# ۱ تولید انرژی الکتریکی، الکتریسیته و آثار جریان الکتریکی

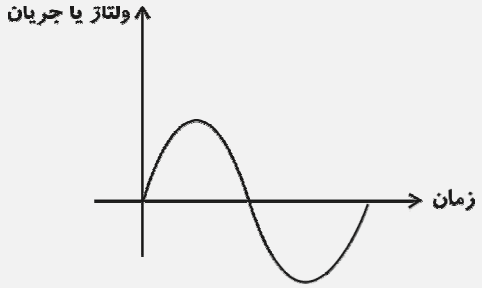
## تولید انرژی الکتریکی

انرژی الکتریکی از تبدیل انرژی حاصل از سوخت‌های فسیلی (حرارت)، انرژی جنبشی باد، انرژی خورشیدی، انرژی پتانسیل گرانشی آب، انرژی حاصل از هوای فشرده (گاز) و حاصل از جزر و مد آب دریا و . . . به دست می‌آید.

**ژنراتور:** برای تبدیل انرژی مکانیکی به الکتریکی از ژنراتور استفاده می‌شود.

**نیروگاه:** محلی که ژنراتور و تجهیزات مربوط به آن نصب می‌شود را نیروگاه می‌گویند. نیروگاه‌های برق در دو نوع جریان متناوب (AC) و جریان مستقیم (DC) می‌باشد.

● **نیروگاه‌های جریان متناوب (AC):** نیروگاه‌های جریان متناوب به صورت سینوسی هستند که شامل نیروگاه‌های حرارتی، آبی، گازی، سیکل ترکیبی، بادی و دیزلی می‌باشند.




**الف) نیروگاه حرارتی:** این نیروگاه با انرژی حرارتی حاصل از سوخت‌های فسیلی یا سوخت‌های هسته‌ای، آب را به بخار تبدیل می‌کند. توربین، انرژی جنبشی بخار را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کند و ژنراتور انرژی مکانیکی توربین را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند.
بازده نیروگاه‌های حرارتی به دلیل اتلاف انرژی حرارتی کم‌تر از ۳۰ درصد می‌باشد.

**ب) نیروگاه آبی:** این نیروگاه انرژی پتانسیل گرانشی حاصل از ذخیره سازی آب در پشت سد را توسط توربین به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کند و ژنراتور، انرژی مکانیکی توربین را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند.

✓ مدت زمان احداث نیروگاه آبی طولانی می‌باشد و امکان احداث سد باید فراهم باشد.

**پ) نیروگاه گازی:** این نیروگاه انرژی جنبشی حاصل از هوای فشرده و گرم شده را توسط توربین به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کند و ژنراتور انرژی مکانیکی توربین را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌نماید.

✓ زمان احداث نیروگاه‌های گازی کوتاه می‌باشد اما بازده آن‌ها کم‌تر از ۳۰درصد می‌باشد.

**ت) نیروگاه سیکل ترکیبی:** این نیروگاه از دو نیروگاه حرارتی و گازی که در مجاورت یکدیگر احداث شده‌اند، تشکیل شده است. به این صورت که از انرژی حرارتی تلف شده در نیروگاه گازی برای گرم کردن آب نیروگاه حرارتی استفاده می‌شود.

✓ بازده نیروگاه سیکل ترکیبی در مقایسه با نیروگاه حرارتی و گازی بیش‌تر است.

**ث) نیروگاه بادی:** این نیروگاه، انرژی جنبشی حاصل از باد را توسط توربین به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کند و ژنراتور، انرژی مکانیکی را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند.

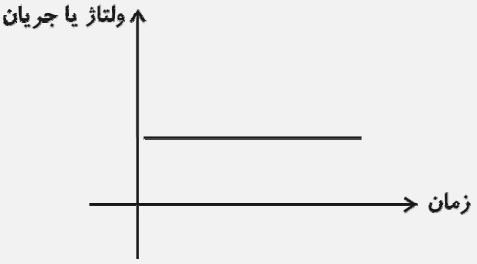
✓ به دلیل شرایط اقلیمی و وزش باد، نیروگاه بادی سریع احداث می‌شود.

✓ مهم‌ترین مزیت نیروگاه بادی، رایگان بودن انرژی می‌باشد.

**ج) نیروگاه دیزلی:** این نیروگاه انرژی حاصل از سوخت‌های فسیلی نظیر گازوئیل را توسط ماشین‌های درون سوز به انرژی مکانیکی تبدیل و ژنراتور انرژی مکانیکی ماشین درون سوز را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند.

✓ نیروگاه دیزلی به دو صورت نصب ثابت و سیار استفاده می‌شود.

● **نیروگاه‌های جریان مستقیم:** یکی از نیروگاه‌های جریان مستقیم، نیروگاه خورشیدی است. شکل موج ولتاژ و جریان این ژنراتور به صورت مستقیم و ثابت است.



## روش‌های تولید انرژی الکتریکی

**نور:** نوعی انرژی است که از ذرات انرژی به نام فوتون به وجود می‌آید.

**الف) روش فوتوولتاییک:** انرژی نورانی تابیده شده به یکی از دو صفحه‌ی متصل به هم، باعث تخلیه‌ی الکترون از یکی به دیگری می‌شود و مثل باتری عمل می‌کند که به آن روش فوتوولتاییک می‌گویند.

**ب) روش شیمیایی:** در این روش، مواد شیمیایی با فلزات مخصوصی ترکیب می‌شوند و واکنش‌های شیمیایی را ایجاد می‌کنند که باعث انتقال الکترون‌ها و تولید بار الکتریکی می‌گردد، در نتیجه تولید الکتریسیته می‌کند.

