نزدیک به قطب آهن‌ربا ناهم نام با آن می‌شود. بنابراین القا همواره به گونه‌ای است که ربایش به سوی آهن‌ربای اصلی را سبب می‌شود.

-۲۷ **اشباع در القای مغناطیسی**



بیشترین خاصیت مغناطیسی است که می‌توان در یک ماده‌ی فرو مغاطیس ایجاد نمود و هنگامی رخ می‌دهد که تمام دو قطبی‌های ماده هم‌سو شوند. این لحظه به بعد اگر میدان مغناطیسی وارد بر آهن را افزایش دهیم. خاصیت القای مغناطیسی در آن تغییر نمی‌کند.

-۲۸ **فرو مغناطیس نرم**

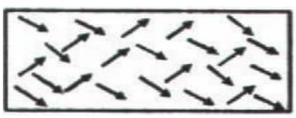
موادی مثل آهن خالص و کبالت خالص و نیکل خالص به آسانی آهن‌ربا می‌شوند و به آسانی نیز این خاصیت را از دست می‌دهند. این مواد در ساخت آهن‌رباهای الکتریکی (موقتی) مثلاً در زنگ اخبار ... کاربرد دارند.

-۲۹ **فرومغناطیس سخت**

موادی مانند فولاد و برخی از آلیاژهای نیکل و کبالت که به سختی آهن‌ربا می‌شوند و به سختی نیز خاصیت‌شان را از دست می‌دهند. این مواد در ساخت آهن‌ربای دائمی کاربرد دارند.

-۳۰ **مواد پارامغناطیس**

در این مواد دو قطبی‌های مغناطیسی به‌طور کاتوره‌ای و نامنظم توزیع شده‌اند و فقط تحت اثر میدان‌های بسیار قوی مقداری خاصیت آهن‌ربای به‌دست می‌آورند و به محض حذف میدان اعمالی، مجدداً دوقطبی‌ها نامنظم می‌شوند. مثل: آلومینیوم، پلاتین، فلزات قلیایی و قلیایی خاکی، اکسیژن و اکسید ازت، به شکل توجه کنید:



مای درس
www.my-dars.ir

۳۱- ویژگی‌های خطوط میدان

۱- راستای میدان مغناطیسی در هر نقطه مماس بر خط میدان در آن نقطه است.

۲- خط میدان در هر نقطه هم سو با میدان در آن نقطه است.

۳- تراکم این خطوط در فضا نشان‌گر بزرگی میدان آن نقطه است.

۴- از هر نقطه از فضا فقط یک خط میدان می‌گذرد. به بیان دیگر خطوط میدان مغناطیسی هم دیگر را قطع نمی‌کنند.

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده مغناطیس

۱- آزمایشی طراحی کنید که، اثر قطب‌های آهنربا را بر یک‌دیگر نشان دهد.

دو آهنربای میله‌ای با قطب‌های مغناطیسی مشخص را انتخاب می‌کنیم و آن‌ها را بر روی میز قرار می‌دهیم. اگر قطب هم‌نام آهنرباها را به هم نزدیک کنیم، بر هم کنش رانشی بین دو آهنربا را مشاهده می‌کنیم و این نشان می‌دهد که بر هم کنش قطب‌های هم‌نام به صورت رانشی است. اگر این آزمایش را برای قطب‌های ناهم‌نام انجام دهیم مشاهده می‌کنیم که یک‌دیگر را می‌ربایند.

۲- فرض کنید دو میله‌ی کاملاً مشابه یکی از جنس آهن و دیگری آهنربا در اختیار دارید. روشی را پیشنهاد کنید که با استفاده از آن بتوانید بدون استفاده از هیچ وسیله‌ی دیگری، میله‌ای را که از جنس آهنرباست مشخص کنید.

در قطبین آهنربا اثر مغناطیسی قوی‌تر از نقاط دیگر می‌باشد. هرگاه میله‌ی آهنی را به قطبین آهنربا نزدیک کنیم، خیلی سریع جذب آهنربا می‌شود، ولی اگر میله‌ی آهنی را به وسط آهنربای میله‌ای نزدیک کنیم، جذب میله کمتر خواهد بود، زیرا میدان مغناطیسی در وسط آهنربا ضعیف‌تر از قطب‌ها است. پس اگر یکی از میله‌ها را به وسط میله‌ی دیگر نزدیک کنیم، اگر میله را سریع جذب کرد، میله‌ی اولی آهنرباست و اگر جذب با کندی صورت گرفت، میله‌ی دوم آهنرباست.

سیمی افقی مستقیم حامل جریانی در یک میدان مغناطیسی یکنواخت افقی که جهت آن از شمال به جنوب است قرار دارد.
به ۲ سوال بعدی پاسخ دهید.

۳- اگر سیم در راستای شمال- جنوب و جریان آن از شمال به جنوب باشد، جهت نیروی مغناطیسی وارد بر سیم را تعیین کنید.

وقتی سیم در راستای شمال - جنوب قرار دارد و جریان آن به طرف جنوب است و از طرف دیگر میدان مغناطیسی وارد بر آن افقی و رو به جنوب است، جریان الکتریکی با میدان مغناطیسی، زاویه‌ی صفر درجه می‌سازد. در این صورت از طرف میدان مغناطیسی بر آن نیرویی وارد نمی‌شود.

$$\begin{cases} F = ILB\sin\alpha \\ \sin\alpha = 0 \Rightarrow F = 0 \end{cases}$$

۴- اگر سیم در راستای شرق- غرب و جریان آن از غرب به شرق باشد، جهت نیروی مغناطیسی وارد بر سیم را تعیین کنید.

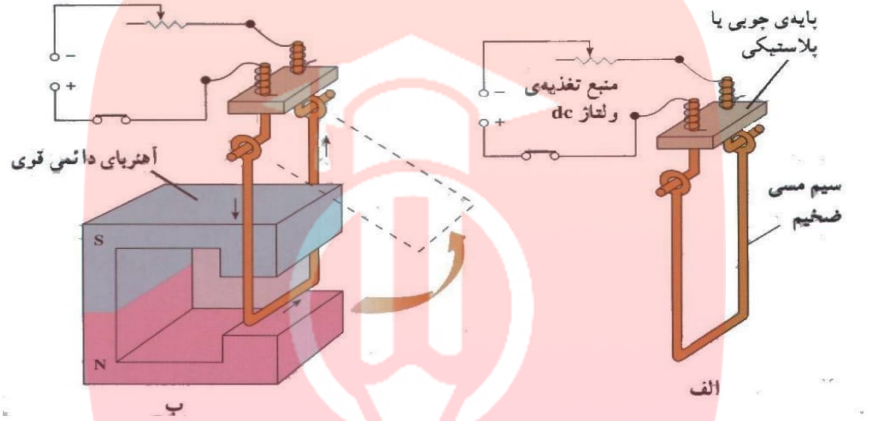
وقتی سیم حامل جریان در راستای شرق - غرب و جریان آن از غرب به شرق باشد، جریان عمود بر میدان مغناطیسی است. با استفاده از قاعده‌ی دست راست اگر نوک انگشتان جریان به سمت غرب و خم چهار انگشت میدان مغناطیسی را به سمت جنوب نشان دهد، انگشت شست جهت نیروی وارد بر سیم را در راستای قائم رو به پایین نشان می‌دهد که بیشینه است.

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده مغناطیس

۵- آزمایشی طراحی کنید که به کمک آن بتوان نیروی وارد بر سیم حامل جریان الکتریکی را اندازه‌گیری کرد.

با توجه به آزمایش زیر، هرگاه یک سر نیروسنج را به طور افقی به میله‌ی مسی و سر دیگر آن را به تکیه‌گاه قائمی ببندیم، با برقراری جریان در مدار از طرف میدان مغناطیسی به میله‌ی مسی نیرو وارد می‌شود. در این صورت نیروسنج مقدار این نیرو را نشان می‌دهد.

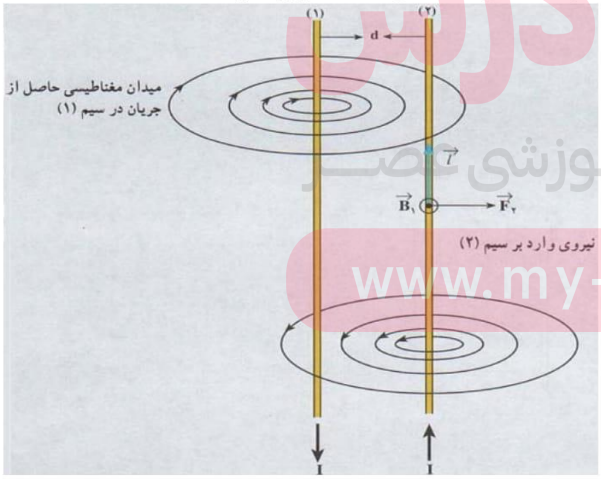


۶- اگر بار الکتریکی موازی با $\vec{B}$ حرکت کند، نیروی مغناطیسی وارد بر آن چه‌قدر است؟

هرگاه ذره‌ای با بار الکتریکی q در راستای میدان مغناطیسی حرکت کند، زاویه‌ای که بردار سرعت با بردار میدان می‌سازد برابر صفر یا π است. در این صورت $\sin\theta = 0$ می‌گردد و نیروی وارد بر ذره از طرف میدان برابر صفر خواهد بود.

$$\begin{cases} F = qVB\sin\theta \\ \sin\theta = 0 \Rightarrow F = 0 \end{cases}$$

۷- جهت نیروی وارد بر سیم شماره‌ی (۱) را در شکل با استفاده از قاعده‌ی دست راست، تعیین کنید.



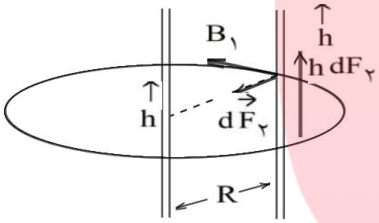
با توجه به شکل مقابل میدان مغناطیسی سیم شماره (۲) در محل سیم شماره (۱) برون‌سو می‌باشد. با استفاده از قاعده‌ی دست راست نیروی وارد بر سیم شماره (۱) از طرف میدان مغناطیسی B_2 به طرف چپ می‌باشد.

گروه آموزشی مای درس
www.my-dars.ir

۸- از دو سیم بلند موازی که به فاصله‌ی d از یک‌دیگر قرار دارند، جریانی به شدت I می‌گذرد، جهت جریان در هر دو سیم یکسان است، نیرویی را که به یک متر از هریک از سیم‌ها وارد می‌شود به‌دست آورید.

$$\begin{cases} F = ILB\sin\alpha \\ \alpha = ۹۰^\circ \Rightarrow F = ILB \end{cases}$$

۹- جهت نیروها و میدان‌های مغناطیسی مربوط به دو سیم موازی حامل جریان‌های هم‌سو را با رسم شکل و استفاده از قاعده‌ی دست راست مشخص کنید.



