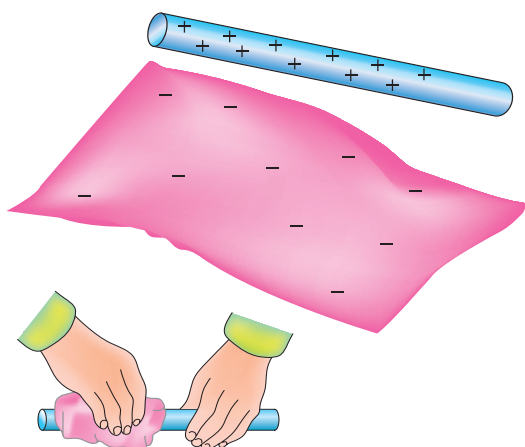


## آشنایی با روش های تولید الکتریسیته

### هدف های رفتاری

در پایان این فصل، از هنرجو انتظار می رود:

- ۱- روش های تولید الکتریسیته را نام ببرد.
- ۲- هر یک از روش های تولید الکتریسیته را شرح دهد.
- ۳- مورد استفاده ی هر یک از روش های تولید الکتریسیته را نام ببرد.



پس از مالش دادن یک میله ی شیشه ای به پارچه ی ابریشمی، آن ها دارای بار الکتریکی می شوند.

شکل ۱-۲- الکتریسیته ی مالشی (تریبو الکتریک)

در فصل اول، در مورد چگونگی خارج کردن الکترون ها از مدارهایشان سخن گفتیم ولی در مورد چگونگی انجام این کار توضیح ندادیم. این کار را به روش های زیر می توان انجام داد.

### ۱-۲- الکتریسیته ی حاصل از اصطکاک (مالش)

هنگامی که پارچه ی ابریشمی را با یک میله ی شیشه ای یا یک میله ی کائوچویی را به پارچه ی پشمی مالش دهیم، بار الکتریکی تولید می شود. به این بارها **الکتریسیته ی ساکن** می گویند. الکتریسیته ی ساکن هنگامی به وجود می آید که جسمی الکترون هایش را به جسم دیگر منتقل کند. بر اثر مالش، انرژی حرارتی بر اتم های سطح خارجی به وجود می آید که موجب آزاد کردن الکترون های والانس می شود. به این **اثر تریبو الکتریک (TRIBOELECTRIC)** نیز می گویند.

## ۲-۲- الکتريسيته‌ي حاصل از فعل و انفعالات شيميائي

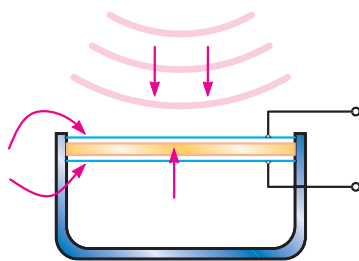
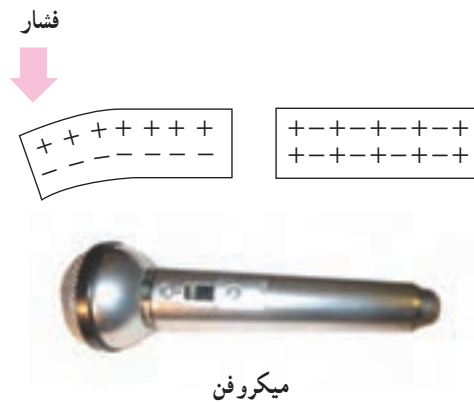
و آن‌ها را خنثي مي‌کنند. در اين حالت، محلول از نظر بارهاي مثبت غني تر است. يون‌هاي مثبت هيدروژن الکترون‌هاي آزاد ميله‌ي مسي را جذب و محلول را دوباره خنثي مي‌کنند ولي در اين حالت، ميله‌ي مسي کمبود الکترون خواهد داشت. در نتيجه، به‌طور مثبت باردار خواهد شد.

