



استفاده گسترده از وسیله‌های الکتریکی در زندگی امروزی، بسیار عادی است. لامپ، تلویزیون، تلفن همراه، جاروبرقی، لباس شویی، اتو، رایانه، ماشین حساب، رایانه کیفی (لپ‌تاپ) و.... تنها تعداد اندکی از وسایل الکتریکی اند که ما با آنها سروکار داریم.

همه این وسایل با استفاده از قوانین الکتریسیته طراحی و ساخته می‌شوند. در عصر حاضر شناخت اصول الکتریسیته و به کارگیری آن برای ایمنی، رفاه و آسایش انسان اهمیت فراوان دارد. به همین منظور در این فصل با الکتریسیته و کاربردهای آن بیشتر آشنا می‌شویم.



اگر بادکنکی را با پارچه پشمی یا موهای خشک و تمیز سر مالش دهیم، بادکنک و پارچه پشمی خاصیت جدیدی پیدا می‌کنند و می‌توانند خرده‌های کاغذ یا مو را به طرف خود جذب کنند. حتی با همین روش می‌توان بادکنک را به سقف یا دیوار چسباند (شکل ۱).

شکل ۱- بادکنک با مالش دارای بار الکتریکی می‌شود و به دیوار می‌چسبد.

در این آزمایش بادکنک و پارچهٔ پشمی دارای بار الکتریکی شده‌اند. وقتی جسمی دارای بار الکتریکی می‌شود، می‌تواند اجسام دیگر را جذب کند.



فعالیت

با توجه به آنچه دربارهٔ ایجاد بار الکتریکی در اجسام خوانده‌اید، توضیح

دهید چرا:



(الف) وقتی با پارچهٔ پُرزدار خشک و تمیزی شیشه‌های خشک پنجرهٔ اتاق را تمیز می‌کنید، پرزهای پارچه به شیشه‌ها می‌چسبند.

(ب) هنگامی که با شانهٔ پلاستیکی موهای خشک و تمیز را شانه می‌کنید، رشته‌های مو به دنبال شانه کشیده می‌شوند.

(پ) وقتی شانهٔ پلاستیکی یا بادکنک را با موهای خشک سر مالش دهید و بعد آن را به باریکهٔ آب نزدیک کنید، باریکه آب به طرف شانه یا بادکنک کشیده می‌شود.

آزمایش کنید



هدف آزمایش: آشنایی با انواع بارهای الکتریکی

مواد و وسایل: دو بادکنک مشابه، پارچهٔ پشمی، نخ، مقداری خرده‌های کاغذ

روش اجرا

- ۱- بادکنک‌ها را باد کنید و با نخ دهانهٔ آنها را ببندید.
 - ۲- یکی از بادکنک‌ها را با پارچهٔ پشمی مالش دهید؛ سپس یک بار پارچه و بار دیگر بادکنک را به خرده‌های کاغذ نزدیک کنید. چه روی می‌دهد؟
 - ۳- هر دو بادکنک را با پارچهٔ پشمی مالش دهید و بعد بادکنک‌ها را به هم نزدیک کنید. چه اتفاقی می‌افتد؟
 - ۴- پارچهٔ پشمی و بادکنک را که به هم مالش داده‌اید، بلافاصله پس از مالش، به هم نزدیک کنید. چه اتفاقی می‌افتد؟
- از این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

آزمایش بالا و آزمایش‌های مشابه نشان می‌دهد وقتی دو جسم با یکدیگر مالش داده می‌شوند، معمولاً هر دوی آنها دارای بار الکتریکی می‌شوند و بر یکدیگر نیرو وارد می‌کنند. نیروی الکتریکی بین

دو جسم باردار، گاهی جاذبه و گاهی دافعه است؛ مثلاً در آزمایش قبل، نیروی الکتریکی بین بادکنک‌ها دافعه و نیروی بین پارچه و بادکنک جاذبه است. بنابراین دو نوع بار الکتریکی وجود دارد. بار الکتریکی ایجاد شده در بادکنک و بارهای مشابه آن از یک نوع‌اند و بار الکتریکی ایجاد شده در پارچه پشمی و بارهای مشابه آن از نوعی دیگرند. در مالش بادکنک و پارچه پشمی بار ایجاد شده در بادکنک را بار منفی (-) و بار ایجاد شده در پارچه پشمی را مثبت (+) نام‌گذاری کرده‌اند.

آزمایش کنید



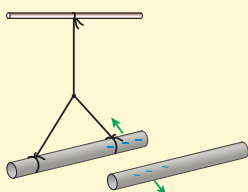
هدف آزمایش: اثر دوبرار الکتریکی بر یکدیگر

مواد و وسایل: کیسه فریزر یا پارچه ابریشمی، دو میله شیشه‌ای، دو میله پلاستیکی، پارچه پشمی و نخ

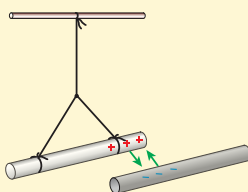
روش اجرا:

۱- به کمک کیسه پلاستیکی (فریزر) یا پارچه ابریشمی، دو میله شیشه‌ای را با مالش باردار کنید.

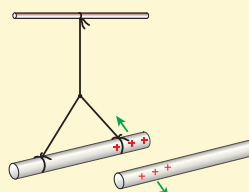
۲- با استفاده از پارچه پشمی، دو میله پلاستیکی را باردار کنید و آزمایش‌های زیر را انجام دهید. از این آزمایش‌ها چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟



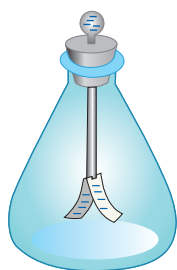
(پ) دو میله پلاستیکی باردار را به هم نزدیک کنید.



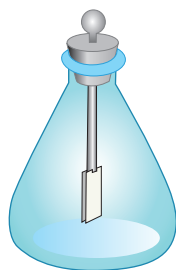
(ب) میله شیشه‌ای را به میله پلاستیکی نزدیک کنید.



(الف) دو میله شیشه‌ای باردار را به هم نزدیک کنید.



(ب)



شکل ۲- الف)

آزمایش بالا و آزمایش‌های مشابه آن نشان می‌دهد:

- ۱- دو جسم که دارای بارهای الکتریکی غیرهمنام‌اند، وقتی به هم نزدیک شوند، همدیگر را جذب می‌کنند.
- ۲- دو جسم که دارای بارهای الکتریکی همنام‌اند، وقتی به هم نزدیک شوند، همدیگر را دفع می‌کنند.

معمولاً برای تشخیص اینکه جسمی دارای بار الکتریکی است یا نه و نیز تعیین نوع بار جسم، از وسیله ساده‌ای به نام

برق نما (الکتروسکوپ^۱) استفاده می کنیم (شکل ۲- الف). برق نما از یک صفحه یا گوی فلزی، یک میله و دو ورقه نازک فلزی تشکیل شده است.