✓پدیده تولید روش شیمیایی مبتنی بر قوانین الکتروشیمی است.

سوال: روش تولید باتری‌تر چیست؟

در این روش، اسید سولفوریک بعد از مخلوط شدن با آب به دو ماده هیدروژن و سولفات تجزیه می‌شود که هیدروژن یون مثبت و سولفات یون منفی دارد که به علت برابر بودن یون‌ها، محلول خنثی می‌شود.

**پ) روش پیزوالکتریک:** اثر فشار برای تولید بارهای الکتریکی، اثر پیزوالکتریک می‌گویند.

✓ پیزو یک کلمه یونانی به معنای فشار است.

✓ اثر پیزوالکتریک بیش‌تر در مورد کریستال‌ها و بعضی سرامیک‌های مخصوص خود را نشان می‌دهد.

✓از کریستال‌های پیزوالکتریک در بعضی میکروفون‌ها استفاده می‌شود.

**ت) روش ترموالکتریک:** به روش تولید الکتریسیته به وسیله حرارت ترموالکتریک گفته می‌شود.

✓ هر چه حرارت داده شده بیش‌تر باشد، بار بیش‌تری تولید می‌شود.

✓ فلزات فعال در درجه حرارت معمولی اتاق نیز می‌توانند الکترون آزاد کنند.

✓ اگر محل اتصال دو فلز را حرارت دهیم انرژی بیش‌تری تولید می‌شود که به محل اتصال آن‌ها ترموکوپل می‌گویند.

**ترموپیل:** هنگامی که چند ترموکوپل به یک‌دیگر متصل شوند یک ترموپیل بوجود می‌آید.

✓ از ترموکوپل برای اندازه‌گیری درجه حرارت در کوره‌ها استفاده می‌شود.

**انتقال انرژی الکتریکی:** انتقال انرژی الکتریکی از محل تولید (نیروگاه‌های برق) به سمت مصرف کننده، توسط شبکه‌های انتقال نیرو انجام می‌شود.

✓ بخشی از انرژی الکتریکی هنگام انتقال به حرارت تبدیل می‌شود که آن را تلفات انرژی در شبکه انتقال نیرو می‌گویند.

✓ به منظور کاهش تلفات انرژی، ولتاژ شبکه‌های انتقال نیرو توسط پست افزاینده، زیاد می‌شود و در انتهای شبکه انتقال نیرو توسط پست کاهنده، کاهش می‌یابد.

**توزیع انرژی الکتریکی:** توسط شبکه‌های توزیع، انرژی الکتریکی بین مصرف‌کننده‌ها توزیع می‌شود.

✓ انرژی الکتریکی توسط شبکه توزیع از شبکه انتقال نیرو دریافت می‌شود و پس از آن با ولتاژ مناسب بین مصرف کننده‌ها توزیع می‌شود.

● **مصرف کننده‌های انرژی الکتریکی:**

۱- بخش مصارف خانگی ۲- بخش مصارف صنعتی و تجاری

۳- بخش مصارف کشاورزی ۴- بخش مصارف عمومی شامل مراکز فرهنگی، هنری و تجارت

✓انرژی الکتریکی در تجهیزات زیر مصرف می‌شود:

۱- موتورهای الکتریکی ۲- روشنایی ۳- گرمازا

**زمان اوج مصرف انرژی الکتریکی:** به ساعاتی که مصرف انرژی الکتریکی زیاد باشد، ساعت اوج مصرف انرژی الکتریکی گفته می‌شود.

✓ساعات اوج مصرف به زمان غروب آفتاب و تاریک شدن هوا بستگی دارد.

✓ ساعات اوج مصرف در تابستان ۱۹تا ۲۳ و در زمستان ۱۸ تا ۲۲ می‌باشد.

**بر چسب انرژی:** مصرف کنندگان را با میزان مصرف انرژی هر یک از وسایل خانگی آشنا می‌کند.

✓ دستگاهی را باید انتخاب کرد که در مقایسه با دستگاه‌های دیگر دارای مصرف انرژی کم‌تر و بازدهی بیش‌تر باشد.

✓ بر چسب انرژی دارای ۵ بخش است که شامل علامت تجاری، نام کارخانه، مدل دستگاه و میزان مصرف انرژی و اطلاعات اختصاصی دستگاه می‌باشد.

✓ مهم‌ترین بخش برچسب انرژی، به وسیلهٔ هفت حرف لاتین از A تا G درجه‌بندی شده است.

✓ حرف A نشانگر کم‌ترین مصرف انرژی و بیش‌ترین بازده و حرف G نشانگر بیش‌ترین مصرف انرژی و کم‌ترین بازده است.

✓ مزایای استفاده از برچسب انرژی:

۱- انتخاب درست در هنگام خرید ۲- مشخص شدن میزان کارآیی و بازدهی وسیله

۳- بهینه‌سازی و کاهش مصرف ۴- کاهش هزینه

۵- کاهش آلودگی ۶- اطلاعات وسیله

## الکتریسیته

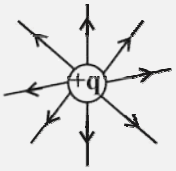
● **ساختمان اتم:** هر اتم از سه ذره به نام الکترون، پروتون و نوترون تشکیل شده است. الکترون بار منفی و پروتون بار مثبت و نوترون خنثی می‌باشد.

✓ پروتون‌ها و نوترون‌ها در مرکز هستهٔ اتم قرار دارند و الکترون‌ها در مدارهایی به دور هسته گردش می‌کنند.

**هسته اتم:** قسمت مرکزی اتم را هسته می‌گویند که پروتون و نوترون در آن قرار دارد و بار آن مثبت است. تعداد پروتون‌های هسته باعث تفاوت دو عنصر می‌شود که اتم هر عنصری دارای تعداد معینی پروتون است.

