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 :

۱ــ اصول الکتریسیته را توضیح دهد.

۲ــ کمیت‌های الکتریکی را نام ببرد.

۳ــ کمیت‌های الکتریکی را توضیح دهد و آن‌ها را محاسبه کند.

۴ــ طرز کار و کاربرد دستگاه‌های اندازه‌گیر کمیت‌های الکتریکی را توضیح دهد.

۵ــ کمیت‌های الکتریکی را اندازه‌گیری کند.

۶ــ اجزای مدار الکتریکی را توضیح دهد.

۷ــ انواع مدارهای الکتریکی را توضیح دهد.

۸ــ نقشه‌ی مدار الکتریکی را توضیح دهد.

۹ــ انواع سیم‌های مورد استفاده در سیم‌کشی خودرو را توضیح دهد.

۱۰ــ انواع سرسیم‌ها و کانکتورها را توضیح دهد.

۱۱ــ کد رنگ سیم‌ها را در سیم‌کشی خودرو توضیح دهد.

۱۲ــ اصول و روش‌های اتصال سیم‌ها و سرسیم‌ها و کانکتورها را توضیح دهد.

۱۳ــ ابزارهای مورد استفاده را در سیم‌کشی خودرو نام ببرد.

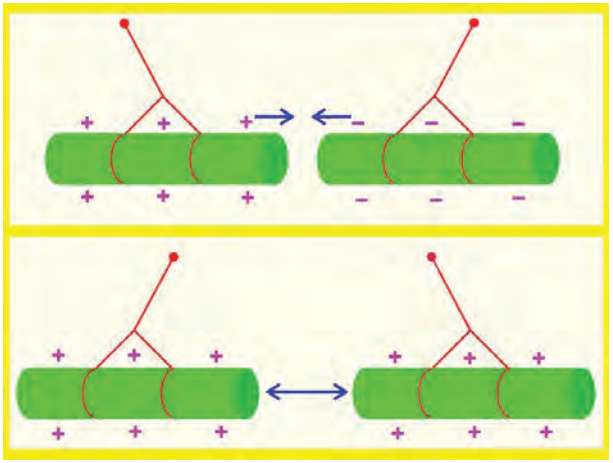
۱۴ــ وسایل عایق‌کاری در سیم‌کشی خودرو را نام ببرد و کاربرد آن‌ها را توضیح دهد.

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

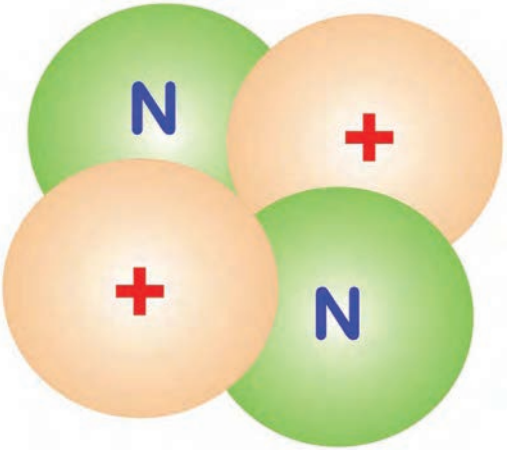
ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۸	۳۲	۴۰

پیش‌آزمون (۱)

۱ــ آن‌چه را که در مورد شکل روبه‌رو می‌دانید توضیح دهید.

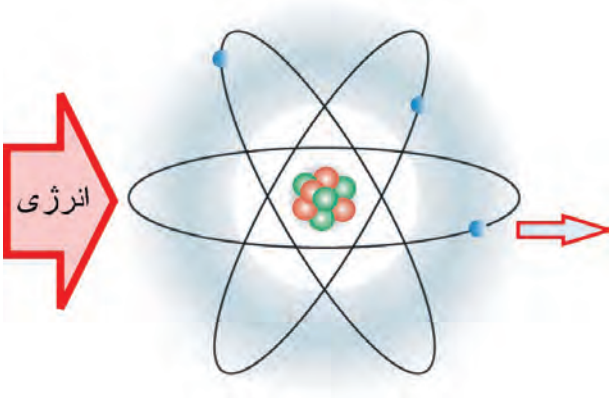


۲ــ در مورد شکل روبه‌رو آن‌چه می‌دانید توضیح دهید.

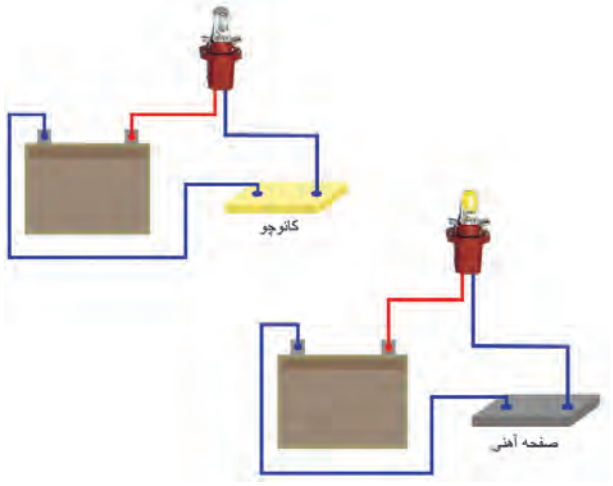


۳ــ دریافت خود را از شکل روبه‌رو توضیح دهید.

۴ــ شکل روبه‌رو را توضیح دهید.

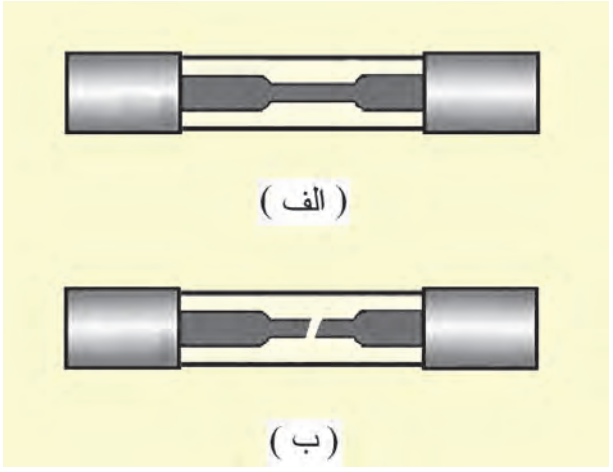


۵ــ دو تصویر شکل روبه‌رو را مقایسه کنید و دلیل روشن‌بودن لامپ را توضیح دهید.

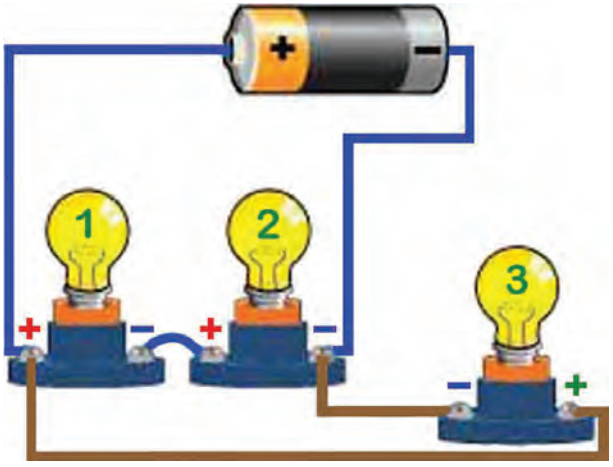


۶ــ در شکل مقابل نام و تفاوت دو دستگاه اندازه‌گیر را توضیح دهید.