مواد شيميائي با فلزات مخصوصي ترکيب مي‌شوند و واکنش‌هاي شيميائي را ايجاد مي‌کنند که باعث انتقال الکترون‌ها و توليد بارهاي الکتريکي مي‌گردد. باتري معمولي از اين راه الکتريسيته توليد مي‌کند. اين پديده بر قوانين الکتروشيمي مبتني است. براي مثال، مي‌توان باتري تر را نام برد. اسيد سولفوریک هنگامي که در يک ظرف شيشه‌اي با آب (به عنوان الکتروليت) مخلوط مي‌شود، به دو ماده‌ي شيميائي - هيدروژن (H) و سولفات ( $SO_4$ ) - تجزيه مي‌گردد. به علت طبيعت ترکيبات شيميائي، اتم‌هاي هيدروژن يون‌هاي مثبت ( $H^+$ ) و اتم‌هاي سولفات يون‌هاي منفي ( $SO_4^{2-}$ ) دارند. تعداد بارهاي مثبت و منفي مساوي اند و در نتيجه، کل محلول از نظر بار الکتريکي خنثي است. پس از آن، هنگامي که ميله‌هاي مسي يا روي را به داخل محلول وارد مي‌کنيم، با محلول ترکيب مي‌شوند.

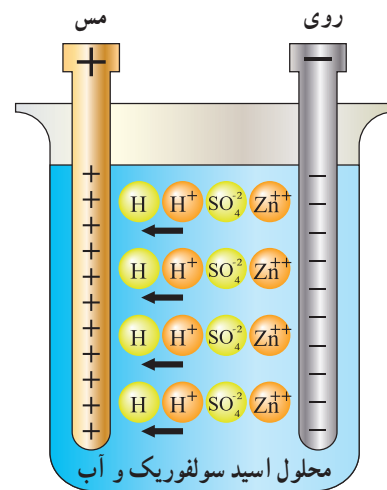
## ۲-۳- الکتريسيته‌ي حاصل از فشار مکانیکی

هنگامي که به بعضي اجسام فشار وارد مي‌کنيم، الکترون‌هاي آن‌ها در جهت نيرو از مدار خارج مي‌شوند. در نتيجه، الکترون‌ها يک طرف جسم را ترک مي‌کنند و در طرف ديگر آن جمع مي‌شوند. بنابر اين، در دو جهت مخالف جسم بارهاي مثبت و منفي به وجود مي‌آيند.

به اثر فشار براي توليد بارهاي الکتريکي، **اثر پيزوالکتريک<sup>۱</sup>** مي‌گویند. پيزو يک کلمه‌ي يوناني به معنای فشار است. اين اثر بيش‌تر در مورد کريستال‌ها و بعضي سراميک‌هاي مخصوص خود را نشان مي‌دهد. کريستال‌هاي پيزوالکتريک در بعضي ميکروفون‌ها مورد استفاده قرار مي‌گيرند.



شکل ۲-۳- اثر پيزوالکتريک



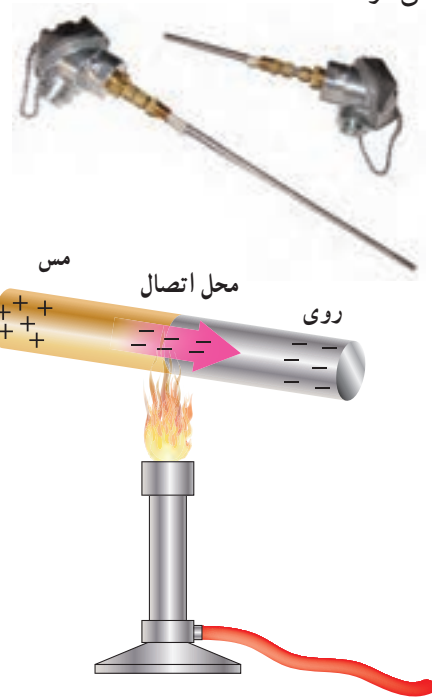
شکل ۲-۲- ساختمان يک نوع باتري تر

فلز روي با يون‌هاي سولفات ترکيب مي‌شود. چون اين اتم‌ها منفي اند، يون‌هاي مثبت ( $Zn^{++}$ ) از ميله‌ي فلزي روي خارج مي‌شوند. در اثر خارج شدن يون‌هاي مثبت از ميله‌ي روي، ميله داراي الکترون‌هاي اضافي مي‌شود. پس به‌طور منفي باردار مي‌گردد. يون‌هاي روي با يون‌هاي سولفات ترکيب مي‌شوند

## ۲-۴- تولید الکتریسیته به وسیله‌ی حرارت

همان‌طور که در فصل قبل گفته شد، بعضی از اجسام الکترون از دست می‌دهند و بعضی دیگر الکترون جذب می‌کنند. در نتیجه بین دو جسم غیرمشابه هنگام اتصال، انتقال الکترون صورت می‌گیرد. فلزات فعال در درجه حرارت معمولی اتاق نیز می‌توانند الکترون آزاد کنند.

