

## فصل ۹ الکتریسته



اهداف :

- ۱- بتواند با سه روش مالش ، تماس و القا در جسم بار الکتریکی ایجاد کند
- ۲- اثر بارها بر یکدیگر را بداند
- ۳- بتواند توسط الکتروسکوپ ، باردار بودن جسم ونوع بار را تشخیص دهد .
- ۴- بر اساس مدل اتمی توضیح دهد چگونه در جسم بار الکتریکی ایجاد می شود .
- ۵- علت جذب یک جسم بدون بار توسط جسم باردار را توضیح دهد.
- ۶- فرق رسانا و نارسانای الکتریکی را بر اساس کنترل آزاد توضیح دهد .
- ۷- علت پدیده آذرخش و تخلیه الکتریکی را درک کند
- ۸- مفهوم اختلاف پتانسیل الکتریکی را توضیح دهد
- ۹- در یک مدار ساده بتواند اختلاف پتانسیل ، شدت جریان و مقاومت الکتریکی را اندازه گیری کند .
- ۱۰- در یک مدار ساده جریان الکتریکی را محاسبه کند .

شاید هیچ چیز مهم تر از ایجاد انگیزه برای شروع تدریس و درگیر کردن دانش آموزان با موضوع درس وجود نداشته باشد یکی از روش های مرسوم ایجاد انگیزه مرتبط کردن موضوع درسی با زندگی روزمره دانش آموزان است . در ابتدای این فصل با بررسی اهمیت و اصول و مفاهیم الکتریسته در زندگی و نقش الکتریسته در زندگی امروزی سعی دارد ارتباط بین موضوع درسی و زندگی را مرور کند . شاید بهتر باشد قبل از شروع درس از دانش آموزان بخواهیم که در مورد وسایل الکتریکی و الکترونیکی و به طور کلی نقش وسایل الکتریکی در زندگی امروزی بحث و گفت و گو کنند و نتیجه آن را به کلاس گزارش کنند .

تصویر برخی از وسایل الکتریکی که آورده شده است به منظور توجه دانش آموزان به وابستگی زندگی امروزی آن ها با وسایل الکتریکی است . دانش آموزان در کتاب علوم ششم و در فصل ورزش و نیروی (۲) تا حدودی با نیروی الکتریکی و اثر جسم باردار بر اجسام دیگر آشنا شده اند و آزمایش های ساده ای با بادکنک و وسیله های باردار انجام داده اند .

توجه : چسباندن بادکنک باردار به سقف ساده تر از چسباندن آن به دیوار است ( البته از قسمتی که مالش داده شده) این موضوع را امتحان کنید .

توجه : قبل از انجام هر آزمایش یا فعالیتی در کلاس ، حتماً آن را قبلاً خودتان انجام دهید تا با شرایط انجام آزمایش و مشکلات احتمالی آن آشنا شوید و بتوانید آن ها را برطرف کنید . برخی از آزمایش ها با اندکی تغییر شرایط و وضعیت قابل اجرا نیستند. مثلاً آزمایش های الکتریسته در محیط های مرطوب جواب نمی دهند و اگر در آزمایشگاه یا کلاس کولر آبی روشن باشد ، درصد رطوبت بالا رفته و انجام آزمایش ها را دچار مشکل میکنند یا در کلاس یا آزمایشگاهی که درو پنجره های آن بسته است ، هوای بازدم دانش آموزان محیط را مرطوب می کند و انجام آزمایش های الکتریسته را دچار مشکل می کنند .

فعالیت صفحه ۷۲ : پاسخ مورد انتظار برای این فعالیت در این جا که ابتدای فصل است بسیار ساده است اما وقتی دانش آموزان یادگیری فصل را کامل کردند می توان پاسخ های کامل تری را از آن ها انتظار داشت .مثلاً پاسخ بند ( ب ) با بیان این که چون شانه باردار شده است و موها را جذب می کند ، قابل قبول نخواهد بود اما در این مرحله همین پاسخ قابل قبول است .

آزمایش کنید صفحه ۲:هدف این آزمایش باردار کردن جسم به روش مالش و معرفی دو نوع بار الکتریکی است . لازم به یادآوری است میتوانید برای باردار کردن بادکنک به جای استفاده از پارچه پشمی از موهای خشک و تمیز سر نیز استفاده کنید .

توجه کنید این آزمایش را می توانید توسط میله پلاستیکی و تلق های شفاف ( جلد جزوه های دستی ) انجام دهید در این حالت اثر تلق روی براده های کاغذ بسیار قوی ظاهر می شود .

### دانستنی - نام گذاری بارهای الکتریکی

نام گذاری بارهای الکتریکی به نام های مثبت و منفی را اولین بار بنیامین فرانکلین ( ۱۷۰۶ الی ۱۷۹۰ میلادی ) دانشمند و مخترع آمریکایی به کار برده است .

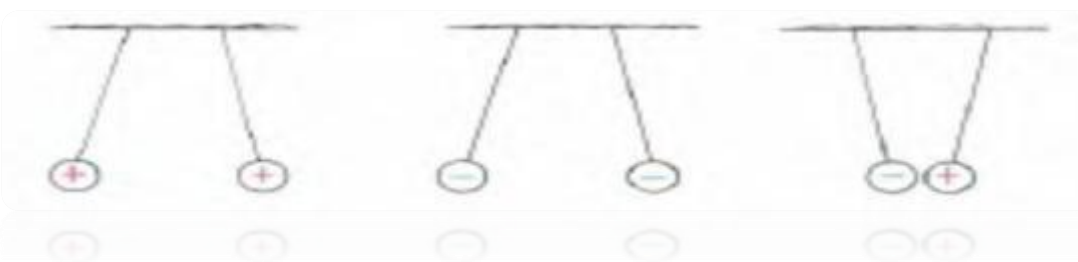
فرانکلین اعتقاد داشت در اثر مالش ، الکتریسته ایجاد نمی شود ، بلکه الکتریسته در اثر مالش از یک جسم به جسم دیگر منتقل می شود . واژه های بار و باتری را او در فرهنگ الکتریسته وارد کرد. او در پی انجام آزمایشی که بعدها به آزمایش بادبادک مشهور شد ، نشان داد که ابرها بار الکتریکی دارند و آذرخش نتیجه تخلیه الکتریکی است و در پی آن برق گیر را اختراع کرد

آزمایش صفحه ۷۳:هدف این آزمایش، نشان دادن اثر دوبار الکتریکی بر یکدیگر است. با انجام آزمایش متوجه می شویم میله های پلاستیکی دارای بار الکتریکی و همچنین میله های شیشه ای دارای بار الکتریکی

همدیگر را دفع می کنند و میله شیشه ای و پلاستیکی باردار همدیگر را جذب می کنند. یعنی بارهای هم نوع همدیگر را دفع می کنند و غیر هم نوع همدیگر را جذب می کنند. در این آزمایش می توان به جای کیسه فریزر از تلق (جلد پلاستیکی جزوه ها) یا پارچه ابریشمی استفاده کرد.