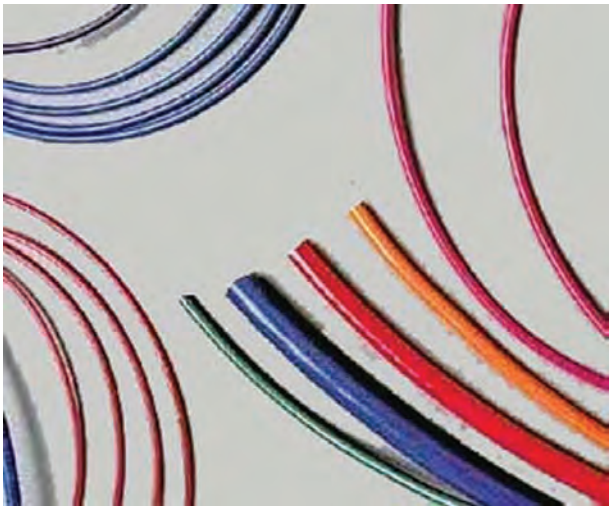
۷ــ دو تصویر شکل روبه‌رو را مقایسه کنید و نتیجه را توضیح دهید.



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



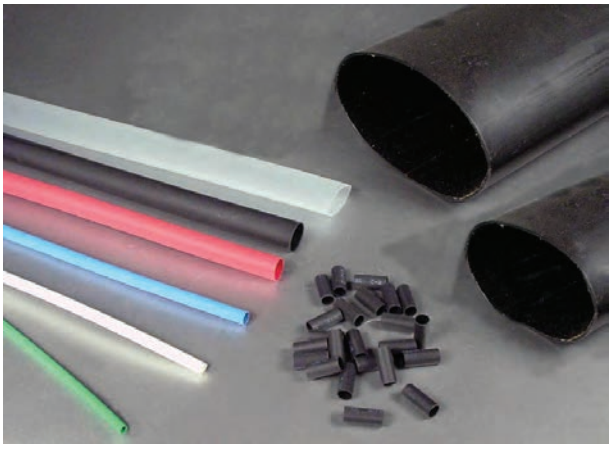
۹ــ رنگ‌بندی روکش عایق سیم‌ها به چه منظوری انجام می‌شود؟ توضیح دهید.



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

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

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



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

الف) قراردادن آهن‌ربا در کنار سیم

ب) پیچاندن سیم دور میله‌ی آهنی

ج) عبور جریان الکتریکی از سیم

د) هر سه مورد

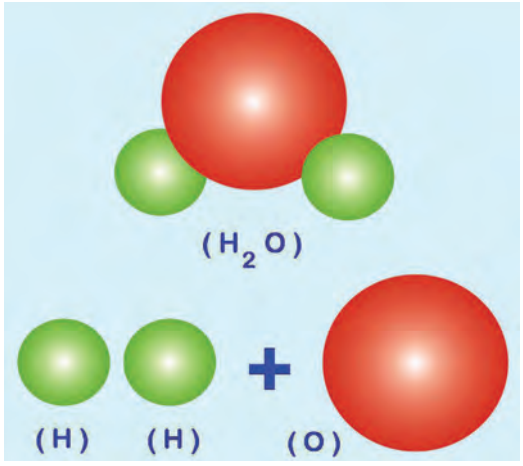
۱ــ آشنایی با الکتریسیته

الکتریسیته پدیده‌ای است که در حدود دو هزار سال پیش توسط یونانی‌ها کشف شد. آنان متوجه شدند که وقتی جسمی به نام کهربا[1] به جسم دیگری مالش داده می‌شود نیروی مرموز و خاصی در آن به‌وجود می‌آید که می‌تواند اجسامی مانند برگ‌های خشک و براده‌های چوب و ... را جذب نماید. در آن دوران تمامی اجسامی که مانند کهربا عمل می‌کردند «الکتریک» نام‌گذاری شد ولی بعدها دریافتند که بعضی از اجسام پس از مالش‌دادن یکدیگر را جذب و برخی همدیگر را دفع می‌نمایند. در شکل ۱ــ۱ شماتیک کهربا نشان داده شده است.

شکل ۱ــ۱ــ کهربا

۱ــ۱ــ ساختمان ماده

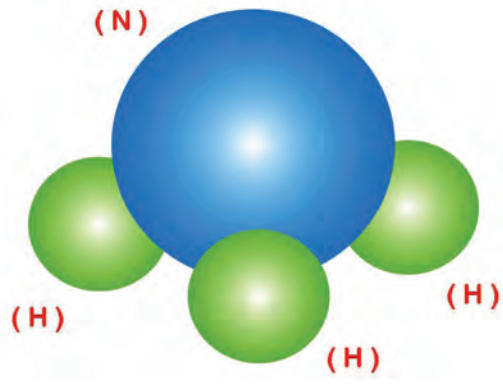
ماده در طبیعت به سه شکل جامد، مایع، گاز یافت می‌شود ماده اگر از یک عنصر تشکیل شده باشد «ماده‌ی ساده» و در صورتی که از دو یا چند عنصر به‌وجود آمده باشد «ماده‌ی مرکب» نامیده می‌شود. برای مثال هیدروژن (H) یا اکسیژن (O) مواد ساده هستند اما از ترکیب آن‌ها ماده‌ای به نام آب (H_2O) حاصل می شود که «ماده‌ی مرکب» است (شکل ۲ــ۱).



شکل ۲ــ۱ــ ترکیب عناصر

کوچک‌ترین جزء یک ماده را ملکول می‌نامند. در شکل شماتیک ۳ــ۱ 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 می شود.



شکل ۳ــ۱ــ ملکول

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

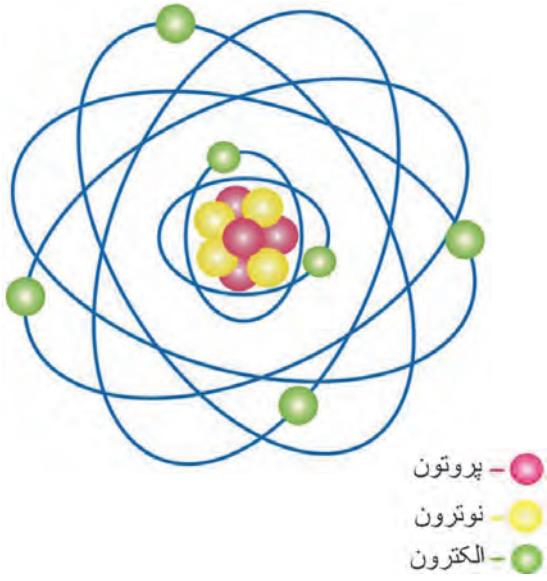
۲ــ۱ــ ساختمان اتم و اجزای تشکیل‌دهنده‌ی آن

ساختمان اتم هر عنصر از دو قسمت تشکیل شده است :

ــ هسته

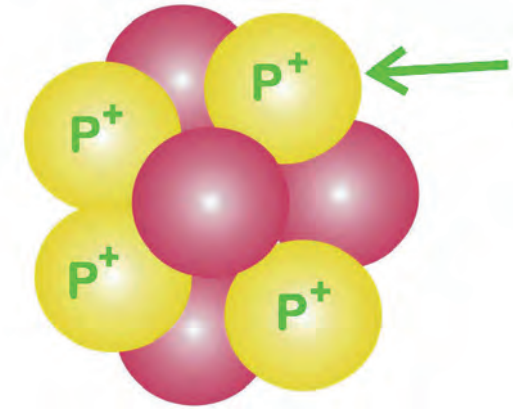
ــ مدارهای الکترونی

هسته‌ی اتم متشکل از ذرات کوچکی به نام پروتون[۱] و نوترون[۲] است که ذره‌های کوچک دیگری به نام الکترون[۳] 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 ۴ــ۱ اجزای ساختمان اتم نشان داده شده است.



