

فصل چهارم

القای الکترومغناطیسی و جریان متناوب

پیامدها

دانش آموzan با درک مفاهیم این فصل :

- با پدیده القای الکترومغناطیسی و کاربردهای آن در زندگی روزمره (مثل تولید جریان متناوب) آشنا می شوند.
- با عامل های مؤثر بر اندازه جریان القایی و چگونگی تعیین جهت آن آشنا می شوند.
- با اثر خودالقاوی و ضریب خودالقاوی سیم لوله آشنا می شوند.
- با پدیده القای متقابل آشنا می شوند.
- با جریان متناوب و ویژگی های آن آشنا می شوند.
- با اساس کار مبدل ها و انواع آنها آشنا می شوند.

چه شناختی مطلوب است؟

- اساس کار مولدها برای تولید جریان الکتریکی، قانون القای الکترومغناطیسی فاراده است.
- با تغییر سطح، چرخاندن و یا تغییر میدان مغناطیسی، می توان در یک پیچه جریان الکتریکی الفا کرد.
- شار مغناطیسی کمیتی نزدیک است و برای میدان یکنواخت $\vec{B} = AB \cos \theta$ از رابطه به دست می آید.
- هرچه مقاومت پیچه یا مداری که در آن شار مغناطیسی تغییر می کند، بیشتر باشد، جریان کوچک تری در آن القا می شود.
- جهت جریان القایی را در یک مدار، می توان به کمک قانون لنز تعیین کرد.
- از القاگرها می توان برای تولید میدان مغناطیسی و همچنین ذخیره انرژی استفاده کرد.
- یکی از کاربردهای مهم اثر القای الکترومغناطیسی فاراده، تولید جریان متناوب است.
- یکی از مزیت های مهم توزیع توان الکتریکی dc بر ac آن است که افزایش و کاهش ولتاژ ac ، بسیار آسان تر از dc است.

چه پرسش‌هایی اساسی است و باید در نظر گرفته شوند؟

- چه عواملی سبب القای جریان الکتریکی در یک پیچه می‌شود؟
- شار مغناطیسی گذرنده از یک پیچه به چه عواملی بستگی دارد؟
- یکای شار مغناطیسی در SI چیست؟
- چگونه به کمک قانون لنز می‌توان جهت جریان القایی در یک پیچه را تعیین کرد؟
- نقش القاگرها در یک مدار الکتریکی چیست؟
- پدیده خودالقاوری چیست؟
- ترجیح جریان ac بر dc در توزیع توان الکتریکی چیست؟

در پایان این واحد یادگیری دانشآموzan چه دانش و مهارت‌های اساسی را کسب می‌کنند؟

دانشآموzan خواهد داشت که :

- پدیده القای مغناطیسی اساس تولید جریان الکتریکی است.
- شارعبوری از یک پیچه به چه عواملی بستگی دارد.
- به کمک قانون لنز چگونه می‌توان جهت جریان القایی را پیدا کرد.
- انرژی مغناطیسی ذخیره شده در یک القاگر به چه عواملی بستگی دارد.
- ضربی القاواری یک القاگر به چه عواملی بستگی دارد.
- نقش مفید و مضر القای متقابل در مدارهای الکترونیکی در چیست.
- سازوکار تولید جریان متناوب چگونه است.

دانشآموzan قادر خواهد بود :

- کاربرد پدیده القای الکترو مغناطیسی را بیان کنند و به کمک آزمایش پدیده القای الکترومغناطیسی را نشان دهند.
- اثر سطح، تعداد دور و زاویه سطح با B را در پدیده القای الکترومغناطیسی با انجام آزمایش‌های ساده نشان دهند.
- نقش مقاومت پیچه یا سیم‌لوله را در تولید جریان متناوب بیان کنند و به طور تجربی آن را بررسی کنند.
- پدیده خود القاواری را شرح دهند و به کمک آزمایش آن را نشان دهند.
- نقش ضربی القاواری را در ذخیره انرژی در یک القاگر توضیح دهند.
- اهمیت انتقال انرژی الکتریکی را به روش متناوب بیان کنند.
- با ساخت یک مبدل با تعداد دور متفاوت، ولتاژ دوسریک باتری را به گونه‌ای تغییر دهند که مناسب مصرف کننده باشد.

بودجه‌بندی پیشنهادی



جلسهٔ اول : بررسی تصویر شروع فصل + مقدمهٔ فصل +
بخش ۱-۴

جلسهٔ دوم و سوم : بخش ۲-۴

جلسهٔ چهارم : بخش ۳-۴

جلسهٔ پنجم تا هفتم : بخش ۴-۴ تا پایان فصل

جلسهٔ هشتم : ارزشیابی فصل ۴

بررسی پرسش‌ها و مسئله‌های فصل ۴ را در هر جلسه توزیع کنید و یا برای پرسش‌ها و مسئله‌های باقیمانده، قبل از ارزشیابی فصل، یک جلسه اختصاص دهید.

توجه : برای آزمایش‌های پیشنهادی در راهنمای معلم (که در نسخه ویدیویی این فصل نیز انجام شده است) ترجیحاً مدت زمان یک جلسه را در طول تدریس این فصل منظور کنید.

توجه دانشآموzan را به تصویر ورودی فصل و متن زیر آن جلب کنید تا به اهمیت دانشی که در این فصل می‌آموزند آگاه شوند. این تصویر به کاربردهای مفاهیم این فصل (القای الکترومغناطیسی) اشاره دارد. افزون بر این کاربرد می‌توانید با مثال‌های کاربردی دیگر، زمینه مناسبی را برای ورود به فصل آماده سازید.

راهنمای تدریس : ابتدا توجه دانشآموzan را به تصویر ورودی فصل و متن زیر آن جلب کنید تا زمینه مناسب برای ورود به فصل فراهم شود.

برای بررسی بیشتر این موضوع، مطابق آزمایش پیشنهادی که در مجموعه فیلم‌های مرتبط با آزمایش‌های فیزیک ۲ آمده است، ابتدا به کمک دانشآموzan بررسی کنید که نوار سیاه رنگ پشت کارت‌های بانکی، یک نوار مغناطیسی با خاصیت آهنربایی نسبتاً ضعیف است. در ادامه می‌توانید از دانشآموzan سؤال کنید که به نظر آنها : چگونه کشیدن کارت درون شکاف کارت‌خوان، سبب خواندن اطلاعات روی کارت می‌شود؟





در ادامه دانشآموzan با جزئیات بیشتری می‌توانند به پرسش زیر تصویر پاسخ دهند و دلیل کشیده شدن کارت بانکی را درون دستگاه کارت‌خوان توضیح دهند.

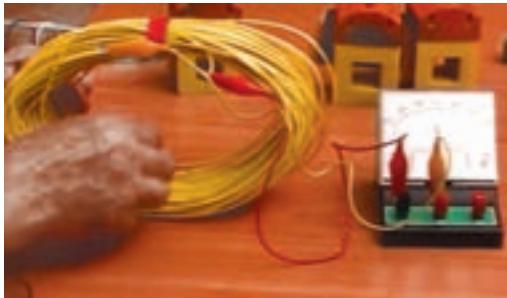
افزون بر مثال مربوط به کارت‌خوان، می‌توانید به کاربردهای دیگری از پدیده القای الکترومغناطیسی اشاره کنید. مثلاً در فروشگاه‌های بزرگ لباس برای جلوگیری از بهسرقت رفتن لباس‌ها امروزه در ورودی فروشگاه دروازه‌هایی تعییه می‌شود و روی هر یک از لباس‌ها هم یک قطعه فلزی نصب می‌کنند.

اگر لباسی که فروشنده قطعه محافظ آن را جدا نکرده باشد از دروازه بگذرد آژیر به صدا درمی‌آید. در ورودی فرودگاه یا مکان‌های مهم امنیتی که می‌خواهد وجود اشیای خاص فلزی مثل انواع اسلحه‌های سرد و گرم را ردیابی کنند به جای بازدید بدین افراد را از دروازه یک دستگاه آشکارساز فلز عبور می‌دهند. در این گونه موقع از افراد می‌خواهند تا قبل از ورود به دستگاه وسایل فلزی همراه خود را تحويل دهند.

۴-۱-۱- پدیده القای الکترومغناطیسی

راهنمای تدریس : مطابق الگوی کتاب، ابتدا به کمک آزمایش داش آموzan را با پدیده القای الکترومغناطیسی فاراده آشنا کنید. این آزمایش را به شکل‌های مختلف و با ابزارهای متفاوتی می‌توان انجام داد که تعدادی از این روش‌ها در مجموعه فیلم‌های مرتبط با آزمایش‌های کتاب فیزیک ۲ موجود است و از طریق سایت گروه فیزیک می‌توانید به آنها دسترسی داشته باشید. از آنجا که آهنرباهای دائم به شکل فعلی در اختیار فاراده نبود، مطابق شکل ۴-۱، وی از آهنربای الکتریکی برای مشاهده و بررسی این پدیده استفاده کرد.