نیروی بین سیم‌های موازی حامل جریان هم‌سو به صورت ربایشی است. در شکل مقابل اثر میدان مغناطیسی سیم شماره (۱) در محل (۲) نیرویی است که به طرف سیم شماره (۱) بر سیم شماره (۲) وارد می‌شود.

۱۰- آهنربایی با قطب‌های نامشخص در اختیار داریم. حداقل دو روش برای تعیین قطب‌های این آهنربا، بیان کنید.

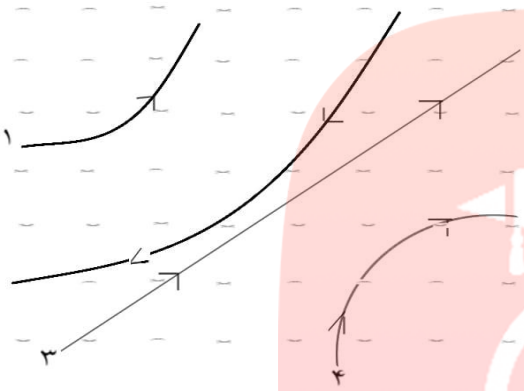
الف) هرگاه آهنربایی را که قطب‌های آن مشخص نیست به وسیله یک نخ آویزان نماییم، به طوری که بتواند آزادانه در یک سطح افقی به هر طرف بچرخد، تحت تأثیر میدان مغناطیسی کره زمین قرار می‌گیرد و پس از چند چرخش در راستای تقریب شمال و جنوب قرار می‌گیرد، به طوری که قطبی که به سمت شمال است قطب N آهنربا و قطبی که به طرف جنوب است قطب S آهنربا می‌باشد.

ب) هرگاه قطب‌های آهنربای مجهولی را به نوبت به قطب‌های شناخته شده آهنربایی نزدیک کنیم، قطب‌های همنام یکدیگر را دفع کرده و قطب‌های غیرهمنام همدیگر را جذب می‌نمایند، در این صورت می‌توان دو قطب S و N آهنربای مجهول را مشخص کرد.

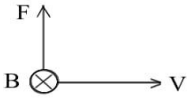
مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده مغناطیس

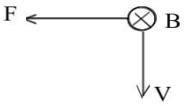
۱۱- چهار ذره هنگام عبور از میدان مغناطیسی درون‌سو مسیرهایی مطابق شکل زیر می‌پیمایند. درباره‌ی نوع بار هر ذره چه می‌توان گفت؟



الف) ذره (۱) دارای بار الکتریکی مثبت است. بردار سرعت به سمت راست، میدان مغناطیسی درون‌سو و نیرویی الکتریکی طبق قانون دست راست به طرف بالا می‌باشد.

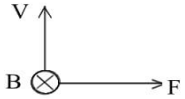


ب) ذره (۲) دارای بار الکتریکی منفی است. بردار سرعت رو به پایین، میدان مغناطیسی درون‌سو و نیروی الکتریکی طبق قانون دست راست برای بار الکتریکی منفی به طرف چپ می‌باشد.



پ) ذره (۳) بدون بار الکتریکی است و هیچ نیرویی بر این ذره وارد نمی‌شود.

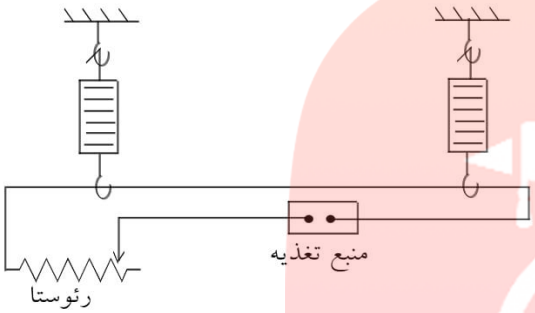
ت) ذره (۴) دارای بار الکتریکی منفی است. بردار سرعت رو به بالا، میدان مغناطیسی درون‌سو و نیروی مغناطیسی برای بار منفی به طرف راست می‌باشد.



مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده مغناطیس

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



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

$$\begin{cases} F = ILB\sin\alpha \\ I = ۱۶A \\ B = ۰/۰۵mT = ۵\times۱۰^{-۵}\,T \\ L = ۱m \\ \alpha = ۹۰^\circ \end{cases} \Rightarrow F = ۱۶\times۱\times۱۵\times۱۰^{-۵}\times \sin۹۰ = ۸\times۱۰^{-۴}N$$

بر هر متر سیم نیروی $۸\times۱۰^{-۴}N$ وارد می‌شود.

۱۳- اگر بخواهیم نیروسنج‌ها عدد صفر را نشان دهند، چه جریانی و در چه جهتی باید از سیم عبور دهیم؟ جرم یک متر از طول این سیم $۸gr$ است. $(g = ۱۰\ N/kg)$

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

$$\begin{cases} B = ۵\times۱۰^{-۵}\,T \\ L = ۱m \\ F = W = mg = (۸\times۱۰^{-۳})(۱۰) = ۸\times۱۰^{-۲}N \\ \alpha = ۹۰^\circ \\ F = ILB\sin\alpha \Rightarrow ۸\times۱۰^{-۲} = I\times۱\times۵\times۱۰^{-۵}\times۱ \Rightarrow I = ۱۶۰۰A \end{cases}$$

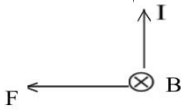
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

مشاور و برنامه ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

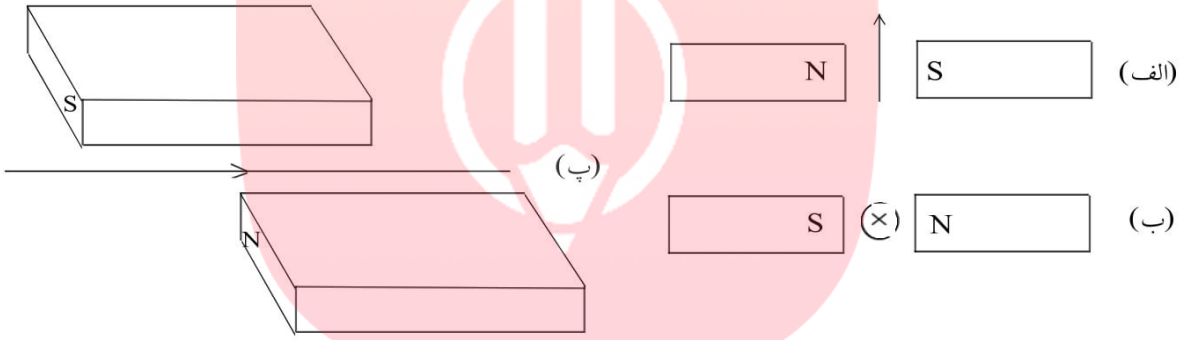
جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده مغناطیس

۱۴- سیم قائمی در میدان مغناطیسی زمین (که رو به شمال است) قرار دارد. جریانی از پایین به بالا از این سیم عبور می‌کند، جهت نیروی وارد بر این جریان چگونه است؟

با استفاده از قاعده دست راست جهت نیرو را می‌توان تعیین کرد. اگر نوک انگشتان رو به بالا در جهت جریان و خم چهار انگشت رو به شمال جهت میدان مغناطیسی را نشان دهد، انگشت شست جهت نیروی وارد بر سیم را به طرف غرب نشان می‌دهد.



۱۵- جهت نیروی الکترومغناطیسی بر سیم حامل جریان را در هر یک از شکل‌های «الف» ، «ب» ، «پ» ، با استفاده از قاعده‌ی دست راست بیابید.

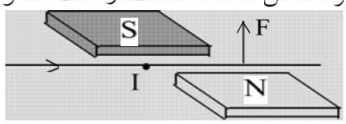


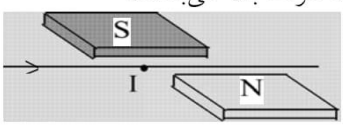
الف) میدان مغناطیسی از N به S و جهت جریان الکتریکی از پایین به بالا است و نیروی وارد بر سیم جریان عمود بر سیم (عمود بر کاغذ) به طرف داخل (⊗ درون‌سو) می‌باشد.

ب) ⊗ ≡ جریان الکتریکی عمود بر کاغذ به طرف داخل (درون‌سو)

میدان مغناطیسی از N به S و جهت جریان الکتریکی درون‌سو است و جهت نیرو بر اساس قاعده دست راست به سمت بالا و عمود بر سیم حامل جریان می‌باشد.

پ) میدان مغناطیسی از N به S و جهت جریان الکتریکی عمود بر میدان مغناطیسی از چپ به راست است و جهت نیروی وارد بر سیم بر اساس قاعده دست راست عمود بر سیم و به طرف بالا می‌باشد.

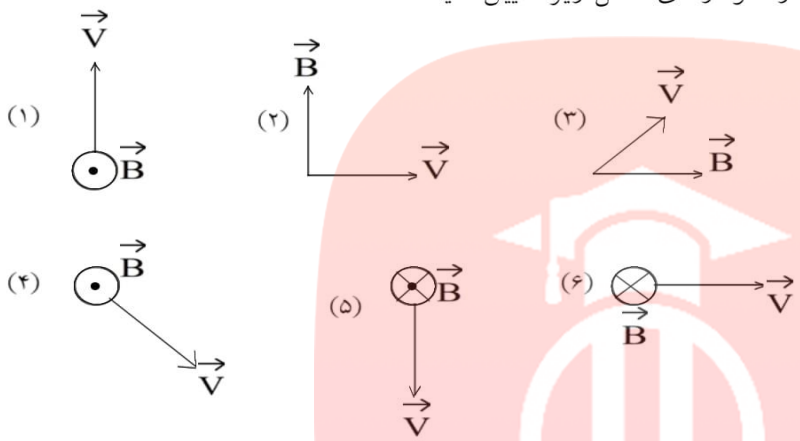




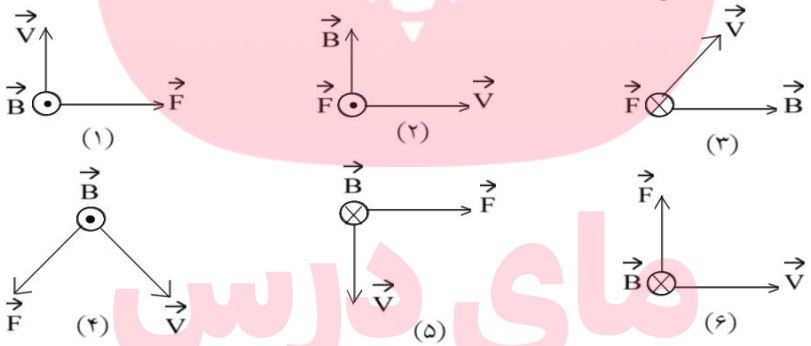
www.my-dars.ir

جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده مغناطیس

۱۶- جهت نیروی وارد بر بار مثبت را در هریک از نمودارهای شکل زیر تعیین کنید.

