سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

ماز

چهارشنبه
۱۴۰۴/۰۱/۰۶

مغناطیس - القای
الکترومغناطیسی و جریان متناوب
(فصل ۳ و ۴ یازدهم)

دفترچه پاسخ

دوپینگ ماز

گروه آزمایشی علوم ریاضی و فنی
فیزیک

درس	مسئول درس	طراحان	ویراستاران
فیزیک	سجاد صادقی‌زاده سعید احمدی	مجید رجبی وندچالی ـ سجاد صادقی‌زاده حامد نبی‌منصور ـ رشاد براتی آروین صالحی	محمدجواد سورچی پویا هدایتی

۱ و ۲ دهم	۳، ۴ و ۵ دهم	۱ یازدهم	۲ یازدهم	۳ و ۴ یازدهم	۱ دوازدهم	۲ دوازدهم	۳ و ۴ دوازدهم	۵ و ۶ دوازدهم
هفتـــهٔ اول	هفتـــهٔ دوم			هفتـــهٔ سوم		هفتـــهٔ چهارم	هفتـــهٔ پنجم	هفتـــهٔ ششم

۵۵ روز جمع‌بندی تا کنکور اردیبهشت

حق چاپ و تکثیر سؤالات به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز «گروه ماز» مجاز می‌باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

به دلیل عدم رضایت تیم ماز، هرگونه استفادهٔ غیرقانونی از دفترچه سؤالات و پاسخنامه ماز برای تمامی اشخاص، شرعاً حرام است.

دوپینگ‌ماز
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

اهمیت مباحث این آزمون در کنکور...

رسیدیم به مباحث مربوط به «مغناطیس» و «القای الکترومغناطیسی» که توی دو فصل از کتاب درسی قرار گرفته. کلی تست خوب که منتظرمونه! بچه‌ها با توجه به روند سؤالات کنکور توی چند سال گذشته، تصمیم گرفتیم بیش‌تر تمرکزمون رو توی سؤالات این فصل روی حل مدار و سؤالات متنوع مربوط به اونا بذاریم.

فصل ۳ و ۴ فیزیک یازدهم

۱- مباحث اصلی این فصل چیا هستن؟

توی نمودارهای زیر سرفصل‌های مهم این مبحث رو براتون آوردیم:

توی این آزمون سعی کردیم از همهٔ سرفصل‌های بالا، تست‌های متنوعی رو براتون آماده کنیم.

۲- چرا این فصل مهمه؟

جواب دادن به سؤالای کنکور از این مباحث خیلی کار سختی نیست، چون تست‌های اونا معمولاً تیپ‌های تکراری و مشخصی داره که توی کنکورهای اخیر همیشه داره تکرار می‌شه و ما هم سعی کردیم توی آزمون‌هامون بیش‌تر این تیپ سؤالات رو براتون پوشش بدیم. پس یادتون باشه اگه سؤالای کنکور چند سال اخیر و سؤالای دوپینگ رو خوب بررسی کنین، شانس خیلی خوبی برای جواب دادن به تست‌های این فصل دارین!

۳- توی کنکورهای اخیر چند سؤال از این فصل اومده؟

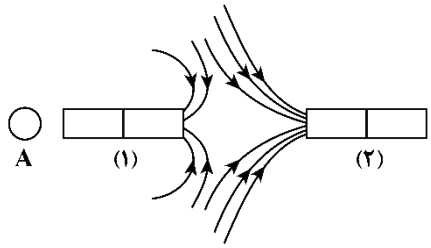
قبل از این‌که بریم سراغ سؤالای آزمون خودمون، می‌تونین توی جدول زیر تعداد تست‌هایی که از «مغناطیس» و «القای الکترومغناطیسی» در کنکورهای اخیر اومده رو ببینین!

سال / رشته	۱۳۹۹	۱۴۰۰	۱۴۰۱	۱۴۰۲ (نوبت اول)	۱۴۰۲ (نوبت دوم)	۱۴۰۳ (نوبت اول)	۱۴۰۳ (نوبت دوم)
تجربی	۲	۲	۳	۳	۳	۳	۳
ریاضی	۴	۵	۴	۴	۴	۵	۴

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ ماز

۱- مطابق شکل زیر، خطوط میدان مغناطیسی اطراف دو آهنربای میله‌ای که در مجاورت یکدیگر هستند، رسم شده است. کدام آهنربا قوی‌تر است و جهت قرارگیری عقربهٔ قطب‌نمای A به چه سمتی است؟



۱) (۱)، ←
۲) (۲)، ←
۳) (۱)، →
۴) (۲)، →

پاسخ: گزینهٔ ۲ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

گام اول:

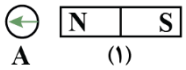
خطوط میدان در شکل به سمت دو قطب مجاور است درنتیجه هر دو قطب S هستند.

گام دوم:

تراکم خطوط اطراف آهنربای (۲) بیش‌تر است، پس آهنربای (۲) قوی‌تر است.

گام آخر:

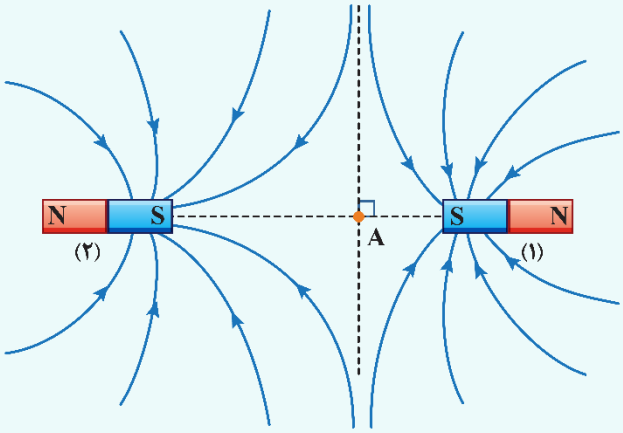
عقربهٔ قطب‌نما، هم‌جهت با بردار میدان مغناطیسی آهنربای (۱) در آن نقطه است، پس داریم:



نکته

۱- جهت‌گیری عقربهٔ مغناطیسی در یک نقطه همواره مماس بر خط میدان مغناطیسی در آن نقطه و در جهت آن است.

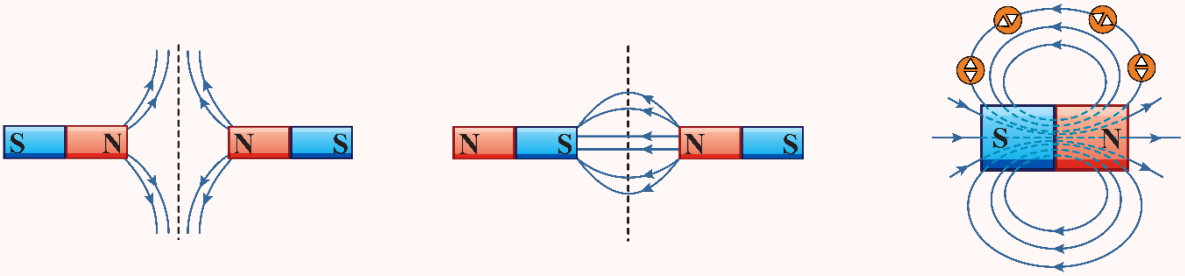
۲- هنگامی که قطب‌های هم‌نام دو آهنربا در مجاور هم قرار می‌گیرند، خطوط میدان مغناطیسی یکدیگر را دفع می‌کنند و در نقطه‌ای نزدیک‌تر به آهنربای ضعیف‌تر، میدان خالص، صفر می‌شود.



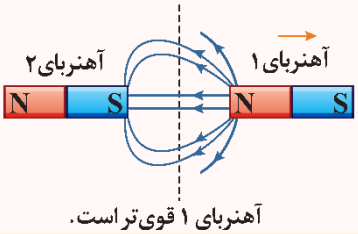
میدان خالص در نقطهٔ A، صفر است و این نقطه نزدیک‌تر به آهنربای (۱) است.
بنابراین، آهنربای (۲) قوی‌تر از آهنربای (۱) است.

خطوط میدان اطراف آهنربا به‌صورت زیر است

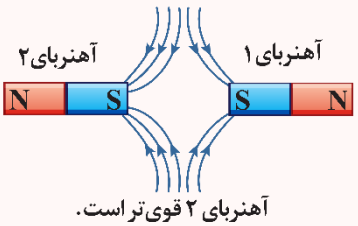
الف) خطوط میدان اطراف دو آهنربای مشابه:



ب) خطوط میدان اطراف دو آهنربای غیرمشابه (آهنرباهایی با قدرت متفاوت):



آهنربای ۱ قوی‌تر است.

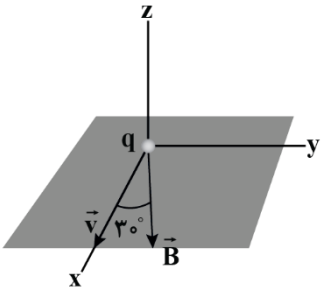


آهنربای ۲ قوی‌تر است.

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

دوپینگ‌ماز
سنجش‌کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

۲- مطابق شکل زیر، ذره‌ای با بار $۶\mu C$ و با تندی $۵۰۰\frac{m}{s}$ در جهتی حرکت می‌کند که با میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی $۱۲۰G$ زاویهٔ ۳۰° می‌سازد. اندازهٔ نیروی مغناطیسی وارد بر این ذره چند نیوتون و جهت آن چگونه است؟



۱) $۳/۶\times۱۰^{-۵}$ در جهت محور z

۲) $۳/۶\times۱۰^{-۵}$ در خلاف جهت محور z

۳) $۱/۸\times۱۰^{-۵}$ در جهت محور z

۴) $۱/۸\times۱۰^{-۵}$ در خلاف جهت محور z

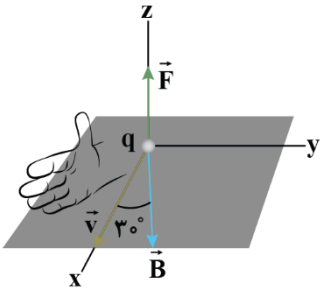
پاسخ: گزینهٔ ۳ (آسان ـ مفهومی/محاسباتی ـ ۱۱۰۳)

گام اول:

اندازهٔ نیروی مغناطیسی برابر است با:

$$F=|q|vB\sin\theta \Rightarrow F=۶\times۱۰^{-۶}\times۵۰۰\times۱۲۰\times۱۰^{-۴}\times\sin۳۰^\circ=۱۸۰\times۱۰^{-۷}N=۱/۸\times۱۰^{-۵}N$$

گام آخر:

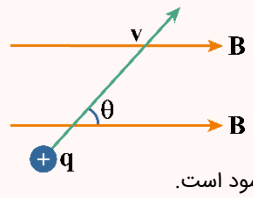


اگر چهار انگشت دست راست را در جهت $\vec{v}$ قرار دهیم به‌گونه‌ای که $\vec{B}$ از کف دست خارج شود، انگشت شست دست راست، جهت نیروی وارد بر بار مثبت را نشان می‌دهد.

نیروی مغناطیسی وارد بر ذرهٔ باردار متحرک در میدان مغناطیسی

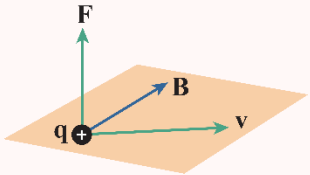
اگر ذرهٔ باردار q با سرعت v در میدان مغناطیسی B حرکت کند، از طرف میدان مغناطیسی بر آن نیروی F وارد خواهد شد که این نیرو را نیروی مغناطیسی می‌نامند.

الف) محاسبهٔ اندازهٔ نیروی مغناطیسی:



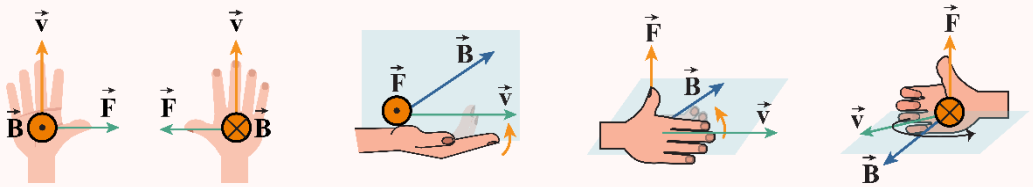
$$F_B=qvB\sin\theta$$

نیروی F بر هر دو بردار v و B عمود است؛ یعنی نیروی مغناطیسی بر صفحه‌ای که توسط سرعت و میدان مغناطیسی تشکیل می‌شود، عمود است.



ب) تعیین جهت نیروی مغناطیسی:

دست راست خود را طوری نگه داریم که انگشتان بازشدهٔ ما در جهت سرعت (v) باشد به‌گونه‌ای که وقتی آن‌ها را در جهت چرخش طبیعی انگشتان خم کنیم در جهت B قرار گیرد. در این حالت انگشت شست ما در جهت نیروی (F) وارد بر ذرهٔ باردار مثبت خواهد بود.