بارهایی که در درجه‌ی حرارت اتاق تولید می‌شوند، کم هستند؛ ولی اگر محل اتصال دو فلز (مثلاً روی و مس) را حرارت دهیم، انرژی بیش‌تری تولید می‌شود و الکترون‌های بیش‌تری آزاد می‌گردند. به روش تولید الکتریسیته به وسیله‌ی حرارت **ترموالکترونیک** گفته می‌شود. هرچه حرارت داده شده بیش‌تر باشد، بار بیش‌تری تولید می‌شود. هنگامی که حرارت قطع شود، فلزها سرد می‌شوند و بارها از بین می‌روند. به اتصال این دو فلز **ترموکوپل** می‌گویند. هنگامی که چندین ترموکوپل به یک‌دیگر متصل شوند، یک **ترموپیل** (باتری حرارتی) به وجود می‌آید. از ترموکوپل برای اندازه‌گیری درجه‌ی حرارت در کوره‌ها استفاده می‌شود.

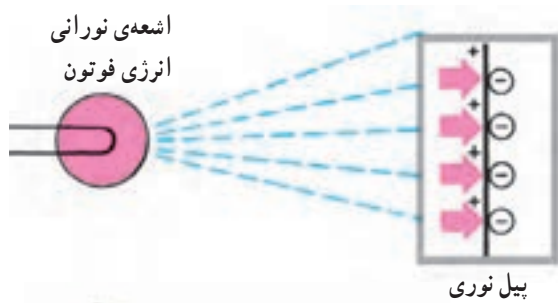


حرارت باعث انتقال الکترون از مس به روی می‌شود.

شکل ۲-۴- ترموالکترونیک (الکتریسیته‌ی حرارتی) و یک نمونه واقعی آن

## ۲-۵- الکتریسیته‌ی حاصل از نور

نور نوعی انرژی است که از ذرات حامل انرژی به نام فوتون به وجود می‌آید. هنگامی که فوتون‌های یک شعاع نوری با جسمی برخورد می‌کنند، انرژی خود را از دست می‌دهند. در بعضی اجسام، انرژی فوتون‌ها باعث آزادی الکترون‌ها می‌شود. انرژی نورانی تابیده شده به یکی از دو صفحه‌ی متصل به هم، باعث تخلیه‌ی الکترون از یکی به دیگری می‌شود. در نتیجه، مانند باتری در دو صفحه بارهای مخالف ایجاد می‌شود (شکل ۲-۵) که به آن اثر فوتوولتیک<sup>۱</sup> می‌گویند.

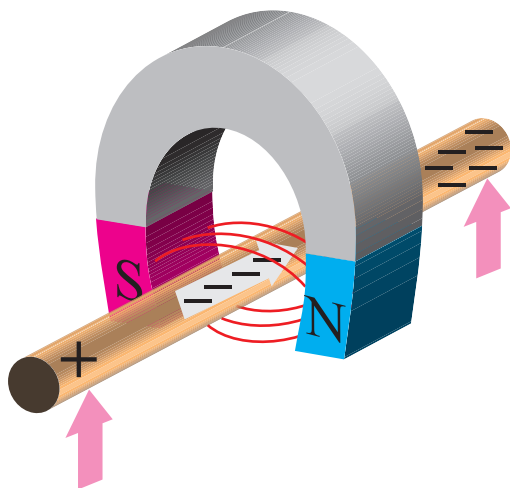


شکل ۲-۵- سلول‌های خورشیدی که براساس اثر فوتوولتیک کار می‌کنند.

<sup>۱</sup> - Photo Voltaic

## ۶-۲- الکتريسيته‌ی حاصل از مغناطيس

از نیروی میدان مغناطیسی برای حرکت الکترون‌ها می‌توان استفاده کرد. هنگامی که یک هادی خوب مانند مس را در داخل میدان مغناطیسی یک آهنربا حرکت دهیم میدان مغناطیسی آن قدر انرژی دارد که اتم‌های مس، الکترون‌های والانسشان را آزاد کنند و در سیم در یک جهت به حرکت درآیند. به الکتريسيته‌ای که توسط نیروی میدان مغناطیسی حاصل شده است **الکتريسيته‌ی مغناطیسی** گفته می‌شود. اساس تولید الکتريسيته در ژنراتورهای الکتریکی این روش است.



