

واحد کار مبانی الکتریسیته

فصل اول: آشنایی با الکتریسیته

هدف کلی

آشنایی با الکتریسیته و خصوصیات آن

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

- ۱- ماده را تعریف کند و اجزای آن را نام ببرد.
- ۲- خصوصیات اجزای ماده را شرح دهد.
- ۳- نحوه ایجاد جریان الکتریکی را توضیح دهد.

ساعت		
نظری	عملی	جمع
۲	-	۲



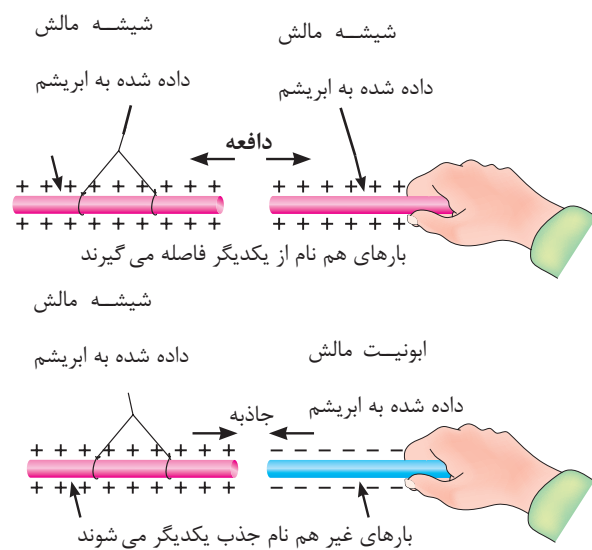
- ۱- آیا پدیده رعد و برق آسمان تولید الکتریسیته است؟
الف - بستگی به شدت روشنایی آن دارد. ب - خیر
ج - بستگی به وضعیت جغرافیایی منطقه دارد. د - بلی
- ۲- چرا در اثر تماس شانه مو تکه های کاغذ جذب آن می شوند؟
الف - چون تکه های کاغذ سبک هستند. ب - زیرا جنس شانه از پلاستیک است.
ج - شانه دارای بار الکتریکی می شود. د - بین شانه و کاغذ الکتریسیته جاری می شود.
- ۳- مفهوم بار الکتریکی چیست؟
الف - مقدار الکتریسیته موجود در یک جسم ب - مقدار جریانی که باید انتقال یابد.
ج - انرژی یک لامپ را روشن می کند. د - انرژی که یک مولد را می چرخاند.
- ۴- نام دیگر الکتریسیته مالشی چیست؟
الف - الکتریسیته جاری ب - الکتریسیته مغناطیسی ج - الکتریسیته ساکن د - الکتریسیته متغیر
- ۵- انرژی الکتریکی مورد نیاز برای روشنایی منازل از چه طریقی تأمین می شود؟
الف - باتری ب - مالش ج - ژنراتور AC د - ژنراتور DC
- ۶- آیا تفاوتی بین الکتریسیته رعد و برق و الکتریسیته به کار رفته در یک لامپ وجود دارد؟
الف - بلی ب - خیر ج - در برخی موارد د - به نوع لامپ بستگی دارد
- ۷- علت به وجود آمدن جرقه بین دست و دستگیره درب بر اثر تماس پا با موکت یا فرش چیست؟
الف - به وجود آمدن الکتریسیته جاری ب - به وجود آمدن الکتریسیته ساکن
ج - بالا بودن میزان فشار پا روی موکت د - زبر و ضخیم بودن کرک موکت
- ۸- چرا در ساختمان های مرتفع از میله ای به نام برقگیر استفاده می شود.
الف - دریافت و ذخیره سازی الکتریسیته ساکن ناشی از رعد و برق
ب - دریافت و انتقال الکتریسیته ساکن به زمین
ج - دریافت امواج مغناطیسی مزاحم و حذف آن
د - به کارگیری در ارتباطات مخابراتی ماهواره ای
- ۹- چرا در پشت ماشین های نفت کش بزرگ از یک زنجیر که با زمین در ارتباط است، استفاده می شود؟
الف - برای ایجاد صدا و مشخص کردن نوع ماشین با توجه به بزرگی آن
ب - برای علامت دادن به اتومبیل های پشت سر به منظور دقت در رانندگی
ج - حذف جرقه ناشی از الکتریسیته ساکن و حفاظت تانکر از آتش سوزی
د - به منظور انتقال گرمای ایجاد شده در اثر سایش لاستیک ها با زمین
- ۱۰- کدام یک از موارد زیر درباره الکتریسیته غلط است؟
الف - برای تولید انرژی مکانیکی استفاده می شود.
ب - در اثر اصطکاک بین یک میله پلاستیکی و پارچه پشمی می توان نوعی از آن را به وجود آورد.
ج - از حرکت بارهای الکتریکی الکتریسیته به وجود می آید.
د - در صنعت، الکتریسیته جاری کاربرد کمی دارد.