آشکارسازهای فلز در ورودی فروندگاه یا ساختمان‌های دولتی



در هنگام ورود به یک فروندگاه معمولاً چمدان‌ها و وسایل را از دستگاه پرتو X عبور می‌دهیم و خودمان از آشکارساز فلز می‌گذریم. آشکارسازهای فلزی در همه فروندگاه‌ها معمولاً از نوع آشکارسازها (Pulse Induction) است. در این نوع آشکارسازها پیچه‌هایی از سیم در دو طرف دروازه به عنوان فرستنده و گیرنده گذاشته می‌شوند که در آنها متناویاً جریان‌هایی فرستاده می‌شود. هر تپ جریان الکتریکی که تغییرات چند میکروثانیه‌ای دارد میدان مغناطیسی کوچک و متغیری تولید می‌کند. تغییر میدان مغناطیسی روی پیچه مقابل جریان دیگری القا می‌کند. این جریان القایی را تپ بازنایی می‌نامیم که فقط حدود ۳۰ میکروثانیه دوام دارد. سپس تپ بعدی ارسال و این فرآیند دوباره تکرار می‌شود. در این آشکارسازها معمولاً در هر ثانیه حدود ۱۰۰ تپ فرستاده می‌شود. البته تعداد تپ‌های ارسالی بسته به کارخانه سازنده می‌تواند از ۲۵ تا ۱۰۰۰ تپ در ثانیه باشد.

اگر وسیله‌ای فلزی در بین دروازه‌های این آشکارسازها قرار گیرد میدان مغناطیسی متغیر روی آن جریانی القا می‌کند که سوی آن به گونه‌ای است که میدان مغناطیسی اولیه را تضعیف کند و تجهیزات الکترونیکی این تغییر میدان را ثبت و مدار آذیر را فعال می‌کنند. چنانچه یک کلاف سیم بر ق کشی در اختیار داشته باشید، دوسر کلاف را به یک گالوانومتر حساس یا میلی ولتسنج وصل کنید. در حضور یک میدان مغناطیسی نسبتاً قوی (ایجاد شده توسط آهنربای دائم یا آهنربای الکتریکی) حالت‌های مختلف شکل ۲-۴ و شکل ۳-۴ (کتاب درسی، رانجام دهید تا داش آموزان باعوامل متفاوتی که می‌تواند منجر به ایجاد نیروی حرکت القایی یا جریان القایی به طور عملی آشنا شوند و قانون القای الکترومغناطیسی فاراده را تحقیق کنید).

۴-۲- قانون القای الکترومغناطیسی فاراده

راهنمای تدریس : با انجام فعالیت‌های ساده‌ای مطابق شکل‌های الف و ب، می‌توانید دانشآموزان را با مفهوم شار و کمیت‌های وابسته به آن آشنا کید.



در شکل الف، سطح حلقه بر جریان آب خروجی عمود است، در شکل ب نیم خط عمود بر سطح حلقه با امتداد جریان آب، زاویه می‌سازد و در شکل پ از دو حلقه با سطح متفاوت استفاده شده است. همان‌طور که در «قسمت توجه» نیز اشاره شده است برای رسم نیم خط عمود بر یک سطح دو جهت وجود دارد که انتخاب هر کدام به یک اندازه مفید است ولی در حل یک مسئله، همواره باید به انتخاب یک جهت پاییند باشیم. شکل زیر می‌تواند درک خوبی از نیم خط عمود بر سطح حلقه برای دانشآموزان فراهم کند.



(ب)

(الف)

الآن يطلبون مني أن أجرب على تجربة ملائكة الله، فهل أستطيع ذلك؟

کلیه این موارد را می‌توان با توجه به این نتایج در میان افراد مبتلا به آن می‌دانند و از آنها برای ایجاد احتیاط در این افراد پیشگیری کرد.

[View all posts by admin](#)

$$A_1 = 20 \text{ cm}^2 = 2/0 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$B = \circ / \circ \Psi T, \Phi_1 = ?, \theta = \circ$$

$$\Phi_s = BA_s \cos\theta$$

$$= (\textcircled{o}/\textcircled{o} T)(\textcircled{4}/\textcircled{5} \times 1 \textcircled{o}^{-1} m^{\textcircled{r}}) \cos \textcircled{o}$$

$$= V/\Omega \times 10^{-5} \text{ Wb}$$

(ب)

$$A_r = V_0 \times V_0^{-r} m^r, \Phi_r = ?$$

$$\Phi_r = BA\cos\theta = 3/\circ \times 1\circ^{-1} \text{Wb}$$

(ب)

$$\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{(\Upsilon / \circ - \Upsilon / \delta) \times 1 \circ^{-\delta} \text{Wb}}{\circ / \text{s}} = -\Upsilon / \delta \times 1 \circ^{-\delta} \text{Wb/s}$$

لهم اجعلني من اصحاب حسنة الارض

تمرين ٤-١

(الف)

هدف از این پرسش این است که قبل از معرفی رابطه قانون القای فاراده، دانش آموزان با یکای آهنگ تغییرات شار (Wb/s) که از جنس نیروی محرکه الکتریکی است (با یکای ولت) آشنایی شوند.

تمرین ۴

$$\Delta t = ۰/۴۵\text{s}, A = ۱۰۰\text{cm}^۲$$

رو به بالا

رو به پایین

(جهت بالا را مثبت فرض کرده ایم.)

الف)

$$\bar{\mathcal{E}} = ?$$

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

تفعیرات شار ناشی از تغییرات جهت و اندازه میدان است.

به این ترتیب

$$\Phi_1 = B_1 A \cos \theta_1 = (۰/۲۸\text{T})(۱۰۰\text{cm}^۲) \cos ۰^\circ$$

$$= ۲/\lambda \times ۱۰^{-۲}\text{Wb}$$

$$\Phi_۲ = B_۲ A \cos \theta_۲ = (۰/۱۷\text{T})(۱۰۰\text{cm}^۲) \cos ۹۰^\circ$$

$$= -۱/\lambda \times ۱۰^{-۲}\text{Wb}$$

$$\Delta \Phi = \Phi_۲ - \Phi_۱ = -۱/\lambda \times ۱۰^{-۲}\text{Wb} - ۲/\lambda \times ۱۰^{-۲}\text{Wb}$$

$$= -۴/۵ \times ۱۰^{-۳}\text{Wb}$$

$$\bar{\mathcal{E}} = -\frac{(-۴/۵ \times ۱۰^{-۳}\text{Wb})}{۰/۴۵\text{s}} = ۱۰^{-۴}\text{V}$$

ب)

$$I = |\bar{\mathcal{E}}|/R = (۱۰^{-۴}\text{V})/(۱۰\Omega) = ۱۰^{-۶}\text{A} = ۱\text{mA}$$

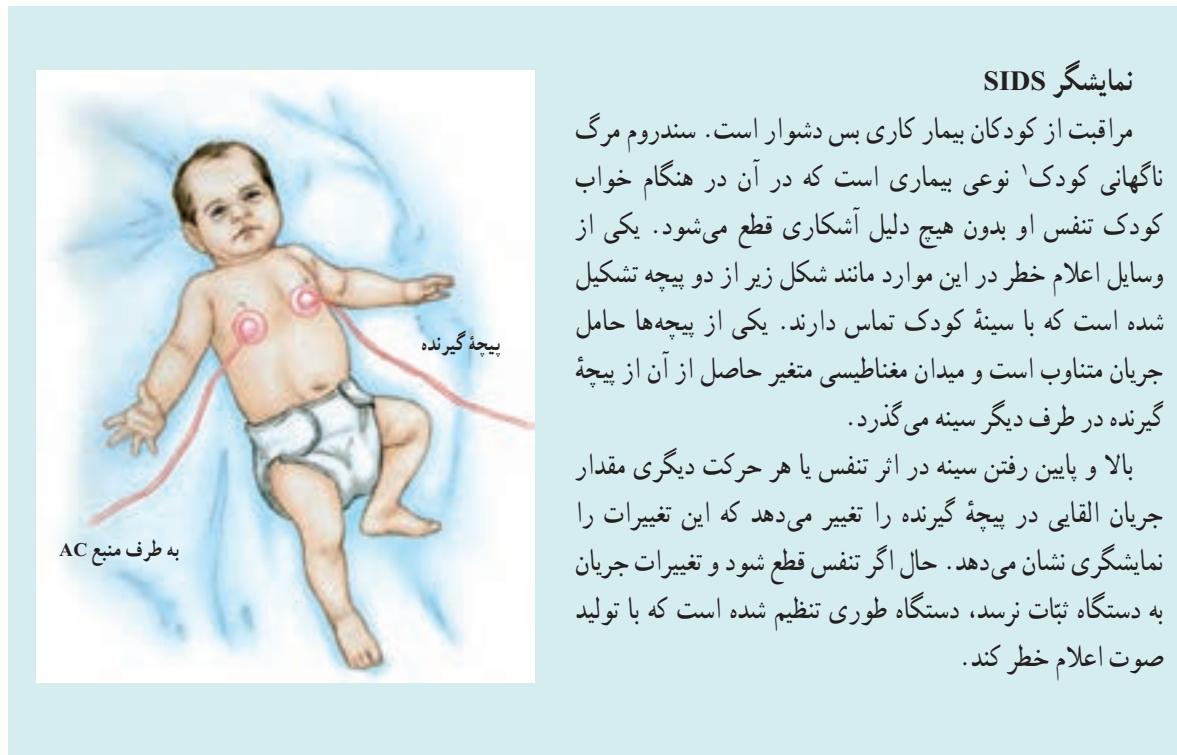




پرسش ۴

دانشآموزان با توجه به آشنایی با پدیده القای الکترومغناطیسی فاراده به سادگی می‌توانند به این پرسش پاسخ دهند. با هر بار عبور آهنربا از جلوی پیچه، جریانی در آن القا می‌شود. تندی سنج با شمارش تعداد تیپ‌های جریان در واحد زمان، تندی دوچرخه را گزارش می‌دهد.