فعالیت پیشنهادی :

شکل های زیر اثر چند آونگ باردار بر همدیگر را نشان می دهد. از این آزمایش چه نتیجه ای می گیریم



الکتروسکوپ یا برق نما

با آوردن چند الکتروسکوپ در کلاس یا بردن دانش آموزان به آزمایشگاه ، الکتروسکوپ ها را در اختیار دانش آموزان قرار داده و از آن ها بخواهید که آن ها را به کمک میله های پلاستیکی یا شیشه ای و پارچه پشمی و کیسه فریزر، باردار کنند و سپس آزمایش صفحه ۷۴ را انجام دهند .

توجه کنید وقتی جسم بارداری را به صفحه الکتروسکوپ باردار نزدیک کنیم ، انحراف ورقه های الکتروسکوپ تغییر می کند ، اگر بار جسم با بار الکتروسکوپ هم نوع باشد ، انحراف ورقه ها زیاد می شود. اگر بار جسم و الکتروسکوپ غیر همنام باشند ، معمولاً انحراف ورقه ها کم می شود .

لازم به یادآوری است هدف آزمایش صفحه ۷۴، تشخیص جسم باردار بودن و نوع بار جسم توسط الکتروسکوپ است .

فعالیت پیشنهادی :وقتی میله باردار **A** را به کلاهک الکتروسکوپ دارای بار منفی نزدیک می کنیم ،انحراف ورقه ها زیاد می شود و وقتی میله باردار **B** را به کلاهک همان الکتروسکوپ نزدیک می کنیم ، انحراف

ورقه ها کم می شود و وقتی میله C را نزدیک می کنیم ، انحراف ورقه ها تغییری نمی کند. نوع بار میله ها را تعیین کنید .

پاسخ : بار میله A منفی است ، بار میله B مثبت است و میله C بدون بار و نارسا است .

بارهای الکتریکی از کجا می آیند ؟

در ابتدای این مبحث می توان فعالیت هایی را طراحی کرد تا دانش آموزان اجزای تشکیل دهنده اتم را به یاد آورند و ویژگی های آن اجزا را مرور کنند.

گفت و گو کنید صفحه ۷۵: در حالت عادی تعداد الکترون های اتم با تعداد پروتون های اتم یکسان است. چون اندازه بار الکترون و پروتون یکسان است اما علامت آن ها متفاوت است بنابراین بارهای مثبت و منفی اتم همدیگر را خنثی می کنند و اتم در حالت عادی خنثی است .

پاراگراف زیر "گفت و گو کنید" بسیار مهم است.

می توان از دانش آموزان خواست تا توضیح دهند بر اساس مدل اتمی چگونه وقتی دو جسم را با یکدیگر مالش می دهیم آن ها باردار می شوند؟ با راهنمایی دانش آموزان سعی می کنیم خود آن ها به پاسخ این سوال بسیار مهم برسند .

فعالیت صفحه ۷۵ : در اثر مالش ، الکترون های شیشه کنده می شوند و به کیسه پلاستیکی منتقل می شوند. بنابراین شیشه که دچار کمبود الکترون شده ، دارای بار مثبت می شود و کیسه که تعدادی الکترون اضافی به دست آورده است دارای بار منفی می شود .

دانستنی - پایستگی بار الکتریکی :

در اتم خنثی تعداد الکترون ها و پروتون ها برابر است ، بنابراین بار خالصی وجود ندارد. اگر الکترونی را از اتم جدا کنیم دیگر خنثی نخواهد بود ، زیرا در این صورت دارای یک بار مثبت ( پروتون ) بیشتر از بار

منفی ( الکترون ) خواهد بود و می گویند دارای بار مثبت شده است. اتم باردار را یون می نامند. یون مثبت

دارای یک بار مثبت خالص است. یون منفی، اتمی با یک یا چند الکترون اضافی ، بار منفی دارد .

اجسام مادی از اتم ساخته شده اند که به معنی تشکیل آن ها از الکترون ، پروتون ( و نوترون) است .

معمولاً جسم همان تعدا الکترون دارد که پروتون و در نتیجه ، به لحاظ الکتریکی خنثی است . اما اگر اندکی

بی توازی در این تعداد وجود داشته باشد ، جسم به لحاظ الکتریکی باردار می شود. این بی توازی بر اثر

اضافه و کم کردن الکترون به جسم به وجود می آید. گرچه الکترون های نزدیک به هسته اتم ، یعنی درونی

ترین الکترون ها ، با هسته پیوند محکمی دارند ، پیوند الکترون های دور از هسته با آن بسیار ضعیف است

و به راحتی از جا کنده می شوند . کار لازم برای جدا کردن الکترون از اتم از ماده ای به ماده دیگر فرق می

کند. مثلاً پیوند الکترون ها در لاستیک و پلاستیک محکم تر از پیوند آن ها در موی سر شماست. بنابراین ،

وقتی موی خود را شانه می کنید، الکترون ها از مو به شانه منتقل می شوند. در این صورت شانه دارای

الکترون اضافی پیدا کرده است دارای بار منفی می شود . در مثالی دیگر اگر میله ای شیشه ای یا پلاستیکی

را به ابریشم بمالید . میله دارای بار مثبت می شود . ابریشم بیش از شیشه یا پلاستیک الکترون خواه است .

پس الکترون ها بر اثر مالش از میله وارد ابریشم می شوند .

مهم است توجه کنیم که وقتی چیزی را باردار می کنیم ، هیچ الکترونی خلق با نابود نمی شود. الکترون ها

صرفاً از ماده ای به ماده دیگر منتقل می شوند و بار پایسته است. در هر رویداد چه در سطح بزرگ مقیاس

چه در سطح اتمی و هسته ای اصل پایستگی بار همواره صادق است. پایستگی بار از شالوده های فیزیک و

در سطح پایستگی انرژی و پایستگی تکانه است .