تذکر!

دقت کنید اگر بار الکتریکی ذره منفی بود، پس از استفاده از قاعدهٔ دست راست و به‌دست آوردن جهت نیروی F، باید آن را قرینه کنیم (یا می‌توانیم از همان ابتدا چون بار ذره منفی است، از قاعدهٔ دست چپ استفاده کنیم.)

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

دوپینگ‌ماز
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

مثال

بار الکتریکی q با سرعت $\vec{v}$ وارد میدان مغناطیسی $\vec{B}$ می‌شود و نیروی مغناطیسی $\vec{F}$ به آن وارد می‌شود. چه تعداد از گزاره‌های زیر الزاماً صحیح است؟

الف: بردار $\vec{F}$ بر بردار $\vec{v}$ عمود است.

ب: بردار $\vec{B}$ بر بردار $\vec{v}$ عمود است.

پ: بردار $\vec{B}$ بر بردار $\vec{F}$ عمود است.

ت: اگر $\vec{v}$ بر $\vec{B}$ عمود باشد، اندازهٔ $\vec{F}$ بیشینه می‌شود.

پاسخ تشریحی:

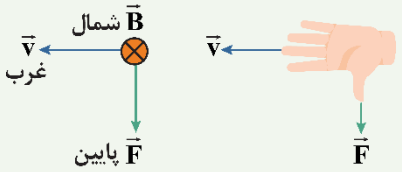
مطابق درس‌نامهٔ فوق، عبارت‌های «الف»، «پ» و «ت» الزاماً صحیح هستند، ولی عبارت «ب» می‌تواند صحیح باشد یا نباشد؛ بنابراین ۳ تا از عبارت‌های داده‌شده الزاماً صحیح هستند.

مثال

بار الکتریکی $q = +10\mu C$ با تندی $500\frac{m}{s}$ به سمت غرب پرتاب می‌شود و از میدان مغناطیسی یکنواختی به شدت $0/4\,T$ که جهت آن به سمت شمال است می‌گذرد. نیروی مغناطیسی وارد بر این بار چند نیوتون است و جهت آن به کدام سو می‌باشد؟

پاسخ تشریحی:

برای تعیین جهت نیرو مطابق قاعدهٔ دست راست می‌توان فهمید جهت نیروی مغناطیسی به سمت پایین است. به شکل زیر دقت کنید.

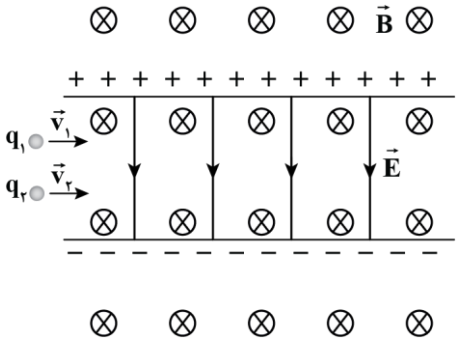


برای محاسبهٔ اندازهٔ نیرو هم می‌توان نوشت:

$$F = qvB\sin\alpha = 10\times10^{-6}\times500\times0/4\times\sin90^\circ = 2\times10^{-3}\,N$$

گروه آموزشی ماز

۳- مطابق شکل زیر، دو ذرهٔ باردار با جرم‌های ناچیز و با تندی‌های v_1 و v_2 در جهت‌های نشان‌داده‌شده که عمود بر میدان‌های یکنواخت $\vec{B}$ و $\vec{E}$ است، وارد فضای این میدان‌ها می‌شوند. اگر هر دو ذره در همان جهت‌ها و بدون انحراف به حرکت خود ادامه دهند، چه تعداد از موارد زیر الزاماً درست است؟ (از نیرویی که بارهای q_1 و q_2 به یکدیگر وارد می‌کنند، صرف‌نظر کنید.)



الف: بار ذره‌ها، هم‌نام است.

ب: اندازهٔ بار هر دو ذره، یکسان است.

پ: تندی هر دو ذره، یکسان است.

۱) صفر

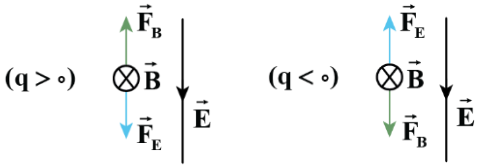
۲) ۱

۳) ۲

۴) ۳

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

ابتدا مسئله را برای یک ذره بررسی می‌کنیم. سپس، به مقایسهٔ دو ذره می‌پردازیم. اگر ذره‌ای در مسیر مستقیم و بدون انحراف از بین میدان‌های فوق عبور کند، باید نیروی مغناطیسی $(\vec{F}_B)$ و نیروی الکتریکی $(\vec{F}_E)$ وارد بر ذره، قرینهٔ یکدیگر باشند تا نیروی خالص وارد بر ذره، صفر شود.



همان‌طور که پیداست، در هر دو حالت $(q<0\ ،\ q>0)$ نیروهای $\vec{F}_B$ و $\vec{F}_E$ خلاف جهت یکدیگرند؛ بنابراین، بارهای q_1 و q_2 می‌توانند هم‌نام یا ناهم‌نام باشند (نادرستی مورد «الف»).

$$F_B = F_E \Rightarrow |q|vB\sin90^\circ = |q|E \Rightarrow v = \frac{E}{B}$$

بنابراین، تندی ذره به‌اندازهٔ بار الکتریکی آن بستگی ندارد (نادرستی مورد «ب») و فقط به‌اندازهٔ دو میدان بستگی دارد (درستی مورد «پ»).

$$v_1 = v_2 = \frac{E}{B}$$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ ماز

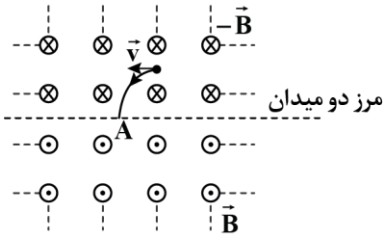
نکته

اگر ذره‌ای با جرم ناچیز، عمود بر دو میدان الکتریکی و مغناطیسی حرکت کند و از مسیر خود منحرف نشود، می‌توان نوشت:

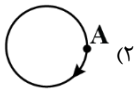
$$F_B = F_E$$
$$\Rightarrow |q|vB = |q|E \Rightarrow E = vB$$

گروه آموزشی ماز

۴- در شکل زیر، دو میدان مغناطیسی یکنواخت و قرینه، در مجاورت یکدیگر تا بی‌نهایت ادامه دارند. ذره‌ای باردار از نقطه‌ای درون میدان درون‌سو با سرعت اولیهٔ $\vec{v}$ به موازات مرز دو میدان، به سمت چپ پرتاب می‌شود و مسیر ربع دایره، مطابق شکل را می‌پیماید تا در نقطهٔ A به مرز دو میدان برسد. مسیر حرکت این ذره پس از ورود به میدان برون‌سو مطابق با کدام گزینه است؟



۱)

۲) 

۳)

۴)

پاسخ: گزینهٔ ۱ (سخت ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

گام اول:

تعیین نوع بار ذره:

با توجه به قاعدهٔ دست راست، بار ذره، مثبت است.

گام آخر:

تعیین جهت حرکت ذره در میدان برون‌سو: با توجه به قاعدهٔ دست راست و نوع بار ذره که مثبت است، ذره در میدان برون‌سو به‌صورت ساعتگرد حرکت می‌کند.

بنابراین، ذره در میدان درون‌سو، حرکت دایره‌ای پادساعتگرد و در میدان برون‌سو، حرکت دایره‌ای ساعتگرد دارد. درنتیجه، گزینهٔ (۱) درست است.

گروه آموزشی ماز

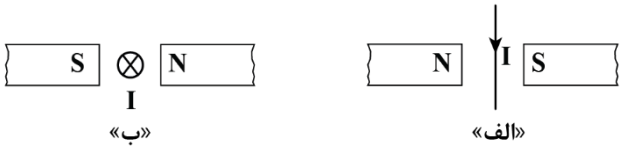
۵- جهت نیروی وارد بر سیم‌های حامل جریان در شکل‌های «الف» و «ب» به‌ترتیب از راست به چپ کدام است؟

۱) $\uparrow$، $\odot$

۲) $\uparrow$، $\leftarrow$

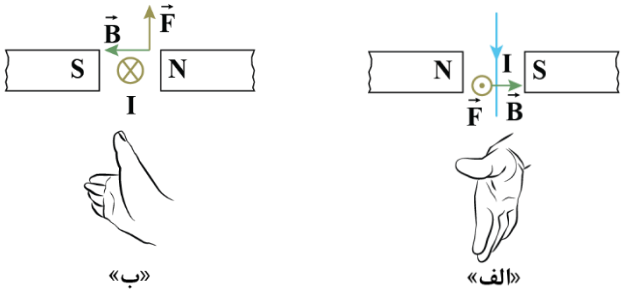
۳) $\downarrow$، $\odot$

۴) $\downarrow$، $\leftarrow$

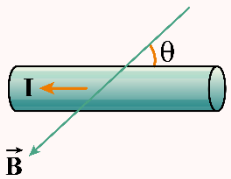


پاسخ: گزینهٔ ۱ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

طبق قاعدهٔ دست راست، چهار انگشت دست راست را در جهت جریان سیم قرار می‌دهیم، طوری که میدان مغناطیسی از کف دست خارج شود. در این حالت، انگشت شست دست راست جهت نیروی مغناطیسی وارد بر سیم را نشان می‌دهد.



اندازهٔ نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان



$$F_B = ILB\sin\theta$$

F: اندازهٔ نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان

L: طول بخشی از سیم رسانا که در میدان مغناطیسی قرار دارد.

θ : زاویه‌ای که امتداد سیم با خطوط میدان مغناطیسی می‌سازد.

I: جریان عبوری از سیم

B: اندازهٔ میدان مغناطیسی یکنواخت

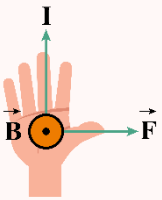
کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ ماز

جهت نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان

قاعدهٔ دست راست

دست راست خود را طوری نگه داریم که انگشتان بازشدهٔ ما در جهت جریان الکتریکی باشد به‌گونه‌ای که وقتی آن‌ها را در جهت چرخش طبیعی انگشتان خم کنیم در جهت میدان مغناطیسی قرار گیرد. در این حالت انگشت شست ما در جهت نیروی مغناطیسی وارد بر سیم خواهد بود.

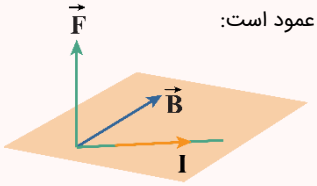


I: چهار انگشت دست راست در جهت جریان الکتریکی

B: کف دست راست در جهت میدان مغناطیسی

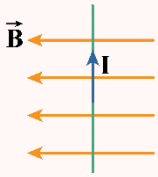
F: شست دست راست در جهت نیروی مغناطیسی وارد بر سیم

نیرویی که در میدان مغناطیسی بر سیم حامل جریان الکتریکی وارد می‌شود، بر راستای سیم و نیز بر راستای میدان مغناطیسی، عمود است:



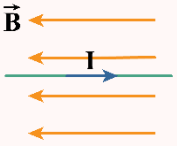
یعنی نیروی مغناطیسی بر صفحه‌ای که توسط جریان و میدان مغناطیسی تشکیل می‌شود، عمود است.

اگر سیم حامل جریان در راستای عمود بر میدان مغناطیسی قرار بگیرد، حداکثر نیروی مغناطیسی به آن وارد می‌شود.



$$\theta = 90^\circ \Rightarrow \sin\theta = 1 \Rightarrow F_m = ILB$$

اگر سیم حامل جریان در راستای میدان مغناطیسی قرار بگیرد، از طرف میدان مغناطیسی به آن نیرو وارد نمی‌شود.



$$\theta = 0 \Rightarrow \sin\theta = 0 \Rightarrow F_B = 0$$

گروه آموزشی ماز

۶- درون میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}=(1/2T)\vec{i}-(0/5T)\vec{j}$، سیمی حامل جریان الکتریکی ۲A بر روی محور x قرار دارد. بر هر متر از این سیم، چند نیوتون نیروی مغناطیسی وارد می‌شود؟

۱) ۱ ۲) ۱/۲ ۳) ۲/۴ ۴) ۲/۶

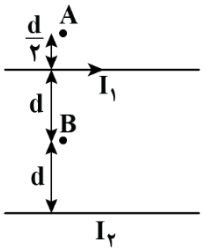
پاسخ: گزینهٔ ۱ (آسان ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۳)

چون سیم در راستای محور x قرار دارد، فقط مؤلفهٔ $\vec{j}$ میدان باعث وارد شدن نیروی مغناطیسی بر آن می‌شود؛ بنابراین داریم:

$$F = B_y IL\sin 90^\circ = 0/5\times 2\times 1\times 1 = 1N$$

گروه آموزشی ماز

۷- در شکل زیر، دو میلهٔ بلند، موازی و حامل جریان در کنار هم قرار دارند. اگر میدان مغناطیسی خالص در نقطهٔ A صفر باشد، جریان کدام سیم، قوی‌تر است و جهت میدان مغناطیسی خالص در نقطهٔ B به کدام سمت است؟



۱) $\otimes$ ، I_1

۲) $\odot$ ، I_1

۳) $\otimes$ ، I_2

۴) $\odot$ ، I_2

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ‌ماز

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

گام اول:

میدان مغناطیسی خالص در نقطهٔ A صفر و جهت میدان حاصل از میلهٔ (۱) در نقطهٔ A، برون‌سو است. پس میدان $B_۲$ باید درون‌سو باشد. درنتیجه جهت جریان $I_۲$ به سمت چپ است.

