



## بخش اول

### مبانی الکتریسیته

هدف کلی :

شناخت الکتریسیته‌ی ساکن و جاری و قوانین حاکم بر آن‌ها و انواع مقاومت و مدارهای مقاومتی

واحد	شماره‌ی	کار	توانایی	عنوان توانایی	زمان آزمایش	نظری	عملی	جمع
۱	۱۱			توانایی شناخت اصول و مبانی الکتریسیته	۵	۱	۴	
۳۷	۱۱			توانایی به کارگیری ضوابط ایمنی و بهداشت در محیط کار	۱۴	۱۰	۴	
۲	۱۱			توانایی شناخت قطعات الکتریکی و کار با آن‌ها	۳۵	۱۸	۱۷	
۳	۱۱			توانایی تجزیه و تحلیل و بستن مدارهای سری و موازی	۱۶	۸	۸	
۴	۱۱			توانایی شناخت قوانین تونن و نورتن و به کارگیری آن‌ها در مدارها	۸	۴	۴	

# فصل اول

## آشنایی با اصول و مبانی الکتریسیته

**هدف کلی:** آشنایی با اصول الکتریسیته ساکن و جاری و قوانین حاکم بر آنها

هدف های رفتاری: پس از پایان این فصل از فراغیرنده انتظار می رود که:



### هدف های رفتاری در حیطه عاطفی:

- ۱- الکتریسیته ساکن را شرح دهد.
- ۲- ساختمان اتم را شرح دهد.
- ۳- تقسیم بندی اجسام از نظر هدایت الکتریکی را شرح دهد. را رعایت کند.
- ۴- نحوه پخش بار الکتریکی را بر روی یک جسم شرح دهد.
- ۵- شدت جریان الکتریکی را شرح دهد.
- ۶- مفهوم اختلاف پتانسیل الکتریکی را بیان کند.
- ۷- مفهوم مقاومت الکتریکی را شرح دهد.
- ۸- قانون کولن را با ذکر رابطه آن شرح دهد.
- ۹- چگونگی تبدیل واحد های الکتریکی به یکدیگر را با حل چند مثال اجرا کند.
- ۱۰- واحد کمیت های جریان، ولتاژ و مقاومت را تعریف کند.
- ۱۱- شکل های مختلف قانون اهم را بیان کند.
- ۱۲- مسئله های مختلف را با استفاده از قانون اهم، حل کند.
- ۱۳- توان الکتریکی را تعریف کند.
- ۱۴- روابط مربوط به توان الکتریکی را بنویسد.
- ۱۵- انرژی الکتریکی را شرح دهد.
- ۱۶- رابطه انرژی الکتریکی را با ذکر واحد های آن بیان کند.
- ۱۷- مدار الکتریکی را با استفاده از لامپ و باتری بیندد.

ساعت			توانایی
جمع	عملی	نظری	
۵	۱	۴	توانایی شماره ۱
۱۴	۱۰	۴	توانایی شماره ۳۷

بیش آزمون فصل ((1))






این جریان معادل چند میلی آمپر است؟

- الف) ۵- کدامیک از روابط زیر بیان کننده قانون اهم است؟

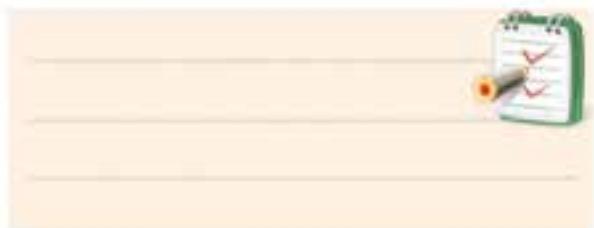
۱۱)  $I = \frac{V}{R}$       الف)  $V = R \times I$

۱۲) توان الکتریکی را تعریف کنید و روابط آن را بنویسید.

۱- در ساختمان اتم کدام ذره یاردار نیست؟

- |                                     |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| ب) پروتون                           | الف) نوترون     |
| د) الف و ب                          | ج) الکترون      |
| ۲- واحد انرژی..... و واحد توان..... |                 |
| ب) وات-ژو                           | الف) ژول-وات    |
| د) وات-وان                          | ج) کیلو ولت-وات |

۳- ساختمان اتم از چند قسمت تشکیل شده است؟  
نمای سر بند.



۴- کدامیک از جملات زیر صحیح نیست؟

- الف) ملکول خواص ماده را دارد.  
ب) الکترون حامل بار منفی است.

ج) عدد اتمی ماده، تعداد پروتون های آن است.

د) بار مثبت پروتون ها بیش تر از بار منفی الکترون ها

۵- به اجسامی که الکترون آزاد زیادی دارند و به راحتی جریان برق را عبور می دهند ..... می گویند.

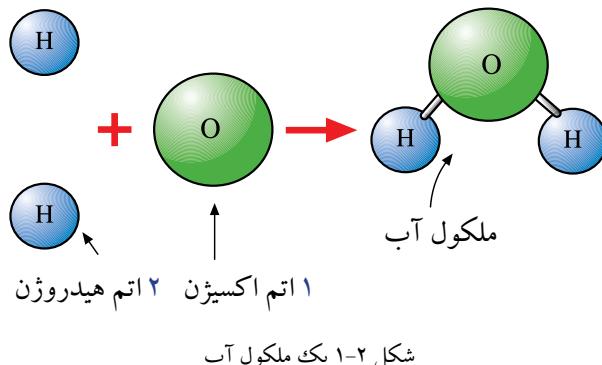
- الف) عایق هادی ج) نیمه هادی ب) باردار شدن اجسام از کدام روش ممکن است؟

الف) اصطکاک ب) تماس ب) تمام موارد د) القاء

## ۱-۱ آشنایی با اصول الکتریسیته ساکن

کوچکتری تشکیل شده است.

شکل ۱-۲ یک ملکول آب را نشان می دهد. این ملکول ترکیبی از دو اتم هیدروژن و یک اتم اکسیژن است.



### ۱-۲ ساختمان اتم

ساختمان اتم از دو قسمت تشکیل شده است.

الف) هسته

ب) پوسته یا مدارهای الکترونی (اوربیتال)

**الف- هسته:** در هسته اتم دو نوع ذره وجود دارد. پروتون که حامل بار مثبت است و نوترون که از نظر الکتریکی خنثی است، یعنی بار الکتریکی ندارد، شکل ۱-۳.



شکل ۱-۳ ذرات پروتون و نوترون در اتم

**ب- اوربیتال (پوسته):** در اطراف هسته ای اتم لایه های بیضوی شکل قرار دارند. این لایه ها اوربیتال نامیده می شوند. ذرات بسیار ریزی به نام الکترون در اوربیتالها دوران می کنند. الکترون حامل بار منفی است و جرم بسیار کمی دارد. نحوه قرارگرفتن الکترون ها روی مدارها و پروتون ها و نوترون ها در

الکتریسیته پدیده ای است که دیده نمی شود، ولی قادر است پدیده های فیزیکی بسیاری مانند حرارت، روشناختی، حرکت و مغناطیس را به وجود آورد.

یونانی ها حدود دو هزار سال پیش کشف کردند که بر اثر مالش ماده ای به نام کهربا به جسمی دیگر، نیرویی در کهربا به وجود می آید که می تواند اجسامی مانند برگ خشک و براده های چوب را جذب کند. یونانی ها این گونه اجسام را که مانند کهربا عمل می کنند «الکتریک» نامیدند. کلمه الکتریسیته نیز از کهربا گرفته شده است.

وقتی موهای خود را شانه می زنید، شانه نیز دارای همین نیروی مرموز می شود و می تواند مانند میله کهربا عمل کند و ذرات کاغذ را جذب کند، شکل ۱-۱.

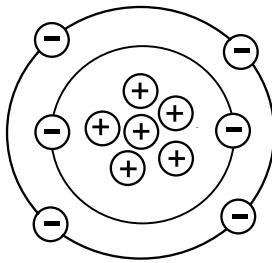


شکل ۱-۱ یکی از روش های تولید الکتریسیته

### ۱-۱ ساختمان ماده

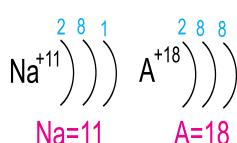
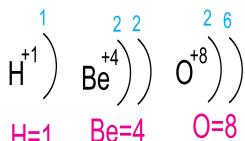
هوایی که تنفس می کنیم، یک قطره آب، یک قطعه فلز و هر آن چه در طبیعت وجود دارد برخلاف تفاوت های ظاهری بسیاری که دارند همه از ذرات بسیار ریزی تشکیل می شوند. این ذرات را ملکول می نامند. ملکول خواص ماده را دارد. ملکول ها، از ذرات ریزتری به نام اتم ساخته می شوند. اتم قابل تقسیم به ذره کوچک تری نیست ولی از قسمت های

هسته، در شکل ۱-۴ نشان داده شده است.



شکل ۱-۶ عدد اتمی کربن برابر ۶ است

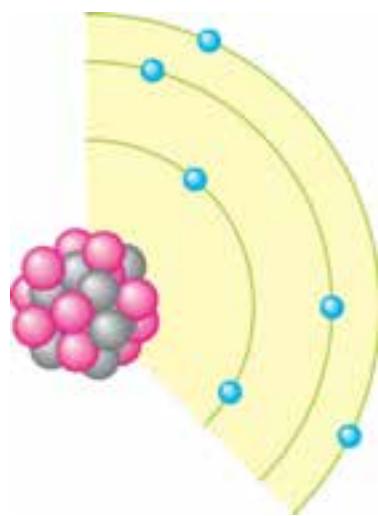
حداکثر تعداد الکترون‌های موجود در هر لایه نیز ثابت است. اولین لایه تا ۲، دومین تا ۸، سومین تا ۱۸ و چهارمین تا ۳۲ الکtron را در خود جای می‌دهد. وقتی تعداد الکترون‌های یک لایه افزایش می‌یابد، آن لایه پس از پر کردن اوربیتال‌های خود الکترون‌های اضافی را به لایه بعدی می‌فرستد، شکل ۱-۷.