نزدیک به هسته اتم ، یعنی درونی ترین الکترون ها ، با هسته اتم دارای بار مخالف پیوند محکمی دارند ،

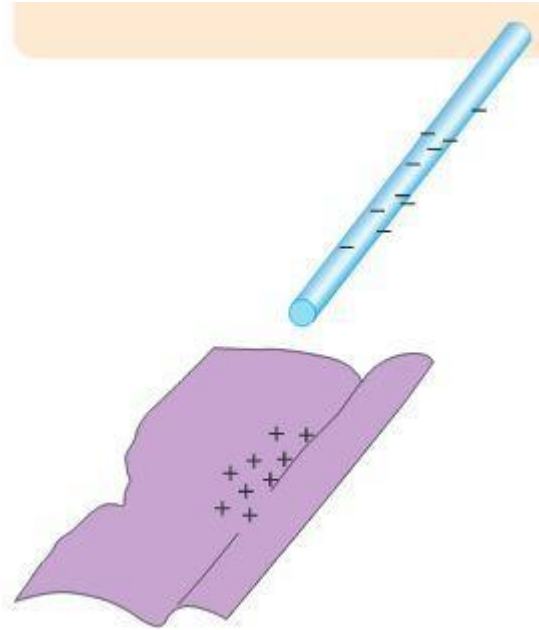
پیوند الکترون های دور از هسته با آن بسیار ضعیف است و به راحتی از جاکنده می شوند . کار لازم برای

جدا کردن الکترون از اتم از ماده ای به ماده دیگر فرق می کند . مثلاً پیوند الکترون ها در لاستیک و پلاستیک محکم تر از پیوند آن ها در موی سر شماست بنابراین ، وقتی موی خود را شانه می کنید ، الکترون ها از مو به شانه منتقل می شوند. در این صورت شانه دارای الکترون اضافی می شود و می گویند دارای بار منفی شده است . موی شما نیز که خود کمبود الکترون پیدا کرده است دارای بار مثبت می شود . در مثالی دیگر ، اگر میله ای شیشه ای یا پلاستیکی را به ابریشم بمالید ، میله دارای بار مثبت می شود ابریشم بیش از شیشه یا پلاستیک الکترون خواه است . پس الکترون ها بر اثر مالش از میله وارد ابریشم می شوند .

بنابراین ، می بینیم جسمی که تعداد الکترون ها و پروتون هایش مساوی نباشد دارای بار الکتریکی است . اگر تعداد الکترون های آن بیش از پروتون ها باشد ، دارای بار منفی است . اگر تعداد الکترون هایش کمتر از پروتون ها باشد ، دارای بار مثبت می شوند ..

بنابراین ، می بینیم جسمی که تعداد الکترون ها و پروتون هایش مساوی نباشد دارای بار الکتریکی است . اگر تعداد الکترون های آن بیش از پروتون ها باشد ، دارای بار منفی است . اگر تعداد الکترون هایش کمتر از پروتون ها باشد ، دارای بار مثبت است ..

مهم است توجه کنیم که وقتی چیزی را باردار می کنیم ، هیچ الکترونی خلق یا نابود نمی شود. الکترون ها صرفاً از ماده ای به ماده دیگر منتقل می شوند بار پایسته است . در هر رویداد ، چه در سطح بزرگ مقیاس چه در سطح اتمی وهسته ای ، اصل پایستگی بار همواره صادق است . پایستگی بار از شالوده های فیزیک و در سطح پایستگی انرژی و پایستگی تکانه است .



شکل .... الکترون ها از پوست به میله منتقل می شوند  
در این صورت میله دارای بار منفی می شود آیا پوست  
باردار می شود ؟ در مقایسه با میله چه باری پیدا می کند  
؟ دارای بار مثبت می شود یا منفی ؟

هر جسم دارای بار الکتریکی به تعداد صحیح الکترون اضافی یا کمبود الکترون دارد - الکترون ها را تمی  
توان به کسری از الکترون تقسیم کرد. یعنی بار جسم مضرب صحیحی از بار الکترون است. مثلاً ، جسم  
نمی تواند دارای باری برابر  $1\frac{1}{2}$  یا  $1000\frac{1}{2}$  باشد . بار «دانه دانه» است . یا از واحدهای بنیادی موسوم به  
گوانتوم ساخته شده است .

### رسانا یا نارسانا

هدف از فعالیت پایینی صفحه ۷۵ ، این است که دانش آموزان بتوانند بر اساس عبور جریان الکتریکی و  
روشن شدن لامپ ، مواد را به دو دسته رسانا و نارسانا تقسیم بندی کنند. البته در تقسیم بندی های دقیق تر  
مواد را به سه دسته رسانا ، نارسانا و نیم رسانا تقسیم میکنند که دانش آموزان به طور دقیق تر با آن ها در  
دوره متوسطه دوم آشنا می شوند . لازم به یادآوری است توسط الکتروسکوپ باردار نیز می توان مواد را  
به دو دسته رسانا و نارسانا تقسیم بندی کرد .

هر جسم دارای بار الکتریکی به تعداد صحیح الکترون اضافی یا کمبود الکترون دارد. الکترون را نمی توان  
به کسری از الکترون تقسیم کرد. یعنی بار جسم مضرب صحیحی از بار الکترون است. مثلاً جسم نمی تواند



دارای باری برابر ۱/۵ یا ۵/۵ باشد. بار دانه دانه است یا از واحدهای بنیادی موسوم به کوانتوم ساخته شده است .

#### دانستنی - رساناها و عایق ها

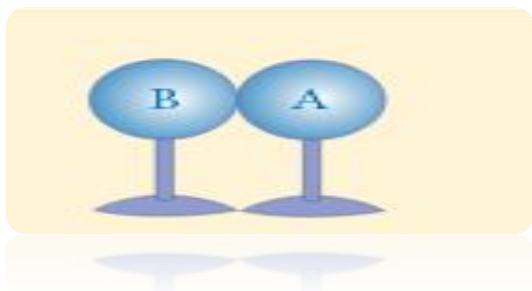
برقرار ساختن جریان الکتریکی در فلزها آسان است زیرا یک یا چند الکترون پوسته خارجی اتم های فلز به هسته اتم خاصی وابسته نیست ، بلکه می تواند آزادانه در ماده پرتاب شود. چنین ماده ای را رسانای خوب می نامند. هر فلز به همان دلیل که رسانای خوب گرماست ، رسانای الکتریکی خوبی هم هست زیرا الکترون های پوسته خارجی اتم های آن سست اند. الکترون های دیگر مواد - مثلاً لاستیک و شیشه - پیوند محکمی با اتم ها دارند و نمیتوانند بین دیگر اتم های ماده آزادانه حرکت کنند، در نتیجه به راه انداختن آن ها راحت نیست. این مواد به همان دلیل که معمولاً رساناهای گرمایی ضعیفی هستند ، رساناهای الکتریکی نامرغوبی نیز هستند . چنین موادی را عایق خوب می نامند . تمام مواد را می توان به ترتیب توانایی هدایت بار الکتریکی مرتب کرد . موادی که در بالای فهرست قرار دارند رسانا و مواد پایین فهرست عایق اند فاصله مواد پایین فهرست از هم بسیار زیاد است . مثلاً رسانندگی یک فلز می تواند یک میلیون تریلیون بار بیش از رسانندگی عایقی چون شیشه باشد. به عبارتی برقراری جریان الکتریکی درصدها کیلومتر سیم فلزی از چند سانتی متر عایق راحت تر است .

#### القای بار الکتریکی

تا اینجا دانش آموزان با روش مالش و تماس برای بار دار کردن یک جسم آشنا شده اند . در این جا روش دیگری برای باردار شدن آورده شده است ، که در آن یک جسم رسانا بدون تماس یا مالش می تواند باردار شود. به این روش القای الکتریکی گویند .