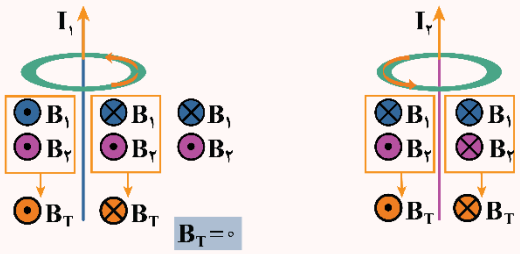
گام دوم:

جریان $I_۲$ گرچه فاصلهٔ بیش‌تری با نقطهٔ A دارد ولی میدان آن هم‌اندازه با میدان $I_۱$ است؛ درنتیجه $I_۲ > I_۱$ است.

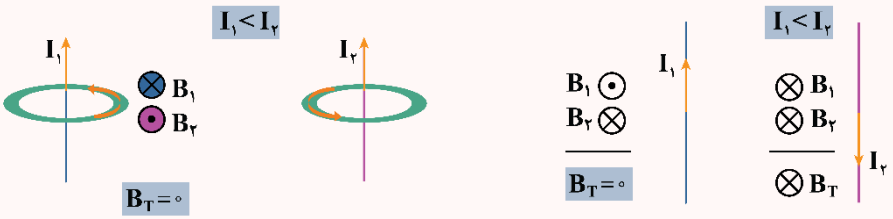
گام آخر:

فاصلهٔ نقطهٔ B تا هر دو میله به یک اندازه است و هر دو جریان، میدانی درون‌سو دارند. درنتیجه برایند میدان‌ها درون‌سو (⊗) است.

محاسبهٔ میدان خالص در فضای بین و اطراف دو سیم حامل جریان



اگر جریان دو سیم هم‌جهت باشند، **بین دو سیم** و اگر خلاف جهت باشند، **خارج دو سیم** و در هر دو حالت **نزدیک به سیم با جریان کم‌تر** میدان مغناطیسی خالص **صفر** است.

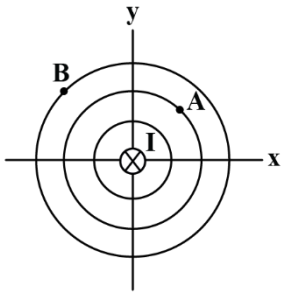


نیروی بین سیم‌های موازی حامل جریان

اگر جریان‌ها **در یک جهت** از دو سیم موازی بگذرند، نیروی بین آن‌ها **ربایشی** است. همچنین اگر جریان‌ها **در دو جهت مخالف** از دو سیم موازی بگذرند، نیروی بین آن‌ها **رانشی** است.

گروه آموزشی ماز

۸- شکل زیر، یک سیم راست و بلند حامل جریان I را نشان می‌دهد، که عمود بر صفحه به سمت داخل صفحه است. دایره‌های هم‌مرکز خطوط میدان مغناطیسی در اطراف سیم را نشان می‌دهد. دو الکترون در خلاف جهت محور x از نقاط A و B عبور می‌کنند. بردار نیروی مغناطیسی وارد بر این دو الکترون در نقطه‌های A و B، به‌ترتیب از راست به چپ، کدام‌اند؟

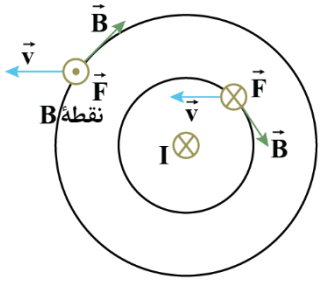


۱) ↖ و ↗
۲) ⊗ و ⊙
۳) ⊙ و ⊗
۴) ↘ و ↙

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ‌ماز

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

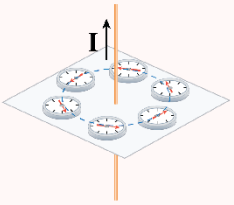


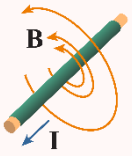
طبق قاعدهٔ دست راست، جهت میدان مغناطیسی و جهت نیروی مغناطیسی وارد بر الکترون در نقاط A و B به‌صورت مقابل است:

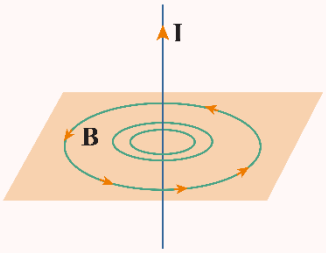
توجه کنید که بار الکترون، منفی است و جهت‌های به‌دست‌آمده برای نیروی $\vec{F}$ با استفاده از قاعدهٔ دست راست، باید برعکس شوند.

آزمایش اورستد

عبور جریان الکتریکی از یک سیم رسانا در اطراف آن یک میدان مغناطیسی به‌وجود می‌آورد. خط‌های میدان مغناطیسی حاصل از یک سیم حامل جریان به‌صورت دایره‌های هم‌مرکز در اطراف سیم حامل جریان هستند.

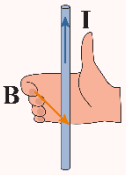


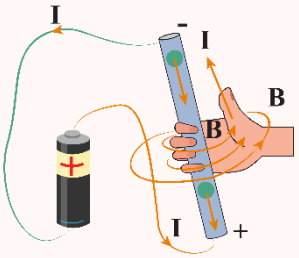




تعیین جهت میدان مغناطیسی حاصل از جریان الکتریکی به کمک قاعدهٔ دست راست

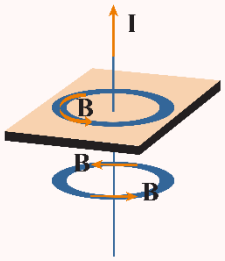
اگر سیم را در دست راست خود بگیرید به‌گونه‌ای که انگشت شست در جهت جریان الکتریکی باشد، جهت خم شدن چهار انگشت دست شما، جهت خط‌های میدان مغناطیسی را در اطراف سیم نشان می‌دهد.





حالت اول: سیم حامل جریان درون صفحه باشد.

اگر سیم حامل جریان درون صفحه باشد، خطوط میدان مغناطیسی آن عمود بر صفحه خواهد شد.



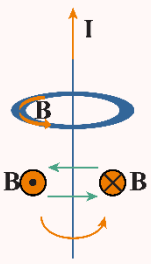
در این حالت در چهار نقطه، میدان مغناطیسی حائز اهمیت است:

۱- زیر سیم

۲- روی سیم

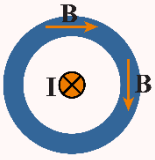
۳- سمت راست سیم

۴- سمت چپ سیم



حالت دوم: سیم حامل جریان عمود بر صفحه باشد.

اگر سیم حامل جریان عمود بر صفحه باشد، خطوط میدان مغناطیسی آن درون صفحه قرار می‌گیرد.

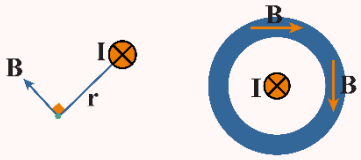


کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

دوپینگ‌ماز
سنجش‌کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

پیدا کردن جهت میدان مغناطیسی در یک نقطه

ابتدا از نقطهٔ موردِنظر به سیم وصل کنید (r)، **میدان مغناطیسی در این نقطه الزاماً بر r عمود است**. پس در نقطهٔ موردِنظر یک خط عمود بر r رسم کنید و با قاعدهٔ دست راست یکی از جهت‌ها را برای میدان مغناطیسی انتخاب کنید.



عوامل مؤثر بر میدان سیم حامل جریان:

❖ هرچقدر جریان سیم بزرگ‌تر باشد میدان مغناطیسی آن قوی‌تر است.

$$\uparrow B \propto I \uparrow$$

❖ هرچقدر به سیم حامل جریان نزدیک‌تر شویم میدان مغناطیسی قوی‌تر خواهد شد.

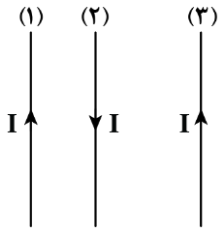
$$\uparrow B \propto \frac{1}{r \downarrow}$$

❖ میدان مغناطیسی در نقاطی که به یک فاصله از سیم قرار دارند یکسان است.

$$r_1 = r_2 \Rightarrow B_1 = B_2$$

گروه آموزشی ماز

۹- مطابق شکل، سه سیم راست و بلند حامل جریان الکتریکی برابر، موازی یکدیگر قرار دارند. جهت نیروی خالص مغناطیسی وارد بر سیم‌های (۱) و (۲) به‌ترتیب از راست به چپ کدام است؟



۱) $\rightarrow$ ، $\leftarrow$

۲) $\leftarrow$ ، $\leftarrow$

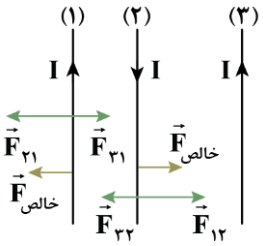
۳) $\leftarrow$ ، $\rightarrow$

۴) $\rightarrow$ ، $\rightarrow$

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

اگر جریان سیم‌ها هم‌جهت باشد، نیروی بین آن‌ها جاذبه و اگر جریان آن‌ها در خلاف جهت هم باشد، نیروی بین آن‌ها دافعه است. با توجه به این موضوع بردار نیروهای وارد بر سیم‌ها را رسم می‌کنیم.

دقت کنید با توجه به برابر بودن جریان‌ها، هرچه فاصلهٔ بین سیم‌ها بیش‌تر باشد، نیروی بین آن‌ها ضعیف‌تر است.



گروه آموزشی ماز

۱۰- مطابق شکل، دو حلقهٔ کاملاً مشابه به قطر ۱۰cm به‌صورت هم‌مرکز و عمود بر یکدیگر قرار دارند. اگر جریان I_2، ۷۵٪ جریان I_1 و میدان مغناطیسی برایند در مرکز حلقه‌ها ۴/۵G باشد، I_1 چند آمپر است؟ $(\mu_0 = 12\times10^{-7}\ \frac{T.m}{A})$

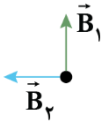
۱) ۳۰

۲) ۶۰

۳) ۲۲/۵

۴) ۴۵

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۳)



$$B_T = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} \Rightarrow B_T = \frac{\mu_0}{2R}\sqrt{I_1^2 + I_2^2} \qquad (*)$$

$$I_2 = 75\%\, I_1 \Rightarrow I_2 = \frac{3}{4}I_1 \xrightarrow{(*)} B_T = \frac{\mu_0}{2R}\sqrt{I_1^2 + \frac{9}{16}I_1^2} \Rightarrow B_T = \frac{\mu_0}{2R}\times\frac{5}{4}I_1$$

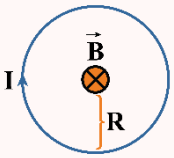
$$I_1 = \frac{8}{5}\frac{B_T R}{\mu_0} \Rightarrow I_1 = \frac{8}{5}\times\frac{4/5\times10^{-4}\times5\times10^{-2}}{12\times10^{-7}} = 30\,A$$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ ماز

میدان مغناطیسی در مرکز پیچهٔ مسطح

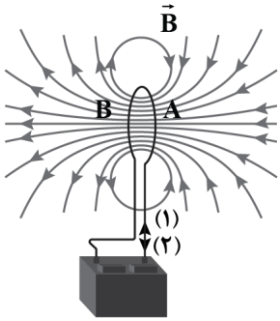
میدان در مرکز یک پیچهٔ دایره‌ای با N حلقه از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:



$$B = \frac{\mu_0}{2}\frac{NI}{R}$$

گروه آموزشی ماز

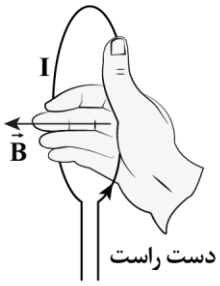
۱۱- شکل زیر، خطوط میدان مغناطیسی اطراف یک حلقهٔ حامل جریان را نشان می‌دهد. جریان الکتریکی در سیم در جهت ..... است و قطب A آهنربای ایجادشده، قطب ..... مغناطیسی است.

