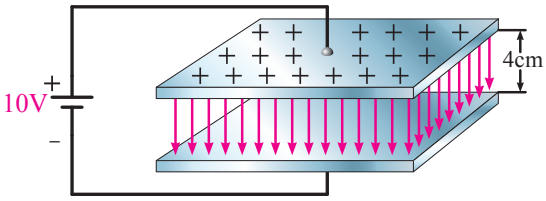
مثال: شدت میدان الکتریکی بین دو صفحه موازی که با فاصله ۴ سانتی متر از یکدیگر قرار گرفته اند و مشابه شکل (۱۹-۲) به ولتاژ ۱۰ ولت متصل شده چقدر است؟

$$E = \frac{V}{d} = \frac{۱۰}{۴\times۱۰^{-۲}} = \frac{۱۰^{۳}}{۴} = ۲۵۰\left[\frac{v}{m}\right]$$



شکل ۱۹ـ۲

مثال: فاصلـه بین دو صفحه موازی که به ولتاژ ۲۰ ولت وصل شـده اند چند متر باشد تا شدت میدان الکتریکی بین دو صفحه ۴۰ ولت بر متر باشد.

$$E = \frac{v}{d} \Rightarrow d = \frac{v}{E}$$

$$d = \frac{۲۰}{۴۰} = \frac{۱}{۲} = ۰/۵[m]$$

آزمون پایانی (۲)

۱ـ لایه والانس هر اتم با چند الکترون تکمیل می شود؟

الف ـ ۲ ب ـ ۸ ج ـ ۱۸ د ـ ۳۲

۲ـ جسمی که در آن الکترون‌های والانس به آسانی از یک اتم به اتم دیگر منتقل شوند..... نامیده می شود.

الف ـ عایق ب ـ نیمه هادی ج ـ ظرفیتی د ـ هادی

۳ـ سهم انرژی الکترون های والانس در هادی ها نسبت به عایق ها چگونه است؟

الف ـ زیاد ب ـ کم ج ـ متوسط د ـ نمی توان تعیین کرد.

۴ـ علت استفاده از مس در صنعت برق چیست؟

الف ـ در طبیعت فراوان است. ب ـ الکترون والانس را راحت آزاد می کند.

ج ـ مقرون به صرفه است. د ـ همه موارد

۵ـ کدام گزینه در مورد تعداد الکترون های مدار والانس عایق ها صحیح است؟

الف ـ ۴ > تعداد الکترون ها ب ـ ۴ < تعداد الکترون ها

ج ـ ۳ > تعداد الکترون ها د ـ ۸ < تعداد الکترون ها

٦ـ الکترون های والانس در عایق ها ..... از مدار خود جدا می شوند.

الف ـ به آسانی ب ـ به سختی ج ـ بدون انرژی د ـ با کمی انرژی

۷ـ اصطلاح «دی الکتریک» برای کدام گروه از موارد به کار می رود؟

الف ـ هادی ها ب ـ عایق ها ج ـ نیمه هادی ها د ـ فلزات

۸ـ «میکا» از نظر هدایت الکتریکی در ردیف کدام یک از گروه ها قرار دارد؟

الف ـ عایق ها ب ـ هادی ها ج ـ نیمه هادی ها د ـ کریستال ها

۹ـ تعداد الکترون های والانس نیمه هادی ها چند الکترون است؟

الف ـ ۲ ب ـ ۳ ج ـ ۴ د ـ ۸

۱۰ـ نحوه اتصال اتم ها در نیمه هادی ها ..... است.

الف ـ به شکل دایره ب ـ به صورت شبکه کریستالی

ج ـ به شکل بیضی د ـ به صورت خطوط نیم دایره

۱۱ـ کدام گزینه در مورد نیمه هادی ها صدق می کند؟

الف ـ با ناخالص کردن نیمه هادی ها میزان تمایل آن ها به آزاد کردن الکترون کاهش می یابد.

ب ـ آزاد کردن الکترون به تعداد مدارهای اتم مورد نظر بستگی دارد.

ج ـ نیمه هادی ها در شرایط عادی تمایلی به گرفتن یا دادن الکترون ندارند.

د ـ آزادسازی الکترون به مقدار انرژی داده شده به لایه والانس بستگی ندارد.

۱۲ـ عدد اتمی عناصر را با حروف اختصاری ..... نشان می دهند.

الف ـ P　　ب ـ N　　ج ـ e　　د ـ Z

۱۳ـ عدد اتمی عنصری برابر با ۳۰ است. تعداد مدارهای این عنصر چند مدار می باشد؟

الف ـ ۴　　ب ـ ۵　　ج ـ ۶　　د ـ ۷

۱۴ـ عنصری با عدد اتمی ۶۱ از نظر هدایت الکتریکی در کدام گروه قرار دارد؟

الف ـ عایق ها　　ب ـ هادی ها　　ج ـ نیمه هادی ها　　د ـ نمک ها

۱۵ـ اگر عدد اتمی عنصری برابر با ۳۴ باشد، لایه والانس آن دارای چند الکترون است؟

الف ـ ۳　　ب ـ ۴　　ج ـ ۵　　د ـ ۶

۱۶ـ تعداد الکترون های مدار آخر عنصری ۵ است. این عنصر از نظر هدایت الکتریکی به کدام گروه تعلق دارد؟

الف ـ هادی ها　　ب ـ نیمه هادی ها　　ج ـ عایق ها　　د ـ کریستال ها

۱۷ـ کدام یک از عناصر زیر دارای ۴ الکترون والانس است؟

الف ـ شیشه　　ب ـ مس　　ج ـ ژرمانیم　　د ـ نقره

۱۸ـ نحوه قرار گرفتن اتم های نیمه هادی‌ها در کنار هم به صورت ..... است.

۱۹ـ در اجسام رسانا الکترون های لایه والانس اتم ها به راحتی آزاد می شوند.　　صحیح ❐　　غلط ❐

۲۰ـ در شرایط عادی نیمه هادی ها تمایلی به دریافت یا از دست دادن الکترون ندارند.　　صحیح ❐　　غلط ❐

۲۱ـ دو ذره بار الکتریکی $۶۰\mu c$ و $۸۰\mu c$ در فاصله $۴۰cm$ از هم قرار گرفته اند. اندازه نیرویی که این دو ذره بر هم وارد می کنند چند نیوتن است؟ $\left(k = ۹\times ۱۰^{۹}\right)$

۲۲ـ اگر بار الکتریکی $۲\mu c$ در نقطه ای از یک میدان الکتریکی به شدت $\left(۲\times ۱۰^{۵}\ \frac{N}{C}\right)$ قرار گیرد چه نیرویی به این بار وارد می شود؟

۲۳ـ بار الکتریکی $۲\mu c$ در یک میدان الکتریکی تحت اثر نیروی ۰/۰۸ نیوتن قرار می گیرد. اندازه شدت این میدان چند نیوتن بر کولن است؟

۲۴ـ دو بار الکتریکی $q_۱$ و $q_۲$ که در فاصله d از یکدیگر قرار گرفته اند نیرویی برابر F بر هم وارد می کنند. اگر هر یک از بارها را نصف کنیم، فاصله بین دو بار چه تغییری باید کند تا نیروی بین دو بار همان F باشد؟

۲۵ـ هرگاه شدت میدان الکتریکی بین دو صفحه که در فاصله ۲۰ سانتی متر از یکدیگر قرار گرفته اند برابر ۵۰ ولت بر متر باشد، ولتاژ اعمال شده به این صفحات چند ولت است؟

خودآزمایی عملی

۱ـ مداری را مطابق شـکل ۱۲ـ۲ در نظر بگیرید و در صورت امکان عملاً ببندید. در مراحل مختلف بین دو نقطه A و B قطعات زیر را قرار دهید و وضعیت روشنایی لامپ را مشاهده و ثبت کنید.