آزمایش کنید صفحه ۷۶ و ۷۷: هدف از انجام این آزمایش ، باردار کردن کره های فلزی بدون تماس با جسم باردار است .

فعالیت پیشنهادی : در شکل رو به رو میله شیشه ای دارای بار مثبت را به کره های فلزی در تماس با یکدیگر نزدیک می کنیم . توزیع بار را روی کره ها رسم کرده و مراحل انجام آزمایش برای این که دو کره به روش القا باردار شوند را رسم کنید .



پرسش پیشنهادی : در شکل روبه رو وقتی میله باردار

را به آونگ رسانای بدون بار نزدیک می کنیم آونگ بدون بار جذب میله باردار می شود این پدیده را بر حسب القای الکتریکی توضیح دهید .

جای شکل.....

پاسخ : وقتی میله باردار را به آونگ رسانا نزدیک می کنیم در یک طرف آونگ بار منفی و در طرف دیگر بار مثبت القا می شود. چون فاصله میله دارای بار مثبت و بارهای منفی آونگ کمتر است ، نیروی جاذبه قوی تر از نیروی دافعه بین میله و بارهای مثبت است و آونگ به سمت میله کشیده می شود .

دانستنی - باردار ساختن

می توان با انتقال الکترون از محلی به محل دیگر اجسام را باردار ساخت. این کار را می توان با تماس فیزیکی انجام داد. مثل وقتی که مواد را به هم می مالید یا صرفاً لمس می کنید. می توان توزیع بار روی جسم را صرفاً با قراردادن جسمی باردار در نزدیکی آن تغییر داد - این عمل را القا می نامند.

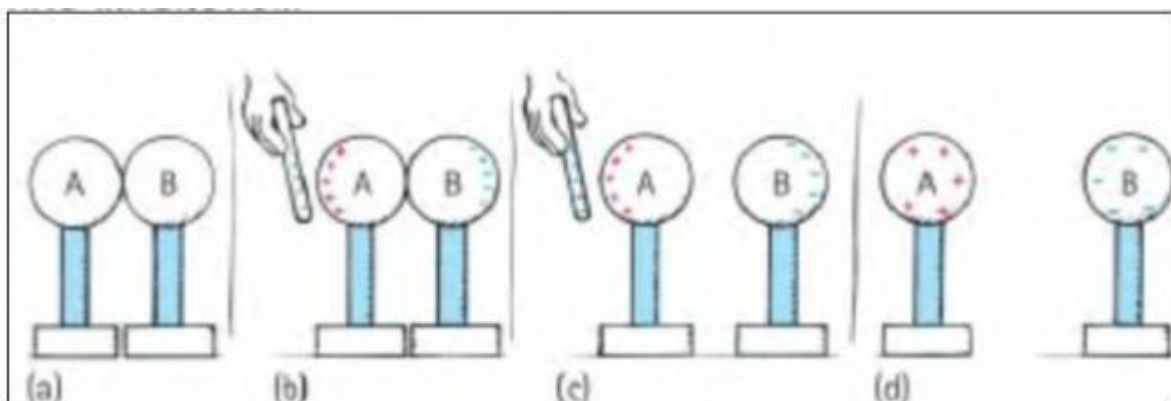
## باردار ساختن با مالش و تماس

همه ما با اثرهای الکتریکی ناشی از مالش آشناییم اگر به موی گربه دست بکشیم صدای ترق تروق جرقه های تولید شده را می شنویم یا اگر موی تمیز و خشک خود را جلوی آینه در اتاقی تاریک شانه کنیم هم جرقه ها را می بینیم و هم صدای آن ها را می شنویم می توانیم کفش های خود را روی فرش بکشیم و هنگام گرفتن دستگیره در ، جزجری احساس کنیم. در همه این موارد هنگام مالش ماده ای به ماده دیگر ، الکترون ها بر اثر تماس منتقل می شوند .

الکترون ها می توانند با تماس ساده نیز از ماده ای به ماده دیگر منتقل شوند. مثلا وقتی میله ای باردار در تماس با جسم خنثی قرار گیرد ، الکترون هایی وارد جسم خنثی می شوند. این روش باردار ساختن را باردار ساختن تماسی می نامند . اگر جسم رسانای خوبی باشد ، الکترون ها در تمام قسمت های سطح آن پخش می شوند زیرا الکترون ها یکدیگر را دفع می کنند. اگر جسم رسانایی ضعیف باشد شاید برای به دست آوردن توزیع بار کم و بیش یکنواخت مجبور شویم میله را در چند نقطه با جسم تماس دهیم .

## باردار ساختن القایی

اگر جسم بارداری را به سطحی رسانا نزدیک کنید ، باعث می شوید الکترون ها ، بدون هیچ تماس فیزیکی در سطح ماده حرکت کنند. دو کره عایق A , B را در شکل .... در نظر بگیرید .



الف) آن‌ها در تماس با یکدیگرند پس در واقع رسانایی بدون بار تشکیل می‌دهند. ب) وقتی میله دارای بار منفی به A نزدیک شود، الکترون‌های فلز، که می‌توانند آزادانه حرکت کنند، تا حد امکان دفع می‌شوند ج) اگر A و B هنگامی از هم جدا شوند که میله حضور دارد. د) هریک از آن‌ها دارای بار مساوی و با علامت مخالف می‌شوند. این باردار ساختن القایی است. میله باردار هرگز اجسام را لمس نکرده است و میله، بار اولیه خود را حفظ می‌کند.

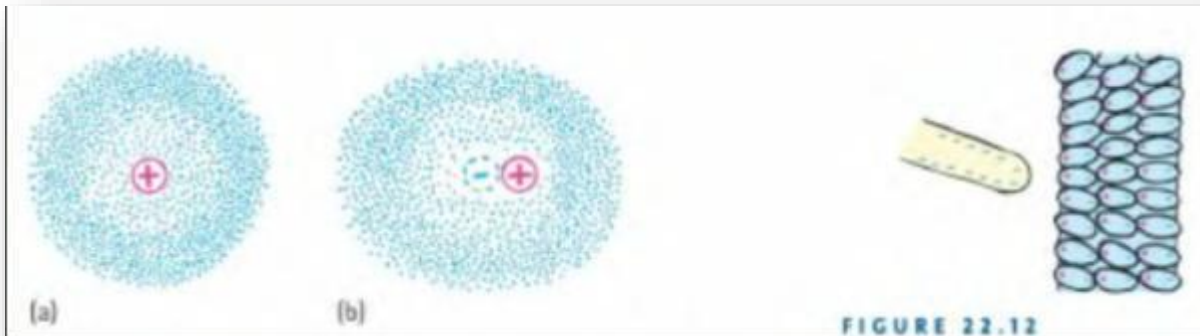
#### دانستنی - قطبش بار

باردار ساختن القایی به رساناها محدود نمی‌شود. وقتی میله ای باردار به عایقی نزدیک شود، چون الکترون‌های آزادی وجود ندارد تا در ماده عایق حرکت کند بنابراین باز آرای بی بار در خود اتم‌ها و مولکول‌ها صورت می‌گیرد (شکل ....). گرچه اتم‌ها از مکان‌های نسبتاً ثابت خود جابه‌جا نمی‌شوند اما «مراکز بارها» جابه‌جا می‌شود. یک طرف اتم یا مولکول منفی‌تر (یا مثبت‌تر) از طرف دیگر می‌شود. می‌گویند اتم یا مولکول به صورت الکتریکی قطبیده است. اگر میله مثلاً دارای بار منفی باشد، بخش مثبت اتم یا مولکول به طرف میله کشیده می‌شود و بخش منفی اتم یا مولکول از میله دور می‌شود. بخش‌های مثبت و منفی اتم‌ها و مولکول‌ها ردیف می‌شوند. آن‌ها به لحاظ الکتریکی قطبیده اند.