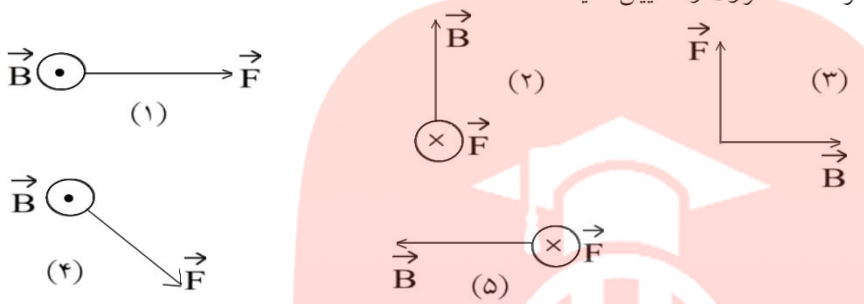


در هریک از شکل‌های فوق جهت نیروی وارد بر بار مثبت با استفاده از قاعده دست راست تعیین می‌گردد، به‌طوری که نوک انگشتان دست راست جهت بردار سرعت، خم چهار انگشت جهت میدان مغناطیسی و انگشت شست جهت نیروی وارد بر بار مثبت را نشان می‌دهد.

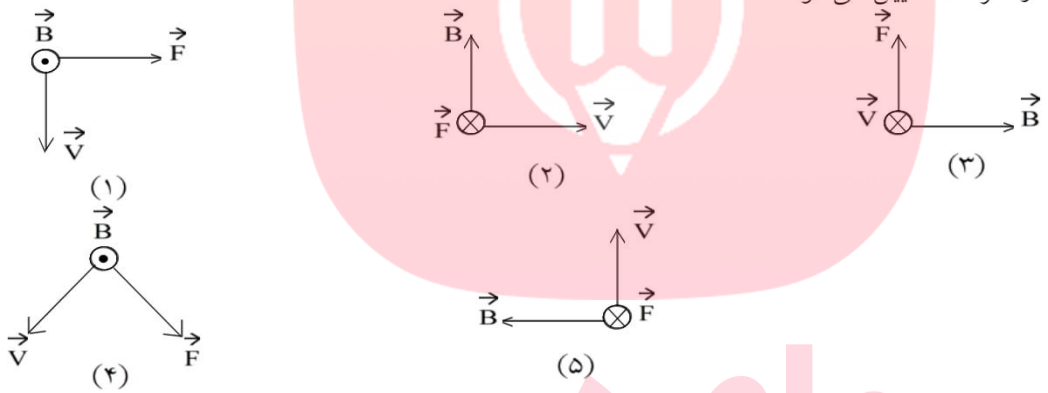


www.my-dars.ir

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



در هریک از شکل‌های فوق بردار سرعت بار الکتریکی منفی با استفاده از قاعده دست راست تعیین می‌شود و در پایان بر خلاف جهت بردار سرعت تعیین می‌شود.



۱۸- سیم رسانای CD به طول ۲m مطابق شکل زیر عمود بر میدان مغناطیسی با اندازه‌ی ۰/۵T قرار گرفته است. اگر نیروی الکترومغناطیسی وارد بر سیم برابر ۱N باشد، جهت و اندازه‌ی جریان عبوری از سیم را تعیین کنید.

گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

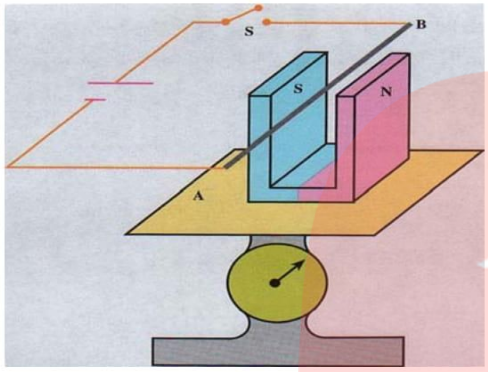
جهت نیروی وارد بر سیم رو به پایین، میدان مغناطیسی درون‌سو، در این‌صورت طبق قاعده دست راست جهت جریان از D به C می‌باشد.

$$\begin{cases} F = ۱N \\ L = ۲m \\ B = ۰/۵T \\ \alpha = ۹۰^\circ \end{cases} \qquad F = ILB\,Sin\alpha$$

$$۱ = I \times ۲ \times ۰/۵ \times ۱ \Rightarrow I = ۱A$$

جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده مغناطیس

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



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

با در نظر گرفتن پروتونی که با سرعت $۴/۴ \times ۱۰^{۶}\ m/s$ تحت زاویه‌ی ۵۳° با میدان مغناطیسی‌ای به بزرگی ۱۸mT در حرکت است.
به ۲ سوال بعدی پاسخ دهید:

۲۰- بزرگی نیروی وارد بر این پروتون را محاسبه کنید. (بار الکتریکی پروتون $۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}\ C$ و $Sin ۵۳^{\circ} = ۰/۸$ است)

$$\begin{cases} V = ۴/۴ \times ۱۰^{۶}\ m/s \\ \alpha = ۵۳^{\circ} \\ B = ۱۸ \times ۱۰^{-۳}\ T \\ q = +e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}\ C \end{cases}$$

$$F = qVB\ Sin\alpha$$

$$F = (۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}) \times (۴/۴ \times ۱۰^{۶}) \times (۱۸ \times ۱۰^{-۳}) \times (۰/۸)$$

$$\Rightarrow F = ۱۰۱۳۷۶ \times ۱۰^{-۱۹} \cong ۱۰^{-۱۴}\ N$$

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

۲۱- اگر این نیرو تنها نیرویی باشد که بر پروتون وارد می‌شود، شتاب پروتون را حساب کنید.
(بار الکتریکی پروتون C $۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}$ و جرم آن kg $۱/۷ \times ۱۰^{-۲۷}$ است.)

۲۲- راستای نیروی وارد بر یک الکترون متحرک در میدان الکتریکی را با راستای نیروی وارد بر این الکترون در میدان مغناطیسی مقایسه کنید.

در میدان الکتریکی نیروی وارد بر یک الکترون متحرک همواره در جهت و راستای میدان الکتریکی می‌باشد به‌طوری که راستای میدان الکتریکی با راستای نیروی وارد بر الکترون متحرک در یک امتداد می‌باشد. اما در میدان مغناطیسی نیروی وارد بر یک الکترون متحرک بر راستای میدان مغناطیسی و راستای جهت الکترون عمود است و بزرگی آن از رابطه‌ی روبه‌رو به دست می‌آید.

$$F = qVB\,Sin\theta$$

۲۳- از پیچه‌ی مسطحی به شعاع $۵cm$ که از ۲۰۰ دور سیم نازک درست شده است، جریان $۱۲A$ می‌گذرد. میدان مغناطیسی را در مرکز پیچه حساب کنید.

$$R = ۰/۰۵m,\quad N = ۲۰۰,\quad I = ۱۲A$$

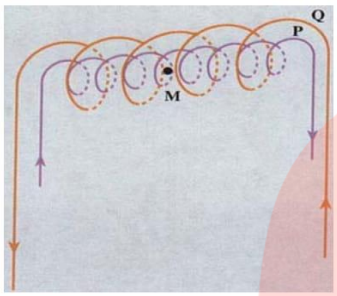
$$B = \mu_۰ \frac{NI}{۲R}$$

$$B = ۴\pi \times ۱۰^{-۷} \times \frac{۲۰۰ \times ۱۲}{۲ \times ۰/۰۵} = ۹/۶\pi \times ۱۰^{-۳}\,T$$

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده مغناطیس

۲۴- دو سیملوله P و Q هم محور دارای طول برابر ولی تعداد دور متفاوت هستند(شکل مقابل). تعداد دور سیملوله P برابر ۲۰۰ و تعداد دور سیملوله‌ی Q برابر ۳۰۰ است. اگر جریان ۱A از سیملوله Q عبور کند، از سیملوله‌ی P چه جریانی باید عبور کند تا برآیند میدان مغناطیسی ناشی از دو سیملوله در نقطه‌ی M (روی محور دو سیملوله) برابر صفر شود؟



وقتی میدان مغناطیسی در نقطه M صفر باشد، بزرگی میدان مغناطیسی سیملوله‌ها با هم برابر است.

$$\begin{cases} \vec{B}_M = \vec{B}_Q + \vec{B}_P \\ 0 = B_Q - B_P \Rightarrow B_Q = B_P \end{cases}$$

$$\mu_0 \frac{N_1 I_1}{L} = \mu_0 \frac{N_2 I_2}{L} \Rightarrow N_1 I_1 = N_2 L_2$$

$$\begin{cases} N_2 = 200 \\ N_1 = 300 \\ I_1 = 1A \end{cases} \qquad \begin{cases} N_1 I_1 = N_2 I_2 \\ 200 \times I_1 = 300 \times 1 \Rightarrow I_1 = 1/5A \end{cases}$$

الکترونی با سرعت $2/4 \times 10^5 \ m/s$ در یک میدان مغناطیسی در حرکت است. نیرویی که از طرف میدان مغناطیسی بر این الکترون وارد می‌شود، هنگامی بیشینه است که الکترون به سمت جنوب حرکت کند. به ۲ سوال بعدی پاسخ دهید.

۲۵- اگر این نیروی بیشینه بالاسو و برابر $6/8 \times 10^{-14} \ N$ باشد، بزرگی و جهت میدان مغناطیسی را تعیین کنید.

بیشترین مقدار نیروی وارد بر الکترون زمانی است که راستای حرکت الکترون عمود بر راستای میدان مغناطیسی باشد، یعنی $\theta = 90^\circ$ باشد.

