

# واحد کار اول

## توانایی تجزیه و تحلیل مبانی برق

### هدف کلی

تجزیه و تحلیل مبانی برق

هدف‌های رفتاری: فراگیر پس از گذراندن این واحد کار قادر خواهد بود :

- ۱- اصول الکتریسیته را توضیح دهد.
- ۲- کمیت‌های الکتریکی را نام ببرد.
- ۳- کمیت‌های الکتریکی را توضیح دهد و آن‌ها را محاسبه کند.
- ۴- طرز کار و کاربرد دستگاه‌های اندازه‌گیر کمیت‌های الکتریکی را توضیح دهد.
- ۵- کمیت‌های الکتریکی را اندازه‌گیری کند.
- ۶- اجزای مدار الکتریکی را توضیح دهد.
- ۷- انواع مدارهای الکتریکی را توضیح دهد.
- ۸- نقشه‌ی مدار الکتریکی را توضیح دهد.
- ۹- انواع سیم‌های مورد استفاده در سیم‌کشی خودرو را توضیح دهد.
- ۱۰- انواع سرسیم‌ها و کانکتورها را توضیح دهد.
- ۱۱- کد رنگ سیم‌ها را در سیم‌کشی خودرو توضیح دهد.
- ۱۲- اصول و روش‌های اتصال سیم‌ها و سرسیم‌ها و کانکتورها را توضیح دهد.
- ۱۳- ابزارهای مورد استفاده را در سیم‌کشی خودرو نام ببرد.
- ۱۴- وسایل عایق‌کاری در سیم‌کشی خودرو را نام ببرد و کاربرد آن‌ها را توضیح دهد.

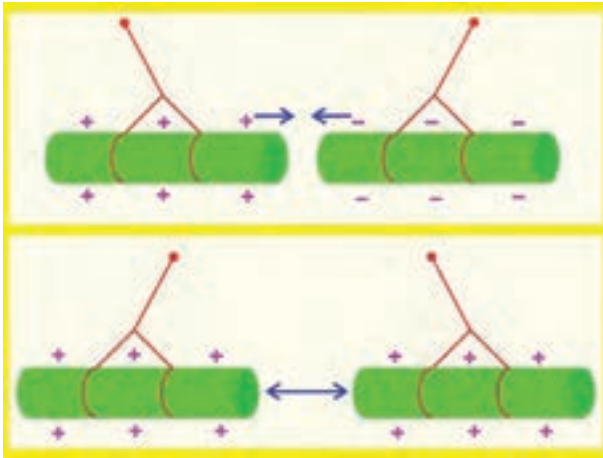
- ۱۵- سرسیم‌ها را به سرسیم متصل کند و محل اتصال را عایق‌بندی نماید.
- ۱۶- مدار الکتریکی را سیم‌کشی و عایق‌بندی کند.
- ۱۷- مغناطیس و الکترومغناطیس را توضیح دهد.

ساعات آموزش 		
جمع	عملی	نظری
۴۰	۳۲	۸

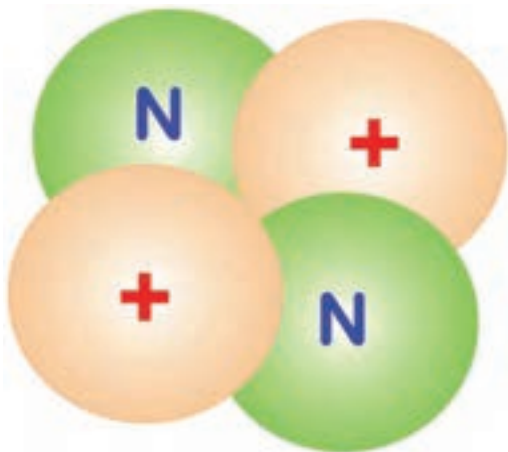
## پیش‌آزمون (۱)

۱- آنچه را که در مورد شکل روبه‌رو می‌دانید توضیح

دهید.



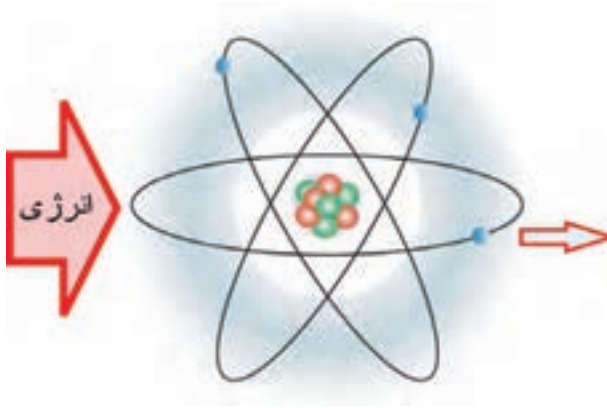
۲- در مورد شکل روبه‌رو آنچه می‌دانید توضیح دهید.



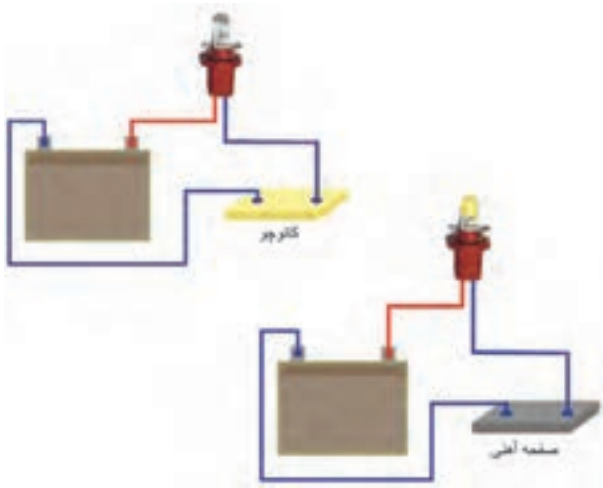
۳- دریافت خود را از شکل روبه‌رو توضیح دهید.



۴- شکل روبه‌رو را توضیح دهید.



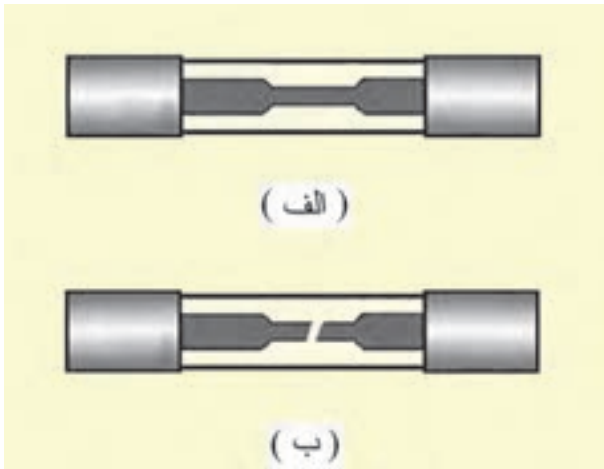
۵- دو تصویر شکل روبه‌رو را مقایسه کنید و دلیل روشن بودن لامپ را توضیح دهید.



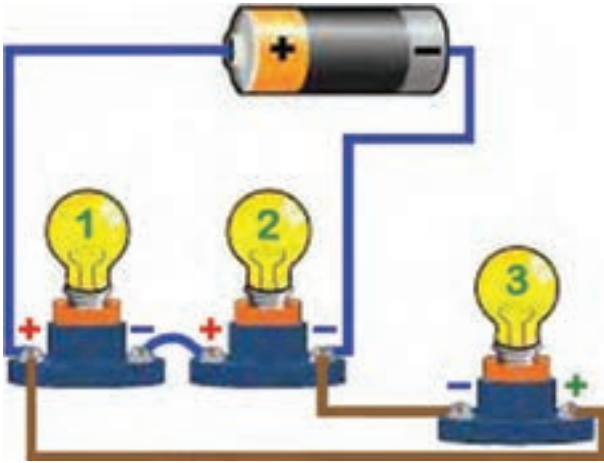
۶- در شکل مقابل نام و تفاوت دو دستگاه اندازه‌گیر را توضیح دهید.



۷- دو تصویر شکل روبه‌رو را مقایسه کنید و نتیجه را توضیح دهید.