دانستنی برای معلم



نمایشگر SIDS

مراقبت از کودکان بیمار کاری بس دشوار است. سندروم مرگ ناگهانی کودک^۱ نوعی بیماری است که در آن در هنگام خواب کودک تنفس او بدون هیچ دلیل آشکاری قطع می‌شود. یکی از وسائل اعلام خطر در این موارد مانند شکل زیر از دو پیچه تشکیل شده است که با سینه کودک تماس داردند. یکی از پیچه‌ها حامل جریان متناوب است و میدان مغناطیسی متغیر حاصل از آن از پیچه گیرنده در طرف دیگر سینه می‌گذرد.

بالا و پایین رفتن سینه در اثر تنفس یا هر حرکت دیگری مقدار جریان القای در پیچه گیرنده را تغییر می‌دهد که این تغییرات را نمایشگری نشان می‌دهد. حال اگر تنفس قطع شود و تغییرات جریان به دستگاه ثبات نرسد، دستگاه طوری تنظیم شده است که با تولید صوت اعلام خطر کند.

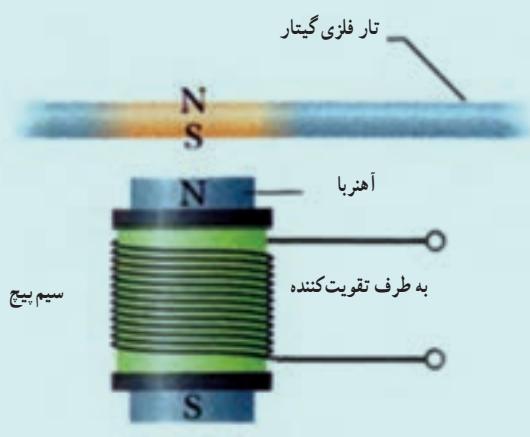
گیتار الکتریکی

صدای یک گیتار آکوستیکی ناشی از نوسان تارهای آن و تشدید صوت در بدنهٔ توخالی آن است. در حالی که در گیتار الکتریکی این اتفاق رخ نمی‌دهد. در گیتار الکتریکی نوسان تارهای فلزی به سیگنال الکتریکی تبدیل شده و توسط یک مدار الکتریکی تقویت می‌شود. سپس سیگنال تقویت شده به بلندگوها فرستاده می‌شود.

اساس کار در گیتار الکتریکی به این صورت است که سیم پیچی به دور یک هستهٔ مغناطیسی پیچیده شده است. این مجموعه در مجاورت تار گیتار قرار می‌گیرد. میدان مغناطیسی آهنربا در بخشی از تار فلزی واقع در بالای آهنربا یک قطب شمال و یک قطب جنوب به وجود می‌آورد. پس، این بخش از تار نیز خود دارای میدان مغناطیسی می‌شود. وقتی به تار آن زخم زده می‌شود و آن را به نوسان در می‌آورد حرکت تار نسبت به پیچه سبب تغییر شار میدان مغناطیسی عبوری از پیچه و القای جریان می‌شود. هنگام ارتعاش تار و دور و نزدیک شدن آن به پیچه جهت جریان القایی با همان بسامد نوسان تار تغییر می‌کند و سیگنالی با این بسامد به تقویت کننده و بلندگو منتقل می‌کند.

می‌توان این پرسش را مطرح کرد.

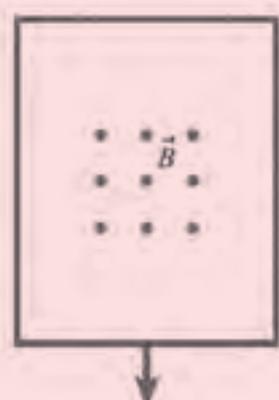
پرسش : به نظر شما تغییر کدام کمیت در گیتار الکتریکی جریان الکتریکی القایی را به وجود می‌آورد؟



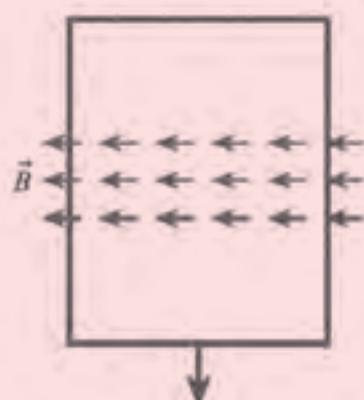
پاسخ : تغییر اندازهٔ بردار مغناطیسی چون با تکان‌های سیم گیتار، مقدار بردار در مکان‌های مختلف فرق می‌کند.

پرسش‌های پیشنهادی بخش‌های ۱-۴ و ۲-۴

- ۱ در شکل‌های الف و ب دو حلقه رسانا در جهت نشان داده شده و با وجود میدان مغناطیسی یکنواختی کشیده می‌شوند. در کدام حالت جریان القایی در حلقه ایجاد می‌شود؟ توضیح دهید.

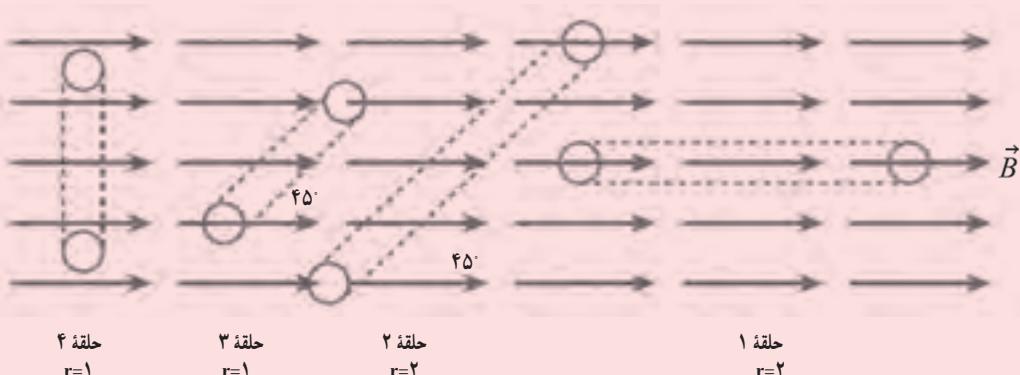


(ب)

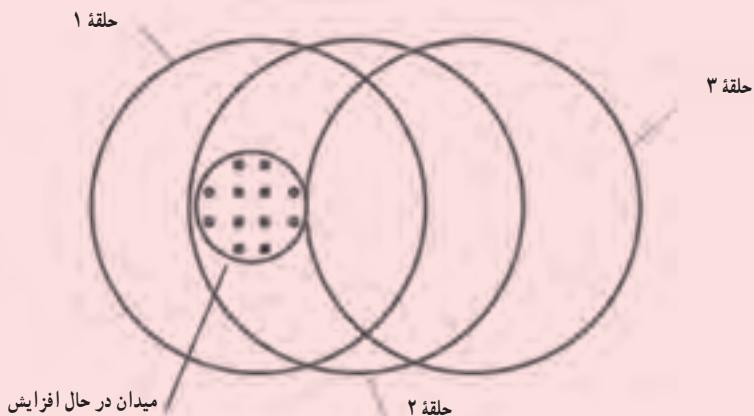


(الف)

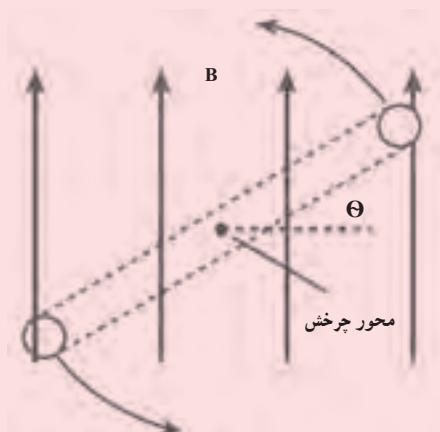
- ۲ شکل زیر چهار حلقه دایره‌ای را عمود بر صفحه کاغذ و با وجود میدان مغناطیسی یکنواختی نشان می‌دهد. شعاع حلقه‌های ۱ و ۲ دو برابر حلقه‌های ۳ و ۴ است. شارعبوری از هر حلقه را از بیشترین تا کمترین مقدار به ترتیب بنویسید.