وقتی برق نما بدون بار است ورقه های آن به هم نزدیک اند و وقتی باردار می شود، ورقه های آن از هم دور می شوند (شکل ۲- ب).

توجه کنید: آزمایش های الکتریسیته باید در هوای خشک و با وسایل کاملاً خشک انجام شود. زیرا در هوای مرطوب یا با وسایل خیس و مرطوب نمی توان از آزمایش ها نتیجه گرفت.

آزمایش کنید

هدف آزمایش: تشخیص جسم باردار و نوع بار آن

مواد و وسایل: برق نما، میله پلاستیکی، میله شیشه ای، پارچه پشمی، کیسه پلاستیکی (فریزر)

روش اجرا

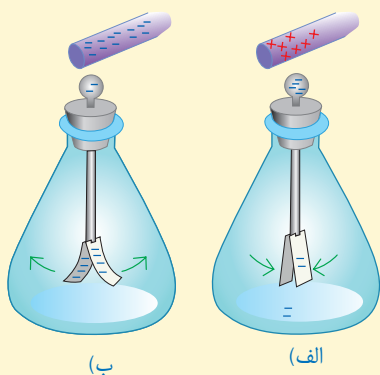
۱- به ترتیب به وسیله پارچه پشمی و کیسه پلاستیکی، میله های پلاستیکی و شیشه ای را باردار کنید.

۲- یک بار میله پلاستیکی و بار دیگر میله شیشه ای را به کلاهک برق نما بدون بار

نزدیک و سپس دور کنید. چه مشاهده می کنید؟

۳- میله پلاستیکی باردار را با کلاهک برق نما تماس دهید و سپس میله باردار شیشه ای و پلاستیکی را به برق نما نزدیک کنید. اکنون چه چیزی مشاهده می کنید؟

از این آزمایش ها چه نتیجه ای می گیرید؟ چگونه می توان به وسیله برق نما نشان داد، یک جسم دارای بار الکتریکی است یا نه و نوع بار آن چیست؟



« بارهای الکتریکی از کجا می آیند؟ »

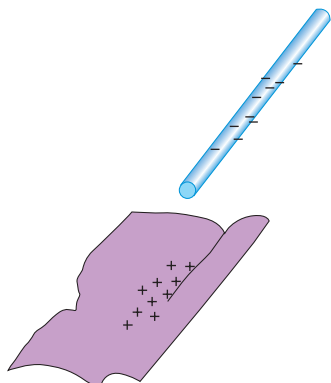
همان طور که در فصل ۳ خواندیم، همه اجسام از ذره های بسیار کوچکی به نام اتم ساخته شده اند. هر اتم از هسته و الکترون ساخته شده است. هسته نیز از ذره های ریزتری به نام پروتون و نوترون ساخته

۱- Electroscope

شده است. اندازه بار هر پروتون با اندازه بار هر الکترون برابر است. پروتون بار مثبت (+) و الکترون بار منفی (-) دارد و نوترون نیز بدون بار الکتریکی است. در اتم خنثی تعداد الکترون‌های هر اتم با تعداد پروتون‌های آن اتم برابر است.

گفت‌وگو کنید

توضیح دهید چرا اتم در حالت عادی خنثی (بدون بار الکتریکی) است؟

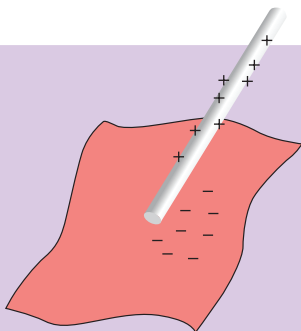


شکل ۳- در مالش پارچه پشمی با میله پلاستیکی، هر دوی آنها دارای بار الکتریکی می‌شوند.

وقتی دو جسم را با یکدیگر مالش می‌دهیم، تعدادی الکترون از یک جسم به جسم دیگر منتقل می‌شود؛ مثلاً وقتی پارچه پشمی را با میله پلاستیکی مالش می‌دهیم، تعدادی از الکترون‌های پارچه پشمی کنده، و به میله پلاستیکی منتقل می‌شوند (شکل ۳). در نتیجه تعداد الکترون‌های پارچه پشمی از تعداد پروتون‌های آن کمتر می‌شود. توازن بارهای مثبت و منفی بر هم می‌خورد و بارهای مثبت بیشتر می‌شود. بنابراین بار الکتریکی خالص پارچه پشمی مثبت می‌شود. از آنجایی که میله تعدادی الکترون اضافی دریافت کرده است، تعداد الکترون‌هایش از پروتون‌هایش بیشتر می‌شود و بار الکتریکی خالص آن منفی خواهد شد.

در اثر مالش دو جسم با یکدیگر، پروتون‌ها که نسبت به الکترون‌ها خیلی سنگین‌ترند و در هسته با نیروی قوی تری نگهداشته شده‌اند، کنده نمی‌شوند؛ بلکه فقط تعدادی از الکترون‌ها کنده شده و به جسم دیگر منتقل می‌شوند.

خود را بیازماید



وقتی کیسه پلاستیکی را با میله شیشه‌ای مالش می‌دهیم، میله و کیسه دارای بار الکتریکی می‌شوند. با توجه به شکل توضیح دهید.

۱- الکترون‌ها از کدام جسم کنده می‌شود؟

۲- آن جسم چه باری پیدا می‌کند؟

« رسانی و نارسانا

به کمک یک مدار الکتریکی ساده می‌توان مواد را براساس قابلیت عبور جریان الکتریکی از آنها به دو دسته تقسیم کرد. به موادی مانند فلزات، مغز مداد (گرافیت)، بدن انسان و محلول آب نمک که بار الکتریکی می‌تواند به راحتی در آنها حرکت کند، **رسانای الکتریکی** می‌گوییم. عبور جریان الکتریکی در فلزات آسان است؛ زیرا تعدادی از الکترون‌های اتم فلز وابستگی بسیار کمی به هسته آن دارند و می‌توانند آزادانه در کل فلز حرکت کنند. به این الکترون‌ها **الکترون آزاد** می‌گویند. در فلزات تعداد الکترون‌های آزاد بسیار زیاد است و این الکترون‌ها عبور جریان الکتریکی از فلز را امکان‌پذیر می‌کنند. به موادی مانند شیشه و پلاستیک که الکترون‌های آنها به هسته‌هایشان وابستگی زیادی دارند و نمی‌توانند در این اجسام به سادگی حرکت کنند، **نارسانای الکتریکی** می‌گوییم. نارساناها نمی‌توانند جریان الکتریکی را از خود عبور دهند.

« القای بار الکتریکی

همان‌طور که قبلاً بررسی شد، وقتی میله‌ای پلاستیکی را با پارچه پشمی مالش می‌دهیم، تعدادی از الکترون‌های پارچه به میله منتقل می‌شود. این انتقال در اثر مالش دو جسم اتفاق می‌افتد. اگر میله پلاستیکی دارای بار منفی را با جسم خنثی تماس دهیم، تعدادی الکترون از میله وارد جسم خنثی می‌شود و جسم خنثی نیز دارای بار منفی می‌شود. این روش‌های ایجاد بار در یک جسم را، روش **تماس** می‌گویند. در اینجا با روش دیگری برای ایجاد بار الکتریکی در اجسام آشنا می‌شویم که به آن روش **القا** می‌گویند.