الف ـ گیره کاغذ (مشابه شکل ۱۲ـ۲)

ب ـ مداد پاک کن

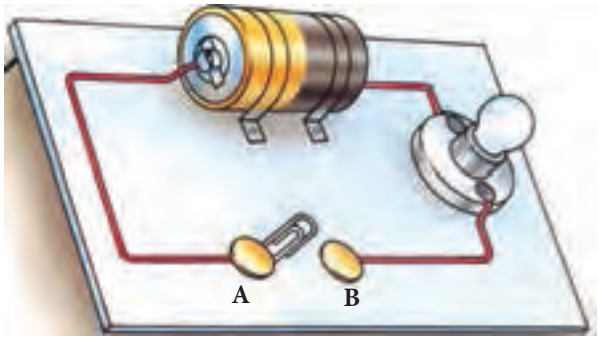
ج ـ بدنه پلاستیکی خودکار

د ـ یک قطعه سیم مسی

هـ ـ یک قطعه میله برنجی

و ـ یک تکه چوب

ز ـ یک قطعه لاستیک



شکل ۱۲-۲- مدار ساده الکتریکی

۲ـ از مجموعه مشاهدات خود چه نتیجه‌ای می گیرید؟

توجه

مطالب مربوط به سؤالاتی را که نتوانسته‌اید پاسخ دهید مجدداً مطالعه و آزمون را تکرارکنید.

واحد کار مبانی الکتریسیته

فصل سوم: آشنایی با قطعات و کمیت های الکتریکی

هدف کلی

آشنایی با مقاومت‌ها و کمیت های الکتریکی

هدف های رفتاری: در پایان این فصل انتظار می رود که فراگیر بتواند:

۱ـ کمیت های الکتریکی ولتاژ، جریان و مقاومت را با ذکر روابط و واحد توضیح دهد.

۲ـ انواع مقاومت های الکتریکی را نام برده و طرز کار هر یک را توضیح دهد.

۳ـ مقدار مقاومت های اهمی چهار رنگ، پنج رنگ را با کمک کدهای رنگ تعیین کند.

ساعت		
نظری	عملی	جمع
۶	-	۶

۱ـ با زدن کلید اصلی برق نیروگاه، چه مدت زمانی طول می کشد تا جریان برق به مصرف کننده برسد؟

الف ـ یک دقیقه
ب ـ کمتر از چند صدم ثانیه
ج ـ به طول مسیر بستگی دارد.
د ـ رابطه ای بین این دو نیست.

۲ـ آیا جریان برق قابل رؤیت است؟

الف ـ بله
ب ـ خیر
ج ـ به نوع سیم بستگی دارد.
د ـ به نوع جریان بستگی دارد.

۳ـ منظور از پتانسیل الکتریکی چیست؟

الف ـ مقدار جریان عبوری از مدار
ب ـ سرعت انتقال جریان
ج ـ مقدار بار الکتریکی که کار را انجام دهد.
د ـ کاری که بر روی ذره باردار انجام می شود.

۴ـ رشته حرارتی یک سماور برقی برای ایجاد گرما چه خاصیتی را از خود نشان می دهد؟

الف ـ مقاومتی
ب ـ لوله مارپیچ
ج ـ سیم پیچی
د ـ عایقی

۵ـ ولوم یک رادیو چیست؟

الف ـ مقاومت متغیر
ب ـ کلید گردان
ج ـ کلید مرحله ای
د ـ شیرگردان

۶ـ عامل کنترل کننده خودکار روشن و خاموش کردن چراغ های خیابان ها و معابر عمومی چیست؟

الف ـ مدارهای صنعتی
ب ـ مقاومت تابع نور
ج ـ کلیدهای قطع و وصل
د ـ دیود نور دهنده

۷ـ چرا در صورت وصل کردن بعضی از مصرف کننده ها به پریز برق و راه اندازی آن ها سیم های برق گرم می شود؟

الف ـ دمای محیط زیادتر از حد استاندارد است.
ب ـ طول سیم کمتر از حد استاندارد است.
ج ـ ولتاژ اعمال شده کمتر از حد نیاز است.
د ـ جریان عبوری از سیم موردنظر زیاد است.

۸ـ کدام یک از مواد زیر هادی خوبی نیست؟

الف ـ مس
ب ـ نقره
ج ـ طلا
د ـ میکا

۹ـ برای افزایش میزان هدایت نیمه هادی ها باید آن ها را ..... کرد.

الف ـ خالص
ب ـ ناخالص
ج ـ از هسته جدا
د ـ مشترک

۱۰ـ انرژی داده شده به ..... یک ماده دی الکتریک بین الکترون های ..... آن تقسیم می شود.

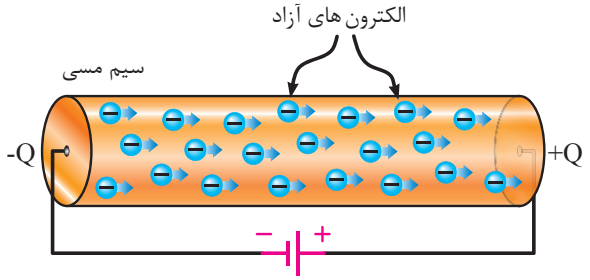
الف ـ اتم ـ مدار والانس
ب ـ الکترون های ـ مدار والانس
ج ـ الکترون های ـ مدار M
د ـ اتم ـ مدار M

۳ـ کمیت‌های الکتریکی

۱ـ۳ـ شدت جریان[1]

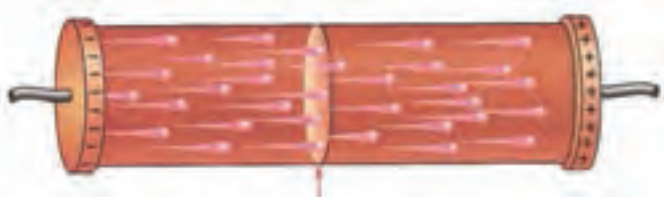
چنانچه بخواهیم از انرژی الکتریکی برای انجام کاری استفاده کنیم می بایست الکتریسیته تولید شده را به حرکت درآوریم و در مدار جاری کنیم. به عبارت دیگر اگر بتوانیم با دادن انرژی به مدار والانس یک اتم، الکترون های آن را آزاد کنیم و در یک مسیر حرکت دهیم «جریان الکتریکی» به وجود می آید.

انرژی الکترون های آزادی که در یک جهت هستند با هم جمع می شوند و انرژی آزاد شده بیشتری را برای انجام کار در اختیار ما قرار می دهند. تعداد الکترون هایی که انرژی هم جهت دارند میزان شدت جریان الکتریکی را تعیین می کنند. (شکل ۱ـ۳)



شکل ۱ـ۳ـ میزان جریان الکتریکی از مجموع انرژی الکترون هایی که انرژی آن ها در یک جهت است، به وجود می آید.