۳ سه حلقه رسانای مشابه مطابق شکل زیر نسبت به هم قرار دارند و میدان مغناطیسی در حال افزایشی در ناحیه نشان داده شده وجود دارد. حلقه ها را به ترتیب از پیشترین تا کمترین نیروی محکم القای ایجاد شده در آنها بنویسید.



۴ یک حلقه دایره‌ای با سرعت ثابت حول محوری که از مرکز آن می‌گذرد، مطابق شکل زیر از زاویه صفر تا 36° درجه می‌چرخد. این حلقه عمود بر صفحه کاغذ است و میدان مغناطیسی یکنواختی به طرف بالا وجود دارد.
 الف) در چه زاویه یا زاویه‌هایی شارعبوری از حلقه بیشینه است?
 ب) در چه زاویه یا زاویه‌هایی شارعبوری از حلقه کمینه است?



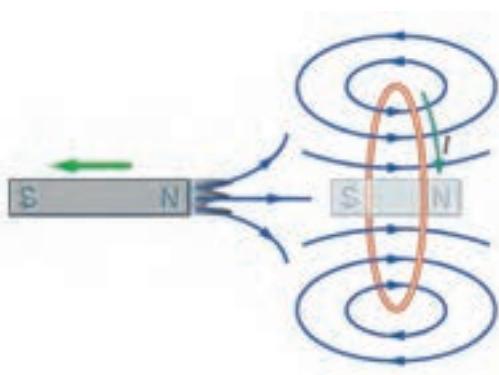
۳-۴- قانون لنز



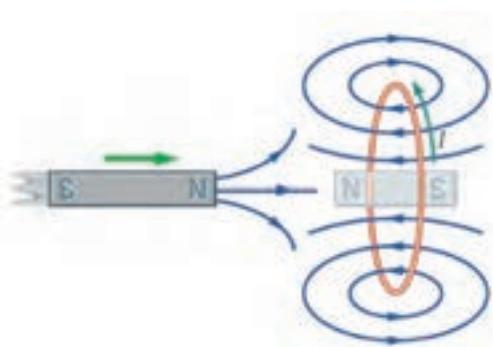
راهنمای تدریس: قانون لنز هرچند بیان ساده و روشنی دارد با این وجود بررسی‌های مختلف نشان داده است که دانش‌آموزان در کاربرد آن و تعیین جهت جریان القایی در یک مولد معمولاً چهار اشتباه می‌شوند.

در کتاب‌های درسی از دو رهیافت تزدیک به هم برای بیان این قانون و چگونگی تعیین جهت جریان القایی استفاده می‌شود که یک رهیافت آن در شکل ۴-۵ آمده است.

رهیافت دیگر، که در ادامه توضیح داده شده است نیز به همان اندازه رهیافت کتاب مفید است. مطابق رهیافت دوم، وقتی آهنربایی مثلاً با قطب N به حلقه‌ای رسانا تزدیک می‌شود، سمتی از حلقه که رو به روی آهنرباست، مانند قطبی همنام با آهنربا رفتار می‌کند و می‌خواهد با تزدیک شدن آهنربا مخالفت کند (شکل الف). همچنین هنگام دور شدن آهنربا از حلقه، سمتی از حلقه که رو به روی آهنرباست، مانند قطبی ناهمنام با آهنربا رفتار می‌کند و می‌خواهد با دور شدن آهنربا از حلقه مخالفت کند (شکل ب).



(ب)



(الف)

همان‌طور که دیده می‌شود، رهیافت کتاب مبتنی بر مخالفت با تغییر شار است، درحالی که رهیافت دوم مبتنی بر مخالفت با حرکت آهنرباست.

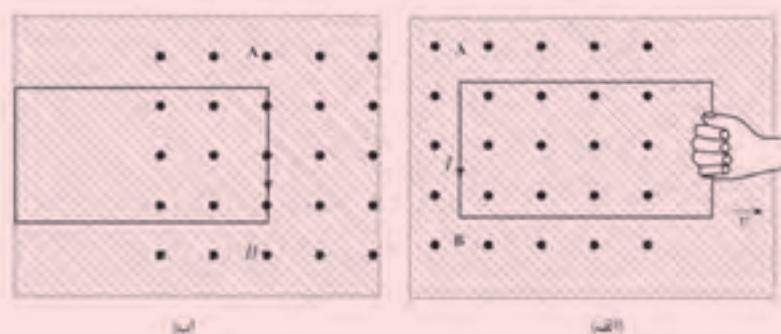
لازم است دانش‌آموزان توجه کنند که قانون لنز برای مدارهای بسته‌ای که به هر دلیل در آنها جریان القایی شود کاربرد دارد

(شکل الف)، در حالی که اگر مدار بسته نباشد، مشابه (حلقه ناکامل) شکل ب، نه جریانی در مدار القا می‌شود و نه می‌توان از قانون لنز برای تعیین جهت آن استفاده کرد.

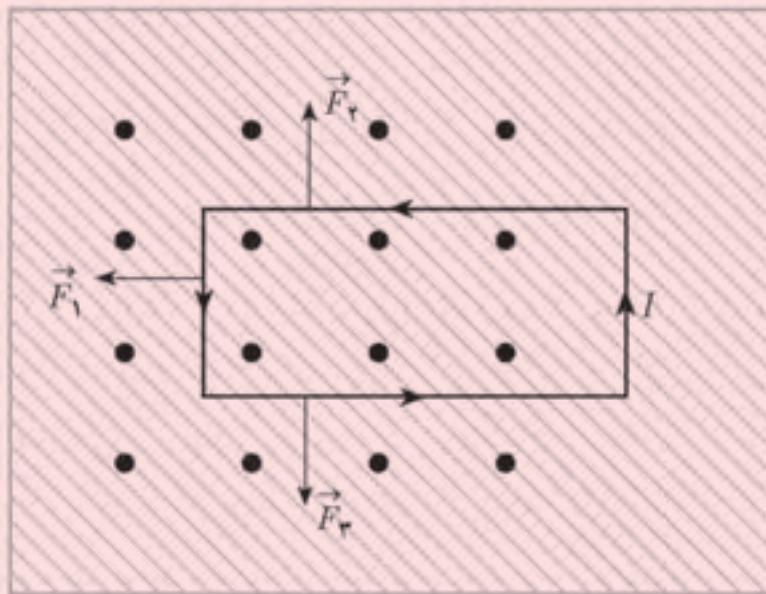


دانستنی برای معلم

بررسی میکروسکوپیک قانون لنز با استفاده از قانون پایستگی انرژی یک حلقة مستطیل شکل را که در صفحه‌ای عمود بر میدان مغناطیسی یکنواخت B (شکل زیر) قرار دارد، درنظر بگیرید و فرض کنید که شخصی این حلقه را از چپ به راست می‌کشد. اگر مسئله را از دید یک ناظر بیرونی (مثلاً سوار بر آهنربا) بررسی کنیم، متوجه می‌شویم که از دید این ناظر، بر حامل‌های بارِ مثبت، نیروی طبق رابطه $\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B}$ وارد می‌شود. از قاعده دست راست در می‌یابیم که امتداد اثر این نیرو در شاخه AB رو به پایین است. از آنجا که جهت قراردادی جریان، جهت حرکت بارهای مثبت فرضی است پس با کشیدن حلقة به سمت راست، جریانی پاد ساعتگرد در حلقة تولید می‌شود. جالب آنکه اگر حلقه را از راست به چپ به درون هُل دهیم در حلقة جریان ساعتگرد ایجاد می‌شود. حال بیایید مسئله را از دید ناظری سوار بر حلقة بررسی کنیم؛ از آنجا که این ناظر، حرکت حلقة را مشاهده نمی‌کند، باید برقراری جریان را، که چیزی واقعی است و نباید به ناظرها وابسته باشد، طوری دیگر توجیه کند. این ناظر بالاخره مجبور می‌شود به این نتیجه منطقی برسد که چون در نبود حرکت حلقة نیروی که می‌تواند بارها را در حلقة به حرکت درآورد، نیروی الکتریکی است، پس یک میدان مغناطیسی متغیر میدان الکتریکی ای تولید می‌کند که بارها را در جهت پاد ساعتگرد به حرکت درمی‌آورد.



حال با توجه به اینکه می‌دانیم بر یک رسانای حامل جریان در میدان مغناطیسی، نیرویی برابر $\vec{F} = I \vec{l} \times \vec{B}$ وارد می‌شود، آنگاه با استفاده از قاعده دست راست در می‌یابیم که بر اضلاع مستطیل، نیروهایی مطابق شکل زیر وارد می‌شوند. بدیهی است که \vec{F}_\perp یکدیگر را ختنی می‌کنند و بنابراین، این فقط \vec{F}_\parallel است که در برابر حرکت مقاومت می‌کند. توجه کنید که اگر حلقه را به طرف داخل میدان حرکت می‌دادیم، جهت جریان ساعتگرد و در نتیجه جهت نیروی \vec{F}_\parallel ، خلاف جهت قبلی و دوباره در جهت مخالفت با عاملی به وجود آورنده آن می‌شد.