شکل ۱-۷ تعداد الکترون‌ها روی هر مدار

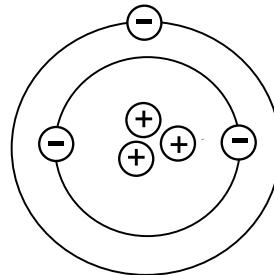
همان طور که گفته شد اتم از نظر بار الکتریکی خنثی است یعنی در یک اتم تعداد بارهای الکتریکی مثبت (پروتون‌ها) و تعداد بارهای الکتریکی منفی (الکترون‌ها) با هم برابر است. حال اگر یک اتم به علت اعمال انرژی به آن، الکترون از دست بدهد تعداد الکترون‌ها کم می‌شود. به عبارت دیگر بار منفی اتم کاهش می‌یابد. کاهش بار منفی اتم به معنی این است که اتم دارای بار مثبت شده است.

بر عکس اگر اتم الکترون دریافت کند، تعداد الکترون‌های (بار منفی) آن زیاد می‌شود و اتم را از نظر بار الکتریکی،



شکل ۱-۴ نحوه قرار گرفتن الکترون‌ها روی مدارها

ذراتی که به آنها اشاره شد بنای اصلی مواد را تشکیل می‌دهند. در هر اتم بار مثبت پروتون‌ها از نظر مقدار، با بار منفی الکترون‌ها برابر است. در اتم لیتیوم ۳ پروتون و ۳ الکترون وجود دارد، شکل ۱-۵.

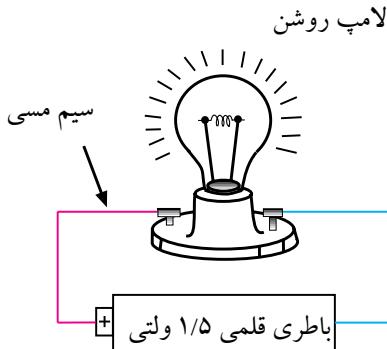


شکل ۱-۵ اتم لیتیوم دارای سه الکترون و سه پروتون است.

در حالت عادی یک اتم از نظر بار الکتریکی خنثی است زیرا تعداد پروتون‌ها با تعداد الکترون‌ها برابر است، تعداد پروتون‌های موجود در هسته اتم هر ماده، مشخص کننده عدد اتمی آن ماده است. عدد اتمی کربن ۶ است. زیرا ۶ پروتون و ۶ الکترون دارد، شکل ۱-۶.

وزن کل هسته که شامل وزن پروتون‌ها و نوترون‌ها است را **وزن اتمی** می‌گویند.

منفی می کند، شکل ۱-۸.

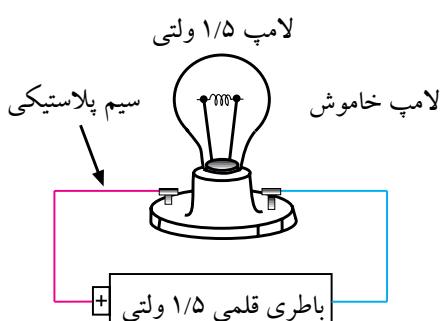


شکل ۱-۱۰ سیم مسی به راحتی جریان برق را از خود عبور می دهد لذا هادی خوبی است.

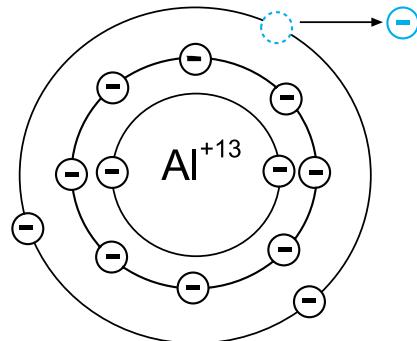
به طور کلی اجسامی که الکترون آزاد زیادی دارند به راحتی جریان برق را از خود عبور می دهند. فلزات یک تا سه ظرفیتی که الکترون آزاد زیادی دارند، هادی های بسیار خوبی به شمار می آیند.

### ۱-۳-۲ عایق ها

در مقابل هادی ها اجسامی وجود دارند که جریان برق را به راحتی از خود عبور نمی دهند، به این گونه اجسام **عایق** می گویند. شیشه، هوا، کائوچو و بعضی از انواع پلاستیک ها عایق هستند. در حقیقت تمامی اجسامی که الکترون آزاد بسیار کمی دارند عایق محسوب می شوند، شکل ۱-۱۱.

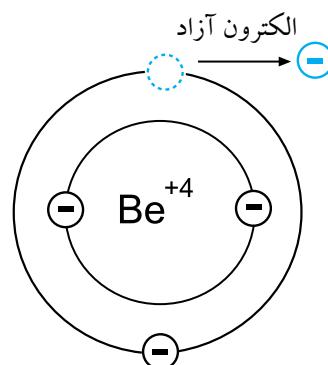


شکل ۱-۱۱ سیم از جنس پلاستیک جریان برق را به راحتی از خود عبور نمی دهد لذا عایق است.



شکل ۱-۸ اتم آلومینیوم با از دست دادن یک الکترون دارای بار الکتریکی ثابت شده است.

اگر الکترونی از اتم جدا شود و به هیچ اتمی وابسته نباشد، آن الکترون را الکترون آزاد می نامند، شکل ۱-۹. عموماً الکترون ها از آخرین لایه اتم که بیشترین فاصله را با هسته دارد جدا می شوند و در فعل و انفعالات شیمیایی شرکت می کنند.



شکل ۱-۹ اگر الکترونی از یک اتم جدا شود و به هیچ اتمی وابسته نباشد آن الکترون را الکترون آزاد می نامند.

### ۱-۳ طبقه بندی از نظر هدایت الکتریکی

#### ۱-۳-۱ هادی ها

برخی از مواد مانند مس، آلومینیوم و فلزات دیگر به راحتی جریان برق را از خود عبور می دهند. به این نوع اجسام **هادی** می گویند، شکل ۱-۱۰.

### ۳-۳-۱ نیمه هادی‌ها

بدهنده کترون زیادی بگیرند، آن جسم باردار خواهد شد.

باردار شدن اجسام از چند راه امکان‌پذیر است:

الف- اصطکاک.

ب- تماس.

ج- القا.

**الف- اصطکاک (مالش):** اگر یک میله شیشه‌ای را به یک تکه ابریشم مالش دهیم، میله شیشه‌ای به ابریشم کترون خواهد داد. در این حالت میله به علت کمبود کترون دارای بار مثبت و ابریشم به علت افزایش کترون دارای بار منفی می‌شود، شکل ۱-۱۳.



شکل ۱-۱۳ باردار کردن اجسام از طریق اصطکاک

موادی مانند ژرمانیوم و سیلیسیوم وجود دارند که هادی یا

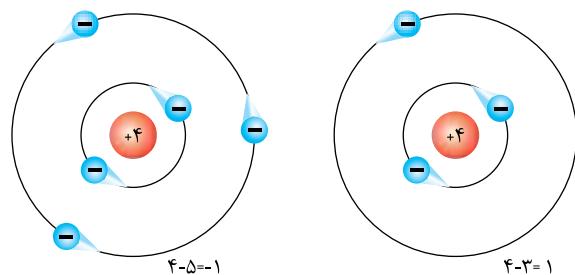
عایق خوبی نیستند. این مواد ۴ ظرفیتی هستند و نیمه هادی نام دارند.

در شرایط عادی، نیمه هادی‌ها تمایلی به دریافت کردن و یا از دست دادن کترون ندارند، اما در صورتی که به آنها انرژی داده شود، می‌توانند کترون آزاد کنند.

### ۴-۱ آشنایی با نحوه پخش بار الکتریکی بر روی جسم

#### ۱-۴-۱ اتم‌های باردار

در شرایط عادی در هر اتم تعداد کترون‌ها و پروتون‌ها مساوی است و اتم از نظر بار الکتریکی خنثی است. تعداد پروتون‌های داخل هسته یک اتم تغییر نمی‌کند. در واقع خصوصیات اتم، وابسته به تعداد پروتون‌ها است اما تعداد کترون‌ها ممکن است تغییر کند. اگر در اتمی تعداد کترون‌ها از پروتون‌ها کم‌تر باشد، اتم بار مثبت دارد و چنان‌چه تعداد کترون‌های اتمی از پروتون‌های آن بیش‌تر باشد، اتم بار منفی دارد، شکل ۱-۱۲.



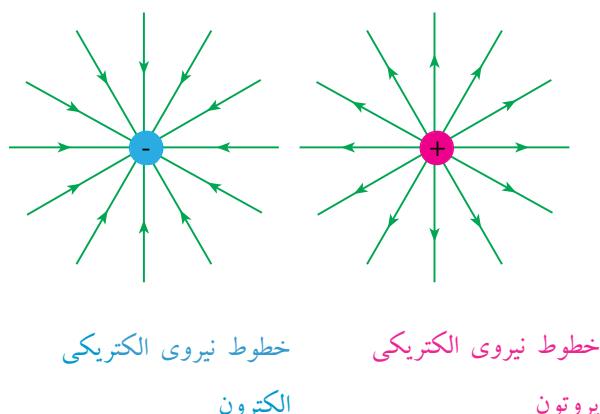
شکل ۱-۱۲ اتم با بار مثبت و اتم با بار منفی

#### ۱-۴-۲ باردار شدن اجسام

اگر اتم‌های یک جسم، کترون‌های خود را از دست

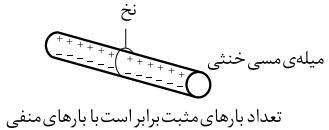
## ۱-۵ آشنایی با میدان الکتریکی

اگر دو صفحه باردار را به یکدیگر نزدیک کنیم، بین دو صفحه خطوط نیرویی به وجود می آید که آن را میدان الکتریکی می گویند. میدان های الکتریکی را می توانیم با خطوط نیرو نشان دهیم. خطوط نیرو، جهت و مقدار میدان الکتریکی را نشان می دهد. می دانیم پروتون بار الکتریکی مثبت دارد و بنا به قرار داد، خطوط نیروی این بار به صورتشعاعی و به طور مستقیم در تمام جهات از پروتون خارج می شود. الکترون بار الکتریکی منفی دارد و خطوط نیروی وارد شده به هسته به صورت شعاعی و در تمام جهات به الکترون وارد می شود، شکل ۱-۱۶.

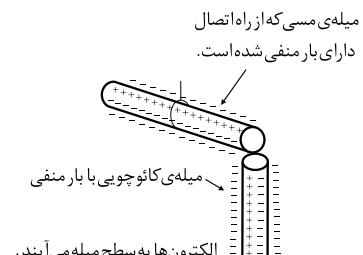


شکل ۱-۱۶ خطوط نیروی الکتریکی پروتون و الکترون

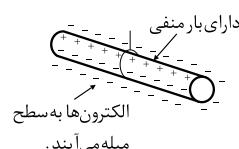
خطوط نیروی هر یک از این بارها، میدان های الکتریکی تولید می کنند. به علت اثر متقابل این دو میدان، ذرات باردار یکدیگر را جذب یا دفع می کنند، شکل ۱-۱۷.



### قبل از تماس

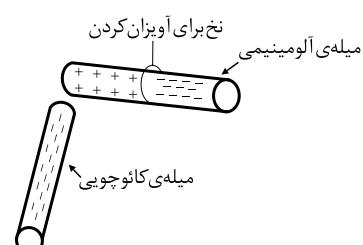


### در حالت تماس



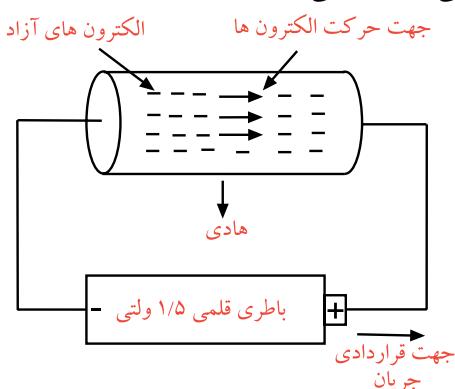
شکل ۱-۱۴ بار دارشدن اجسام از طریق تماس

**ج- باردار کردن اجسام از طریق القاء: چون الکترون‌ها و پروتون‌ها نیروی جاذبه و دافعه دارند، اگر یک میله کائوچوبی باردار منفی را به یک میله‌ی آلومینیومی، خیلی نزدیک کنیم ولی به آن نچسبانیم، نیروی بارهای منفی کائوچو، الکترون‌های میله‌ی آلومینیوم را دفع می کند و به سر دیگر میله می راند. در نتیجه یک سر میله‌ی آلومینیومی مشبّت و سر دیگر آن منفی می شود. حال اگر میله کائوچوبی را کنار بگذاریم، الکترون‌های میله‌ی آلومینیومی دوباره تغییر آرایش می دهند و میله را به حالت خنثی در می آورند، شکل ۱-۱۵.**



شکل ۱-۱۵ باردار کردن اجسام از طریق القاء

جایه جایی بارهای الکتریکی در طول یک هادی (جریان الکتریکی) را نشان می دهد.



شکل ۱-۱۸ جریان الکتریکی در یک هادی

واحد شدت جریان الکتریکی آمپر است که با

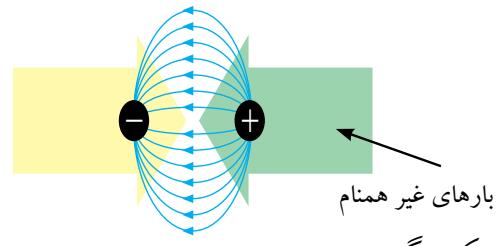
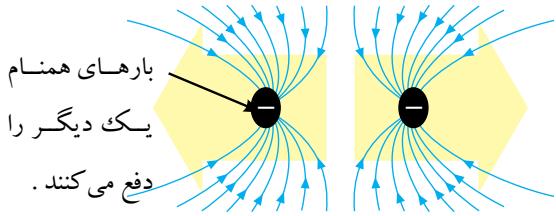
حرف A نشان داده می شود. اگر در یک هادی تعداد  $628000000000 = 6.28 \times 10^{18}$  الکترون در مدت یک ثانیه عبور کند، جریان یک آمپر است. واحد های کوچک تر از آمپر، میلی آمپر یا یک هزارم آمپر و میکرو آمپر یا یک میلیونیم آمپر است. واحد های بزرگتر از آمپر را کیلو آمپر یا  $1000$  آمپر می نامند.

شدت جریان الکتریکی را با حرف I نشان می دهند. برای اندازه گیری جریان الکتریکی در یک هادی از دستگاهی به نام آمپر متر استفاده می کنند، شکل ۱-۱۹.



شکل ۱-۱۹ یک نمونه آمپر متر

فصل اول



ردیف ۱-۱۸ جریان الکتریکی در یک هادی

شکل ۱-۱۷ میدان های الکترواستاتیکی

میدان های الکترواستاتیکی در هنگام دفع (بارهای همنام) با هم مخالفت می کنند و در هنگام جذب (بارهای غیر همنام) یکدیگر را جذب می کنند. مقدار بار الکتریکی که در هر جسم وجود دارد، بر حسب کولن بیان می شود. به عبارت دیگر واحد بار الکتریکی، کولن (C) است.

## ۶-۱ کمیت های الکتریکی

### ۶-۱-۱ شدت جریان الکتریکی

به طور کلی الکتریسیته بر دو نوع ساکن و جاری تقسیم می شود. الکتریسیته ساکن را در قسمت قبل توضیح داده ایم. در این قسمت به الکتریسیته جاری می پردازیم.

اگر بارهای الکتریکی (الکترون ها) در طول یک هادی جابه جا شوند، می گوییم در طول هادی جریان برقرار است. همچنین اگر در یک هادی جریانی برقرار شود حتما در آن هادی کار انجام خواهد شد. بنابراین جابه جایی بارهای الکتریکی در واحد زمان را جریان الکتریکی می نامند و آن را با حرف I نشان می دهند. شکل ۱-۱۸

حل:

$$I = \frac{q}{t} = \frac{6}{2} = 3(A)$$

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

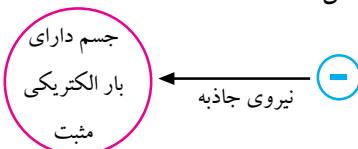
$$I = \frac{q}{t} \Rightarrow \frac{(C)}{(S)} \xrightarrow{\text{آمپر}} \frac{\text{کولن}}{\text{ثانیه}}$$

## ۱-۶-۲ اختلاف پتانسیل الکتریکی

جسمی را که دارای بار الکتریکی مثبت است در نظر

بگیرید. این جسم کمبود الکترون دارد، لذا می خواهد از هر طریقی که مقدور باشد الکترون ها را به سمت خود جذب کند، پس دارای نیروی جاذبه است. می توان گفت دلیل وجود نیروی جاذبه، ذخیره شدن انرژی در جسم است. به این انرژی ذخیره شده «پتانسیل» می گویند.

هنگامی که جسم دارای کمبود الکترون است می گوییم دارای پتانسیل مثبت است و آن را با علامت  $(+)$  نشان می دهیم ، شکل ۱-۲۱ .



شکل ۱-۲۱ جسم باردار با پتانسیل الکتریکی مثبت

اگر جسمی دارای الکترون های اضافی باشد بار الکتریکی آن منفی است. در این حالت چون جسم الکترون اضافی دارد می خواهد الکترون های اضافی خود را به جسمی که کمبود الکترون دارد بدهد.

پس این جسم نیز دارای انرژی است. به عبارت دیگر مقداری انرژی در جسم ذخیره شده است که می تواند الکترون اضافی را جذب و یا دفع کند. این انرژی نهفته در جسم را، انرژی پتانسیل می گویند.

جسمی که با از دست دادن الکترون باردار شده باشد دارای پتانسیل مثبت و جسمی که با دریافت الکترون باردار شود، دارای پتانسیل منفی است. پتانسیل مثبت را با  $(+)$  و

برای جهت جریان الکتریکی دو تعریف وجود دارد:

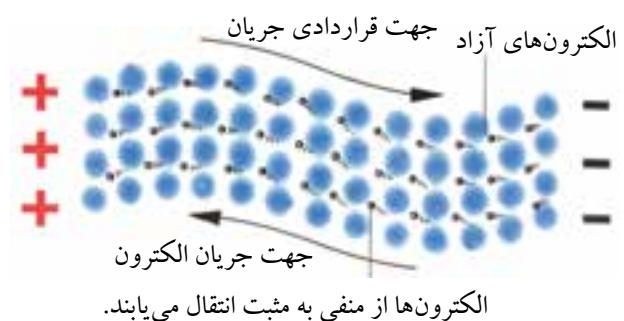
**الف-جهت قراردادی:** در گذشته فکر می کردند بارهای مثبت حرکت می کنند لذا جهت جریان را از قطب مثبت به منفی در نظر می گرفتند. امروزه این جهت جریان را مورد استفاده قرار می دهند و آن را جهت قراردادی می نامند.

**ب-جهت واقعی:** چون الکترون دارای بار منفی است، لذا به سمت قطب مثبت باقی حرکت می کند. این جهت را جهت واقعی جریان الکتریکی می نامند.

### نکته هی مهم: معمولا در کتاب های

الکتریسیته، جهت انتخاب شده جریان را که قراردادی است یا واقعی، مشخص می نمایند.

در شکل ۱-۲۰ جهت حرکت واقعی و قراردادی جریان الکتریکی نشان داده شده است.



شکل ۱-۲۰ جهت حرکت اصلی و قراردادی جریان الکتریکی

**مثال ۱:** اگر باری برابر با  $6$  کولن در مدت  $2$  ثانیه از سیمی

عبور کند، چند آمپر جریان در مدار جاری می شود؟

در شکل ۱-۲۴ دو نمونه ولت متر نشان داده شده است.



ولت متر عقربه ای

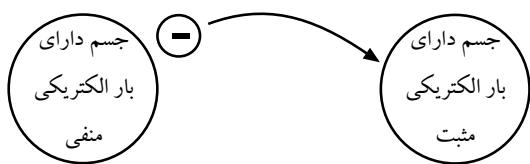
شکل ۱-۲۴ دو نمونه ولت متر

### ۱-۶-۳ مقاومت

هر گاه اختلاف پتانسیل ثابتی را ابتدا به دو سر یک سیم مسی و سپس به دو سر یک سیم آهنی اعمال کنیم، شدت جریانی که از هر یک از دو سیم عبور می کند با دیگری اختلاف دارد.

سیم آهنی در مقابل عبور جریان یا به زبان دیگر در مقابل حرکت الکترون ها ایستادگی بیشتری نشان می دهد در حالی که سیم مسی در مقابل عبور جریان ایستادگی کمتری می کند. خاصیت ایستادگی جسم در مقابل حرکت الکترون ها (جریان الکتریکی) را مقاومت الکتریکی می نامند. به عبارت دیگر، **مقاومت الکتریکی (Resistance)** خاصیتی از ماده است که با عبور جریان مخالفت می کند، شکل ۱-۲۵.

پتانسیل منفی را با «-» نشان می دهد، شکل ۱-۲۲.



شکل ۱-۲۲ انتقال بارهای الکتریکی بین دو جسم

وقتی روی موکت راه می روید، بدن شما دارای بار الکتریکی می شود. حال اگر با دست خود دستگیره درب اتاق را لمس کنید، احساس برق گرفتگی در شما به وجود می آید. دلیل این برق گرفتگی وجود اختلاف پتانسیل بین بدنه شما و زمین است. وقتی شما درب را لمس می کنید، جریان الکتریکی از طریق بدنه شما و دستگیره درب و زمین برقرار می شود، شکل ۱-۲۳.



شکل ۱-۲۳ ایجاد جریان الکتریکی بین بدنه و دستگیره درب اختلاف پتانسیل (ولتاژ) را معمولاً با حرف E و گاهی با V نمایش می دهد. اختلاف پتانسیل الکتریکی را با دستگاهی به نام ولت متر اندازه می گیرند.

شکل ۱-۲۸ نماد یک مقاومت همراه با شماره مقاومت (R۳۲) و مقدار آن نشان داده شده است.

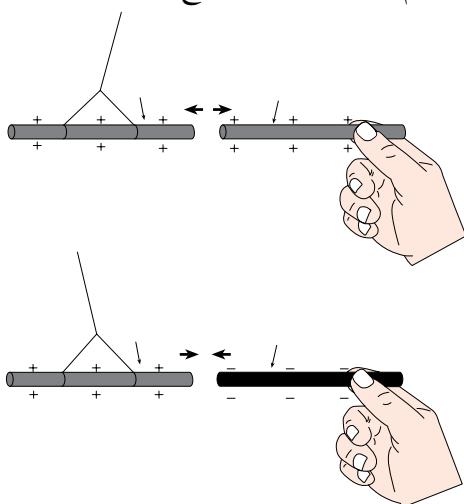


شکل ۱-۲۸ نمایش شماره و مقدار مقاومت روی نماد آن

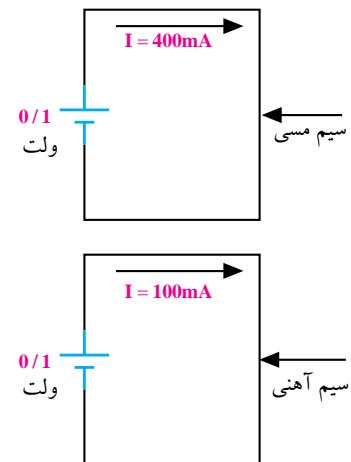
### ۱-۷ آشنایی با قانون کوئن

#### ۱-۷-۱ اثر اجسام باردار بر بکدیگر

اگر یک میله‌ی شیشه‌ای را به پارچه‌ای مالش دهیم، میله‌ی شیشه‌ای دارای بار مثبت می‌شود. چنان‌چه میله کائوچو را به یک تکه پشم مالش دهیم، دارای بار منفی می‌شود. حال اگر میله شیشه‌ای باردار مثبت را به میله کائوچوبی باردار منفی نزدیک کنیم، چون این دو جسم بارهای مخالف دارند، یکدیگر را جذب می‌کنند. در صورتی که دو میله شیشه‌ای که بار مثبت دارند را در مجاورت هم قرار دهیم، چون بار این دو جسم همنام است، یکدیگر را دفع می‌کنند، شکل ۱-۲۹.



شکل ۱-۲۹ اثر اجسام باردار بر یکدیگر



شکل ۱-۲۵ جریان جاری شده در سیم مسی و سیم آهنی

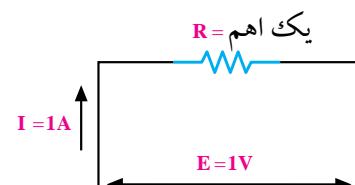
جسم، ماده‌ی قطعه‌ای که در برابر عبور جریان الکتریکی ایستادگی می‌کند را مقاومت می‌نامند و آن را با حرف R نشان می‌دهند. نماد مقاومت را در شکل ۱-۲۶ (Resistor) ملاحظه می‌کنید.



شکل ۱-۲۶ نماد مقاومت

واحد مقاومت الکتریکی اهم است. اگر به دو سر مقاومتی اختلاف پتانسیل یک ولت اتصال دهیم، چنان‌چه از آن جریانی برابر با یک آمپر عبور کند، مقدار آن مقاومت یک اهم است، شکل ۱-۲۷.

اهم را با حرف یونانی امگا ( $\Omega$ ) نشان می‌دهند.



شکل ۱-۲۷ مقاومت یک اهم

در مدارهای الکتریکی روی علامت اختصاری یا نماد مقاومت معمولاً شماره و مقدار مقاومت نوشته می‌شود. در

## ۱-۷-۲ قانون کولن

$$\text{بر حسب متر باشد، } k \text{ تقریباً } \frac{\text{Nm}^{\circ}}{\text{C}^{\circ}} \text{ خواهد شد.}$$

اگر به هنگام محاسبه، بار مثبت را با علامت مثبت و بار منفی را با علامت منفی نشان دهیم، نیروی دافعه بین دو بار همنام با علامت مثبت و نیروی جاذبه بین دو بار غیر همنام با علامت منفی به دست می آید.

**مثال ۲:** دو بار الکتریکی مثبت یک کولنی در فاصله یک کیلومتر از یک دیگر قرار دارند. مقدار نیروی وارد بر هر دو بار چند نیوتون است؟

$$(K=9 \times 10^9) \quad F = k \frac{q_1 \times q_2}{d^2}$$

**حل :**

$$q_1 = q_2 = 1 \text{ C}$$

$$d = 1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$$

$$F = k \frac{q_1 \times q_2}{d^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{1 \times 1}{(1000)^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{1}{(10^3)^2}$$

$$F = 9 \times 10^9 \times \frac{1}{10^6} = 9 \times 10^3 = 9000 \text{ (N)}$$

**کولن (۱۸۰۶-۱۷۳۶)**

کولن دانشمند فرانسوی در ابتدا در رشته مهندسی ارتش خدمت می کرد. در سال ۱۷۸۹ از ارتش استعفا کرد و به امور علمی و تحقیقی پرداخت.

کولن در الکتریسیته موفق به کشف قانون جاذبه و دافعه الکتریکی شد.

دنیای علم به پاس خدمات کولن واحد مقدار الکتریسیته را کولن نامید.

## ۸- اشدت میدان الکتریکی

نیرویی که در یک میدان الکتریکی بر واحد بار مثبت الکتریکی واقع در هر نقطه از این میدان وارد می شود، اشدت میدان الکتریکی در آن نقطه نام دارد و آن را با نمایش می دهند. اگر بار مثبت  $q'$  در نقطه ای معین از میدان

در قرن هجدهم یک دانشمند فرانسوی به نام کولن هنگامی که با بارهای الکتریکی آزمایش هایی را انجام می داد، قانونی در مورد نیروی جاذبه و دافعه الکترواستاتیکی کشف کرد که به آن «قانون کولن» می گویند. کولن آزمایش های خود را در دو مرحله انجام داد:

**الف-** ابتدا به دو کره ساکن و متحرک، بارهای الکتریکی مساوی و هم نام داد و نیروی دافعه بین آنها را در فاصله های مختلف اندازه گیری کرده و نتیجه گرفت که این نیرو با عکس مجدور فاصله دو بار الکتریکی متناسب است، یعنی وقتی فاصله دو بار الکتریکی دو برابر شود، نیروی بین آنها به  $\frac{1}{4}$  مقدار اولیه می رسد. هنگامی که فاصله بین دو بار الکتریکی نصف حالت اول شود، نیروی بین آنها ۴ برابر می شود.

**ب-** در مرحله بعد، کولن بارهای متفاوتی را به دو کره داد و نیروهای آنها را در فاصله ای ثابت اندازه گیری کرد. او نتیجه گرفت که نیروی جاذبه یا دافعه ای که بین کره ها ایجاد می شود، به طور مستقیم با مقدار بار الکتریکی روی هر یک از کره ها متناسب است.

اگر بار الکتریکی را با  $q_1$  و  $q_2$ ، فاصله بین دو بار را با  $d$  و نیرو را با  $F$  نمایش دهیم، قانون کولن به صورت رابطه زیر نوشته می شود.

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

$K$  ضریب ثابتی است که به واحدهای انتخاب شده و جنس محیطی که جسم باردار در آن قرار گرفته است، بستگی دارد. در این رابطه اگر  $F$  بر حسب نیوتون و  $q$  بر حسب کولن و

الکتریکی واقع شود و بر آن نیروی  $F$  اثر کند، شدت میدان (I)، ولتاژ (V) و مقاومت (R) به ترتیب دارای واحد های آمپر (A)، ولت (V)، و اهم ( $\Omega$ ) هستند.

این واحد ها در مقیاس های کوچک تر یا بزرگ تر از واحد اصلی خود نیز به کار می روند.

جدول ۱-۱ چگونگی تبدیل این واحد ها را به یکدیگر نشان می دهد.

$$E = \frac{F}{q}$$

واحد شدت میدان الکتریکی، نیوتون بر کولن ( $\frac{N}{C}$ ) است.

## ۹-۱ تبدیل واحد ها به یکدیگر

همان گونه که اشاره شد، کمیت های الکتریکی جریان

جدول ۱-۱ واحد های کوچک تر و بزرگ تر از واحد های اصلی الکتریکی

مقدار ضریب	نام ضریب	شکل نمایی ضریب	حرف اختصاری	چگونگی تبدیل ضرایب
$10^{12}$	ترا	T		از زیر خط عبوری به بالا
$10^9$	گیگا	G		از بالا به زیر خط عبوری
$10^6$	مگا	M		از زیر خط عبوری به بالا
$10^3$	کیلو	K		از بالا به زیر خط عبوری
$10^2$	هکتو	H		از زیر خط عبوری به بالا
$10^1$	دکا	da		از زیر خط عبوری به بالا
$10^{-1}$	واحد اصلی			از بالا به زیر خط عبوری
$10^{-2}$	دسی	d		از زیر خط عبوری به بالا
$10^{-3}$	سانتی	c		از بالا به زیر خط عبوری
$10^{-6}$	میلی	m		از زیر خط عبوری به بالا
$10^{-9}$	میکرو	m		از زیر خط عبوری به بالا
$10^{-12}$	نانو	n		از زیر خط عبوری به بالا
	پیکو	p		از زیر خط عبوری به بالا

مثال ۳: شدت جریان عبوری از یک سیم  $0.005$  آمپر

است. این جریان معادل چند میلی آمپر است؟

حل :

**نکته هی مهم:** هنگام ضرب اعداد با پایه های

یکسان، نمادهای مثبت و یا منفی آن ها با هم جمع می شوند.

$$I = 0.005(A) \times 10^3 = 5 \times 10^{-2} \times 10^3$$

$$I = 5 \times 10^{(-2+3)} = 5 \times 10^{+1} = 50 \text{ mA}$$

## ۱-۱۰ مدار الکتریکی

مسیر عبور جریان الکتریکی را «مدار الکتریکی» می‌نامند. اجزای اصلی یک مدار الکتریکی ساده عبارتند از:

- منبع تغذیه
- سیم‌های رابط
- مصرف کننده

در شکل ۱-۳۰ یک مدار الکتریکی ساده نشان داده شده است.



شکل ۱-۳۰ یک مدار الکتریکی ساده

**نکته مهم:** توجه داشته باشید که زمانی در یک مدار جریان برقرار می‌شود که مدار بسته باشد و اگر با وجود منبع انرژی در مدار جریان برقرار نباشد می‌گوییم مدار باز است.

## ۱-۱۰ قانون اهم

رابطه بین مقاومت، شدت جریان و اختلاف پتانسیل را نخستین بار فیزیکدان آلمانی به نام اهم بیان کرد. بر اساس قانون اهم، مقدار مقاومت نسبت مستقیم با ولتاژ و نسبت معکوس با جریان دارد.

$$R = \frac{V}{I}$$

در رابطه قانون اهم، مقدار ولتاژ بر حسب ولت، جریان بر حسب آمپر و مقاومت بر حسب اهم است. به عبارت دیگر در

**مثال ۴:** شدت جریان ۲۰۰ میلی آمپر معادل چند میکرو آمپر است؟

**حل:**

$$I = 200 \text{ mA} \times 10^{-3} = 200 \times 10^{-3} \mu A$$

$$I = 200 \times 10^{-3} = 200 \mu A$$

**مثال ۵:** شدت جریان ۱۰۰ میکرو آمپر معادل چند آمپر است؟

**حل:**

$$I = 100 \mu A \times 10^{-6} = 100 \times 10^{-6} A$$

**مثال ۶:** پنج ولت معادل چند میلی ولت است؟

**حل:**

$$V = 5 \text{ V} \times 10^{-3} = 5000 \text{ mV}$$

**نکته مهم:** اگر عدد موجود در نمای ده

مثبت باشد، به تعداد آن در مقابل عدد ۵، صفر می‌گذاریم ( $5 \times 10^3 = 5000$ ) و اگر منفی باشد به تعداد آن از سمت راست عدد پنج شمرده و سپس ممیز می‌گذاریم. ( $5 \times 10^{-3} = 0.005$ )



**مثال ۷:** یک میلی ولت معادل چند ولت است؟

**حل:**

$$V = 1 \text{ mV} \times 10^{-3} = 10^{-3} = 0.001 \text{ V}$$

**مثال ۸:** ده کیلو اهم معادل چند اهم است؟

**حل:**

$$R = 10 \text{ k}\Omega \times 10^3 = 10000 \Omega$$

**مثال ۹:** مقاومت ۵۰۰ اهم معادل چند کیلو اهم است؟

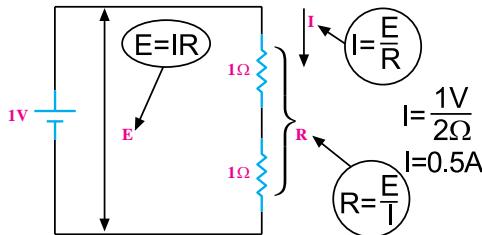
**حل:**

$$R = 500 \text{ }\Omega \times 10^{-3} = 500 \times 10^{-3} = 0.5 \text{ k}\Omega$$

اگر اختلاف پتانسیل دو سر مدار را نصف کنیم مقدار جریان نصف می‌شود.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{0.5V}{1\Omega} = 0.5 A$$

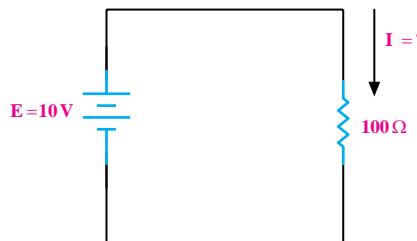
با ۲ برابر شدن مقاومت جریان نصف می‌شود،  
شکل ۱-۳۲-ج.



شکل ۱-۳۲-ج دو برابر شدن مقاومت در مدار

**مثال ۱۰:** به دو سر یک مقاومت  $100\Omega$  یک ولتاژ ۱۰

ولت اعمال می‌کنیم، جریان گذرنده از مدار چند آمپر است؟



شکل ۱-۳۳

حل :

$$I = \frac{E}{R} = \frac{10}{100} = 0.1 A = 100 mA$$

**تمرین کلاسی ۱:** به دو سر یک مقاومت  $500\Omega$ ، ولتاژ ۲۰ ولت اعمال می‌کنیم، جریان گذرنده از مدار چند آمپر است؟

یک مدار، اگر ولتاژ ثابت باشد، هر قدر مقدار مقاومت بیشتر شود، مقدار جریان عبوری از آن کمتر می‌شود.

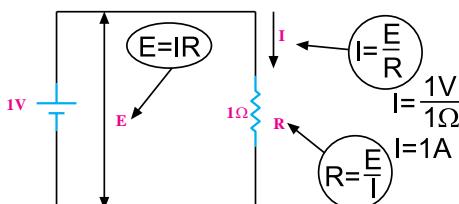
رابطه قانون اهم را به سه صورت شکل ۱-۳۱ می‌توانیم

بنویسیم.



$$\text{قانون اهم} \quad I = \frac{V}{R} \quad V = IR \quad R = \frac{V}{I}$$

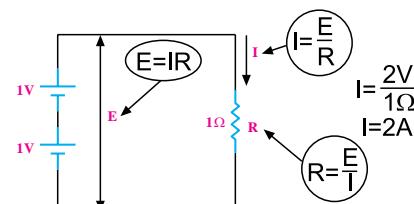
شکل ۱-۳۱ نمودار دایره‌ای قانون اهم در حالت‌های مختلف در مداری که اختلاف پتانسیل یک ولت بین دو سر مقاومت یک اهمی برقرار باشد؛ جریانی باشدت یک آمپر از مدار می‌گذرد، شکل ۱-۳۲-الف.



$$I = \frac{V}{R} = \frac{1V}{1\Omega} = 1 A$$

شکل ۱-۳۲-الف نمایش قانون اهم

با ۲ برابر شدن ولتاژ (اختلاف پتانسیل) و ثابت ماندن مقاومت، شدت جریان ۲ برابر می‌شود، شکل ۱-۳۲-ب.



$$I = \frac{V}{R} = \frac{2V}{1\Omega} = 2 A$$

شکل ۱-۳۲-ب دو برابر شدن ولتاژ و ثابت ماندن مقاومت

**مثال ۱۱:** از یک مقاومت ۱۰ اهمی، جریانی برابر با ۲ آمپر عبور می‌کند. چه مقدار توان در مقاومت تلف می‌شود؟

حل:

$$P = R \cdot I^2$$

$$P = 10 \times (2)^2 = 10 \times 4 = 40 \text{ W}$$

**مثال ۱۲:** توان یک لامپ ۱۰۰ وات و ولتاژ کار آن ۲۲۰ ولت است، این لامپ چه مقدار جریان از شبکه دریافت می‌کند؟

حل:

$$P = V \cdot I$$

$$100 = 220 \times I$$

$$I = \frac{100}{220} = 0.45 \text{ A}$$

**مثال ۱۳:** توان تلف شده در دو سر یک مقاومت برابر با ۲۰ وات است. اگر ولتاژ دو سر مقاومت ۱۰ ولت باشد مقدار مقاومت چند اهم است؟

حل:

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow P \cdot R = V^2 \Rightarrow R = \frac{V^2}{P}$$

$$R = \frac{V^2}{P} = \frac{(10)^2}{20} = \frac{100}{20} = 5 \Omega$$

**تمرین کلاسی ۳:** از یک مقاومت ۱۰۰ اهمی، جریانی برابر با ۰/۱ آمپر عبور می‌کند. چه مقدار توان در مقاومت تلف می‌شود؟

**تمرین کلاسی ۲:** از مداری شامل مقاومت ۱، جریان ۱ mA عبور می‌کند، افت ولتاژ دو سر مقاومت چند ولت است؟

**۱-۱۱ توان و انرژی در جریان مستقیم**

### ۱-۱۱ توان الکتریکی

حاصل ضرب ولتاژ در جریان را **توان الکتریکی**

می‌نامند و آن را با حرف P نشان می‌دهند:

$$P = V \cdot I$$

واحد توان الکتریکی وات است که آن را با حرف W نشان می‌دهند. واحد های کوچک تراز وات، میلی وات (یک هزارم) وات و میکرو وات، یک میلیونیوم وات است. واحد های بزرگ تراز وات را کیلو وات (هزار وات) و مگا وات (یک میلیون وات) می‌نامند.

**P، حرف اول کلمه Power به معنی توان است.**

توان تلف شده در دو سر یک مقاومت اهمی از رابطه زیر

به دست می‌آید:

$$P = V \cdot I = R \cdot I^2 = \frac{V^2}{R}$$

کنتور برق دستگاهی است که انرژی مصرفی منازل یا کارخانجات را بر حسب کیلو وات ساعت اندازه گیری می کند.

**مثال ۱۴:** یک لامپ ۱۰۰ وات را به مدت ۵ دقیقه روشن می کنیم. این لامپ چند ژول انرژی مصرف کرده است؟

**حل :**

$$W = p \cdot t = 100 \times (5 \times 60) = 30000 \text{ J}$$

$$30000 \div 1000 = 30 \text{ KJ}$$

**تمرین کلاسی ۴:** اگر ۵ لامپ ۱۰۰ واتی روزانه ۵ ساعت روشن باشد، در صورتی که قیمت هر کیلو وات ساعت ۱۰۰ ریال باشد، هزینه‌ی انرژی مصرف کننده‌ها در یک ماه چه قدر است؟

**تحقيق کنید:**  
نحوه‌ی به دست آوردن هر یک از روابط مربوط به توان را تحقیق کنید.

توان الکتریکی را با دستگاهی به نام وات‌متر اندازه می گیرند.

### ۱-۱۱-۲ انرژی الکتریکی

همان‌طور که می‌دانید منبع تغذیه الکتریکی مانند برق شهر یا باتری، انرژی مورد نیاز و سایل الکتریکی را تامین می‌کند. وقتی یک اطوی برقی را به برق وصل می‌کنید، اطو انرژی الکتریکی را از شبکه برق دریافت می‌کند و آن را به انرژی حرارتی تبدیل می‌نماید. هر قدر مدت زمان وصل اطوی برقی به شبکه بیشتر باشد، گرمای بیشتری در اطو تلف می‌شود و انرژی بیشتری را از شبکه برق دریافت می‌کند. پس انرژی مصرفی رابطه مستقیم با زمان دارد و به صورت رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$\text{زمان} \times \text{توان الکتریکی} = \text{انرژی الکتریکی}$$

$$W = p \cdot t$$

$$\text{ثانیه} \times \text{وات} = \text{ژول}$$

واحد انرژی الکتریکی، وات-ثانیه یا ژول است. یک ژول عبارت است از تلفات توان یک وات در مدت یک ثانیه. واحد بزرگ‌تر و کاربردی‌تر انرژی، کیلو وات ساعت است. هر کیلو وات برابر ۱۰۰۰ وات و هر کیلو وات ساعت برابر با ۱۰۰۰ وات ساعت است. معمول ترین دستگاه برای اندازه گیری انرژی الکتریکی، کنتور برق است.

## ۱-۱۲-۲ انتخاب ابزار کار مناسب و استفاده از آن‌ها،

یکی دیگر از نکات ایمنی عمومی است، شکل ۱-۳۵.

### اول ایمنی، بعد کار

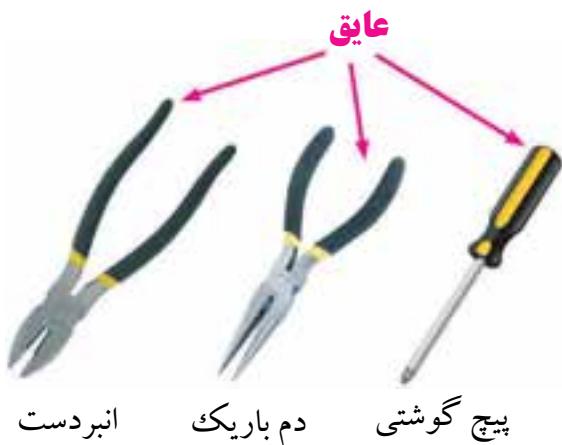


شکل ۱-۳۵ انتخاب درست ابزار کار و نحوه‌ی کاربرد صحیح آن

استفاده بهینه از وسایل و تجهیزات، مهارت الگوی صحیح مصرف را در فرد ایجاد می‌کند.

## ۱-۱۲-۳ از ابزاری که به دسته عایق مجهز است، استفاده

کنید. استفاده از این وسایل، صرفه‌جویی در هزینه‌های اضافی ناشی از صدمه‌های جانبی را به دنبال دارد، شکل ۱-۳۶.



شکل ۱-۳۶ استفاده از ابزار با دسته‌ی عایق

## ۱-۱۲ نکات ایمنی

نکات ایمنی عمومی:

لازم است در کارگاه‌ها و آزمایشگاه‌های فنی و حوزه‌های صنعتی، دستورهای حفاظتی و ایمنی توسط مسئولین هنرستان، سرپرست کارگاه، هنرآموزان و هنرجویان کاملاً مورد توجه قرار گیرد، تا از بروز خطراتی مانند برق گرفتگی و آسیب‌رسانی به تجهیزات آزمایشگاه و فرد جلوگیری شود.

## ۱-۱۲-۱ نظم و ترتیب را در کارگاه و آزمایشگاه رعایت

کنید، شکل ۱-۳۴.

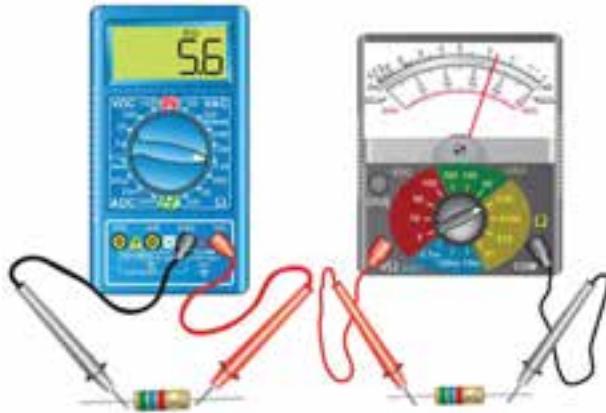


شکل ۱-۳۴ نظم و ترتیب در کارگاه

رعایت این توصیه، مهارت دقیق نظر، سرعت کار

و کیفیت آموزشی را در فرد افزایش می‌دهد.

۱-۱۲-۶ هنگام اندازه‌گیری کمیت‌های الکترونیکی، توسط دستگاه‌های اندازه‌گیری، از حوزه صحیح کار و گستره مناسب آن استفاده کنید ، شکل ۱-۳۹.



شکل ۱-۳۹ استفاده صحیح از حوزه‌ی کار صحیح دستگاه اندازه‌گیری این مهارت علاوه بر جلوگیری از بروز حادثه باعث افزایش دقیق نظر، کیفیت و سرعت در انجام کار می‌شود.

۱-۱۲-۷ از تردد بی‌دلیل در محیط کارگاه و حضور بی‌مورد در محل میزهای کاری دیگران، جدا خودداری کنید، شکل ۱-۴۰.



شکل ۱-۴۰ بی‌دلیل در کارگاه تردد نکنید.

۱-۱۲-۸ از وارد کردن ضربه به دستگاه‌ها و تجهیزات خودداری کنید، شکل ۱-۳۷.



شکل ۱-۳۷ از ضربه زدن به دستگاه خودداری کنید.

به طور کلی حفاظت از وسایل، مهارت ارزش‌گذاری بر ثروت عمومی، مسئولیت‌پذیری و توجه به هزینه‌هایی را که برای تحصیل هر فرد صرف می‌شود را به وجود می‌آورد.

۱-۱۲-۵ هنگام جازدن و یا کشیدن دو شاخه برق، از سیم‌های متصل شده به آن استفاده نکنید و دو شاخه را به طور صحیح در دست بگیرید ، شکل ۱-۳۸.



شکل ۱-۳۸ اتصال صحیح دو شاخه

این نکته مهارت دقیق نظر و توجه بیشتر را در فرد ایجاد می‌کند و مانع بروز حادثه می‌شود.



شکل ۱-۴۲ نشستن هنرجو روی صندلی درست نیست

۱-۱۲-۱۰ پوشیدن لباس کار، حس تملک و علاقه را نسبت به محیط در فرد ایجاد می کند و هنگام کار مانع کشف شدن لباس های شما می شود ، شکل ۱-۴۳.



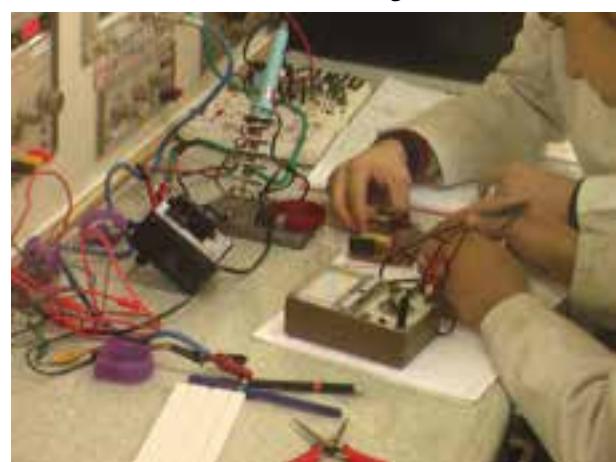
شکل ۱-۴۳ ایجاد حس تملک نسبت به محیط کار با پوشیدن لباس کار ۱-۱۲-۱۱ تشکیل گروه های کاری باعث ایجاد مهارت در کار جمیعی، برنامه ریزی صحیح و ارتباط موثر با دیگران می شود، شکل ۱-۴۴.



شکل ۱-۴۴ تشکیل گروه های کاری

با جلوگیری از اختلال در کار، همچنین ایجاد نظم در کارگاه و برقراری آرامش، فضای آرامی به وجود می آید که می توان اجرای وظایف محوله را با دقت و کارآیی مطلوب امکان پذیر ساخت.

۱-۱۲-۸ از گذاشتن وسایل اضافی روی میز کار جدا خودداری کنید ، شکل ۱-۴۱.



شکل ۱-۴۱ از قراردادن وسایل اضافی روی میز کار خودداری کنید.

این امر مهارت به کارگیری نظم و ترتیب را افزایش می دهد. داشتن تعهد و نظم و تمرکز در کار، انسان را به موفقیت نزدیک می کند.

### دستورهای اجرایی در کارگاهها

۱-۱۲-۹ حضور به موقع در کارگاه باعث افزایش رشد شخصیت اجتماعی و بهره وری در سیستم آموزشی می شود. همچنین صحیح نشستن روی صندلی، سلامت شما را تضمین می کند ، شکل ۱-۴۲.



شکل ۱-۴۶ تهیه‌ی دفتر گزارش کار

رعايت اين توصيه، مهارت تبديل نقاط ضعف به نقاط قوت را ايجاد می‌کند.

**۱-۱۲-۱۴** خواندن دستورهای اجرایی قبل از شروع کار، مهارت اعتماد به نفس و داشتن آرامش را در اجرای آزمایش امکان پذیر می‌کند ، شکل ۱-۴۷ .



شکل ۱-۴۷ خواندن دستورالعمل قبل از شروع کار

**۱-۱۵** استفاده از آزمایشگاه مجازی (Virtual lab) به عنوان پیش آزمایش، آموزش و صرفه جویی در ابزار، قطعات و تجهیزات و زمان را در فرد عمیق تر می سازد.

مهارت شنیدن نظرات دیگران، موجب می شود تا برای برقراری ارتباط بهترین روش های مرتبط با هر موضوع را به کار بگیرید.

**۱-۱۲-۱۲** توزیع اقلام مورد نیاز بین گروه ها، بررسی دقیق میزهای کار، تعیین وسایل معیوب و گزارش آن به مربيان، از مهم ترین وظایفی است که به ارشد دوره ای کارگاه واگذار می شود، شکل ۱-۴۵ .



شکل ۱-۴۵ تعیین ارشد کلاس

ارشد کلاس در هر هفته تغيير می‌کند. با اين هدف حس مسئولیت پذیری، رشد مهارت مدیریتی، هدایت گروه و مهارت اعتماد به نفس در همه تقویت می شود.

**۱-۱۲-۱۳** تهیه دفتر گزارش کار و تنظیم آن برای هر آزمایش کمک می کند تا مهارت بازبینی فعالیت های انجام شده و توجه به هدف و نتیجه و پیدا کردن اشکالات و رفع آنها در فرد ایجاد شود ، شکل ۱-۴۶ .

یک دستگاه مولتی متر می تواند هر سه کمیت ولتاژ، جریان و مقاومت را اندازه گیری کند.



آمپر متر  
آزمایشگاهی  
گران قیمت  
است. برای  
اجرای آزمایش  
از مولتی متر  
استفاده کنید.

شکل ۱-۴۹ یک نمونه آمپر متر آزمایشگاهی

**ولت متر**  
در مدارها از ولت متر برای اندازه گیری ولتاژ استفاده می شود. ولت متر به صورت موازی در مدار قرار می گیرد.

شکل ۱-۵۰ یک نمونه ولت متر آزمایشگاهی را نشان می دهد.



ولت متر  
آزمایشگاهی  
گران قیمت  
است. برای  
اجرای آزمایش  
از مولتی متر  
استفاده کنید.

شکل ۱-۵۰ یک نمونه ولت متر آزمایشگاهی

**اهم متر**  
در مدارها از اهم متر برای اندازه گیری مقاومت استفاده می شود. برای این منظور اهم متر را به دو سر مقاومت وصل

### استفاده از نرم افزار:



برخی از مزایای استفاده از آزمایشگاه مجازی:

- \* در صورت بروز اشتباه در بستن مدار و اتصال دستگاهها به آن، آسیبی به مدار و دستگاهها وارد نمی شود و خسارت مالی رخ نمی دهد.
- \* مقادیر قطعات قابل تغییر است و با تغییر آنها می توانند اثر آن را به راحتی روی مدار مشاهده کنید.
- \* بدون نیاز به قطعات سخت افزاری می توانند مدارهای دلخواه خود را بیندید و خلاقیت خود را بروز دهید.
- \* به راحتی می توانند بدون هیچ هزینه و در زمان کوتاهی آزمایش ها را به دفعات متعدد تکرار کنند.
- \* هر گونه پیشنهادی که به نظرتان می رسد، در آزمایشگاه مجازی قابل اجرا است و این امر باعث شکوفا شدن خلاقیت می شود.

## ۱۱-۱۲ اطلاعات اولیه

### منبع تغذیه

در مدارهای الکتریکی جهت تامین ولتاژ  $dc$  مورد نیاز از منابع تغذیه الکترونیکی مانند شکل ۱-۴۸ استفاده می شود.



شکل ۱-۴۸ یک نمونه منبع تغذیه

### آمپر متر

در مدارها از آمپر متر برای اندازه گیری جریان استفاده می شود. آمپر متر سری در مدار قرار می گیرد. شکل ۱-۴۹ یک نمونه آمپر متر آزمایشگاهی را نشان می دهد. امروزه

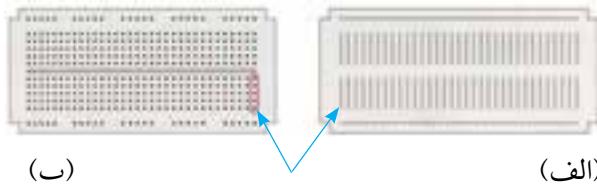
می‌کنند. شکل ۱-۵۱ یک نمونه اهم متر آزمایشگاهی را نشان می‌دهد.

مولتی‌متر به معنی چند اندازه‌گیر است و به دستگاه‌هایی اطلاق می‌شود که چند کمیت را می‌توانند اندازه بگیرند.

### بردبرد

از جمله وسایل مورد نیاز برای انجام آزمایش‌ها استفاده از صفحات مخصوص یا بردهای آزمایشگاهی است. یکی از بردهای آزمایشگاهی «بردبرد» است.

در شکل ۱-۵۳ تصویر یک نمونه بردبرد را مشاهده می‌کنید. سوراخ‌های تعییه شده روی بردبرد برای نصب قطعات مدار روی آن است. سوراخ‌های هر ستون طبق شکل ۱-۵۳-الف به هم اتصال دارند. شکل ۱-۵۳-ب نمایی از روی بردبرد را نشان می‌دهد که در آن اتصال‌های مربوط به سوراخ‌ها نشان داده شده است.



هر ردیف پنج تایی سوراخ‌ها به وسیله یک نوار مشترک از پشت به هم وصل شده‌اند.

شکل ۱-۵۳ صفحه آزمایش یا بردبرد

### مولتی‌متر LC

امروزه از وسایل دیجیتالی به نام **LC متر** جهت سنجش اندوکتانس و ظرفیت خازنی استفاده می‌شود، شکل ۱-۵۴.



شکل ۱-۵۴ یک نمونه LC متر



شکل ۱-۵۱ یک نمونه اهم متر آزمایشگاهی

### اهم متر

آزمایشگاهی گران قیمت است. برای اجرای آزمایش از مولتی‌متر استفاده کنید.

### مولتی‌متر

در اغلب آزمایشگاه‌ها و کارگاه‌ها از وسیله‌ای به نام «مولتی‌متر» یا «آومتر» استفاده می‌شود. این وسیله قادر به اندازه گیری کمیت‌هایی مانند ولتاژ، جریان و مقاومت است.

شکل ۱-۵۲ دو نمونه مولتی‌متر عقربه‌ای و دیجیتالی را نشان می‌دهد. امروزه مولتی‌مترهای دیجیتالی فراوان‌تر، ارزان‌تر و مرغوب‌تر از مولتی‌مترهای عقربه‌ای است. لذا در اجرای آزمایش‌ها از مولتی‌متر دیجیتالی استفاده می‌کنیم.



دیجیتالی

عقبه‌ای

شکل ۱-۵۲ دو نمونه مولتی‌متر

موج‌های مختلف سینوسی را با دامنه‌ها و فرکانس‌های مختلف تولید کند. نوعی سیگنال ژنراتور وجود دارد که می‌تواند شکل موج‌های دیگری مانند مربعی و مثلثی را تولید کند. به این دستگاه فانکشن ژنراتور می‌گویند. در شکل ۱-۵۶ ب یک نمونه فانکشن ژنراتور را مشاهده می‌کنید.



الف - سیگنال ژنراتور

ب - فانکشن ژنراتور

شکل ۱-۵۷ ۱- سیگنال ژنراتور و فانکشن ژنراتور

در برخی از مولتی‌مترهای دیجیتالی و عقرهای نیز قسمتی برای اندازه‌گیری ظرفیت خازن وجود دارد. شکل ۱-۵۵ تصویر یک نمونه از این مولتی‌مترها را نشان می‌دهد.



دربراء  
ایجاد ظرفیت  
خازنی و نیز  
اندوکتانس بویین‌ها،  
بعداً صحبت  
خواهیم کرد.

شکل ۱-۵۵ ۱- یک نمونه مولتی متر دیجیتالی دارای حوزه (رنج) اندازه‌گیری ظرفیت

وسیله‌ای که در آزمایشگاه برای مشاهده شکل موج به کار می‌رود، اسیلوسکوپ است. در شکل ۱-۵۸ یک نمونه اسیلوسکوپ را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱-۵۸ اسیلوسکوپ

### میز آزمایشگاهی

در اختیار داشتن یک میز آزمایشگاهی مناسب برای انجام آزمایش‌ها، سرعت و دقیقت انجام کار را افزایش می‌دهد. در شکل ۱-۵۹ یک نمونه میز آزمایشگاهی نشان داده شده است.



شکل ۱-۵۶ ۱- دو نمونه باتری

### سیگنال ژنراتور

شکل ۱-۵۷ الف یک نمونه سیگنال ژنراتور را نشان می‌دهد. سیگنال ژنراتور، دستگاهی است که قادر است شکل

## ۱-۱۴ آزمایش شماره (۱)

اصول بستن مدار ساده با لامپ و باتری و کلید

زمان اجرا: ۱ ساعت آموزشی

### ۱-۱۴-۱ هدف آزمایش:

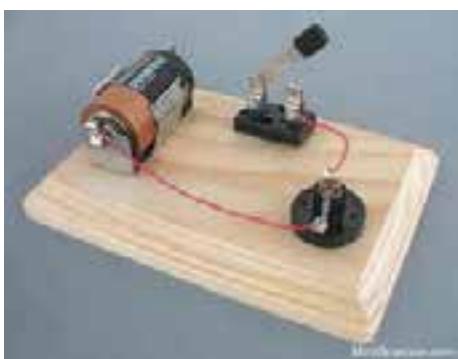
یک مدار ساده الکتریکی را با استفاده از لامپ و باتری و کلید و سیم‌های رابط بینندید.

### ۱-۱۴-۲ تجهیزات، ابزار، قطعات و مواد مورد نیاز:

تعداد / مقدار	نام و مشخصات تجهیزات	ردیف
یک عدد	لامپ ۶ ولت ۰/۳ آمپری	۱
یک عدد	سرپیچ لامپ	۲
چهار عدد	باتری قلمی ۱/۵ ولت	۳
یک عدد	جای باتری	۴
یک عدد	کلید یک پل	۵
یک عدد	سیم سوسماری	۶
سه رشته	سیم‌های رابط معمولی	۷

### ۱-۱۴-۳ مراحل اجرای آزمایش:

- لامپ را روی سرپیچ مناسب بینندید.
- باتری‌ها را در جای باتری قرار دهید.
- مطابق شکل ۱-۶۱ با استفاده از سیم‌های رابط یک سر باتری را به کلید وصل کنید.



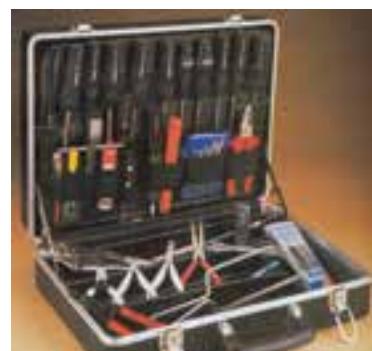
شکل ۱-۶۱



شکل ۱-۵۹ یک نمونه میز آزمایشگاهی

### جعبه ابزار

در هر میز آزمایشگاهی لازم است یک سری وسایل مانند، سیم چین، انبردست، سیم لخت کن، هویه و سیم لحیم نیز وجود داشته باشد. زیرا در بسیاری از موارد به آن‌ها نیاز داریم. در شکل ۱-۶۰ دو نمونه جعبه ابزار نشان داده شده است.



شکل ۱-۶۰ دو نمونه جعبه ابزار

#### ۱-۱۴-۴ نتایج آزمایش:

آنچه را که در این آزمایش فراگرفته‌اید به اختصار شرح

■ سر دیگر کلید رانیز با سیم‌های رابط به سرپیچ وصل

کنید.

دهید.

■ سر دیگر باتری را با استفاده از سیم رابط یا سیم

سرسوسмарی به سرپیچ لامپ که هنوز آزاد است، وصل

کنید.

■ کلید یک پل را بیندید.

**سوال ۱:** آیا لامپ روشن می‌شود؟ شرح دهید.



■ کلید یک پل را به حالت باز درآورید.

**سوال ۲:** وضعیت لامپ به چه صورت در می‌آید؟ شرح

دهید.



یادگیری بدون انگیزه و تنکر، مانع کشف و بروز  
استعداد خلاقیت و نوآوری در فرآگیران می‌شود.

## آزمون پایانی فصل (۱)



- الف) ولت ب) اهم ج) کولن د) کولن بر ثانیه  
۸- بر اساس قرارداد، جهت جریان الکتریکی را در مدارها از قطب ..... به ..... در نظر می‌گیرند.
- الف) مثبت- منفی ب) منفی- مثبت  
۹- ایستادگی در مقابل عبور جریان الکتریکی را می‌گویند.
- الف) اختلاف پتانسیل ب) مقاومت الکتریکی  
ج) توان الکتریکی د) کار الکتریکی  
۱۰- نیروی بین دو بار الکتریکی با اندازه بارهای الکتریکی دو جسم رابطه مستقیم دارد.

غلط

صحیح

- ۱۱- کدام گزینه واحد شدت میدان الکتریکی است؟  
الف) کولن بر ثانیه ب) نیوتون بر کولن  
ج) ولت بر آمپر متر د) ولت بر ابراهیم  
۱۲- به دو سر یک مقاومت ۱۰ اهم، ولتاژی برابر با ۱۰ ولت می‌دهیم. جریان گذرنده از مدار چند آمپر است؟  
الف) ۱۰۰ ب) ۱ ج) ۲۰ د) ۰/۱۰
- ۱۳- از یک مقاومت ۵ اهمی، جریانی برابر با ۲ آمپر عبور می‌کند، چند وات توان در مقاومت تلف می‌شود؟  
الف) ۱۰ ب) ۲/۵ ج) ۵۰ د) ۲۰

- ۱۴- یک لامپ ۴۰ وات در مدت ۲ دقیقه چند ژول انرژی مصرف می‌کند؟  
الف) ۸۰ ب) ۲۴۰۰ ج) ۴۸۰۰ د) ۲۲۰۰
- ۱۵- جریان  $0.02$  آمپر معادل چند میلیآمپر است؟  
الف)  $0.0002$  ب)  $200$  ج)  $200$  د)  $0.0002$
- ۱۶- ولتاژ ۵ میلیولت معادل چند ولت است؟  
الف)  $500$  ب)  $50$  ج)  $0.005$  د)  $0.0005$

۱- کدام یک از ذرات اتم (به ترتیب از راست به چپ) دارای بار منفی و مثبت هستند؟

- الف) پروتون- الکترون  
ب) نوترون- الکترون  
ج) نوترون- پروتون  
د) الکترون- پروتون

۲- جمله‌ی «در حالت عادی یک اتم از نظر بار الکتریکی خشی است» با کدام گزینه انطباق دارد؟

- الف) الکترون‌ها و پروتون‌ها بدون بار هستند.  
ب) الکترون‌ها و نوترون‌ها باز خود را از دست داده‌اند.  
ج) بارهای مثبت و منفی یکدیگر را خشی می‌کنند.  
د) اتم در حالت عادی به یک اندازه پروتون و الکترون دارد.

۳- وزن کامل هسته اتم شامل وزن ..... است.

- الف) پروتون‌ها و الکترون‌ها  
ب) پروتون‌ها و نوترون‌ها  
ج) نوترون‌ها و الکترون‌ها  
د) نوترون‌ها

۴- هسته هر اتم از دو ذره کوچک به نام‌های پروتون و الکترون تشکیل شده است.

غلط

صحیح

- ۵- کدام یک از موارد زیر نیمه‌هادی خوبی هستند؟  
الف) طلا ب) مس ج) پلاستیک  
د) ژرمانیوم

۶- مقدار بار الکتریکی که در هر جسم وجود دارد بر حسب ..... بیان می‌شود.

۷- واحد بار الکتریکی کدام است؟