شدت جریان الکتریکی را با حرف (I) نشان می دهند. بنا به تعریف مقدار بار الکتریکی (الکترون های آزاد) که از یک نقطه سیم در طی مدت زمانی معین عبور می کند «شدت جریان الکتریکی» می نامند. (شکل ۲ـ۳)

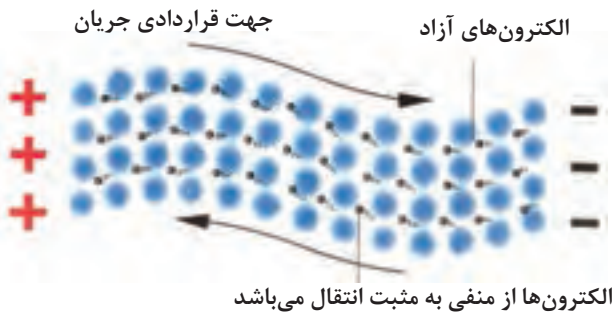


شکل ۲ـ۳ـ عبور بار الکتریکی از یک نقطه سیم در طی زمان معین را جریان الکتریکی می نامند.

اگر بار الکتریکی را با q (بر حسب کولن C)، زمان را با t (بر حسب ثانیه S) نشان دهیم شدت جریان I (بر حسب آمپر A) از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$I=\frac{q}{t} \Rightarrow \text{آمپر } (A)=\frac{(c)\ \text{کولن}}{(s)\ \text{ثانیه}}$$

چون عامل به وجود آمدن جریان الکتریکی، حرکت الکترون هاست و این ذرات دارای بار منفی هستند، لذا جهت حرکت واقعی الکترون ها از قطب منفی به سمت قطب مثبت است ولی براساس قرارداد، جهت جریان الکتریکی را در مدارها از قطب مثبت به سمت قطع منفی در نظر می گیرند.



شکل ۳ـ۳ـ جهت حرکت اصلی و قراردادی جریان الکتریکی

1- Electric current

شـــکل ۳ـ۳ این مطلب را نشـــان می دهد. بنا به تعریف، مثبت بـــودن بارها را با عنوان زیاد بودن و منفی بودن بار را بـــا عنوان کم بودن بار در نظر می گیرند. در رابطه (I) اگر به جای پارامترهای (t,q) مقدار واحد را قرار دهیم تعریف یک آمپر به دست می آید.

$$۱(A)=\frac{۱(c)}{۱(s)}$$

یعنـــی هرگاه بـــار الکتریکی معادل یـــک کولن در مدت زمـــان یک ثانیـــه از یک نقطه معین مانند شـــکل ۴ـ۳ عبور کند شدت جریانی برابر یک آمپر در سیم جاری شده است. یک کولن بار الکتریکی موجود در یک جسم برابر است با:

$$۱\text{ کولن} = ۶/۲۸\times ۱۰^{۱۸}\text{ الکترون}$$

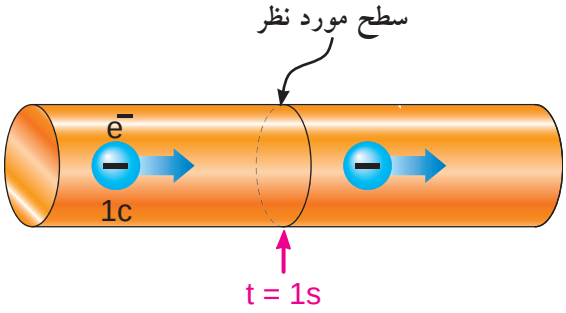
مثـــال: اگر باری برابـــر با ۶ کولن در طی مدت ۳ ثانیه از ســـیمی مطابق شـــکل ۵ـ۳ عبور کند، چند آمپر جریان در مدار جاری شده است؟

حل:

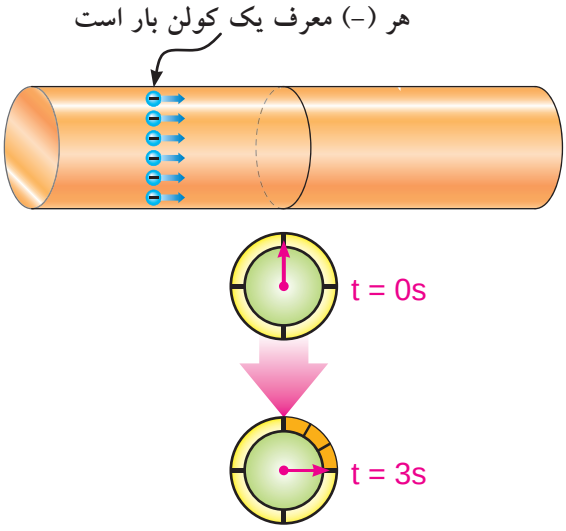
$$I=\frac{q}{t}=\frac{۶}{۳}=۲[A]$$

حرکـــت الکترون هـــای آزاد در درون ســـیم بـــه صورت «ضربـــه ای»[1] صورت می گیرد. یعنـــی در مدارهای والانس، الکترون هـــا با یکدیگـــر برخورد می کننـــد و از اتمی به اتم دیگر منتقل می شوند. سرعت این ضربه ها در حدود سرعت سیر نور (۳۰۰۰۰۰ کیلومتر در ثانیه) است. (شکل ۶ ـ۳)

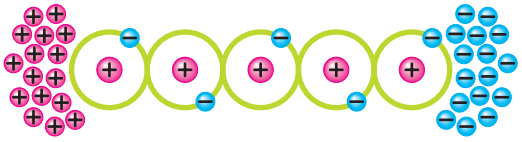
چـــون اتم هـــا خیلی به هـــم نزدیک هســـتند به محض وارد شـــدن الکترون آزاد جدید آن الکترون انرژی خود را به الکترون دیگر می دهد و آن را دفع می کند و به سمت دیگر می راند. (شکل ۷ـ۳)



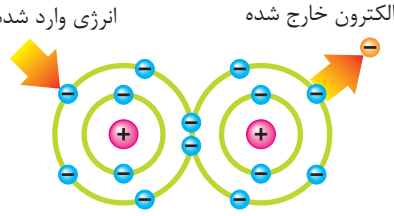
شکل ۴ـ۳ـ حرکت الکترون از سطح موردنظر در یک ثانیه



شکل ۵ـ۳ـ تعداد الکترون هایی که از سطحی مشخص در طی سه ثانیه می گذرند.



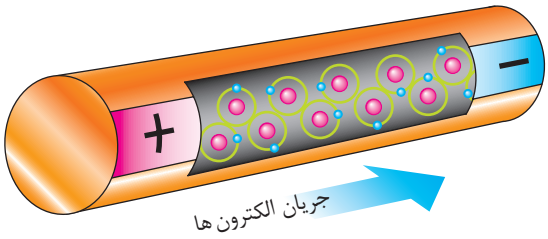
شکل ۶ـ۳ـ حرکت الکترون ها از سمت پتانسیل مثبت به سمت پتانسیل منفی است



شکل ۷ـ۳ـ جابه جایی الکترون در اثر انرژی

1 - Impulse

ضربه های انـرژی که از یک الکترون بـه الکترون دیگر برخورد می کند و باعث جابه جایی آن می شود را در اصطلاح جریان الکتریکی می نامند. در شـکل ۸ ـ۳ ضربه های انرژی وارد شده به الکترون ها را مشاهده می کنید.