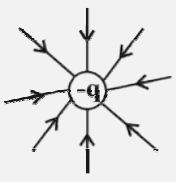
**پروتون:** بسیار کوچک است و قطر آن $\frac{۱}{۳}$ برابر قطر الکترون است. پروتون‌ها در عبور انرژی نقش فعالی ندارند.

✓ خطوط نیروی الکتریکی در پروتون، شعاعی و به سمت بیرون است.




**نوترون:** ذره‌ای با تعداد بارهای منفی و مثبت برابر است. نوترون از نظر بار الکتریکی خنثی می‌باشد.

**الکترون:** ذراتی با بار منفی می‌باشند که به آسانی حرکت می‌کنند و در انتقال انرژی نقش فعالی دارند.




✓ الکترون‌ها در مدارهایی به دور هسته در حال چرخش هستند.

✓ خطوط نیروی الکتریکی در الکترون شعاعی و به سمت داخل است.

**نظریهٔ الکترونی:** الکترون‌ها با سرعت زیادی در مدار خود به دور هسته اتم گردش می‌کنند و چون سرعت آن‌ها زیاد است، نیروی گریز از مرکزشان باعث ترک مدارشان می‌شود ولی نیروی جاذبهٔ مثبت هسته از این عمل جلوگیری می‌کند.

✓ اگر یک نیروی خارجی خیلی قوی به اتم داده شود تا به این نیروی گریز از مرکز کمک کند، الکترون آزاد می‌شود.

**لایه:** مسیر مداری الکترون‌ها را لایه می‌گویند که تعداد لایه‌ها حداکثر ۷ لایه می‌باشد.

✓ هر چه الکترون به هسته نزدیک باشد دیرتر آزاد می‌شود.

**ظرفیت لایه:** هر لایه می‌تواند تعداد محدودی الکترون داشته باشد که به آن ظرفیت آن لایه می‌گویند و از رابطهٔ $2n^2$ بدست می‌آید.

| لایه | n | حداکثر الکترون‌های لایه nام |
|---|---|---|
| لایه اول | ۱ | ۲ |
| لایه دوم | ۲ | ۸ |
| لایه سوم | ۳ | ۱۸ |
| لایه چهارم | ۴ | ۳۲ |
| لایه پنجم | ۵ | ۵۰ |
| لایه ششم | ۶ | ۷۲ |
| لایه هفتم | ۷ | ۹۸ |

**لایه والانس (لایه ظرفیت یا خارجی):** به آخرین لایه هر اتم، لایه والانس یا ظرفیت گفته می‌شود که حداکثر ۸ الکترون می‌تواند داشته باشد.

**انرژی الکترون:** الکترون‌هایی که از هسته اتم دورتر باشند، انرژی بیش‌تری از الکترون‌های نزدیک به هسته اتم دارند.

✓ هر چه الکترون‌های لایه والانس بیش‌تر باشد، میزان انرژی هر الکترون کم‌تر است.

✓ با توجه به الکترون‌های لایه والانس، خاصیت عناصر با هم متفاوت می‌باشد. عناصر به سه دسته هادی، نیمه هادی و عایق طبقه‌بندی می‌شوند:

**۱ – هادی‌ها:** عناصری که در لایه آخر آن‌ها حداکثر ۳ الکترون وجود دارد. هر چه تعداد الکترون‌ها در لایه آخر کم‌تر باشد، جسم رساناتر است. به همین خاطر بهترین هادی‌ها دارای یک الکترون در لایه آخر می‌باشند که نقره بهترین هادی می‌باشد.

**۲ – نیمه هادی‌ها:** این عناصر دارای ۴ الکترون در لایه والانس هستند. نیمه هادی‌ها در بعضی از دماها عایق و بعضی از دماها هادی می‌باشد. مثل سیلیسیم، ژرمانیوم و کربن.

**۳– عایق‌ها:** موادی که آزاد کردن انرژی از مدار آخر آن‌ها بسیار مشکل است، در لایهٔ آخر خود ۵ تا ۸ الکترون دارند. هر چه الکترون‌ها بیش‌تر باشد، عایق قوی‌تر است.

**یون:** اتم دارای بار الکتریکی را یون می‌گویند. اگر تعداد الکترون‌های اتم بیش‌تر از پروتون باشد، آن را یون منفی و اگر تعداد پروتون‌ها بیش‌تر باشد، آن را یون مثبت می‌گویند.

✓ نیروی جذب و دفع بین بارها به سه عامل بستگی دارد:

۱- مقدار بار هر جسم ۲- فاصله بین بارها ۳- جنس محیط بین دو جسم

● **قانون کولن:** وقتی دو بار الکتریکی در فاصله‌ای مشخص از هم قرار بگیرند، به‌یکدیگر نیرو وارد می‌کنند که اگر همنام باشند، نیروی بین آن‌ها دافعه و اگر غیر همنام باشند، جاذبه می‌باشد.

$$F = K\frac{q_1 q_2}{d^2}$$

✓ نیروی بین دو بار با مقدار بارها رابطهٔ مستقیم و با مجذور فاصله رابطه عکس دارد.

**مثال:** اگر دو بار الکتریکی $2\mu C$ و $-3\mu C$ در فاصله $3cm$ از هم قرار بگیرند، چه نیرویی بر هم وارد می‌کنند؟

$q_1 = 2\times10^{-6}C$

$q_2 = -3\times10^{-6}C$

$d = 3\times10^{-2}m$

$$F = K\frac{q_1 q_2}{d^2}$$

$$F = \frac{9\times10^{9}\times2\times10^{-6}\times(-3)\times10^{-6}}{9\times10^{-4}} = -6\times10 = -60N$$

نیروی بین آن‌ها از نوع جاذبه است.