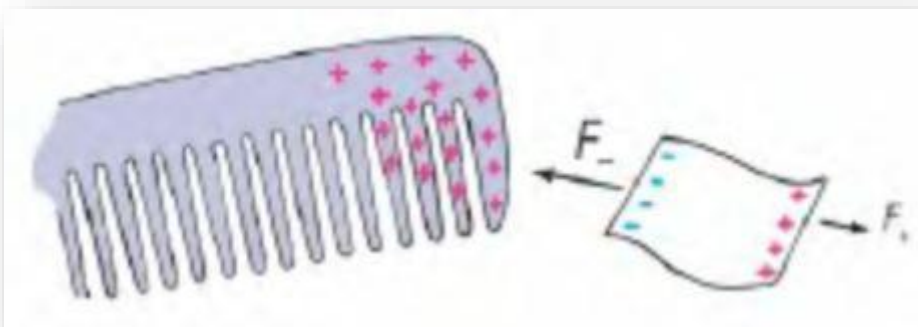
اکنون می‌توان فهمید که چرا تکه‌های کاغذ به لحاظ الکتریکی خنثی، جذب جسم باردار می‌شوند - مثلاً شانه‌ای که از موهای شما عبور کرده است - می‌شوند. وقتی شانه باردار به کاغذ نزدیک شود، مولکول‌های کاغذ قطبیده می‌شوند. علامت بار بخشی از کاغذ که به شانه نزدیک‌تر است مخالف شانه خواهد بود. بارهای همنام آن اندکی دورترند، نزدیکی پیروز می‌شود و تکه‌های کاغذ در معرض جاذبه خالصی قرار می‌گیرند.

---

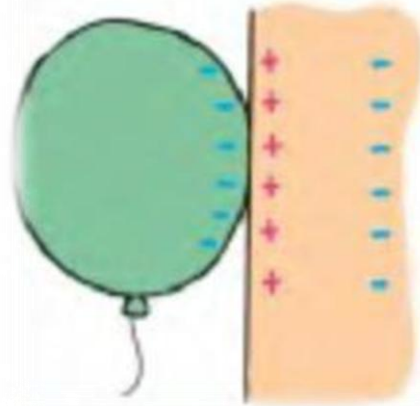
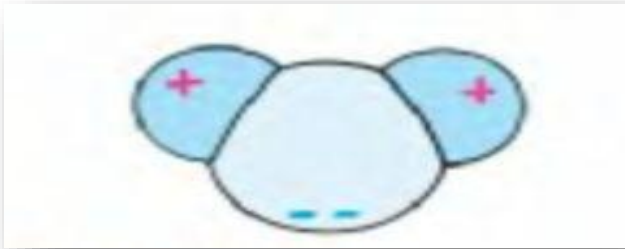
گیرند آن ها گاهی به شانه می چسبند و سپس ناگهان به پرواز درمی آیند. این دافعه از آن رو به وجود می آید که تکه های کاغذ بر اثر تماس با شانه دارای بار با همان علامت می شوند .



<sup>1</sup> بار الکترونی که به سرعت دور هسته اتم می چرخد یک ابر الکترونی تشکیل می دهد الف ) مرکز این ابر منفی و مرکز هسته مثبت منطبق است ب ) وقتی بار منفی خارجی ، مانند بار روی یک بادکنک بار دار از سمت راست به آن نزدیک شود ، ابر الکترونی واپیچیده می شود به طوری که مرکزهای بار منفی و مثبت دیگر برهم منطبق نیستند اکنون اتم به لحاظ الکتریکی قطبیده است .



بادکنک باد شده ای را به موهای خود بمالید تاباردار شود. بادکنک را کنار دیوار بگذارید خواهید دید که به دیوار می چسبد. زیرا بار روی بادکنک، بار سطحی مخالفی در دیوار القا می کند . باز هم نزدیکی پیروز می شود ، زیرا بادکنک به بار مخالف القا شده ، اندکی نزدیک تر از بار القایی با همان علامت است (شکل .....).



بسیاری از مولکول ها مثلا  $H_2O$  - در حالت های عادی به لحاظ الکتریکی قطبیده اند . توزیع بار الکتریکی کاملاً یکنواخت نیست بار منفی در یک طرف مولکول از طرف دیگر بیشتر است ( شکل .... ) این نوع مولکول ها را دو قطبی الکتریکی می نامند.

فعالیت صفحه ۷۷: پاسخ این فعالیت در دانستنی قبل آمده است . کافی است مولکول های قطبیده کاغذ را همانند شکل رسم کنیم .

جای شکل....

نیروی خالص (نیروی دافعه > نیروی جاذبه ) به سمت بالا خواهد بود و در نتیجه براده به سمت شانه جذب می شود .

### آذرخش و تخلیه الکتریکی

تمرکز آموزشی این بخش بر روی تخلیه الکتریکی است که در آذرخش ها اتفاق می افتد. از دانش آموزان می خواهیم توضیح دهند، وقتی دو ابر چنان به هم نزدیک شوند که قسمت هایی از آن ها که دارای بار الکتریکی ناهمنام است ، نزدیک هم قرار گیرد چه اتفاقی ممکن است بیفتد ؟ با راهنمایی آن ها به پدیده تخلیه الکتریکی می رسیم .

تخلیه الکتریکی می تواند به صورت دیگری نیز رخ دهد. ابرهای توفانی می توانند با حرکت در مجاورت سطح زمین در آن بار القایی ایجاد کنند در این حالت امکان تخلیه الکتریکی بین ابر و زمین وجود دارد و می تواند موجب آتش سوزی شود .



اطلاعات جمع آوری کنید صفحه ۷۸ : برای حفاظت ساختمان ها در برابر آذرخش از وسیله ای به نام برق



گیر استفاده می کنند. برق گیر میله فلزی بلند

و نوک تیزی است که روی بام ساختمان نصب

می شود . انتهای میله به کابل ضخیمی وصل شده

شکل ۳-۷- برق گیر ، ساختمان را از خطر برخورد آذرخش حفظ می کند.