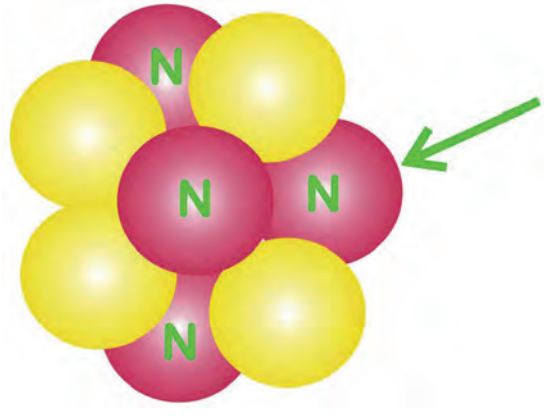
شکل ۴ــ۱ــ مدل اتم

۱ــ۲ــ۱ــ پروتون: پرتون ذره‌ای است که بار الکتریکی آن مثبت است (P^{+}) جرم این ذرّه ۱۸۴۰ برابر جرم الکترون است و در هسته‌ی اتم قرار دارد. پروتون‌ها به دلیل بالا بودن جرم‌شان فاقد حرکت‌اند. از این‌رو، در هدایت جریان الکتریکی نقش ندارند. به پروتون‌های داخل هسته عدد اتمی گفته می‌شود. در شکل ۵ــ۱ تصویر شماتیک پروتون‌های داخل هسته‌ی اتم دیده می‌شوند.



شکل ۵ــ۱ــ پروتون‌های داخل هسته

۲ــ۲ــ۱ــ 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 ۶ــ۱ نوترون‌های داخل هسته‌ی اتم نشان داده شده است.

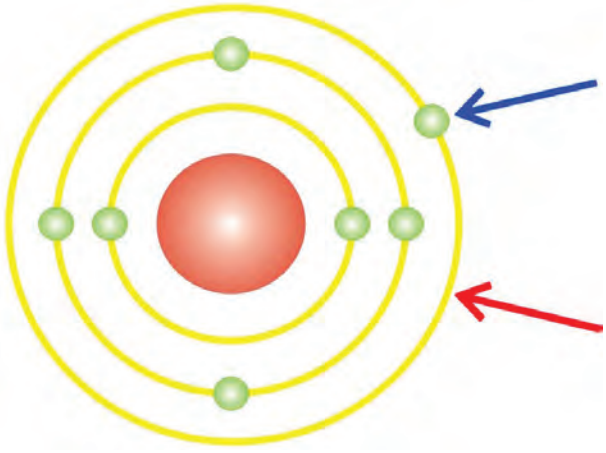


شکل ۶ــ۱ــ نوترون‌های داخل هسته

۱ــProton ۲ــNeutron ۳ــElectron

۳ــ۲ــ۱ــ الکترون : الکترون نیز یکی از اجزای اساسی تشکیل‌دهنده‌ی اتم است. این ذره دارای بار الکتریکی منفی است (e^-). الکترون‌ها بر روی مدارهایی به نام اوربیتال در اطراف هسته‌ی اتم دائماً می‌چرخند.

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 ۷ــ۱ 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.



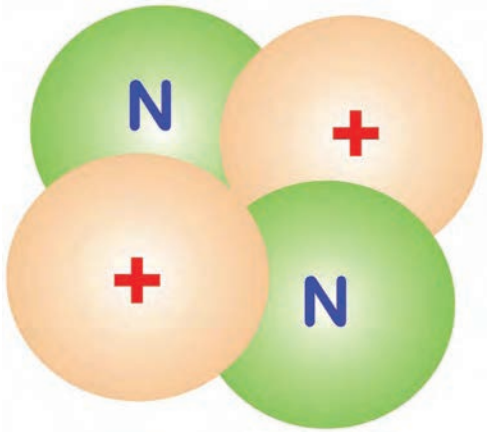
شکل ۷ــ۱ــ مدار والانس (ظرفیت)

۳ــ۱ــ ویژگی‌های اتم و ذرات آن

ــ پروتون دارای بار مثبت است و در هسته‌ی اتم قرار دارد.

ــ نوترون بدون بار است و مانند پروتون در داخل هسته‌ی اتم قرار دارد.

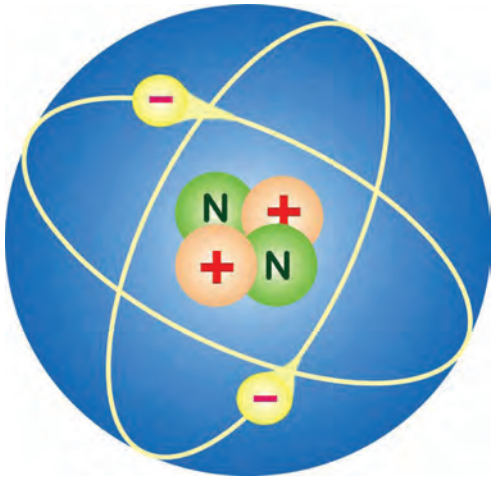
در شکل ۸ــ۱ نوترون و پروتون‌های داخل هسته‌ی اتم به‌صورت شماتیک نشان داده شده است.



شکل ۸ــ۱ــ پروتون با بار مثبت و نوترون داخل هسته‌ی اتم

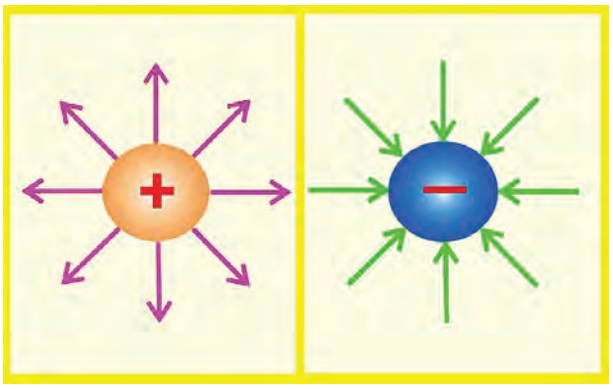
ــ الکترون دارای بار منفی است و روی مدارهای اطراف هسته‌ی اتم می‌چرخد (مدار الکترون‌ها بیضوی است). در شکل ۹ــ۱ شماتیک مدار الکترون‌ها دیده می‌شود.

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



شکل ۹ــ۱ــ الکترون و مدار چرخش آن

ـ 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 ۱۰ــ۱ جهت خطوط نیرو در ذرات داخل هسته‌ی اتم به صورت شماتیک نشان داده شده است.