**مثال:** اگر ۲ الکترون و ۳ پروتون در فاصلهٔ ۱۶ km کیلومتری از هم قرار بگیرند، چه نیرویی به هم وارد می‌کنند؟

**پاسخ:**

$$q_1 = -2\times1/6\times10^{-19} = -3/2\times10^{-19}\,C$$

$$q_2 = 3\times1/6\times10^{-19} = 4/8\times10^{-19}\,C$$

$$d = 16\times10^{3}\,m$$

$$F = \frac{9\times10^{9}\times -3/2\times10^{-19}\times 4/8\times10^{-19}}{(16\times10^{3})^{2}} \Rightarrow F = -54\times10^{-37}\,N$$ جاذبه

**نکته:** اندازهٔ بار الکتریکی یک الکترون یا پروتون $1/6\times10^{-19}$ کولن می‌باشد.

**مثال:** دوبار الکتریکی مساوی یک کولنی را در چه فاصله‌ای از هم قرار دهیم تا نیروی ۰/۰۰۹ نیوتن بر هم وارد کنند؟

**پاسخ:**

$$q_1 = q_2 = 1\,C$$
$$F = 0/009\,N \qquad F = K\frac{q_1 q_2}{d^2} \rightarrow d = \sqrt{\frac{9\times10^{9}\times1\times1}{9\times10^{-3}}} = 10^{6}\,m$$
$$d = ?$$

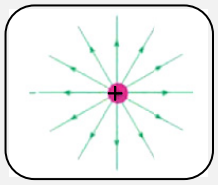
**مثال:** دو بار الکتریکی در فاصله مشخصی از هم قرار دارند. اگر هر کدام از آن‌ها را ۳ برابر و فاصله بین آن‌ها را نصف کنیم. نیروی بین آن‌ها چند برابر می‌شود؟

**پاسخ:**

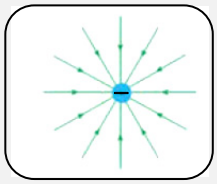
$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{K(3q_2)(3q_1)}{K\frac{q_2 q_1}{d^2}} = 36$$

● **میدان الکتریکی:** در فضای اطراف هر بار الکتریکی خاصیتی وجود دارد که به بارهای الکتریکی دیگر نیرو وارد می‌کند، به این خاصیت، میدان الکتریکی گفته می‌شود.

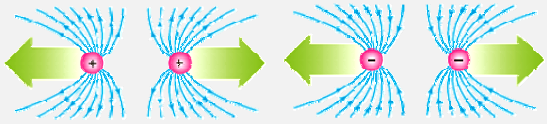
**خطوط میدان پروتون:** شعاعی و به سمت خارج



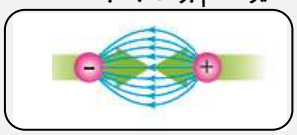
**خطوط میدان الکترون:** شعاعی و به سمت داخل



**خطوط میدان دو الکترون یا دو پروتون:** به علت همنام بودن، دافعه است.



**خطوط میدان یک الکترون و یک پروتون:** به علت غیرهمنام بودن جاذبه است.



**شدت میدان الکتریکی:** نیرویی که توسط یک میدان الکتریکی بر واحد بار الکتریکی وارد می‌شود را شدت میدان الکتریکی می‌گویند. شدت میدان الکتریکی را با $E$ نمایش می‌دهند و واحد آن $\frac{N}{C}$ می‌باشد.

$$E = \frac{F}{q'} \longrightarrow \text{بار آزمون}$$
$$\downarrow$$
$$(\frac{N}{C})$$

**مثال:** اگر نیروی الکتریکی ۳۲ نیوتنی بر بار الکتریکی ۱۶ کولن وارد شود، شدت میدان الکتریکی را حساب کنید.

**پاسخ:**

$F = ۳۲N$
$q = ۱۶C \quad E = \frac{F}{q} = \frac{۳۲}{۱۶} = ۲\frac{N}{C}$
$E = ?$

**مثال:** اگر بار الکتریکی ۳۲ میکروکولن داشته باشیم. در فاصله ۳ متری از آن مقدار شدت میدان را محاسبه کنید.

**پاسخ:**

$q = ۳۲\times۱۰^{-۶}C$
$d = ۳m \qquad E = \frac{Kq}{d^۲} \rightarrow E = \frac{۹\times۱۰^{۹}\times۳۲\times۱۰^{-۶}}{۹} = ۳۲\times۱۰^{+۳}\frac{N}{C}$
$E = ?$

**مثال:** شدت میدان الکتریکی در یک میدان یکنواخت برابر $۲۰۰۰\frac{N}{C}$ است. اندازهٔ نیروی وارد بر یک بار الکتریکی که بار آن با بار الکترون برابر است را حساب کنید.

**پاسخ:**

$E = ۲۰۰۰\frac{N}{C} \qquad \rightarrow F = Eq$
$q = ۲\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹} = ۳/۲\times۱۰^{-۱۹}C \qquad F = ۲۰۰۰\times۳/۲\times۱۰^{-۱۹} = ۶/۴\times۱۰^{-۱۶}N$

**مثال:** اگر بار الکتریکی در میدان الکتریکی $۲۰۰۰\frac{N}{C}$ قرار بگیرد و بر آن نیرویی به اندازه ۴ نیوتن وارد شود، مقدار بار الکتریکی چند کولن است؟

**پاسخ:**

$E = ۲۰۰۰\frac{N}{C}$
$F = ۴N \qquad q = \frac{F}{E} = \frac{۴}{۲۰۰۰} = ۰/۰۰۲C$
$q = ?$

● **اختلاف پتانسیل الکتریکی:** مقدار انرژی لازم برای انتقال واحد بار الکتریکی از یک نقطه به نقطه دیگر را اختلاف پتانسیل بین آن دو نقطه گویند.