$V = 2/4 \times 10^5 \ m/s$ $\qquad F = e.V.B$

$F = 6/8 \times 10^{-14} \ N$ $\qquad B = \frac{F}{e.V} \Rightarrow B = \frac{6/8 \times 10^{-14}}{1/6 \times 10^{-19} \times 2/4 \times 10^5}$

$e = 1/6 \times 10^{-19} \ C$ $\qquad \Rightarrow B = 1/77 \ T$

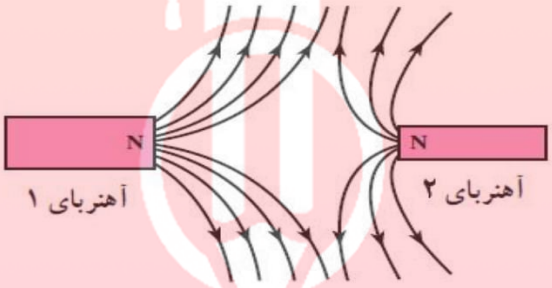
برای به دست آوردن جهت میدان مغناطیسی از قاعده دست راست استفاده می‌کنیم. با توجه به این‌که ذره باردار، الکترون است، اگر حرکت الکترون به سمت جنوب باشد و بیشینه نیرو بالاسو باشد، جهت میدان مغناطیسی به سمت غرب می‌باشد.

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

۲۶- چه میدان الکتریکی‌ای همین نیرو را ایجاد می‌کند؟ (بار الکتریکی الکترون $-۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}\ C$ است.)

$$\begin{cases} F = ۶/۸ \times ۱۰^{-۱۴}\ N \\ q = -۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}\ C \end{cases} \qquad \begin{cases} E = \dfrac{F}{q} \\ E = \dfrac{۶/۸ \times ۱۰^{-۱۴}}{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}} = ۴/۲۵ \times ۱۰^{۵}\ N/C \end{cases}$$

۲۷- خط‌های میدان مغناطیسی میان دو آهن‌ربا در شکل زیر نشان داده شده است. کدام آهن‌ربا ضعیف‌تر است؟



آهن‌ربای (۲)

۲۸- سیم‌لوله‌ای شامل ۲۵۰ دور حلقه است که دور یک لوله‌ی پلاستیکی توخالی به طول ۰/۱۴ متر پیچیده شده است. اگر جریان گذرنده از سیم‌لوله ۰/۸A باشد، بزرگی میدان مغناطیسی در درون سیم‌لوله را حساب کنید.

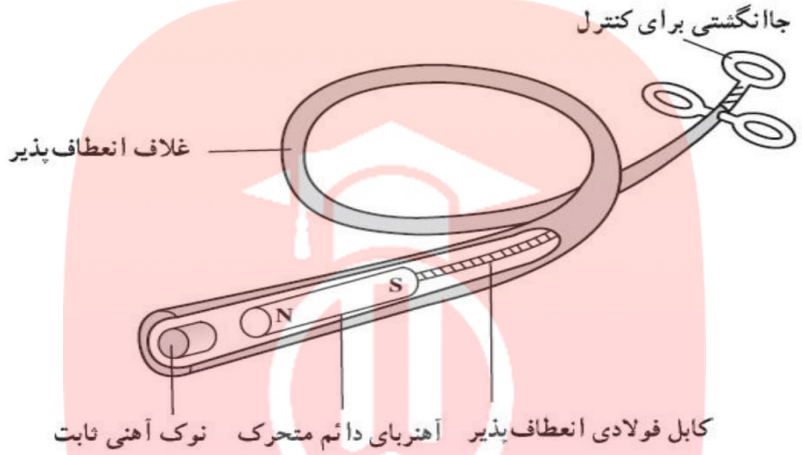
$$n = \frac{N}{l} = \frac{۲۵۰}{\frac{۱۴}{۱۰۰}} = \frac{۱۲۵۰۰}{۷}$$

$$B = \mu_{\circ} nI = ۴\pi \times ۱۰^{-۷} \times \frac{۱۲۵}{۷} \times ۱۰^{۲} \times ۸ \times ۱۰^{-۱} = \frac{۴\pi}{۷} \times ۱۰^{-۳} \cong ۱/۷۹ \times ۱۰^{-۳}\ T$$

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

جزوه ی فیزیک - مسائل حل شده مغناطیس

۲۹- کودکی یک قطعه‌ی کوچک فلز را بلعیده است که در گلوی او گیر کرده است.پزشک بادستگاهی که در شکل زیر دیده می‌شود، می‌خواهد فلز را بیرون بیاورد.



الف) هنگامی‌که آهن‌ربای دائم به نوک ثابت آهنی نزدیک می‌شود، چه اتفاقی می‌افتد؟

ب) آهن برای ساختن نوک ثابت 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 گیره‌ی آهنی کاغذ و یک واشر آلومینیومی را از گلوی کودک بیرون بیاورد. کدام‌یک را می‌توان بیرون آورد؟ چرا؟

الف) به دلیل میدان آهن‌ربا، آن هم آهن‌ربا می‌شود.

ب) با تضعیف میدان (جدا شدن آهن‌ربا) خاصیت آهن‌ربایی خود را از دست می‌دهد و جسم راحت از آن جدا می‌شود.

پ) به دلیل این‌که مسیر گلو کاملاً صاف نیست و اگر غلاف انعطاف‌پذیر نباشد، ممکن است به گلو آسیب بزند.

ت) گیره‌ی آهنی، به دلیل این‌که واشر آلومینیومی مغناطیسی نمی‌شود.

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

۱- **شار مغناطیسی**

وقتی سیم‌پیچ یا مداری که مساحت آن برابر A می‌باشد در یک میدان مغناطیسی قرار گیرد، شار مغناطیسی که از سیم‌پیچ یا مدار عبور می‌کند طبق رابطه‌ی زیر قابل محاسبه است:

$\varphi = AB\cos\theta$

φ: شار مغناطیسی سیم پیچ(وبر Wb)، θ: زاویه ی بین نیم خط عمود بر سطح سیم پیچ و میدان مغناطیسی، B: میدان مغناطیسی(T)، A: مساحت یک حلقه (m^2)

۲- **شار مغناطیسی بیشینه**

وقتی سیم‌پیچ عمود بر میدان مغناطیسی است، شار مغناطیسی ماکزیمم می‌باشد.

$|\cos\theta| = 1 \Rightarrow \varphi_{max} = \pm AB$ (سطح سیم پیچ عمود بر میدان) $\Rightarrow \theta = 0^\circ$ یا 180°

۳- **شار مغناطیسی صفر**

وقتی سیم‌پیچ موازی میدان مغناطیسی باشد، شار مغناطیسی عبوری برابر صفر است.

$\cos\theta = 0 \Rightarrow \varphi = 0$ (سیم پیچ موازی میدان) $\Rightarrow \theta = 90^\circ$ یا 270°

۴- **قانون فارادی**

هرگاه شار مغناطیسی که از یک مدار بسته می‌گذرد تغییر نماید، در آن نیروی محرکه‌ای القاء خواهد شد و جریانی در آن برقرار می‌شود به‌طوری که بزرگی نیروی محرکه‌ی القا شده متناسب با آهنگ تغییر شار است.

$$\varepsilon = -\frac{d\varphi}{dt}$$

در این رابطه ε بر حسب ولت، $\frac{d\varphi}{dt}$ برحسب وبر بر ثانیه است.

۵- **قانون لنز**

سوی جریان حاصل از نیروی محرکه‌ی القایی به گونه‌ای است که به‌وسیله‌ی آثار مغناطیسی‌ای که به‌وجود می‌آورد با عامل به‌وجود آورنده خود (تغییر شار) مخالفت می‌کند.

۶- **محاسبه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی متوسط و لحظه‌ای**

از ترکیب دو قانون فارادی و لنز، فرمول‌ها از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

$\varepsilon = -N\frac{d\varphi}{dt}$ (نیروی محرکه ی خودالقایی لحظه ای) $\Rightarrow \bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$ (نیروی محرکه ی خودالقایی متوسط)

N = تعداد حلقه های پیچه ، $\Delta\varphi$ = تغییر شار برحسب وبر (Wb) ، Δt = زمان تغییر شار برحسب ثانیه (S)

$\bar{\varepsilon}$ = نیروی محرکه ی القایی متوسط در پیچه بر حسب ولت (V) ، $\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$ = آهنگ تغییر شار در پیچه بر حسب $\left(\frac{wb}{s}\right)$

۷- **نکته:** در مواردی که حرکت باعث تغییر شار می‌شود، قانون لنز مانند نیروی اصطکاک عمل کرده و در مقابل حرکت مقاومت نشان می‌دهد.

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

مشاور و برنامه ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

۸- **روش‌های ایجاد تغییر شار در یک مدار**

طبق رابطه‌ی $\varphi = BA\,Cos\theta$ با تغییر هریک از عوامل میدان مغناطیسی، شدت میدان مساحت حلقه (A)، و زاویه‌ی بین سوی میدان مغناطیسی و نیم‌خط عمود بر صفحه (θ)، شار تغییر نموده و باعث ایجاد نیروی محرکه‌ی القایی در یک مدار بسته‌ی رسانا خواهد شد.

تغییر شار $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 \Rightarrow$
- تغییر شار به روش تغییر میدان $\Delta\varphi = A(\Delta B)Cos\alpha$
- تغییر شار به روش تغییر مساحت $\Delta\varphi = (\Delta A)BCos\alpha$
- تغییر شار به روش تغییر زاویه $\Delta\varphi = AB(Cos\alpha_2 - Cos\alpha_1)$

۹- **تشریح قانون لنز**

وقتی شار مغناطیسی به هر دلیلی تغییر کند، نیروی محرکه‌ی القایی و به دنبال آن جریان الکتریکی القایی تولید می‌شود. جریان الکتریکی القا شده، در اطراف مدار، میدان مغناطیسی به‌وجود می‌آورد که آن را میدان مغناطیسی القایی نامیده و با B_L نشان می‌دهیم.

طبق قانون لنز، نیروی محرکه‌ی القایی با آثاری که از خود به‌وجود می‌آورد، با تغییرات شار مخالفت می‌کند. به این ترتیب که اگر شار افزایش یابد با ایجاد میدان القایی در خلاف جهت میدان اصلی، با افزایش شار مخالفت می‌کند و اگر شار کاهش یابد با ایجاد میدان القایی در جهت میدان اصلی، با کاهش شار مخالفت خواهد کرد.