۱- تاریخچه



شکل ۱-۱- کهربا



شکل ۱-۲- اثر بارهای استاتیکی بر یکدیگر

الکتریسیته پدیده‌ای است که دیده نمی‌شود. ولی قادر است پدیده‌های فیزیکی بسیاری مانند: حرارت، روشنایی، حرکت، مغناطیس و ... را به وجود می‌آورد. الکتریسیته دو هزار سال پیش توسط یونانی‌ها کشف شد. آن‌ها در آن زمان پی بردند وقتی یک کهربا^۱ به جسم دیگری مالش داده می‌شود، نیروی مرموز و خاصی در آن به وجود می‌آید که قادر است اجسامی مانند: برگ خشک و یا براده‌های چوب و ... را جذب کند. (شکل ۱-۱)

در ابتدا تمام اجسامی که مانند کهربا عمل می‌کردند «الکتریک» نام گرفتند. بعدها دریافتند که تعدادی از اجسام پس از مالش، یکدیگر را جذب و برخی دیگر یکدیگر را دفع می‌کنند. (شکل ۱-۲)

فرانکلین در اواسط سالهای ۱۷۰۰ میلادی این دو نوع الکتریسیته را که در دو جسم با جنس مختلف به وجود می‌آید، الکتریسیته «مثبت» و «منفی» نامگذاری کرد.

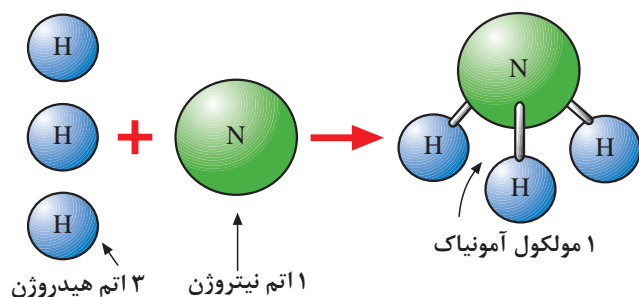


شکل ۱-۳- حالت‌های مختلف ماده

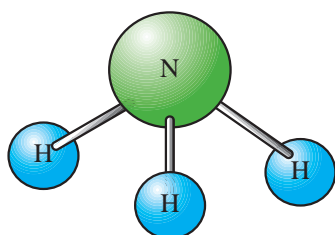
۱-۱- ساختمان ماده

به هر پدیده‌ای که فضا را اشغال نماید و جرم داشته باشد «ماده» گویند. در طبیعت ماده به سه شکل جامد، مایع و گاز وجود دارد. (شکل ۱-۳)

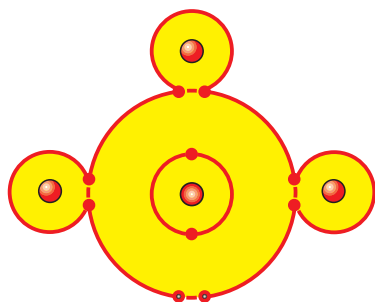
۱- کهربا: ماده‌ای زرد مایل به قهوه‌ای است که به صورت تکه‌های سخت مانند سنگ است.



شکل ۴-۱- ترکیب عناصر



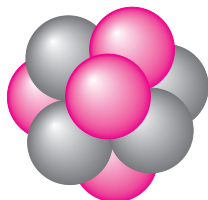
الف - تشکیل یک مولکول



ب - اتم‌های عنصر

شکل ۵-۱- نحوه قرار گرفتن اتم‌ها در کنار یکدیگر

پروتون P^+
نوترون N^0



شکل ۶-۱- ذرات پروتون و نوترون

مواد به هر شکلی که باشند به صورت ساده یا مرکب هستند. موادی را که از یک عنصر تشکیل شده باشند، «مواد ساده» می‌نامند. مانند: هیدروژن و موادی را که از دو یا چند عنصر تشکیل شده‌اند، «مواد مرکب» گویند. مانند: آمونیاک. مواد مرکب با استفاده از عمل ترکیب ساخته می‌شوند. (شکل ۴-۱)

کوچک‌ترین جزء یک ماده مرکب که هنوز خواص آن ماده را دارد در اصطلاح «مولکول» می‌نامند. (شکل ۵-۱- الف) بر همین اساس به کوچک‌ترین جزء یک ماده ساده که هنوز خواص آن ماده را دارد نیز «اتم» گفته می‌شود. (شکل ۵-۱- ب).