✓ اختلاف پتانسیل عاملی است که سبب جاری شدن الکتریسیته از نقطه‌ای به نقطه‌ی دیگر می‌شود.

$V = \frac{U}{q}$ ← $U$: انرژی (J)، $q$: بار (C)

$V$: پتانسیل الکتریکی (V)

**مثال:** اگر بار الکتریکی ۵ میلی‌کولن توسط انرژی‌ای به اندازه ۱۰۰ میکروژول جابجا شود، چه اختلاف پتانسیلی تولید می‌شود؟

**پاسخ:**

$q = 5mc = 5\times10^{-3}C$
$U = 100\times10^{-6}J$
$\rightarrow V = \frac{U}{q} = \frac{100\times10^{-6}}{5\times10^{-3}} = 20\times10^{-3} = 0/02V$

**مثال:** اگر ولتاژ دو نقطه نسبت به زمین از ۲۰ ولت به ۱۲- ولت تغییر کند و دراین انتقال ۲۰ ژول انرژی نیاز باشد، بار الکتریکی چند کولن است؟

**پاسخ:**

$V_1 = 20V$
$V_2 = -12V$
$U = 20J$
$q = ?$

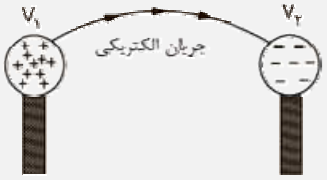
$V_2 - V_1 = \frac{U}{q}$

$-12-20 = \frac{20}{q} \rightarrow q = \frac{20}{-32} = -\frac{5}{8}C$

✓ پتانسیل اجسام باردار را نسبت به زمین می‌سنجند که طبق قرار داد، پتانسیل زمین صفر می‌باشد.

✓ هنگامی که یک جسم باردار به وسیله رشته سیم به زمین متصل باشد، اگر الکترون‌ها از زمین به سوی جسم جریان پیدا کنند، پتانسیل جسم مثبت می‌باشد و اگر از جسم به زمین انتقال یابد، پتانسیل جسم منفی است.

● **جریان الکتریکی:** اگر در یک سیم تعداد زیادی الکترون‌های آزاد در یک جهت حرکت کنند، می‌گوییم جریان الکتریکی از سیم عبور می‌کند.




**الکترون آزاد:** الکترون‌های لایه آخر هر اتم که وابسته نیستند را الکترون آزاد گویند.

✓ هرچه تعداد الکترون آزاد کمتر باشد، هدایت جسم بیشتر می‌باشد.

**شدت جریان الکتریکی:** تعداد الکترون‌هایی که از یک نقطه مدار می‌گذرند، مقدار جریان عبوری از مدار را تعیین می‌کنند و مقدار آن از رابطه زیر به دست می‌آید:

$I = \frac{q}{t}$ ← $q$: بار الکتریکی (C)، $t$: زمان (S)

$I$: (A) بار الکتریکی (C)

$q = \pm ne$ ← $e$: بار یک الکترون $1/6\times10^{-19}C$

$n$: تعداد الکترون یا پروتون

**مثال:** اگر تعداد $۱۲/۵۶\times۱۰^{۱۹}$ الکترون در مدت ۲۰ ثانیه از سیم عبور کند، جریان عبوری از سیم تقریباً چند آمپر است؟

**پاسخ:**

$$q = ne \qquad q = ۱۲/۵۶\times۱۰^{۱۹}\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹} \cong ۲۰c \rightarrow I = \frac{q}{t} = \frac{۲۰}{۲۰} = ۱A$$

$$t = ۲۰s$$

**جهت جریان الکتریکی:** جهت جریان الکتریکی از پتانسیل بیش‌تر به پتانسیل کم‌تر می‌باشد.

**مثال:** چه تعداد الکترون از سیمی با جریان ۱۰ آمپر در مدت زمان ۲۰ ثانیه عبور می‌کند؟

**پاسخ:**

$$\begin{matrix} I = ۱۰A \\ t = ۲۰s \end{matrix} \rightarrow \quad q = It \rightarrow q = ۱۰\times۲۰ = ۲۰۰C$$

$$n = \frac{q}{e} = \frac{۲۰۰}{۱/۶\times۱۰^{-۱۹}} = ۱۲۵\times۱۰^{۱۹}$$ الکترون

**مثال:** اگر $۲۰\times۱۰^{۱۹}$ الکترون باعث ایجاد جریان ۴ آمپر شود. این کار در چه زمانی انجام می‌شود؟

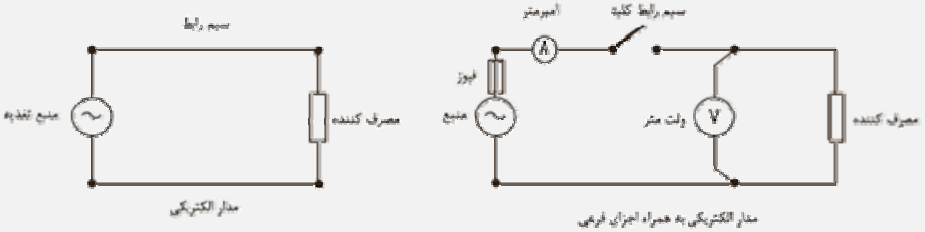
**پاسخ:**

$$\rightarrow n = ۲۰\times۱۰^{۱۹} \rightarrow \quad q = ۲۰\times۱۰^{۱۹}\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹} = ۳۲C$$

$$t = \frac{q}{I} = \frac{۳۲}{۴} = ۸s$$

● **مدار الکتریکی:** مسیر بسته ای که جریان الکتریکی در آن برقرار می‌شود را مدار الکتریکی می‌گویند.