میدان القایی در خلاف جهت میدان اصلی $\Rightarrow$ شار افزایش می یابد $\Rightarrow$
- قطب آهن ربا به سیم پیچ نزدیک شود
- مساحت حلقه افزایش یابد
- شدت جریان در مدار دارای مولد افزایش یابد

میدان القایی در جهت میدان اصلی $\Rightarrow$ شار کاهش می یابد $\Rightarrow$
- قطب آهن ربا از سیم پیچ دور می شود
- مساحت حلقه کاهش می یابد
- شدت جریان در مدار دارای مولد کاهش می یابد

۱۰- **حرکت سیم رسانا در میدان**

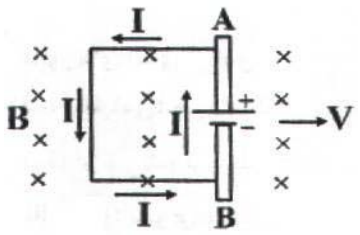
وقتی میله‌ای رسانا به‌طول l در امتداد عمود بر میدان مغناطیسی یکنواخت B با سرعت V و در امتداد عمود بر میدان مغناطیسی به حرکت درآید، نیروی محرکه‌ای در دو سر آن القا خواهد شد.

$$\varepsilon = LVB$$

۱۱- **سوی جریان القایی در میله**

اگر چهار انگشت دست راست، سوی حرکت میله (V) و جمع شدن انگشتان به سمت میدان باشد، انگشت شست سوی جریان القایی را نشان خواهد داد.

نکته: در این پدیده، میله به‌عنوان مولد عمل می‌کند که همانند درون یک مولد، جریان از انتهای منفی (پتانسیل کم‌تر) به انتهای مثبت (پتانسیل بیشتر) جریان خواهد یافت.



مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

مشاور و برنامه ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

۱۲- نیروی محرکه‌ی خود القایی

هرگاه جریان الکتریکی از یک سیم‌پیچ عبور می‌کند در حال تغییر باشد در سیم‌پیچ تغییر شار مغناطیسی رخ می‌دهد که باعث ایجاد نیروی محرکه‌ای در سیم‌پیچ می‌شود که به آن نیروی محرکه‌ی خودالقایی می‌گوییم و از رابطه‌ی زیر قابل محاسبه است:

تغییرات شدت جریان(آمپر)

$\bar{\varepsilon}_L = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$ ← نیروی محرکه ی خودالقایی متوسط(ولت)

ضریب خودالقایی

مدت تغییر جریان(ثانیه)

۱۳- جهت نیروی محرکه‌ی خودالقایی

اگر جریان الکتریکی مدار در حال افزایش باشد، نیروی محرکه‌ی خودالقایی در خلاف جهت نیروی محرکه‌ی اصلی مدار (نیروی محرکه‌ی مولدها) ایجاد می‌شود و اگر جریان الکتریکی مدار، در حال کاهش باشد، نیروی محرکه‌ی خودالقایی هم‌جهت نیروی محرکه‌ی اصلی مدار (نیروی محرکه‌ی مولدها) ایجاد می‌شود.

۱۴- ضریب خودالقایی سیم‌لوله

ضریب خودالقایی سیم‌پیچ (L) کمیتی است که فقط به مشخصات ساختمانی سیم‌لوله بستگی دارد و با تغییرات شدت جریان یا شار مغناطیسی مقدار آن ثابت می‌ماند و بر اساس مشخصات ساختمانی سیم‌لوله (تعداد حلقه، مساحت هر حلقه، طول سیم‌پیچ و جنس هسته) از رابطه‌ی زیر قابل محاسبه است.

تعداد حلقه ها

$L = k\mu_0 \frac{N^2 A}{l}$ ← ضریب خودالقایی(هانری)

مساحت هر حلقه

طول سیملوله

ضریب مغناطیسی مربوط به هسته ی سیم پیچ (بدون واحد)

$k = 1$ هوا و خلا

$k >> 1$ آهن، نیکل و کبالت

۱۵- انرژی مغناطیسی ذخیره شده در یک سیم‌پیچ

هنگامی که جریان الکتریکی در یک سیم‌پیچ از صفر تا I افزایش می‌یابد، انرژی الکتریکی در سیم‌پیچ به‌صورت انرژی مغناطیسی ذخیره می‌شود که طبق رابطه‌ی زیر قابل محاسبه است.

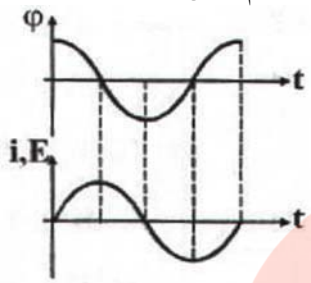
$U = \frac{1}{2}LI^2 \Rightarrow \Delta U = \frac{1}{2}L\left(I_2^2 - I_1^2\right)$ ← انرژی مغناطیسی (ژول)

www.my-dars.ir

مشاور و برنامه ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

۱۶- **مولد جریان متناوب**

هرگاه سیم‌پیچی را با N حلقه در یک میدان مغناطیسی یکنواخت با سرعت زاویه‌ای ثابت ω بچرخانیم، شار مغناطیسی که از آن عبور می‌کند به‌طور متناوب تغییر خواهد کرد و در نتیجه نیروی محرکه‌ی القایی و جریان الکتریکی القایی متناوبی در سیم‌پیچ ایجاد می‌گردد که نمودار تغییرات شار و نیروی محرکه و هم‌چنین معادله‌ی آن‌ها به‌صورت زیر می‌باشد.



$$\varphi = BA\cos(\omega t) \Rightarrow \varphi = \varphi_m \cos\omega t \qquad \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$$

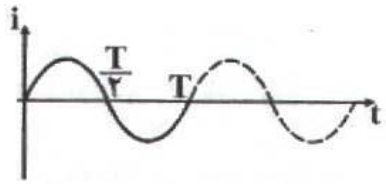
$$\varepsilon = -N\frac{d\varphi}{dt} \Rightarrow \varepsilon = NBA(\omega)\sin(\omega t) \Rightarrow \varepsilon = \varepsilon_m \sin\omega t$$

$$\varepsilon_m = NBA\omega$$

جریان القایی متناوب

طبق رابطه‌ی $I = \frac{\varepsilon}{R}$ در سیم‌پیچ، جریان الکتریکی القا می‌شود که تغییرات آن همانند تغییرات نیروی محرکه‌ی القایی می‌باشد. یعنی وقتی $\varepsilon = 0$ است باید $I = 0$ باشد و وقتی ε ماکزیمم است باید I نیز ماکزیمم باشد.

با دقت به شکل زیر می‌بینید که وقتی شار مغناطیسی عبوری از سیم‌پیچ ماکزیمم است (سطح سیم‌پیچ عمود بر میدان مغناطیسی) نیروی محرکه‌ی القایی و جریان الکتریکی القایی برابر صفر می‌باشد و هنگامی که شار مغناطیسی عبوری برابر صفر است (سطح سیم‌پیچ موازی میدان مغناطیسی) نیروی محرکه‌ی القایی و جریان الکتریکی القایی ماکزیمم می‌شود.



۱۷- **نیروی محرکه القایی در یک پیچه (یا سیم‌لوله)**

اگر در یک پیچه شار مغناطیسی تغییر کند به هر حلقه‌ی آن نیروی محرکه‌ای القا می‌شود. با فرض یکسان بودن حلقه‌ها نیروهای محرکه‌ی القایی نیز یکسان است.

پس نیروی محرکه‌ی القایی کل برابر است با تعداد حلقه‌ها ضرب در نیروی محرکه‌ی القایی هر حلقه.

$$\varepsilon = -N\frac{d\varphi}{dt}$$

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

۱۸- **یکای خودالقایی (هانری)**

یک هانری ضریب خودالقایی سیم‌لوله‌ای است که اگر جریان آن با آهنگ یک آمپر بر ثانیه تغییر کند، نیروی محرکه‌ی یک ولت در آن القا شود.

مشاور و برنامه‌ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

۱- حلقه‌ای به مساحت $۵۰\,cm^۲$ در یک میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ قرار دارد. با فرض این‌که خطهای میدان مغناطیسی $\vec{B}$ عمود بر سطح حلقه باشند، اگر بزرگی میدان مغناطیسی بدون تغییر جهت آن به اندازه‌ی $۰/۳\ T$ افزایش یابد، شار مغناطیسی که از سطح حلقه می‌گذرد، چه‌قدر تغییر می‌کند؟

$$A = ۵۰cm^۲ = ۵\times ۱۰^{-۴} m^۲$$
$$\theta = ۰$$
$$\Delta B = ۰/۳T$$

$$\begin{cases} \Delta\Phi = (\Delta B) A \cos\theta \\ \Delta\Phi = (۰/۳)\times ۵۰\times ۱۰^{-۴}\times ۱ = ۱/۵\times ۱۰^{-۳} wb \end{cases}$$

۲- میدان مغناطیسی عمود بر یک قاب دایره‌ای شکل به قطر ۲۰ سانتی‌متر با زمان تغییر می‌کند و در مدت $۰/۵s$ از $+۰/۲۸$ تسلا به $-۰/۱۲$ تسلا می‌رسد (تغییر علامت نشان می‌دهد که جهت میدان نیز وارون شده است.) نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در حلقه را حساب کنید.

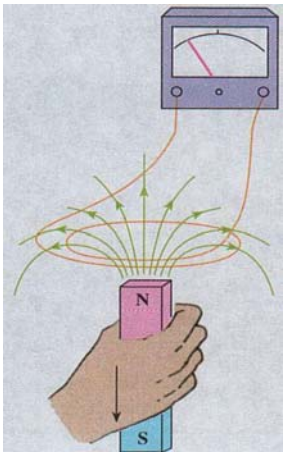
$$N = ۱$$
$$۲R = ۲۰cm \Rightarrow R = ۱۰cm = ۰/۱m$$
$$\Delta t = ۰/۵s$$
$$B_۱ = +۰/۲۸T$$
$$B_۲ = -۰/۱۲T$$
$$\theta = ۰$$
$$A = \pi R^۲ = \pi(۰/۱)$$

$$\begin{cases} |\bar{\varepsilon}| = \left|-N\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}\right| \\ \varphi = AB\cos\theta \\ |\bar{\varepsilon}| = \left|-N\left(\frac{B_۲ - B_۱}{\Delta t}\right) A\cos\theta\right| \\ |\bar{\varepsilon}| = -۱\times\left(\frac{-۰/۱۲ - ۰/۲۸}{۰/۵}\right)\times\pi\times(۰/۱)^۲ = ۸\pi\times ۱۰^{-۳} \text{ ولت} \end{cases}$$

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

مشاور و برنامه ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

۳- قطب N یک آهنربای میله‌ای را مطابق شکل زیر از پیچه دور می‌کنیم، با استفاده از قانون لنز جهت جریان القایی را در پیچه تعیین کنید.