شکل ۱۰ــ۱

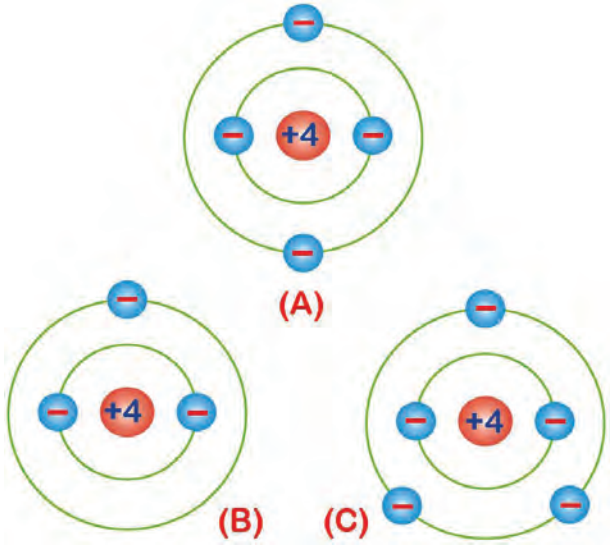
۴ــ۱ــ اتم‌های باردار

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 این‌که الکترون دارای بار منفی است به علّت 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 ۱۱ــ۱ حالت‌های مختلف یک اتم دیده می‌شود :

a ــ اتم خنثا

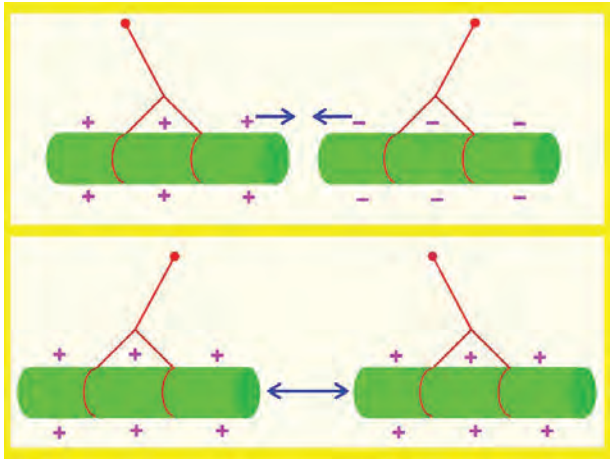
b ــ اتم یا یون مثبت

c ــ اتم یا یون منفی



شکل ۱۱ــ۱ــ حالت‌های مختلف اتم

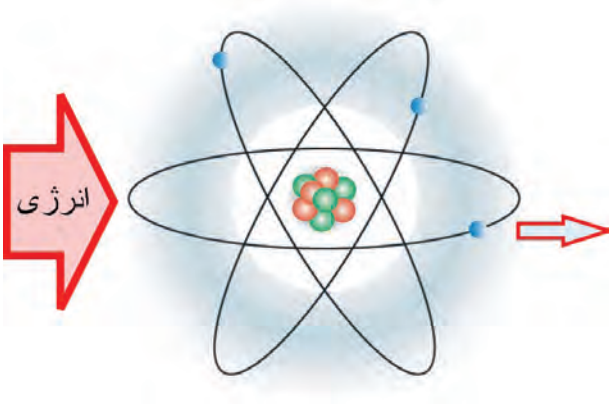
توجه: به خاطر داشته باشید که بارهای هم‌نام یکدیگر را دفع و بارهای غیرهم‌نام یکدیگر را جذب می‌نمایند. در شکل ۱۲ــ۱ اثر بارهای استاتیکی بریکدیگر نشان داده شده است.



شکل ۱۲ــ۱

۵ــ۱ــ هدایت الکتریکی

برای تولید جریان الکتریکی لازم است که الکترون‌های والانس از اتم جدا و آزاد شوند به دلیل این‌که الکترون‌های مدار آخر (والانس) نسبت به هسته‌ی اتم دورتر هستند، لذا نیروی جاذبه‌ی کم تری از طرف هسته به آن‌ها اثر می کند. در این صورت، با دریافت انرژی کم‌تری می‌توانند از مدار خود خارج شوند و انتقال یابند. تعداد الکترون‌های لایه‌ی آخر در میزان هدایت جریان الکتریکی نقش اساسی دارند و به‌طور کلّی هر چه الکترون‌های این لایه کم‌تر باشند ماده الکترون‌هایش را با دریافت انرژی کم‌تری آزاد می کند (شکل ۱۳ــ۱). مواد از لحاظ هدایت الکتریکی به سه دسته تقسیم می‌شوند :



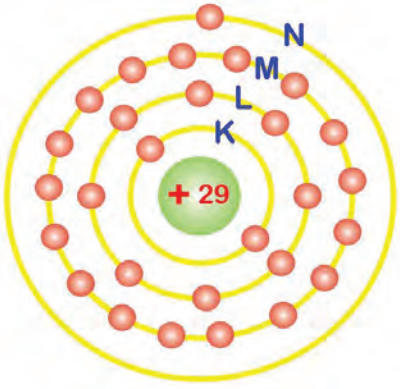
شکل ۱۳ــ۱

ــ هادی‌ها

ــ عایق‌ها

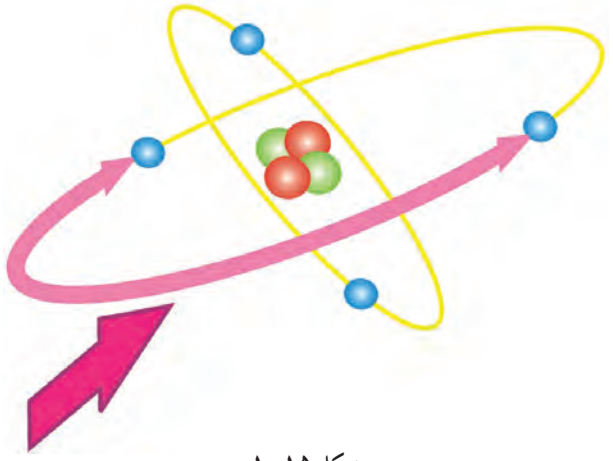
ــ نیمه‌هادی‌ها

۱ــ۵ــ۱ــ 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 می کنند. در شکل شماتیک ۱۴ــ۱ ساختمان اتمی عنصر مس با تعداد الکترون های لایه‌های مختلف آن نشان داده شده است.



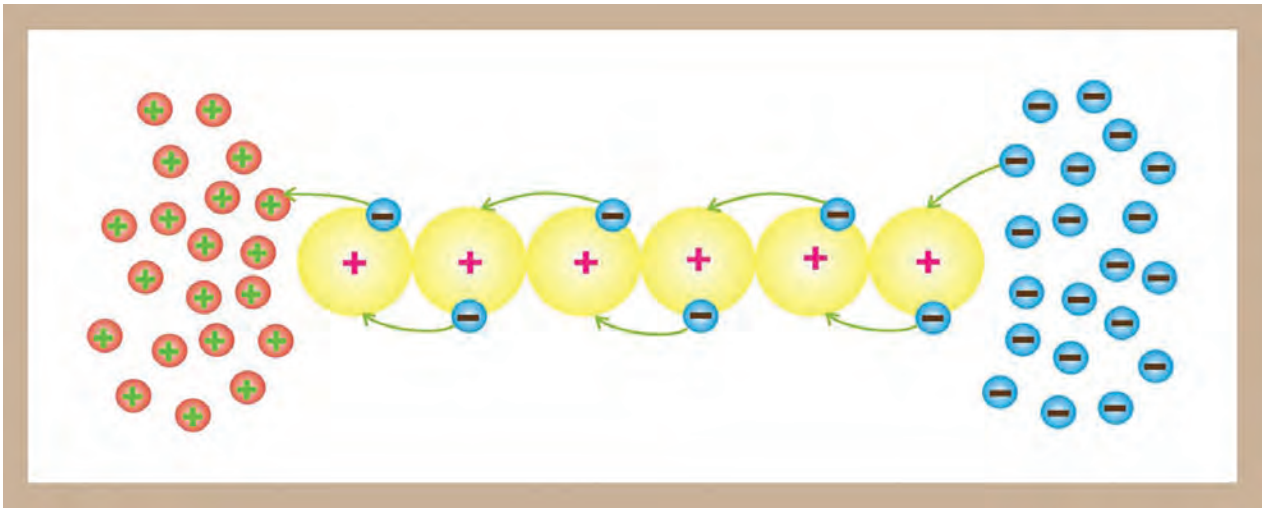
شکل ۱۴ــ۱ــ ساختمان اتمی عنصر مس

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 ۱۵ــ۱ اثر انرژی خارجی به الکترون‌های لایه‌ی آخر اتمی، به صورت شماتیک، نشان داده شده است.