شکل ۶-۲- الکتريسيته‌ی ناشی از مغناطيس



### پرسش

- ۱- چه عاملی باعث خارج شدن الکترون‌ها از مدارهایشان می‌شود؟
- ۲- اثر وارد شدن فشار به کریستال برخی میکروفون‌ها چیست؟
- ۳- اثر تریبولکتریک چیست؟
- ۴- در ترموالکتریک، به محل اتصال دو فلز ..... حرارت داده می‌شود.
- ۵- تفاوت بین ترموکوپل و ترموپیل چیست؟
- ۶- الکتريسيته‌ی حاصل از مغناطيس را بیان کنید.
- ۷- ژنراتور الکتریکی براساس ..... کار می‌کند.

## الکتريسيته ي جاري

### هدف‌های رفتاری

در پایان این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود:

- ۱- چگونگی حرکت الکترون‌ها و مفهوم سرعت حرکت الکترون‌ها را بیان کند.
- ۲- مفهوم جریان الکتریکی و تفاوت میان سرعت الکترون‌ها و سرعت انتقال اثر را شرح دهد.
- ۳- واحد کمیتهای جریان و ولتاژ را تعریف کند و محاسبات لازم را انجام دهد.
- ۴- مدار باز و مدار بسته را تشریح کند.

### ۳-۱- الکترون آزاد

اغلب الکترون‌های والانس به طور مداوم ولی بدون ترتیب، مدارهایشان را عوض می‌کنند و سرگردان و بی‌مقصدند؛ یعنی، هیچ یک از الکترون‌های والانس مختص یک اتم نیستند بلکه همه‌ی اتم‌ها الکترون‌های والانشان را به اشتراک می‌گذارند و بدین ترتیب به یک دیگر متصل می‌شوند. این گونه پیوند، **پیوند فلزی** نام دارد و الکترون‌های سرگردان و بی‌مقصد الکترون آزاد نامیده می‌شوند. بنابراین، الکترون‌های آزاد در یک سیم مسی به طور اتفاقی مدارهای خود را تغییر می‌دهند و این عمل مداوم است. بدین ترتیب، هر اتم همیشه الکترونی دارد که در حال جابه‌جا شدن است در نتیجه، هیچ بار الکتریکی‌ای حاصل نمی‌شود ولی هادی مقدار زیادی الکترون آزاد دارد.



الکترون آزاد

شکل ۳-۱- حرکت تصادفی الکترون‌های آزاد

### ۳-۲- حرکت الکترون

برای این که جریان الکتریکی تولید شود، همه‌ی الکترون‌های آزاد در سیم مسی باید در یک جهت حرکت کنند. این عمل را می‌توان با قرار دادن بارهای الکتریکی در ابتدا و انتهای سیم مسی انجام داد. بدین ترتیب که یک بار منفی در یک سر، و بار مثبت در سر دیگر قرار گیرد.

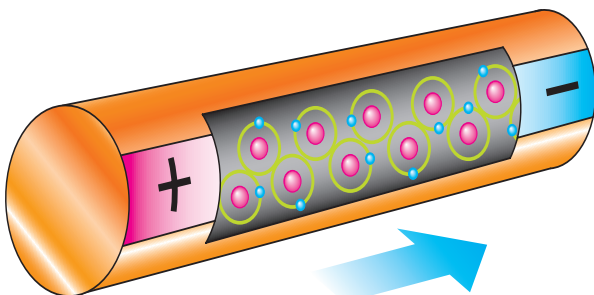
در شکل ۳-۲ الکترون‌های آزاد به وسیله‌ی بارهای منفی دفع و به وسیله بارهای مثبت جذب شده‌اند و در نتیجه، مدارهای آن‌ها عوض شده و به طرف بارهای مثبت جذب شده‌اند. بار الکتریکی الکترون‌ها منفی است؛ پس به وسیله‌ی بارهای منفی اعمالی دفع و به وسیله‌ی بارهای مثبت اعمالی جذب می‌شوند. به همین علت نمی‌توانند به مداری تغییر مکان دهند که باعث حرکت آن‌ها در خلاف جهت نیروی بارهای الکتریکی شود. در عوض، مدارهایشان را چنان تغییر می‌دهند که حرکتشان در جهت بار مثبت باشد. بدین لحاظ، جریان الکتریکی در جهت بار منفی به طرف بار مثبت برقرار می‌شود.