۸- روش سیم‌کشی در مدار شکل روبه‌رو را توضیح دهید.



۹- رنگ‌بندی روکش عایق سیم‌ها به چه منظوری انجام می‌شود؟ توضیح دهید.

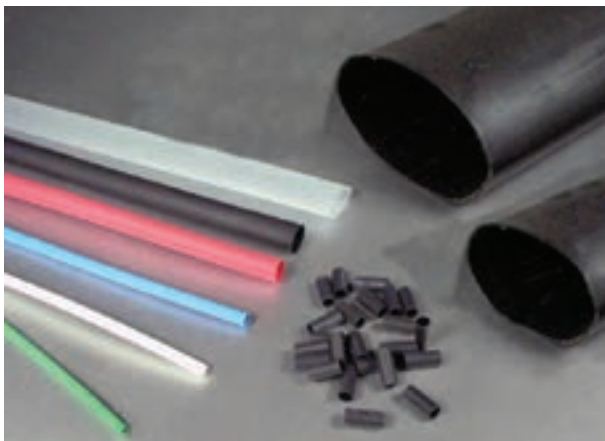




۱۰- نام و کاربرد قطعات نشان داده شده را در شکل روبه‌رو توضیح دهید.



۱۱- کاربرد ابزار نشان داده شده را در شکل روبه‌رو توضیح دهید.



۱۲- کاربرد قطعات نشان داده شده را در شکل روبه‌رو توضیح دهید.

۱۳- در کدام یک از شرایط زیر، اطراف سیم هادی جریان الکتریکی حوزه‌ی مغناطیسی ایجاد می‌شود:

(الف) قراردادن آهن‌ریا در کنار سیم  
 (ب) پیچاندن سیم دور میله‌ی آهنی  
 (ج) عبور جریان الکتریکی از سیم  
 (د) هر سه مورد



## ۱- آشنایی با الکتریسیته

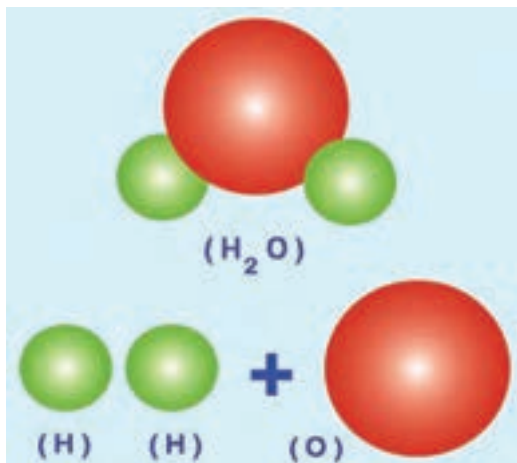


شکل ۱-۱- کهریا

الکتریسیته پدیده‌ای است که در حدود دو هزار سال پیش توسط یونانی‌ها کشف شد. آنان متوجه شدند که وقتی جسمی به نام کهریا<sup>۱</sup> به جسم دیگری مالش داده می‌شود نیروی مرموز و خاصی در آن به وجود می‌آید که می‌تواند اجسامی مانند برگ‌های خشک و براده‌های چوب و ... را جذب نماید. در آن دوران تمامی اجسامی که مانند کهریا عمل می‌کردند «الکتربک» نام گذاری شد ولی بعدها دریافتند که بعضی از اجسام پس از مالش دادن یکدیگر را جذب و برخی همدیگر را دفع می‌نمایند. در شکل ۱-۱ شماتیک کهریا نشان داده شده است.

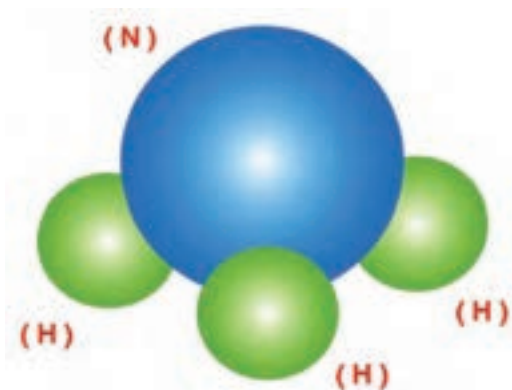
### ۱-۱- ساختمان ماده

ماده در طبیعت به سه شکل جامد، مایع، گاز یافت می‌شود ماده اگر از یک عنصر تشکیل شده باشد «ماده‌ی ساده» و در صورتی که از دو یا چند عنصر به وجود آمده باشد «ماده‌ی مرکب» نامیده می‌شود. برای مثال هیدروژن (H) یا اکسیژن (O) مواد ساده هستند اما از ترکیب آن‌ها ماده‌ای به نام آب ( $H_2O$ ) حاصل می‌شود که «ماده‌ی مرکب» است (شکل ۱-۲).



شکل ۱-۲- ترکیب عناصر

کوچک‌ترین جزء یک ماده را ملکول می‌نامند. در شکل شماتیک ۱-۳ یک ملکول آمونیاک نشان داده شده که از به هم پیوستن سه اتم هیدروژن و یک اتم نیتروژن حاصل شده است. بر همین اساس به کوچک‌ترین جزء یک ملکول نیز اتم گفته می‌شود.



شکل ۱-۳- ملکول

۱- کهریا ماده‌ای است سخت و سنگ مانند که به رنگ زرد مایل به قهوه‌ای یافت می‌شود.

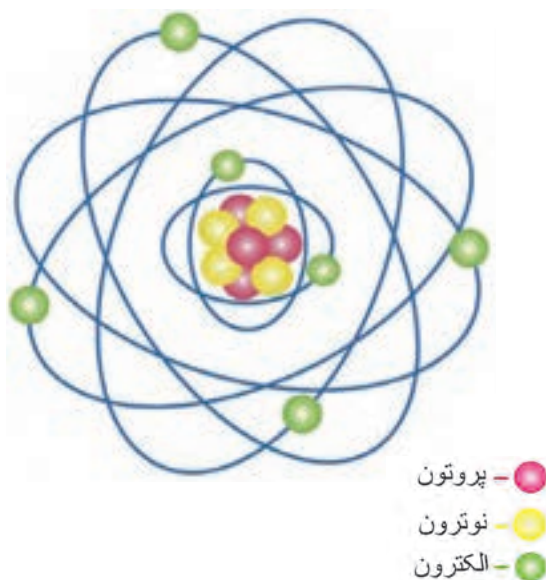
## ۱-۲-۱- ساختمان اتم و اجزای تشکیل دهنده آن

ساختمان اتم هر عنصر از دو قسمت تشکیل شده است:

– هسته

– مدارهای الکترونی

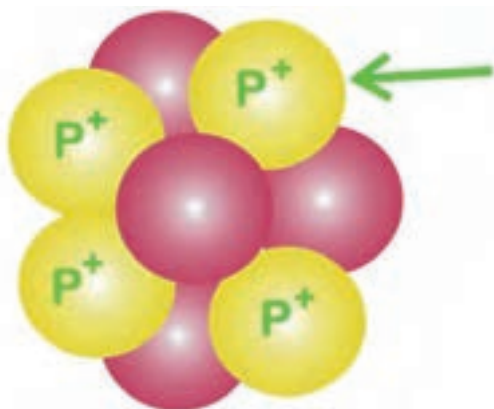
هسته اتم متشکل از ذرات کوچکی به نام پروتون<sup>۱</sup> و نوترون<sup>۲</sup> است که ذره‌های کوچک دیگری به نام الکترون<sup>۳</sup> در مدارهای مشخصی به دور آن گردش می‌کنند. مدل اتمی عناصر مانند منظومه‌ی بسیار کوچک خورشیدی است که هسته‌ی اتم مانند خورشید و الکترون‌ها مانند سیارات بر روی مدارهایی حول هسته می‌چرخند. در شکل شماتیک ۱-۴ اجزای ساختمان اتم نشان داده شده است.