با توجه به این که آهنربا از پیچه دور می‌شود، آثار مغناطیسی حاصل از جریان القایی، قطب غیرهم‌نام را مجاور آهنربا تشکیل می‌دهد تا با دور شدن آهنربا مخالفت کند. در این‌صورت قسمت پایین پیچه قطب S و بالای پیچه قطب N را تشکیل می‌دهد. پس با توجه به قانون دست راست جریان القایی در پیچه پادساعتگرد است، یعنی جریان از قطب سمت چپ گالوانومتر به قطب سمت راست آن می‌باشد.

۴- دو سیملوله با سطح مقطع و تعداد دور یکسان در نظر بگیرید. اگر طول یکی از سیملوله‌ها دو برابر دیگری باشد، نسبت ضریب خودالقایی آن‌ها را محاسبه کنید.

$$\begin{cases} L = k\mu_0 \dfrac{N^2 A}{l} \\ N_1 = N_2 \\ A_1 = A_2 \\ k_1 = k_2 \\ L \text{ ضریب خودالقایی سیم لوله} \\ l \text{ طول سیم لوله} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{L_2}{L_1} = \frac{l_1}{l_2} = \frac{l_1}{2l_1} = \frac{1}{2}$$

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

مشاور و برنامه ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

۵- رابطه‌ای برای انرژی ذخیره شده در یک سیملوله‌ی بدون هسته برحسب ویژگی‌های سیملوله به‌دست آورید.

$$\begin{cases} L = k\mu_{\circ}\dfrac{N^{۲}A}{L} \\ k = ۱ \Rightarrow L = \mu_{\circ}\dfrac{N^{۲}A}{L} \end{cases}$$

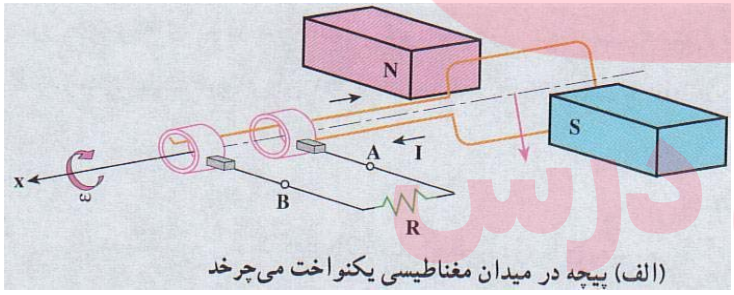
اگر طرفین معادله را در $\mu_{\circ} I$ ضرب کنیم، خواهیم داشت:

$$\begin{cases} U = \frac{۱}{۲}\mu_{\circ}\dfrac{N^{۲}A}{L}\times I^{۲}\times\left(\dfrac{\mu_{\circ}\times L}{\mu_{\circ}\times L}\right) \\ B^{۲} = \mu_{\circ}^{۲}\dfrac{N^{۲}I^{۲}}{L^{۲}} \end{cases} \Rightarrow U = \frac{۱}{۲}B^{۲}A\left(\frac{L}{\mu_{\circ}}\right)$$

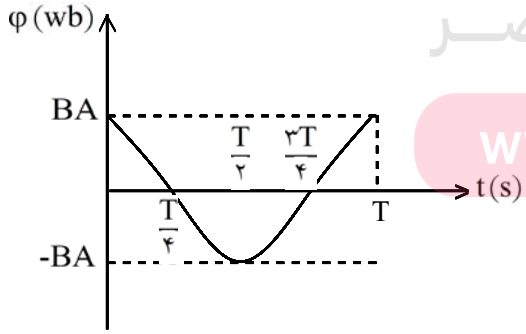
$$\begin{cases} U = \frac{۱}{۲}B^{۲}A\left(\dfrac{L}{\mu_{\circ}}\right) \\ V = AL \text{ حجم سیملوله} \end{cases} \Rightarrow U = \frac{B^{۲}V}{۲\mu_{\circ}}$$

در این رابطه B میدان مغناطیسی و V حجم داخل سیملوله می‌باشد.

۶- نمودار تغییرات شاری که از مدار پیچه در شکل زیر می‌گذرد را بر حسب زمان در طول یک دوره‌ی چرخش پیچه رسم کنید.



(الف) پیچه در میدان مغناطیسی یکنواخت می‌چرخد

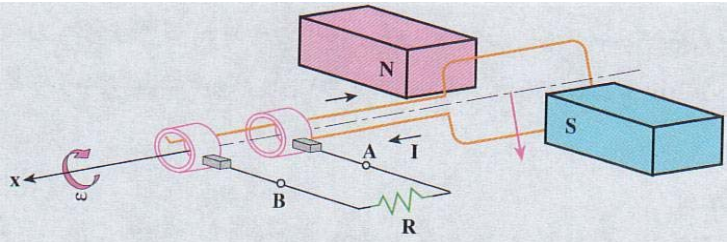


$\varphi = \varphi_m \cos\omega t$

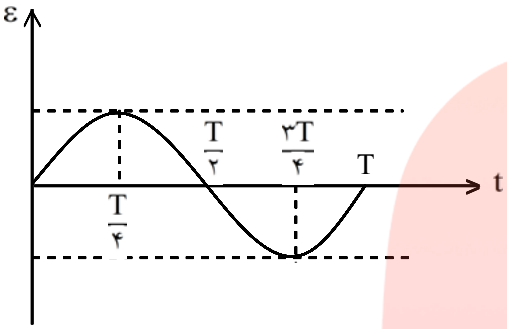
مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

مشاور و برنامه ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

۷- نمودار تغییرات نیروی محرکه‌ی القا شده در پیچه در شکل زیر را بر حسب زمان و طول یک دوره‌ی چرخش پیچه رسم کنید.

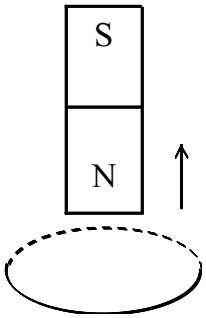


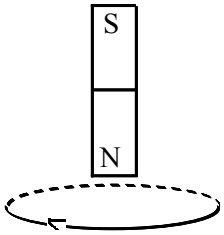
(الف) پیچه در میدان مغناطیسی یکنواخت می‌چرخد



$$\varepsilon = \varepsilon_m \sin\omega t$$

۸- قطب شمال یک آهنربا، مطابق شکل زیر از یک حلقه‌ی فلزی دور می‌شود، جهت جریان القایی را در حلقه مشخص کنید.





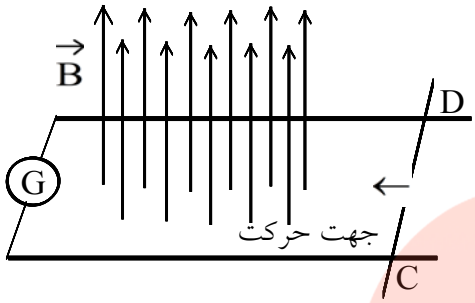
وقتی آهنربا از حلقه دور می‌شود، شار مغناطیسی در حلقه فلزی تغییر می‌کند و در آن نیروی محرکه القایی ایجاد می‌شود که باعث برقراری جریان القایی می‌گردد (قانون فارادی). جهت جریان القایی در جهتی است که آثار مغناطیسی حلقه با دور شدن آهنربا مخالفت می‌کند. هرگاه میدان مغناطیسی حلقه رو به بالا باشد، جهت جریان القایی در حلقه، مطابق شکل مقابل ساعتگرد خواهد بود (از رخ بالا).

۹- یک آهنربای میله‌ای را به‌طور قائم از ارتفاع معینی نزدیک زمین رها می‌کنیم. اگر سطح زمین در محل برخورد آهنربا با آن نرم باشد آهنربا در زمین فرو می‌رود. اگر این آزمایش را بار دیگر در وضعیتی تکرار کنیم که آهنربا در حین سقوط از درون حلقه‌های یک پیچه بگذرد، مقدار فرورفتگی آهنربا در زمین چه تغییری خواهد کرد؟ چرا؟ (از اثر مغناطیسی زمین بر روی آهنربا چشم‌پوشی کنید.)

هنگامی که آهنربا را از ارتفاع رها می‌کنیم، زمانی که به پیچه می‌رسد میدان مغناطیسی آهنربا در پیچه، جریان القایی به وجود می‌آورد که آثار آن با حرکت آهنربا به طرف پایین مخالفت می‌کند و هنگام خارج شدن آهنربا نیروی محرکه القایی داخل پیچه با خارج شدن آهنربا به طرف پایین مخالفت می‌کند. در نتیجه نیروی محرکه القایی ایجاد شده در پیچه نیرویی از طرف پایین به بالا به آهنربا وارد می‌کند و سرعت سقوط آهنربا را کاهش می‌دهد و آهنربا به هنگام برخورد با سطح نرم زمین به مقدار کمتری در زمین فرو می‌رود.

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

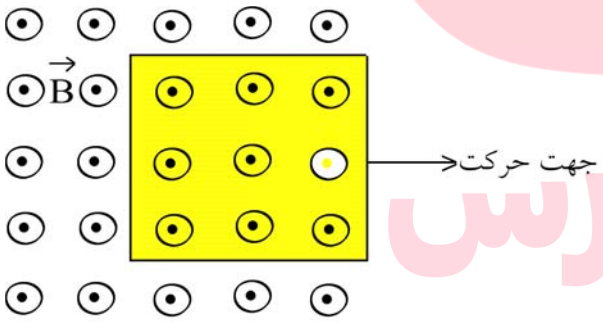
۱۰- دو میله‌ی رسانای موازی در صفحه‌ای عمود بر میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ قرار دارند. این میله‌ها توسط گالوانومتری مطابق شکل زیر به یک‌دیگر بسته شده‌اند. میله‌ی رسانای CD می‌تواند روی دو میله‌ی موازی بلغزد. اگر میله‌ی CD در جهت نشان داده شده در شکل به حرکت درآید جهت القایی در مدار در چه سویی است؟



وقتی میله CD به طرف چپ حرکت می‌کند، خطهای میدان مغناطیسی را قطع می‌کند و سطح قاب رو به کاهش خواهد بود و در نتیجه شار مغناطیسی کاهش می‌یابد در این‌صورت با توجه به قانون لنز جهت جریان القایی در جهتی خواهد بود که آثار مغناطیسی آن با تغییر شار مخالفت می‌کند و میدانی رو به بالا را ایجاد می‌کند. پس جهت جریان القایی از C به D می‌باشد، زیرا میدان مغناطیسی رو به بالا در قاب ایجاد کرده است تا با کاهش شار مغناطیسی مخالفت کند.

راه حل دیگر استفاده از قاعده دست راست است، به‌طوری که اگر نوک انگشتان دست راست بردار سرعت و خم چهار انگشت جهت مغناطیسی داخل قاب را نشان دهد، انگشت شست جهت جریان در میله را نشان می‌دهد که از C به D می‌باشد.