کیلومتر در ثانیه حرکت می‌کند و این مسافت را در کسری از ثانیه طی می‌کند.

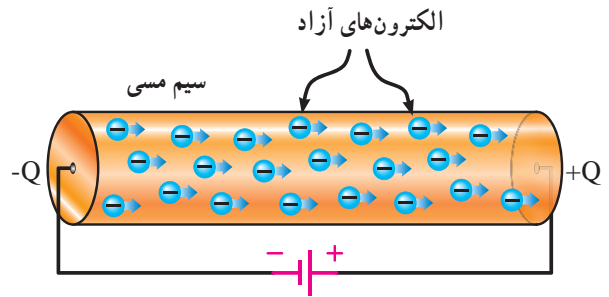
### ۳-۵- ضربان‌های الکترونی

جریان الکتریکی در واقع ضربان انرژی الکتریکی‌ای است که یک الکترون هنگام تغییر مدارش به الکترون دیگری انتقال می‌دهد. چون اتم‌ها خیلی به هم نزدیک‌اند و مدارهایشان روی هم قرار می‌گیرد؛ بنابراین، الکترونی که آزاد می‌شود، برای ورود به مدار تازه لازم نیست مسافت زیادی را طی کند. الکترون درست در لحظه‌ای که به مدار تازه وارد می‌شود بار منفی‌اش بر بار منفی الکترونی که در آن مدار وجود دارد اثر می‌گذارد و انرژی خود را به الکترون بعدی منتقل می‌کند تا آن را آزاد سازد. این عمل در آنی صورت می‌گیرد و همه‌ی الکترون‌ها نیز عیناً همین عمل را انجام می‌دهند. بدین ترتیب، با این که الکترون به آرامی حرکت می‌کند، ضربان انرژی الکتریکی که در اتم‌ها انتقال می‌یابد سرعت زیادی دارد که برابر  $299340$  کیلومتر در ثانیه است. به این الکترون‌های آزاد **حامل‌های جریان** می‌گویند.

ضربان انرژی الکتریکی در الکترون‌ها بسیار شبیه به انتقال ضربه در یک ردیف طولانی از گلوله‌های فلزی است. در شکل ۳-۵ هنگامی که در یک سر ردیف گلوله‌ها، ضربه‌ای به یک گلوله وارد شود، این نیروی ضربه‌ای به هر یک از گلوله‌ها انتقال می‌یابد تا این که گلوله‌ی آخر آزاد گردد. این عمل چنان به سرعت انجام می‌گیرد که تقریباً در همان لحظه‌ای که به گلوله‌ی اول ضربه زده می‌شود، گلوله‌ی آخر رها می‌شود.



شکل ۳-۴- ضربان‌های الکترونی



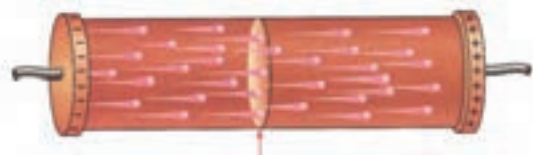
انرژی داده شده به مدار

شکل ۳-۲- حرکت الکترون‌ها

### ۳-۳- جریان الکتریکی

برای این که بتوانیم از انرژی الکتریکی برای انجام کار استفاده کنیم، الکتریسیته باید جاری باشد. این عمل وقتی صورت می‌گیرد که الکترون‌های آزاد در جهت معینی به حرکت درآیند و جریان الکتریکی تولید گردد.

هنگامی که تعداد زیادی الکترون‌های آزاد در یک سیم در یک جهت حرکت کنند، می‌گوییم جریان الکتریکی از سیم عبور می‌کند.



سطح فرضی سیم

شکل ۳-۳- جریان الکتریکی

### ۳-۴- عبور جریان

گاهی اوقات برای سادگی حرکت الکترون‌های آزاد را جریان الکتریکی می‌نامیم ولی صحیح‌تر این است که حرکت الکترون‌های آزاد را علت جریان الکتریکی بدانیم این موضوع با مقایسه سرعت یک الکترون با سرعت جریان روشن می‌شود.