شکل ۸ـ۳ـ نمایشی از ضربه های انرژی به الکترون ها

در مدارهـای الکتریکـی بـرای اندازه گیـری جریان از وسـیله ای به نام آمپرمتر که علامت اختصاری آن —Ⓐ— است، استفاده می شود. شکل ۹ـ۳ تصویر یک نمونه آمپرمتر را نشان می دهد.

شکل ۹ـ۳ـ شکل ظاهری یک نمونه آمپرمتر

یکی از مشخصه هایی که در بحث جریان مطرح می شود «تراکم» یا «چگالی» جریان است.

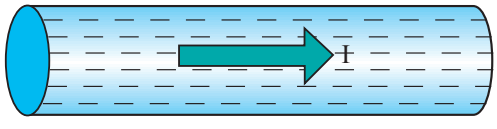
طبـق تعریف، مقـدار معینـی جریان الکتریکـی که از واحد سـطح مقطع سیم می تواند عبور کند را تراکم جریان می گویند.

تراکم جریان از رابطه: $j = \frac{I}{A}$

و بر حسـب ($\frac{A}{mm^2}$ آمپر بر میلی متر مربع) محاسـبه می شود. (شکل ۱۰ـ۳)

I = جریان عبوری از سیم

A = سطح مقطع سیم بر حسب میلی متر مربع

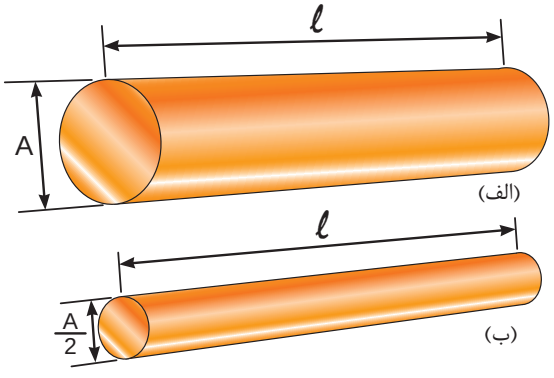


الف- تراکم جریان زیاد

ب- تراکم جریان کم

شکل ۱۰ـ۳ـ شدت جریان عبوری در هر دو سیم با هم مساوی است ولی سطح مقطع سیم (ب) بزرگ تر از سیم (الف) است.

از چگالـی جریان در تعیین ماکزیمم جریان قابل تحمل در سیم ها اسـتفاده می شـود. به عنوان مثال اگر بخواهیم جریانی معادل ۵ آمپر را از دو سـیم طبق شکل ۱۱ـ۳ عبور دهیم، مشـاهده می شود که تراکم و فشردگی الکترون های جاری در سـیم شکل (ب) از سـیم (الف) بیشتر است. زیرا سطح مقطع سیم (ب) از سیم (الف) کوچک تر است.



شکل ۱۱ـ۳ـ تصویر دو سیم با سطح مقطع های مختلف

۲ـ۳ـ اختلاف سطح الکتریکی و چگونگی ایجاد آن به وسیله انرژی های مختلف

همان طـوری که می دانیـد برای انجـام کار باید انرژی الکتریکـی در حـال حرکت باشـد. نیرویی را کـه باعث به وجـود آمدن جریـان الکتریکی در مدار می شـود «نیروی محرکـه الکتریکی یا EMF [1]» می نامنـد. بنا به تعریف هر بـار الکتریکـی که بتواند بـار الکتریکی دیگـری را با عمل جذب یا دفع به حرکت درآورد کاری انجام می شـود. لذا به نیروی محرکه ای که بتواند بار الکتریکی را به حرکت درآورد «پتانسیل الکتریکی» می گویند. (شکل ۱۲ـ۳)

«پتانسـیل» یا «ولتاژ» به اختصار، توانایی انجام کار نیز نامیده می شود.

وقتی دو بار غیرهم نام مورد بررسـی قرار می گیرند، در حقیقت اختلاف پتانسـیل بین آن دو، مورد توجه اسـت. به همین دلیل در مدارهای الکتریکی اغلب ولتاژ را تحت عنوان اختلاف پتانسـیل بیان می کنند. زیرا میزان کاری که روی دو ذره باردار انجام می شـود به پتانسیل اولیه آن ها بستگی دارد. (شکل ۱۳ـ۳)

پتانسیل الکتریکی از رابطه زیر محاسبه می شود:

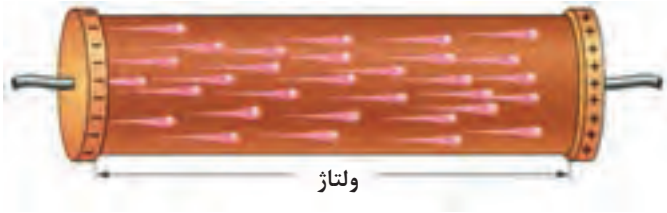
$$V = \frac{W}{q} = \frac{\text{(کار انجام شده)}}{\text{(بار الکتریکی)}} \quad \text{(ولتاژ)}$$

هـرگاه کار بـر حسـب ژول و مقـدار بـار الکتریکی بر حسـب کولن باشد پتانسیل الکتریکی بر حسب ولت بدست می آید.

تعریف واحد ولت:

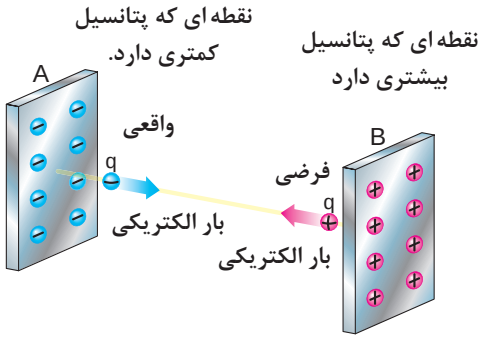
$$1(V) = \frac{1(j)}{1(C)}$$

الف ـ الکترون های آزاد در حال حرکت نامنظم



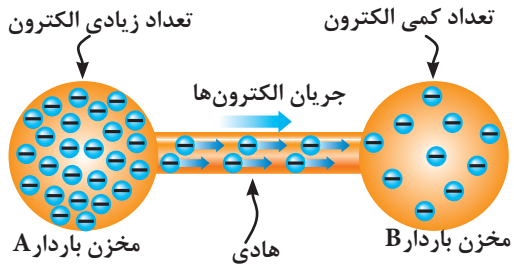
ب ـ الکترون های آزاد تحت تأثیر ولتاژ

شکل ۱۲ـ۳



شکل ۱۳ـ۳ـ ذره باردار q که دارای بار منفی کمتر است جذب نقطه ای که دارای بار مثبت زیادتر است، می شود.

1 - EMF-Electro Motive Force



شکل ۱۴ـ۳ـ چگونگی حرکت الکترون ها از مخزن بار بیشتر به مخزن کمتر.