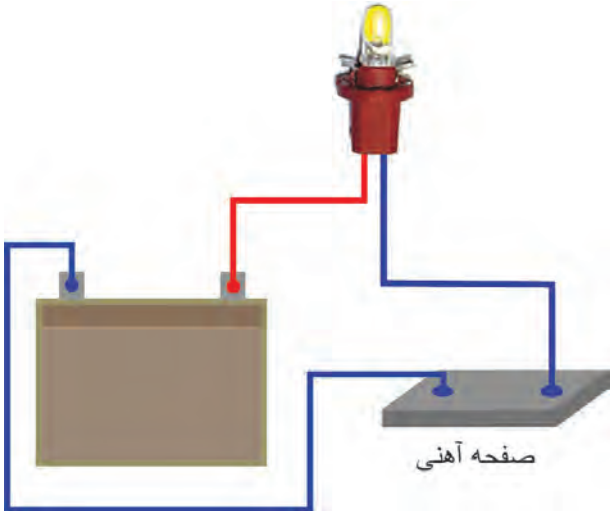
شکل ۱۵ــ۱

مواد هادی جریان الکتریکی را به راحتی از خود عبور می‌دهند. یعنی الکترون‌ها به آسانی از یک اتم به اتم دیگر منتقل می‌شوند. از هادی‌های خوب می‌توان نقره، مس، طلا و آلومینیوم را نام برد. مس به دلیل ارزانی و فراوانی در تهیه و ساخت سیم‌ها و کابل‌های صنعت برق کاربرد بیش‌تری دارد. جریان الکتریکی از اتم به اتم ماده‌ی رسانا (هادی) در شکل شماتیک ۱۶ــ۱ دیده می‌شود.



شکل ۱۶ــ۱ــ انتقال الکترون‌ها از اتم‌های ماده‌ی هادی

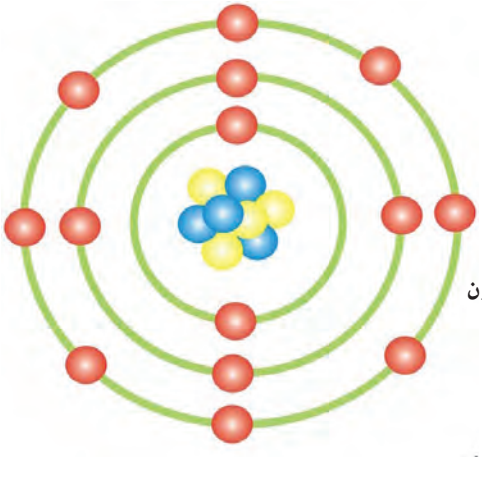
آهن نیز از جمله موادی است که هادی جریان الکتریسیته است و الکترون‌ها از یک اتم به اتم دیگر آهن منتقل می‌شوند. در آزمایش شکل ۱۷ــ۱، اثر هدایت صفحه‌ی آهنی در برقراری جریان الکتریکی مدار لامپ نشان داده شده است. در صنعت خودرو، شاسی و بدنه‌ی خودروها از آلیاژ آهن طراحی و ساخته می‌شود تا از خاصیت هدایت الکتریکی آن در برقراری مدارهای الکتریکی خودرو استفاده شود.



شکل ۱۷ــ۱ــ صفحه آهنی صفحه آهنی

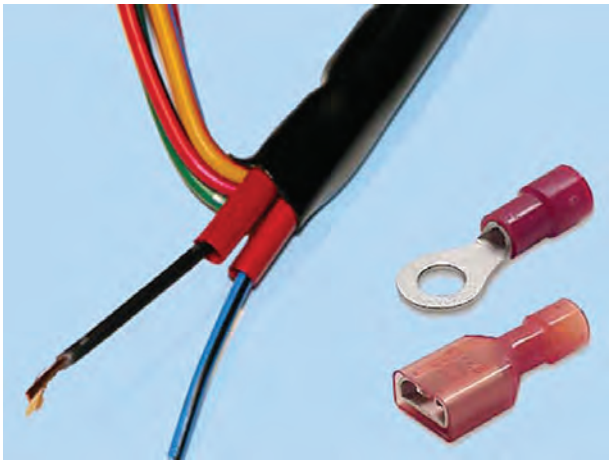
۲ــ۵ــ۱ــعایق‌ها: به موادی که الکترون‌های مدار والانس اتم آن‌ها تمایل به ماندن در مدار خود داشته باشند مواد عایق گویند. در مواد عایق آزادکردن الکترون‌های لایه‌ی آخر اتم‌ها بسیار مشکل است و در نتیجه این مواد نمی‌توانند به راحتی جریان الکتریکی را از خود عبور دهند. لایه‌ی آخر اتم‌های عایق‌ها ۵، ۶، ۷ یا ۸ الکترون دارند. در شکل شماتیک ۱۸ــ۱ آرایش الکترونی یک نوع ماده‌ی عایق نشان داده شده است.

عایق‌هایی که در صنعت مورد استفاده قرارمی‌گیرند اغلب از ترکیب مواد مختلف حاصل می‌شوند موادی مانند میکا، کائوچو و انواع لاستیک‌ها عایق‌های خوبی به‌شمار می‌روند.



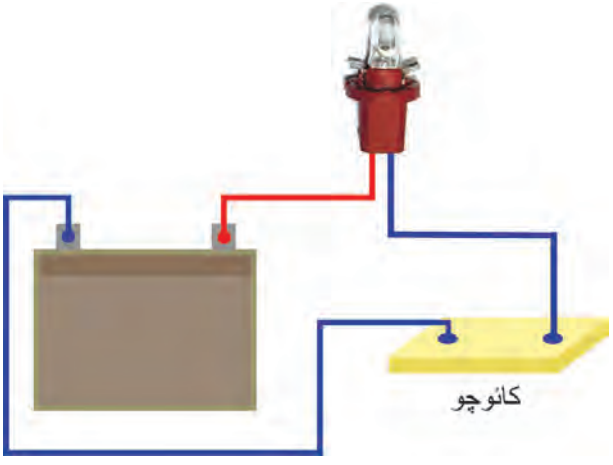
شکل ۱۸ــ۱ــ آرایش الکترونی یک‌نوع عایق

از مواد عایق الکتریسیته برای روکش‌کردن سیم‌ها، کابل‌ها، اتصالات الکتریکی و ... استفاده می شود. در شکل ۱۹ــ۱، کاربرد این نوع مواد برای عایق کاری سیم‌ها و اتصالات الکتریکی مورد استفاده در سیم‌کشی مدارهای الکتریکی خودرو دیده می‌شود.