آزمایش کنید

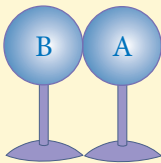


هدف آزمایش: ایجاد بار الکتریکی به روش القا

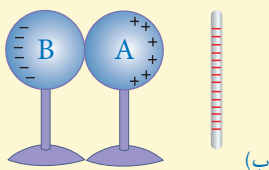
مواد و وسایل: دو کره فلزی یکسان با پایه‌های نارسانا، میله پلاستیکی، پارچه پشمی و برق‌نما

روش اجرا

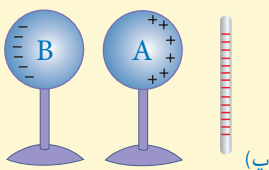
۱- دو کره فلزی را مطابق شکل الف در تماس با یکدیگر قرار دهید؛ سپس با دست آنها را لمس کنید تا اگر کره‌ها از قبل بار الکتریکی دارند، در اثر تماس با بدن شما، بدون بار شوند.



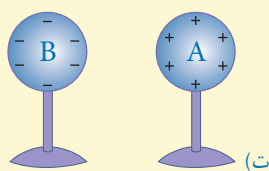
(الف)



۲- میله پلاستیکی را با پارچه پشمی مالش دهید و مانند شکل ب آن را به کره A نزدیک کنید.



۳- بدون حرکت دادن میله پلاستیکی، پایه کره B را بگیرید و آن را از کره A دور کنید (شکل پ).



۴- میله پلاستیکی را دور کنید (شکل ت).

۵- برق نما را به روش تماس با میله پلاستیکی باردار کنید و هر یک از کره ها را جداگانه به کلاهک برق نما نزدیک کنید. چه مشاهده می کنید؟ از این آزمایش چه نتیجه ای می گیرید؟

همان گونه که مشاهده شد، کره A که به میله منفی نزدیک تر بود، دارای بار مثبت و کره B که از میله دورتر بود، دارای بار منفی شده است. به این روش که کره های فلزی بدون تماس با میله، دارای بار الکتریکی شده اند روش **القای بار الکتریکی** گویند. وقتی میله باردار منفی را به کره A نزدیک کردید، الکترون های آزاد این کره تحت دافعه الکتریکی بار منفی میله از میله دور می شوند. در نتیجه کره A که الکترون از دست داده و دچار کمبود الکترون شده است، دارای بار مثبت و کره B دارای بار منفی می شود.



فعالیت

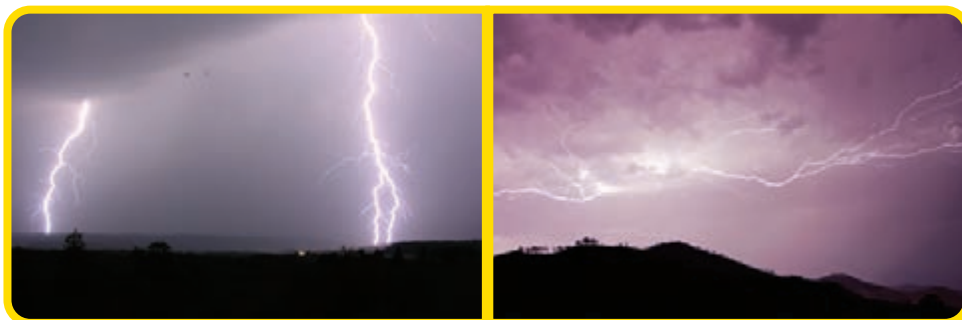
وقتی یک شانه پلاستیکی را با پارچه پشمی مالش می دهید، معمولاً شانه

دارای بار الکتریکی منفی می شود. اگر شانه را به براده های بدون بار ورق آلومینیم نازک نزدیک کنیم، شانه براده های آلومینیم را به طرف خود جذب می کند. با توجه به القای بار الکتریکی توضیح دهید چرا چنین اتفاقی رخ می دهد؟

«آذرخش و تخلیه الکتریکی»

احتمالاً منظره های زیبایی را که هنگام رعد و برق در آسمان ایجاد می شوند، دیده اید. در هر ثانیه ده ها آذرخش روی سطح زمین زده می شود. ابرها در مسیر حرکت خود به دلایل مختلف مانند مالش با

ابره‌های دیگر، هوا، کوه‌ها یا القای الکتریکی دارای بار الکتریکی می‌شوند. اگر دو ابر چنان به هم نزدیک شوند که قسمت‌های دارای بار ناهمنام نزدیک هم قرار گیرند به علت نیروی جاذبه بین بارهای ناهمنام، ممکن است الکترون‌ها از یک ابر به ابر دیگر بجهند که به آن **تخلیه الکتریکی** بین دو ابر گویند. این عمل معمولاً با جرقه‌های بزرگ، تولید گرما و صدا همراه است. تخلیه الکتریکی می‌تواند بین یک ابر باردار و زمین نیز اتفاق بیفتد. ابرهای باردار با حرکت در مجاورت سطح زمین در زمین بار القایی ایجاد می‌کنند. در این حالت نیز امکان تخلیه الکتریکی بین ابرها و زمین وجود دارد و می‌تواند موجب آتش‌سوزی شود و به ساختمان‌ها، خطوط انتقال برق، انسان‌ها، درختان و حیوانات خسارت‌های جبران‌ناپذیر وارد کند.



ب) آذرخش بین ابر و زمین

شکل ۴- الف) آذرخش بین دو ابر

اطلاعات جمع‌آوری کنید



برای حفاظت ساختمان‌های بلند از خطر برخورد آذرخش، از وسیله‌ای به نام برق‌گیر استفاده می‌کنند. درباره برق‌گیر و نقش آن در جلوگیری از آسیب به ساختمان، اطلاعاتی را جمع‌آوری، و به صورت داده نما یا پرده‌نگار در کلاس ارائه کنید.