الکترون آزادی که تحت تأثیر بارهای الکترواستاتیک به حرکت درمی‌آید، باید با نیروهای مداری اتمی مخالفت کند. در نتیجه، سرعت آن بسیار کم می‌شود و به حدود چند سانتی‌متر در ثانیه می‌رسد. اگر قرار بود که الکترون‌های آزاد در سیمی به طول  $30$  کیلومتر حرکت کنند، بیش از  $30$  روز طول می‌کشید اما می‌دانیم که جریان الکتریکی با سرعت نور یعنی  $300000$

نیروی ضربه زنده



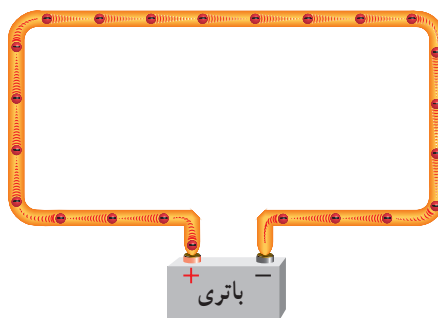
شکل ۳-۵ انتقال ضربه در گلوله‌های فلزی

### ۳-۶ شدت جریان الکتریکی

هنگامی که الکترون‌ها در جهت معینی حرکت کنند، جریان الکتریکی از مدار عبور می‌کند. بنابراین، اثر الکترون‌ها با یک‌دیگر جمع می‌شود و انرژی آزاد شده می‌تواند کار انجام دهد. هرچه تعداد الکترون‌های آزادی که در یک جهت حرکت می‌کنند بیشتر باشد، شدت جریان بیشتر است و مقدار انرژی بیشتری برای انجام دادن کار خواهیم داشت.

### ۳-۷ مدار کامل (بسته)

برای این که جریان الکتریکی برقرار شود، الکترون‌های آزاد باید به طور مداوم در جریان باشند، بدین لحاظ باید از منابع ولتاژ برای دادن بارهای مخالف به دو سر سیم استفاده شود. در این صورت، الکترون‌ها در قطب منفی سیم دفع شده و در طرف قطب مثبت به داخل منبع جذب می‌شوند. به ازای هر الکترونی که جذب منبع می‌شود، الکترون دیگری توسط طرف منفی منبع به سیم وارد می‌شود. در نتیجه، تا هنگامی که منبع ولتاژ تولید بار می‌کند، عبور جریان در سیم ادامه می‌یابد. چنین فرایندی یک مدار کامل (بسته) را تشکیل می‌دهد.



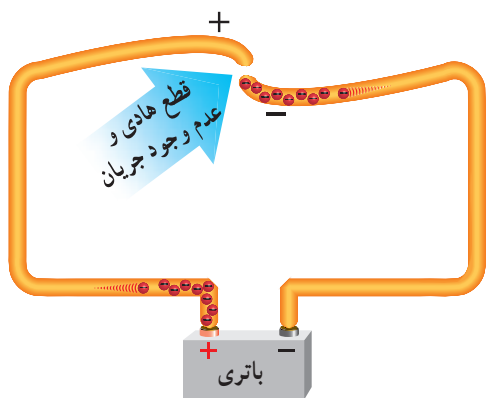
شکل ۳-۶ مدار کامل (بسته)

قرارداد: قبل از کشف حرکت الکترون‌ها (که منشأ جریان الکتریکی است) چنین تصور می‌شد که جریان از پتانسیل بیشتر تر

(مثبت) به طرف پتانسیل کم تر (منفی) برقرار می‌شود. پس، جهت جریان انرژی الکتریکی را نیز از قطب مثبت به طرف قطب منفی در نظر می‌گرفتند. اکنون ما با این که می‌دانیم حرکت الکترون‌ها از قطب منفی به طرف قطب مثبت است اما طبق همان قرارداد قدیمی در خارج از منبع، جهت جریان را از قطب مثبت به طرف قطب منفی در نظر می‌گیریم.

### ۳-۸ مدار باز

طبق شکل ۳-۷ اگر در یک مدار بسته سیم قطع شود، الکترون‌ها در انتهایی از سیم که به قطب منفی باتری متصل است، جمع می‌شوند و الکترون‌های آزاد انتهایی دیگر سیم به قطب مثبت جذب می‌گردند؛ بنابراین، بین دو سر قطع شدگی اختلاف بار به وجود می‌آید که با اختلاف بار الکتریکی منبع برابر است. در نتیجه، جریانی از مدار عبور نمی‌کند. به چنین مداری، **مدار باز** می‌گویند.