شکل ۱-۴- مدل اتم

## ۱-۲-۱- پروتون: پروتون ذره‌ای است که بار الکتریکی

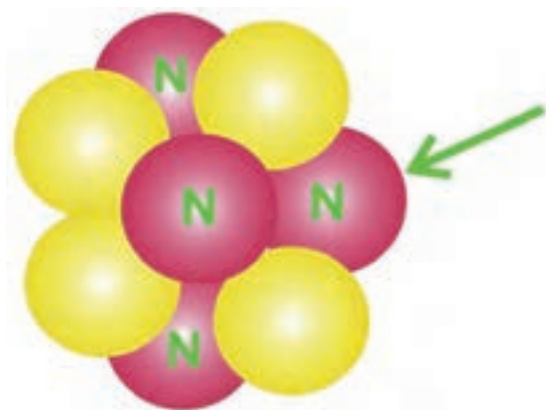
آن مثبت است ( $P^+$ ) جرم این ذره  $1.67 \times 10^{-27}$  برابر جرم الکترون است و در هسته‌ی اتم قرار دارد. پروتون‌ها به دلیل بالا بودن جرم‌شان فاقد حرکت اند. از این رو، در هدایت جریان الکتریکی نقش ندارند. به پروتون‌های داخل هسته عدد اتمی گفته می‌شود. در شکل ۱-۵ تصویر شماتیک پروتون‌های داخل هسته‌ی اتم دیده می‌شوند.



شکل ۱-۵- پروتون‌های داخل هسته

## ۱-۲-۲- نوترون: نوترون جزء دیگری از اتم است

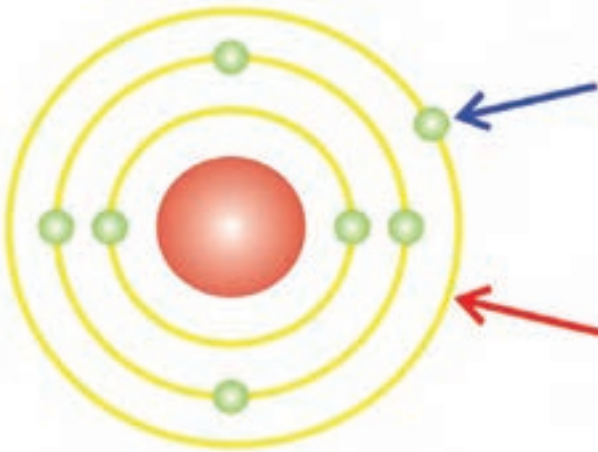
که به همراه پروتون‌ها در داخل هسته‌ی اتم قرار دارد. این ذره بار الکتریکی مشخصی ندارد و به همین سبب آن را ذره‌ی خنثا نیز می‌نامند. به مجموعه‌ی تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها در یک اتم، عدد جرمی گفته می‌شود. در شکل شماتیک ۱-۶ نوترون‌های داخل هسته‌ی اتم نشان داده شده است.



شکل ۱-۶- نوترون‌های داخل هسته



۳-۲-۱ الکترون: الکترون نیز یکی از اجزای اساسی تشکیل دهنده‌ی اتم است. این ذره دارای بار الکتریکی منفی است ( $e^-$ ). الکترون‌ها بر روی مدارهایی به نام اوربیتال در اطراف هسته‌ی اتم دائماً می‌چرخند.



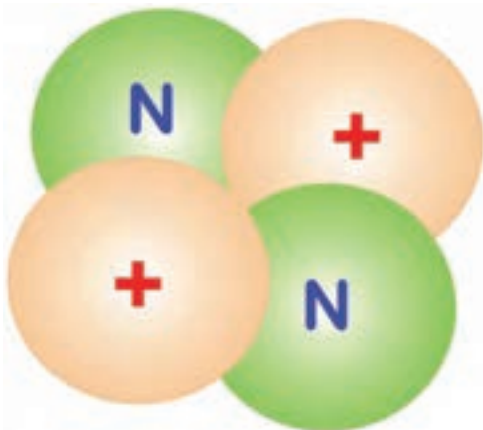
شکل ۷-۱ مدار والانس (ظرفیت)

الکترون‌ها با تعداد مشخص و نظم خاصی بر روی این لایه‌های الکترونی قرار گرفته‌اند. مدار خارجی هر اتم را لایه‌ی والانس و الکترون‌های روی این مدار را «الکترون‌های والانس» یا الکترون‌های ظرفیت می‌نامند. این الکترون‌ها در تعیین خواص هدایت الکتریکی مواد، نقشی اساسی دارند. در شکل ۷-۱ لایه‌ی والانس با فلش قرمز رنگ و الکترون والانس با فلش آبی رنگ نشان داده شده است. تعداد الکترون‌های مدار والانس هر اتم حداقل یک عدد و حداکثر هشت الکترون است.

### ۳-۱-۱ ویژگی‌های اتم و ذرات آن

– پروتون دارای بار مثبت است و در هسته‌ی اتم قرار دارد.  
– نوترون بدون بار است و مانند پروتون در داخل هسته‌ی اتم قرار دارد.

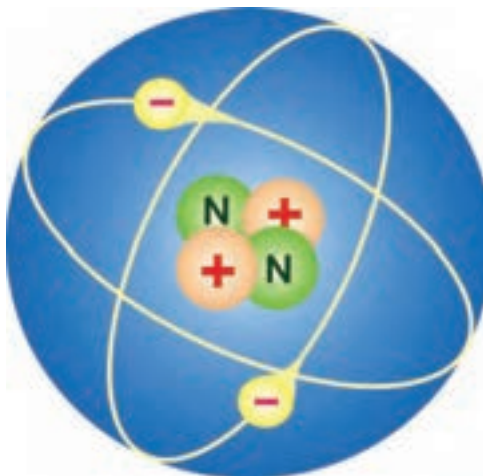
در شکل ۸-۱ نوترون و پروتون‌های داخل هسته‌ی اتم به صورت شماتیک نشان داده شده است.



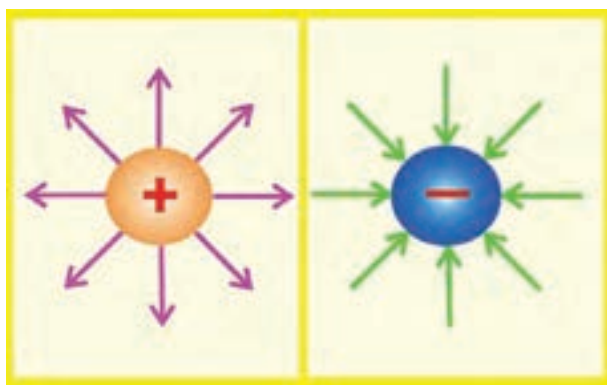
شکل ۸-۱ پروتون با بار مثبت و نوترون داخل هسته‌ی اتم

– الکترون دارای بار منفی است و روی مدارهای اطراف هسته‌ی اتم می‌چرخد (مدار الکترون‌ها بیضوی است). در شکل ۹-۱ شماتیک مدار الکترون‌ها دیده می‌شود.

گفتنی است که در حالت عادی تعداد الکترون‌ها و پروتون‌های هر اتم با هم برابرند.



شکل ۹-۱ الکترون و مدار چرخش آن

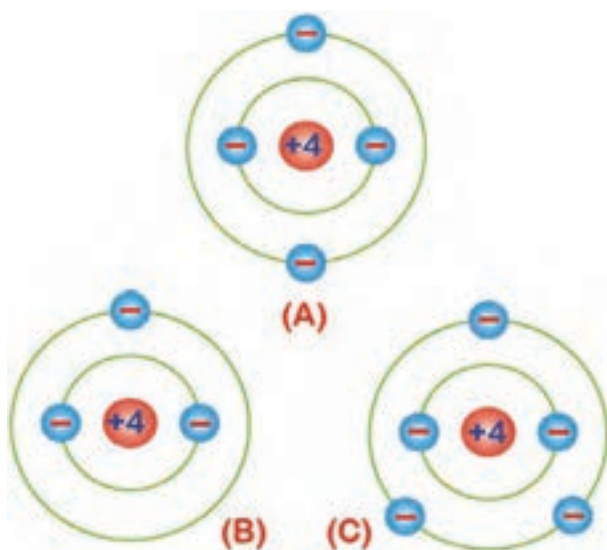


شکل ۱۰-۱

– جهت خطوط نیروی بارهای منفی در ذرات باردار به سمت داخل و جهت خطوط نیروی بارهای مثبت به سمت خارج قرار داده شده است. در شکل ۱۰-۱ جهت خطوط نیرو در ذرات داخل هسته‌ای اتم به صورت شماتیک نشان داده شده است.