« اختلاف پتانسیل الکتریکی



شکل ۵- مدار الکتریکی ساده

می‌دانیم اختلاف دما بین دو جسم که با هم تماس دارند سبب انتقال انرژی از جسم با دمای بیشتر به جسم با دمای کمتر می‌شود. همچنین اختلاف ارتفاع سطح آب بین دو ظرف مرتبط به هم، سبب شارش آب از یک ظرف به ظرف دیگر می‌شود. به نظر شما در الکتریسیته چه عاملی سبب شارش بارهای الکتریکی بین دو نقطه از یک مدار ساده می‌شود؟



هدف آزمایش: نقش باتری در یک مدار الکتریکی ساده

مواد و وسایل: دو قطعه سیم نازک، باتری ۱/۵ ولتی، لامپ کوچک، چسب نواری یا لنت

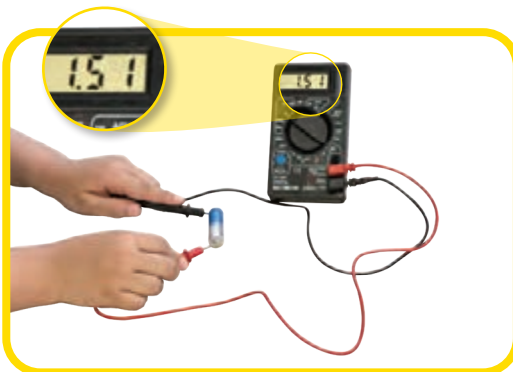
روش اجرا

- ۱- با استفاده از وسایل داده شده مداری تشکیل دهید و لامپ را روشن کنید.
- ۲- یک قطعه سیم را حذف کنید و سپس با وسایل موجود مدار جدیدی تشکیل دهید و لامپ را روشن کنید.
- ۳- در گروه خود درباره نقش باتری، سیم‌های رابط و لامپ در مدار گفت‌وگو کنید.

در مدار الکتریکی ساده شکل ۵، باتری انرژی لازم را برای روشن شدن لامپ تأمین می‌کند. به عبارت دیگر در این مدار، باتری به لامپ انرژی الکتریکی می‌دهد و سپس این انرژی به وسیله لامپ به نور و انرژی گرمایی تبدیل می‌شود. اگر باتری را از مدار حذف کنیم، بلافاصله لامپ خاموش می‌شود. باتری در مدار نقش منبع انرژی را دارد. باتری سبب ایجاد جریان الکتریکی (حرکت یا شارش بار الکتریکی) در مدار می‌شود و انرژی توسط سیم‌های رابط از باتری به لامپ می‌رسد.

برای اینکه در مدار، حرکت و شارش بارهای الکتریکی ادامه پیدا کند، باید همواره بین دو نقطه مناسب از مدار، یک مولد مانند باتری قرار گیرد. نقش باتری در شکل ۵، ایجاد یک اختلاف پتانسیل یا ولتاژ بین دو سر لامپ است. همان‌طور که اختلاف دما بین دو جسم عامل انتقال انرژی از یک جسم به جسم دیگر است در الکتریسیته نیز اگر بین دو نقطه اختلاف پتانسیل به وجود آید و آن دو نقطه توسط یک جسم رسانا مانند یک سیم به هم وصل شوند، جریان الکتریکی به وجود می‌آید. یکای اختلاف پتانسیل

ولت (V) است و اختلاف پتانسیل بین دو نقطه توسط ولت‌سنج اندازه‌گیری می‌شود. مثلاً وقتی دو سر ولت‌سنج را به دو سر یک باتری قلمی وصل می‌کنیم و ولت‌سنج ۱/۵V را نشان می‌دهد؛ یعنی اختلاف پتانسیل دو سر این باتری ۱/۵V است (شکل ۶).



شکل ۶- اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل دو سر باتری

آیا می‌دانید؟

باتری‌ها بسته به نوع کاربردها در ولتاژهای مختلفی ساخته می‌شوند. ولتاژ باتری خودروهای سواری ۱۲ V، باتری گوشی‌های همراه معمولاً ۳/۷ V، باتری کامیون ۲۴ V و باتری نوعی سمک ۱/۴۵ V است.



شکل ۷ - انواع باتری‌ها

باتری‌ها دارای دو سر (پایانه) مثبت و منفی اند و اختلاف پتانسیل باتری مربوط به اختلاف پتانسیل این دو سر است. شکل ۷ برخی از انواع باتری‌ها را نشان می‌دهد.

انرژی لازم برای ایجاد اختلاف پتانسیل بین دو سر باتری از واکنش‌های شیمیایی به دست می‌آید که درون باتری رخ می‌دهد؛ مثلاً در باتری‌ای که در فصل ۲ با استفاده از لیموترش و تیغه‌های نازک فلزی ساخته‌اید، یک تغییر شیمیایی رخ می‌دهد. در این واکنش بارهای منفی در یک سر باتری جمع می‌شوند و سر دیگر باتری بار مثبت پیدا می‌کند. در نتیجه بین دو سر باتری اختلاف پتانسیل ایجاد می‌شود.

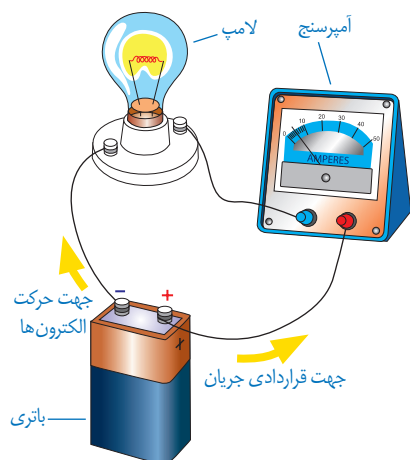
اطلاعات جمع‌آوری کنید

ساختمان داخلی باتری‌ها خیلی شبیه باتری‌ای است که شما با استفاده از لیموترش و تیغه‌های فلزی ساخته‌اید؛ یعنی در این باتری‌ها دو تیغه غیر هم جنس در یک مایع شیمیایی خاص (یا یک خمیر شیمیایی مرطوب) که الکترولیت نامیده می‌شود، قرار دارند. درباره شیوه کارکرد باتری‌ها اطلاعاتی را جمع‌آوری کنید و نتیجه آن را به صورت پرده‌نگار یا داده‌نما به کلاس گزارش دهید.

«مدار الکتریکی و جریان الکتریکی»

یک مدار الکتریکی ساده از یک منبع انرژی مانند باتری، یک مصرف‌کننده انرژی الکتریکی مانند لامپ، اتوی برقی، کتری برقی و...، سیم‌های رابط و کلید قطع و وصل تشکیل می‌شود. وقتی کلید بسته (وصل) باشد، مدار کامل است و الکترون‌ها با گرفتن انرژی از باتری در مدار حرکت می‌کنند.

مقدار انرژی ای که بارهای الکتریکی هنگام عبور از باتری می گیرند به اختلاف پتانسیل باتری بستگی دارد؛ مثلاً باتری ۱/۵ ولتی، ۱/۵ ژول انرژی به هر واحد بار که از آن می گذرد، می دهد. اگر ولتاژ باتری ۱۲۷ باشد، هر واحد بار که از آن می گذرد، انرژی آن به اندازه ۱۲ ژول افزایش می یابد. بار الکتریکی، این انرژی را در عبور از اجزای مختلف مدار به آنها می دهد و این اجزا انرژی ای را که به دست آورده اند به انرژی های دیگر تبدیل می کنند، مثلاً لامپ، روشن و گرم می شود. وقتی کلید بسته می شود، الکترون ها در مدار از پایانه منفی باتری به طرف پایانه مثبت باتری حرکت می کنند و این سبب ایجاد جریان الکتریکی در مدار می شود.