عناصر اصلی مدارهای الکتریکی منبع تغذیه، سیم رابط و مصرف کننده می‌باشد.




**الف) منبع تغذیه:** وظیفه تولید انرژی الکتریکی را بر عهده دارد.

✓ منابع تغذیه به دو دسته تقسیم می‌شوند : ۱) جریان مستقیم (DC) ۲)جریان متناوب (AC)

۱) منبع تغذیه جریان مستقیم (DC) : منبعی است که جهت جریان آن ثابت می‌ماند و تغییر نمی‌کند. مثل باتری و نیروگاه‌های خورشیدی.

۲) منبع تغذیه جریان متناوب (AC) : منبعی است که جهت جریان آن تغییر می‌کند و دارای فرکانس است. مثل نیروگاه‌های برق.

**ب) سیم رابط:** باعث ارتباط بین منبع تغذیه و بار الکتریکی (مصرف کننده) می‌شود، انرژی الکتریکی انتقال می‌یابد.

✓ بارهای خازنی و سلفی، انرژی الکتریکی را در خود ذخیره می‌کنند.

**ج) بار الکتریکی (مصرف کننده):** انرژی الکتریکی را تبدیل یا ذخیره می‌سازد و به انرژی مکانیکی، نور یا حرارتی تبدیل می‌کند. مثل موتور الکتریکی، لامپ و ...

**کلید:** در صورتی که قطع و وصل نیاز باشد، از کلید استفاده می‌کنیم که جزء اجزای اصلی نمی‌باشد.

## آثار جریان الکتریکی

### ۱) تولید گرما به وسیله جریان الکتریکی

✓جریان الکتریکی هنگام عبور از سیم، مقداری گرما تولید می‌کند. به صورتی که با مصرف انرژی در سیم، این انرژی به صورت گرما ظاهر می‌شود.

✓در هادی چون آسان تر جریان عبور می‌کند، مقدار حرارت تولید شده کمتر است.

### ۲) تولید نور به وسیله‌ی جریان الکتریکی

✓ وقتی از هادی ضعیف جریان عبور می‌کند داغ می‌شود و این گرما بصورت نور قرمز یا سفید ظاهر می‌شود که اساس کار لامپ رشته ای می‌باشد.

✓ بسیاری از گازها برای هدایت جریان، یونیزه می‌شوند و تابش‌های نوری تولید می‌کنند. مثل نئون، آرگون و بخار جیوه.

✓گازی مانند بخار جیوه، هنگام حمل جریان الکتریکی یونیزه می‌شود و اشعه ماوراءبنفش از خود متصاعد می‌کند. این اشعه با لایه فسفرسانس برخورد می‌کند و نور تولید می‌کند.

✓لایه‌های فسفرسانس در واقع پودر سفید رنگ چسبیده به جدار داخلی لامپ فلورسنت یا مهتابی می‌باشد.

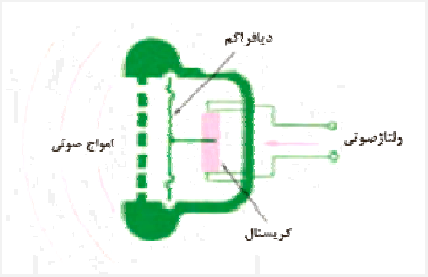
### ۳) تولید مغناطیس به وسیله‌ی جریان الکتریکی

✓هر هادی که جریان الکتریکی از آن بگذرد، مانند یک مغناطیس عمل می‌کند. به این خاصیت، خاصیت مغناطیسی می‌گویند.

✓در اثر عبور جریان از سیم، سیم مانند آهنربا عمل می‌کند و براده را جذب می‌کند.

### ۴) تولید فشار به وسیله جریان الکتریکی

✓ وقتی ولتاژ صوتی به کریستال‌های گوشی داده می‌شود کریستال ارتعاش می‌کند و دیافراگم را می‌لرزاند. در نتیجهٔ این امر، صدا از طریق گوشی شنیده می‌شود.




### ۵) تولید واکنش‌های شیمیایی از طریق جریان الکتریکی

✓برای ایجاد اثرات شیمیایی می‌توان از جریان الکتریکی یا اختلاف پتانسیل الکتریکی استفاده کرد که به این پدیده الکترولیز می‌گویند.

✓یک نمونه از کاربرد الکترولیز، آبکاری برقی می‌باشد.

**طریقه آبکاری برقی:** اگر آب با سولفات مس $(cuso_4)$ همراه باشد، سولفات مس به یون‌های مثبت مس $(cu^{++})$ و یون‌های منفی سولفات $(so^{-2}_4)$ تجزیه می‌شود، به طوری که یون‌های مسی به سمت الکترود منفی می‌روند و الکترون جذب می‌کنند ولی چون مس فلز است به الکترود می‌چسبد و پس از مدتی، الکترود به طور کامل با لایه‌ای از مس پوشیده می‌شود.