به همین ترتیب برای اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و B در شکل ۱۴ـ۳ می توانیم، بنویسیم:

$V = V_A - V_B = V_{AB}$ اختلاف پتانسیل [1]

$$\Rightarrow \boxed{V_{AB} = \frac{W_{AB}}{q}}$$

$W = W_A - W_B = W_{AB}$ کار انجام شده [2]

ولتاژهایی کـه در کارهای روزمره با آن سـروکار داریم عبارتند از:

۱/۵ ولت ـ ولتاژ پیل های خشک (قلمی)

۹ ولت ـ ولتاژ پیل های کتابی

۱۲ ولت ـ ولتاژ باتری های ماشین

۲۲۰ ولت ـ ولتاژ منازل مسکونی

۳۸۰ ولت ـ ولتاژ مراکز صنعتی

در رسـم مدارها، پیل هـا (باتری ها) را با علامت: ⊣⊢ نشـان می دهیم. در شکل ۱۵ـ۳ تصویر چند نوع پیل نشان داده شده است.

شکل ۱۵ـ۳ـ چند نمونه پیل

بـرای اندازه گیری ولتاژ از وسـیله ای به نام ولت متر که علامـت اختصاری آن به صورت —Ⓥ— اسـت اسـتفاده می شود. (شکل ۱۶ـ۳)

نیـروی محرکه الکتریکی (ولتاژ) را می توان با اسـتفاده از انرژی هـای مختلف تولید کرد که در این جا به اختصار با چگونگی تولید انرژی الکتریکی از روش های مختلف آشـنا می شویم.

شکل ۱۶ـ۳ـ دو نمونه ولت متر

---

1 - $V_{AB} - B, A$ اختلاف پتانسیل بین دو نقطه (مخزن)

2 - $W_{AB} - B, A$ اختلاف کار انجام شده روی ذره باردار(q) بین دو نقطه (مخزن)

۳ـ۳–روش های تولیدو مصرف‌الکتریسیته

۱ـ۳ـ۳ـ تولید الکتریسیته

در اثر آزاد شدن الکترون ها از اتمشان، الکتریسیته بوجود می آید. چون الکترون های والانس بیش از سایر الکترون ها از هسته دورند و هم چنین بالاترین سطح انرژی را دارند، به آسانی آزاد می شوند.

انرژی داده شده به لایه ی والانس بین الکترون های آن لایه تقسیم می شود. در نتیجه هرچه الکترون های والانس موجود بیشتر باشد هر الکترون انرژی کمتری دریافت می کند. اگر در اتمی تعداد الکترون های والانس کمتری داشته باشد، الکترون های هر اتم مقدار انرژی بیشتری دریافت خواهد کرد و به راحتی از مدار خود خارج خواهد شد.

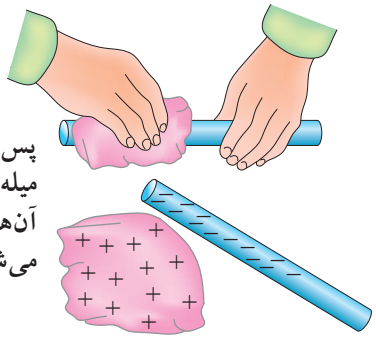
شکل (۱۷- ۳) تصویر کلی از روش های تولید الکتریسیته را نشان می دهد.

شکل ۱۷-۳ روش های تولید الکتریسیته

الکتریسیته‌حاصل ازاصطکاک (مالش):

هرگاه دو جسم مانند پارچه ابریشمی را با میله شیشه‌ای یا یک میله کائوچویی را به پارچه پشمی مالش دهیم، بار الکتریکی تولید می شود. به این بارها «الکتریسیته ساکن» می گویند.

الکتریسیته ساکن هنگامی بوجود می آید که جسمی الکترون هایش را به جسم دیگر منتقل کند. در سطح ماده، اتم هایی وجود دارد که بر خلاف سایر اتم های ماده نمی توانند با اتم هایی دیگر درگیر شوند.در نتیجه آن ها در سطح خارجی چند الکترون آزاد دارند و به همین دلیل عایق هایی مانند شیشه و کائوچو می توانند الکتریسیته ساکن را تولید کنند. بر اثر مالش، در اتم های سطح خارجی برای آزاد کردن الکترون ها انرژی حرارتی به وجود می آید که به آن اثر تریبوالکتریک (TRIBOELECTRIC) نیز می گویند.



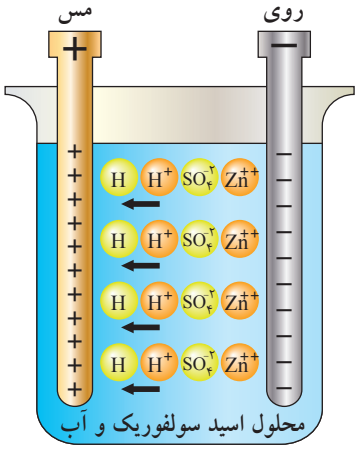
پس از مالش دادن یک میله‌ی کائوچویی به پشم، آن‌ها دارای بار الکتریکی می‌شوند.

شکل ۱۸-۳- الکتریسیته مالشی (اثر تریبوالکتریک)

الکتریسیته حاصل ازفعل و انفعالات شیمیایی:

برخی مواد شیمیایی با فلزات مخصوصی ترکیب می شوند و واکنش های شیمیایی را ایجاد می کنند که باعث انتقال الکترون ها و تولید بارهای الکتریکی می گردد. باتری تر از جمله وسایلی است که از این راه الکتریسیته تولید می کند. این پدیده بر قوانین الکتروشیمی مبتنی است. ساختمان داخلی باتری تر از محلولی به نام اسید سولفوریک که در یک ظرف ریخته شده به عنوان الکترولیت به همراه دو میله از جنس های مس و روی تشکیل شده است. هنگامی که میله های مس و روی را در داخل محلول وارد می کنیم با محلول ترکیب می شوند و در نهایت مس الکترون های والانس خود را از دست داده و از طریق محلول به میله روی انتقال می یابد. بر اثر از دست دادن و گرفتن یون ها میله روی دارای بار منفی و میله مسی دارای بار مثبت می شود. به واقع در این حالت میله مسی کمبود الکترون و میله روی دارای ازدیاد الکترون است.

شکل (۱۹-۳) تصویری از یک باتری تر با فعل و انفعالات صورت گرفته در آن را نشان می دهد.



شکل ۱۹-۳- ساختمان یک نوع باتری تر

الکتریسته حاصل از فشار مکانیکی:

هنگامی که به بعضی اجسام فشار وارد کنیم، الکترون های والانس آن ها از مدار خارج می شوند. در نتیجه الکترون ها یک طرف جسم را ترک و در طرف دیگر آن جمع می شوند بنابراین در دو طرف جسم بارهای مثبت و منفی بوجود می آید. در صورتی که فشار قطع شود الکترون ها به مدار اولیه خود باز می گردند. به اثر فشار برای تولید بارهای الکتریکی (الکتریسیته) «پیزوالکتریک» می گویند. شکل(۲۰-۳) پیزو یک کلمه یونانی به معنای فشار است. هرچه فشار اعمال شده بیشتر و زمان کوتاهتر باشد ولتاژ به وجود آمده بیشتر خواهد شد.

