

# بخش اول

## مبانی الکتريسته

هدف کلی :

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

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

# فصل اول

## آشنایی با اصول و مبانی الکتریسیته

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



هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیرنده انتظار می‌رود که:

### هدف‌های رفتاری در حیطه‌ی عاطفی:

- ۱- الکتریسیته ساکن را شرح دهد.
  - ۲- ساختمان اتم را شرح دهد.
  - ۳- تقسیم‌بندی اجسام از نظر هدایت الکتریکی را شرح دهد.
  - 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 واحدهای الکتریکی به یکدیگر را با حل چند مثال اجرا کند.
  - ۱۰- واحد کمیت‌های جریان، ولتاژ و مقاومت را تعریف کند.
  - ۱۱- شکل‌های مختلف قانون اهم را بیان کند.
  - ۱۲- مسئله‌های 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 واحدهای آن بیان کند.
  - ۱۷- مدار الکتریکی را با استفاده از لامپ و باتری ببندد.
- ۱- نظم و ترتیب و حضور به موقع در هنرستان و کلاس درس
- ۲- رعایت کند.
- ۳- تکالیف و مسئولیت‌های واگذار شده را به طور دقیق اجرا کند.
- ۴- در موقعیت‌های مناسب برای درک بهتر مفاهیم از آزمایشگاه مجازی استفاده کند.
- ۵- از لوازم موجود در کلاس و هنرستان به خوبی مراقبت و نگهداری کند.
- ۶- خوب گوش دهد و ابهامات و سوالات خود را بپرسد.
- ۷- با دقت و اعتماد به نفس به سوالات مطرح شده پاسخ دهد.
- ۸- از شوخی‌های بی‌مورد بپرهیزد.
- ۹- حضور فعال و داوطلبانه در امور مختلف داشته باشد.
- ۱۰- توانمندی‌های خود در موقعیت‌های مناسب را بروز دهد.
- ۱۱- در کار گروهی مشارکت فعال و همکاری موثر داشته باشد.
- ۱۲- نسبت به حل مشکلات سایر هنجریان حساس و فعال باشد.
- ۱۳- سایر هنجریان را در ارتباط با اجرای نظم و مقررات راهنمایی و تشویق کند.

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



## پیش آزمون فصل (۱)

۷- جا به جایی بارهای الکتریکی را..... می نامند.

۸- پتانسیل یک جسم هنگامی که کمبود الکترون دارد،  
..... است.

الف) مثبت      ب) منفی

۹- نیرویی که در یک میدان الکتریکی بر واحد بار مثبت  
الکتریکی واقع در میدان وارد می شود را ..... می نامند.

الف) پتانسیل الکتریکی      ب) جریان الکتریکی

ج) شدت میدان      د) توان الکتریکی

۱۰- شدت جریان عبوری از یک سیم ۰/۰۵ آمپر است.

این جریان معادل چند میلی آمپر است؟

الف) ۵      ب) ۵۰      ج) ۰/۰۵      د) ۰/۵

۱۱- کدامیک از روابط زیر بیان کننده قانون اهم است؟

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

ج)  $R = \frac{V}{I}$       د) هر سه مورد

۱۲- توان الکتریکی را تعریف کنید و روابط آن را

بنویسید.

۱- در ساختمان اتم کدام ذره باردار نیست؟

الف) نوترون      ب) پروتون

ج) الکترون      د) الف و ب

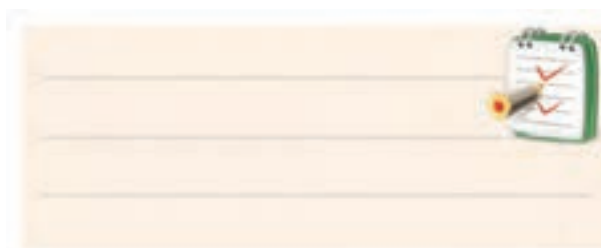
۲- واحد انرژی ..... و واحد توان ..... است.

الف) ژول-وات      ب) وات-ژول

ج) کیلو ولت-وات      د) وات-وات

۳- ساختمان اتم از چند قسمت تشکیل شده است؟ نام

ببرید.



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

است.

۵- به اجسامی که الکترون آزاد زیادی دارند و به راحتی

جریان برق را عبور می دهند ..... می گویند.

الف) عایق      ب) نیمه هادی      ج) هادی

۶- باردار شدن اجسام از کدام روش ممکن است؟

الف) اصطکاک      ب) تماس

ج) القاء      د) تمام موارد

## ۱-۱ آشنایی با اصول الکتریسته ساکن

الکتریسته پدیده ای است که دیده نمی شود، ولی قادر است پدیده های فیزیکی بسیاری مانند حرارت، روشنائی، 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 الکتریسته 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.



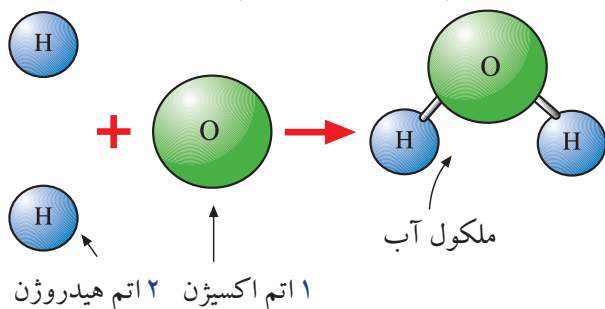
شکل ۱-۱ یکی از روش های تولید الکتریسته

### ۱-۱-۱ ساختمان ماده

هوایی که تنفس می کنیم، یک قطره آب، یک قطعه فلز و هر آنچه در طبیعت وجود دارد بر خلاف 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

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.



شکل ۱-۲ یک ملکول آب

### ۱-۲ ساختمان اتم

ساختمان اتم از دو قسمت تشکیل شده است.

الف) هسته

ب) پوسته یا مدار های الکترونی (اوربیتال)

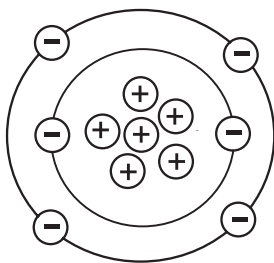
**الف- هسته:** در هسته اتم دو نوع ذره وجود دارد. پروتون که حامل بار مثبت است و نوترون که از نظر الکتریکی خنثی است، یعنی بار الکتریکی ندارد، شکل ۱-۳.



شکل ۱-۳ ذرات پروتون و نوترون در اتم

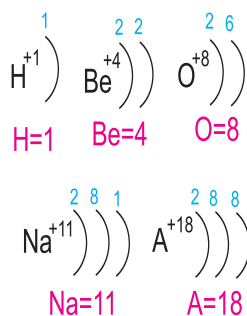
**ب- اوربیتال (پوسته):** در اطراف هسته ای اتم لایه های بیضوی شکل قرار دارند. این لایه ها اوربیتال نامیده می شوند. ذرات بسیار ریزی به نام الکترون در اوربیتال ها دوران می کنند. الکترون حامل بار منفی است و جرم بسیار کمی دارد. نحوه قرار گرفتن الکترون ها روی مدارها و پروتون ها و نوترون ها در

هسته، در شکل ۴-۱ نشان داده شده است.



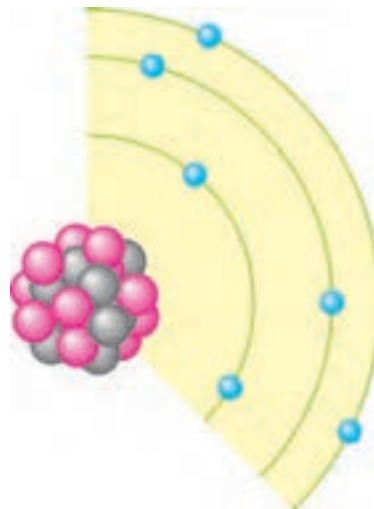
شکل ۶-۱ عدد اتمی کربن برابر ۶ است

حداکثر تعداد الکترون‌های موجود در هر لایه نیز ثابت است. اولین لایه تا ۲، دومین تا ۸، سومین تا ۱۸ و چهارمین تا ۳۲ الکترون 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 ۷-۱.



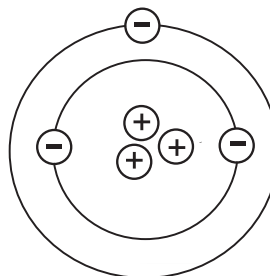
شکل ۷-۱ تعداد الکترون‌ها روی هر مدار

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



شکل ۴-۱ 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 لیتیم ۳ پروتون و ۳ الکترون وجود دارد، شکل ۵-۱.

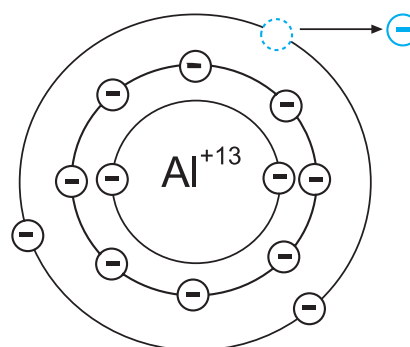


شکل ۵-۱ اتم لیتیم دارای سه الکترون و سه پروتون است.

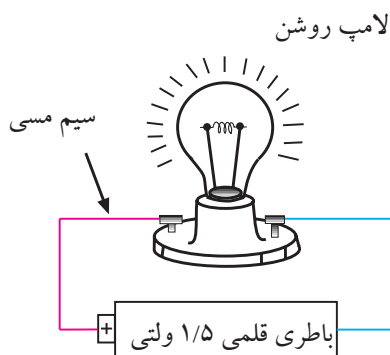
در حالت عادی یک اتم از نظر بار الکتریکی خنثی است زیرا تعداد پروتون‌ها با تعداد الکترون‌ها برابر است، تعداد پروتون‌های موجود در هسته اتم هر ماده، مشخص‌کننده عدد اتمی آن ماده است. عدد اتمی کربن ۶ است. زیرا ۶ پروتون و ۶ الکترون دارد، شکل ۶-۱.

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

منفی می کند، شکل ۸-۱.



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

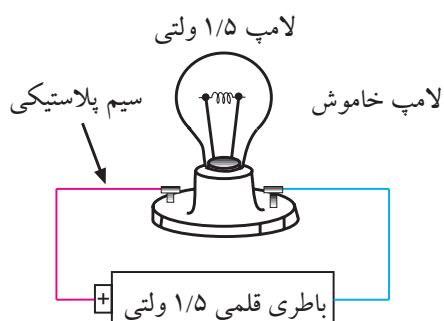


شکل ۱۰-۱ سیم مسی به راحتی جریان برق را از خود عبور می دهد لذا هادی خوبی است.

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.

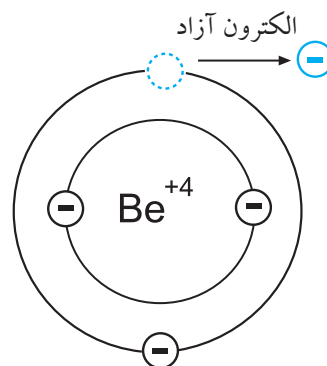
## ۲-۳-۱ عایق ها

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 ۱۱-۱.



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

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

## ۳-۱ 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 ۱۰-۱.

### ۳-۳-۱ نیمه هادی‌ها

موادی مانند ژرمانیوم و سیلیسیوم وجود دارند که هادی یا عایق خوبی نیستند. این مواد ۴ ظرفیتی هستند و **نیمه هادی** نام دارند.

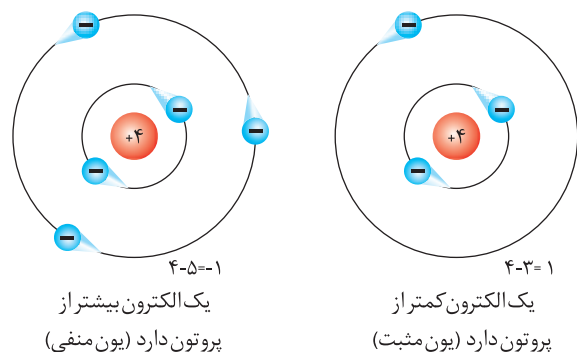
در شرایط عادی، نیمه هادی‌ها تمایلی به دریافت کردن و یا از دست دادن الکترون ندارند، اما در صورتی که به آنها انرژی داده شود، می‌توانند الکترون آزاد کنند.

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

جسم

#### ۱-۴-۱ اتم‌های باردار

در شرایط عادی در هر اتم تعداد الکترون‌ها 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 الکترون‌ها ممکن است تغییر کند. اگر در اتمی تعداد الکترون‌ها از پروتون‌ها کم‌تر باشد، اتم بار مثبت دارد و چنان‌چه تعداد الکترون‌های اتمی از پروتون‌های آن بیش‌تر باشد، اتم بار منفی دارد، شکل ۱۲-۱.



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

#### ۲-۴-۱ باردار شدن اجسام

اگر اتم‌های یک جسم، الکترون‌های خود را از دست

بدهند یا الکترون زیادی بگیرند، آن جسم باردار خواهد شد. باردار شدن اجسام از چند راه امکان‌پذیر است:

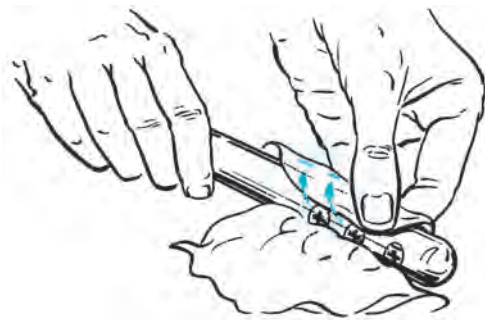
الف- اصطکاک.

ب- تماس.

ج- القا.

**الف- اصطکاک (مالش):** اگر یک میله شیشه‌ای را به یک

تکه ابریشم مالش دهیم، میله شیشه‌ای به ابریشم الکترون خواهد داد. در این حالت میله به علت کمبود الکترون دارای بار مثبت و ابریشم به علت افزایش الکترون دارای بار منفی می‌شود، شکل ۱۳-۱.



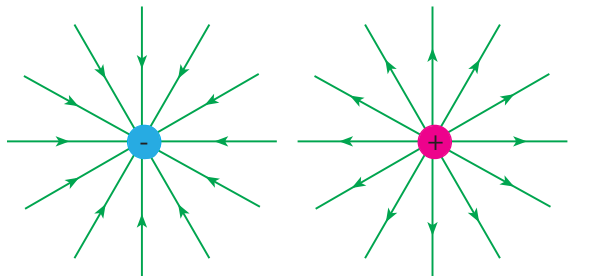
شکل ۱۳-۱ باردار کردن اجسام از طریق اصطکاک

**ب- باردار کردن از طریق تماس:** با استفاده از یک میله‌ی

کائوچویی باردار، می‌توان جسم دیگری مانند مس را فقط با تماس دادن این دو جسم با یکدیگر باردار کرد. در این حالت الکترون‌های روی سطح کائوچو وارد مس می‌شود و مس را دارای بار منفی می‌کند، شکل ۱۴-۱.

## ۵-۱ 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 صورت شعاعی 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 ۱۶-۱.



خطوط نیروی الکتریکی

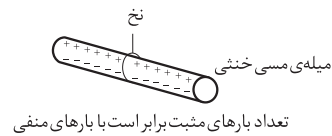
الکترون

خطوط نیروی الکتریکی

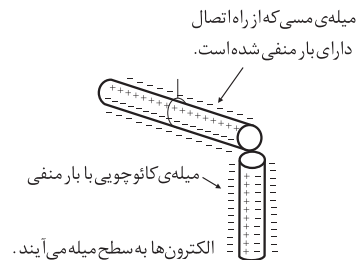
پروتون

شکل ۱۶-۱ خطوط نیروی الکتریکی پروتون و الکترون

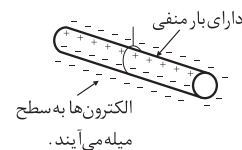
خطوط نیروی هر یک از این بارها، میدان های الکتریکی تولید می کنند. به علت اثر متقابل این دو میدان، ذرات باردار یکدیگر را جذب یا دفع می کنند، شکل ۱۷-۱.



قبل از تماس

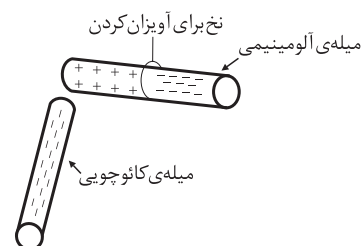


در حالت تماس



شکل ۱۴-۱ بار دار شدن اجسام از طریق تماس

**ج- باردار کردن اجسام از طریق القاء:** چون الکترون ها و پروتون ها نیروی جاذبه و دافعه دارند، اگر یک میله کاتوچویی باردار منفی را به یک میله ی آلومینیومی، خیلی نزدیک کنیم ولی به آن نچسبانیم، نیروی بارهای منفی کاتوچو، الکترون های میله آلومینیوم را دفع می کند و به سر دیگر میله می راند. در نتیجه یک سر میله آلومینیومی مثبت و سر دیگر آن منفی می شود. حال اگر میله کاتوچویی را کنار بگذاریم، الکترون های میله آلومینیومی دوباره تغییر آرایش می دهند و میله را به حالت خنثی در می آورند، شکل ۱۵-۱.



شکل ۱۵-۱ باردار کردن اجسام از طریق القاء

واحد شدت جریان الکتریکی آمپر است که با حرف A نشان داده می شود. اگر در یک هادی تعداد  $10^{18} \times 28/6 = 6280000000000000000$  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 میلیونم آمپر است. واحد های بزرگ تر از آمپر را کیلو آمپر یا ۱۰۰۰ آمپر می نامند.

بارهای همنام  
یک دیگر را  
دفع می کنند .

بارهای غیر همنام  
یک دیگر  
را جذب می کنند .

میدان های الکترواستاتیکی در هنگام دفع (بارهای همانام)  
با هم مخالفت می کنند و در هنگام جذب (بارهای غیر همانام)  
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.

### ۱-۶-۱ شدت جریان الکتریکی

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 ۱۸-۱

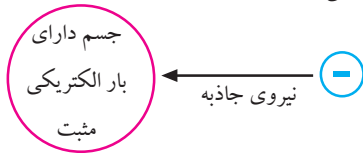
**حل :**

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

## ۲-۶-۱ 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 گوئیم دارای پتانسیل مثبت است و آن را با علامت «+» نشان می دهیم، شکل ۲۱-۱.



شکل ۲۱-۱ 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

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:

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

برای جهت جریان الکتریکی دو تعریف وجود دارد:

**الف- جهت قرار دادی:** 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 قرار دادی می نامند.

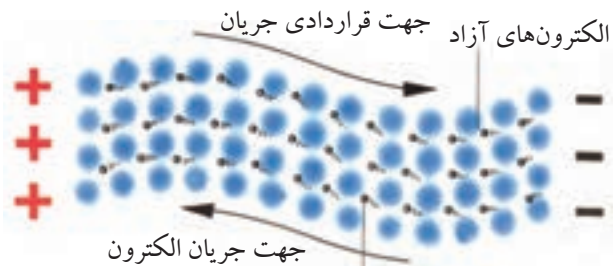
**ب- جهت واقعی:** چون الکترون دارای بار منفی است، لذا به سمت قطب مثبت باتری حرکت می کند. این جهت را جهت واقعی جریان الکتریکی می نامند.



### نکته مهم: معمولا در کتاب های

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

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



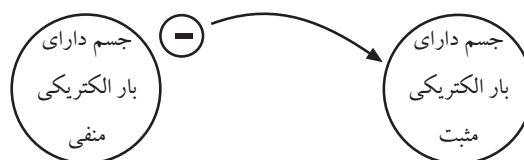
الکترون ها از منفی به مثبت انتقال می یابند.

شکل ۲۰-۱ جهت حرکت اصلی و قراردادی جریان الکتریکی

**مثال ۱:** اگر باری برابر با ۶ کولن در مدت ۲ ثانیه از سیمی

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

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



شکل ۲۲-۱ 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 بدن شما و زمین است. وقتی شما درب را لمس می کنید، جریان الکتریکی از طریق بدن شما و دستگیره درب و زمین برقرار می شود، شکل ۲۳-۱.



شکل ۲۳-۱ ایجاد جریان الکتریکی بین بدن و دستگیره درب

اختلاف پتانسیل (ولتاژ) را معمولاً با حرف E و گاهی با V نمایش می دهند. اختلاف پتانسیل الکتریکی را با دستگاهی به نام ولت متر اندازه می گیرند.

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



ولت متر عقربه ای

ولت متر دیجیتالی

شکل ۲۴-۱ دو نمونه ولت متر

### ۳-۶-۱ 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

۲۵-۱.

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

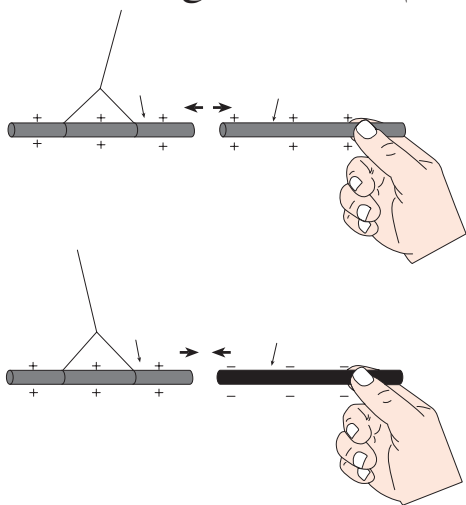


شکل ۱-۲۸ نمایش شماره و مقدار مقاومت روی نماد آن

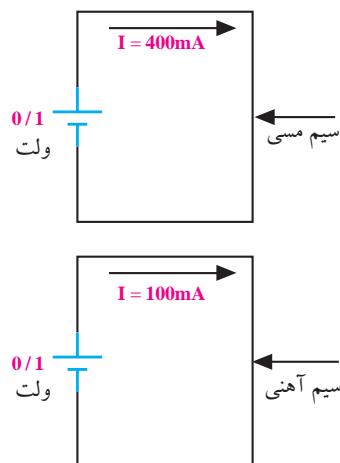
## ۷-۱ آشنایی با قانون کولن

### ۷-۱-۱ اثر اجسام باردار بر یکدیگر

اگر یک میله شیشه ای را به پارچه ای مالش دهیم، میله شیشه ای دارای بار مثبت می شود. چنان چه میله کائوچو را به یک تکه پشم مالش دهیم، دارای بار منفی می شود. حال اگر میله شیشه ای باردار مثبت را به میله کائوچویی باردار منفی نزدیک کنیم، چون این دو جسم بارهای مخالف دارند، یکدیگر را جذب می کنند. در صورتی که دو میله شیشه ای که بار مثبت دارند را در مجاورت هم قرار دهیم، چون بار این دو جسم همنام است، یکدیگر را دفع می کنند، شکل ۱-۲۹.



شکل ۱-۲۹ اثر اجسام باردار بر یک دیگر



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

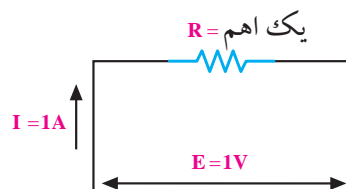
جسم، ماده یا قطعه ای که در برابر عبور جریان الکتریکی ایستادگی می کند را **مقاومت** می نامند و آن را با حرف R (Resistor) نشان می دهند. نماد مقاومت را در شکل ۱-۲۶ ملاحظه می کنید.



شکل ۱-۲۶ نماد مقاومت

واحد مقاومت الکتریکی اهم است. اگر به دو سر مقاومتی اختلاف پتانسیل یک ولت اتصال دهیم، چنان چه 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 می دهند.



شکل ۱-۲۷ مقاومت یک اهم

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

## ۲-۲-۱ قانون کولن

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 مجذور 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 ی 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  $d$

بر حسب متر باشد،  $k$  تقریباً  $K = 9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$  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؟ ( $K = 9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$ )

**حل:**

$$q_1 = q_2 = 1(C)$$

$$d = 1km = 1000m$$

$$F = k \frac{q_1 \times q_2}{d^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{1 \times 1}{(1000)^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{1}{(1.3)^2}$$

$$F = 9 \times 10^9 \times \frac{1}{1.6} = 9 \times 10^3 = 9000(N)$$

### کولن (۱۷۳۶-۱۸۰۶)

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.

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

## ۸- شدت میدان الکتریکی

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

الکتریکی واقع شود و بر آن نیروی  $F$  اثر کند، شدت میدان الکتریکی از رابطه زیر قابل محاسبه است:

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

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

اینها واحدها در مقیاس های کوچک تر یا بزرگ تر از

واحد اصلی خود نیز به کار می روند.

جدول ۱-۱ چگونگی تبدیل این واحدها را به یکدیگر

نشان می دهد.

## ۹-۱ تبدیل واحدها به یکدیگر

همان گونه که اشاره شد، کمیت های الکتریکی جریان

جدول ۱-۱ واحدهای کوچک تر و بزرگ تر از واحدهای اصلی الکتریکی

چگونگی تبدیل ضرایب	حرف اختصاری	نام ضریب	شکل نمایی ضریب	مقدار ضریب
<p>از بالا به پایین مقدار مورد نظر را در ضرایب دارای توان مثبت ضرب و بر ضرایب دارای توان منفی تقسیم می کنیم.</p> <p>از پایین به بالا مقدار مورد نظر را در ضرایب دارای توان منفی ضرب و بر ضرایب دارای توان مثبت تقسیم می کنیم.</p>	T	ترا	$10^{12}$	۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰
	G	گیگا	$10^9$	۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰
	M	مگا	$10^6$	۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰
	K	کیلو	$10^3$	۱۰۰۰
	H	هکتو	$10^2$	۱۰۰
	da	دکا	$10$	۱۰
		واحد اصلی	$10^0$	۱
	d	دسی	$10^{-1}$	۰/۱
	c	سانتی	$10^{-2}$	۰/۱۰
	m	میلی	$10^{-3}$	۰/۰۰۱
	$\mu$	میکرو	$10^{-6}$	۰/۰۰۰۰۰۱
	n	نانو	$10^{-9}$	۰/۰۰۰۰۰۰۰۱
	p	پیکو	$10^{-12}$	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱

مثال ۳: شدت جریان عبوری از یک سیم ۰/۰۵ آمپر

است. این جریان معادل چند میلی آمپر است؟

حل:

$$I = 0.05(A) \times 10^3 = 5 \times 10^{-2} \times 10^3$$

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

تکته مهم: هنگام ضرب اعداد با پایه های یکسان،

نمادهای مثبت و یا منفی آنها با هم جمع می شوند.

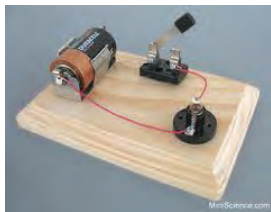


## ۱-۱۰ مدار الکتریکی

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

- منبع تغذیه
- سیم‌های رابط
- مصرف‌کننده

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.

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow R = \frac{\text{ولتاژ}}{\text{جریان}}$$

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 ۰/۲ میلی آمپر معادل چند میکرو

آمپر است؟

**حل:**

$$I = 0.2(\text{mA}) \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-1} \times 10^{-3} \mu\text{A}$$

$$I = 2 \times 10^{(-1+3)} = 2 \times 10^2 = 200 \mu\text{A}$$

**مثال ۵:** شدت جریان ۱۰ میکرو آمپر معادل چند آمپر

است؟

**حل:**

$$I = 10(\mu\text{A}) \times 10^{-6} = 0.00001\text{A}$$

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

**حل:**

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

**نکته‌ی 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:**

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

**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؟

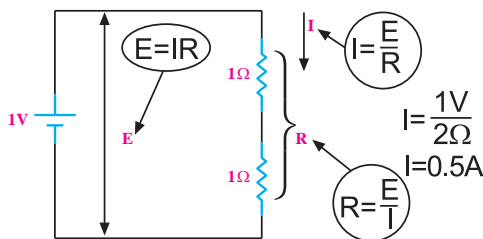
**حل:**

$$R = 500(\Omega) \times 10^{-3} = 0.50\text{k}\Omega = 0.5\text{k}\Omega$$

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

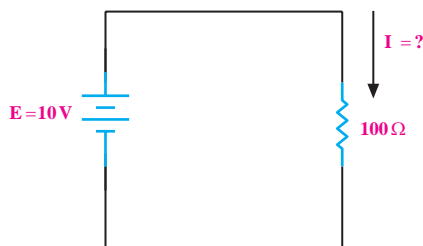
$$I = \frac{V}{R} = \frac{0.5V}{1\Omega} = 0.5 \text{ A}$$

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



شکل ۳۲-۱ ج دو برابر شدن مقاومت در مدار

**مثال ۱۰:** به دو سری یک مقاومت  $100\Omega$  یک ولتاژ ۱۰ ولت اعمال می کنیم، جریان گذرنده از مدار چند آمپر است؟



شکل ۳۳-۱

**حل:**

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

**تمرین کلاسی ۱:** به دو سری یک مقاومت

$500\Omega$ ، ولتاژ ۲۰ ولت اعمال می کنیم، 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 می شود.

رابطه قانون اهم را به سه صورت شکل ۳۱-۱ می توانیم

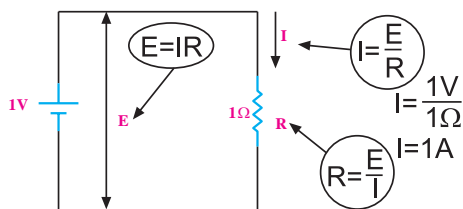
بنویسیم.



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

شکل ۳۱-۱ نمودار دایره ای قانون اهم در حالت های مختلف

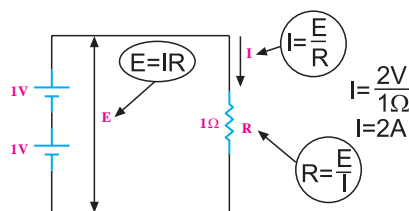
در مداری که اختلاف پتانسیل یک ولت بین دو سر مقاومت یک اهمی برقرار باشد؛ جریانی با شدت یک آمپر از مدار می گذرد، شکل ۳۲-۱ الف.



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

شکل ۳۲-۱ الف نمایش قانون اهم

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



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

شکل ۳۲-۱ 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  $1 \text{ K}\Omega$ ، جریان  $1 \text{ mA}$  عبور می‌کند، افت ولتاژ دو سر مقاومت چند ولت است؟

## ۱۱- توان و انرژی در جریان مستقیم

### ۱۱-۱ 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 تر از وات، میلی وات (یک هزارم) وات و میکرو وات، یک میلیونم وات است. واحد های بزرگ تر از 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:

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



### تحقیق کنید:

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

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

توان الکتریکی را با دستگاهی به نام وات متر اندازه می گیرند.

### ۲-۱۱-۱ انرژی الکتریکی

همان طور که می دانید منبع تغذیه الکتریکی مانند برق شهر یا باتری، انرژی مورد نیاز وسایل الکتریکی را تامین می کند. وقتی یک اطوی برقی را به برق وصل می کنید، اطو انرژی الکتریکی را از شبکه برق دریافت می کند و آن را به انرژی حرارتی تبدیل می نماید. هر قدر مدت زمان وصل اطوی برقی به شبکه بیشتر باشد، گرمای بیش تری در اطو تلف می شود و انرژی بیش تری را از شبکه برق دریافت می کند. پس انرژی مصرفی رابطه مستقیم با زمان دارد و به صورت رابطه زیر تعریف می شود:

$$\begin{aligned} \text{زمان} \times \text{توان الکتریکی} &= \text{انرژی الکتریکی} \\ W &= p \cdot t \\ \text{ژول} &= \text{وات} \times \text{ثانیه} \end{aligned}$$

واحد انرژی الکتریکی، وات-ثانیه یا ژول است. یک ژول عبارت است از تلفات توان یک وات در مدت یک ثانیه. واحد بزرگ تر و کاربردی تر 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.

### حل:

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

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

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



### تمرین کلاسی ۴: اگر ۵ لامپ ۱۰۰

واتی روزانه ۵ ساعت روشن باشد، در صورتی که قیمت هر کیلو وات ساعت ۱۰۰ ریال باشد، هزینه ی انرژی مصرف کننده ها در یک ماه چه قدر است؟



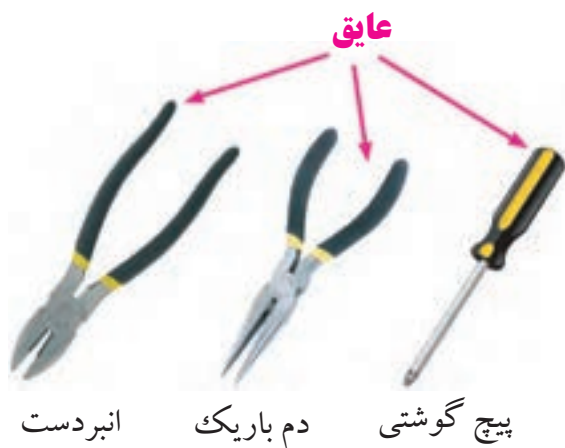
۱-۱۲-۲ انتخاب ابزار کار مناسب و استفاده از آن‌ها، یکی دیگر از نکات ایمنی عمومی است، شکل ۱-۳۵.



شکل ۱-۳۵ انتخاب درست ابزار کار و نحوه ی 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

## اول ایمنی، بعد کار



## 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 دقت نظر، سرعت کار و کیفیت آموزشی را در فرد افزایش می‌دهد.

۱-۱۲-۶ هنگام اندازه گیری کمیت های الکترونیکی، توسط دستگاه های اندازه گیری، از حوزه صحیح کار و گستره مناسب آن استفاده کنید، شکل ۱-۳۹.



شکل ۱-۳۹ استفاده صحیح از حوزه ی کار صحیح دستگاه اندازه گیری

این مهارت علاوه بر جلوگیری از بروز حادثه باعث افزایش دقت نظر، کیفیت و سرعت در انجام کار می شود.

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



شکل ۱-۴۰ بی دلیل در کارگاه تردد نکنید.

۱-۱۲-۴ از وارد کردن ضربه به دستگاه ها و تجهیزات خودداری کنید، شکل ۱-۳۷.



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

به طور کلی حفاظت از وسایل، مهارت ارزش گذاری بر ثروت عمومی، مسئولیت پذیری و توجه به هزینه هایی را که برای تحصیل هر فرد صرف می شود به وجود می آورد.

۱-۱۲-۵ هنگام جازدن و یا کشیدن دو شاخه برق، از سیم های 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 دقت نظر و توجه بیش تر را در فرد ایجاد می کند و مانع بروز حادثه می شود.



شکل ۴۲-۱ نشستن هنرجو روی صندلی درست نیست

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



شکل ۴۳-۱ ایجاد حس تملک نسبت به محیط کار با پوشیدن لباس کار

۱۱-۱۲-۱ تشکیل گروه های کاری باعث ایجاد مهارت در کار جمعی، برنامه ریزی صحیح و ارتباط موثر با دیگران می شود، شکل ۴۴-۱.

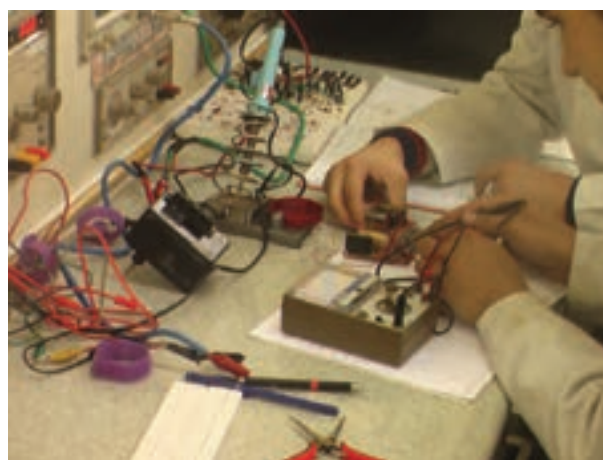


شکل ۴۴-۱ تشکیل گروه های کاری

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

۸-۱۲-۱ از گذاشتن وسایل اضافی روی میز کار جداً

خودداری کنید، شکل ۴۱-۱.



شکل ۴۱-۱ 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 کارگاه ها

۹-۱۲-۱ 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 ۴۲-۱.



شکل ۴۶-۱ تهیه‌ی دفتر گزارش کار

رعایت این توصیه، مهارت تبدیل نقاط ضعف به نقاط قوت را ایجاد می‌کند.

۱۴-۱۲-۱ خواندن دستورهای اجرایی قبل از شروع کار، مهارت اعتمادبه‌نفس و داشتن آرامش را در اجرای آزمایش امکان‌پذیر می‌کند، شکل ۴۷-۱.



شکل ۴۷-۱ خواندن دستورالعمل قبل از شروع کار

۱۵-۱۲-۱ استفاده از آزمایشگاه مجازی (Virtual lab) به عنوان پیش‌آزمایش، آموزش و صرفه‌جویی در ابزار، قطعات و تجهیزات و زمان را در فرد عمیق‌تر می‌سازد.

مهارت شنیدن نظرات دیگران، موجب می‌شود تا برای برقراری ارتباط بهترین روش‌های مرتبط با هر موضوع را به کار بگیرید.

۱۲-۱۲-۱ توزیع اقلام مورد نیاز بین گروه‌ها، بررسی دقیق میزهای کار، تعیین وسایل معیوب و گزارش آن به مربیان، از مهم‌ترین وظایفی است که به ارشد دوره‌ای کارگاه واگذار می‌شود، شکل ۴۵-۱.



شکل ۴۵-۱ تعیین ارشد کلاس

ارشد کلاس در هر هفته تغییر می‌کند. با این هدف حس مسئولیت‌پذیری، رشد مهارت مدیریتی، هدایت گروه و مهارت اعتماد به نفس در همه تقویت می‌شود.

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

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 ۴۹-۱ 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 ۵۰-۱ یک نمونه ولت متر آزمایشگاهی را نشان می دهد.



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

شکل ۵۰-۱ 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 توانید اثر آن را به راحتی روی مدار مشاهده کنید.
- \* بدون نیاز به قطعات سخت افزاری می توانید مدارهای دلخواه خود را ببینید و خلاقیت خود را بروز دهید.
- \* به راحتی می توانید بدون هیچ هزینه و در زمان کوتاهی آزمایشها را به دفعات متعدد تکرار کنید.
- \* هر گونه پیشنهادی که به نظرتان می رسد، در آزمایشگاه مجازی قابل اجرا است و این امر باعث شکوفاشدن خلاقیت می شود.

## ۱۳-۱ اطلاعات اولیه

### منبع تغذیه

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



شکل ۴۸-۱ 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 ۴۹-۱ یک نمونه آمپر متر آزمایشگاهی را نشان می دهد. امروزه

می کنند. شکل ۵۱-۱ یک نمونه اهم متر آزمایشگاهی را نشان می دهد.



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

شکل ۵۱-۱ یک نمونه اهم متر آزمایشگاهی

### مولتی متر

در اغلب آزمایشگاه ها و کارگاه ها از وسیله ای به نام «مولتی متر» یا «آوومتر» استفاده می شود. این وسیله قادر به اندازه گیری کمیت هایی مانند ولتاژ، جریان و مقاومت است. شکل ۵۲-۱ دو نمونه مولتی متر عقربه ای و دیجیتالی را نشان می دهد. امروزه مولتی مترهای دیجیتالی فراوان تر، ارزان تر و مرغوب تر از مولتی مترهای عقربه ای است. لذا در اجرای آزمایش ها از مولتی متر دیجیتالی استفاده می کنیم.



دیجیتالی

عقربه ای

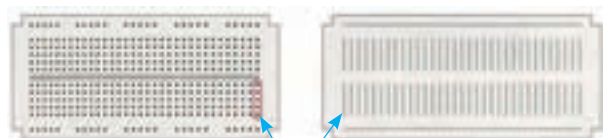
شکل ۵۲-۱ دو نمونه مولتی متر

مولتی متر به معنی چند اندازه گیر است و به دستگاه هایی اطلاق می شود که چند کمیت را می توانند اندازه بگیرند.

### بردبرد

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

در شکل ۵۳-۱ تصویر یک نمونه بردبرد را مشاهده می کنید. سوراخ های تعبیه شده روی بردبرد برای نصب قطعات مدار روی آن است. سوراخ های هر ستون طبق شکل ۵۳-۱-الف به هم اتصال دارند. شکل ۵۳-۱-ب نمایی از روی بردبرد را نشان می دهد که در آن اتصال های مربوط به سوراخ ها نشان داده شده است.



(ب)

(الف)

هر ردیف پنج تایی سوراخ ها به وسیله یک نوار مشترک از پشت به هم وصل شده اند.

شکل ۵۳-۱ صفحه آزمایش یا بردبرد

### LC متر

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



شکل ۵۴-۱ یک نمونه LC متر

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 سیگنال ژنراتور و فانکشن ژنراتور

### اسیلوسکوپ

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 دقت انجام کار را افزایش می‌دهد. در شکل ۱-۵۹ یک نمونه میز آزمایشگاهی نشان داده شده است.

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



درباره  
ایجاد ظرفیت  
خازنی و نیز  
اندوکتانس بوبین‌ها،  
بعداً صحبت  
خواهیم کرد.

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

### باتری

شکل ۱-۵۶ تصویر دو نمونه باتری قلمی و کتابی را نشان می‌دهد. در مدارهای الکتریکی از باتری به عنوان منابع تغذیه dc استفاده می‌کنند.



شکل ۱-۵۶ دو نمونه باتری

### سیگنال ژنراتور

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

## ۱۴-۱ آزمایش شماره (۱)

اصول بستن مدار ساده با لامپ و باتری و کلید

زمان اجرا: ۱ ساعت آموزشی

### ۱۴-۱ هدف آزمایش:

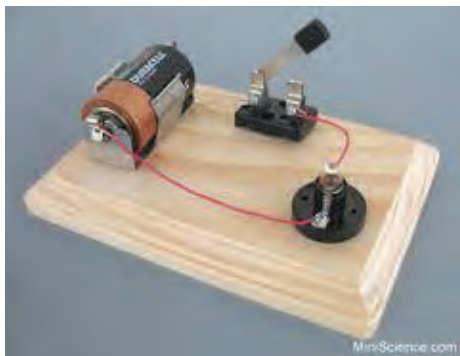
یک مدار ساده الکتریکی را با استفاده از لامپ و باتری و کلید و سیم‌های رابط ببندید.

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

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

### ۱۴-۳ مراحل اجرای آزمایش:

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



شکل ۶۱-۱



شکل ۵۹-۱ یک نمونه میز آزمایشگاهی

### جعبه ابزار

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



شکل ۶۰-۱ دو نمونه جعبه ابزار

#### ۴-۱۴-۱ نتایج آزمایش:

آنچه را که در این آزمایش فراگرفته‌اید به اختصار شرح

دهید.

■ سر دیگر کلید را نیز با سیم‌های رابط به سرپیچ وصل

کنید.

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

سرسوماری به سرپیچ لامپ که هنوز آزاد است، وصل

کنید.

■ کلید یک پل را ببندید.

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



■ کلید یک پل را به حالت باز در آورید.

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

دهید.



یادگیری بدون انگیزه و تفکر، مانع کشف و بروز  
استعداد خلاقیت و نوآوری در فراگیران 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 می گیرند.

الف) مثبت- منفی (ب) منفی- مثبت

۹- ایستادگی در مقابل عبور جریان الکتریکی را

می گویند.

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) نیوتن بر کولن

ج) ولت بر آمپر متر (د) ولت بر اهم

۱۲- به دو سری یک مقاومت ۱۰ اهم، ولتاژی برابر با ۱۰

ولت می دهیم. جریان گذرنده از مدار چند آمپر است؟

الف) ۱۰۰ (ب) ۱ (ج) ۲۰ (د) ۰/۱

۱۳- از یک مقاومت ۵ اهمی، جریانی برابر با ۲ آمپر عبور

می کند، چند وات توان در مقاومت تلف می شود؟

الف) ۱۰ (ب) ۲/۵ (ج) ۵۰ (د) ۲۰

۱۴- یک لامپ ۴۰ وات در مدت ۲ دقیقه چند ژول انرژی

مصرف می کند؟

الف) ۸۰ (ب) ۲۴۰۰ (ج) ۴۸۰۰ (د) ۲۲۰۰

۱۵- جریان ۰/۲ آمپر معادل چند میلی آمپر است؟

الف) ۰/۰۰۲ (ب) ۲۰ (ج) ۲۰۰ (د) ۰/۰۰۰۲

۱۶- ولتاژ ۵ میلی ولت معادل چند ولت است؟

الف) ۵۰۰ (ب) ۵۰ (ج) ۰/۰۰۵ (د) ۰/۰۵

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- جمله «در حالت عادی یک اتم از نظر بار الکتریکی

خنثی است» با کدام گزینه انطباق دارد؟

الف) الکترون ها و پروتون ها بدون بار هستند.

ب) الکترون ها و نوترون ها بار خود را از دست داده اند.

ج) بارهای مثبت و منفی یکدیگر را خنثی می کنند.

د) اتم در حالت عادی به یک اندازه پروتون و الکترون

دارد.

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

الف) پروتون ها و الکترون ها

ب) پروتون ها و نوترون ها

ج) نوترون ها و الکترون ها

د) نوترون ها

۴- هسته هر اتم از دو ذره کوچک به نام های پروتون و

الکترون تشکیل شده است.

☐ غلط

☐ صحیح

۵- کدام یک از موارد زیر نیمه هادی است؟

الف) طلا (ب) مس (ج) پلاستیک

د) ژرمانیوم

۶- مقدار بار الکتریکی که در هر جسم وجود دارد

بر حسب ..... بیان می شود.

۷- واحد بار الکتریکی کدام است؟