## گزینهٔ درست را انتخاب کنید:

۱- کدام‌یک جزء نیروگاه جریان مستقیم نمی‌باشد؟
۱) تریبوالکتریک ۲) ترموالکتریک ۳) حرارتی ۴) پیزوالکتریک

۲- بازده کدام نیروگاه بیش‌تر از ۳۰٪ می‌باشد؟
۱) گازی ۲) آبی ۳) دیزلی ۴) سیکل ترکیبی

۳- بر چسب انرژی کدام اطلاعات را می‌دهد؟
۱) میزان مصرف ۲) راندمان ۳) مدل دستگاه ۴) همه موارد

۴- واحد شدت میدان الکتریکی کدام است؟
۱) $\frac{N}{C}$ ۲) $\frac{C}{N}$ ۳) $\frac{V}{A}$ ۴) گزینه‌های ۱ و ۳

۵- اگر بار الکتریکی را ثابت نگه داریم و فاصله را نصف کنیم، نیرو چند برابر می‌شود؟
۱) ۲ برابر ۲) ۴ برابر ۳) $\frac{۱}{۴}$ برابر ۴) $\frac{۱}{۲}$ برابر

۶- اگر دوبار الکتریکی ۲ کولنی در فاصله ۳ سانتی‌متری از هم قرار بگیرند، نیروی بین آن‌ها چند نیوتن است؟
۱) $۴\times۱۰^{۱۳}$ ۲) $۴۰\times۱۰^{-۱۳}$ ۳) $۴۰\times۱۰^{+۱۳}$ ۴) $۰/۴\times۱۰^{-۱۳}$

۷- باری به اندازه ۱ کولن در مدت ۵ ثانیه چه مقدار جریان دارد؟
۱) ۲A ۲) ۲۰۰mA ۳) ۲۰۰mA ۴) ۲۰A

۸- در کدام حالت ممکن است به منبع ولتاژ آسیب برسد؟
۱) مدار بسته ۲) اتصال کوتاه ۳) مدار باز ۴) اتصال باز

۹- ۱۰μA معادل کدام است؟
۱) ۱۰A ۲) ۰/۰۱A ۳) ۰/۰۱mA ۴) ۰/۰۱A

۱۰- صفحه گرامافون بر چه اساسی کار می‌کند؟
۱) حرارت ۲) ولتاژ ۳) جریان ۴) فشار

۱۱- کدام یک جزء آثار جریان الکتریکی است؟
۱) فشار ۲) نور ۳) گرما ۴) هر سه

۱۲- آبکاری برقی با کدام یون تجزیه می‌شود؟
۱) آب ۲) سولفات مس ۳) آب و سولفات مس ۴) هیچ کدام

۱۳- کدام یک جزء اصلی مدار نمی‌باشد؟
۱) سیم ۲) مصرف کننده ۳) منبع تغذیه ۴) کلید

۱۴- باتری قلمی جزء کدام دسته از منابع تولید انرژی منبع می‌باشد؟
۱) گازی ۲) AC ۳) DC ۴) حرارتی

## جاهای خالی را با کلمات مناسب پر کنید:

۱۵- در انتقال برق، به وسیله‌ی . . . ولتاژ در مبدا و . . . در مقصد اتلاف انرژی کاهش می‌یابد.

۱۶- حرف . . . کم‌ترین مصرف انرژی و حرف . . . بیش‌ترین راندمان را در بر چسب انرژی دارد.

۱۷- مهم‌ترین نیروگاه DC، نیروگاه . . . است.

۱۸-بر اثر متصل شدن چند . . . ، . . . بوجود می‌آید.
۱۹-در زمستان زمان مصرف اوج انرژی ساعت . . . . تا . . . می‌باشد.
۲۰-هر چه فاصله بین بارها بیش‌تر باشد، نیروی بین آن‌ها . . .
۲۱-نیروی بین دوبار با . . . رابطه مستقیم دارد.
۲۲-هر چه الکترون‌های لایه آخر بیش‌تر باشد، میزان هدایت الکتریکی . . . می‌باشد.
۲۳-جهت خطوط میدان در اطراف بارهای مثبت . . . و در اطراف بارهای منفی . . . می‌باشد.
۲۴-طبق قرارداد، جهت جریان از قطب . . . به طرف قطب . . . می‌باشد.
۲۵-هر ۳۰ میلی آمپر برابر . . . آمپر است.
۲۶-هر $۲۰\times۱۰^{۱۸}$ الکترون، . . . بار الکتریکی دارد.
۲۷- به اثر فشار برای تولید بارهای الکتریکی . . . می‌گویند.
۲۸-دو نمونه وسایل گرمایی، بر اثر جریان الکتریکی . . . . می‌باشد.
۲۹-در اثر عبور جریان . . . ، میدان مغناطیسی تولید می‌شود.
۳۰-لامپ‌ها وسایلی هستند که انرژی . . . را به . . . تبدیل می‌کند.
۳۱-در موتور الکتریکی انرژی . . . به . . . تبدیل می‌شود.
۳۲-منبع جریان DC همان منبع جریان . . . است.
۳۳-. . . جزء عناصر اصلی مدار نمی‌باشد.

## به سوالات زیر پاسخ دهید:

۳۴-وظیفهٔ توربین و ژنراتور چیست؟
۳۵-نیروگاه سیکل ترکیبی چیست؟
۳۶-روش پیزوالکتریک را تعریف کنید.
۳۷-انواع نیروگاه‌های جریان متناوب را نام ببرید؟
۳۸-عملکرد نیروگاه آبی را تشریح کنید؟
۳۹-لایه را تعریف کنید.
۴۰-اختلاف پتانسیل را تعریف کنید.
۴۱-نیمه هادی را تعریف کنید.
۴۲-هسته اتم چیست؟
۴۳-آمپر را تعریف کنید.
۴۴-فیوز را تعریف کنید.
۴۵-جریان الکتریکی چیست؟
۴۶-بار الکتریکی عبوری از مداری به جریان الکتریکی $۳A$ در مدت ۵۰ میلی ثانیه چند کولن است؟
۴۷-جریان ۲۰ میکرو آمپر در چه مدت زمانی در سیم ایجاد می‌شود، به طوری که بار ۵۰ میلی کولن از سیم عبور کند؟
۴۸-گوشی کریستالی چیست؟
۴۹-آبکاری برقی چیست؟
۵۰- لامپ معمولی چگونه کار می‌کند؟

# ۲ مقاومت الکتریکی، کار و توان الکتریکی

## مقاومت الکتریکی

مخالفت اجسام در مقابل عبور جریان را مقاومت الکتریکی گویند .آن را با نماد R نمایش می‌دهند و واحد آن Ω (اهم) می‌باشد.