حال می‌خواهیم ثابت کنیم که قانون لنز در واقع چیزی جز پایستگی انرژی نیست. دیدیم که ناظر سوار بر حلقه وجود جریان را به نیروی الکتریکی نسبت می‌دهد. بدیهی است که مقدار این نیرو باید با نیروی مغناطیسی که ناظر سوار بر آهنربا محاسبه می‌کرد، برابر باشد: $E = qvB$ ، و از آنجا $E = qvB$ به دست می‌آید. از طرفی، اختلاف پتانسیل دو سر میله AB از رابطه $E = El$ به دست می‌آید که با درنظر گرفتن رابطه بالا به $E = vBl$ خواهد انجامید. می‌دانیم که جریان موجود در مدار را می‌توان از رابطه $I = \frac{E}{R}$

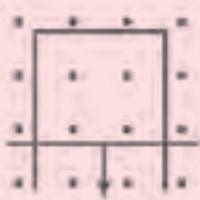
که R مقاومت مدار است، محاسبه کرد؛ چون $E = vBl$ است، پس $F = IlB = \frac{l^2 B^2 v}{R}$ و از آنجا $I = \frac{vBl}{R}$ خواهد شد.

بنابراین، عاملی که حلقه را می‌کشد، با توان ثابت $P = Fv = \frac{B^2 l^2 v^2}{R}$ کار انجام می‌دهد. حال اگر آهنگ تولید انرژی در مدار از رابطه $P = I^2 R$ محاسبه کنیم، دوباره به رابطه بالا می‌رسیم. به عبارت دیگر، قانون لنز چیزی جز تبدیل کار مکانیکی به انرژی گرمایی نیست. کار انجام شده روی سیستم، درست برابر با انرژی داخلی القا شده در سیم است؛ زیرا اینها تنها انرژی‌هایی هستند که در سیستم به یکدیگر تبدیل می‌شوند.

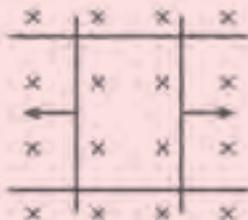
پرسش‌های پیشنهادی بخش ۴—۳

- ۱ در شکل زیر یک یا چند قسمت از حلقه‌های رسانا با سرعت ثابتی درون میدان مغناطیسی یکنواختی حرکت می‌کنند. جهت جریان القای را در هر حلقة تعیین کنید.

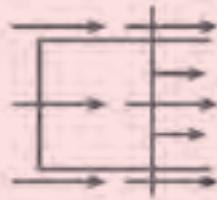
(ب)



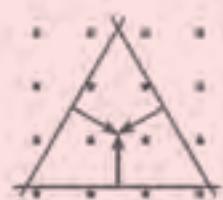
(ب)



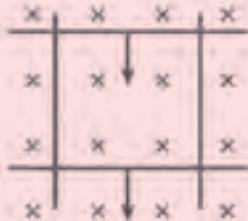
(الف)



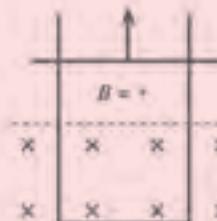
(ج)



(د)

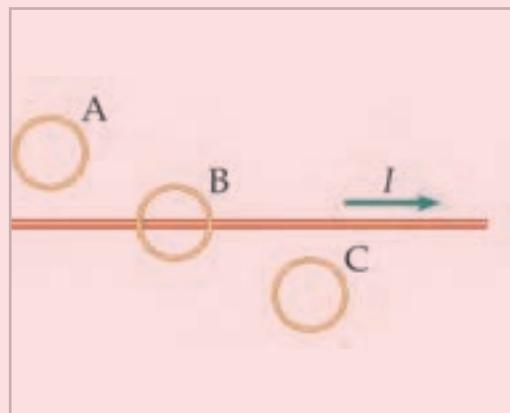


(ت)

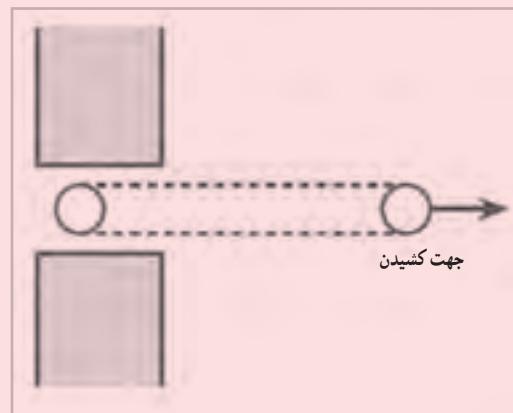


- ۲ در شکل چ مقطع حلقه‌ای نشان داده شده است که در حال کشیده شدن از بین قطب‌های دو آهنرباست. جهت جریان القای را در هر مقطع حلقه با علامت \circ یا \times مشخص کنید.

- ۳ جریان عبوری از سیم راست افقی در حال افزایش است (شکل ح). جهت جریان القای را در هر یک از حلقه‌ها تعیین کنید.



(ح)



(ج)

۳-۴ پرسش

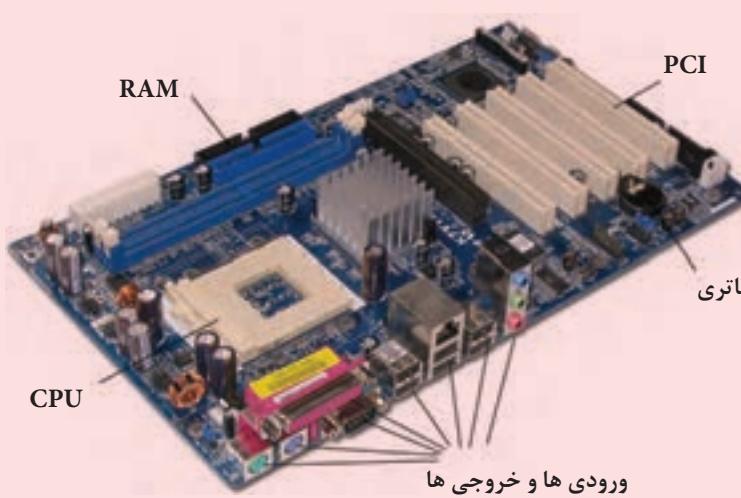
(الف) با توجه به قانون لنز، آهنگا در حال دورشدن از پیچه است؛ یعنی رو به پایین حرکت می‌کند.

(ب) جهت میدان \vec{B} ناشی از سیم حامل جریان I، در محل حلقه برونسو است. چون جریان I در حال افزایش است، بنابراین قانون لنز باید جهت جریان در حلقه، ساعتگرد باشد تا با افزایش شارعبوری از حلقه، مخالفت کند.



۴-۴-۱ القاگرها

راهنمای تدریس: تا اینجا دانشآموزان آزمایش‌های مربوط به القای الکترومغناطیسی را با پیچه‌های مختلف (که نوعی القاگر هستند) انجام داده‌اند هر چند برای آنها، نام القاگر به کار نبرده‌اند. در این بخش شکل ۴-۶ دانشآموزان را با انواع مختلف القاگر آشنا کنید. به این منظور، انواع القاگر که در آزمایشگاه موجود است را به کلاس درس ببرید و در اختیار دانشآموزان قرار دهید تا با انواع القاگر آشنا شوند و در صورت لزوم به کاربرد آنها در مدارهای مختلف نیز می‌توانند اشاره کنند.



به عنوان یک فعالیت ساده می‌توانید، مادربرد^۱ یک رایانه را به کلاس درس ببرید و ضمن اینکه دانشآموزان با برخی از قطعات آن که تاکنون با آنها آشنا شده‌اند (مقاومت و خازن) با القاگرهای تعییه شده روی مادربرد نیز آشنا شوند.

آزمایش ۴-۲، که آزمایشی ساده و مفید برای دیدن پدیده خود-القاوری است به چندین روش در مجموعه فیلم‌های مربوط به آموزش مجازی فیزیک ۲ آمده است که توصیه می‌شود آن را مشاهده کنید.

اثبات ضرب القاوری مربوط به سیم‌لوله، جزو اهداف این کتاب نیست و صرفاً مطابق رابطه ۴-۴ باید گزارش شود و دانشآموزان باید به عوامل دخیل در مقدار این کیمی آشنا شوند.

توجہ

همان طور که نتیجه مثال ۴-۵ نیز نشان می دهد H_1 برای ضریب القاوری یک القاگر عدد بسیار بزرگی است و برای سیمولهای با حدود ۲۰۰۰ دور و طول $m/6$ ، این ضریب از مرتبه میلی هانزی (mH) است. این موضوع در بخش اول تمرین ۳-۴ مورد توجه قرار گرفته است.