#### ۱-۴- اتم‌های باردار

همان‌طور که ذکر شد، تعداد الکترون‌های یک اتم در شرایط عادی با تعداد پروتون‌های آن مساوی است. به این حالت وضعیت خنثا گفته می‌شود. حال چنانچه اتم، الکترون از دست بدهد. به دلیل این که الکترون دارای بار منفی است به علت کمبود الکترون دارای بار مثبت خواهد شد و در صورتی که اتمی الکترون به دست آورد دارای بار الکتریکی منفی می‌شود. اتم‌های باردار «یون» نامیده می‌شوند. در شکل شماتیک ۱۱-۱ حالت‌های مختلف یک اتم دیده می‌شود:

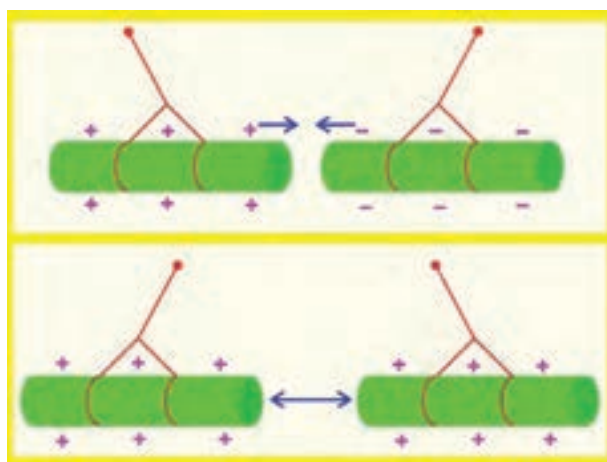


شکل ۱۱-۱- حالت‌های مختلف اتم

a – اتم خنثا

b – اتم یا یون مثبت

c – اتم یا یون منفی



شکل ۱۲-۱

توجه: به خاطر داشته باشید که بارهای هم‌نام یکدیگر را دفع و بارهای غیرهم‌نام یکدیگر را جذب می‌نمایند. در شکل ۱۲-۱ اثر بارهای استاتیکی بر یکدیگر نشان داده شده است.

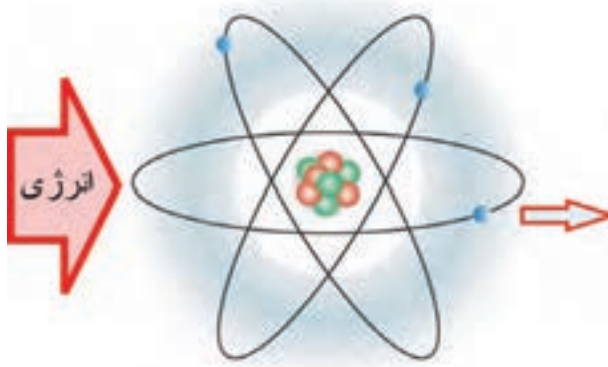
## ۱-۵- هدایت الکتریکی

برای تولید جریان الکتریکی لازم است که الکترون‌های والانس از اتم جدا و آزاد شوند به دلیل این که الکترون‌های مدار آخر (والانس) نسبت به هسته ی اتم دورتر هستند، لذا نیروی جاذبه‌ی کم تری از طرف هسته به آن‌ها اثر می‌کند. در این صورت، با دریافت انرژی کم تری می‌توانند از مدار خود خارج شوند و انتقال یابند. تعداد الکترون‌های لایه‌ی آخر در میزان هدایت جریان الکتریکی نقش اساسی دارند و به‌طور کلی هر چه الکترون‌های این لایه کم‌تر باشند ماده الکترون‌هایش را با دریافت انرژی کم تری آزاد می‌کند (شکل ۱-۱۳). مواد از لحاظ هدایت الکتریکی به سه دسته تقسیم می‌شوند:

– هادی‌ها

– عایق‌ها

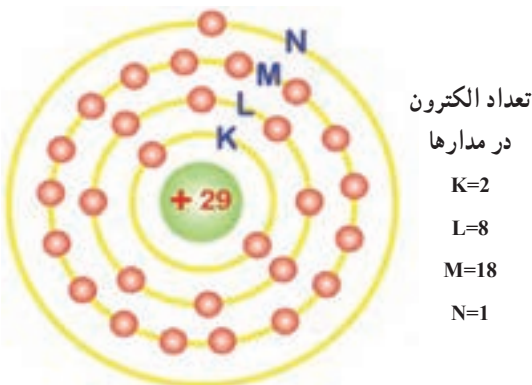
– نیمه‌هادی‌ها



شکل ۱-۱۳

### ۱-۵-۱- هادی‌ها: به موادی که الکترون‌های مدار

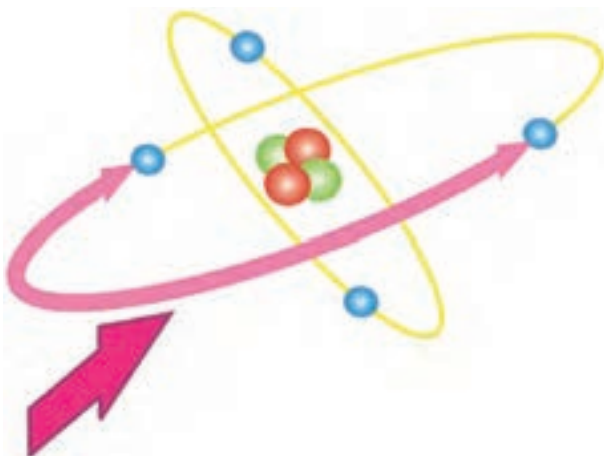
آخر آن‌ها (مدار والانس) به راحتی آزاد و منتقل می‌شوند هادی یا رسانا گفته می‌شود. تعداد الکترون‌های لایه‌ی آخر هادی‌ها کم‌تر از چهارند و معمولاً (۱)، (۲) یا (۳) الکترون دارند. مدارهای الکترونی اتم‌ها را به ترتیب با حروف اختصاری: K، L، M، N، O و ... مشخص می‌کنند. در شکل شماتیک ۱-۱۴ ساختمان اتمی عنصر مس با تعداد الکترون‌های لایه‌های مختلف آن نشان داده شده است.



شکل ۱-۱۴- ساختمان اتمی عنصر مس

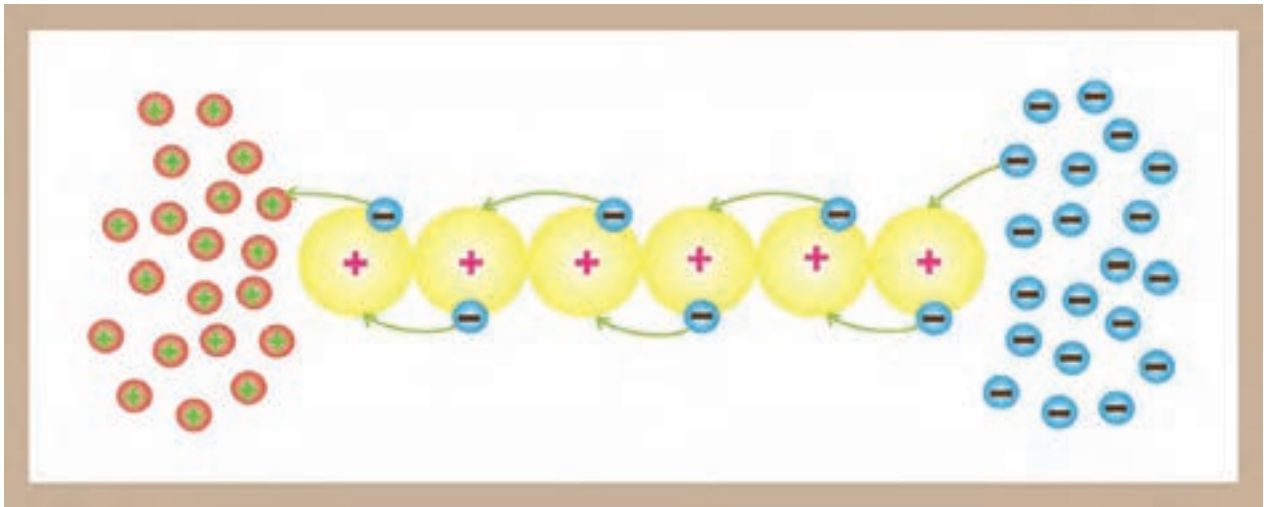
هرگاه به اتم‌های یک هادی انرژی داده شود بین

الکترون‌های آن تقسیم می‌شود و در اتم‌هایی که تعداد الکترون‌های والانس آن کم‌تر باشد انرژی بیش‌تری به هر الکترون می‌رسد. در شکل ۱-۱۵ اثر انرژی خارجی به الکترون‌های لایه‌ی آخر اتمی، به صورت شماتیک، نشان داده شده است.