جهت قراردادی جریان در یک مدار در خلاف جهت شارش الکترون ها در مدار است. بنابراین جهت قراردادی جریان در مدار، از پایانه مثبت باتری به پایانه منفی آن است.

جریان الکتریکی در یک مدار را با آمپرسنج اندازه گیری می کنند. برای این کار، آمپرسنج را همانند شکل به صورت متوالی در مدار قرار می دهیم. یکای جریان الکتریکی آمپر (A) است.

آیا می دانید؟

جدول زیر برخی از جریان های الکتریکی را نشان می دهد.

اندازه جریان (برحسب آمپر)	برخی جریان های الکتریکی
۰/۰۱	جریانی که یک نوع لامپ LED را روشن می کند
۰/۱	جریان کشنده برای انسان
۰/۵	جریان تقریبی گذرنده از لامپ رشته ای ۱۰۰ وات با برق ۲۲۰V
۵	جریان تقریبی گذرنده از مو خشک کن ۱۲۰۰ وات با برق ۲۲۰V
۲۵	حداکثر جریان برق خانگی

« مقاومت الکتریکی

آیا تاکنون به حرکت دانش آموزان در حیاط مدرسه یا حرکت افراد در خیابان یا بازار شلوغ توجه کرده‌اید؟ آیا برای شما پیش آمده است که عجله داشته باشید و مجبور شوید از مکانی پر رفت و آمد عبور کنید؟ در این گونه موارد وجود افراد دیگر سبب کاهش سرعت و انرژی شما می‌شود و در مقابل حرکت کردن شما نوعی مقاومت وجود دارد که سرعت و انرژی شما را کاهش می‌دهد. در یک مدار الکتریکی نیز وقتی کلید را می‌بندیم، باتری یا مولد به الکترون‌های آزاد انرژی می‌دهد تا در مدار حرکت کنند و جریان الکتریکی به وجود آید. وقتی جریان الکتریکی از یک رسانا مانند رشته درون لامپ، اتوی برقی، پلوپز، کتری برقی و... می‌گذرد، الکترون‌ها با اتم‌ها، که در حال نوسان‌اند، برخورد می‌کنند و انرژی دریافت شده از مولد یا باتری را به این اتم‌ها می‌دهند. این موضوع سبب افزایش جنبش اتم‌ها و گرم شدن رسانا (رشته درون لامپ، رشته درون اتو و...) می‌شود. جریان بارهای الکتریکی در سیم رسانا به نوعی مشابه حرکت شما در یک خیابان یا بازار شلوغ است.

در واقع الکترون‌ها هنگام حرکت در یک رسانای الکتریکی همیشه با نوعی مقاومت روبه‌رو هستند.



شکل ۸- اندازه‌گیری مقاومت لامپ خاموش با اهم سنج

اصطلاحاً می‌گوییم: رسانا دارای **مقاومت الکتریکی** است. هر رسانای الکتریکی در برابر جریان الکتریکی از خود مقاومتی نشان می‌دهد. مقاومت برخی رساناها از رساناهای دیگر بیشتر است. مقاومت الکتریکی را با R نشان می‌دهیم. یکای مقاومت الکتریکی به افتخار جرج سیمون اُهم، دانشمند آلمانی **اهم** نام‌گذاری شده است. مقاومت الکتریکی یک رسانا را با دستگاهی به نام اهم‌سنج اندازه‌گیری می‌کنند (شکل ۸).

آیا می‌دانید؟

مقاومت لامپ رشته‌ای یک چراغ قوه ۳ ولتی روشن حدود ۱۰ اهم و مقاومت

یک لامپ رشته‌ای ۱۰۰ واتی روشن حدود ۵۰۰ اهم است.

آزمایش نشان می‌دهد در یک مدار، هر چه مقاومت الکتریکی را بیشتر کنیم، جریان الکتریکی در مدار کمتر می‌شود و هر چه ولتاژ دو سر مدار را زیادتر کنیم، جریان زیادتری از مقاومت الکتریکی می‌گذرد. رابطه ساده صفحه بعد ارتباط بین ولتاژ، جریان و مقاومت را نشان می‌دهد.

$$\text{ولتاژ (بر حسب ولت)} = \frac{\text{جریان الکتریکی (بر حسب آمپر)}}{\text{مقاومت الکتریکی (بر حسب اهم)}}$$

مثال: دو سر یک لامپ رشته‌ای به ولتاژ 220 V وصل است. اگر مقاومت لامپ 484 اهم باشد، چند آمپر جریان الکتریکی از لامپ می‌گذرد؟

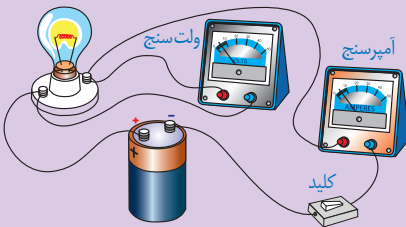
$$\text{آمپر } 0.45 = \frac{\text{ولت } 220}{\text{مقاومت الکتریکی (بر حسب اهم) } 484} = \text{ولتاژ (بر حسب ولت)} = \text{شدت جریان (بر حسب آمپر)}$$

پاسخ:

آیا می‌دانید؟

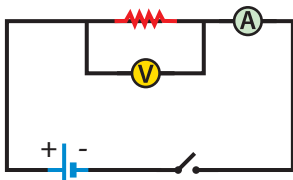
وقتی صدای تلویزیون را بلند می‌کنید یا روشنایی آن را تغییر می‌دهید، جریان الکتریکی در بخش‌های مختلف مدار تلویزیون تغییر کرده است. این کار با تغییر مقاومت در مدارهای مختلف تلویزیون انجام می‌شود.

خود را بیازمایید



در شکل روبه‌رو، آمپرسنج $0.5 / \text{آمپر}$ و ولت‌سنج 3 ولت را نشان می‌دهد. مقاومت لامپ چند اهم است؟

در مدار الکتریکی مقاومت را با « $\text{---}\text{---}\text{---}$ »، باتری را با « $\text{+} \text{---} \text{---} \text{---} \text{---} \text{---}$ »، کلید را با « $\text{---}\text{---}\text{---}$ »، سیم‌های رابط را با خط راست، آمپرسنج را با « A »، ولت‌سنج را با « V » و لامپ را با « $\text{---}\text{---}\text{---}$ » نشان می‌دهند.