**مقاومت الکتریکی ویژه(مخصوص):** مقاومت الکتریکی جسمی به طول یک متر با سطح مقطع یک میلیمتر مربع می‌باشد. آن را با ρ نمایش می‌دهند و واحد آن $(\frac{\Omega.mm^2}{m})$ می‌باشد.

**هدایت الکتریکی مخصوص (ویژه):** عکس مقاومت الکتریکی مخصوص را هدایت الکتریکی مخصوص می‌گویند و آن را با κ (کاپا) نمایش می‌دهند و واحد آن $(\frac{m}{\Omega.mm^2})$ می‌باشد.

$$\kappa = \frac{1}{\rho}$$

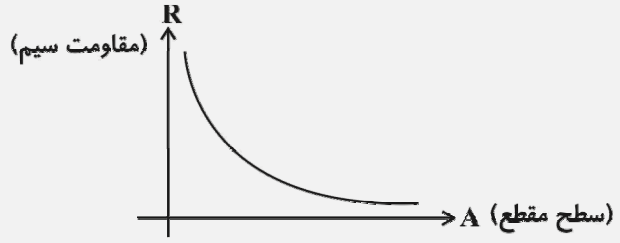
✓ بیش‌ترین مقاومت الکتریکی را جیوه و سرب دارند. نقره و مس دارای کم‌ترین مقاومت می‌باشد.

✓بهترین هدایت الکتریکی را نقره، مس و طلا دارند. بدترین هدایت را جیوه و سرب دارند.

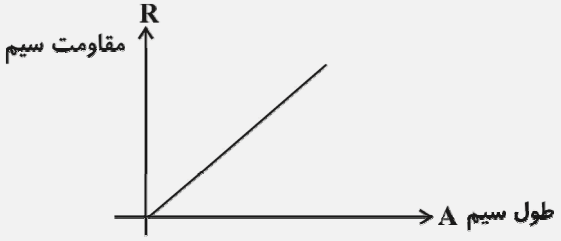
عوامل موثر بر مقاومت الکتریکی:

۱)سطح مقطع هادی ۲)طول هادی ۳)جنس هادی

۱) تاثیر سطح مقطع هادی بر مقاومت الکتریکی: با افزایش سطح مقطع هادی، تعداد الکترون آزاد بیشتر می‌شود تا مقدار جریان الکتریکی عبوری بتواند از آن بیش‌تر عبور کند. به همین خاطر مقاومت کاهش می‌یابد. بنابراین هرچه سطح مقطع بیشتر باشد، مقاومت کم می‌شود.




۲) تاثیر طول هادی بر مقاومت الکتریکی: هر چه طول سیم بیشتر شود، جریان به سختی از سیم عبور می‌کند، چون مقاومت زیاد می‌شود. به همین خاطر طول سیم با مقاومت سیم رابطه مستقیم دارد.



۳) اثر جنس سیم بر مقاومت الکتریکی: هر چه جنس سیم هادی مناسب‌تر باشد، جریان بیشتری از آن عبور می‌کند. هر چه جریان بیشتر باشد، مقاومت آن سیم کمتر می‌باشد. اثر جنس سیم را با $\rho$ نمایش می‌دهند.

فرمول کلی مقاومت از روی ساختمان سیم:

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (\Omega) \quad (m) \quad (mm^2) \quad \left(\frac{\Omega.mm^2}{m}\right)$$

یا

$$R = \frac{L}{\kappa A} \quad (\Omega) \quad (m) \quad (mm^2) \quad \left(\frac{m}{\Omega.mm^2}\right)$$

**مثال:** سیم مسی به طول ۲۲۴ متر با سطح مقطع $8mm^2$ و هدایت الکتریکی مخصوص $\kappa = 56\left(\frac{m}{\Omega.mm^2}\right)$ مفروض است.مقاومت الکتریکی آن چند اهم است؟

**پاسخ:**

$L = 224m$

$A = 8mm^2$

$\kappa = 56\frac{m}{\Omega.mm^2}$

$$R = \frac{L}{\kappa A}$$

$$R = \frac{224}{56 \times 8} = 0/5\Omega$$

**مثال:** اگر سیمی‌به طول ۵۲۵ متر دارای مقاومت اهمی $10\Omega$ باشد و جنس آن دارای هدایت الکتریکی مخصوص $\kappa = 35\frac{m}{\Omega.mm^2}$ باشد، سطح مقطع آن چند $mm^2$ است؟

**پاسخ:**

$L = 525m$

$R = 10\Omega$

$\kappa = 35\frac{m}{\Omega.mm^2}$

$A = ?$

$$R = \frac{L}{\kappa A}$$

$$\Rightarrow \quad A = \frac{525}{35 \times 10} = 1/5mm^2$$

**مثال:** اگر سطح مقطع سیمی را نصف و طول آن را سه برابر کنیم و جنس سیم تغییر نکند، مقاومت الکتریکی آن چند برابر می‌شود؟

**پاسخ:**

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho \frac{3L}{\frac{1}{2}A}}{\rho \frac{L}{A}} = \frac{3}{\frac{1}{2}} = 6$$ برابر