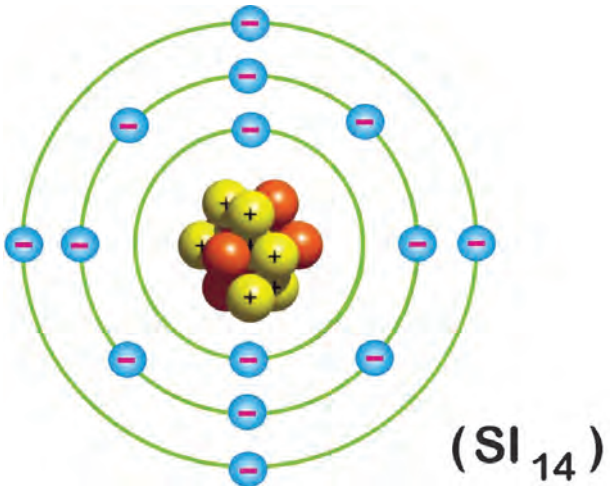
شکل ۱۹ــ۱ــ کاربرد مواد عایق

مقاومت مواد عایق را، در مقابل عبور جریان الکتریکی می‌توان به کمک یک قطعه کائوچو، باتری خودرو، لامپ ۱۲ ولتی آزمایش نمود. لامپ و قطعه‌ی کائوچو را، مطابق شکل ۲۰ــ۱، در مدار الکتریکی باتری قرار دهید و سیم‌های ترمینال منفی باتری و یکی از ترمینال‌های لامپ را به کائوچو متصل کنید. مشاهده خواهید کرد که لامپ به دلیل عایق بودن کائوچو روشن نخواهد شد.



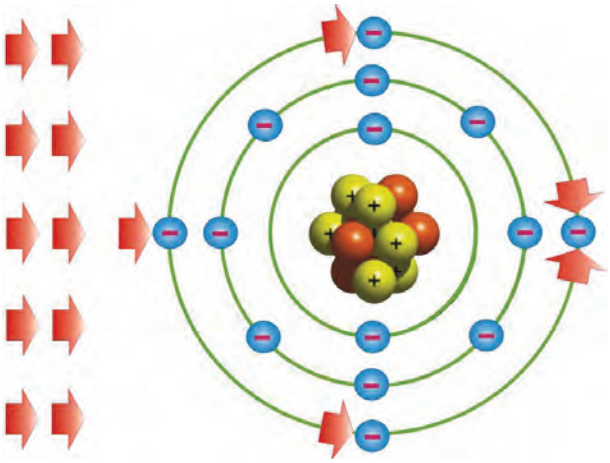
شکل ۲۰ــ۱

۳ــ۵ــ۱ــ نیمه‌هادی‌ها : نیمه‌هادی‌ها موادی هستند که از نظر آزاد کردن الکترون والانس (الکترون لایه‌ی آخر اتم) در حدّ 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 می کنند. تعداد الکترون‌های والانس نیمه هادی‌ها چهار الکترون است. در شکل شماتیک ۲۱ــ۱ آرایش الکترونی یک ماده‌ی نیمه هادی نشان داده شده است.



شکل ۲۱ــ۱ــ آرایش الکترونی یک نوع ماده‌ی نیمه هادی

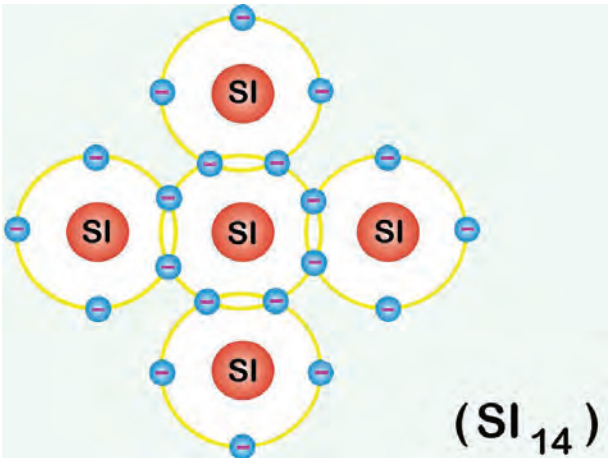
مواد نیمه‌هادی تمایلی به از دست‌دادن یا دریافت‌کردن الکترون ندارند ولی در صورتی که انرژی خارجی به آن‌ها وارد شود می‌توانند الکترون آزاد کنند. انرژی وارد شده به نیمه هادی مابین الکترون‌های والانس (الکترون‌های لایه‌ی آخر اتم) تقسیم می‌شود. در شکل شماتیک ۲۲ــ۱، تقسیم انرژی بین الکترون‌های لایه‌ی آخر اتم یک ماده‌ی نیمه هادی نشان داده شده است.



شکل ۲۲ــ۱

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 والانس 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 والانس ۴ الکترون قرار گرفته است.

نحوه‌ی قرارگرفتن اتم‌های نیمه‌هادی‌ها در کنار یکدیگر به صورت اشتراکی است و از اشتراک الکترون‌های والانس در نیمه‌هادی‌ها شبکه‌ای حاصل می‌شود که آن را شبکه‌ی کریستالی گویند. در شکل ۲۳ــ۱، شبکه‌ی اشتراکی اتم‌های نیمه‌هادی سیلیسیم به صورت شماتیک نشان داده شده است.



شکل ۲۳ــ۱ــ شبکه‌ی کریستالی اتم های سیلیسیم

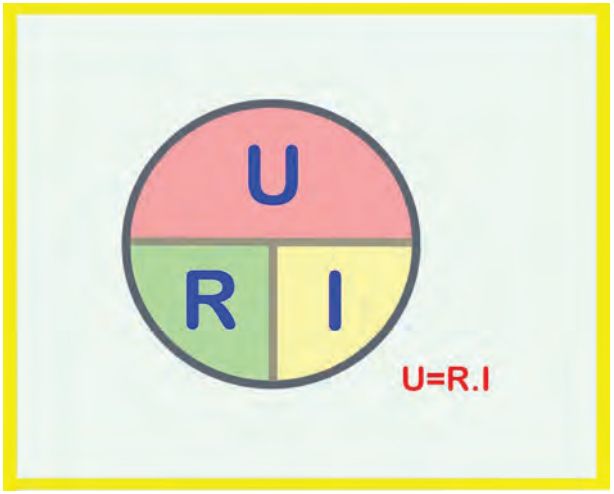
۶ــ۱ــ آشنایی با کمیت‌های الکتریکی

ــ شدت جریان

ــ ولتاژ یا اختلاف سطح الکتریکی

ــ مقاومت الکتریکی

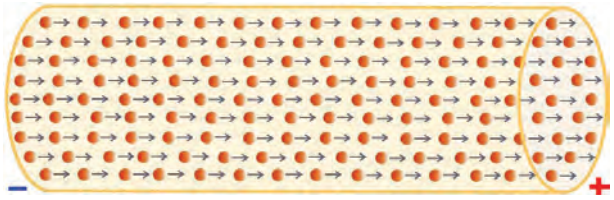
در شکل ۲۴ــ۱ رابطه‌ی ریاضی کمیت‌های الکتریکی نشان داده شده است.



شکل ۲۴ــ۱

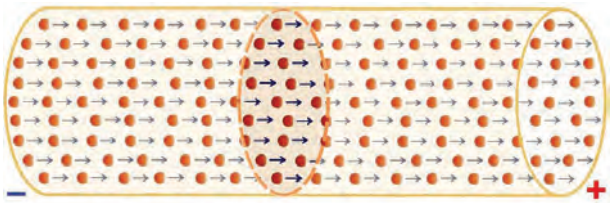
۱ــ ۶ــ۱ــ شدت جریان الکتریکی : در صورتی که با اعمال انرژی به مدار والانس یک اتم الکترون های آن را آزاد کنیم و در یک مسیر حرکت دهیم جریان الکتریکی به‌وجود می‌آید.

انرژی الکترون‌های آزادی که در یک جهت قراردارند با هم جمع می‌شوند و انرژی آزاد بیش‌تری را ایجاد می‌کنند. در شکل شماتیک ۲۵ــ۱، جریان الکتریکی حاصل از الکترون‌های آزاد جاری از سیم مسی دیده می‌شود.