ساختمان اتم هر عنصر از دو قسمت تشکیل شده است:

الف - هسته

ب - مدارهای الکترونی

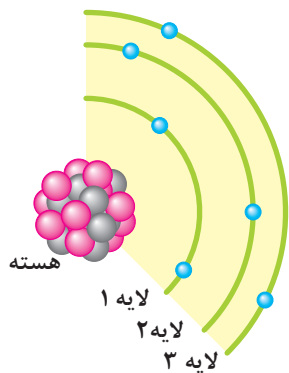
هسته هر اتم از دو ذره کوچک به نام‌های پروتون^۱ (بار مثبت P^+) و نوترون^۲ (بدون بار N^0) تشکیل شده است. (شکل ۶-۱)

1- Proton

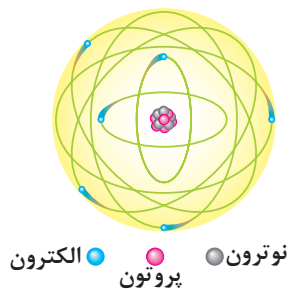
2 - Neutron



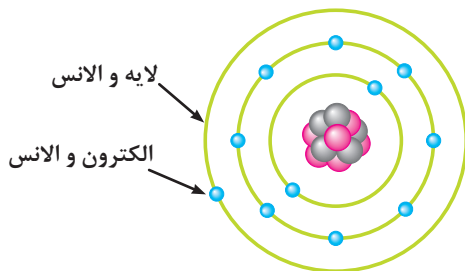
بر روی مدارهای الکترونی ذراتی به نام الکترون^۱ (با بار منفی e^-) قرار دارند. شکل ۱-۷ قسمتی از یک اتم را نشان می دهد.



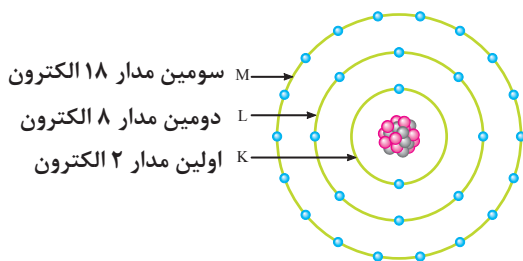
شکل ۱-۷- نحوه قرار گرفتن اتم ها روی مدارها و پروتون و نوترون در هسته



شکل ۱-۸- مدل اتمی



شکل ۱-۹- مدار و الانس (ظرفیت)



شکل ۱-۱۰- تعداد الکترون ها در هر مدار و الانس

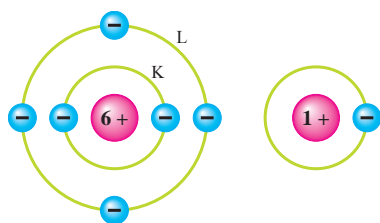
مدل اتمی عناصر مانند منظومه بسیار کوچک خورشیدی است که هسته اتم مانند خورشید و الکترون ها مانند سیارات بر روی مدارهایی حول هسته می چرخند. (شکل ۱-۸)

مدار خارجی هر اتم را در اصطلاح «لایه و الانس» و الکترون های روی این مدار را «الکترون های و الانس» یا «الکترون های ظرفیت» می نامند. (شکل ۱-۹) مدارهای الکترونی اتم ها را به ترتیب با حروف اختصاری O, N, M, L, K, ... مشخص می کنند.

تعداد الکترون های روی هر مدار اتم از رابطه $(2n^2)$ محاسبه می شود. در این رابطه n نشان دهنده شماره مدار است. مثلاً برای تعیین تعداد الکترون های مدار اول (K) می توان نوشت:

$$\text{الکترون } 2n^2 = 2 \times (1)^2 = 2$$

بنابراین در مدار اول تعداد دو الکترون وجود دارد. به همین ترتیب تعداد الکترون های مدارهای دیگر قابل محاسبه است. (شکل ۱-۱۰)



تعداد الکترون های مدار والانس هر اتمی همیشه بین ۱ تا ۸ الکترون است. تعداد این الکترون ها نشان دهنده ظرفیت آن اتم است. (شکل ۱-۱۱)

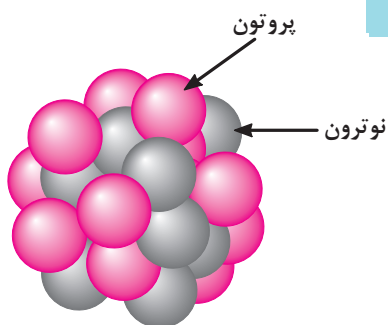
الف- اتم هیدروژن با ظرفیت ۱ ب- اتم کربن با ظرفیت ۴

شکل ۱-۱۱- تعداد الکترون های مدار ظرفیت دو اتم مختلف

۱-۱-۱ ویژگی های اتم و ذرات آن

۱- جرم پروتون $1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ مرتبه بیشتر از جرم الکترون است.