است و انتهای کابل را در اعماق مرطوب زمین

قرار می دهند . تیزی نوک میله سبب می شود که تخلیه الکتریکی بین ابر و نوک میله به تدریج رخ دهد و

بارها از طریق کابل به اعماق زمین منتقل شود. به این ترتیب ساختمان از خطر برخورد آذرخش در امان می

ماند و خسارتی به ساختمان وارد نمی شود . و حتی اگر آذرخش به ساختمان برخورد کند ، جریان

الکتریکی از طریق برق گیر به زمین منتقل شود و به ساختمان آسیبی نمی رسد.

اختلاف پتانسیل الکتریکی : معمولاً آموزش پتانسیل با مدل های مکانیکی یا ترمودینامیکی شبیه سازی می

شود. مثلاً این که از اختلاف دما یا اختلاف ارتفاع آب و یا اختلاف فشار برای آماده کردن ذهن دانش

آموزان برای شارش گرما ، آب و یا هوا استفاده می شود. اغلب دانش آموزان تصور می کنند که علت ایجاد جریان الکتریکی بین دو نقطه به علت اختلاف مقدار بار الکتریکی است. شاید شکل های زیر بتواند به آن ها برای رفع کج فهمی های موجود کمک کند .

فعالیت پیشنهادی : تعداد بارهای منفی کره رسانا **B** بیشتر از تعداد بارهای منفی کره **A** است ، اما وقتی دو کره را به هم وصل می کنیم ، بارهای منفی از **A** به طرف **B** جابه جا می شوند.

علت را توضیح دهید.

جای شکل...

پاسخ : با این که مقدار بار منفی کره **A** کمتر از کره **B** است اما به علت این که بارها به هم نزدیک تر هستند ،دافعه بین آن ها بیشتر است و وقتی کلیه را می بندیم بارها از کره **A** به **B** منتقل می شوند .

وقتی دو کره باردار را به هم وصل کنیم ، آمپرسنج فقط برای لحظات کوتاهی عبور جریان الکتریکی را نشان می دهد. برای این که بتوانیم اختلاف پتانسیل دائم بین دو نقطه از مدار برقرار کنیم باید از باتری استفاده کنیم . با انجام آزمایش صفحه ۷۹ تلاش می کنیم دانش آموزان با نقش باتری به عنوان منبع انرژی و وسیله ای برای ایجاد اختلاف پتانسیل الکتریکی آشنا شوند .

در این بخش حتماً یک ولت سنج و چند باتری در اختیار دانش آموزان قرار گیرد تا بتوانند اختلاف پتانسیل دو سر باتری ها را اندازه گیری کنند وهمچنین باتری ها را به شکل های مختلف بسته و اختلاف پتانسیل دو سر آن را اندازه گیری کنند.

آزمایش کنید صفحه ۸۰: دانش آموزان در فصل های قبل پیل یا باتری ساخته اند. هدف این آزمایش اندازه گیری اختلاف پتانسیل پیل یا باتری های ساخته شده است . البته می توان به جای لیموترش یا گوجه فرنگی از محلول آب نمک برای ساخت پیل استفاده کرد. در این روش حدود ۷۰۰ سانتیمتر مکعب آب و ۵

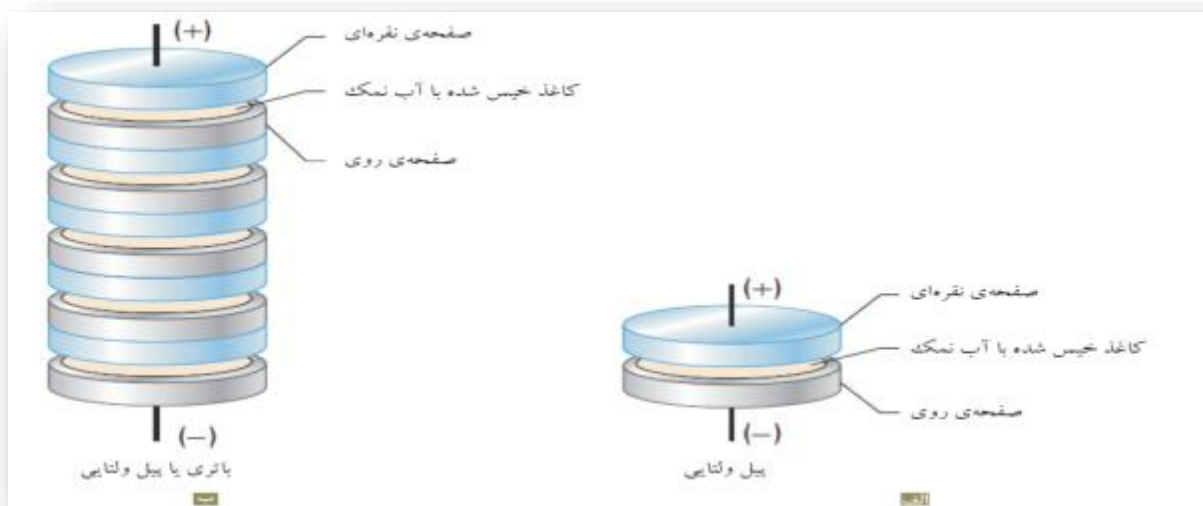


قاشق غذا خوری نمک را ترکیب کرده تا محلول الکترولیت درست شود. از فویل های آلومینیومی و مسی به عنوان الکتروود می توان استفاده کرد. با این نوع پیل می توان ولتاژی حدود  $V \frac{0}{2}$  را به دست آورد و یک آرمیچر کوچک ( موتور الکتریکی ) را روشن کرد .

اطلاعات جمع آوری کنید صفحه ۸۰ : دانستی زیر کمک می کند تا بتوانید بر وردی از تحقیقات دانش آموزان داشته باشید .

#### دانستی - پیل ها و باتری ها

یکی از مهم ترین منابع تأمین اختلاف پتانسیل یا انرژی الکتریکی باتری ها هستند. در سال ۱۸۰۰ میلادی آلساندرو ولتا ، دانشمند ایتالیایی موفق به ساخت وسیله ای شد که می توانست برای مدتی اختلاف پتانسیل مورد نیاز را برای برقراری جریان در یک مدار مهیا کند . این وسیله را پیل ولتایی نامیدند . شکل ۱- الف ساختمان یک پیل ولتایی را نشان می دهد که از دو صفحه فلزی از جنس روی و نقره تشکیل شده و بین آن ها کاغذی مرطوب شده با آب نمک ، قرار گرفته است . ولتا با قراردادن چند پیل روی یک دیگر ، پیل بزرگ تری ساخت که قادر بود برای مدت زمان بیش تری جریان تولید کند ( شکل ب ) این وسیله را که از ترکیب چند پیل ساخته شده بود ، باتری نامیدند.



شکل ۱ الف) پیل ها ، واحد تشکیل دهنده ی باتری ها هستند ب) در یک باتری باید جنس صفحه زیرین با جنس صفحه ی بالایی متفاوت باشد در باتری نشان داده شده صفحه زیرین از جنس روی و آخرین صفحه بالایی از جنس نقره است صفحه ها برعکس شود تنها جای پایانه های مثبت و منفی جابه جا می شود .