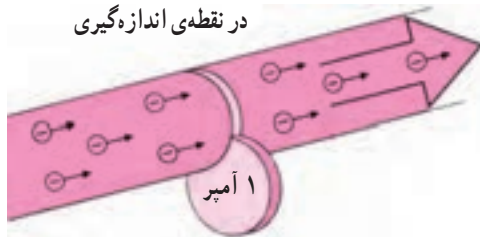
شکل ۳-۷ مدار باز

### ۳-۹ حالت اتصال کوتاه

هنگامی که یک سیم هادی مستقیماً به دو ترمینال یک باتری یا ژنراتور متصل می‌شود، مدار **اتصال کوتاه** ایجاد می‌گردد و جریانی بیش تر از آنچه باتری یا ژنراتور می‌تواند تغذیه کند، از سیم می‌گذرد. ممکن است باتری یا ژنراتور بسوزد و سیم خیلی داغ شود. به همین دلیل، از فیوزهای محافظ استفاده می‌کنند. هنگامی که جریان زیادی از سیم عبور کند، این فیوزها

عمل کرده و مدار باز می‌شود. از سیم در دستگاه‌های الکتریکی برای جاری شدن جریان استفاده می‌شود تا این دستگاه‌ها را به کار اندازد. برای مثال، یک رشته سیم جریان را حمل می‌کند تا فیلامان لامپ گرم شود و نور به وجود آید یا انرژی الکتریکی لازم برای به راه افتادن موتور تأمین شود، زنگی به صدا درآید یا اتو گرم شود.

شکل ۸-۳ کاربردهای مختلف الکتریسیته‌ی جاری را نمایش می‌دهد.



$$1 \text{ آمپر} = \frac{\text{یک کولن}}{\text{یک ثانیه}} = \frac{6/28 \cdot 10^{18}}{1} = 6/28 \cdot 10^{18} e$$

شکل ۹-۳- تعریف آمپر

مثال ۱: اگر  $12/56 \cdot 10^{18}$  الکترون در مدت ۲ ثانیه در جهت مشخص از سیمی بگذرد، شدت جریان عبوری از سیم چه قدر است؟

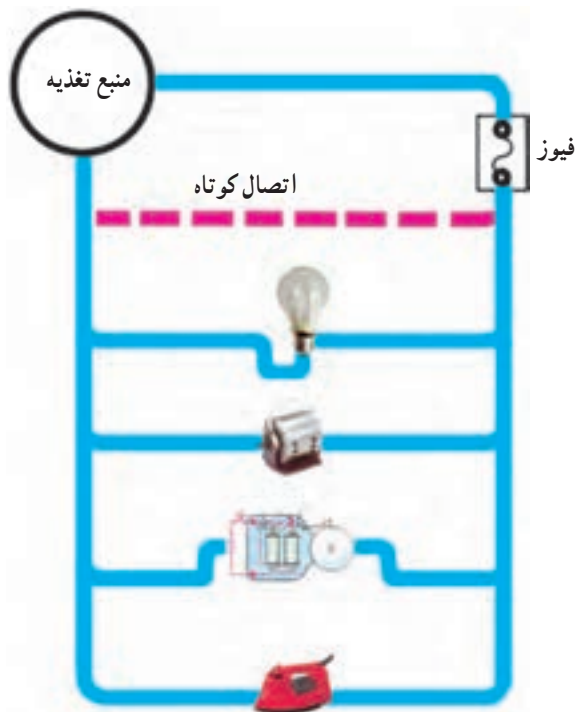
$$q = \frac{12/56 \cdot 10^{18}}{6/28 \cdot 10^{18}} = 2 \text{ کولن}$$

$$I = \frac{q}{t} = \frac{2}{2} = 1A$$

### ۱۱-۳- اجزا و اضعاف واحدهای اصلی الکتریکی

در مباحث الکتریکی اغلب؛ مقدار عددی کمیت‌های مختلف به همراه واحد آن‌ها بیان می‌شود. در برخی موارد ممکن است واحد مربوطه با ضریبی کوچک‌تر (اجزا) و یا بزرگ‌تر (اضعاف) از واحد اصلی بیان شود. برای تبدیل هر کمیت به واحد اصلی لازم است تا از مقادیر عددی نمایش داده شده در جدول ۱-۳ استفاده کرد.