۱۱- پیچه‌ی مستطیلی را که در شکل زیر نشان داده شده است به‌طرف راست می‌کشیم و از میدان مغناطیسی برونسو خارج می‌کنیم. جهت جریان القایی در پیچه در چه سویی است؟

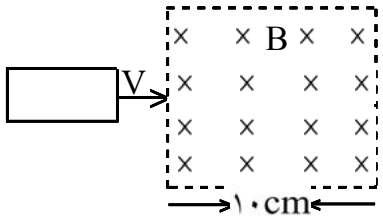


وقتی قاب را به طرف راست می‌کشیم تا از میدان مغناطیسی خارج کنیم، شار مغناطیسی عبوری از سطح قاب رو به کاهش خواهد بود، زیرا تعداد خطهایی که از قاب می‌گذرد رو به کاهش خواهد بود، در این صورت طبق قانون لنز جهت جریان القایی در قاب پاد ساعتگرد است و میدان مغناطیسی برونسو ایجاد می‌کند تا با کاهش شار مغناطیسی مخالفت کند.

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

مشاور و برنامه ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

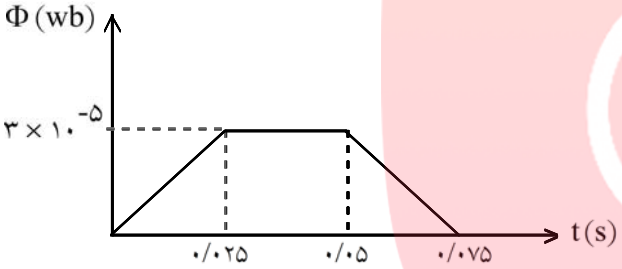
۱۲- حلقه‌ی فلزی مستطیلی شکلی به ابعاد $۳cm \times ۵cm$ مطابق شکل زیر با سرعت ثابت $۲m/s$ وارد میدان مغناطیسی یکنواخت $۰/۰۲\ T$ می‌شود و از طرف دیگر آن خارج می‌شود. نمودار تغییرات شاری که از حلقه می‌گذرد و نیروی محرکه‌ی القا شده در آن را بر حسب زمان رسم کنید.



وقتی قاب با سرعت V وارد میدان مغناطیسی می‌شود، در لحظه‌ی اول $\Phi = ۰$ و وقتی به طور کامل وارد میدان می‌شود $\Phi_۲ = BA$ و هنگامی که از طرف دیگر خارج می‌شود شار مغناطیسی کم و به $\Phi_۳ = ۰$ می‌رسد.

$$\Phi_۱ = ۰$$
$$\Phi_۲ = BA\cos\theta$$
$$\Phi_۳ = ۰$$

$$\begin{cases} \Phi_۲ = BA\cos\theta \\ A = ۳\times۵ = ۱۵cm^۲ = ۱۵\times۱۰^{-۴}m^۲ \\ B = ۰/۰۲T \text{ و } \theta = ۰ \Rightarrow \Phi_۲ = ۰/۰۲\times(۱۵\times۱۰^{-۴}) = ۳\times۱۰^{-۵}(wb) \end{cases}$$



نمودار شار مغناطیسی - زمان

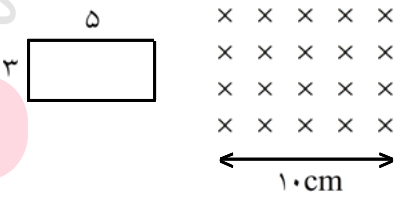
وقتی قاب به‌طور کامل وارد میدان می‌شود، مسافت $۵cm$ را طی می‌کند و این بازه زمانی برابر است با:

$$\begin{cases} x = V.\Delta t \\ x = ۵cm \text{ و } V = ۲m/s \Rightarrow \Delta t = \dfrac{x}{V} = \dfrac{۵\times۱۰^{-۲}}{۲} = ۰/۰۲۵ \end{cases}$$

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

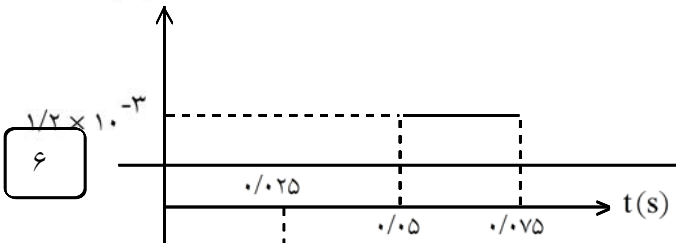
$$\begin{cases} \Delta x = V(\Delta t) \\ x = ۵cm \text{ و } V = ۲m/s \Rightarrow \Delta t = \dfrac{\Delta x}{V} = \dfrac{۵\times۱۰^{-۲}}{۲} = ۰/۰۲۵s \end{cases}$$

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir



قاب در مدت $۰/۰۲۵$ ثانیه وارد میدان می‌شود و در مدت $۰/۰۲۵$ ثانیه از آن خارج می‌شود و در مدتی که در میدان حرکت می‌کند شار مغناطیسی ثابت و نیروی محرکه برابر صفر خواهد بود.

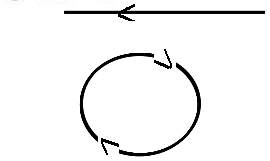
$$\begin{cases} \varepsilon = B.L.V.\sin\alpha \quad \alpha = ۰ \\ \varepsilon = ۰/۰۲\times(۳\times۱۰^{-۲})\times(۲) = ۱/۲\times۱۰^{-۳}V \end{cases}$$



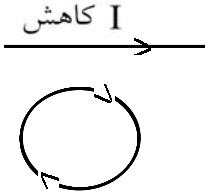
مشاور و برنامه ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

۱۳- جهت جریان القایی در هر یک از حلقه‌های دایره‌ای نشان داده شده در شکل زیر در چه سویی است؟

الف) جریان در سیم رو به افزایش است و میدان مغناطیسی اطراف آن در حال قوی شدن است و شاری که از حلقه می‌گذرد در حال افزایش می‌باشد، پس طبق قانون لنز جریان ساعتگرد در حلقه برقرار می‌شود تا با افزایش شار مغناطیسی مخالفت کند.



ب) جریان در سیم رو به کاهش و میدان مغناطیسی اطراف آن در حال ضعیف شدن است و شاری که از حلقه می‌گذرد در حال کاهش می‌باشد، پس طبق قانون لنز جریان ساعتگرد در حلقه برقرار می‌شود تا با کاهش شار مغناطیسی مخالفت کند.



پیچه‌ای که دارای ۱۰۰۰ حلقه است، عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی که اندازه‌ی آن ۰/۰۴ T و جهت آن از راست به چپ است، قرار دارد. میدان مغناطیسی در مدت ۰/۰۱s تغییر کرده و به ۰/۰۴ T در خلاف جهت اولیه می‌رسد.

اگر سطح هر حلقه‌ی پیچه $۵۰cm^{۲}$ باشد، به ۲ سوال بعدی پاسخ دهید.

۱۴- اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در پیچه را حساب کنید.

$N = ۱۰۰۰$

$\theta = ۰$

$B_{۱} = ۰/۰۴T$

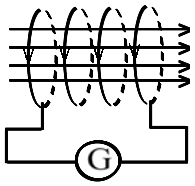
$\Delta t = ۰/۰۱s$

$B_{۲} = -۰/۰۴T$

$A = ۵۰cm^{۲} = ۵۰ \times ۱۰^{-۴} m^{۲}$

$$\begin{cases} |\bar{\varepsilon}| = \left|-N\left(\frac{B_{۲} - B_{۱}}{\Delta t}\right) A\cos\theta\right| \\ |\bar{\varepsilon}| = \left|-۱۰۰۰\left(\frac{-۰/۰۴ - ۰/۰۴}{۰/۰۱}\right) \times (۵۰ \times ۱۰^{-۴})\right| \end{cases} \Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = ۴۰V$$

۱۵- جهت جریان القایی را تعیین کنید.

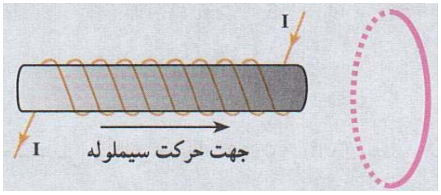


وقتی میدان مغناطیسی از ۰/۰۴T به صفر می‌رسد، جریان القایی در پیچه مطابق شکل در قسمت جلو حلقه رو به پایین از صفر تا I می‌رسد تا آثار مغناطیسی حاصل از آن با کاهش شار مغناطیسی مخالفت کند و وقتی میدان مغناطیسی از صفر تا ۰/۰۴T - می‌رسد، جریان در همان جهت قبلی ادامه خواهد داشت تا آثار مغناطیسی آن با افزایش میدان مغناطیسی در جهت منفی مخالفت کند.

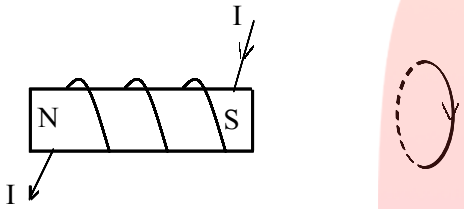
مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

مشاور و برنامه ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

۱۶- در شکل زیر اگر سیملوله را در جهت نشان داده شده در شکل به حلقه نزدیک کنیم جریان القایی در حلقه در چه جهتی است؟



سیملوله حامل جریان است و طبق قانون دست راست طرف راست آن قطب S و طرف چپ آن قطب N است. وقتی سیملوله با سرعت V به طرف حلقه می‌رود، شار مغناطیسی در حلقه تغییر می‌کند و در مدار نیروی محرکه القایی و جریان القایی برقرار می‌شود. جهت جریان القایی در حلقه طبق قانون لنز در جهتی است که آثار مغناطیسی آن با نزدیک شدن سیملوله مخالفت می‌کند. پس در طرف چپ حلقه قطب S و در طرف راست قطب N تشکیل می‌شود تا با نزدیک شدن قطب S سیملوله مخالفت کند. حال با مشخص بودن قطب S و N می‌توان با استفاده از قاعده دست راست جهت جریان القایی را در حلقه تعیین کرد مطابق شکل می‌باشد.