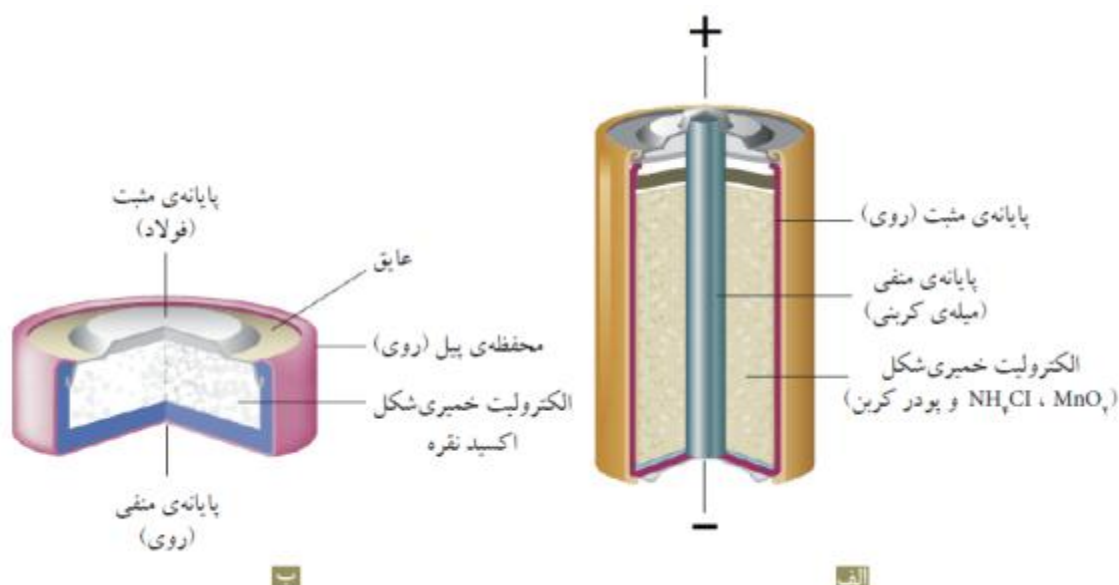
### انواع پیل ها

پیل ها به دو دسته نوع اول و نوع دوم تقسیم بندی می شوند. پیل های نوع اول فقط یک بار قابل استفاده هستند، زیرا پس از تخلیه ، امکان شارژ کردن ( باردار کردن ) آن ها وجود ندارد . اغلب باتری هایی که



برای مصرف در چراغ قوه ، رادیو ها ، ساعت های دیواری و مچی و کنترل از دورها به فروش می رسند از نوع همین پیل های نوع اول هستند ( شکل ۲ )

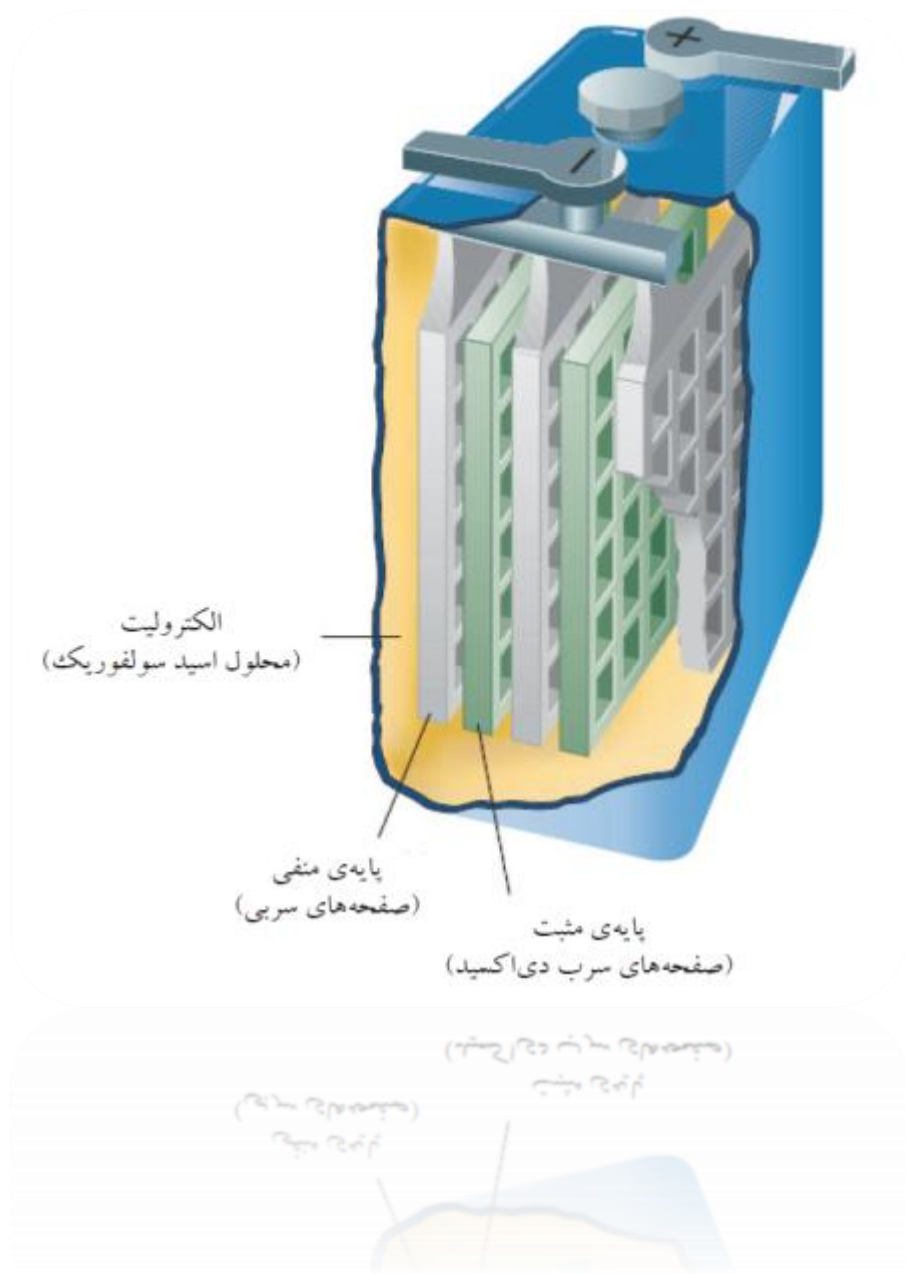
درون پیل های نوع اول ، که در صنعت به پیل های خشک شناخته می شوند ، از الکترولیت خمیری شکل استفاده می شود . شکل ۳ الف ساختمان داخلی پیل های روی - کربن و شکل ۳- ب ساختمان داخلی پیل های اکسید - نقره را نشان می دهد .