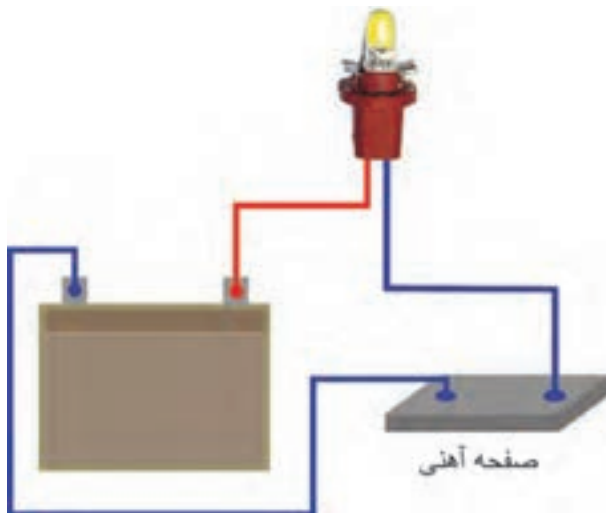
شکل ۱-۱۵

مواد هادی جریان الکتریکی را به راحتی از خود عبور می دهند. یعنی الکترون ها به آسانی از یک اتم به اتم دیگر منتقل می شوند. از هادی های خوب می توان نقره، مس، طلا و آلومینیوم را نام برد. مس به دلیل ارزانی و فراوانی در تهیه و ساخت سیم ها و کابل های صنعت برق کاربرد بیش تری دارد. جریان الکتریکی از اتم به اتم ماده ی رسانا (هادی) در شکل شماتیک ۱۶-۱ دیده می شود.

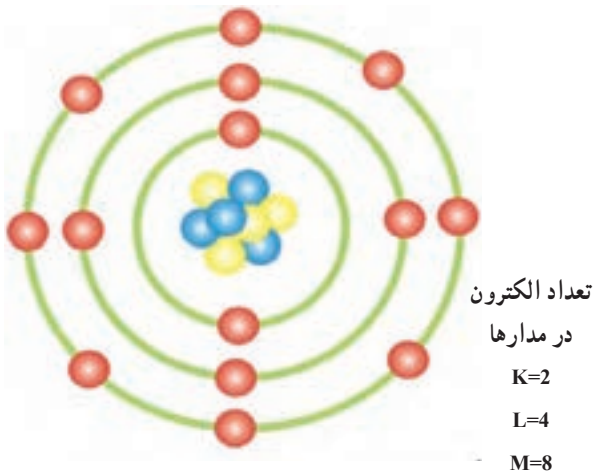


شکل ۱۶-۱ انتقال الکترون ها از اتم های ماده ی هادی

آهن نیز از جمله موادی است که هادی جریان الکتریسیته است و الکترون ها از یک اتم به اتم دیگر آهن منتقل می شوند. در آزمایش شکل ۱۷-۱، اثر هدایت صفحه ی آهنی در برقراری جریان الکتریکی مدار لامپ نشان داده شده است. در صنعت خودرو، شاسی و بدنه ی خودروها از آلیاژ آهن طراحی و ساخته می شود تا از خاصیت هدایت الکتریکی آن در برقراری مدارهای الکتریکی خودرو استفاده شود.

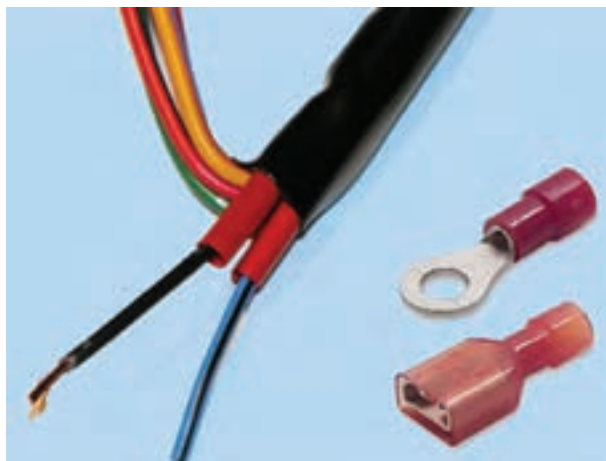


شکل ۱۷-۱ صفحه آهنی صفحه آهنی



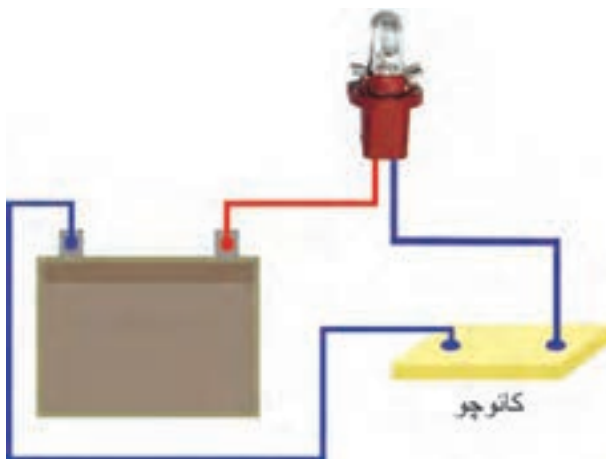
شکل ۱۸-۱- آرایش الکترونی یک نوع عایق

۲-۵-۱- عایق‌ها: به موادی که الکترون‌های مدار والانس اتم آن‌ها تمایل به ماندن در مدار خود داشته باشند مواد عایق گویند. در مواد عایق آزاد کردن الکترون‌های لایه‌ی آخر اتم‌ها بسیار مشکل است و در نتیجه این مواد نمی‌توانند به راحتی جریان الکتریکی را از خود عبور دهند. لایه‌ی آخر اتم‌های عایق‌ها ۵، ۶، ۷ یا ۸ الکترون دارند. در شکل شماتیک ۱۸-۱ آرایش الکترونی یک نوع ماده‌ی عایق نشان داده شده است. عایق‌هایی که در صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرند اغلب از ترکیب مواد مختلف حاصل می‌شوند موادی مانند میکا، کاتوجو و انواع لاستیک‌ها عایق‌های خوبی به‌شمار می‌روند.



شکل ۱۹-۱- کاربرد مواد عایق

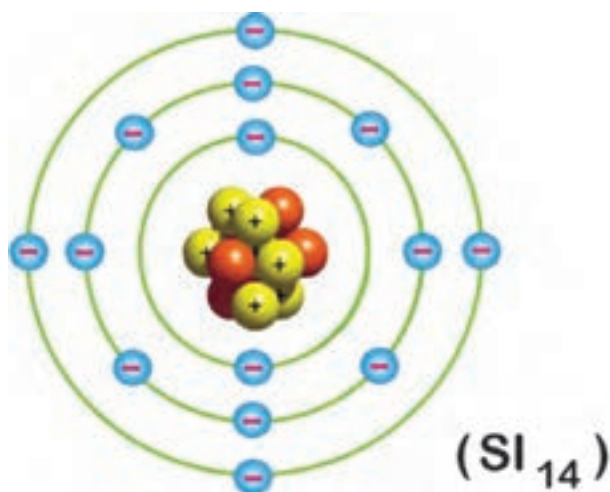
از مواد عایق الکتریسیته برای روکش کردن سیم‌ها، کابل‌ها، اتصالات الکتریکی و ... استفاده می‌شود. در شکل ۱۹-۱، کاربرد این نوع مواد برای عایق کاری سیم‌ها و اتصالات الکتریکی مورد استفاده در سیم‌کشی مدارهای الکتریکی خودرو دیده می‌شود.