شکل ۲۵ــ۱

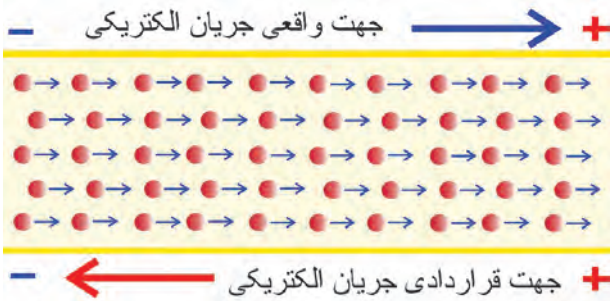
بنا بر تعریف، مقدار الکترون‌های آزادی را که از یک مقطع در فاصله‌ی زمان معینی عبور می‌کند شدت جریان الکتریکی می‌گویند. شدت جریان الکتریکی را با حرف (I) نشان می‌دهند، که بر حسب‌آمپر (A) سنجیده می‌شود (شکل ۲۶ــ۱). یک آمپر شدت جریانی است که در اثر عبور $۶/۲۵ \times ۱۰^{۱۸}$ الکترون در واحد زمان (۱ ثانیه) از سطح مقطع سیم عبور می‌کند.



سطح فرضی سیم یا کابل

شکل ۲۶ــ۱

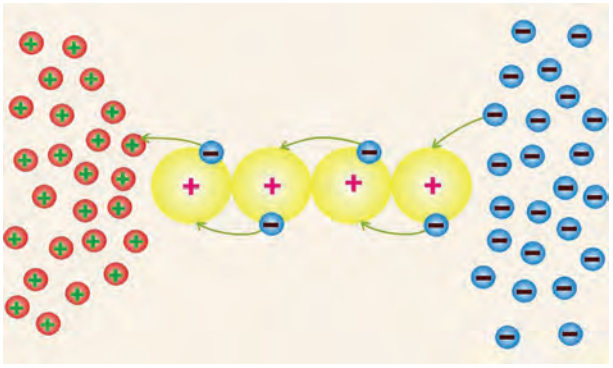
با توجه به این‌که عامل به وجود آمدن جریان الکتریکی الکترون‌ها هستند و این ذرات بار منفی دارند، لذا جهت واقعی جریان الکتریکی از قطب منفی به سمت قطب مثبت است، ولی برحسب قرارداد، جهت جریان الکتریکی در مدارها از قطب مثبت به طرف قطب منفی در نظر گرفته می‌شود. در شکل شماتیک ۲۷ــ۱، جهت جریان الکتریکی نشان داده شده است.



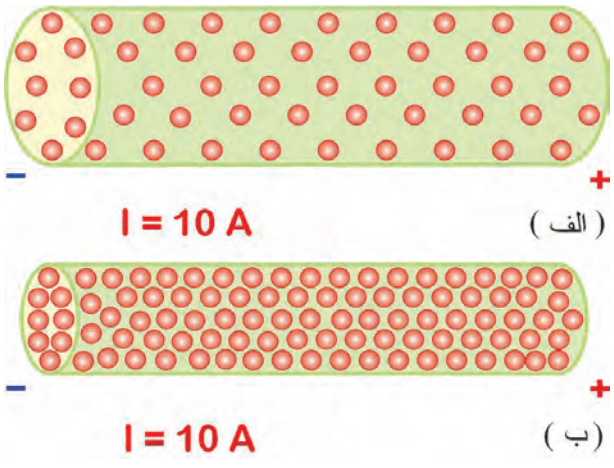
شکل ۲۷ــ۱ــ جهت حرکت واقعی و قراردادی جریان الکتریکی

حرکت الکترون‌های آزاد در درون ماده‌ی هادی (برای مثال سیم مسی) به صورت «ضربه‌ای» صورت می‌گیرد. یعنی در مدارهای والانس، 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 ۲۸ــ۱، 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 ۲۹ــ۱، تراکم الکترون‌ها در دو سیم مسی با سطح مقطع متفاوت نشان داده شده است.

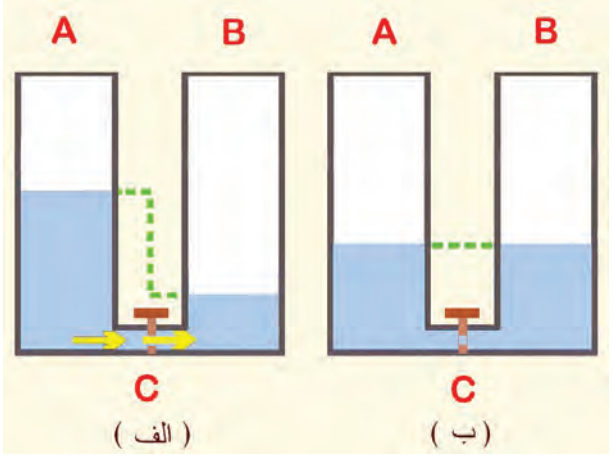


شکل ۲۸ــ۱



شکل ۲۹ــ۱

۲ــ۶ــ۱ــ 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 برقرارکردن ارتباط دو مخزن، بر اثر فشار وارد بر سطح مایع مخزن A و به دلیل اختلاف سطح مایع در دو مخزن (شکل الف ــ ۳۰ــ۱) 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 ــ ۳۰ــ۱) همان‌طور که برای به حرکت درآوردن مایع درون مخزن به اعمال فشار نیازاست 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 ۳۰ــ۱

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 به‌وجود آورنده‌ی نیروی محرکه‌ی الکتریکی می‌گویند (E.M.F)[1]. در خودروها باتری به عنوان منبع الکتریکی به شمار می‌رود (شکل ۳۱ــ۱).

شکل ۳۱ــ۱ــ باتری خودرو

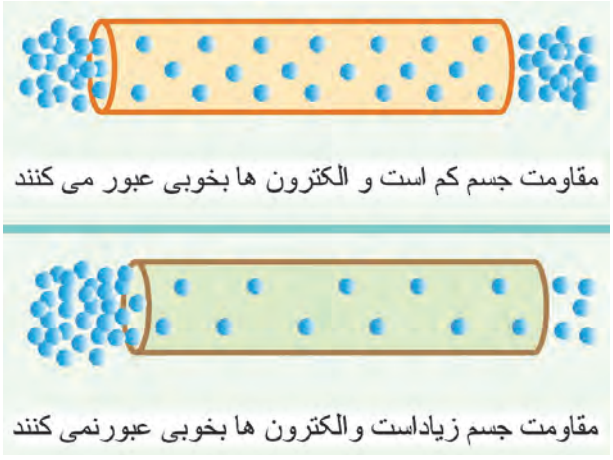
جدول ۱ــ۱

اضعاف		اجزاء		واحد اصلی	
MV	KV	mV	μV	V	علامت
مگا ولت	کیلوولت	میلی‌ولت	میکروولت	ولت	نام واحد فرعی
۱×۱۰^{۶}	۱×۱۰^{۳}	۱×۱۰^{-۳}	۱×۱۰^{-۶}	۱	ضریب

* 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 ۱ــ۱ اجزاء و اضعاف ولت نشان داده شده است.