شکل ۲۰-۳

الف)

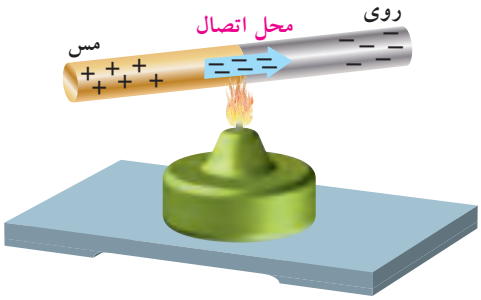
ب)

۳-۲۱

از جمله زمینه های کاربردی این روش می توان به کریستال های پیزوالکتریک که در برخی میکروفون ها بکار می رود و یا فندک های مورد استفاده در وسایل گازسوز امروزی را نام برد. شکل (۲۱-۳)

الکتریسیته حاصل از حرارت:

همان طـوری کـه می دانید در هنگام اتصال دو جسـم غیرمشـابه، انتقال الکتـرون صورت می گیـرد. فلزات فعال در درجـه ی حرارت معمولـی اتاق نیـز می توانند الکترون آزاد کننـد. بـرای مثال اگر مطابق (شـکل ۲۲-۳) دو فلز مـس و روی را به یکدیگر متصـل کنیم، الکترون ها از مس خارج شـده و به اتم روی وارد می شوند. در نتیجه فلز روی، الکترون های اضافی کسـب کرده و دارای بار منفی می شود و بالعکس مس که الکترون های خود را از دست داده دارای بار مثبت می شود.



حرارت باعث انتقال الکترون از مس به روی می شود.

۲۲-۳- ترموالکتریک (الکتریسیته‌ی حرارتی)

مقدار بارهایی که در درجه حرارت اتاق تولید می شـوند کـم هسـتند زیرا انـرژی حرارتـی کافی بـرای آزاد کردن الکترون های بیشتر وجود ندارد ولی اگر محل اتصال دو فلز را حرارت دهیم انرژی بیشتری تولید می شود و الکترون های بیشـتری آزاد می گردند. به این روش «ترموالکتریک» گفته می شود.

هرچه حرارت داده شـده بیشتر باشد بار بیشتری تولید می شـود. به اتصال این دو فلز «ترموکوپل» گفته می شود. هنگامـی که چندیـن ترموکوپل به یکدیگر متصل شـوند. یک ترموپیل (باتری حرارتـی) بوجود می آید. از ترموکوپل (شـکل ۲۳-۳) برای اندازه گیـری درجه حرارت در کوره ها استفاده می شود.

۲۳-۳

الکتریسیته حاصل از نور:

نـور نوعی انرژی اسـت که از ذرات حامـل انرژی به نام فوتـون به وجود می آید. هنگامی که فوتون های یک شـعاع نوری با جسـمی برخورد می کنند، انرژی خود را از دسـت می دهنـد. در بعضی اجسـام انرژی فوتون هـا باعث آزادی الکترون ها می شود. موادی مانند پتاسیم، سدیم، ژرمانیم و سولفات سرب در مقابل نور الکترون از دست می دهند.

یکی از پرکاربردترین روش های تولید الکتریسیته حاصل از نور روشن «فتوولتیک» است.

در ایــن روش انرژی نورانی تابیده شــده بــه یکی از دو صفحــه ی متصل به هم باعث تخلیــه ی الکترون از یکی به دیگری می شود. در نتیجه مانند باتری در دو صفحه بارهای مخالف ایجاد می شود.

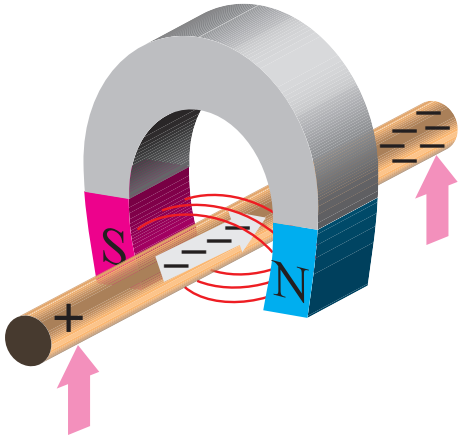
امروزه با اســتفاده از نور تابیده شــده خورشــید بر روی صفحات (سلول های) خورشیدی الکتریسیته تولید می شود. (شــکل ۳-۲۴) تصویر دو نمونه کاربرد این روش را نشان می دهد.

۳-۲۴

الکتریسیته‌حاصل از مغناطیس:

همانطوری کــه می دانید دو آهنربا در حالتی یکدیگر را جذب و در شــرایطی، یکدیگر را دفع می کنند. علت این امر آن اســت که میدان های حاصل از آهنرباها نیرویی دارند که بــر یکدیگر اثر می کنند. با در نظــر گرفتن این مقدمه حال اگر یک سیم مســی را در میدان مغناطیسی حرکت دهیم، الکترون های داخل سیم آزاد می شوند و داخل سیم یک در یک جهت به حرکت درمی آیند.

از نیروی میدان مغناطیسی برای حرکت الکترون ها نیز می توان استفاده کرد. به این روش «الکتریسیته مغناطیسی» گفته می شود. (شکل ۳-۲۵) تصویری از چگونگی اثرگذاری میدان مغناطیســی بر یک سیم و (شکل ۳-۲۶) تصویر یک مولد واقعــی که براســاس خاصیت الکترومغناطیســی کار می کند را نشان می دهد.

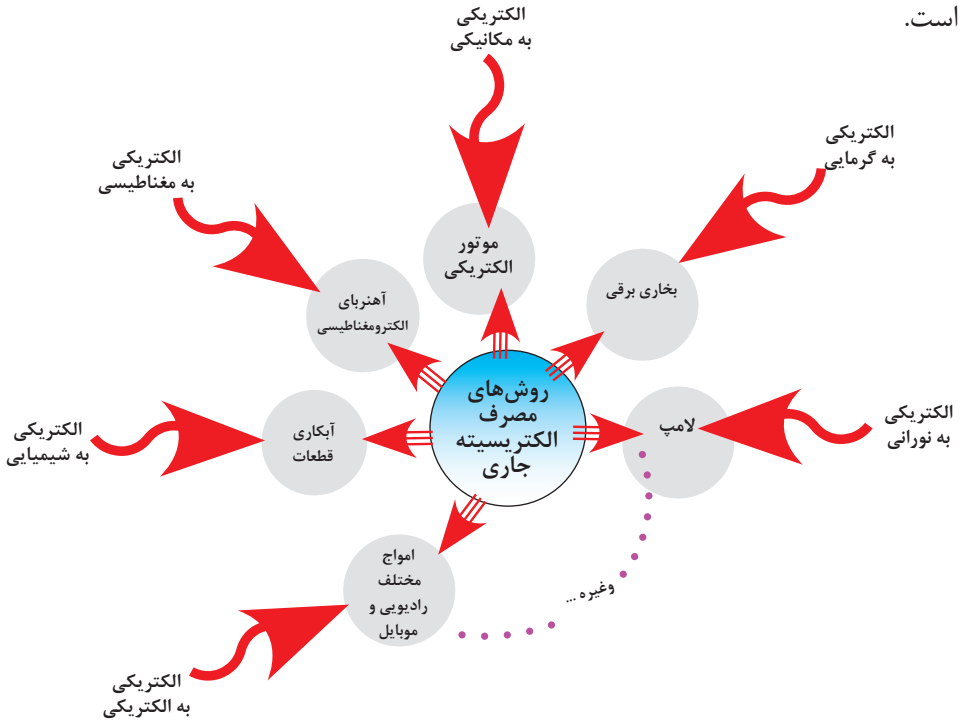


۳-۲۵- الکتریسیته‌ی مغناطیسی (الکترومغناطیس)

۳-۲۶

۲ـ۳ـ۳ مصرف الکتریسیته

در عمل، زمینه های مصرف الکتریســته تقریباً در تمامی علوم به نوعی کاربرد دارد که در (شــکل ۱۶-۳) به چند نمونه آن اشاره شده است.