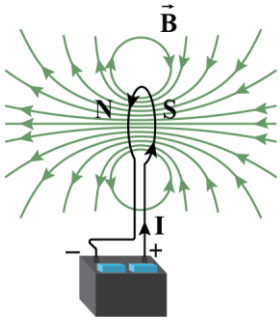


۱) (۱)، N
۲) (۲)، N
۳) (۱)، S
۴) (۲)، S

پاسخ: گزینهٔ ۳ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

با توجه به این‌که خطوط میدان درون حلقه از S به N است، قطب A همان قطب S مغناطیسی است. برای یافتن جهت جریان از قاعدهٔ دست راست کمک می‌گیریم:





گروه آموزشی ماز

۱۲- سیملوله‌ای آرمانی به طول ۲۰cm دارای ۵۰۰ حلقهٔ نزدیک به‌هم است. تعداد حلقه‌های سیملوله را ۲ برابر می‌کنیم و جریان گذرنده از سیملوله را ۴۰۰mA افزایش می‌دهیم. درنتیجه، میدان مغناطیسی درون سیملوله و دور از لبه‌های آن، ۳ برابر می‌شود. میدان مغناطیسی اولیهٔ درون سیملوله چند گاوس بوده است؟ $(\mu_0 = 12\times10^{-7}\ \frac{T.m}{A})$

۱) ۶
۲) ۰/۶
۳) ۱/۲
۴) ۱۲

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۳)

نکته

طول یک سیملوله (L) برابر است با تعداد دور سیملوله (N) ضربدر فاصلهٔ بین دو حلقهٔ متوالی (d)؛ بنابراین، با افزایش تعداد دور سیملوله، طول سیملوله نیز به همان نسبت افزایش می‌یابد. درنتیجه، میدان مغناطیسی درون سیملوله، تغییر نمی‌کند $(B \propto \frac{N}{\ell})$.

گام اول:

با ۲ برابر شدن تعداد دور سیملوله، طول سیملوله نیز ۲ برابر می‌شود؛ بنابراین:

$$B = \mu_0\frac{NI}{\ell} \Rightarrow \frac{B_2}{B_1} = \frac{N_2}{N_1}\times\frac{\ell_1}{\ell_2}\times\frac{I_2}{I_1} = \frac{2N_1}{N_1}\times\frac{\ell_1}{2\ell_1}\times\frac{I_1+0/4}{I_1}$$

$$\Rightarrow \frac{3B_1}{B_1} = \frac{I_1+0/4}{I_1} \Rightarrow 3I_1 = I_1+0/4 \Rightarrow I_1 = 0/2A$$

گام آخر:

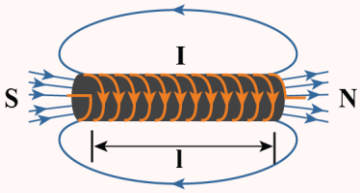
$$B_1 = \frac{\mu_0 NI_1}{\ell_1} = \frac{12\times10^{-7}\times500\times0/2}{0/2} = 6\times10^{-4}T = 6G$$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

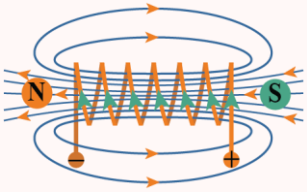
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ‌ماز

میدان مغناطیسی حاصل از سیملولهٔ حامل جریان

سیملوله، سیم درازی است که به‌صورت مارپیچی بلند، پیچیده شده است. با عبور جریان الکتریکی از سیملوله در فضای اطراف آن میدان مغناطیسی به‌وجود می‌آید.



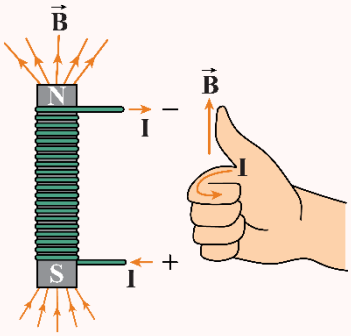
خط‌های میدان در داخل سیملوله، به‌ویژه در نقطه‌های نسبتاً دور از لبه‌های آن، تقریباً موازی و هم‌فاصله‌اند و این، نشانگر **یکنواخت بودن میدان مغناطیسی درون سیملوله است**.



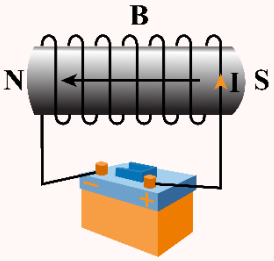
خط‌های میدان داخل سیملوله بسیار متراکم‌تر از خط‌های میدان در خارج آن است و این نشانگر **بزرگ‌تر بودن میدان در داخل سیملوله است**.

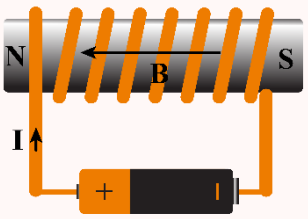
تعیین جهت میدان مغناطیسی سیملوله:

جهت میدان مغناطیسی سیملوله به کمک قاعدهٔ دست راست که در شکل نشان داده شده است تعیین می‌شود:



مثال: تعیین جهت میدان مغناطیسی سیملوله:





سیملولهٔ آرمانی

اگر قطر حلقه‌های سیملوله در مقایسه با طول آن، بسیار کوچک و حلقه‌های آن، خیلی به‌هم نزدیک باشند، به این سیملوله، **سیملولهٔ آرمانی** گفته می‌شود.

میدان مغناطیسی سیملولهٔ آرمانی:

میدان مغناطیسی داخل یک سیملولهٔ آرمانی در نقطه‌های دور از لبه‌ها یکنواخت است و اندازهٔ آن از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$B = \frac{\mu_0 NI}{L}$$

μ_0 : تراوایی مغناطیسی خلأ $(\frac{T.m}{A})$ — N :تعداد دورهای سیملوله

I: جریان عبوری از سیملوله — L: طول سیملوله

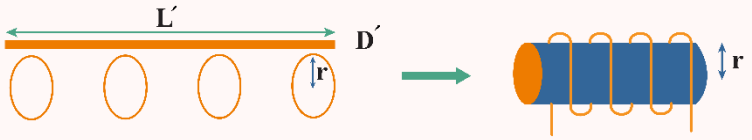
صورت دوم میدان مغناطیسی سیملولهٔ آرمانی:

$$n = \frac{N}{L} \Rightarrow B = \mu_0 nI$$

L: طول سیملوله — n: تعداد دورها در واحد طول سیملوله — N: تعداد دورهای سیملوله

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

محاسبهٔ تعداد حلقه‌های سیملوله:



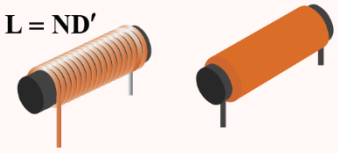
$$N = \frac{L'}{2\pi r}$$

N: تعداد دورهای سیملوله — L': طول سیم

r: شعاع سیملوله (حلقه‌ها) — D': قطر (ضخامت) سیم

صورت دیگر میدان مغناطیسی سیملولهٔ منظم:

سیملولهٔ آرمانی: سیملوله‌ای که بین حلقه‌ها هیچ فاصله‌ای نباشد و حلقه‌ها روی هم قرار نگرفته باشند.



$L = ND' \rightarrow B = \frac{\mu_\circ I}{D'} \Rightarrow$ این رابطه فقط برای میدان سیملولهٔ آرمانی است.

I: جریان عبوری از سیملوله — D': قطر (ضخامت) سیم

عوامل مؤثر بر میدان مغناطیسی سیملوله:

جریان عبوری از سیملوله: هرچقدر جریان بیش‌تری از سیملوله عبور کند، میدان مغناطیسی آن قوی‌تر است.

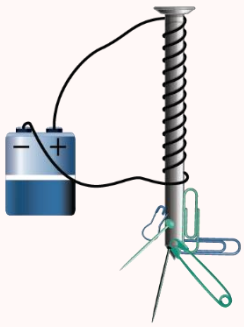
$$B \propto I$$

تعداد دور در واحد طول سیملوله: هرچقدر تعداد دورها در واحد طول سیملوله بیش‌تر باشد، میدان مغناطیسی سیملوله قوی‌تر خواهد شد.

$$B \propto n$$

❖ میدان مغناطیسی سیملوله به تعداد حلقه‌ها و طول سیملوله به‌تنهایی **بستگی ندارد** و با نسبت آن‌ها، یعنی $\frac{N}{L}$ رابطهٔ مستقیم دارد.

❖ **وجود هستهٔ آهنی** باعث تقویت میدان مغناطیسی سیملوله می‌شود. میدان مغناطیسی سیملوله بدون هستهٔ آهنی به‌قدری ضعیف است که در عمل کاربردهای کمی دارد.



آهنربای الکتریکی سیملوله با هستهٔ آهنی:

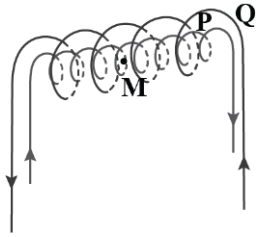
وقتی جریانی در سیملوله برقرار می‌شود، میدان مغناطیسی سیملوله، در هستهٔ آهنی خاصیت مغناطیسی القا می‌کند و هستهٔ آهنی، آهنربا می‌شود. این آهنربا را آهنربای الکتریکی می‌نامند.

آهنربای الکتریکی صنعتی شامل پیچه‌ای حامل جریان است که تعداد دور سیم زیادی دارد و میدان مغناطیسی حاصل از آن قادر است مقدار زیادی میله‌های فولادی و دیگر قراضه‌های آهنی را بلند کند.

گروه آموزشی ماز

۱۳- در شکل زیر، دو سیملولهٔ P و Q هم‌محورند و طول برابر ۲۰cm دارند. تعداد دور سیملولهٔ P برابر ۲۰۰ و تعداد دور سیملولهٔ Q برابر ۳۰۰ است. اگر جریان ۱A از سیملولهٔ Q و جریان ۱/۵A از سیملولهٔ P عبور کند، میدان مغناطیسی خالص در نقطهٔ M بر روی محور دو سیملوله چند گاوس است؟

$(\mu_\circ = 12\times10^{-7}\ \frac{T.m}{A})$



۱) ۱۸
۲) ۳۶
۳) ۹
۴) صفر

پاسخ: گزینهٔ ۴ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۳)

میدان مغناطیسی دو سیملوله هم‌اندازه است:

$$B = \mu_\circ \frac{NI}{\ell} \Rightarrow \begin{cases} B_P = \mu_\circ \frac{200\times1/5}{\ell} \\ B_Q = \mu_\circ \frac{300\times1}{\ell} \end{cases} \Rightarrow B_P = B_Q$$

با توجه به در خلاف بودن جهت جریان سیملوله‌ها، جهت میدان آن‌ها نیز در خلاف جهت یکدیگر است و میدان آن‌ها یکدیگر را خنثی می‌کند؛ بنابراین میدان مغناطیسی خالص برابر صفر است.

گروه آموزشی ماز

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

۱۴- چه تعداد از موارد زیر، درست است؟

الف: اتم‌های آلومینیوم خاصیت مغناطیسی ندارند.

ب: حضور میدان مغناطیسی خارجی، می‌تواند سبب القای دوقطبی‌های مغناطیسی در خلاف سوی میدان خارجی، در نقره شود.

پ: در مواد فرومغناطیس، برخی حوزه‌های مغناطیسی در حضور میدان مغناطیسی خارجی، با آن هم‌سو می‌شوند، اما مرز بین حوزه‌ها جابه‌جا نمی‌شود.

ت: مواد پارامغناطیس برای ساختن آهنرباهای الکتریکی (آهنرباهای غیردائم) مناسب‌اند.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

پاسخ: گزینهٔ ۲ (آسان ـ خطبه‌خط کتاب درسی ـ ۱۱۰۳)

الف) آلومینیوم جزو مواد پارامغناطیسی است. اتم‌های این مواد، خاصیت مغناطیسی دارند اما دوقطبی‌های مغناطیسی وابستهٔ به آن‌ها، به‌طور کاتوره‌ای سمت‌گیری کرده‌اند و میدان مغناطیسی خالصی ایجاد نمی‌کنند. (×)

ب) ویژگی ذکرشده مربوط به مواد دیامغناطیس، نظیر مس، نقره، سرب و بیسموت است. (✓)

پ) در مواد فرومغناطیس، حوزه‌هایی که نسبت به میدان خارجی هم‌سو هستند، رشد می‌کنند و حجمشان زیاد می‌شود. از سوی دیگر، حجم حوزه‌هایی که سمت‌گیری آن‌ها در راستای میدان نیست، کم می‌شود. در این فرایند، مرز بین بیش‌تر حوزه‌ها جابه‌جا می‌شود. (×)

ت) مواد فرومغناطیس نرم برای ساختن آهنرباهای الکتریکی مناسب‌اند. (×)

گروه آموزشی ماز

۱۵- **اگر حلقه‌ای دایره‌ای که سطح آن عمود بر خطوط میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ قرار دارد را به‌صورت قابی مربعی درآوریم و دوباره سطح آن را عمود بر خطوط همان میدان قرار دهیم، شار مغناطیسی گذرنده از حلقه چه تغییری خواهد کرد؟ ($\pi = ۳$)**

۱) ۵۶ درصد کاهش می‌یابد. ۲) ۲۵ درصد کاهش می‌یابد. ۳) ۱۲۵ درصد افزایش می‌یابد. ۴) ۳۳ درصد افزایش می‌یابد.