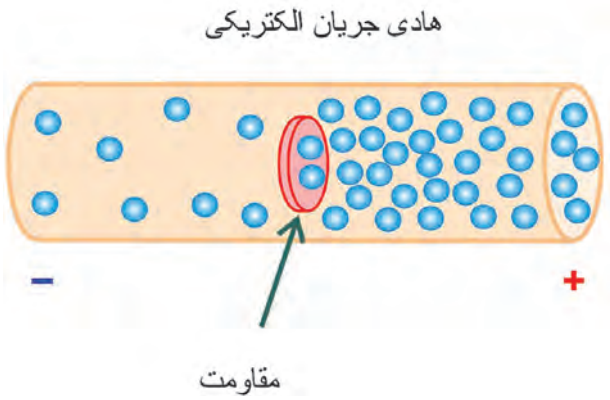
۳ــ۶ــ۱ــ مقاومت الکتریکی : با توجه به این‌که تعداد الکترون‌های لایه‌ی والانس (لایه‌ی آخر) مواد مختلف نسبت به هم متفاوت‌اند میزان هدایت آن‌ها نیز با یک‌دیگر متفاوت است و نمی‌توانند جریان الکتریکی را به یک اندازه از خود عبور دهند. بنابراین، هر جسمی که قابلیت هدایت الکتریکی آن زیاد باشد مقاومت الکتریکی کم‌تری دارد. و هر جسمی که قابلیت هدایت الکتریکی آن کم باشد مقاومت الکتریکی زیادتری دارد. در شکل شماتیک ۳۲ــ۱، میزان هدایت دو جسم مختلف نشان داده شده است.



شکل ۳۲ــ۱

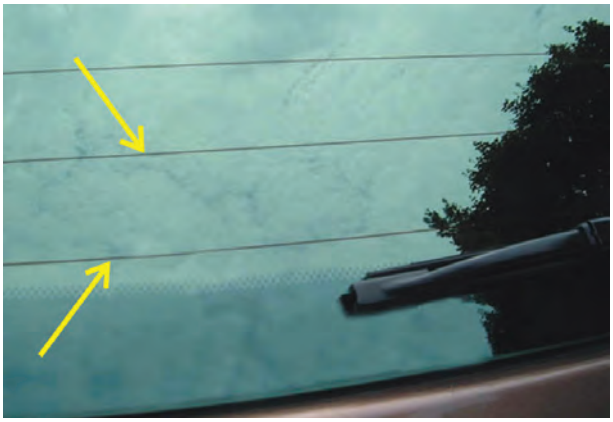
1 ــ E.M.F= Electro Motive Force

به‌طور کلّی خاصیت مخالفت در برابر عبور جریان الکتریکی مقاومت نامیده می‌شود و آن را با حرف (R) نمایش می‌دهند. واحد سنجش مقاومت الکتریکی اهم است که با علامت (°) نشان داده می‌شود. یک اهم مقاومتی است که تحت اختلاف پتانسیل یک ولت، جریانی معادل یک آمپر را از خود عبور می‌دهد. در شکل شماتیک ۳۳ــ۱، مقاومت در مقابل جریان الکتریکی نشان داده شده است.



شکل ۳۳ــ۱

مقاومت الکتریکی بعضی مواقع به صورت ناخواسته و مزاحم، در مدارهای الکتریکی (مانند مقاومت الکتریکی سیم‌های رابط بین اجزای مدار الکتریکی) وجود دارد که این نوع مقاومت باعث ایجاد تلفات الکتریکی می‌شود (افت ولتاژ در مدار). در مواردی نیز مقاومت می‌تواند جزئی از مدار الکتریکی باشد که به صورت یک مصرف‌کننده در مدار قرار گیرد. در این حالت، نه تنها مزاحم نیست، بلکه علاوه بر کنترل جریان الکتریکی باعث تولید حرارت نیز می‌شود. برای مثال، می‌توان از مقاومت الکتریکی به‌کار رفته در گرمکن شیشه عقب یا آیینه‌های جانبی خودرو نام برد. در شکل ۳۴ــ۱، المنت‌های حرارتی نصب شده در روی شیشه‌ی عقب خودرویی با فلش نشان داده شده است.


شکل ۳۴ــ۱

۷ــ۱ــ 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 ۳۵ــ۱) :

ــ سیم الف به طول (L) و سطح مقطع (A).

ــ سیم ب به طول (L) و سطح مقطع ($\frac{A}{۲}$).

ــ سیم ج به طول ($\frac{L}{۲}$) و سطح مقطع (A).

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

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

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

ــ مقدار مقاومت سیم (ج) نیز که طول آن نصف طول سیم (الف) است برابر با $\frac{R}{۲}$ اندازه‌گیری می‌شود.

با مقایسه و بررسی نتایج اندازه‌گیری به‌دست 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 ($mm^۲$)

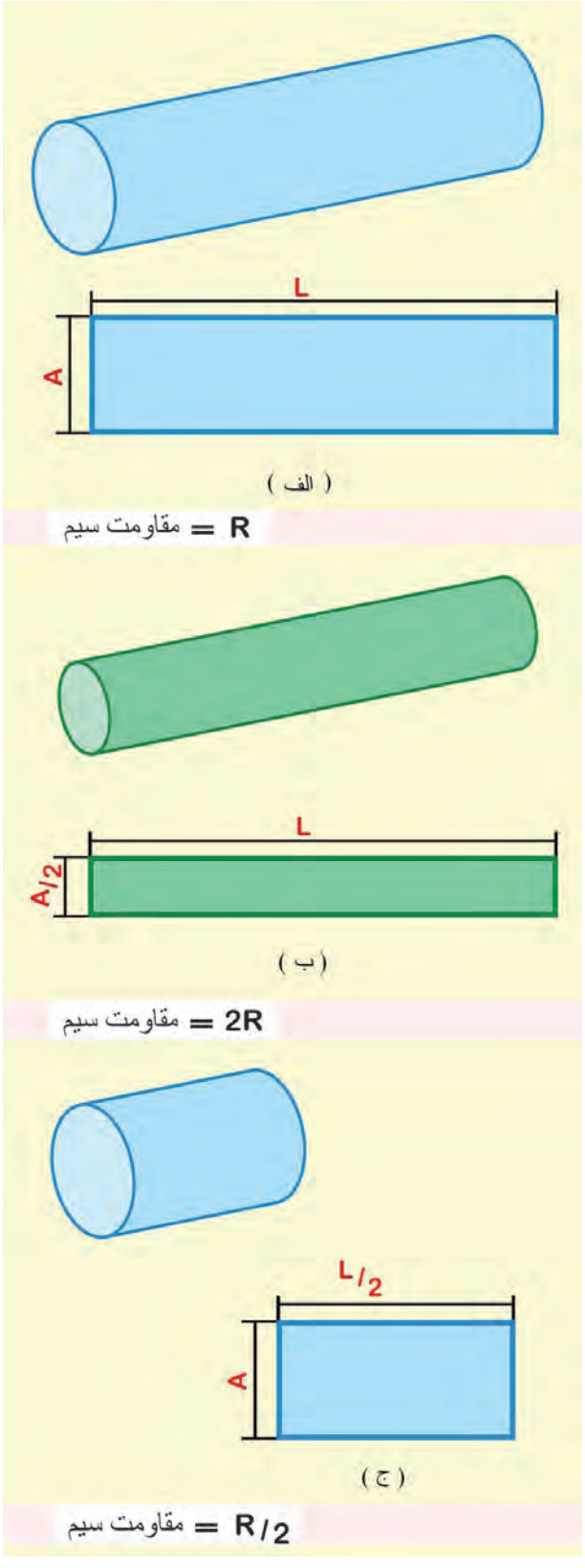
مقاومت مخصوص جنس سیم یا کابل برحسب اهم میلی‌متر مربع بر متر ($\frac{. \ mm^۲}{m}$)

سطح مقطع سیم یا کابل برابر است با :

$A = n.A_۱$

$A_۱$ سطح مقطع یک رشته از سیم

n تعداد رشته‌های سیم



شکل ۳۵ــ۱