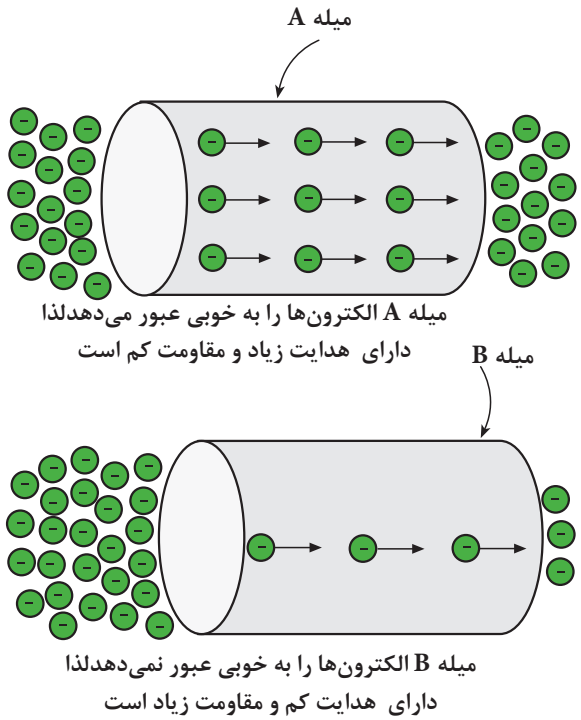


۳-۱۶

۳ـ۳ـ۳ـ هدایت‌ومقاومت مخصوص

همان طور که قبلاً نیز ذکر شــد اجسامی که در طبیعت وجود دارند نمی تواننــد جریان الکتریکی را به یک اندازه از خــود عبور دهند، تعداد الکترون های لایه آخر مواد مختلف بــا هم متفاوت اســت. میــزان هدایت اجســام را با ضریبی تحت عنــوان «**ضریب هدایت مخصــوص**» بیان می کنند. این ضریب نشان می دهد که یک جسم تا چه اندازه جریان الکتریکــی را از خود عبور می دهد. ضریب هدایت را با حرف یونانی χ (کاپا) نشان می دهند.

ضریب دیگری که در اجســام مطرح می شــود «**ضریب مقاومــت مخصوص**» نام دارد. ایــن ضریب میزان مخالفت جســم را نســبت به عبور جریان الکتریکی بیــان می کند. ضریــب مقاومت مخصوص را با حرف یونانی ρ (رو) نشــان می دهند.



شکل ۱۷ـ۳ـ میله B الکترون ها را به خوبی عبور نمی دهد لذا دارای هدایت کم و مقاومت زیاد است.

با کمی دقت در توضیحات فــوق می توان نتیجه گرفت کــه این دو ضریب عکس یکدیگرند و روابط زیر را برای این دو ضریب می توان نوشت:

$$\rho = \frac{۱}{\chi} \quad \text{یا} \quad \chi = \frac{۱}{\rho}$$

در واقع هر جســمی کــه قابلیت هدایت آن زیاد اســت مقاومت الکتریکی آن کم و هر جسمی که مقاومت الکتریکی آن زیاد باشــد دارای هدایت الکتریکی کم اســت. در شکل ۳ـ۱۷ و ۳ـ۱۸ این مورد نشان داده شده است.

این دو ضریب بدون واحد بوده و واحد آن ها بر حســب عوامل دیگر بیان می شود. یعنی:

مقــدار مقاومت و هدایت مخصوص ســیم های مســی و آلومینیومی که در صنعت برق کاربرد دارند عبارتند از:

$\chi_{cu} = ۵۶$ (هدایت مخصوص مس)

$\rho_{cu} = \frac{۱}{\chi} = \frac{۱}{۵۶} = ۰/۰۱۷۸۵$ (مقاومت مخصوص مس)

$\chi_{Al} = ۳۷$ (هدایت مخصوص آلومینیوم)

$\rho_{Al} = \frac{۱}{\chi} = \frac{۱}{۳۷} = ۰/۰۲۷$ (مقاومت مخصوص آلومینیوم)

$$\rho = \frac{\Omega.mm^۲}{m}$$

$$\chi = \frac{m}{\Omega.mm^۲}$$

در مباحــث الکتریکی معمولاً میــزان مقاومت یا هدایت مواد مختلف نسبت به مس سنجیده می شود. مثلاً اگر گفته شــود نســبت مقاومت کربن ۲۰۳۰ می باشــد، یعنی میزان مقاومت کربن ۲۰۳۰ مرتبه بیشتر از مس است.

الف ــ ضریب هدایت گیره کاغذ زیاد است در نتیجه با وصل به پیچ لامپ روشن می شود

ب ــ ضریب مقاومت پاک کن زیاد است در نتیجه با وصل به پیچ لامپ روشن نمی شود.

شکل ۱۸ـ۳

۴ـ۳ـ مقاومت الکتریکی

«مقاومت الکتریکی» خاصیتی است که جسم در مقابل عبور جریان الکتریکی از خود مخالفت نشان می دهد. این مخالفت گاهی مانند مقاومت الکتریکی سیم های رابط به صورت ناخواسته و مزاحم در مدارهای الکتریکی وجود دارد. این مقاومت باعث ایجاد تلفات الکتریکی می شود. (شکل ۱۹ـ۳)

شکل ۱۹ـ۳ـ سیم های رابط خطوط انتقال باید دارای مقاومت کمی باشند. مقاومت این سیم ها از نوع مقاومت های مزاحم است.

مقاومت می تواند به عنوان عاملی از پیش تعیین شده به صورت یک مصرف کننده در مدارهای الکتریکی قرار گیرد. رشته حرارتی (المنت) اتوی خشک برقی به عنوان یک مقاومت، نه تنها مزاحم نیست بلکه علاوه بر کنترل جریان الکتریکی حرارت نیز تولید می کند. (شکل ۲۰ـ۳)

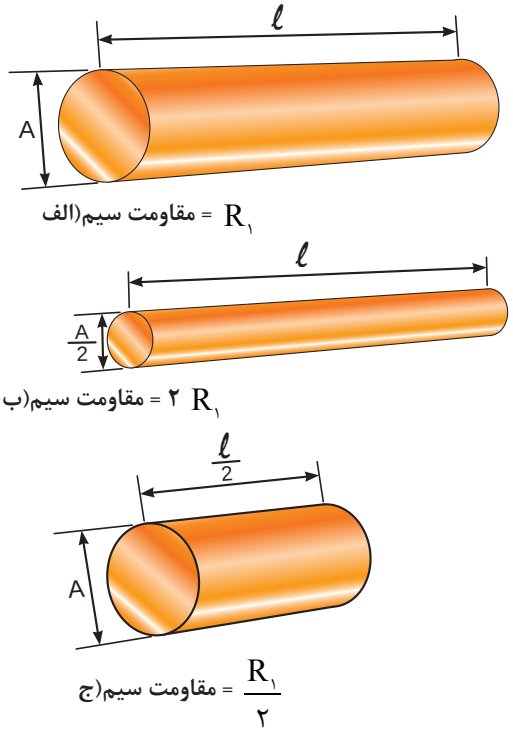
مقدار مقاومت الکتریکی را بر حسب اهم (Ω) می سنجند. مقدار مقاومت الکتریکی به عوامل فیزیکی و الکتریکی گوناگونی بستگی دارد.