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۴)

گام اول:

وقتی حلقه به مربع تبدیل شود مساحت آن تغییر می‌کند اما محیط آن ثابت است.

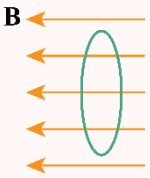
$$۴a = ۲\pi r \Rightarrow a = \frac{۳}{۲}r$$

گام آخر:

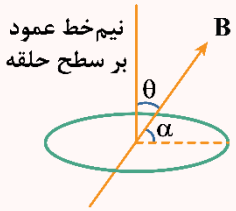
$$\frac{\Phi_۲}{\Phi_۱} = \frac{A_۲}{A_۱} = \frac{a^۲}{\pi r^۲} \Rightarrow \frac{\Phi_۲}{\Phi_۱} = \frac{(\frac{۳}{۲}r)^۲}{۳r^۲} = \frac{۳}{۴} \Rightarrow \frac{\Delta\Phi}{\Phi_۱} \times ۱۰۰ = \frac{-\frac{۱}{۴}\Phi_۱}{\Phi_۱} \times ۱۰۰ = -۲۵٪$$

شار مغناطیسی

مجموعهٔ خطوط میدان مغناطیسی که از یک سطح بسته می‌گذرد را **شار مغناطیسی** می‌گویند.



شار مغناطیسی، کمیتی **نرده‌ای** است و برای میدان مغناطیسی یکنواخت B که از پیچه‌ای با مساحت معیّن A می‌گذرد به‌صورت زیر تعریف می‌شود:



$$\Phi = BA\cos\theta$$

Φ : شار مغناطیسی (وبر Wb) B: میدان مغناطیسی (تسلا T) A: مساحت پیچه ($m^۲$)

θ : زاویهٔ بین بردار میدان مغناطیسی و نیم‌خط عمود بر سطح حلقه

اگر در سؤالی زاویهٔ میدان و سطح حلقه (یعنی α) داده شد، باید ابتدا آن را از ۹۰ کم کنید و در رابطه قرار دهید:

$$\theta = ۹۰ - \alpha \quad \text{یا} \quad \cos\theta = \sin\alpha$$

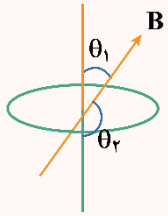
یکای شار مغناطیسی در SI **وبر (Wb)** است.

$$\Phi = BA\cos\theta$$

$$۱Wb = ۱T \times ۱m^۲$$

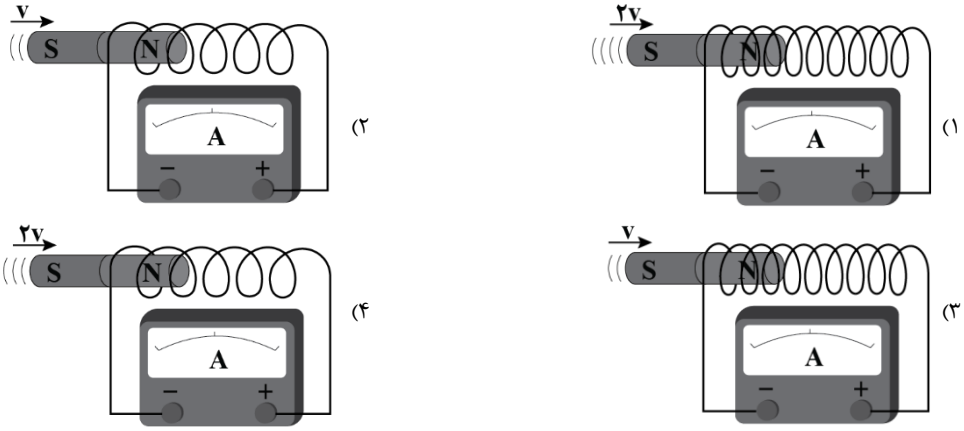
کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

همواره دو جهت برای رسم نیم‌خط عمود بر سطح معیّن وجود دارد که علامت شار مغناطیسی عبوری از این سطح نیز به انتخاب این جهت بستگی دارد؛ یعنی برحسب انتخاب زاویهٔ θ ، شار عبوری از سطح ممکن است مثبت یا منفی شود. پس در انتخاب این زاویه دقت کنید که در حل یک مسئله، نیم‌خط عمود بر سطح را در هر جهتی درنظر گرفتید تا پایان آن را تغییر ندهید.



گروه آموزشی ماز

۱۶- مطابق شکل‌های زیر، یک آهنربا را با تندی‌های مختلف وارد سیملوله‌های متفاوت می‌کنیم. در کدام گزینه جریان اندازه‌گیری‌شده توسط گالوانومتر بزرگ‌تر است؟



پاسخ: گزینهٔ ۱ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۱۰۴)

طبق رابطهٔ قانون القای فاراده، بزرگی نیروی محرکهٔ القایی با تعداد حلقه‌ها رابطهٔ مستقیم و با زمان تغییرات رابطهٔ عکس دارد. در شکل گزینهٔ (۱)، سرعت آهنربای میله‌ای بیش‌تر است، درنتیجه سریع‌تر حرکت می‌کند و بازهٔ زمانی، کوچک‌تر می‌شود، از طرف دیگر تعداد حلقه‌های سیملولهٔ شکل گزینهٔ (۱) نیز بیش‌تر است؛ بنابراین در این گزینه گالوانومتر عدد بزرگ‌تری را نشان می‌دهد.

قانون القای الکترومغناطیسی فاراده

هرگاه شار مغناطیسی‌ای که از مدار بسته‌ای می‌گذرد تغییر کند، نیروی محرکه‌ای در آن القا می‌شود که بزرگی آن با آهنگ تغییر شار مغناطیسی متناسب است؛ یعنی هرچه آهنگ تغییر شار مغناطیسی بیش‌تر باشد، نیروی محرکهٔ القایی و درنتیجه جریان القایی تولیدشده در مدار بیش‌تر خواهد بود.

قانون فاراده برای پیچه یا سیملوله‌ای که از N دور مشابه تشکیل شده باشد طبق رابطهٔ زیر بیان می‌شود:

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

$\bar{\varepsilon}$: نیروی محرکهٔ القایی متوسط برحسب ولت N: تعداد حلقه‌ها Δt : زمان تغییر شار

$\Delta\Phi$: تغییر شار مغناطیسی $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$: آهنگ تغییر شار مغناطیسی برحسب وبر بر ثانیه

- اگر فقط میدان مغناطیسی تغییر کند: $\bar{\varepsilon} = -NA\frac{\Delta B}{\Delta t}\cos\theta$
- اگر فقط مساحت تغییر کند: $\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta A}{\Delta t}B\cos\theta$
- اگر فقط زاویه تغییر کند: $\varepsilon = -NAB\frac{(\cos\theta_2 - \cos\theta_1)}{\Delta t}$

اگر مقاومت پیچه یا سیملوله برابر R باشد، جریان القایی متوسط در آن از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$\bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R}$$

$\bar{\varepsilon}$: نیروی محرکهٔ القایی متوسط برحسب ولت R: مقاومت پیچه یا سیملوله

هرچه مقاومت پیچه یا مداری که در آن شار مغناطیسی تغییر می‌کند **بیش‌تر** باشد، **جریان کوچک‌تری** در آن القا می‌شود.

گروه آموزشی ماز

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

۱۷- پیچهٔ مسطحی که دارای ۲۰ حلقه و مساحت هر حلقهٔ آن $50cm^2$ است، عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $400G$ قرار دارد. اگر در مدت $0/2s$ میدان مغناطیسی به صفر برسد، جریان متوسط القایی در پیچه چند آمپر خواهد بود؟ (مقاومت کل پیچه 4Ω است.)

۱) ۲۰ ۲) ۵ ۳) 5×10^{-3} ۴) 2×10^{-2}

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۴)

بنابر قانون القای فاراده داریم:

$$|\varepsilon_{av}|=\left|-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right|\Rightarrow\left|-N\frac{0-B_1A_1\cos0}{0/2}\right|\Rightarrow\left|20\times\frac{(400\times10^{-4})(50\times10^{-4})(1)}{2\times10^{-1}}\right|=2\times10^{-2}V$$

$$\Rightarrow|I_{av}|=\frac{|\varepsilon_{av}|}{R}=\frac{2\times10^{-2}}{4}=5\times10^{-3}A$$

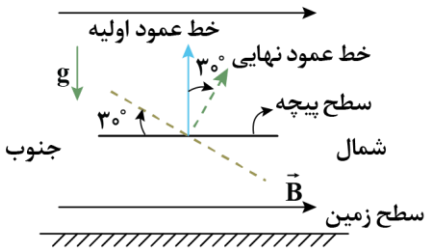
گروه آموزشی ماز

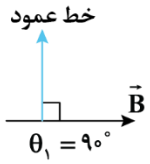
۱۸- مساحت هر حلقهٔ پیچه‌ای $40cm^2$ و پیچه متشکل از ۵۰۰ حلقه است. در ابتدا سطح پیچه موازی با سطح زمین است. اگر پیچه در مدت $0/02s$ حول قطری که در امتداد شرق - غرب است، به‌اندازهٔ 30° بچرخد، اندازهٔ نیروی محرکهٔ متوسط القایی در آن چند ولت است؟ (اندازهٔ میدان زمین را $0/4G$ درنظر بگیرید و از شیب مغناطیسی صرف‌نظر کنید.)

۱) ۰/۰۰۲ ۲) $0/002\sqrt{3}$ ۳) ۲۰ ۴) $20\sqrt{3}$

پاسخ: گزینهٔ ۱ (سخت ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۴)

نحوهٔ چرخش پیچه در درون میدان، مطابق شکل زیر است.





طبق قانون القای فاراده داریم:

$$\bar{\varepsilon}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=-N\frac{\Delta(BA\cos\theta)}{\Delta t}=-NBA\frac{\Delta(\cos\theta)}{\Delta t}=-NBA\frac{\cos\theta_2-\cos\theta_1}{\Delta t}$$

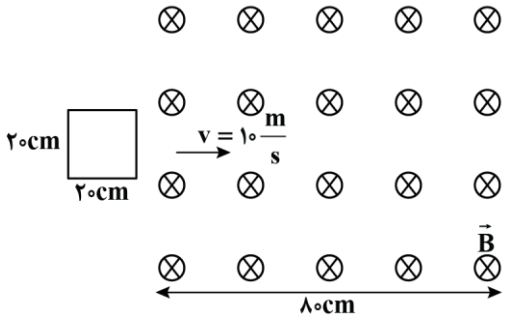
$$\Rightarrow\bar{\varepsilon}=-500\times(0/4\times10^{-4})\times(40\times10^{-4})\times\frac{\cos60^\circ-\cos90^\circ}{0/02}=-0/002V$$

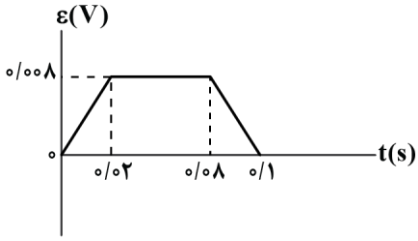
$$\Rightarrow|\bar{\varepsilon}|=0/002V$$

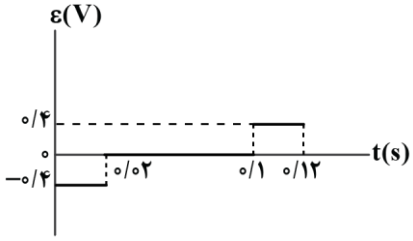
گروه آموزشی ماز

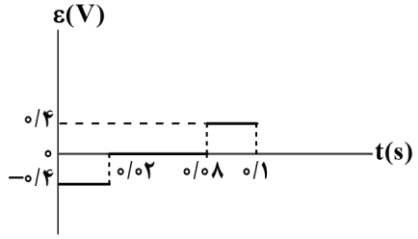
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ‌ماز

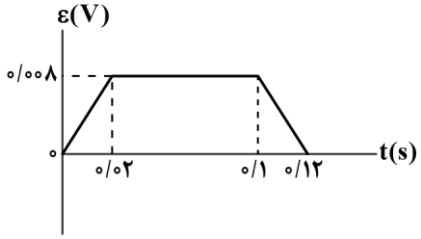
۱۹- مطابق شکل زیر، حلقهٔ رسانای مربع‌شکلی به ضلع ۲۰cm در لحظهٔ $t=0$ با تندی ثابت $10\frac{m}{s}$ وارد میدان مغناطیسی درون‌سوی $\vec{B}$ به بزرگی $0/2T$ می‌شود. کدام گزینه، نمودار نیروی محرکهٔ القایی در حلقه را برحسب زمان به‌درستی نشان می‌دهد؟ (بردار عمود بر سطح حلقه را درون‌سو درنظر بگیرید.)