شکل ۸-۳ کاربردهای مختلف الکتریسیته‌ی جاری را نمایش می‌دهد.



شکل ۸-۳- کاربردهای الکتریسیته‌ی جاری

### ۱۰-۳- واحد اندازه‌گیری شدت جریان (آمپر)

تعداد الکترون‌هایی که از یک نقطه‌ی مدار می‌گذرند، مقدار جریان عبوری از مدار را تعیین می‌کنند. اگر از یک نقطه‌ی سیم در یک ثانیه  $6/28 \cdot 10^{18}$  الکترون در جهت مشخص بگذرد، می‌گوییم شدت جریان عبوری ۱ آمپر است. بنابراین تعریف رابطه‌ی شدت جریان را می‌توان به صورت

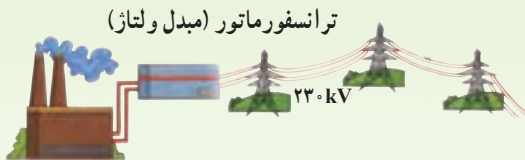


جدول ۳-۱- اجزا و اضعاف واحدهای اصلی

مقدار ضریب	شکل نمایی ضریب	نام ضریب	حرف اختصاری
۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	$10^{12}$	ترا	T
۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	$10^9$	گیگا	G
۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰	$10^6$	مگا	M
۱۰۰۰	$10^3$	کیلو	k
۱۰۰	$10^2$	هکتو	h
۱۰	$10^1$	دکا	da
۱	$10^0$	واحد اصلی	
۰/۱	$10^{-1}$	دسی	d
۰/۰۱	$10^{-2}$	ساتی	c
۰/۰۰۱	$10^{-3}$	میلی	m
۰/۰۰۰۰۰۱	$10^{-6}$	میکرو	.
۰/۰۰۰۰۰۰۰۱	$10^{-9}$	نانو	n
۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱	$10^{-12}$	پیکو	p

$$R = 2/2 \cdot 10^3 = 2200$$

مثال ۴: ولتاژ نشان داده شده در بین دو سیم شکل (۳-۱۲) معادل چند میلی ولت است؟



شکل ۳-۱۲

$$V = 220 \cdot 10^3 = 220000 \text{ V}$$

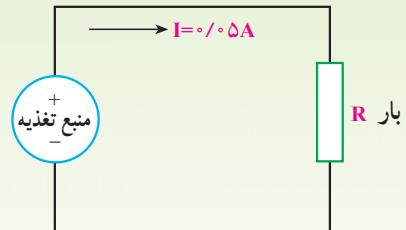
$$V = 220000 \cdot 10^{-3} = 220000 \cdot 10^{-3}$$

$$= 220 \cdot 10^4 \cdot 10^{-3} = 220 \cdot 10^1$$

$$V = 2200000 \text{ mV}$$

مثال ۲: شدت جریان عبوری از مدار شکل (۳-۱۰) معادل

چند میلی آمپر است؟



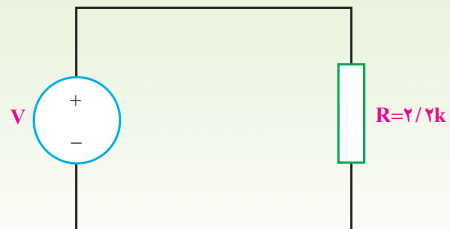
شکل ۳-۱۰

$$I = 0.05 \cdot 10^3 = 5 \cdot 10^{-2} \cdot 10^3$$

$$I = 50 \text{ mA}$$

مثال ۳: مقاومت R در مدار شکل (۳-۱۱) معادل چند

اهم است؟



شکل ۳-۱۱



- ۱- جریان الکتریکی را تعریف کنید.
- ۲- پیوند فلزی چیست؟
- ۳- آیا مدار الکترون‌های اتم‌های مختلف در یک سیم با یک‌دیگر تداخل می‌کنند؟
- ۴- جریان الکترون‌ها چیست و چرا با سرعت الکترون تفاوت دارد؟
- ۵- چگونه فیوز از عبور جریان زیاد در مدار جلوگیری می‌کند؟
- ۶- آیا الکترون‌ها تحت تأثیر یک ولتاژ، با سرعت نور از اتمی به اتم دیگر می‌روند؟