(جرم الکترون $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ و جرم پروتون $1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$)



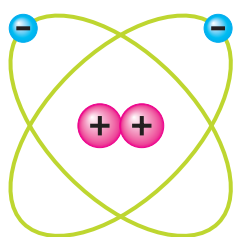
۲- قطر پروتون $\frac{1}{3}$ قطر الکترون است.

(قطر الکترون 1.9×10^{-13} و قطر پروتون 5.6×10^{-14})

شکل ۱-۱۲- ساختمان هسته اتم

۳- پروتون دارای بار مثبت و در هسته اتم قرار دارد. (شکل ۱-۱۲)

۴- نوترون بدون بار بوده و در هسته اتم قرار دارد. (شکل ۱-۱۲)



۵- الکترون دارای بار منفی است و روی مدارهای اطراف هسته

می چرخد. (شکل ۱-۱۳)

۶- مدارهای الکترونی اطراف هسته بیضی شکل هستند. (شکل ۱-۱۳)

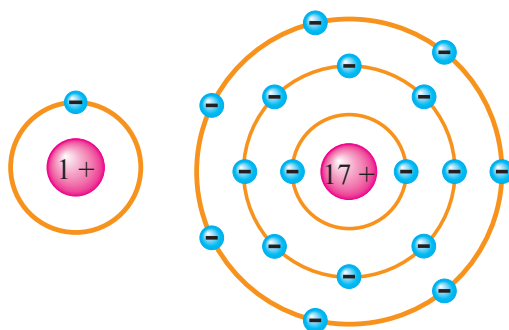
شکل ۱-۱۳- مدارها در اتم

۷- در شرایط عادی تعداد الکترون ها و پروتون های هر اتم با هم

برابرند. (شکل ۱-۱۴)

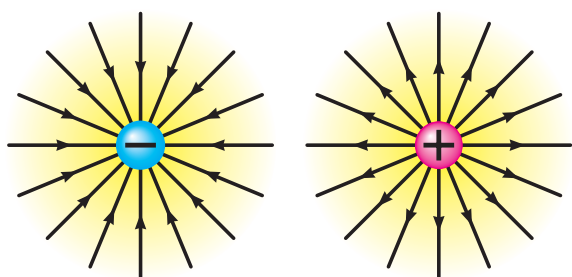
۸- در طبیعت همه نیروهای مخالف مثبت و منفی موجود در اتم

یکدیگر را خنثی می کنند و هیچ تأثیری روی هم ندارند. (شکل ۱-۱۴).



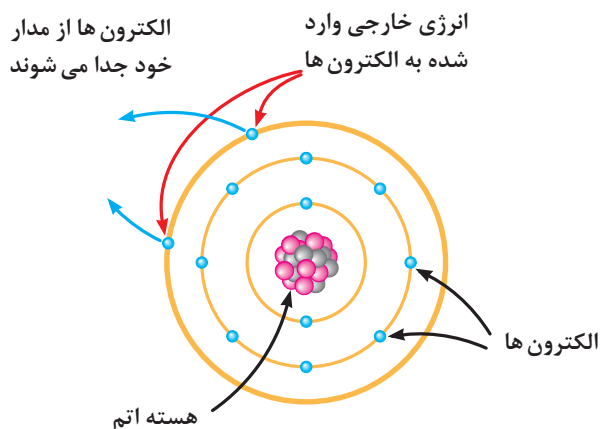
الف - ۱۷ الکترون، ۱۷ پروتون ب - ۱ الکترون، ۱ پروتون

شکل ۱-۱۴



۹- طبق قرارداد در ذرات باردار اتم جهت خطوط نیروی بارهای منفی به سمت داخل و در بارهای مثبت به سمت خارج است. (شکل ۱۵-۱)

شکل ۱۵-۱- جهت خطوط نیرو در بارهای مثبت و منفی



شکل ۱۶-۱- وضعیت قرارگیری اتم ها روی مدارها و چگونگی وارد شدن انرژی خارجی

۱-۲- چگونگی ایجاد جریان الکتریکی

برای تولید جریان الکتریکی لازم است که الکترون‌های والانس از اتم جدا و آزاد شوند. چون الکترون‌های مدار آخر نسبت به هسته اتم دورتر است لذا نیروی جاذبه کمتری از طرف هسته روی آن‌ها اثر می‌کند و بنابراین با وارد کردن مقدار کمی انرژی می‌توانند از مدار خود جدا شوند و به محل دیگری انتقال یابند.

شکل ۱۶-۱ نحوه وارد شدن انرژی به الکترون‌های والانس و جدا شدن آن‌ها از مدار خود را نشان می‌دهد.



آزمون پایانی (۱)

۱- کوچک ترین جزء یک ماده ساده یا عنصر را گویند.

الف - مرکب ب - ماده ج - ترکیب د - اتم

۲- آمونیاک از تشکیل شده و یک است.

الف - هیدروژن و نیتروژن - ماده ب - اکسیژن - ترکیب
ج - نیتروژن - ماده د - هیدروژن و اکسیژن - ترکیب

۳- 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

۴- مدار M چندمین مدار اتم است؟

الف - ۲ ب - ۳ ج - ۴ د - ۵

۵- در ذرات باردار اتم خطوط نیروی بارهای در تمام جهت ها است و مستقیماً می شوند.

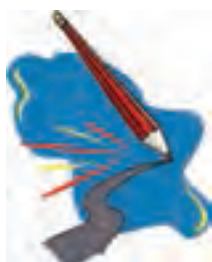
الف - خنثی - به بار وارد ب - مثبت - از بار خارج
ج - مثبت - به بار وارد د - منفی - از بار خارج

۶- شرط تولید جریان الکتریکی آن است که:

الف - مدارهای اتم بیضی شکل باشند. ب - الکترون ها به اولین مدار اتم اضافه شوند.
ج - الکترون ها از اتم جدا شوند. د - پروتون دارای بار الکتریکی مثبت باشد.

۷- جرم پروتون از جرم الکترون و قطر آن از قطر الکترون است.

الف - بیشتر - کمتر ب - کمتر - کمتر ج - بیشتر - بیشتر د - کمتر - بیشتر



۸- در مدار ششم یک اتم حداکثر چند الکترون جای می گیرد؟

الف - ۵۰ ب - ۳۲ ج - ۱۸ د - ۷۲

۹- جمله «اتم ها در طبیعت خنثی هستند» یعنی چه؟

- 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 - در شرایط عادی تعداد الکترون ها بیشتر از تعداد پروتون ها است.

۱۰- اگر اتمی دارای ۳۲ الکترون باشد در مدار والانس آن چند الکترون قرار می گیرد؟

الف - ۴ ب - ۳ ج - ۲ د - ۱

۱۱- بر روی کدام یک از مدارهای زیر حداکثر هشت الکترون جای می گیرد؟

الف - K ب - L ج - M د - N

۱۲- کدامیک از گزینه های زیر نادرست است؟

- الف - جرم پروتون بیشتر از الکترون و قطر آن کوچک تر از قطر الکترون است.
ب - مدارهای اطراف هسته بیضی شکل هستند و قطر الکترون بزرگ تر از قطر پروتون است.
ج - در شرایط عادی تعداد الکترون ها و پروتون های هر اتم با هم برابرند.
د - پروتون دارای بار منفی است و روی مدارهای اطراف هسته می چرخد.
۱۳- تعداد الکترون های مدار والانس هر اتم نشان دهنده آن اتم است.

۱۴- هسته هر اتم از دو ذره کوچک به نام های پروتون و الکترون تشکیل شده است. ☐ صحیح ☐ غلط

۱۵- الکترون های هسته هر اتم را الکترون های والانس یا ظرفیت گویند. ☐ صحیح ☐ غلط

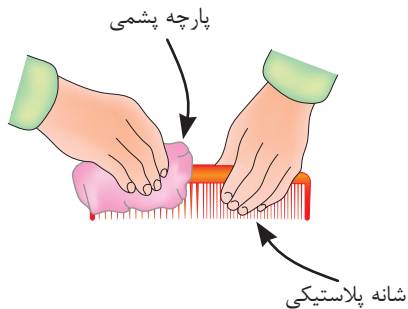


خودآزمایی عملی

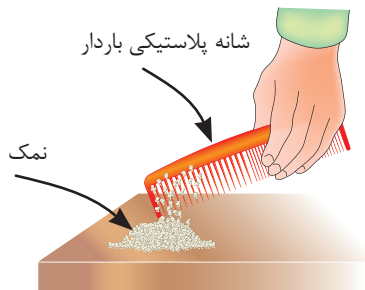
۱- یک میله (شانه) پلاستیکی را با پارچه پشمی (یا موهای سرخود) مالش دهید. سپس موارد خواسته شده زیر را به طور جداگانه انجام داده و نتایج آن را ثبت کنید. (شکل ۱-۱۷ و ۱-۱۸)



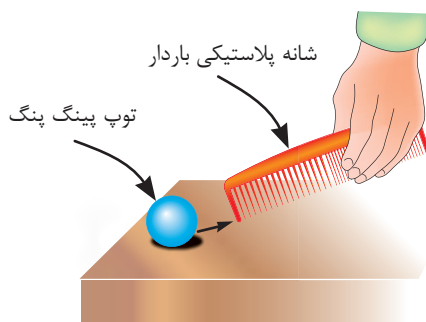
شکل ۱-۱۷



شکل ۱-۱۸



شکل ۱-۱۹



شکل ۱-۲۰



توجه



پس از انجام هر قسمت، شانه یا میله را مجدداً به پارچه یا موی سر مالش دهید.

الف - شیء پلاستیکی را به ذرات نمک نزدیک کنید.

(شکل ۱-۱۹)

نتیجه



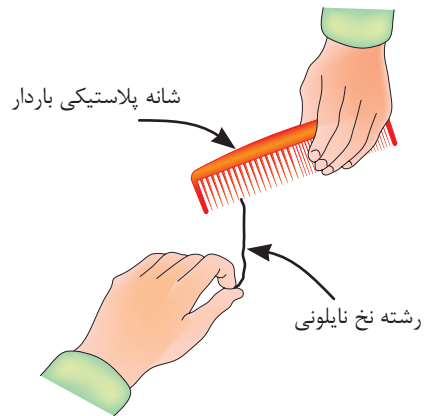
ب - شیء پلاستیکی را به توپ پینگ پنگ نزدیک کنید.

(شکل ۱-۲۰)

نتیجه



ج - شیء پلاستیکی را به یک رشته نخ نایلونی نزدیک کنید. (شکل ۱-۲۱)

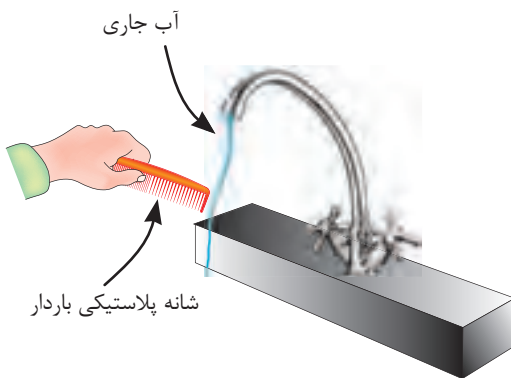


شکل ۱-۲۱

نتیجه



د - شیء پلاستیکی را به آب جاری که با فشار کم از شیر آب خارج می شود نزدیک کنید. (شکل ۱-۲۲)



شکل ۱-۲۲

نتیجه



۲- از مجموعه آزمایش های فوق چه نتیجه ای می گیرید؟
شرح دهید.

نتیجه



مطالب مربوط به سؤالاتی را که نتوانسته اید پاسخ دهید مجدداً مطالعه و آزمون را تکرار کنید.

واحد کار مبانی الکتریسیته

فصل دوم: هادی ها، عایق ها، نیمه هادی ها

هدف کلی

آشنایی با هادی ها، عایق ها و نیمه هادی های الکتریکی

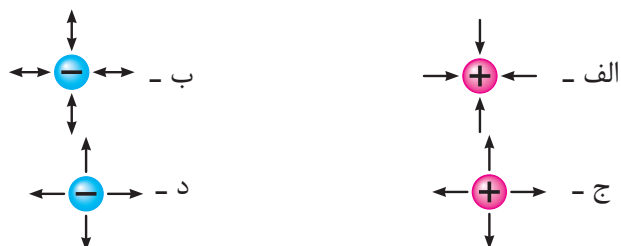
هدف های رفتاری: در پایان این فصل انتظار می رود که فراگیر بتواند:

- ۱- هادی، عایق و نیمه هادی را با ذکر نمونه هایی تعریف کند.
- ۲- هادی، عایق و نیمه هادی را از نظر الکترون های والانس مقایسه کند.
- ۳- در صورت داشتن عدد اتمی عنصری، نوع ماده را تشخیص دهد.

ساعت		
نظری	عملی	جمع
۲	-	۲



- ۱- چرا در مدارهای روشنایی از سیم استفاده می شود؟
 الف - چون وسیله دیگری وجود ندارد. ب - زیرا برق را خوب هدایت می کند.
 ج - چون استقامت سیم زیاد است. د - زیرا قدرت تحمل سیم زیاد است.
- ۲- جنس سیم های نصب شده بر روی تیرهای برق خیابان ها از چیست؟
 الف - مس ب - آهن ج - فولاد د - روی
- ۳- چرا هنگام کار با برق باید از کفش لاستیکی و دستکش استفاده کرد؟
 الف - چون عایق هستند. ب - می توانند جریان مدار را کنترل کنند.
 ج - قدرت تحمل حرارتی زیادی دارند. د - می توانند برق را به زمین منتقل کنند.
- ۴- در مدارهای الکتریکی اگر به جای سیم مسی از رشته پلاستیکی استفاده کنیم نور لامپ ها:
 الف - کاهش می یابد. ب - افزایش می یابد. ج - تغییری نمی کند. د - قطع می شود.
- ۵- اگر جریان الکتریکی را مشابه عبور جریان آب از لوله در نظر بگیریم، یک سیم خوب الکتریکی را مشابه کدام یک از موارد زیر می توان دانست؟
 الف - لوله آب با قطر کم ب - لوله آب با قطر زیاد
 ج - نمی توان مقایسه کرد. د - بستگی به ولتاژ دارد.
- ۶- کدام یک از مواد زیر می تواند جریان برق را عبور دهد؟
 الف - میله چوبی ب - میله آلومینیومی ج - میله کائوچویی د - میله لاستیکی
- ۷- چرا خاصیت هدایت الکتریکی مواد مختلف با هم تفاوت دارند؟
 الف - وضعیت اتم های آنها تفاوت دارند. ب - چون جریان تأمین کننده همه مواد باتری ها هستند.
 ج - همه مواد در برابر جریان مقاومت نمی کنند. د - چون تحت تأثیر انرژی قرار نگرفته اند.
- ۸- به کوچک ترین جزء یک ماده مرکب گفته می شود.
 الف - یون ب - والانس ج - اتم د - ملکول
- ۹- کدام یک از اشکال زیر صحیح است؟



- ۱۰- ذره نوترون اتم قرار دارد و از نظر بار الکتریکی است.
 الف - روی مدارهای - منفی ب - در هسته - مثبت
 ج - در هسته - منفی د - روی مدارهای - خنثی

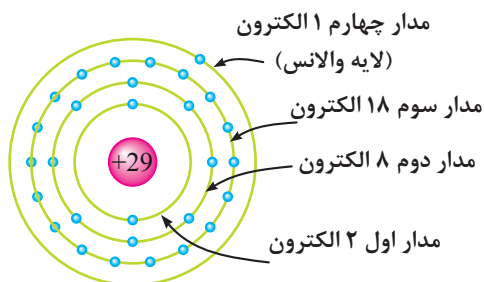


۲- هادی‌ها، عایق‌ها و نیمه هادی‌ها

در مباحث الکتریسیته تعداد الکترون‌های مدار والانس اتم‌ها اهمیت دارد. زیرا براساس آن‌ها مواد را از نظر هدایت الکتریکی به سه گروه تقسیم می‌کنند.

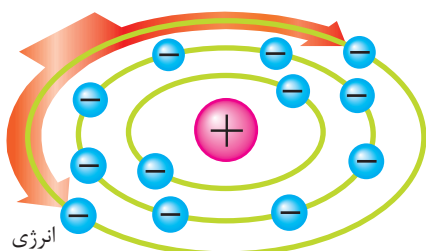
۲-۱- هادی‌ها

موادی را که الکترون‌های مدار والانس آن‌ها به راحتی آزاد می‌شود «هادی» یا «رسانا» می‌نامند. تعداد الکترون‌های والانس این مواد معمولاً ۱، ۲ یا ۳ الکترون است. (شکل ۲-۱)



شکل ۲-۱- ساختمان اتمی عنصر مس

هرگاه به اتم‌های یک هادی انرژی داده شود بین الکترون‌ها تقسیم می‌شود. در این حالت چون تعداد الکترون‌های والانس کم است مقدار انرژی بیشتری به هر الکترون نسبت به حالتی که تعداد الکترون‌ها زیاد باشد می‌رسد. (شکل ۲-۲)



شکل ۲-۲- تقسیم انرژی بین الکترون‌های والانس

در یک هادی، الکترون‌ها به راحتی از یک اتم به اتم دیگر منتقل می‌شود. این عبارت را می‌توان به عنوان تعریف دیگری برای هادی در نظر گرفت. در شکل ۲-۳ بر اثر انتقال الکترون‌ها لامپ روشن شده است.

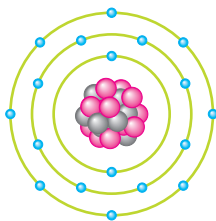
از هادی‌های خوب می‌توان نقره، مس، طلا و آلومینیوم را نام برد. در صنعت برق از سیم‌های مسی و آلومینیومی استفاده می‌شود زیرا این عناصر فراوان و مقرون به صرفه هستند.