۱)


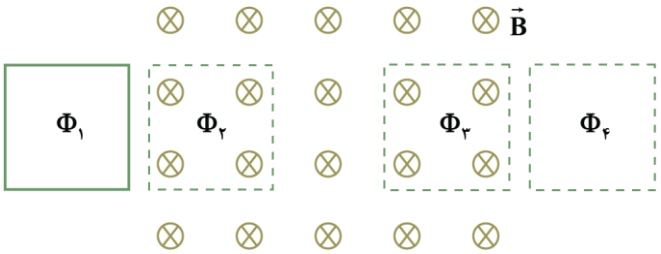
۲)


۳)


۴)


پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ نموداری ـ ۱۱۰۴)

ابتدا شار مغناطیسی عبوری از حلقه را در هریک از وضعیت‌های زیر به‌دست می‌آوریم:



$$\begin{cases}\Phi_1=\Phi_4=0\,Wb\\ \Phi_2=\Phi_3=BA\cos\theta=0/2\times0/2^2\times\cos0=0/008\,Wb\end{cases}$$

به‌علت ثابت بودن تندی حلقه، نیروی محرکهٔ القایی در حین ورود حلقه به میدان و نیز خروج حلقه از میدان، ثابت و برابر با نیروی محرکهٔ القایی متوسط است.

گام اول:

(ورود حلقه به میدان)

$$\Delta t=\frac{\Delta x}{v}=\frac{0/2}{10}=0/02s\Rightarrow\varepsilon_{av}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=-N\frac{\Phi_2-\Phi_1}{\Delta t}=-1\times\frac{0/008-0}{0/02}=-0/4V$$

گام دوم:

(مدت‌زمانی که حلقه به‌طور کامل درون میدان قرار دارد.)

$$\Delta t=\frac{\Delta x}{v}=\frac{0/6}{10}=0/06s$$

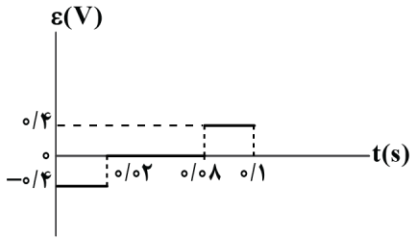
در این مرحله، شار عبوری از حلقه، تغییر نمی‌کند؛ بنابراین، نیروی محرکهٔ القایی، صفر است.

گام آخر:

(خروج حلقه از میدان)

$$\Delta t=\frac{\Delta x}{v}=\frac{0/2}{10}=0/02s\Rightarrow\varepsilon_{av}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=-N\frac{\Phi_4-\Phi_3}{\Delta t}=-1\times\frac{0-0/008}{0/02}=0/4V$$

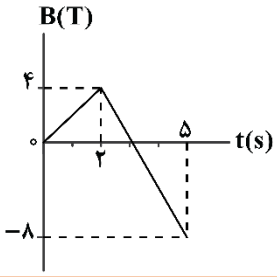
کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir



بنابراین نمودار گزینهٔ (۳)، نیروی محرکهٔ القایی را به‌درستی نشان می‌دهد.

گروه آموزشی ماز

۲۰- نمودار تغییرات میدان مغناطیسی گذرنده از یک پیچهٔ دارای ۱۰۰ حلقه به مساحت $۲۰۰cm^۲$ مطابق شکل زیر است. اگر میدان با سطح پیچه زاویهٔ ۶۰° بسازد، اندازهٔ بار الکتریکی شارش‌شده در پیچه از $t=۱s$ تا $t=۴s$ چند کولن است؟ (مقاومت هر حلقه $۰/۰۳\Omega$ است.)



۱) ۲
۲) $۲\sqrt{۳}$
۳) ۴
۴) $۴\sqrt{۳}$

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ نموداری ـ ۱۱۰۴)

به کمک معادلهٔ خط، اندازهٔ میدان مغناطیسی در $t=۱s$ و $t=۴s$ را می‌یابیم.

$$t=۲s \text{ تا } t=۰ \Rightarrow B=۲t \xrightarrow{t=۱s} B=۲T$$

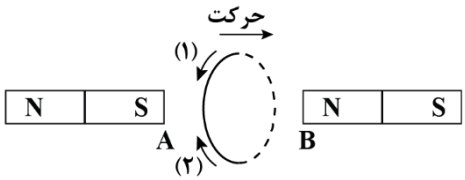
$$t=۵s \text{ تا } t=۲s \Rightarrow B=-۴t+۱۲ \xrightarrow{t=۴s} B=-۴T$$

$$|\Delta q|=\left|-N\frac{\Delta\Phi}{R}\right|=\left|-N\frac{A\Delta B\cos\theta}{R}\right|=\left|-۱۰۰\times\frac{۲۰۰\times۱۰^{-۴}\times(-۴-۲)\times\frac{\sqrt{۳}}{۲}}{۱۰۰\times۰/۰۳}\right|=۲\sqrt{۳}\,C$$

تذکر!
زاویهٔ بین میدان و سطح پیچه ۶۰° است؛ بنابراین زاویهٔ بین میدان و نیم‌خط عمود بر سطح پیچه ۳۰° است (این زاویه در فرمول شار استفاده می‌شود).

گروه آموزشی ماز

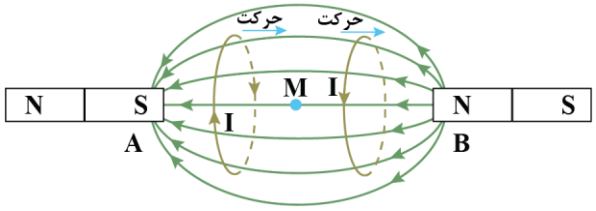
۲۱- مطابق شکل، یک حلقهٔ رسانا را در فضای بین دو آهنربای میله‌ای مشابه، از نقطهٔ A تا نقطهٔ B بر روی مسیر مستقیم جابه‌جا می‌کنیم. جهت جریان القایی در حلقه به چه صورت است؟



۱) ابتدا در جهت (۱) و سپس در جهت (۲)
۲) همواره در جهت (۲)
۳) همواره در جهت (۱)
۴) ابتدا در جهت (۲) و سپس در جهت (۱)

پاسخ: گزینهٔ ۴ (سخت ـ مفهومی ـ ۱۱۰۴)

آرایش خطوط میدان مغناطیسی بین دو آهنربای نشان‌داده‌شده، مطابق شکل مقابل است:



M: نقطهٔ وسط AB

در حرکت حلقه از A تا M، شار عبوری از آن درحال کاهش است؛ بنابراین، طبق قانون لنز، جریان القایی در جهت (۲) به‌وجود می‌آید تا با این کاهش شار، مخالفت کند؛ اما در حرکت حلقه از M تا B، شار عبوری از آن درحال افزایش است؛ بنابراین، طبق قانون لنز، جریان القایی در جهت (۱) به‌وجود می‌آید تا با این افزایش شار مخالفت کند.

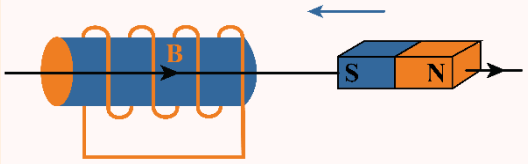
قانون لنز
جریان حاصل از نیروی محرکهٔ القایی در یک مدار یا پیچه در جهتی است که آثار مغناطیسی ناشی از آن با عامل به‌وجودآورندهٔ جریان القایی، یعنی تغییر شار مغناطیسی مخالفت می‌کند. علامت منفی در فرمول لنز ـ فاراده نشان‌دهندهٔ همین مخالفت است.

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

دوپینگ‌ماز
سنجش‌کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

روش تعیین جهت جریان القایی در یک پیچه یا در هر مدار بستهٔ دیگر

گام اول: ابتدا جهت میدان مغناطیسی‌ای که توسط یک عامل خارجی ایجاد شده است را در مرکز حلقه یا سیملوله تعیین کنید.



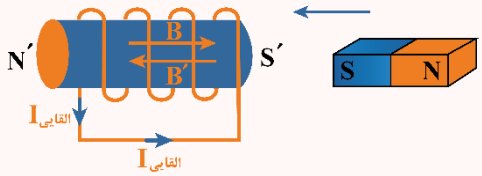
گام دوم: مشخص کنید شار مغناطیسی درحال افزایش است یا کاهش $\uparrow \Phi = A \uparrow B\cos\theta$

گام سوم:

۱- اگر شار مغناطیسی درحال افزایش بود، میدان مغناطیسی القایی در خلاف جهت میدان مغناطیسی اصلی به‌وجود می‌آید تا با افزایش شار مخالفت کند.

۲- اگر شار مغناطیسی درحال کاهش بود، میدان مغناطیسی القایی هم‌جهت با میدان اصلی به‌وجود می‌آید تا با کاهش شار مخالفت کند.

گام آخر: با توجه به جهت میدان مغناطیسی القایی به کمک قاعدهٔ دست راست جهت جریان القایی را در حلقه یا سیملوله مشخص کنید.



گروه آموزشی ماز

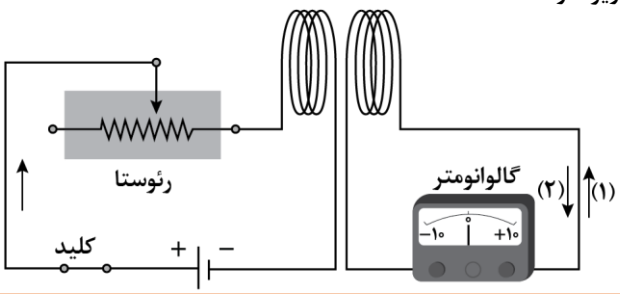
۲۲- در شکل زیر، لغزندهٔ رئوستا را به سمت چپ حرکت می‌دهیم. چه تعداد از موارد زیر، درست است؟

الف: جریان الکتریکی گذرنده از پیچهٔ سمت چپ کاهش می‌یابد.

ب: شار گذرنده از پیچهٔ سمت راست، کاهش می‌یابد.

پ: در پیچهٔ سمت راست، جریان القایی در جهت (۲) به‌وجود می‌آید.

۱) صفر
۲) ۱
۳) ۲
۴) ۳



پاسخ: گزینهٔ ۴ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۴)

الف) با حرکت لغزندهٔ رئوستا به سمت چپ، مقاومت رئوستا افزایش یافته و جریان گذرنده از مدار، کاهش می‌یابد. (✓)

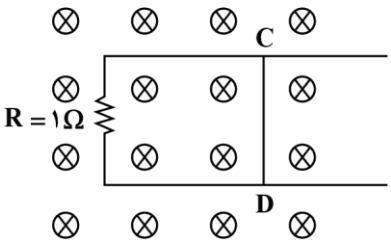
ب) با کاهش جریان گذرنده از مدار سمت چپ، میدان مغناطیسی پیچهٔ سمت چپ و درنتیجه، شار عبوری از پیچهٔ سمت راست کاهش می‌یابد. (✓)

پ) با کاهش شار در پیچهٔ سمت راست، طبق قانون لنز، جریان القایی در جهت (۲) به‌وجود می‌آید تا با کاهش شار مخالفت کند. (✓)

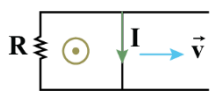
گروه آموزشی ماز

۲۳- شکل زیر، رسانای U‌شکلی را درون میدان مغناطیسی یکنواخت ۰/۲T که عمود بر صفحه و درون‌سو است، نشان می‌دهد. اگر میلهٔ CD به طول ۲m با سرعت $۵\frac{m}{s}$ به سمت راست حرکت کند، اندازه و جهت جریان القایی در میله کدام است؟ (به‌جز مقاومت R، مقاومت سایر اجزا صفر است.)

۱) ۱A، از D به C
۲) ۱A، از C به D
۳) ۲A، از D به C
۴) ۲A، از C به D



پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ مفهومی/محاسباتی ـ ۱۱۰۴)



با حرکت میله به سمت راست، سطح مدار افزایش می‌یابد. با افزایش مساحت مدار، شار گذرنده از سطح مدار افزایش می‌یابد. بنابر قانون لنز جهت جریان باید با تغییر شار مخالفت کند؛ بنابراین باید میدان مغناطیسی برون‌سو در حلقه القا شود. طبق قاعدهٔ دست راست جهت جریان القایی از D به C است.