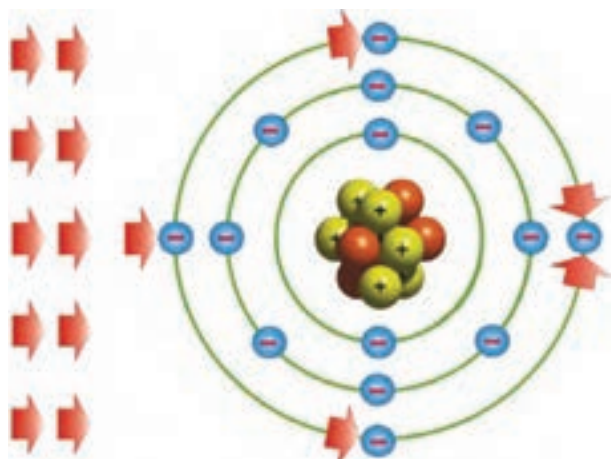
شکل ۲۰-۱

مقاومت مواد عایق را، در مقابل عبور جریان الکتریکی می‌توان به کمک یک قطعه کاتوجو، باتری خودرو، لامپ ۱۲ ولتی آزمایش نمود. لامپ و قطعه‌ی کاتوجو را، مطابق شکل ۲۰-۱، در مدار الکتریکی باتری قرار دهید و سیم‌های ترمینال منفی باتری و یکی از ترمینال‌های لامپ را به کاتوجو متصل کنید. مشاهده خواهید کرد که لامپ به دلیل عایق بودن کاتوجو روشن نخواهد شد.

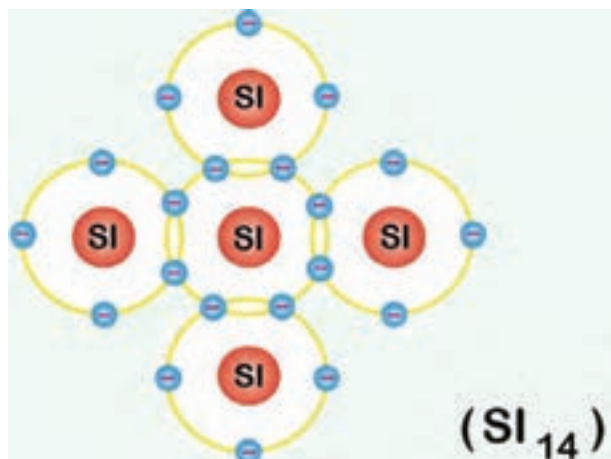




شکل ۱-۲۱- آرایش الکترونی یک نوع ماده‌ی نیمه هادی



شکل ۱-۲۲



شکل ۱-۲۳- شبکه‌ی کریستالی اتم‌های سیلیسیم

### ۳-۵-۱- نیمه‌هادی‌ها : نیمه‌هادی‌ها مواد هادی هستند

که از نظر آزاد کردن الکترون و الانس (الکترون لایه‌ی آخر اتم) در حد فاصل عایق‌ها و هادی‌ها قرار دارند. این نوع مواد در شرایط عادی خنثا هستند و برای افزایش میزان هدایت الکتریکی معمولاً آن‌ها را با مواد دیگری ترکیب می‌کنند. تعداد الکترون‌های الانس نیمه‌هادی‌ها چهار الکترون است. در شکل شماتیک ۱-۲۱- آرایش الکترونی یک ماده‌ی نیمه هادی نشان داده شده است.

مواد نیمه‌هادی تمایلی به از دست دادن یا دریافت کردن الکترون ندارند ولی در صورتی که انرژی خارجی به آن‌ها وارد شود می‌توانند الکترون آزاد کنند. انرژی وارد شده به نیمه هادی مابین الکترون‌های الانس (الکترون‌های لایه‌ی آخر اتم) تقسیم می‌شود. در شکل شماتیک ۱-۲۲، تقسیم انرژی بین الکترون‌های لایه‌ی آخر اتم یک ماده‌ی نیمه هادی نشان داده شده است.

از نیمه‌هادی‌هایی که در الکتریسیته کاربرد دارند می‌توان سیلیسیم (SI) و ژرمانیوم (Ge) را نام برد. هر اتم سیلیسیم دارای ۱۴ الکترون است، که به ترتیب در لایه‌ی اول ۲ الکترون، در لایه‌ی دوم ۸ الکترون و در لایه‌ی الانس ۴ الکترون قرار دارند. در اتم ژرمانیوم نیز تعداد ۳۲ الکترون وجود دارد، که به ترتیب، در لایه‌ی اول ۲ الکترون، در لایه‌ی دوم ۸ الکترون، در لایه‌ی سوم ۱۸ الکترون و در لایه‌ی الانس ۴ الکترون قرار گرفته است.

نحوه‌ی قرار گرفتن اتم‌های نیمه‌هادی‌ها در کنار یکدیگر به صورت اشتراکی است و از اشتراک الکترون‌های الانس در نیمه‌هادی‌ها شبکه‌ای حاصل می‌شود که آن را شبکه‌ی کریستالی گویند. در شکل ۱-۲۳، شبکه‌ی اشتراکی اتم‌های نیمه‌هادی سیلیسیم به صورت شماتیک نشان داده شده است.



## ۱-۶- آشنایی با کمیت‌های الکتریکی

- شدت جریان

- ولتاژ یا اختلاف سطح الکتریکی

- مقاومت الکتریکی

در شکل ۱-۲۴ رابطه‌ی ریاضی کمیت‌های الکتریکی

نشان داده شده است.



شکل ۱-۲۴

### ۱-۶-۱- شدت جریان الکتریکی : در صورتی که

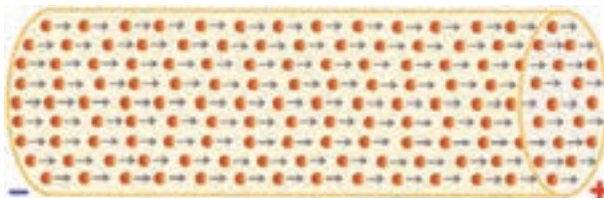
با اعمال انرژی به مدار و الانس یک اتم الکترون‌های آن را آزاد کنیم و در یک مسیر حرکت دهیم جریان الکتریکی به وجود می‌آید.

انرژی الکترون‌های آزادی که در یک جهت قراردارند با

هم جمع می‌شوند و انرژی آزاد بیشتری را ایجاد می‌کنند. در

شکل شماتیک ۱-۲۵، جریان الکتریکی حاصل از الکترون‌های

آزاد جاری از سیم مسی دیده می‌شود.



شکل ۱-۲۵

بنا بر تعریف، مقدار الکترون‌های آزادی را که از یک

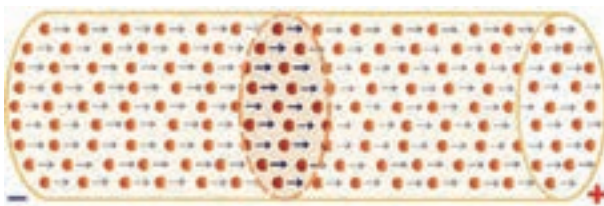
مقطع در فاصله‌ی زمان معینی عبور می‌کند شدت جریان الکتریکی

می‌گویند. شدت جریان الکتریکی را با حرف (I) نشان می‌دهند،

که بر حسب آمپر (A) سنجیده می‌شود (شکل ۱-۲۶). یک آمپر

شدت جریانی است که در اثر عبور  $6/25 \times 10^{18}$  الکترون در واحد

زمان (۱ ثانیه) از سطح مقطع سیم عبور می‌کند.