شکل ۹- طرحواره یک مدار ساده با ابزارهای اندازه‌گیری

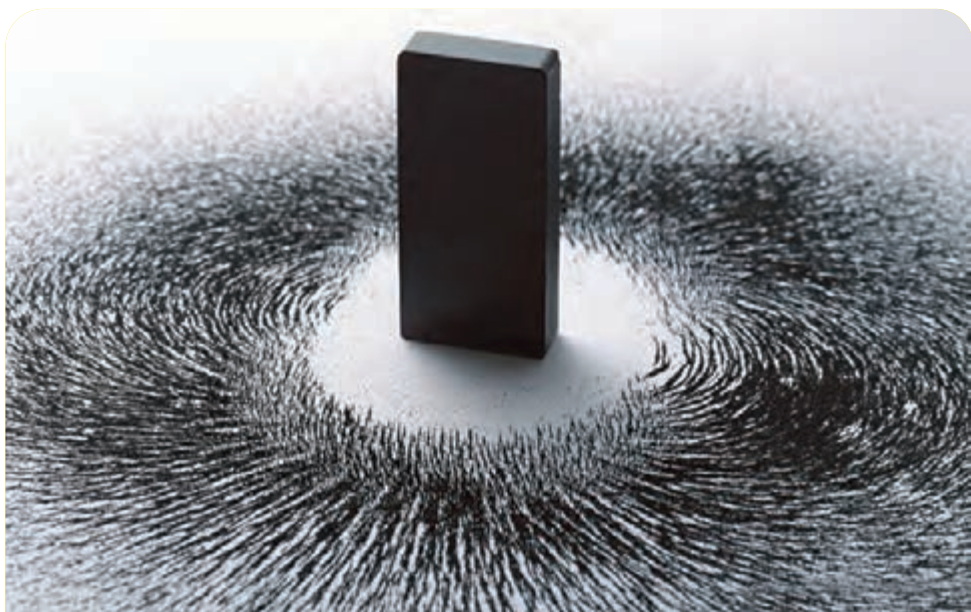
بنابراین طرحواره یک مدار ساده، که آمپرسنج و ولت‌سنج برای اندازه‌گیری در آن نصب شده است، مطابق شکل ۹ است.

اگر کلید بسته شود، جریان در مدار برقرار می‌شود و آمپرسنج جریان در مدار و ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت الکتریکی را اندازه‌گیری می‌کند.

فعالیت



به‌وسیله چند باتری 1.5 ولتی ، لامپ 3 ولتی و سرپیچ آن، سیم‌های رابط، کلید، ولت‌سنج و آمپرسنج؛ مدارهای مختلفی را تشکیل دهید که جریان الکتریکی در آنها متفاوت باشد. اثر جریان الکتریکی بر نور لامپ را بررسی کنید.



بسیاری از دانش آموزان شیفته آهنربا هستند. شاید بیشتر به این سبب که آهنربا از دور عمل می کند. به کمک آهنربا می توان میخی را که در نزدیکی آهنربا است حتی وقتی یک تکه چوب بین آنها باشد به حرکت در آورد؛ به همین ترتیب، یک چشم پزشکی می تواند براده های آهن را به کمک آهنربا از چشم بیمار خارج کند. در این فصل خواهیم دید که فقط آهنربا نیست که در اطرافش خاصیت مغناطیسی وجود دارد. سیم حامل جریان الکتریکی نیز در اطراف خود خاصیت مغناطیسی ایجاد می کند.

می دانیم آهنرباها آهن و برخی مواد دیگر را جذب می کنند. دور تا دور در یخچال ها آهنرباهایی وجود دارد که سبب بسته شدن آن می شود. بسیاری از اسباب بازی های الکتریکی با استفاده از خواص مغناطیسی طراحی و ساخته می شوند. بلندگوها، دینام دوچرخه، موتور ماشین لباس شویی و ... براساس ویژگی های مغناطیسی کار می کنند.

« قطب‌های آهن ربا

در علوم دوره ابتدایی دیدیم، وقتی آهن ربا را به ظرف گیره‌های کاغذ یا جعبه میخ‌های کوچک نزدیک می‌کنیم، گیره‌ها یا میخ‌ها جذب آهن ربا می‌شوند و بیشتر گیره‌ها یا میخ‌ها به دو سر آهن ربا می‌چسبند. این قسمت‌ها را که خاصیت مغناطیسی (آهن ربایی) قوی‌تری دارند، قطب‌های آهن ربا نامیدیم. همچنین دیدیم که اگر یک آهن ربای میله‌ای را با نخ آویزان کنیم، طوری که به راحتی بتواند بچرخد،



شکل (۱)

همواره یکی از قطب‌های آن تقریباً رو به شمال جغرافیایی و قطب دیگر تقریباً رو به جنوب جغرافیایی می‌ایستد. قطبی را که به سمت شمال جغرافیایی می‌ایستد، قطب شمال یا قطب N آهن ربا و قطبی را که به سمت جنوب می‌ایستد، قطب جنوب یا قطب S آهن ربا نام‌گذاری کردیم.



شکل (الف)



شکل (ب)

الف) همانند شکل با استفاده

فعالیت



از خمیر بازی، مداد و آهن ربای نعلی شکل جهت‌های شمال و جنوب جغرافیایی کلاس یا اتاق را پیدا کنید (شکل الف). توجه کنید که در نزدیکی آهن ربایی که با آن آزمایش می‌کنید، آهن ربا یا جسم آهنی دیگری وجود نداشته باشد.

ب) به کمک یونولیت و یک آهن ربای تیغه‌ای کوچک و ظرف آب یک قطب‌نمای ساده بسازید (شکل ب).



قیچی، میخ،
گیره کاغذ، سکه، قوطی
نوشابه، پوش برگ،
لیوان شیشه‌ای، مداد و ...

با استفاده از آهن ربا و

فعالیت



وسایل روبه‌رو، مواد را به دو دسته تقسیم‌بندی کنید. موادی را که جذب آهن ربا می‌شوند مواد مغناطیسی و بقیه را غیر مغناطیسی بنامید.

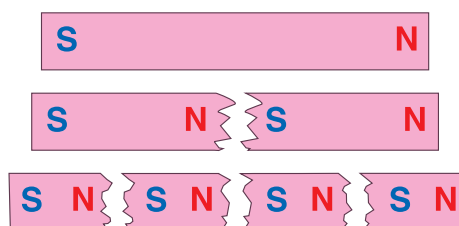


فعالیت

آهن ربای میله‌ای را همانند شکل به وسیله نخ‌ی بیاویزید و سپس قطب‌های آهن ربای دیگری را به قطب‌های این آهن ربا نزدیک کنید. مشاهده خود را برای حالت‌هایی که قطب‌های همنام و غیر همنام آهن رباها به هم نزدیک می‌شوند، بیان کنید.



با انجام دادن فعالیت بالا و آزمایش‌های مشابه نتیجه می‌گیریم همان‌طور که بارهای الکتریکی همنام، یکدیگر را دفع و بارهای غیر همنام همدیگر را جذب می‌کنند، قطب‌های همنام دو آهن ربا نیز همدیگر را دفع و قطب‌های غیر همنام دو آهن ربا همدیگر را جذب می‌کنند. البته تفاوت بسیار مهمی بین قطب‌های مغناطیسی و بارهای الکتریکی وجود دارد. ذره‌های دارای بار الکتریکی مثبت و منفی را می‌توان از هم



شکل ۲- هر یک از آهن رباهای شکسته نیز دارای دو قطب N و S هستند.