تمرين ٤-٣

1

$$N = ? , \quad l = \gamma/\lambda m$$

$$A = 1 \circ \text{cm}^r, L = 1 \text{H}$$

$$L = \mu_0 \frac{AN}{\ell}$$

$$H = (\pi \times 10^{-4} T \cdot m/A) \times \frac{(1 \times 10^{-4} m)^N}{10^4 \times 10^{-4} m}$$

$$\Rightarrow N^{\gamma} = \frac{\gamma/\lambda}{4\pi \times 10^{-9}} \simeq \gamma / \gamma \times 10^{\lambda}$$

در این صورت $N \approx 15000$ دور خواهد شد که تعداد دور بالایی است.

1

$$N_1 = N_2, \ell_1 = \ell_2, L_1/L_2 = ?$$

با توجه به رابطه ضريب القاوري سيملو له به سادگي

خواهیم داشت . $L_1 = \frac{1}{2} L_2$

تیرین ۴-۴

$$\ell = 22 \text{ cm}, A = 0.44 \text{ cm}^2$$

$$N = 2000, I = 1/VA$$

$$L = \mu_0 \frac{AN}{\ell}$$

$$= (\Phi \pi \times 1^{\circ} \text{-} V T.m / A)$$

$$\times \frac{(\circ / 44 \times 10^{-4} \text{ m})(2000)}{22 \times 10^{-2} \text{ m}}$$

$$\Rightarrow L \approx 1 \circ - r H = 1 mH$$

$$U = \frac{1}{2}LI^2$$

$$= \frac{1}{r} (\mathbf{1} \times \mathbf{1}^\circ \cdot \mathbf{H}) (\mathbf{1}/\mathbf{V}\mathbf{A})^r$$

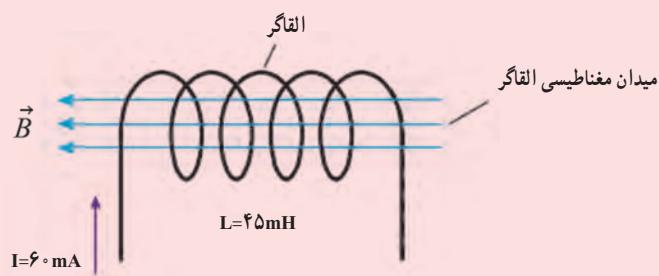
$$\Rightarrow U = 1/44 \times 1 \circ^{-1} J = 1/44 mJ$$

سیلیکات مناسنگی همراه با مذکوره ساخت ۱۹۷۴... پلار - ۲۰۶ - ۲۰۷ مذکور است
هر سه مرحله ۱۹۷۵-۱۹۷۶-۱۹۷۷

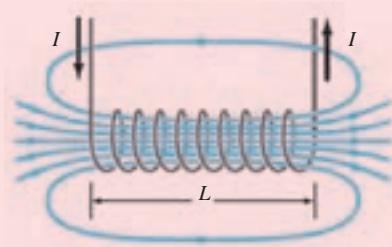
| نوعی از مکانیزم | توضیحات |
|---------------------------|---|
| مکانیزم های پیشگیرانه | مکانیزم هایی که در پیشگیری از آسیب های انسانی و حیوانات می باشند. |
| مکانیزم های از بین | مکانیزم هایی که در این میان انسان و حیوانات می باشند. |
| مکانیزم های پس از | مکانیزم هایی که در پس از آسیب انسانی و حیوانات می باشند. |
| مکانیزم های انتقام گیرانه | مکانیزم هایی که در انتقام از آسیب انسانی و حیوانات می باشند. |

پرسش های پیشنهادی بخش ۴

۱ از این ذخیره در القاگر شکل زیر چقدر است؟



۲ سطح مقطع و طول سیم‌لوله شکل زیر به ترتیب 20cm^2 و 80cm است. اگر تعداد حلقه‌های این سیم‌لوله برابر 1000 باشد، ضرب خود القای آن را پیدا کنید.



۳ ضرب خود القای القاگری 10mH است. چه جریانی باید از این القاگر بگذرد تا 20mJ از این ذخیره شود؟

دانستنی برای معلم

به طور سنتی، کارخانه‌های ریخته‌گری از کوره‌های آتش برای ذوب فلزها استفاده می‌کنند. ولی، بسیاری از کارخانه‌های ریخته‌گری امروزی برای پرهیز از آلودگی‌های ناشی از این کوره‌ها، از کوره‌های القابی استفاده می‌کنند که در آنها فلزها با جریان سیم‌های عایقی گرم می‌شوند که به دور ظرفی که فلزها را در خود جای داده است، پیچیده شده‌اند.



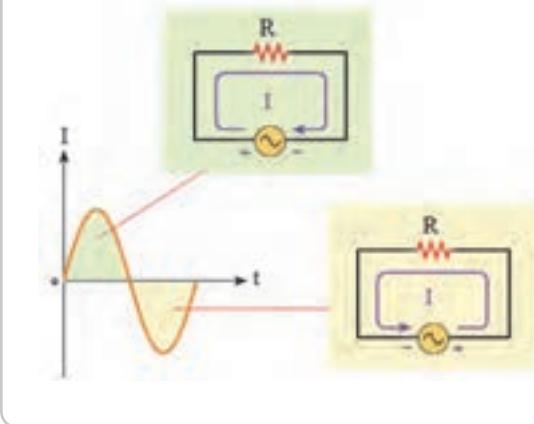
۴-۵- جریان متناوب

راهنمای تدریس: همان‌طور که در کتاب نیز اشاره شده است، بهتر است با تاریخچه‌ای از بحث‌های علمی در خصوص مزبت جریان متناوب و جریان مستقیم ارائه کنید؛ حتی فیلم‌های مستندی در این خصوص نیز تولید شده است که مشاهده آنها می‌تواند انگیزه مناسبی در دانش‌آموزان ایجاد کند.

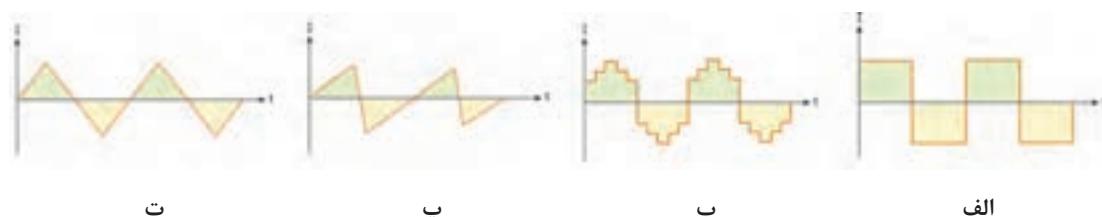
فصل چهارم : القای الکترومغناطیسی و جریان متناوب ۲۴۱



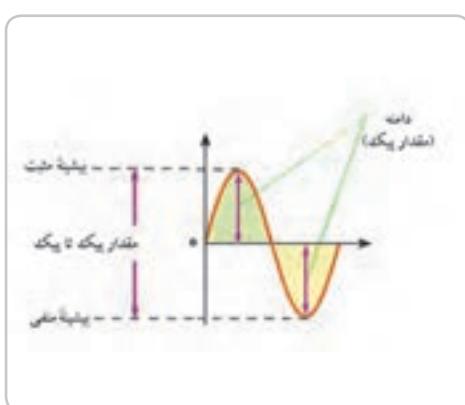
برای درک بهتر شکل ۱۳-۴ کتاب درسی، خوب است شکل زیر را نیز روی تابلو رسم کنید تا تغییر جهت جریان در جریان متناوب بهتر تبیین شود.



در ادامه می‌توانید نمونه‌های دیگری از موج متناوب را به دانش آموzan معرفی کنید که به منظور خاصی تولید می‌شوند و در کاربردهای روزمره متداول نیستند (شکل زیر)

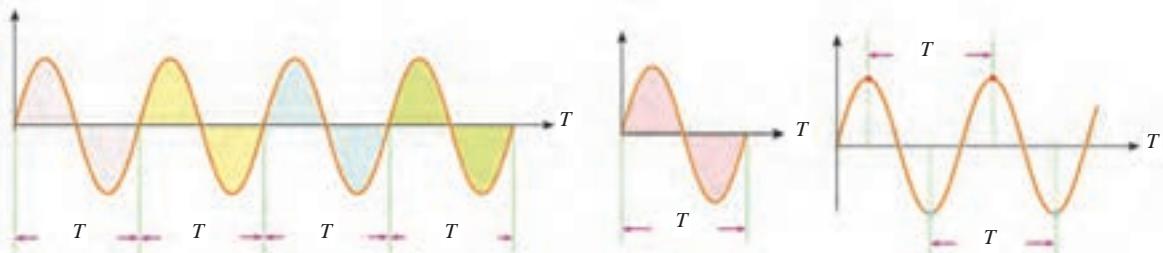


چند نمونه از شکل‌های موج جریان متناوب (الف) موج مربعی، (ب) موج پله‌ای، (پ) موج دندانه اره‌ای، (ت) موج مثلثی.