۱۷- پیچه‌ای با سطح مقطع $۳۰cm^۲$ دارای ۱۰۰۰ حلقه است و در ابتدا بر میدان مغناطیسی زمین عمود است. اگر در مدت ۰/۰۲s پیچه بچرخد و موازی میدان مغناطیسی زمین قرار بگیرد، نیروی محرکه‌ی متوسط القایی در آن چه‌قدر است؟ (اندازه‌ی میدان زمین را ۰/۵G در نظر بگیرید.)

$$A = ۳۰cm^۲ = ۳۰ \times ۱۰^{-۴} m^۲$$
$$N = ۱۰۰۰$$
$$\theta_۱ = ۰$$
$$\theta_۲ = \frac{\pi}{۲}$$
$$B = ۰/۵G = ۰/۵ \times ۱۰^{-۴} T$$

$$\begin{cases} \bar{\varepsilon} = -N\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -N\dfrac{BA(\cos\theta_۲ - \cos\theta_۱)}{\Delta t} \\ \Delta t = ۰/۰۲s \Rightarrow \bar{\varepsilon} = -۱۰۰۰ \times \dfrac{۰/۵ \times ۱۰^{-۴} \times (۳۰ \times ۱۰^{-۴})(۰ - ۱)}{۰/۰۲} = \bar{\varepsilon} = ۷/۵ \times ۱۰^{-۳} V \end{cases}$$

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

مشاور و برنامه ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

۱۸- اگر شار مغناطیسی عبوری از حلقه‌ای مطابق رابطه‌ی زیر (درSI) تغییر کند:

$$\Phi_B = (۴t^۲ + ۳t - ۱) \times ۱۰^{-۳}$$

بزرگی نیروی محرکه‌ی القایی در لحظه‌ی $t = ۲s$ چه‌قدر است؟

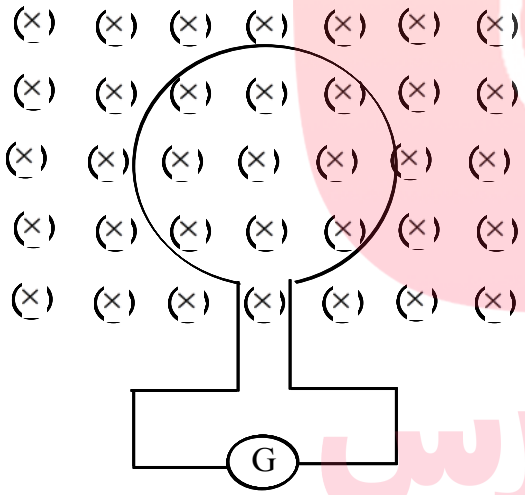
مشتق شار مغناطیسی نسبت به زمان برابر نیروی محرکه القایی لحظه‌ای است، پس:

$$\begin{cases} \varepsilon = \dfrac{d\varphi}{dt} \\ \varphi_B = (۴t^۲ + ۳t - ۱) \times ۱۰^{-۳} \Rightarrow \dfrac{d\varphi}{dt} = (۸t + ۳) \times ۱۰^{-۳} \end{cases}$$

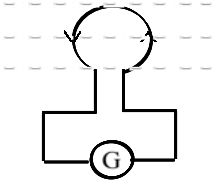
$$\begin{cases} \varepsilon = (۸t + ۳) \times ۱۰^{-۳} \\ t = ۲s \Rightarrow \varepsilon = (۸ \times ۲ + ۳) \times ۱۰^{-۳} = ۱/۹ \times ۱۰^{-۲} V \end{cases}$$

نیروی محرکه در لحظه $t = ۲s$ برابر $۱/۹ \times ۱۰^{-۲}$ ولت می‌باشد.

۱۹- حلقه‌ای مطابق شکل زیر درون یک میدان مغناطیسی یکنواخت قرار دارد. اگر اندازه‌ی میدان افزایش یابد، جهت جریان القایی را روی حلقه مشخص کنید.



میدان مغناطیسی درون‌سو و حلقه عمود بر میدان مغناطیسی است. هرگاه میدان مغناطیسی درون‌سو افزایش یابد، شار مغناطیسی عبوری از حلقه افزایش می‌یابد و در مدار جریان القایی برقرار می‌شود که آثار مغناطیسی آن با افزایش میدان مغناطیسی مخالفت می‌کند، در این‌صورت جریان القایی پادساعتگرد می‌باشد.



مای درس
www.my-dars.ir

جریان متناوبی که بیشینه‌ی آن ۲A و دوره‌ی آن ۰/۰۲s است از یک رسانای ۵ اهمی می‌گذرد. به ۲ سوال بعدی پاسخ دهید.

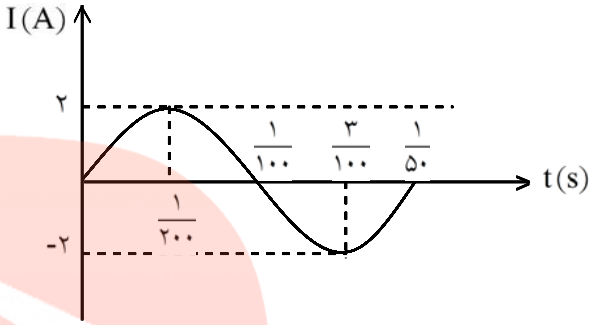
۲۰- در چه لحظه‌هایی شدت جریان بیشینه خواهد بود. در این لحظه‌ها نیروی محرکه‌ی القایی چه‌قدر است؟

ابتدا زمان تناوب را به‌دست می‌آوریم تا بتوانیم نمودار جریان - زمان را رسم کنیم.

$$I_m = ۲A \quad T = ۰/۰۲s \quad R = ۵\Omega$$

$$\begin{cases} \omega = \frac{۲\pi}{T} \\ T = ۰/۰۲s \Rightarrow \omega = \frac{۲\pi}{۰/۰۲} = ۱۰۰\pi \text{ rad/s} \end{cases}$$

$$\begin{cases} I = I_m \, Sin\omega t \\ I_m = ۲A \Rightarrow I = ۲ Sin ۱۰۰\pi t \end{cases}$$



با توجه به نمودار و معادله شدت جریان - زمان در لحظه‌های $\frac{۱}{۲۰۰}$ و $\frac{۳}{۲۰۰}$ شدت جریان ماکزیمم است، یعنی در لحظه $\frac{۱}{۲۰۰}$ برابر $(+۲A)$ و در لحظه $\frac{۳}{۲۰۰}$ $(-۲A)$ می‌باشد. در این مدار نیروی محرکه القایی با شدت جریان الکتریکی هم فاز است و در لحظه‌هایی که شدت جریان ماکزیمم است، نیروی محرکه‌ی القایی نیز ماکزیمم است. در روش دیگر می‌توان گفت وقتی $Sin ۱۰۰\pi t$ برابر (± ۱) گردد، شدت جریان و نیروی محرکه‌ی القایی ماکزیمم است.

$$\begin{cases} Sin ۱۰۰\pi t = \pm ۱ \\ Sin\frac{\pi}{۲} = ۱ \Rightarrow ۱۰۰\pi t = \frac{\pi}{۲} \Rightarrow t = \frac{۱}{۲۰۰}s \\ Sin\frac{۳\pi}{۲} = -۱ \Rightarrow ۱۰۰\pi t = \frac{۳\pi}{۲} \Rightarrow t = \frac{۳}{۲۰۰}s \end{cases}$$

۲۱- در لحظه‌ی $t = \frac{۱}{۴۰۰}$ s ، شدت جریان چه‌قدر است؟

برای به دست آوردن شدت جریان در لحظه $t = \frac{۱}{۴۰۰}s$ مقدار آن را در معادله شدت جریان - زمان قرار می‌دهیم.

$$\begin{cases} I = ۲ Sin ۱۰۰\pi t \\ t = \frac{۱}{۴۰۰}s \Rightarrow I = ۲ Sin\, ۱۰۰\pi \times \frac{۱}{۴۰۰} \end{cases}$$

$$I = ۲ Sin\frac{\pi}{۴} \Rightarrow I = ۲ \times \frac{\sqrt{۲}}{۲} = \sqrt{۲}A$$

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

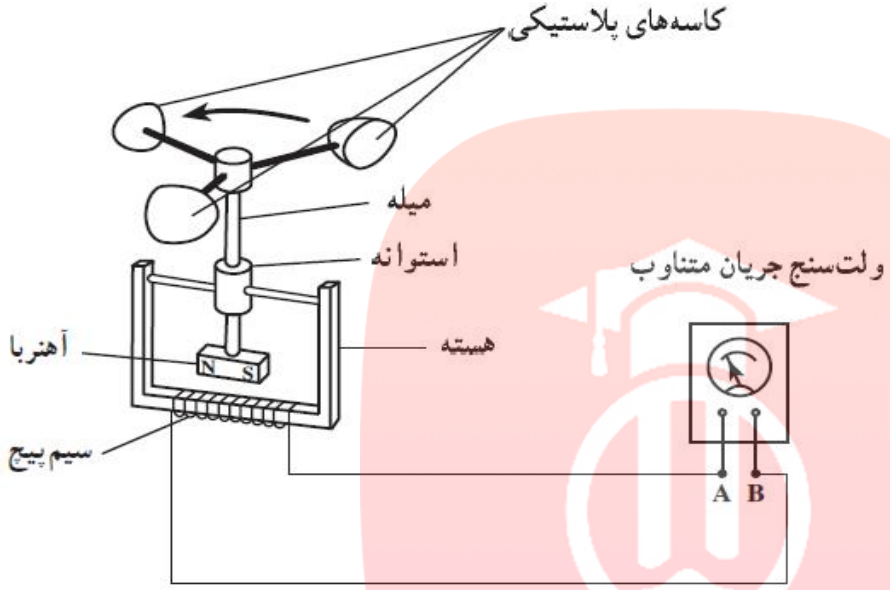
مشاور و برنامه ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com

۲۲- شکل زیر، ساختمان یک بادسنج را نشان می‌دهد. اگر این بادسنج را روی بام خانه نصب کنیم، به هنگام وزیدن باد، میله‌ی آن می‌چرخد و ولت‌سنج عددی را نشان می‌دهد.

الف) چرا چرخش میله سبب انحراف عقربه‌ی ولت‌سنج می‌شود؟

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

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



الف) طبق قانون لنز، با چرخش آهن‌ربا، میدان مغناطیسی اطراف سیم‌پیچ تغییر می‌کند و سیم‌پیچ با ایجاد جریانی (اختلاف پتانسیل القایی) با آن مخالفت می‌کند.

ب) بله، هرچه سرعت چرخش آهن‌ربا بیش‌تر شود، تغییرات میدان به زمان بیش‌تر می‌شود. $\varepsilon = \frac{-d\varphi}{dt}$

پ) استفاده از آهن‌ربای قوی‌تر و خم کردن سر هسته‌ی آهنی به سمت آهن‌ربا.

مای درس
گروه آموزشی عصر
www.my-dars.ir

مشاور و برنامه ریز کنکور
محمد گنجی
مدرس و مولف کتب فیزیک
www.m-ganji.com