جدا کرد؛ ولی آزمایش نشان می‌دهد، قطب‌های مغناطیسی N و S در یک آهن ربا را نمی‌توان از هم جدا کرد. به عبارت دیگر قطب N هرگز بدون حضور قطب S وجود ندارد و بر عکس. اگر آهن ربای میله‌ای را دو تکه کنیم، هر تکه آن هنوز هم یک آهن ربا با دو قطب خواهد بود (شکل ۲).

« القای مغناطیسی



فعالیت



همانند شکل روبه‌رو یک میخ کوچک یا سوزن ته گرد را به انتهای آهن ربا نزدیک کنید تا به آهن ربا بچسبید. میخ بعدی را به نوک میخ اول نزدیک کنید. این کار را برای میخ‌های دیگر نیز تکرار کنید. به نظر شما چگونه آهن ربا، میخ اول را جذب کرده

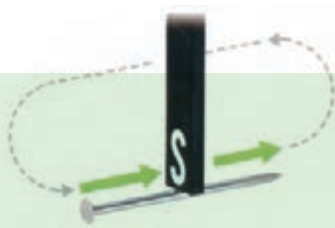


است؟ میخ اولی چگونه میخ دوم را جذب کرده است؟

اگر همانند شکل به آرامی میخ اول را کمی از آهن ربا جدا کنیم، چه اتفاقی می افتد؟ آیا میخ های دیگر سر جای خود باقی می مانند یا اینکه از هم جدا می شوند؟

اگر در فعالیت بالا مقوا یا شیشه ای را بین میخ اول و آهن ربا قرار دهیم، باز هم می توان مانند قبل میخ ها را به دنبال هم قرار داد؛ یعنی بدون تماس آهن ربا با میخ ها، می توان در آنها خاصیت مغناطیسی ایجاد کرد. به این پدیده، یعنی ایجاد خاصیت مغناطیسی در یک قطعه آهن به وسیله آهن ربا بدون تماس با آن را **القای مغناطیسی** می گوئیم. در فعالیتی که انجام دادید، ابتدا میخ اول آهن ربا می شود طوری که سر نزدیک تر به قطب S آهن ربا، تبدیل به قطب N می شود و سر دورتر میخ تبدیل به قطب S. چون قطب های غیر همنام همدیگر را جذب می کنند، قطب N میخ جذب قطب S آهن ربا می شود. همین اتفاق برای میخ های دیگر نیز می افتد؛ یعنی میخ ها به گونه ای آهن ربا می شوند که قطب های غیر همنام آنها کنار هم قرار می گیرد و به هم جذب می شوند.

توجه کنید که هر چه آهن ربای اصلی خاصیت مغناطیسی قوی تری داشته باشد، تعداد میخ هایی که از یکدیگر آویزان می شوند، بیشتر خواهند بود؛ به عبارت دیگر در روش القا، با قوی تر بودن آهن ربای اصلی، خاصیت مغناطیسی قوی تری در میخ ها ایجاد می شود.



فعالیت



الف) همانند شکل به کمک یک

آهن ربای میله ای و یک میخ، یک آهن ربا بسازید و سپس قطب های آهن ربای ساخته شده را به وسیله یک عقربه مغناطیسی (قطب نما) تعیین کنید.

ب) به کمک میله چوبی، پایه و چند آهن ربای حلقه ای، دستگاهی شبیه شکل روبه رو بسازید و درباره کاربردهای احتمالی آن فکر کنید.

« آهن ربای الکتریکی

در زندگی روزمره از آهن ربا‌های الکتریکی استفاده‌های فراوانی می‌شود. در انواع زنگ‌ها، درب‌زکن‌های درب منازل، جرثقیل‌های مغناطیسی، ساعت‌های الکتریکی و... از این نوع آهن رباها استفاده می‌شود. در دوره ابتدایی با ساخت ساده آهن ربای الکتریکی آشنا شده‌ایم. با آزمایش زیر ضمن یادآوری آن مطالب، مفاهیم جدیدی را می‌آموزیم.

آزمایش کنید

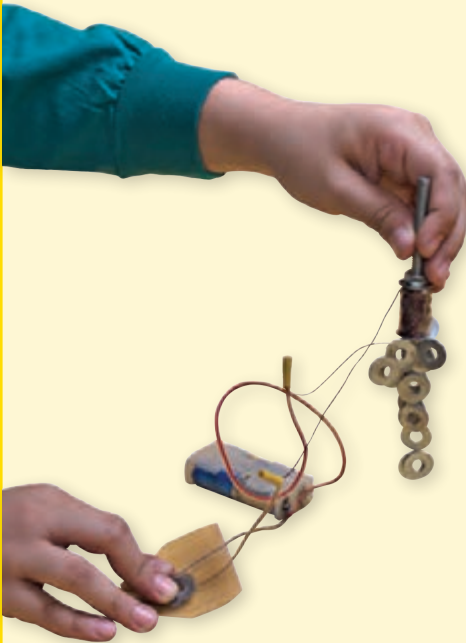


هدف آزمایش: ساخت آهن ربای الکتریکی

مواد و وسایل: دو باتری قلمی و جا باتری، سیم‌های رابط، کلید قطع و وصل، میخ یا پیچ آهنی در اندازه متوسط، چسب نواری، سیم مخصوص (لاکی) برای درست کردن سیم پیچ و گیره‌های کاغذ یا واشرهای آهنی

روش اجرا:

- ۱- دور میخ یا پیچ، سیم روکش دار مخصوص را بپیچید.
- ۲- همانند شکل مدار الکتریکی را کامل کنید و کلید را ببندید.
- ۳- میخ را به گیره‌های کاغذی یا واشرهای آهنی نزدیک کنید. چه اتفاقی می‌افتد؟
- ۴- اگر کلید را باز (قطع) کنید، چه اتفاقی می‌افتد؟



با انجام آزمایش بالا درمی‌یابیم، سیم پیچ و میخ دارای خاصیت مغناطیسی شده است و می‌تواند همانند یک آهن ربا عمل کند. برای تعیین عوامل مؤثر بر خاصیت مغناطیسی آهن ربای الکتریکی، فعالیت صفحه بعد را انجام دهید.



فعالیت

الف) به کمک عقربه مغناطیسی (قطب نما) یا یک آهنربا که قطب N و S آن معلوم است، قطب‌های آهنربای الکتریکی ساخته شده در آزمایش صفحه قبل را تعیین کنید.

ب) در شکل روبه‌رو، جای پایانه‌های مثبت و منفی باتری را در مدار عوض می‌کنیم. در نتیجه جای قطب‌های N و S آهنربای الکتریکی عوض می‌شود. از این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

پ) اگر به جای یک باتری از چند باتری پشت سر هم استفاده کنیم و آهنربای الکتریکی را در گیره‌های کاغذ یا براده‌های آهن قرار دهیم، تعداد بیشتری گیره یا براده آهن بیشتری را جذب می‌کند. از این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

ت) هرچه تعداد دورهای سیم پیچ بیشتر شود، آهنربای الکتریکی براده‌های بیشتری را جذب می‌کند. از این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

توجه: برای کم و زیاد کردن تعداد دور سیم آهنربای الکتریکی، می‌توانید از سیم‌های اضافه دور مقوا استفاده کنید.