سطح فرضی سیم یا کابل

شکل ۱-۲۶

با توجه به این که عامل به وجود آمدن جریان الکتریکی

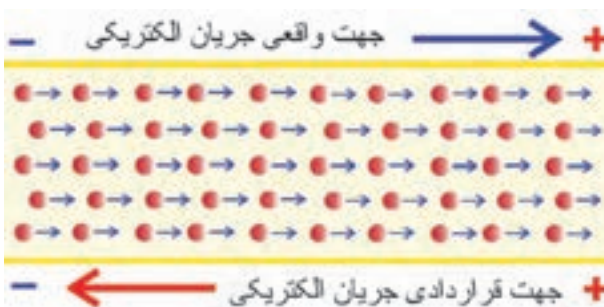
الکترون‌ها هستند و این ذرات بار منفی دارند، لذا جهت واقعی

جریان الکتریکی از قطب منفی به سمت قطب مثبت است، ولی

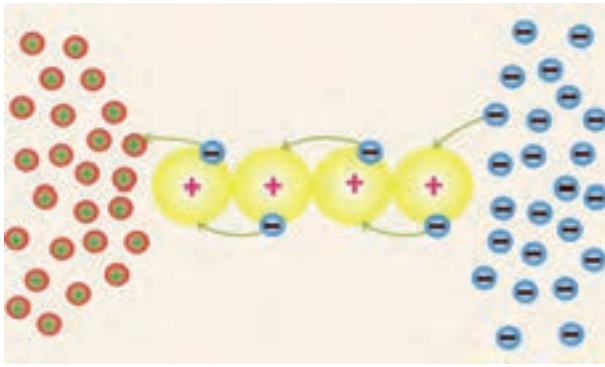
برحسب قرارداد، جهت جریان الکتریکی در مدارها از قطب مثبت

به طرف قطب منفی در نظر گرفته می‌شود. در شکل شماتیک

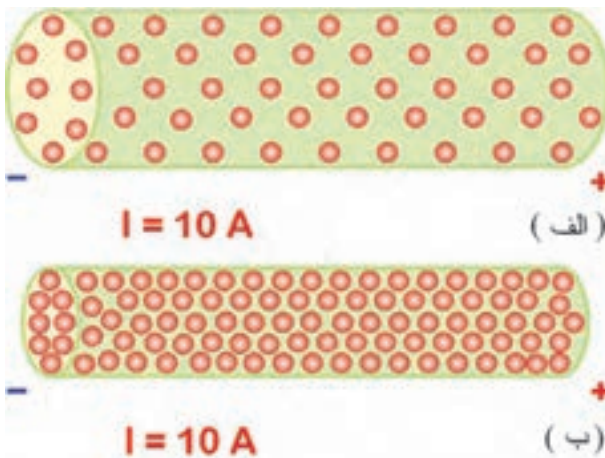
۱-۲۷، جهت جریان الکتریکی نشان داده شده است.



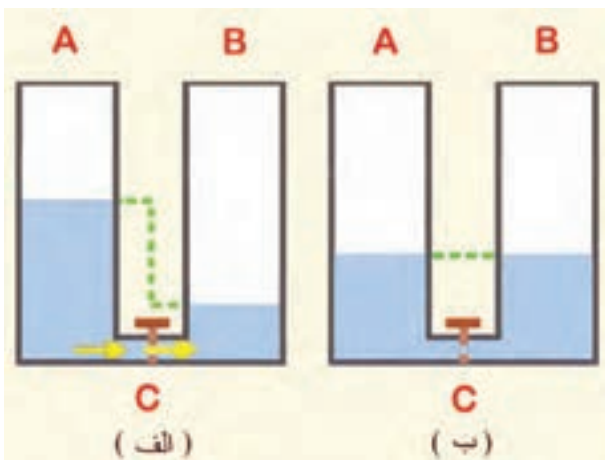
شکل ۱-۲۷- جهت حرکت واقعی و قراردادی جریان الکتریکی



شکل ۲۸-۱



شکل ۲۹-۱



شکل ۳۰-۱

حرکت الکترون‌های آزاد در درون ماده‌ی هادی (برای مثال سیم مسی) به صورت «ضربه‌ای» صورت می‌گیرد. یعنی در مدارهای ولانس، الکترون‌ها با یکدیگر برخورد می‌کنند و از اتمی به اتم دیگر منتقل می‌شوند. (ضربه‌های انرژی را، که از یک الکترون به الکترون دیگری وارد و باعث جابه‌جایی آن می‌شود، جریان الکتریکی می‌نامند). در شکل شماتیک ۲۸-۱، حرکت الکترون‌ها از یک اتم به اتم دیگر نشان داده شده است. تراکم و فشردگی الکترون‌های جاری در یک هادی به سطح مقطع آن بستگی دارد. برای مثال در صورتی که شدت جریانی معادل ۱۰ آمپر از دو سیم مسی با سطح مقطع متفاوتی عبور کند تراکم الکترون‌ها در سیمی که سطح مقطع آن بزرگ‌تر است کم‌تر خواهد بود. در شکل شماتیک ۲۹-۱، تراکم الکترون‌ها در دو سیم مسی با سطح مقطع متفاوت نشان داده شده است.

## ۲-۶-۱- اختلاف سطح الکتریکی (ولتاژ): فرض

کنید دو مخزن (A) و (B) به وسیله‌ی لوله‌ی (C) به یکدیگر متصل شده است. چنان‌چه ارتفاع مایع داخل مخزن (A) بیش‌تر از ارتفاع مایع مخزن (B) باشد، پس از برقرار کردن ارتباط دو مخزن، بر اثر فشار وارد بر سطح مایع مخزن A و به دلیل اختلاف سطح مایع در دو مخزن (شکل الف- ۳۰-۱) مایع از مخزن A به طرف مخزن (B) جریان می‌یابد. جریان مایع از لوله‌ی (C) تا زمانی ادامه می‌یابد که سطح مایع در هر دو مخزن یک‌سان شود (شکل ب- ۳۰-۱) همان‌طور که برای به حرکت درآوردن مایع درون مخزن به اعمال فشار نیاز است برای به حرکت درآوردن الکترون‌ها نیز فشار الکتریکی مورد نیاز است تا جریان الکتریکی ایجاد شود. نیرویی را که باعث به‌وجود آمدن جریان الکتریکی در مدار می‌شود. نیروی محرکه الکتریکی می‌نامند.



شکل ۱-۳۱- باتری خودرو

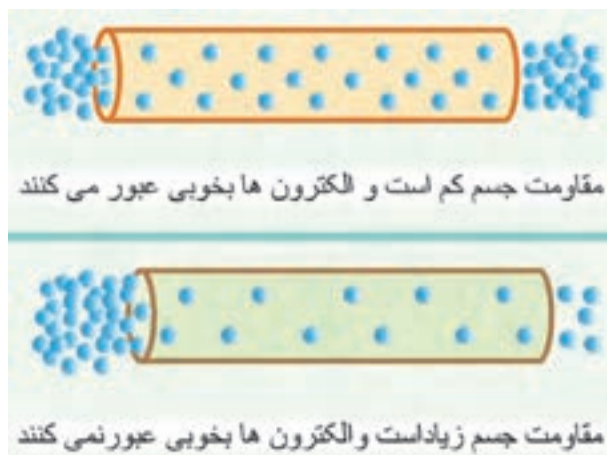
فشار الکتریکی توسط یک منبع انرژی تأمین می‌شود. منبع بخشی از مدار الکتریکی است که موجب حرکت الکترون‌ها در مدار می‌گردد. به همین دلیل منبع را عامل به وجود آورنده‌ی نیروی محرکه‌ی الکتریکی می‌گویند (E.M.F). در خودروها باتری به عنوان منبع الکتریکی به شمار می‌رود (شکل ۱-۳۱).

جدول ۱-۱

واحد اصلی		اجزاء		اضعاف	
علامت	V	$\mu V$	mV	KV	MV
نام واحد فرعی	ولت	میکروولت	میلی‌ولت	کیلوولت	مگا‌ولت
ضریب	۱	$1 \times 10^{-6}$	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$

\* اختلاف پتانسیل الکتریکی باعث اعمال نیرو بر الکترون‌ها می‌شود و الکترون‌ها از پتانسیل بیش‌تر به طرف پتانسیل کم‌تر حرکت می‌کنند.