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

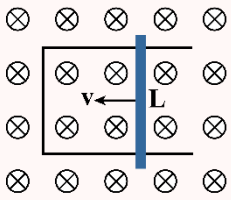
$$|\varepsilon| = \left|-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| \Rightarrow |\varepsilon| = \left|-N\frac{\Delta AB}{\Delta t}\right| \xrightarrow{\Delta A = L\Delta d} |\varepsilon| = \left|-N\frac{L\Delta dB}{\Delta t}\right|$$

$$\xrightarrow{\frac{\Delta d}{\Delta t}=v} |\varepsilon| = |-NLvB| \Rightarrow \varepsilon = ۱\times۲\times۵\times۰/۲ = ۲V$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{۲}{۱} = ۲A$$

نیروی محرکهٔ القایی در میلهٔ متحرک در میدان مغناطیسی

هرگاه مطابق شکل، میله‌ای به طول L در میدان مغناطیسی یکنواخت B با تندی ثابت v حرکت کند، شار عبوری از آن تغییر کرده و اندازهٔ نیروی محرکهٔ القایی در دو سر میله از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

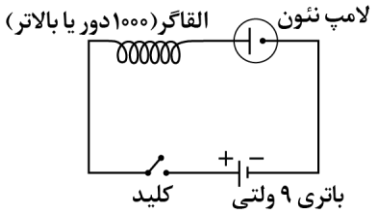


$$\varepsilon = BvL$$

گروه آموزشی ماز

۲۴- در مدار نشان‌داده‌شده، با وصل کلید، لامپ ..... روشن می‌شود و با قطع کلید، لامپ ..... خاموش می‌شود.

۱) به‌تدریج ـ به‌سرعت
۲) به‌سرعت ـ به‌تدریج
۳) به‌سرعت ـ به‌سرعت
۴) به‌تدریج ـ به‌تدریج



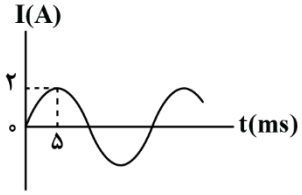
پاسخ: گزینهٔ ۱ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۱۰۴)

با وصل کلید، در القاگر، جریان برقرار می‌شود و شار عبوری از آن افزایش می‌یابد. درنتیجه، طبق اثر خود ـ القاوری، نیروی محرکه‌ای در آن القا می‌شود که با افزایش جریان، مخالفت می‌کند؛ بنابراین، جریان مدار به‌سرعت به مقدار پایای $\frac{\varepsilon}{R+r}$ نمی‌رسد. با گذشت زمان، این مخالفت، کاهش یافته و جریان مدار به‌تدریج به مقدار پایا می‌رسد؛ بنابراین نور لامپ، به‌تدریج زیاد می‌شود.

لامپ و القاگر به‌طور متوالی در مدار قرار دارند؛ بنابراین، با قطع کلید، مدار بسته‌ای بین لامپ و القاگر وجود ندارد تا انرژی القاگر را در لامپ، تخلیه کند؛ بنابراین، لامپ، به‌سرعت خاموش می‌شود. توجه کنید، اگر لامپ به‌طور موازی به القاگر بسته شده بود، با قطع کلید، انرژی القاگر به‌تدریج در لامپ، تخلیه شده و لامپ به‌تدریج خاموش می‌شد.

گروه آموزشی ماز

۲۵- شکل زیر، نمودار جریان متناوب سینوسی را نشان می‌دهد که یک مولد جریان متناوب تولید کرده است. در لحظهٔ $t = ۲/۵ms$ جریان گذرنده از پیچه برابر ..... است و در لحظهٔ $t = ۲۰ms$ شار گذرنده از پیچه، ..... است.



۱) ۱A، صفر
۲) $\sqrt{۲}$A، بیشینه
۳) $\sqrt{۲}$A، صفر
۴) ۱A، بیشینه

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ نموداری ـ ۱۱۰۴)

ابتدا از روی نمودار، دورهٔ تناوب (T) را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{۱}{۴}T = ۵ms \Rightarrow T = ۲۰ms = ۰/۰۲s$$

معادلهٔ جریان متناوب سینوسی به‌صورت زیر است:

$$I = I_m \sin(\frac{۲\pi}{T}t) = ۲\sin(\frac{۲\pi}{۰/۰۲}t) = ۲\sin(۱۰۰\pi t)$$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

بنابراین، در لحظهٔ $t = ۲/۵ms$ داریم:

$$I = ۲\sin(۱۰۰\pi \times ۲/۵ \times ۱۰^{-۳}) = ۲\sin(\frac{\pi}{۴}) = ۲ \times \frac{\sqrt{۲}}{۲} = \sqrt{۲}A$$

در تولید جریان متناوب، معادلهٔ شار گذرنده از پیچه به‌صورت $\Phi = \Phi_m \cos(\frac{۲\pi}{T}t)$ است؛ بنابراین:

$$\Phi = \Phi_m \cos(\frac{۲\pi}{۰/۰۲}t) = \Phi_m \cos(۱۰۰\pi t)$$

درنتیجه، در لحظهٔ $t = ۲۰ms$ داریم:

$$\Phi = \Phi_m \cos(۱۰۰\pi \times ۲۰ \times ۱۰^{-۳}) = \Phi_m \cos(۲\pi) = \Phi_m$$

انواع جریان

جریان مستقیم

جریانی که با گذشت زمان تغییر نمی‌کند.

جریان متناوب

جریانی که در آن ولتاژ و جریان با گذشت زمان به‌طور سینوسی تغییر می‌کند.

تمامی نیروگاه‌های تولید برق در دنیا و ازجمله ایران، جریان متناوب تولید می‌کنند که تابعی سینوسی از زمان است و به همین دلیل جریان متناوب سینوسی نامیده می‌شود.

جهت جریان در مدار جریان مستقیم معیّن است ولی در مدار جریان متناوب، به‌دلیل تغییر جهت جریان با گذشت زمان، نمی‌توان جهت معیّنی را برای آن درنظر گرفت.

جریان متناوب سینوسی متداول‌ترین نوع جریان متناوب است.

دوره (زمان تناوب)

زمان یک دور چرخش کامل پیچه را دوره یا زمان تناوب می‌نامند. با تغییر شار مغناطیسی، جریانی که در پیچه القا می‌شود از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

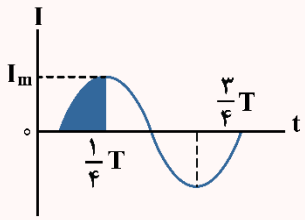
معادلهٔ جریان برحسب زمان:

$$I = I_m \sin \frac{۲\pi}{T}t$$

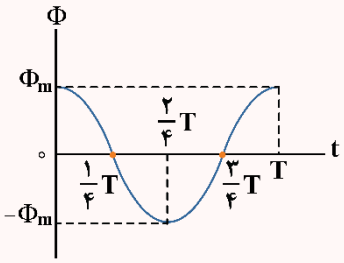
معادلهٔ شار برحسب زمان:

$$\Phi = BA\cos \frac{۲\pi}{T}t$$

نمودار جریان متناوب سینوسی در یک دوره



نمودار شار برحسب زمان در یک دوره



گروه آموزشی ماز

۲۶- در انتقال توان الکتریکی از نیروگاه به محل مصرف، دلیل افزایش ولتاژ در ابتدای مسیر و کاهش ولتاژ در انتهای مسیر، به‌ترتیب از راست به چپ، کدام است؟

۱) کاهش اتلاف توان در طول مسیر، افزایش امنیت در محل مصرف

۲) افزایش سرعت انتقال انرژی، صرفه‌جویی در مصرف انرژی

۳) افزایش سرعت انتقال انرژی، افزایش امنیت در محل مصرف

۴) کاهش اتلاف توان در طول مسیر، صرفه‌جویی در مصرف انرژی

پاسخ: گزینهٔ ۱ (آسان ـ خط‌به‌خط کتاب درسی ـ ۱۱۰۴)

برای انتقال توان الکتریکی در فاصله‌های دور، تا جایی که امکان دارد باید از ولتاژهای بالا و جریان‌های کم استفاده کنیم. این کار، اتلاف توان را در خط‌های انتقال کاهش می‌دهد. همچنین، با توجه به کاهش جریان می‌توان از سیم‌های نازک‌تری استفاده در مصرف مواد اولیهٔ ساخت سیم صرفه‌جویی کرد.

از طرف دیگر، ملاحظات ایمنی و الزامات عایق‌بندی در ساخت وسایل خانگی و صنعتی، ولتاژهای به‌نسبت پایین‌تری را در محل مصرف انرژی ضروری می‌کند.

گروه آموزشی ماز

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

دوپینگ‌ماز
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

۲۷- جریان متناوبی که بیشینهٔ آن ۲/۰A و دورهٔ آن ۰/۰۲۰s است از یک القاگر با ضریب القاوری ۲۰۰μH می‌گذرد. در لحظهٔ $t=\frac{۱}{۴۰۰}s$، انرژی ذخیره‌شده در القاگر چند میلی‌ژول است؟

۱) ۰/۲ ۲) ۲ ۳) ۰/۴ ۴) ۴

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۴)

گام اول:

معادلهٔ جریان متناوب را می‌نویسیم:

$$I = I_m \sin(\frac{۲\pi}{T}t) \Rightarrow I = ۲\sin(\frac{۲\pi}{۰/۰۲}t) = ۲\sin(۱۰۰\pi t)$$

گام دوم:

جریان در لحظهٔ $t = \frac{۱}{۴۰۰}s$ برابر است با:

$$I = ۲\sin(۱۰۰\pi \times \frac{۱}{۴۰۰}) = ۲\sin(\frac{\pi}{۴}) = \sqrt{۲}A$$

گام آخر:

انرژی ذخیره‌شده در سیملوله برابر است با:

$$U = \frac{۱}{۲}LI^۲ \Rightarrow U = \frac{۱}{۲} \times ۲۰۰ \times ۱۰^{-۶} \times (\sqrt{۲})^۲ = ۲ \times ۱۰^{-۴} J = ۰/۲mJ$$

انرژی ذخیره‌شده در القاگر

هرگاه از سیملوله‌ای با ضریب القاوری L، جریان I عبور کند، برای محاسبهٔ انرژی ذخیره‌شده در القاگر، می‌توان از رابطهٔ زیر استفاده کرد:

$$U = \frac{۱}{۲}LI^۲$$

L : ضریب القاوری برحسب هانری (H) I : جریان عبوری از القاگر یا سیملوله برحسب آمپر U : انرژی ذخیره‌شده در القاگر برحسب ژول

گروه آموزشی ماز

۲۸- سیملولهٔ آرمانی بدون هستهٔ (۱) به سطح مقطع ۱۰cm² شامل ۲۰۰۰ حلقهٔ نزدیک به‌هم است. سیملولهٔ آرمانی بدون هستهٔ (۲) به سطح مقطع ۱۰cm² را به‌گونه‌ای می‌سازیم که طول آن ۲ برابر سیملولهٔ (۱) و فاصلهٔ هر دو حلقهٔ متوالی در هر دو سیملوله یکسان باشد. اگر اختلاف ضریب القاوری این دو سیملوله برابر ۸mH باشد، طول سیملولهٔ (۱) چند cm است؟ ($\mu_۰ = ۴\pi \times ۱۰^{-۷} \frac{T.m}{A}$)

۱) ۱۵/۷ ۲) ۳۱/۴ ۳) ۶۲/۸ ۴) ۱۲۵/۶

پاسخ: گزینهٔ ۳ (سخت ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۴)

گام اول:

فاصلهٔ بین دو حلقهٔ متوالی سیملوله تغییر نمی‌کند؛ بنابراین، با دو برابر شدن طول سیملوله، تعداد حلقه‌های آن نیز دو برابر می‌شود ($N_۲ = ۲N_۱$).

$$L = \frac{\mu_۰N^۲A}{\ell} \Rightarrow \frac{L_۲}{L_۱} = \left(\frac{N_۲}{N_۱}\right)^۲ \times \frac{\ell_۱}{\ell_۲} = \left(\frac{۲N_۱}{N_۱}\right)^۲ \times \left(\frac{\ell_۱}{۲\ell_۱}\right) = ۲ \Rightarrow L_۲ = ۲L_۱$$

گام دوم:

$$\begin{cases} L_۲ = ۲L_۱ \\ L_۲ - L_۱ = ۸mH \end{cases} \Rightarrow ۲L_۱ - L_۱ = ۸ \Rightarrow L_۱ = ۸mH$$

گام آخر:

$$L_۱ = \frac{\mu_۰N_۱^۲A}{\ell_۱} \Rightarrow \ell_۱ = \frac{\mu_۰N_۱^۲A}{L_۱} = \frac{۴\pi \times ۱۰^{-۷} \times ۲۰۰۰^۲ \times ۱۰ \times ۱۰^{-۴}}{۸ \times ۱۰^{-۳}} = ۶/۲۸ \times ۱۰^{-۱}m \Rightarrow \ell_۱ = ۶۲/۸cm$$

محاسبهٔ ضریب القاوری سیملوله

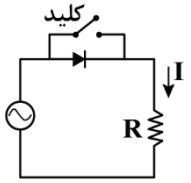
ضریب القاوری سیملوله برابر است با:

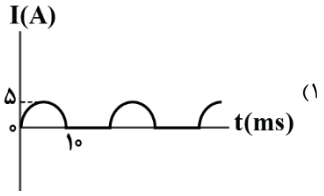
$$L = \frac{\mu_۰N^۲A}{\ell}$$

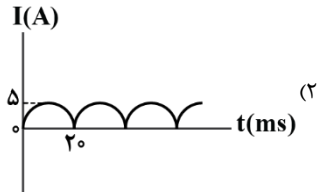
N : تعداد حلقه‌های سیملوله ℓ : طول سیملوله A : مساحت مقطع هر حلقهٔ سیملوله

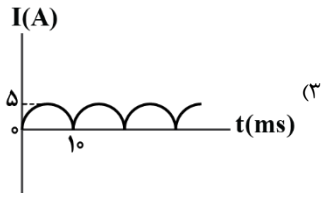
کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

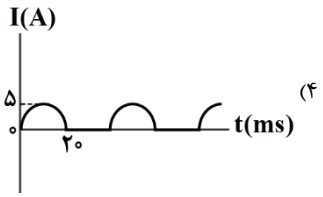
۲۹- در مدار زیر، با بستن کلید، جریان $I=۵\sin(۱۰۰\pi t)$ در SI در مدار برقرار می‌شود. در حالتی که کلید، باز است، تغییرات جریان برحسب زمان، مطابق با کدام گزینه است؟ (مقاومت دیود، ناچیز است.)