با انجام دادن فعالیت بالا درمی‌یابیم:

- ۱- قطب N و S آهنربای الکتریکی به جهت جریان الکتریکی بستگی دارد.
- ۲- هرچه جریان گذرنده از سیم پیچ بیشتر شود، خاصیت مغناطیسی آهنربای الکتریکی بیشتر می‌شود.
- ۳- هرچه تعداد دورهای سیم پیچ بیشتر شود، خاصیت مغناطیسی آهنربای الکتریکی بیشتر می‌شود.



فعالیت

یکی از کاربردهای آهنرباهای الکتریکی، در جرثقیل‌هایی است که ماشین‌های قراضه یا زباله‌های آهنی بزرگ را بلند می‌کنند. در شکل روبه‌رو توضیح دهید: الف) چگونه این جرثقیل‌ها اجسام را بلند می‌کنند؟ ب) وقتی بخواهند جرثقیل ماشین یا زباله را رها کند، چه عملی را انجام می‌دهند؟



«موتور الکتریکی

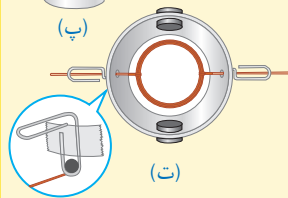
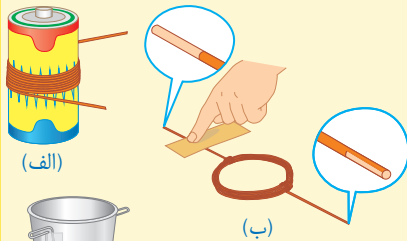
آیامی دانید در ماشین لباس شویی، مخزن استوانه‌ای که لباس در آن قرار می‌گیرد، چگونه می‌چرخد و لباس‌ها شسته می‌شوند؟ یا در ماشین‌های اسباب‌بازی الکتریکی، چرخ‌ها چگونه می‌چرخند و ماشین حرکت می‌کند؟ یکی از رایج‌ترین کاربردهای علم مغناطیس در زندگی روزمره، ساخت و استفاده از موتورهای الکتریکی است. موتورهای الکتریکی در جاروبرقی، خنک‌کن (کولر^۱)‌های آبی، خودروها و... استفاده می‌شوند. برای آشنایی با کارکرد موتورهای الکتریکی آزمایش زیر را انجام می‌دهیم.

آزمایش کنید

هدف آزمایش: ساخت موتور الکتریکی ساده

مواد و وسایل: ۳ متر سیم مسی لاک‌ی با ضخامت ۰/۵ میلی‌متر، لیوان کاغذی یا پلاستیکی مقاوم، ۴ آهن‌ربای کوچک قوی (نئودیمیوم)، باتری بزرگ برای درست کردن سیم‌پیچ (مطابق شکل الف)، گیره کاغذ و دو قطعه سیم رابط به طول ۳۰ cm، دو باتری قلمی، جای باتری و کاغذ سنباده یا چاقو.

روش اجرا



۱- همانند شکل الف توسط سیم مسی یک سیم‌پیچ درست کنید. سپس (مطابق شکل ب)، به کمک سنباده و یا چاقو، روکش یک سر سیم به طور کامل و سر دیگر تنها نیمی از آن تراشیده شود.

۲- دو طرف لیوان را با دقت سوراخ کنید و گیره‌های کاغذی را (همانند شکل پ) به طرفین آن بچسبانید.

۳- آهن‌رباها را (همانند شکل ت) در طرفین لیوان قرار دهید.

۴- سیم پیچ را در لیوان قرار دهید و سیم‌های دو طرف آن را طوری از سوراخ‌ها خارج کنید که با پایین گیره کاغذ تماس داشته باشند.

۵- یک سر سیم‌های رابط را به گیره‌های کاغذ و سر دیگر را به

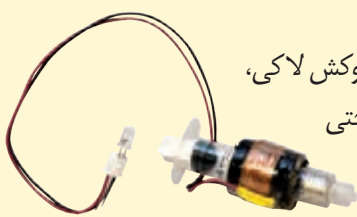
باتری وصل کنید. هم اکنون شما یک موتور الکتریکی ساخته‌اید. شکل آخر (ث) نمونه ساده‌ای از موتور الکتریکی ساخته شده توسط یک دانش‌آموز را نشان می‌دهد. معمولاً برای شروع به کار موتور، لازم است سیم‌پیچ را اندکی حرکت دهید.

در موتورهای الکتریکی، انرژی الکتریکی تبدیل به انرژی حرکتی می شود و می توان از چرخش محور موتور برای چرخاندن وسیله های دیگر همچون پره های پنکه یا چرخ های خودروهای برقی استفاده کرد. به نظر شما از حرکت این سیم پیچ چه استفاده های دیگری می توان کرد؟

«تولید برق»

ما همگی از انرژی الکتریکی استفاده می کنیم. بدون آن زندگی بسیار دشوار است. بدون این نوع انرژی، تلویزیون، رایانه، یخچال، لباس شویی، ظرف شویی و ... نمی توانند کار کنند. آزمایش زیر به شما نشان می دهد که چگونه می توان به کمک یک سیم پیچ و آهن ربا جریان الکتریکی تولید کرد.

آزمایش کنید



هدف آزمایش: ساخت یک مولد برق ساده

مواد و وسایل: لوله پلاستیکی (سرنگ)، سیم مسی نازک با روکش لاکی، لامپ کوچک LED، یک آهن ربا با کوچک قوی که به راحتی درون لوله سرنگ جا بگیرد و جابه جا شود، چسب لنت، سنباده یا چاقو و سیم های رابط.

روش اجرا



- ۱- سیم مسی نازک را به دور لوله پلاستیکی سرنگ آنقدر می پیچیم تا یک سیم پیچ با ۶۰ دور یا بیشتر تشکیل شود.
- ۲- دو سر سیم را با کاغذ سنباده یا چاقو می تراشیم طوری که روکش لاکی سیم برداشته شود. سپس با استفاده از دو قطعه سیم رابط، دو سر سیم پیچ را به دو سر لامپ LED وصل می کنیم.
- ۳- آهن ربا را در لوله (سرنگ) قرار می دهیم و سر لوله را می بندیم.
- ۴- با تکان دادن سریع لوله، آهن ربا را با سرعت در لوله حرکت می دهیم. لامپ روشن می شود. شما یک مولد برق ساخته اید. چگونه می توان نور لامپ را بیشتر کرد؟

آیا می توانید توضیح دهید در مولدی که در این آزمایش ساخته اید چه تبدیل انرژی هایی رخ می دهد؟

فعالیت

تحقیق کنید در یک نیروگاه برق آبی، چگونه برق تولید می شود؟

نتیجه تحقیق را به صورت پرده نگار به کلاس گزارش دهید.