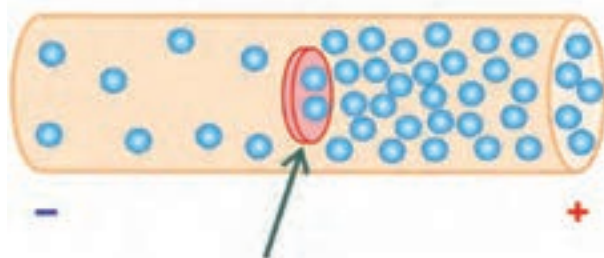
اختلاف پتانسیل یا ولتاژ با حرف V یا u نشان داده می‌شود. و واحد اصلی آن ولت (V) است. در جدول ۱-۱ اجزاء و اضعاف ولت نشان داده شده است.



شکل ۱-۳۲

۱-۶-۳- مقاومت الکتریکی: با توجه به این که تعداد الکترون‌های لایه‌ی والانس (لایه‌ی آخر) مواد مختلف نسبت به هم متفاوت‌اند میزان هدایت آن‌ها نیز با یک‌دیگر متفاوت است و نمی‌توانند جریان الکتریکی را به یک اندازه از خود عبور دهند. بنابراین، هر جسمی که قابلیت هدایت الکتریکی آن زیاد باشد مقاومت الکتریکی کم‌تری دارد. و هر جسمی که قابلیت هدایت الکتریکی آن کم باشد مقاومت الکتریکی زیادتری دارد. در شکل شماتیک ۱-۳۲، میزان هدایت دو جسم مختلف نشان داده شده است.

### هادی جریان الکتریکی



مقاومت

شکل ۱-۳۳

به طور کلی خاصیت مخالفت در برابر عبور جریان الکتریکی مقاومت نامیده می شود و آن را با حرف (R) نمایش می دهند. واحد سنجش مقاومت الکتریکی اهم است که با علامت (°) نشان داده می شود. یک اهم مقاومتی است که تحت اختلاف پتانسیل یک ولت، جریانی معادل یک آمپر را از خود عبور می دهد. در شکل شماتیک ۱-۳۳، مقاومت در مقابل جریان الکتریکی نشان داده شده است.



شکل ۱-۳۴

مقاومت الکتریکی بعضی مواقع به صورت ناخواسته و مزاحم، در مدارهای الکتریکی (مانند مقاومت الکتریکی سیم های رابط بین اجزای مدار الکتریکی) وجود دارد که این نوع مقاومت باعث ایجاد تلفات الکتریکی می شود (افت ولتاژ در مدار). در مواردی نیز مقاومت می تواند جزئی از مدار الکتریکی باشد که به صورت یک مصرف کننده در مدار قرار گیرد. در این حالت، نه تنها مزاحم نیست، بلکه علاوه بر کنترل جریان الکتریکی باعث تولید حرارت نیز می شود. برای مثال، می توان از مقاومت الکتریکی به کار رفته در گرمکن شیشه عقب یا آینه های جانبی خودرو نام برد. در شکل ۱-۳۴، المنت های حرارتی نصب شده در روی شیشه ی عقب خودرویی با فلش نشان داده شده است.

## ۷-۱- عوامل مؤثر در مقدار مقاومت الکتریکی

مقدار طول و سطح مقطع هر سیم هادی جریان الکتریکی از عوامل مؤثر در تعیین میزان مقاومت آن به شمار می‌رود. در صورتی که مقاومت سه قطعه سیم با مشخصات (شکل ۳۵-۱):

- سیم الف به طول (L) و سطح مقطع (A).

- سیم ب به طول (L) و سطح مقطع  $(\frac{A}{4})$ .

- سیم ج به طول  $(\frac{L}{4})$  و سطح مقطع (A).

و از یک جنس را اندازه‌گیری کنیم نتایج زیر حاصل می‌شود:

- مقدار مقاومت سیم (الف) برابر با R است، که آن را مقدار مقاومت مبنا در نظر می‌گیریم.

- مقدار مقاومت سیم (ب) که سطح مقطع آن نصف سطح مقطع سیم (الف) است و برابر با ۲R خواهد بود.

- مقدار مقاومت سیم (ج) نیز که طول آن نصف طول سیم (الف) است برابر با  $\frac{R}{4}$  اندازه‌گیری می‌شود.

با مقایسه و بررسی نتایج اندازه‌گیری به دست آمده می‌توان گفت که مقاومت یک سیم هادی با طول آن رابطه‌ی مستقیم و با سطح مقطع آن نسبت عکس دارد.

مقاومت الکتریکی از فرمول  $R = \frac{L}{A}$  محاسبه می‌شود

که در آن:

R مقاومت الکتریکی برحسب اهم (.)

L طول سیم یا کابل برحسب متر (m)

A سطح مقطع سیم یا کابل برحسب میلی‌متر مربع ( $\text{mm}^2$ )

مقاومت مخصوص جنس سیم یا کابل برحسب اهم

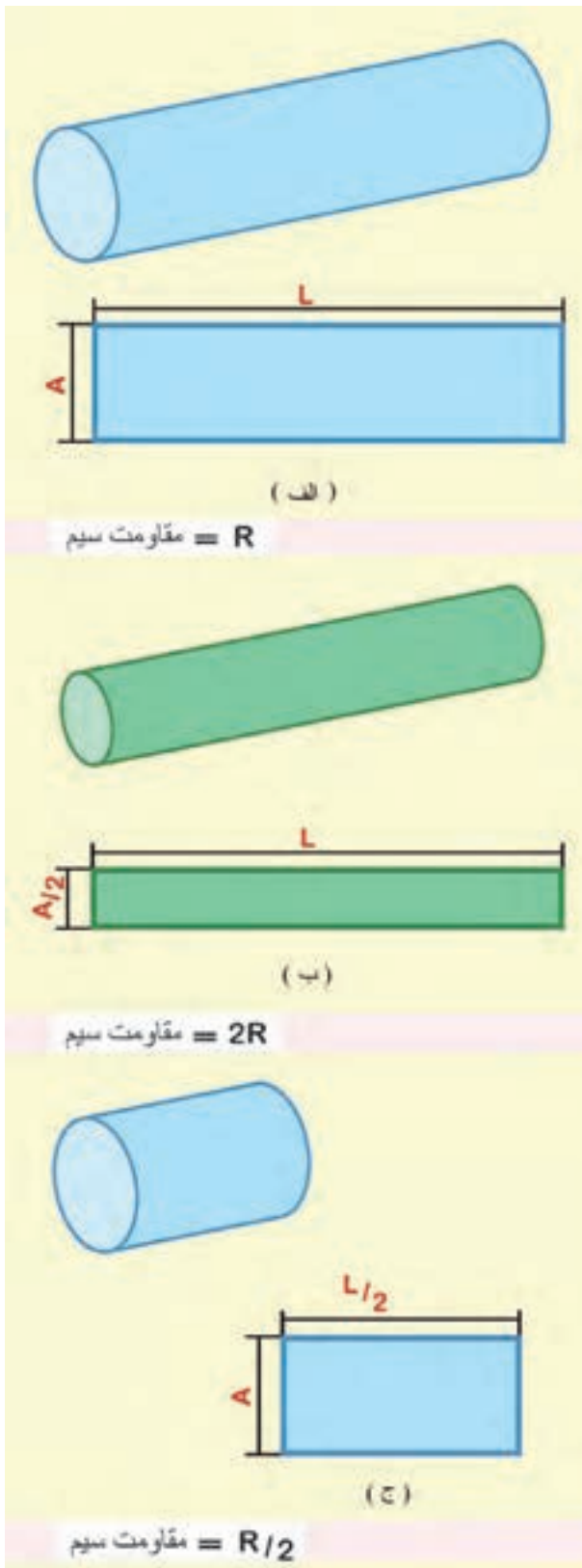
$$\left( \frac{\text{mm}^2}{\text{m}} \right)$$

سطح مقطع سیم یا کابل برابر است با:

$$A = n \cdot A_1$$

$A_1$  سطح مقطع یک رشته از سیم

n تعداد رشته‌های سیم



شکل ۳۵-۱