شکل ۲۰ـ۳ـ رشته حرارتی اتوی برقی به عنوان مقاومت الکتریکی نقش تولید حرارت و کنترل جریان را به عهده دارد.

۱ـ۴ـ۳ـ عوامل فیزیکی مؤثر در مقدار مقاومت الکتریکی:

هرگاه سه قطعه سیم با مشخصات داده شده در شکل ۲۱ـ۳ را در اختیار داشته باشیم و به طور جداگانه مقدار مقاومت های هر یک از آن ها را اندازه بگیریم به نتایجی می رسیم که نشانگر ارتباط بین عوامل مؤثر در مقاومت الکتریکی یک هادی است. برای بررسی عوامل، موارد زیر را مورد بررسی قرار می دهیم:

۱ـ مقاومت سیم (الف) را اندازه می گیریم و به عنوان مقاومت مبنا یادداشت می کنیم.



شکل ۲۱ـ۳ـ مقایسه مقاومت چند قطعه سیم با ابعاد مختلف

۲ـ ســپس مقاومت سیم (ب) را اندازه می گیریم.در این حالت مشــاهده می شــود با وجودی که ســطح مقطع سیم نصف شده است مقدار مقاومت آن دو برابر افزایش می یابد.

۳ـ با اندازه گیری مقاومت ســیم در مرحله (ج) مشاهده می کنیم که با توجه به اینکه طول سیم در حالت (ج) نسبت به حالت (الف) نصف شــده، مقــدار مقاومت آن نیز به نصف مقدار در حالت (الف) کاهش یافته اســت. با مقایسه مراحل (الف، ب و ج) در می یابیم که مقاومت یک سیم با طول آن رابطه مستقیم و با سطح مقطع آن نسبت عکس دارد. مقدار مقاومت سیم را می توان از روابط زیر به دست آورد:

$$R = \rho \frac{\ell}{A} \quad \text{یا} \quad R = \frac{\ell}{\chi . A}$$

R ـ مقاومت سیم بر حسب اهم (Ω)

ℓ ـ طول سیم بر حسب متر (m)

A ـ سطح مقطع سیم برحسب میلی متر مربع $\left(mm^2\right)$

ρ ـ مقاومت مخصوص سیم بر حسب $\left(\frac{\Omega.mm^2}{m}\right)$

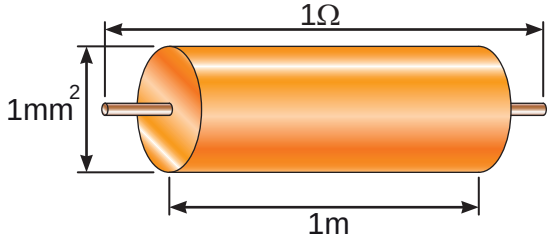
χ ـ هدایت مخصوص سیم بر حسب $\left(\frac{m}{\Omega.mm^2}\right)$

$\frac{\Omega.mm^2}{m}$ که واحد مقاومت مخصوص ســیم می باشــد بیانگر آن است که مقاومت سیمی به طول یک متر و سطح مقطع یک میلی متر مربع برابر با یک اهم است. (شکل ۲۲ـ۳)

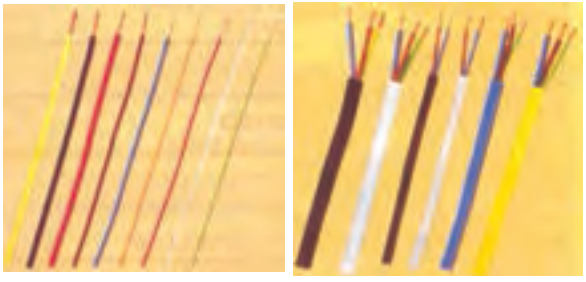
این مطلب را بصورت ریاضی می توان چنین نوشت:

$$R = \rho \frac{\ell}{A} \Rightarrow \rho = \frac{R.A}{\ell}$$

$$\text{واحد } \rho = \frac{1[\Omega] \times 1[mm^2]}{1[m]}$$



شکل ۲۲ـ۳ـ مشخصات سیمی با مقاومت مخصوص یک اهم



شکل ۲۳ـ۳ـ تصاویری از سیم های مسی یک و چند رشته با سطح مقطع mm^2 ۱/۵ و طول ۲۰ cm

درشکل ۳ـ۲۳ تعدادی سیم با سطح مقطع های مختلف را مشـاهده می کنید. در انتخاب سـطح مقطع سـیم برای سیم کشی مدارهای روشنایی یا صنعتی باید به طول و سطح مقطع سیم توجه داشت زیرا در صورت عدم دقت در انتخاب سطح مقطع مناسب، مقاومت سیم افزایش می یابد و میزان تلفات حرارتی را در سیم بالا می برد.

مثال: مقاومت سـیم مسـی با مشـخصات داده شده در شکل ۳ـ۲۴ را به دست آورید. $(\chi = ۵۶)$

$$R = \frac{\ell}{\chi.A}$$

$$R = \frac{۵۰}{۵۶ \times ۲۰} \Rightarrow R = ۰/۰۴۴\Omega$$

عکس مقاومت الکتریکی را هدایت الکتریکی می نامند و آن را با حرف (G) نمایش می دهند. واحد هدایت الکتریکی را برحسب مو (mho) بیان می کنند. $\left(۱\ \text{mho} = \frac{۱}{\Omega}\right)$

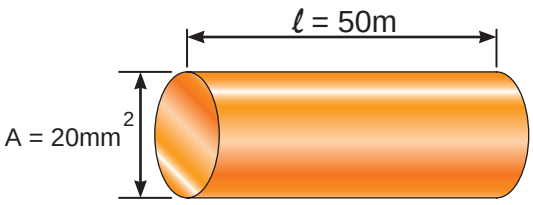
تصاویر ۳ـ۲۵ـ الف و ۳ـ۲۵ـ ب نشان می دهند که زیاد یا کم بودن مقدار ضریب هدایت یک سـیم چقدر در میزان روشنایی لامپ مؤثر است.

در تصویر (الف) چون سـیم به کار رفته در محل اتصال مسـی است مقاومت آن کم و به عبارت دیگر میزان هدایت آن زیاد است در این حالت نور لامپ زیاد می باشد. در شکل (ب) سـیمی از جنس تنگسـتن استفاده شـده است. چون مقدار هدایت سـیم تنگستن کم اسـت به همین خاطر نور لامپ کم می شود.

هدایت الکتریکی را می توان از رابطه زیر بدست آورد:

$$G = \frac{۱}{R}$$

عوامل فیزیکی دیگـری مانند دمای محیط، درصد مواد تشـکیل دهنده و ... در مقدار مقاومت ها مؤثر هستند که از طرح چنین مواردی خودداری می شود.



شکل ۳ـ۲۴ـ سیم مسی به همراه مشخصات

الف ـ سیم مسی در بین دو گیره سوسماری

ب ـ سیم تنگستن در بین دو گیره سوسماری.

شکل ۳ـ۲۵