۱)


۲)


۳)


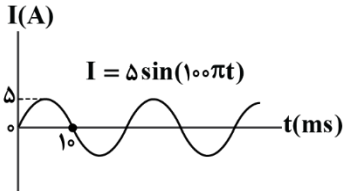
۴)


پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ نموداری ـ ۱۱۰۴)

گام اول:

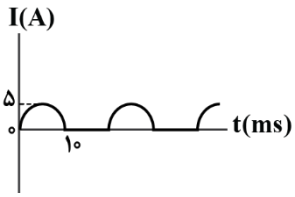
کلید، بسته است.

در حالتی که کلید، بسته باشد، دیود از مدار خارج می‌شود؛ بنابراین، نمودار جریان برحسب زمان به‌صورت زیر است:



$$\frac{۲\pi}{T}=۱۰۰\pi \Rightarrow T=۰/۰۲s=۲۰ms$$

گام آخر:



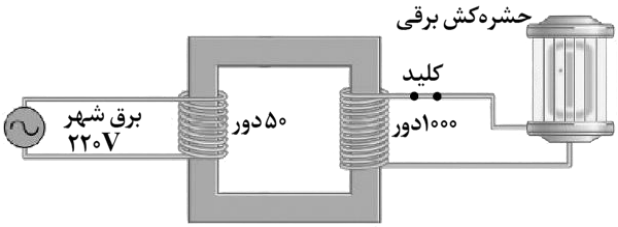
کلید، باز است.

در حالتی که کلید، باز باشد، دیود جریان را در یک جهت از خود عبور می‌دهد و در جهت دیگر مانع عبور جریان می‌شود؛ بنابراین، با عوض شدن جهت نیروی محرکه، جریان مدار، صفر می‌شود. درنتیجه، گزینهٔ (۱) درست است.

گروه آموزشی ماز

۳۰- شکل زیر، یک مبدل آرمانی را نشان می‌دهد که ولتاژ لازم برای کار یک دستگاه حشره‌کش برقی را فراهم می‌کند. پیچهٔ اولیه ۵۰ دور دارد و به برق شهر (ولتاژ ۲۲۰V) وصل است. اگر پیچهٔ ثانویه شامل ۱۰۰۰ دور باشد، مبدل ولتاژ چند ولت را برای کار کردن دستگاه حشره‌کش تأمین می‌کند؟

۱) ۴۴۰۰
۲) ۱۱
۳) ۴۱۸۰
۴) ۱۰



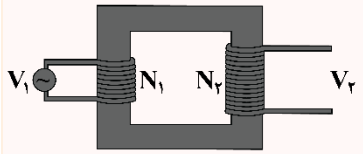
پاسخ: گزینهٔ ۱ (آسان ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۴)

طبق رابطهٔ مبدل‌ها داریم:

$$\frac{V_{\text{خروجی}}}{V_{\text{ورودی}}}=\frac{N_{\text{خروجی}}}{N_{\text{ورودی}}} \Rightarrow \frac{V_{\text{خروجی}}}{۲۲۰}=\frac{۱۰۰۰}{۵۰} \Rightarrow V_{\text{خروجی}}=۴۴۰۰V$$

مبدل

اگر تعداد دورهای خروجی (ثانویه) یک مبدل بیش‌تر از تعداد دورهای ورودی (اولیه) آن باشد، مبدل افزاینده است و اگر تعداد دورهای خروجی (ثانویه) کم‌تر از تعداد دورهای ورودی (اولیه) باشد، مبدل کاهنده است. برای تبدیل در مبدل، می‌توان از رابطهٔ زیر استفاده کرد:



$$\frac{V_۲}{V_۱}=\frac{N_۲}{N_۱}$$

گروه آموزشی ماز

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

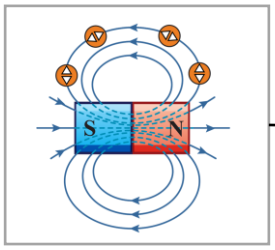
فصل ۳ فیزیک یازدهم

«جمع‌بندی فشرده»

مغناطیس

معرفی مغناطیس، قطب‌های مغناطیسی و میدان مغناطیسی

میدان مغناطیسی در خارج آهنربا، از قطب N خارج و به قطب S وارد می‌شود. به شکل مقابل دقت کنید:



نیروی مغناطیسی وارد بر ذرهٔ باردار متحرک

نیروی مغناطیسی وارد بر بار الکتریکی متحرک مطابق رابطهٔ مقابل محاسبه می‌شود: $F = |q| vB \sin\theta$

۱- بردار $\vec{F}$ الزاماً بر بردارهای $\vec{B}$ و $\vec{v}$ عمود است.
۲- بردار $\vec{B}$ و $\vec{v}$ هر زاویه‌ای می‌توانند باهم داشته باشند.
۳- هنگامی که $\vec{B}$ و $\vec{v}$ بر هم عمودند، نیروی مغناطیسی بیشینه می‌شود.
۴- هنگامی که $\vec{B}$ و $\vec{v}$ هم‌راستا باشند، نیروی مغناطیسی صفر می‌شود.

نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان

نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان از طرف میدان مغناطیسی مطابق رابطهٔ مقابل به‌دست می‌آید: $F = BIL \sin\theta$

در رابطهٔ زیر، B ، I و L به‌ترتیب اندازهٔ میدان، شدت جریان و طول سیم هستند و θ زاویهٔ بین جهت جریان سیم و جهت بردار میدان مغناطیسی است.

۱- اگر سیم راست حامل جریان موازی میدان مغناطیسی باشد نیروی وارد بر آن کمینه (صفر) خواهد شد و اگر سیم عمود بر میدان مغناطیسی باشد، نیروی مغناطیسی وارد بر آن بیشینه خواهد شد.
۲- بردار نیروی وارد بر سیم حتماً بر بردار میدان مغناطیسی و جهت جریان در سیم عمود است.

میدان مغناطیسی حاصل از جریان الکتریکی

در اطراف سیم راست حامل جریان الکتریکی، میدان مغناطیسی ایجاد می‌شود. جهت این میدان مطابق با قاعدهٔ دست راست تعیین می‌شود. برای این کار کافی است انگشت شست دست راست را در جهت جریان سیم قرار دهیم و چهار انگشت دست راست را حول آن بچرخانیم، در این صورت جهت میدان مغناطیسی در همان جهت چرخش چهار انگشت خواهد بود.

سیملوله

میدان مغناطیسی درون سیملوله از رابطهٔ مقابل به‌دست می‌آید: $B = \mu_0 \frac{NI}{\ell}$

پیچه

میدان مغناطیسی در مرکز پیچه که معمولاً به آن پیچهٔ مسطح می‌گویند، از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید: $B = \frac{\mu_0 NI}{2R}$

ویژگی‌های مغناطیسی مواد

مواد پارامغناطیسی

اتم‌های مواد پارامغناطیسی، خاصیت مغناطیسی دارند؛ اما دوقطبی‌های مغناطیسی وابسته به آن‌ها، به‌طور کاتوره‌ای سمت‌گیری کرده‌اند و میدان مغناطیسی خالصی ایجاد نمی‌کنند. مواد پارامغناطیسی در حضور میدان‌های مغناطیسی قوی، خاصیت مغناطیسی ضعیف و موقت پیدا می‌کنند. اورانیم، پلاتین، آلومینیم، سدیم، اکسیژن و اکسید نیتروژن ازجمله مواد پارامغناطیسی‌اند.

مواد دیامغناطیسی

اتم‌های مواد دیامغناطیس نظیر مس، نقره، سرب و بیسموت به‌طور ذاتی فاقد خاصیت مغناطیسی‌اند؛ به عبارت دیگر، هیچ‌یک از اتم‌های این مواد، دارای دوقطبی مغناطیسی خالصی نیستند. با وجود این، حضور میدان مغناطیسی خارجی، می‌تواند سبب القای دوقطبی‌های مغناطیسی در خلاف سوی میدان خارجی، در مواد دیامغناطیسی شود. (توسط آهنربا دفع می‌شوند.)

مواد فرومغناطیسی

- **فرومغناطیس نرم**: در میدان مغناطیسی، سریعاً آهنربا می‌شوند و در غیاب آن سریعاً خاصیت آهنربایی خود را از دست می‌دهند.
- **فرومغناطیس سخت**: به‌سختی آهنربا می‌شوند و به‌سختی خاصیت آهنربایی خود را از دست می‌دهند. مثل فولاد (آهن به‌اضافهٔ ۲ درصد کربن)، آلیاژهای آهن، کبالت و نیکل.

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ‌ماز

فصل ۴ فیزیک یازدهم

القا

پدیدهٔ القای الکترومغناطیسی

در حدود سال ۱۸۳۱ میلادی، دانشمندی انگلیسی به نام مایکل فاراده با انجام آزمایشی دریافت که با دور و نزدیک کردن یک آهنربا به یک پیچه متصل به گالوانومتر (آمپرسنج حساس)، عقربه آن تغییر می‌کند؛ یعنی در پیچه (سیم‌پیچ) متصل به گالوانومتر جریان الکتریکی ایجاد یا به عبارتی القا می‌شود.

دو نکتهٔ مهم:
۱- فاراده به هنگام این کشف، به‌جای آهنربای دائمی، از آهنربای الکتریکی استفاده کرد.
۲- باتری به پیچه و گالوانومتر متصل نبود.

قانون القای الکترومغناطیسی فاراده

- شار مغناطیسی: $\Phi = BA\cos\theta$
- نیروی محرکهٔ القایی: $\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$
- جریان: $\bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R}$
- توان: $P = \frac{\varepsilon^2}{R}$

قانون لنز

مطابق قانون لنز، جهت جریان القایی به‌گونه‌ای است که با تغییر شار مغناطیسی مخالفت کند.

اگر شار عبوری از حلقه درحال افزایش باشد، جهت جریان القایی در حلقه به‌گونه‌ای خواهد بود که در قسمتی از حلقه که نزدیک سیم است، جهت آن با جهت جریان سیم مخالف باشد (به عبارت دیگر میدان القایی در خلاف جهت میدان اصلی ایجاد می‌شود.)

اگر شار عبوری از حلقه درحال کاهش باشد، جهت جریان القایی در آن به‌گونه‌ای خواهد بود که در قسمتی از حلقه که نزدیک سیم راست است، جهت آن با جهت جریان سیم موافق باشد. (به عبارت دیگر میدان القایی در جهت میدان اصلی ایجاد می‌شود.)

القاگر

القاگر آرمانی یک سیملوله با مقاومت الکتریکی ناچیز است که با عبور جریان الکتریکی از آن، درون آن انرژی ذخیره می‌شود. القاگر آرمانی فقط می‌تواند انرژی را در خود ذخیره کنید یا آن را آزاد کند ولی انرژی را مصرف نمی‌کند.

- خود ـ القاوری
- ضریب القاوری: $L = \mu_{\circ}\frac{AN^2}{\ell}$
- انرژی ذخیره‌شده در القاگر: $U = \frac{1}{2}LI^2$
- جریان متناوب: $I = I_m\sin(\frac{2\pi}{T}t)$ و $\Phi = BA\cos(\frac{2\pi}{T}t)$
- مبدل: $\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir