

القای الکترومغناطیسی

دانسته های قبلی

- دانش آموزان از دوره ی راهنمایی و همچنین در فیزیک ۱ و آزمایشگاه با انواع نیروگاه های تولید برق که در هر یک از آن ها صورتی از انواع انرژی به انرژی الکتریکی تبدیل می شود آشنا هستند.
- دانش آموزان پدیده های القای الکتریکی و مغناطیسی را می شناسند.



القای الکترومغناطیسی منبای تولید انرژی الکتریکی در مولدهای جریان متناوب است. برای انتقال انرژی الکتریکی تا فاصله های خیلی دور از خطوط انتقال با ولتاژ بالا استفاده می شود.

۱۷۶

راهنمای تدریس : از تصویر صفحه ی ۱۷۶ کتاب برای ایجاد انگیزه و معرفی فصل استفاده می کنیم و با طرح پرسش هایی توجه دانش آموزان را به هدف های فصل جلب می کنیم. برای تدریس پدیده ی القای الکترومغناطیسی نیز می توانیم از موضوع فلزیاب ها برای یافتن گنج و یا کنترل وسایل همراه افراد در ورودی یا خروجی فرودگاه یا فروشگاه ها برای ایجاد انگیزه و شروع بحث استفاده کنیم.

هدف های فصل

- آشنایی با پدیده ی القای الکترومغناطیسی و کاربردهای آن در زندگی روزمره (مثل تولید جریان متناوب)
- شناخت عامل های مؤثر بر اندازه ی جریان القایی و چگونگی تعیین جهت آن
- آشنایی با اثر خودالقایی و محاسبه ی ضریب خودالقایی سیملوله.



فعالیت ۱

همراه با اعضای گروه خود به تصویر صفحه‌ی ۱۷۴ کتاب درسی توجه کنید و آنچه را که می‌بینید بیان و پرسش‌های خود را در زمینه‌ی تولید برق، انتقال انرژی با خطوط انتقال و مطرح کنید.

محافظ آن را جدا نکرده باشد از دروازه بگذرد آثر به صدا در می‌آید.

توجه: لازم نیست پاسخ همه‌ی پرسش‌های مطرح شده را در همان جلسه‌ی درس بدهیم و بلکه باید در طی فصل و یا حتی در پایان آن به پاسخ‌ها برسیم.

نصل ۵

القای الکترومغناطیسی

۵-۱- پدیده‌ی القای الکترومغناطیسی

در فیزیک ۱ و آزمایشگاه دیدیم که با استفاده از روش القای الکتریکی می‌توان اجسام رسانا را باردار کرد. در فصل قبل نیز با پدیده‌ی القای مغناطیسی آشنا شدیم. در پدیده‌ی اول در اثر القا، بار الکتریکی در ماده‌ی رسانا بیدار می‌شود. در پدیده‌ی دوم، در اثر القا در ماده‌ی فرامغناطیس خاصیت مغناطیسی ایجاد می‌شود. پدیده‌ی القای دیگری نیز وجود دارد که در آن، جریان الکتریکی در یک رسانا القا می‌شود. این پدیده را القای الکترومغناطیسی می‌نامند. با انجام آزمایش زیر با این پدیده آشنا می‌شوید.

آزمایش ۵-۱

وسایله‌های آزمایش: میلی‌آمپر سنج صفر وسط (گالوانومتر)، آهنربای میله‌ای، بیجه و سیم رابط.

- با بیجه و گالوانومتر مداري مانند شکل ۵-۱ را بسازید.
- قطب N آهنربای میله‌ای را مطابق شکل به بیجه نزدیک کنید. آن چه را که در حین انجام دادن این عمل می‌بینید، یادداشت کنید.
- قطب N آهنربای میله‌ای را نزدیک بیجه نگه دارید. سپس آن را از بیجه دور کنید. آن چه را مشاهده می‌کنید، بنویسید.
- بندهای ۲ و ۳ را با سیم رابط حرکت دهید.

شکل ۵-۱

گالوانومتر حساس

از گروه‌ها می‌خواهیم پرسش‌های مطرح شده را بخوانند و از بین آن‌ها پرسش‌های مناسب با موضوع فصل را روی تخته‌ی کلاس می‌نویسیم. می‌توان این پرسش‌ها را مطرح کرد:

- چند نوع نیروگاه تولید برق می‌شناسید؟ آن‌ها را نام ببرید. تفاوت عمده‌ی آن‌ها در چیست؟
- یک نیروگاه تولید برق از چه بخش‌هایی تشکیل شده است و نقش هر کدام از آن‌ها چیست؟
- چگونه می‌توان با سوزاندن سوخت‌های فسیلی انرژی الکتریکی تولید کرد؟
- نقش توربین در نیروگاه‌های تولید برق چیست؟
- نیروگاه‌های هسته‌ای چه فرقی با نیروگاه‌های متداول سنتی دارند؟
- چرا گاهی به هنگام وصل یا قطع دو شاخه به پریز برق جرقه زده می‌شود؟
- مشخصات برق مصرفی خانگی کدامند؟

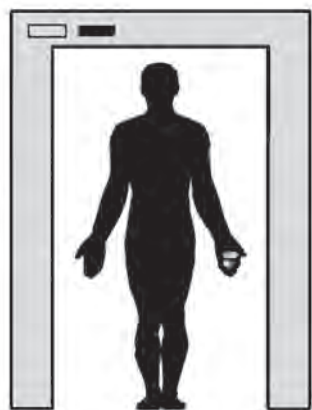
در ورودی فرودگاه‌ها یا مکان‌های مهم امنیتی که می‌خواهند وجود اشیای خاص فلزی مثل انواع اسلحه‌های سرد و گرم را ردیابی کنند به جای بازید بدنی افراد را از دروازه‌ی یک دستگاه آشکارساز فلز عبور می‌دهند. در این گونه مواقع از افراد می‌خواهند تا قبل از ورود به دستگاه وسایل فلزی همراه خود را تحویل دهند.

۵-۱- پدیده‌ی القای الکترومغناطیسی

ایجاد انگیزه: در فروشگاه‌های بزرگ لباس برای جلوگیری از به سرقت رفتن لباس‌ها امروزه در ورودی فروشگاه دروازه‌هایی تعبیه می‌شود و روی هر یک از لباس‌ها هم یک قطعه‌ی فلزی نصب می‌کنند. اگر لباسی که فروشنده قطعه‌ی



شکل (۱)



شکل (۲)

راهنمای تدریس: پس از مرور پدیده‌های القای الکتریکی

در ماده‌ی رسانا و القای مغناطیسی در ماده‌ی فرومغناطیس و ساخت آهنربای الکتریکی، به هر گروه سیم‌لوله، سیم رابط، آهنربای میله‌ای و گالوانومتر می‌دهیم و فعالیت زیر پیشنهاد می‌شود.

ساخت و طراحی دستگاه‌های فلزیاب با توجه به پدیده‌ی القای الکترومغناطیسی انجام می‌شود. شما با مطالعه‌ی این بخش از کتاب با این پدیده آشنا می‌شوید و می‌توانید کاربردهای متعددی از این پدیده را در زندگی خود بیابید و تحلیل کنید.

فعالیت ۲

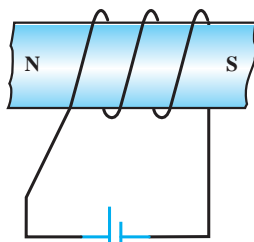


الف) همراه با اعضای گروه خود مدار مربوط به آهنربای الکتریکی را رسم و عملکرد آن را مرور کنید.

ب) آیا می‌توان گفت اگر جریان الکتریکی داشته باشیم می‌توانیم آهنربا بسازیم؟

پاسخ:

الف)



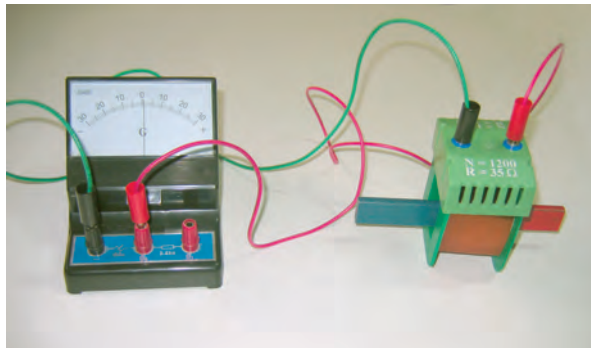
شکل (۳)

ب) بله عبور جریان از سیم ایجاد میدان مغناطیسی می‌کند.

فعالیت ۳



آهنربا را درون سیملوله قرار دهید سپس سیملوله را با سیم‌های رابط به گالوانومتر وصل کنید. آیا به کمک آهنربا می‌توان در مدار جریان الکتریکی برقرار کرد؟



شکل (۴)

نتیجه :

۲ و ۳- وقتی قطب N را به سیملوله نزدیک می‌کنیم در آن جریان لحظه‌ای کوچکی تولید می‌شود و وقتی قطب N را دور می‌کنیم جریان در خلاف جهت حالت قبل به وجود می‌آید.

۴- حرکت قطب S نیز در سیملوله جریان تولید می‌کند اما جهت جریان نسبت به مراحل ۲ و ۳ برعکس است.

جمع‌بندی : ۱- حرکت آهنربا نسبت به سیملوله، در سیملوله تولید جریان می‌کند.

۲- جهت جریان به نوع قطب مجاور سیملوله و جهت حرکت آن بستگی دارد.

ادامه‌ی آزمایش :

۵- آهنربا را ثابت نگاه دارید و سیملوله‌ی متصل به گالوانومتر را به آهنربا نزدیک و سپس سریع دور کنید و بگویید چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

نتیجه : در اثر حرکت نسبی سیملوله و آهنربا جریان تولید می‌شود.

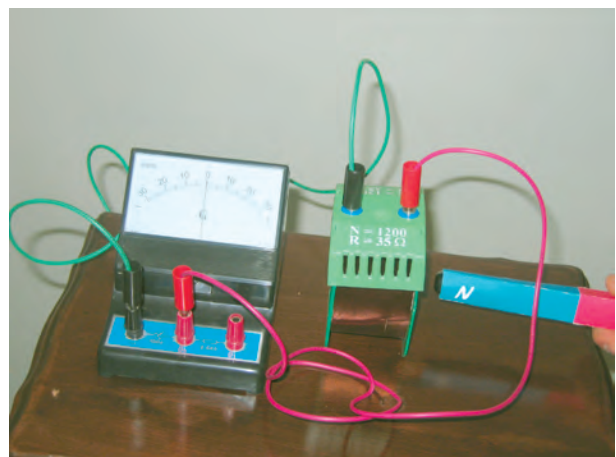
ضمن معرفی مایکل فارادی و جوزف هانری توضیح می‌دهیم که جریان تولیدشده به دلیل قرارگرفتن باتری در

انتظار نداریم دانش‌آموزان بتوانند به این پرسش پاسخ درست و کامل دهند. از آن‌ها می‌خواهیم برای یافتن پاسخ آزمایش ۱-۵ را انجام دهند.

آزمایش ۱-۵

از گروه‌ها می‌خواهیم آزمایش را انجام دهند.

توجه : حتی الامکان از سیملوله‌های با دور زیاد استفاده کنید و آهنرباهای با قدرت مناسب.



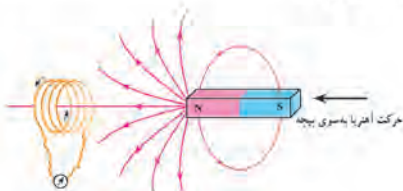
شکل (۵)

مدار نیست پس آن را جریان القایی می‌نامیم. از دانش‌آموزان می‌خواهیم تا پس از مشورت در گروه خود در مورد روش‌های دیگر تولید جریان القایی اظهار نظر کنند.

توجه: انتظار نداریم گروه‌ها بتوانند روش‌های مورد نظر را مطرح کنند. به هر گروه یک کاربرگ و وسایل لازم را می‌دهیم و می‌خواهیم تا آن را به دقت بخوانند و آزمایش‌ها را انجام دهند و پس از ثبت نتایج به پرسش زیر پاسخ دهند:

در سال ۱۸۳۱ میلادی مایکل فارادی دانشمند انگلیسی و تقریباً همزمان با او جوزف هنری دانشمند آمریکایی، با انجام دادن آزمایش‌هایی مشابه آزمایش ۱-۵ در یافتند که با دور و نزدیک کردن آهنربا به بیجه، عقربه‌ی میلی‌آمپر سنج منحرف می‌شود. و عبور جریان را از مدار نشان می‌دهد؛ مانند وقتی که در مدار یک مولد وجود داشته باشد. یعنی با حرکت آهنربا نسبت به بیجه، یک جریان الکتریکی در مدار القا می‌شود. این پدیده را القای الکترومغناطیسی و جریان تولید شده را جریان الکتریکی القایی می‌نامند. القای الکترومغناطیسی اساس کار مولد جریان متناوب، دینام، مبدل‌ها و بسیاری از وسیله‌های الکتریکی است.

دور یا نزدیک شدن آهنربا به بیجه باعث تغییر میدان مغناطیسی در محل بیجه می‌شود (شکل ۲-۵) و همین امر جریان الکتریکی القایی را در بیجه ایجاد می‌کند. پس می‌توان چنین نتیجه گرفت که: تغییر اندازه‌ی میدان مغناطیسی در محل یک مدار بسته باعث القای جریان الکتریکی در آن مدار می‌شود.



شکل ۲-۵

آزمایش نشان می‌دهد که علاوه بر روش گفته شده، به روش‌های دیگر نیز می‌توان در یک بیجه جریان الکتریکی القا کرد.

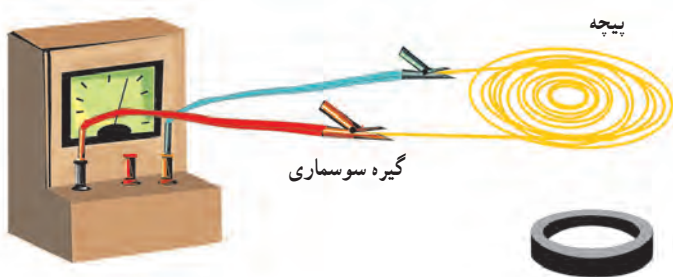
اگر بچه‌ای از یک سیم انعطاف‌پذیر را مطابق شکل ۳-۵ در میدان مغناطیسی یکنواخت B قرار دهیم، سپس بیجه را به‌شکل دهم به‌گونه‌ای که مساحت حلقه‌ی بیجه تغییر کند، خواهیم دید که در حین این عمل جریان الکتریکی در بیجه القا می‌شود. می‌توان نتیجه گرفت که: تغییر مساحت مدار بسته در میدان مغناطیسی نیز می‌تواند عامل ایجاد جریان القایی شود.

پرسش: به چند روش می‌توانید علاوه بر حرکت نسبی بیجه و آهنربا جریان القایی تولید کنید؟
پاسخ: با دوران قاب در میدان مغناطیسی (تغییر راستای میدان نسبت به سطح قاب) و با تغییر سطح قابی که در میدان یکنواخت مغناطیسی قرار دارد.

کاربرگ ۱ مبحث الکترومغناطیسی

وسایل لازم:

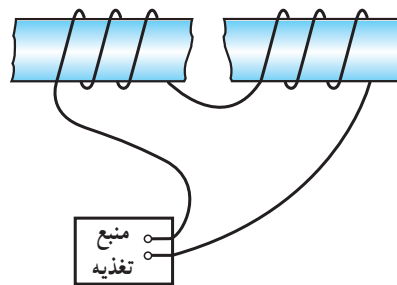
آهنربای حلقه‌ای بزرگ و قوی، حدود ۱m سیم نازک تک رشته (سیم تلفنی)، گیره سوسماری، گالوانومتر.



شکل (۷)

آهنربای حلقه‌ای

توجه: برای اجرای این آزمایش‌ها اگر آهنربای قوی و مناسب در اختیار نداشته باشیم می‌توانیم از آهنربای الکتریکی (دو سیملوله با دور ۶۰° و یا بیشتر با هسته‌ی آهنی) و منبع تغذیه استفاده کنیم.



شکل (۶)

۴- پیچه را نزدیک آهنربا بی حرکت نگه دارید ناگهان به دو طرف پیچه طوری نیرو وارد کنید تا شکل دایره‌ای آن تغییر کند و به صورت مجموعه‌ای سیم راست رفت و برگشتی درآید. (هنگام انجام این عمل به عقربه گالوانومتر توجه کنید)

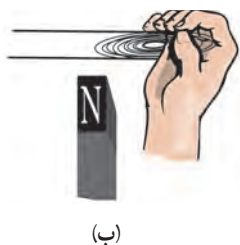
- نتیجه را گزارش کنید :

- ۱
- ۲
- ۳

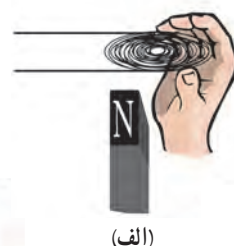
۱- سیم را مانند شکل (۷) به صورت پیچه‌ی مسطح در آورید (با قطر تقریبی ۵cm) دو انتهای سیم را لخت کنید و با گیره‌ی سوسماری و سیم رابط به گالوانومتر وصل کنید.

۲- ابتدا پیچه را نزدیک آهنربا طوری نگه دارید تا سطح آن‌ها با هم موازی باشد. ناگهان پیچه را ۹۰ درجه حول قطرش بچرخانید و توجه کنید که آیا عقربه‌ی گالوانومتر منحرف می‌شود یا نه؟

۳- در حالی که قاب را نزدیک آهنربا نگه داشته‌اید ناگهان آن را به موازات سطح خود حرکت دهید و نتیجه را یادداشت کنید :



(ب)

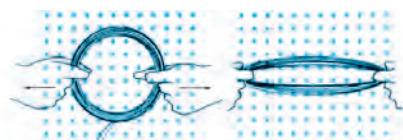


(الف)



(ب)

شکل (۸)



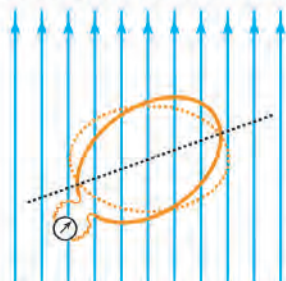
شکل ۵-۳- با تغییر مساحت پیچه در میدان مغناطیسی، جریان الکتریکی در پیچه القا می‌شود. با انجام دادن فعالیت زیر، با یک روش دیگر ایجاد جریان الکتریکی القایی آشنا می‌شوید.

فعالیت ۵-۱

یک آهنربای میله‌ای را در نزدیکی یک پیچه قرار دهید. بدون آنکه فاصله‌ی آهنربا از پیچه را تغییر دهید، پیچه را بچرخانید. هر تغییری را که در گالوانومتر مشاهده می‌کنید، بنویسید.

با چرخاندن پیچه در میدان مغناطیسی یکنواخت مطابق شکل ۵-۴، بزرگی میدان مغناطیسی و مساحت حلقه‌ی مدار تغییر نمی‌کند، ولی زاویه‌ی بین میدان مغناطیسی و سطح پیچه تغییر می‌کند. از این فعالیت نیز می‌توان نتیجه گرفت که:

تغییر زاویه‌ی بین حلقه و راستای میدان مغناطیسی نیز می‌تواند عامل برقراری جریان الکتریکی القایی شود.

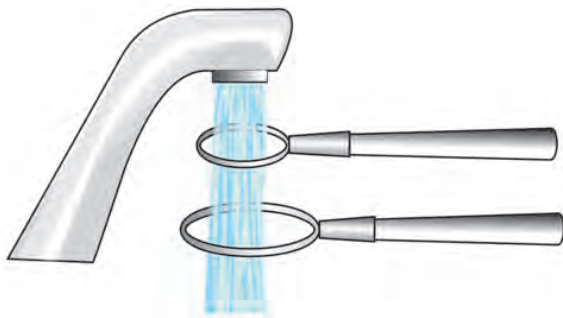


شکل ۵-۴- در حین چرخش پیچه در میدان مغناطیسی و تغییر زاویه‌ی بین پیچه و راستای میدان مغناطیسی، جریان الکتریکی در پیچه القا می‌شود.

فعالیت ۵-۱

پاسخ: اگر وضعیت خط‌های میدان نسبت به سطح قاب تغییر کند در پیچه جریان القا می‌شود.

فعالیت ۴



شکل (۹)

پاسخ: با سیم مفتول دو حلقه‌ی دسته‌دار مطابق شکل‌های (۹) درست کنید.

در ساخت حلقه‌ها دقت کنید طوری که سطح یک حلقه بزرگ‌تر از دیگری باشد. (قطر هر دو حلقه از قطر آبی که فرو می‌ریزد کمتر باشد) شیر آب (ترجیحاً دوش دستی) را باز کنید. حلقه‌ها را طوری نگه‌دارید تا آب عمود بر سطح حلقه‌ها بریزد.

۱- میزان آب عبوری از کدام حلقه بیشتر است؟

(حلقه‌ای که سطح بزرگتر دارد.)

۲- اگر شیر آب را کمی ببندیم میزان آبی که در واحد زمان از حلقه می‌گذرد چه تغییری می‌کند؟

(میزان آب عبوری کم می‌شود.)

۳- هرگاه با یک حلقه دوباره آزمایش کنیم و حلقه را حول دسته‌ی آن بچرخانیم میزان آب عبوری چه تغییری می‌کند؟

(میزان آب عبوری کم می‌شود.)

راستای ریزش آب و آهنگ ریزش آب از شیر بستگی دارد.

نتیجه می‌گیریم شار آبی که از حلقه عبور می‌کند به سطحی از حلقه که در جریان آب قرار دارد، زاویه‌ی سطح حلقه نسبت به

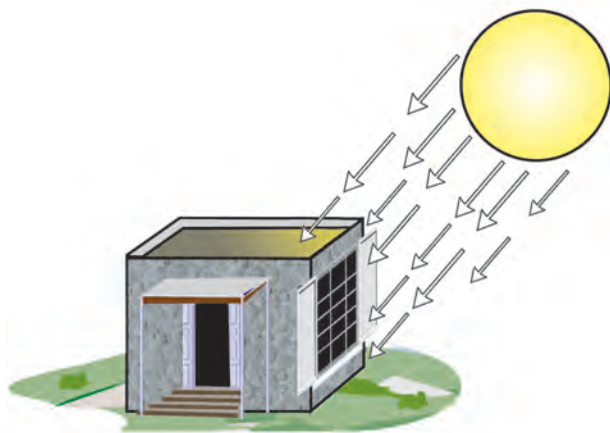


فعالیت ۵

میزان شار نور خورشید که از پنجره‌ی اتاق می‌گذرد به چه عامل‌هایی بستگی دارد؟

پاسخ:

- ۱- مساحت پنجره
- ۲- شدت تابش نور خورشید نسبت به سطح عمود بتابد یعنی موازی سطح دیوار جانبی خانه و به عبارتی موازی سطح پنجره خواهد بود و هیچ نوری از پنجره نمی‌گذرد.
- ۳- راستای پرتوهای تابشی نسبت به سطح پنجره. (اگر فرض کنید حلقه‌ای به مساحت A مطابق شکل ۵-۵ در میدان مغناطیسی یکنواخت \vec{B} قرار دارد. شار میدان مغناطیسی یکنواخت* که از سطح حلقه می‌گذرد به صورت زیر تعریف و با نماد Φ نمایش داده می‌شود.



شکل (۱۰)

۲-۵- شار مغناطیسی

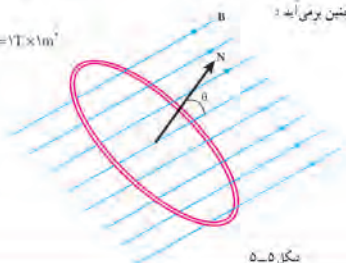
در آزمایش‌های قبل دیدیم که در اثر تغییر میدان مغناطیسی در حلقه، تغییر مساحت حلقه، و یا تغییر زاویه‌ی بین سطح حلقه و جهت میدان مغناطیسی، جریان الکتریکی در بیجه القا می‌شود. کمیتی به نام شار مغناطیسی. این سه کمیت را دربر دارد. این کمیت نرده‌ای به صورت زیر معرفی می‌شود. فرض کنید حلقه‌ای به مساحت A مطابق شکل ۵-۵ در میدان مغناطیسی یکنواخت \vec{B} قرار دارد. شار میدان مغناطیسی یکنواخت* که از سطح حلقه می‌گذرد به صورت زیر تعریف و با نماد Φ نمایش داده می‌شود.

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

(۱-۵)

که در این رابطه، θ زاویه‌ی بین بردار میدان مغناطیسی \vec{B} و نیم‌خط عمود بر سطح حلقه است (این نیم‌خط را می‌توان به‌طور اختیاری در هر یک از دو طرف سطح حلقه رسم کرد، ولی در هر مورد پس از انتخاب دیگر جهت آن را نباید عوض کرد). یکای شار مغناطیسی در SI ویر (Wb) است. از معادله‌ی ۱-۵ چنین برمی‌آید:

$$|Wb| = |T \cdot m^2|$$



شکل ۵-۵

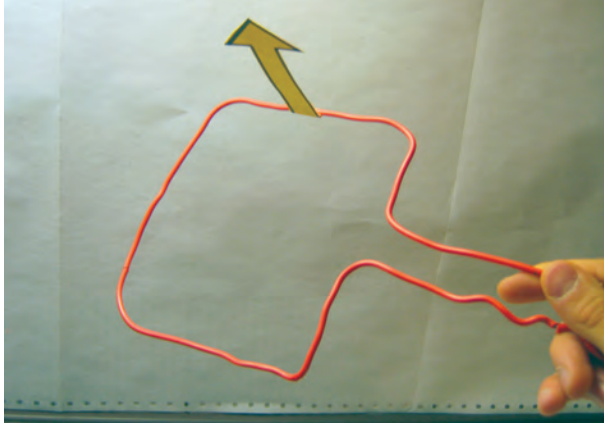
مثال ۱-۵

الف) شار مغناطیسی عبوری از سطح یک قاب مستطیلی تمکلی به ابعاد $3 \text{ cm} \times 4 \text{ cm}$ که خط عمود بر آن با میدان مغناطیسی یکنواخت صد گاوس مطابق

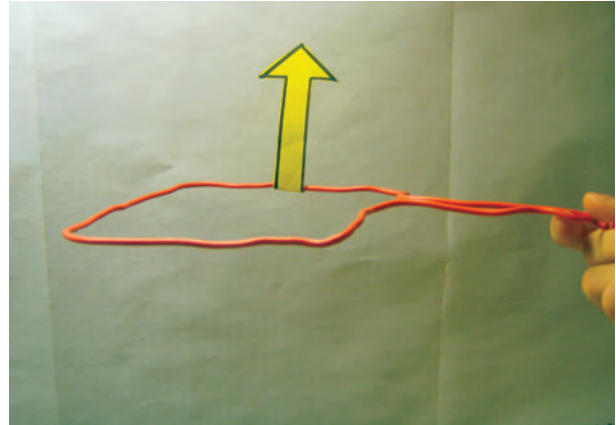
* اگر میدان مغناطیسی یکنواخت نباشد، رابطه‌ی مربوط به شار مغناطیسی پیچیده‌تر می‌شود. این رابطه فراتر از سطح پرتاده این کتاب است.

کج فهمی : $1-\theta$ زاویه‌ی بین راستای خط‌های میدان و خط عمود بر سطح قاب است. اگر خط‌های میدان نسبت به سطح قاب زاویه‌ی $\alpha = 3^\circ$ داشته باشند آن‌گاه $\theta = 90^\circ - 3^\circ = 87^\circ$ است.

برای تدریس زاویه‌ی بین بردار عمودی سطح و بردار میدان مطابق شکل‌های (۱۱) نمونه‌ای از یک حلقه با بردار عمودی آن می‌سازیم و در چند حالت آن را نسبت به خطوط میدان قرار می‌دهیم.



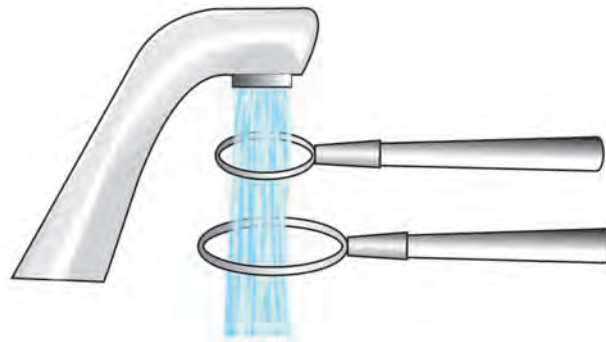
(ب)



(الف)

شکل (۱۱)

۲- A مساحتی از قاب است که در میدان قرار دارد. اگر ناحیه وجود داشته باشند. مساحت سطح قاب از مساحت میدان بیشتر باشد، فقط بخشی از قاب در محاسبه‌ی شار وارد می‌شود که خط‌های میدان در آن است.



شکل (۱۲)

فعالیت ۶



با این فرض که آمپر جزء یکاهای اصلی باشد یکای ویر را برحسب یکاهای اصلی بنویسید.
پاسخ:

$$W_b = J/A$$

مثال: در ناحیه‌های حوالی استوا میدان مغناطیسی زمین

حدود $6G/10^\circ$ و به موازات سطح زمین است.

الف) شار مغناطیسی گذرنده از قابی به ابعاد 1m در 2m

که موازی سطح زمین است را حساب کنید.

ب) اگر قاب را حول محورش 30° دوران دهیم شار چه

تغییری می‌کند؟

پاسخ:

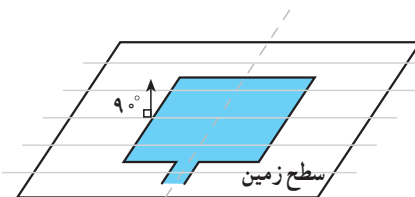
الف)

$$A = 1 \times 2 = 2\text{m}^2$$

$$B = 6G/10^\circ = 6 \times 10^{-5}\text{ T}$$

$$\phi = BA \cos 90^\circ = 0$$

$$\alpha = 90^\circ$$



(الف)

$$\alpha = 30^\circ \Rightarrow \theta = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ \quad \text{ب)}$$

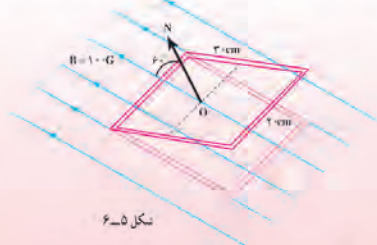
$$\phi = 6 \times 10^{-5} \times 2 \times \cos \frac{\pi}{3}$$

$$\phi = 6 \times 10^{-5} \times 2 \text{ Wb}$$

از دانش آموزان می‌خواهیم مثال ۱-۵ کتاب را بررسی

کنند.

شکل ۶-۵ زاویه 60° می‌سازد را به دست آورید.
ب) اگر این قاب را بچرخانیم به طوری که زاویه خط عمود بر آن با خط‌های میدان مغناطیسی از 60° به 30° کاهش یابد، شار مغناطیسی چه قدر تغییر می‌کند؟



شکل ۶-۵

حل: الف) نیم خط ON را مطابق شکل عمود بر سطح رسم می‌کنیم. زاویه بین خط‌های میدان و نیم خط ON برابر 60° است؛ بنابراین داریم:

$$A = 30 \times 2 = 60 \text{ cm}^2 = 6 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$B = 10G = 10^{-3} \text{ T}$$

$$\Phi = BA \cos \theta = 10^{-3} \times 6 \times 10^{-3} \cos 60^\circ = 3 \times 10^{-6} \text{ Wb}$$

ب) در وضعیت جدید داریم:

$$\theta = 30^\circ$$

در نتیجه، به دست می‌آوریم:

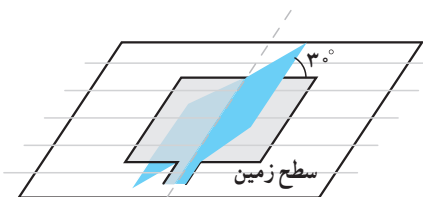
$$\Phi' = BA \cos \theta' = 10^{-3} \times 6 \times 10^{-3} \cos 30^\circ$$

$$\Phi' = 5/2 \times 10^{-6} \text{ Wb}$$

تغییر شار حاصل از این چرخش برابر است با:

$$\Delta \Phi = \Phi' - \Phi = 5/2 \times 10^{-6} - 3 \times 10^{-6}$$

$$\Delta \Phi = 2/2 \times 10^{-6} \text{ Wb}$$



(ب)

شکل (۱۳)

فعالیت ۷



با مشورت با اعضای گروه خود یک مسئله طراحی کنید که برای حل آن از رابطه‌ی (۱-۵) استفاده شود.

تمرین ۵-۱

پاسخ:

$$A = 5 \text{ cm}^2 = 5 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\alpha = 90^\circ \Rightarrow \theta = 0$$

$$\Delta B = 0 / 3 \text{ T}$$

$$\Delta \phi = \Delta B \cdot A \cdot \cos \theta$$

$$\Delta \phi = 0 / 3 \times 5 \times 10^{-4} \times 1 = 1 / 5 \times 10^{-3} \text{ Wb}$$

تمرین ۵-۱

حلقه‌ای به مساحت 5 cm^2 در یک میدان مغناطیسی یکساخت \vec{B} قرار دارد. با فرض این که خط‌های میدان مغناطیسی \vec{B} عمود بر سطح حلقه باشند، اگر بزرگی میدان مغناطیسی بدون تغییر جهت آن به اندازه 3 T افزایش یابد، شار مغناطیسی که از سطح حلقه می‌گذرد، چه قدر تغییر می‌کند؟

با انجام دادن آزمایش‌ها و فعالیت‌های پیش درمی‌یابیم که تغییر هر یک از کمیت‌های A ، B و زاویه θ بین \vec{B} و نیم‌خط عمود بر سطح باعث تغییر شار مغناطیسی می‌شود. و تغییر شار مغناطیسی باعث ایجاد جریان الکتریکی القایی در مدار می‌شود. درست‌نمایی به وضعیتی که یک مولد در مدار باشند، و نیروی محرکه‌ی آن جریانی در مدار ایجاد کرده باشند. علاوه بر این آزمایش‌ها نشان می‌دهند که هر چه تغییر شار سریع‌تر اتفاق افتد، جریان القایی و نیروی محرکه‌ی القایی بزرگ‌تر خواهد شد. مثلاً در آزمایش‌های مربوط به شکل‌های ۵-۲ تا ۵-۴ هر چه حرکتی که باعث تغییر شار مغناطیسی می‌شود، سریع‌تر انجام شود، عقربه‌ی گالوانومتر بیش‌تر منحرف می‌شود. و این نشان می‌دهد که جریان بزرگ‌تری به وجود آمده است.

لنز، فیزیکدان آلمانی روس‌نبار، و فارادی پدیده‌ی القای الکترومغناطیسی را فرمول‌بندی کردند. و قانون‌های القای الکترومغناطیسی را بیان کردند.

۵-۳ قانون القای الکترومغناطیسی فارادی

بنابر قانون فارادی 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 هر چه آهنگ تغییر شار مغناطیسی بیش‌تر باشد، نیروی محرکه‌ی القایی و در نتیجه جریان ایجاد شده در مدار بیش‌تر خواهد بود. قانون فارادی را می‌توان با رابطه‌ی زیر بیان کرد.

$$\mathcal{E} = - \frac{d\phi}{dt} \quad (5-2)$$

در این رابطه، \mathcal{E} نیروی محرکه‌ی القایی بر حسب ولت و $\frac{d\phi}{dt}$ آهنگ تغییر شار مغناطیسی (یعنی مشتق شار نسبت به زمان) بر حسب ویر بر ثانیه ($\frac{\text{Wb}}{\text{s}}$) است. علامت منفی نشان‌دهنده‌ی جهت

۱۸۲

فعالیت ۸



- برای آن که شار مغناطیسی تغییر کند کافی است هر یک از پارامترهای A ، B یا θ تغییر کند. روش‌های عملی و تجربی مناسب برای تغییر هر یک از این عامل‌ها را شرح دهید:
- ۱- اگر میدان ناشی از آهنربای دائمی است، باید آهنربا را دور و نزدیک کنیم $\Delta \phi = \Delta B \cdot A \cdot \cos \theta$ و
 - ۲- اگر میدان ناشی از آهنربای الکتریکی است، باید جریان در پیچ‌های آهنربای الکتریکی را کم و زیاد کنیم.
 - برای تغییر دادن مساحت: ۱- قاب را موازی سطح خود حرکت دهیم تا داخل میدان شود یا از آن خارج شود. ۲- سطح قاب را تغییر شکل می‌دهیم.
 - برای تغییر $\cos \theta$: ۱- قاب را حول یکی از محورهایی که بر سطح آن منطبق است می‌چرخانیم. ۲- آهنربا را جلوی قاب یا سیم‌لوله می‌آوریم و آن را می‌چرخانیم.