پیل های نوع دوم می توانند به دفعات پر و خالی شوند . در برخی از این پیل ها ، که در آن ها از فلزات نیکل و کادمیوم به عنوان الکتروود و پتانسیوم هیدروکسید به عنوان الکترولیت استفاده می شود ( باتری های NI-CD ) ، واکنش معکوس تخلیه شیمیایی نیز امکان پذیر است و لذا به دفعات قابل پرشدن هستند ( شکل ... ) اکثر پیل های NI-CD در گوشی های تلفن همراه ، رایانه های قابل حمل ، دستگاه های MP3 ، MP4 مورد استفاده قرار می گیرند .

متداول ترین پیل الکترولیتی نوع دوم ، باتری اتومبیل است که در صنعت به پیل های تر موسوم اند . الکترودهای باتری اتومبیل از جنس سرب و سرب دی اکسید ، و الکترولیت آن محلول اسید سولفوریک است ( شکل ... ) در طول دوره تخلیه ( د شارش ) سرب و اسید سولفوریک به ترتیب به سولفات سرب و

آب تبدیل می شوند . پس از تخلیهٔ باتری اگر ، جریان برق در باتری معکوس شود ، آب و سولفات سرب دوباره به ترتیب به اسید سولفوریک و سرب تبدیل می شوند .



### مدار الکتریکی و جریان الکتریکی

شاید بهترین فعالیت در این بخش از درس این باشد که از قبل به دانش آموزان بگوئیم به همراه خود باتری ، لامپ مناسب ، سیم های رابط و ... به کلاس بیاورند و در این جا مداری را درست کرده و لامپ را

روشن کنند و در مورد علت روشن شدن لامپ بحث کنند و سپس در اختیار دانش آموزان آمپرسنج قرار داده شود تا جریان الکتریکی گذرنده از مدارها را اندازه گیری کنند .

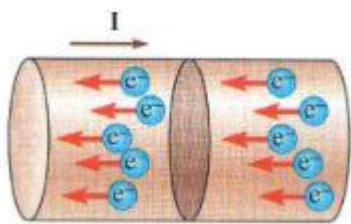
می توان در مورد جهت حرکت الکترون ها و جهت جریان قراردادی بحث مختصری را انجام داد . به همراه آشنایی دانش آموزان با کمیت جریان الکتریکی ، برخی از مرتبه های جریان در آیا می دانید صفحه ۸۱ آورده شده است تا آن ها حسی از مرتبه جریان های الکتریکی در زندگی روزمره خود پیدا کنند .

### دانستنی – جریان الکتریکی

در یک مدار الکتریکی با وصل کردن کلید ، بارهای الکتریکی در مدار شارش می کنند . در این حالت اگر مقطعی فرضی در مدار را در نظر بگیرید ، در مدت زمان  $t$  بار الکتریکی  $q$  از این مقطع شارش می کند . بنا به تعریف آهنگ شارش بار الکتریکی از هر مقطع مدار را جریان الکتریکی می نامیم و آن را با نماد  $I$  نشان

$$I = \frac{q}{t} \quad \text{می دهیم :}$$

در این رابطه ، یکای بار الکتریکی ( $q$ ) ، کولن (C) و یکای زمان ( $t$ ) ، (s) است .



طبق قرارداد ، جهت جریان الکتریکی در مدار از پایانه مثبت باتری

یا مولد به پایانه منفی آن است . جهت جریان در مدار ، خلاف

جهت شارش الکترون ها است . برای اندازه گیری جریان الکتریکی از آمپرسنج استفاده می کنیم و آن را به طول متوالی در مدار قرار می دهیم .

یکای آمپر از نام فیزیکدان فرانسوی «آندره ماری آمپر» گرفته شده است . آندره ماری آمپر ، بیشتر عمر خود را صرف دانش الکتریسته و مغناطیس کرد و کتاب های زیادی در این باره نگاشته است . آمپر را می

توان به عنوان یکی از بانیان اصلی علم الکترو مغناطیس کلاسیک انگاشت. همچنین از او می توان به عنوان مخترع گالوانومتر یاد کرد. آمپر در سال ۱۷۷۵ میلادی به دنیا آمد و درس ال ۱۸۳۶ میلادی از دنیا رفت

### مقاومت الکتریکی

این درس را با مشابه سازی حرکت الکترون ها با حرکت آدم ها در حیاط شلوغ یا خیابان ، شروع می کنیم و توضیح می دهیم هر چه تعداد برخورد های الکترون ها با اتم های در حال نوسان بیشتر باشد، مقاومت الکتریکی در برابر حرکت بیشتر می شود .

پس از آموزش مفهوم مقاومت الکتریکی و یکای آن ، با در اختیار گذاشتن یک آوومتر یا اهم متر و لامپ از آن ها می خواهیم مقاومت لامپ را اندازه گیری کنند . توجه داشته باشید برای اندازه گیری مقاومت لامپ باید یک پایانه اهم متر به انتهای لامپ و پایانه دیگر به بغل لامپ ( بخش فلزی پیچ دار ) وصل شود. در برخی از اندازه گیری ها عدد نشان داده شده منفی است که می توان با عوض کردن جای اتصال ها ، آن را اصلاح کرد .

پس از آموزش مقاومت الکتریکی به آموزش رابطه بین جریان الکتریکی ، ولتاژ دو سر مدار و مقاومت الکتریکی می پردازیم و توضیح می دهیم این رابطه توسط اهم و به وسیله آزمایش کشف شد .

اگر به دو سر رساناهای متفاوت ، اختلاف پتانسیل های یکسانی اعمال کنیم ، جریان های متفاوتی از آن ها می گذرد . مشخصه ای که سبب تفاوت جریان ها در این دو میله می شود ، مقاومت الکتریکی میله هاست.

رابطه بین ولتاژ ، جریان الکتریکی و مقاومت در کتاب داده شده است و در کتاب های پیشرفته تر به

صورت  $R = \frac{V}{I}$  نوشته می شود . در این رابطه اختلاف پتانسیل بر حسب ولت ( V ) ، جریان بر حسب آمپر

( A ) و مقاومت الکتریکی ( R ) بر حسب ولت بر آمپر ( V/A ) است که اهم نامیده می شود .

اکنون که با اختلاف پتانسیل الکتریکی به عنوان عامل شارش بار و مولد به عنوان عامل ایجاد کننده اختلاف پتانسیل و عبور جریان الکتریکی از رسانا آشنا شده ایم ، می توانیم چند مثال ساده که در آن ها یکی از کمیت های  $R$  ،  $V$  یا  $I$  مجهول است را به دانش آموزان بدهیم و حل کنند و سپس نمادهای مقاومت ، باتری ، کلید ، سیم رابط ، آمپرسنج ، ولت سنج را به صورت طرح واره معرفی کنیم .

فعالیت صفحه ۸۳: هدف از انجام این آزمایش ، تأثیر مقدار جریان گذرنده بر نور لامپ است .