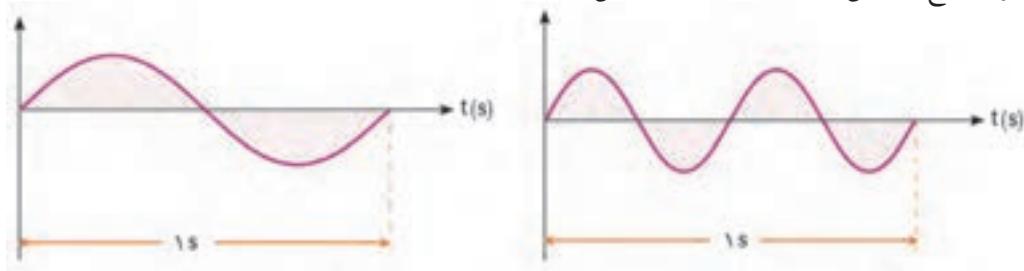
در کتاب‌های مهندسی معمولاً فاصله بیشینه مثبت تا بیشینه منفی را در جریان متناوب، مقدار پیک تا پیک می‌گویند که دو برابر دامنه موج است (شکل رو به رو).

از آنجا که دانشآموزان در دوره اول متوسطه با مفاهیم مرتبط با نوسان و موج آشنایی پیدا نکرده‌اند، لذا در این قسمت نگاهی اجمالی به برخی از مفاهیم اولیه موردنیاز در این بخش داشته باشید. با رسم شکل‌های مشابه شکل‌های زیر، مفهوم چرخه و دوره تناوب را برای دانشآموزان معرفی کنید.



مفهوم بسامد را نیز می‌توانید در ادامه همین قسمت به دانشآموزان معرفی کنید. تعداد چرخه‌ها در یکای زمان، بسامد نامیده

می‌شود و وارون دوره تناوب است ($f = \frac{1}{T}$). یکای بسامد چرخه بر ثانیه یا عکس ثانیه (s^{-1}) است که هرتز (Hz) نامیده می‌شود. شکل زیر دو موج سینوسی با بسامد متفاوت را نشان می‌دهد.

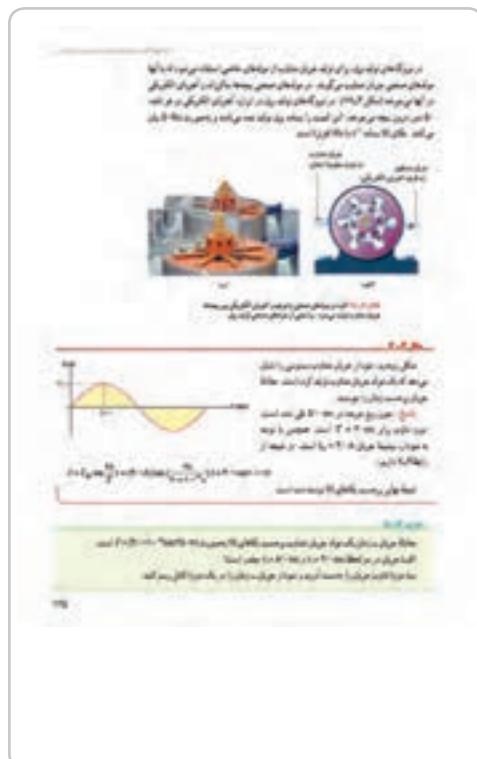
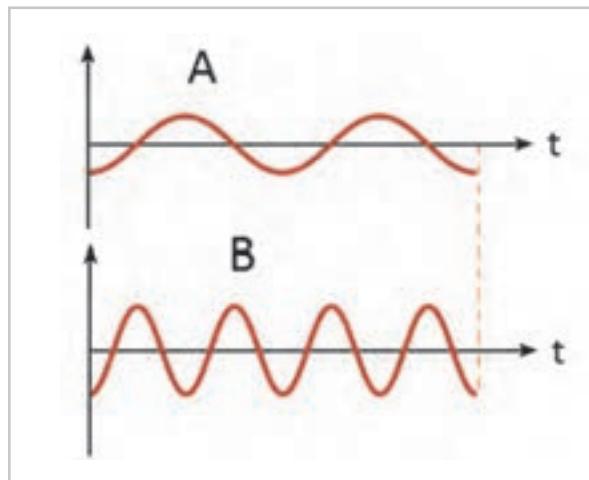


از آنجا که دانشآموزان در این پایه تحصیلی با مفهوم مشتق در درس ریاضی خود آشنا شده‌اند، لذا رابطه $f = \frac{1}{T}$ بدون اثبات و صرفاً به صورت نتیجه‌گیری از قانون القای الکترومغناطیسی فاراده به دانشآموزان معرفی شود.

پرسش پیشنهادی



نسبت دوره تناوب و بسامد دو نمودار جریان متناوب A و B را به ترتیب به دست آورید.



تمرین ۴
الف) دانشآموزان به سادگی می‌توانند با جایگذاری زمان در معادله جریان – زمان مولد، جریان را در هر لحظه دلخواه پیدا کنند. برای مثال در لحظه $t = ۲/\circ \text{ ms}$ $t = ۲/\circ \text{ ms}$

$$I = (۴/\circ \times ۱ \cdot ۰^{-۳}) \sin ۲۵^\circ \pi \times ۲ \times ۱ \cdot ۰^{-۳}$$

$$= ۴/\circ \times ۱ \cdot ۰^{-۳} \sin \frac{\pi}{۲} = ۲/\circ \times ۱ \cdot ۰^{-۳} \text{ A}$$

$$= ۲/\circ \text{ mA}$$

ب) دانشآموزان با مقایسه معادله داده شده با شکل کلی معادله می‌توانند دوره تناوب را به دست آورند که برابر

$$\frac{2\pi}{T} = ۲۵^\circ \pi \Rightarrow T = \frac{1}{۱۲۵} \text{ s}$$



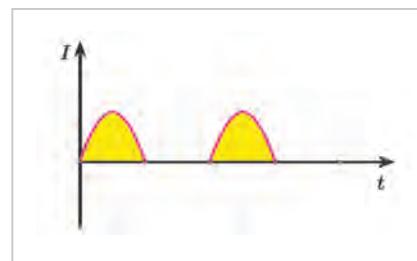
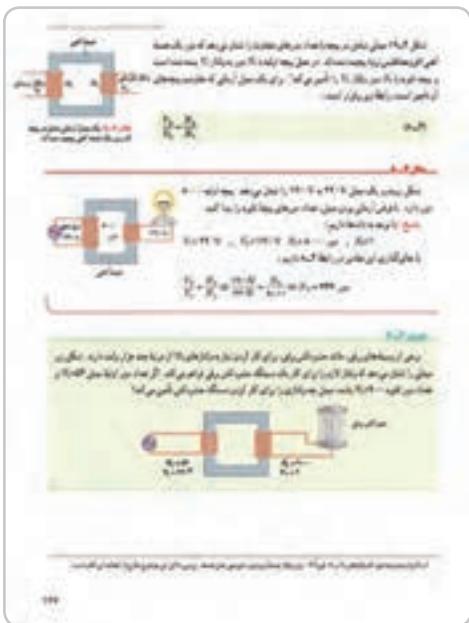
۱۴ فعالیت

انتظار می‌رود داش آموزان با آشنایی مختصری که از دیوید و یک سو بودن انتقال جریان الکتریکی در آن به دست آورده‌اند به سادگی بتوانند نمودار شکل (ب) را برای مدار شکل (پ) دوباره رسم کنند.

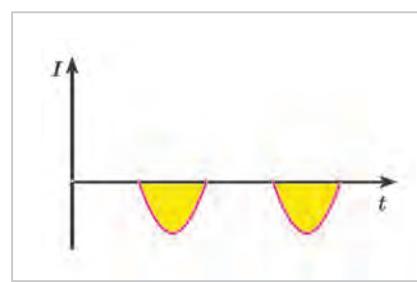
نتیجه را می‌توانند به صورت نمودار شکل (الف) یا نمودار شکل (ب) رسم کنند.

تمرين ۶-۴

مشابه مثال ۴-۸ است و دانش آموزان به سادگی می‌توانند این تمرین را حل کنند ($V_1 \approx 37^\circ$).



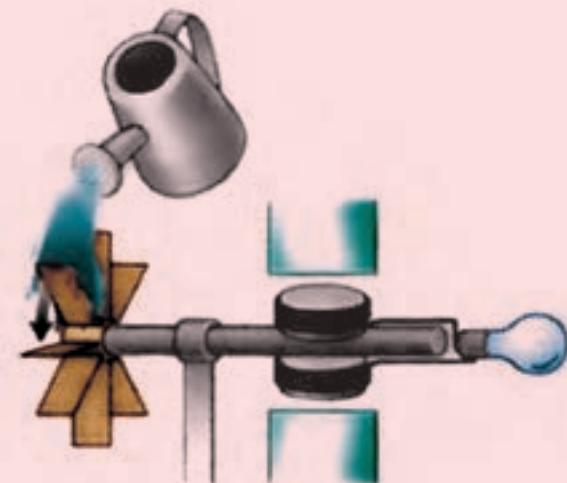
(الف)



(ب)

پرسش‌ها و تمرین‌های پیشنهادی بخش ۵-۴

- الف) برای افزایش روشنایی لامپ بهوسیله مولد ساده شکل زیر سه راه پیشنهاد کنید.
- ب) تبدیل‌های انرژی زیر را در یک نیروگاه برق آبی کامل کنید. انرژی تولید شده توسط ژنراتور → انرژی توربینی → انرژی آب



- ۱) پیچه یک مولد جریان متناوب در هر 1 ms یک دور می‌چرخد. این پیچه در هر یک از زمان‌های $1\mu\text{s}$ و 1 s چه زاویه‌ای برحسب رadian می‌چرخد؟
- ۲) معادله جریان متناوبی در SI به صورت $I = 2 \times 10^{-3} \sin 20^\circ \pi t$ است.
- الف) دوره تناوب این جریان چقدر است؟
- ب) در چه لحظه‌ای برای اولین بار جریان بیشینه می‌شود؟
- پ) در لحظه $t = 75\text{ ms}$ جریان چقدر است؟
- ۳) معادله نیروی حرکه القایی در مداری به مقاومت 2Ω در SI به صورت زیر است

$$\varepsilon = 0.4 \cos 20^\circ \pi t$$

- الف) زمان تناوب را حساب کنید.
- ب) در چه لحظه‌ای برای اولین بار نیروی حرکه القایی بیشینه می‌شود؟
- پ) جریان بیشینه را در مدار پیدا کنید.
- ت) معادله جریان را در مدار بنویسید.
- ث) در چه لحظه‌هایی برای اولین و دومین بار مقدار جریان عبوری از مدار بیشینه می‌شود؟

راهنمای پاسخ‌یابی پرسش‌ها و مسئله‌های فصل ۴



$$|\varepsilon| = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -100 \cdot \frac{(-4 \times 10^{-4} \text{ Wb})}{1 \text{ s}} = 40 \text{ V}$$

۵ در این مسئله نیز نیم خط عمود بر پیچه را عمود بر خطوط میدان مغناطیسی زمین فرض کیم بنابراین $\theta_1 = 0^\circ$ است. در حالتی که پیچه می‌چرخد و سطح حلقه‌های آن موازی میدان مغناطیسی زمین می‌شود $\theta_2 = 90^\circ$ می‌شود. ادامه مسئله مشابه مسئله ۴ حل می‌شود.

۶ جریان القایی در جهت ساعتگرد است.

۷ دانشآموzan باید با توجه به قانون القای الکترومغناطیسی فاراده و قانون لنز، توضیح قانع‌کننده‌ای ارائه دهد که چرا آهنربایی که از حلقه‌های رسانا عبور می‌کند، فرورفتگی کمتری هنگام برخورد با زمین نرم ایجاد می‌کند.

۱ دانشآموzan باید به شرایط یکسان آزمایش و بیشتر بودن تعداد دور مدار شکل (ب) توجه کند و توضیح دهد که چرا ولت‌سنجد حساس در مدار شکل (ب) عدد بزرگ‌تری را می‌خواند.

۲ دانشآموzan باید به شرایط یکسان آزمایش و حرکت سریع تر آهنربای به طرف مدار شکل (ب) توجه کند و توضیح دهد که چرا ولت‌سنجد حساس در مدار شکل (ب) عدد بزرگ‌تری را می‌خواند.

۳ (الف) با چرخش میله، آهنربای درون فضای پیچه می‌چرخد. دانشآموzan باید بر همین اساس و با توجه قانون القای الکترومغناطیسی فاراده به این پرسش پاسخ دهد.

(ب) با توجه به آنچه در پرسش ۲ قسمت (ب) دیدند به سادگی می‌توانند به این پرسش پاسخ دهد. یا به رابطه قانون القای الکترومغناطیسی فاراده و وجود Δt در مخرج این رابطه توجه کند.

(پ) استفاده از آهنربای قوی تر و پیچه با تعداد دور بیشتر. همچنین استفاده از ولت‌سنجد حساس‌تر می‌تواند به بهبود نتیجه اندازه‌گیری بینجامد.

۸ اگر نیم خط عمود بر سطح پیچه را به سمت راست فرض کیم در این صورت

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

$$\Phi_2 = B_2 A \cos \theta_2 = (0/4^\circ T)(50 \times 10^{-4} \text{ m}^2) \cos 180^\circ = -2 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

$\Delta \Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = -2 \times 10^{-4} - 2 \times 10^{-4} = -4 \times 10^{-4} \text{ Wb}$
دانشآموzan باید توجه کند برای محاسبه Φ_2 ، باید جهت نیم خط عمود بر پیچه که به سمت راست انتخاب شده بود را تغییر ندهند.



ب) در حالتی که حلقه وارد میدان می شود یا از آن در حال خارج شدن است.

در حالت ورود : پاد ساعتگرد، دانش آموzan برای پاسخ خود باید دلایل کافی ارائه دهد.

در حالت خروج : ساعتگرد، دانش آموzan برای پاسخ خود باید دلایل کافی ارائه دهد.

۱۶ در حالت ۱ : رو به بالا (پاد ساعتگرد)

در حالت ۲ : جریانی القا نمی شود.

در حالت ۳ : رو به پایین (ساعتگرد)

۱۷ دانش آموzan باید به رابطه $\frac{AN}{l} = \frac{LI^2}{U}$ و همچنین عوامل دخیل در ضرب القاوری سیمولوhe

$L = \mu_0 \frac{AN^2}{l}$ ، توجه کند و براساس آن پیشنهادهای خود را ارائه دهن. در این مدار فرض شده است که باقی غیرقابل تعویض است و نیروی محرکه آن ثابت است.

۸ الف) ساعتگرد، ب) پاد ساعتگرد، پ) جریانی القا نمی شود.

۹ پاد ساعتگرد، دانش آموzan باید به جهت حرکت سیمولوhe، جهت جریان و جهت میدان ایجاد شده در سیمولوhe توجه کند و سرانجام با توجه به قانون لنز جهت جریان القای را در حلقه تشخیص دهن.

۱۰ دانش آموzan باید توجه داشته باشند که چون نیروی محرکه باتری ثابت است، با افزایش مقاومت رئوستا، جریان عبوری از مدار کاهش می یابد، با توجه به تعیین جهت میدان مغناطیسی در محل حلقه رسانا، و همچنین کاهش جریان در مدار، جهت جریان القای در حلقه رسانا پاد ساعتگرد است.

۱۱ در حلقه سمت راست، جریان به صورت ساعتگرد القا می شود.

در حلقه سمت چپ، جریانی القا نمی شود. دانش آموzan باید به فرض دراز بودن سیم، که در صورت مسئله آمده است توجه داشته باشند.

۱۲ ساعتگرد، دانش آموzan باید دلیل کافی برای پاسخ خود ارائه دهن.

۱۳ پاد ساعتگرد، دانش آموzan باید دلیل کافی برای پاسخ خود ارائه دهن.

۱۴ الف) b a. دانش آموzan باید دلیل کافی برای پاسخ خود ارائه دهن.

ب) a b. دانش آموzan باید دلیل کافی برای پاسخ خود ارائه دهن.

۱۵ الف) با توجه به تعریف شار و عوامل مرتبط با آن، انتظار می رود دانش آموzan به سادگی بتواند به این پرسش پاسخ دهن.

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

$$= (2.0 \times 10^{-3} \text{ T})(1.00 \times 10^{-4} \text{ m}^2) \cos 90^\circ \\ = 2 \times 10^{-7} \text{ Wb}$$

فرض شده است که نیم خط عمود بر حلقه، در جهت درون سو است.

۱۸ الف) با جایگذاری مقادیر داده شده در رابطه $I = \frac{NA}{l}$ به سادگی این ضریب محاسبه می‌شود.

ب) دانش آموzan باید از رابطه $U = \frac{1}{2}LI^2$ استفاده کنند. در ضمن باید توجه کنند که در این رابطه، یکای انرژی باید بر حسب زول (J) نوشته شود.

۱۹ الف) دانش آموzan باید از رابطه ۷-۴، برای حل این مسئله استفاده کنند. با جایگذاری مقادیر داده شده داریم

$$I = (\frac{2}{\circ} A) \sin \frac{\frac{7\pi}{2}}{\circ \cdot 2s} t = (\frac{2}{\circ} A) \sin 10^\circ \pi t$$

$$\text{در } t = \frac{1}{20} \text{ s داریم}$$

$$I = (\frac{2}{\circ} A) \sin 10^\circ \pi (\frac{1}{20} s) = (\frac{2}{\circ} A) \sin \frac{\pi}{2} = \frac{2}{\circ} A$$

به این ترتیب در لحظه $t = \frac{1}{20} s$ برای اولین بار، جریان به بیشینه خود می‌رسد. با توجه به مقاومت رسانا داریم:
 $\epsilon_m = RI_m = (5\pi)(\frac{2}{\circ} A) = 10V$
 . $\sqrt{2}A$ ب).

۲۰ دانش آموzan باید از رابطه ۴-۸ استفاده کنند. در این صورت بیشینه ولتاژ مولد برابر $4/5$ ولت به دست می‌آید.