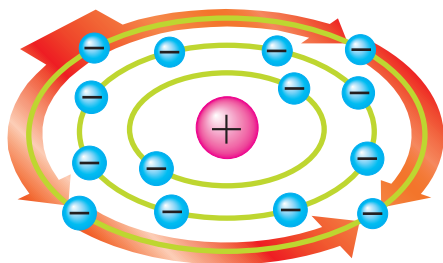
شکل ۲-۳- برقراری جریان الکتریکی در هادی‌ها

۲-۲- عایق ها

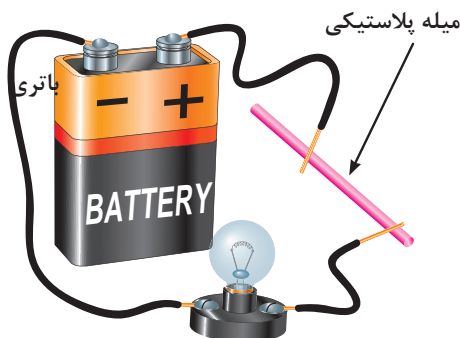
به موادی که الکترون های مدار والانس آن ها تمایل به ماندن در مدار خود را دارند و به راحتی جدا نمی شوند «عایق» یا «دی الکتریک» می گویند. این مواد در مدار والانس خود ۵، ۶، ۷ یا ۸ الکترون دارند. (شکل ۲-۴)



شکل ۲-۴- ساختمان اتمی یک عنصر عایق



شکل ۲-۵- تقسیم انرژی بین الکترون های والانس هادی ها



شکل ۲-۶- عدم انتقال الکترون ها در یک میله پلاستیکی

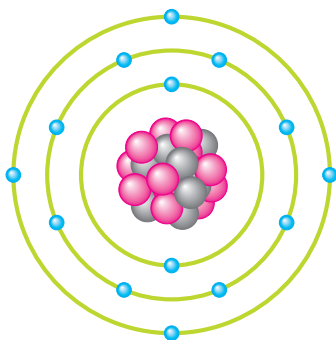
در صورتی که به اتم یک دی الکتریک انرژی داده شود این انرژی بین الکترون های والانس آن تقسیم می شود. چون تعداد الکترون های والانس در عایق ها زیاد است، لذا مقدار انرژی که به هر الکترون می رسد، نسبت به هادی ها که تعداد الکترون والانس کمتری دارند کاهش می یابد. از عایق های خوب^۱ می توان شیشه، کاغذ، پلاستیک، هوا و میکا را نام برد. (شکل ۲-۵)

شکل ۲-۶ تصویری را نشان می دهد که در آن چون میله پلاستیکی نمی تواند الکترون های لایه والانس خود را انتقال دهد، لامپ روشن نمی شود پس می توان نتیجه گرفت که ماده عایق نمی تواند جریان الکتریکی را عبور دهد.

۲-۳- نیمه هادی ها

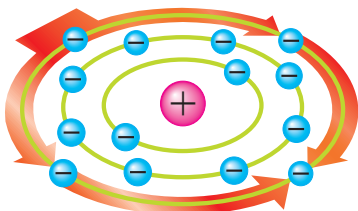
موادی که از نظر آزاد کردن الکترون والانس در حد فاصل عایق ها و هادی ها قرار دارند «نیمه هادی»^۲ نامیده می شوند.

تعداد الکترون های والانس نیمه هادی ها معمولاً ۴ الکترون است. (شکل ۲-۷)

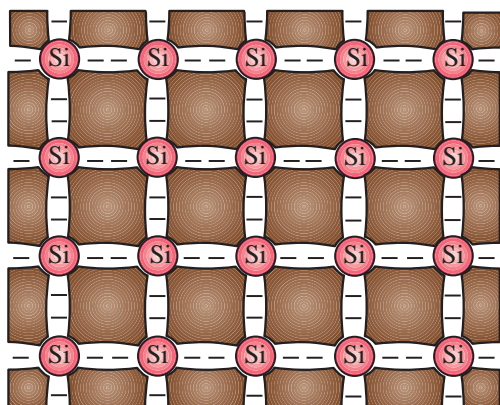
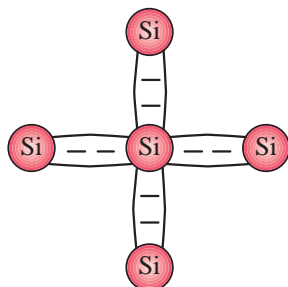
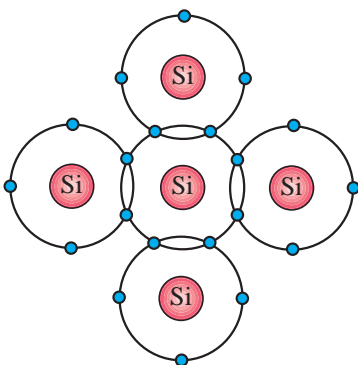


شکل ۲-۷- ساختمان اتمی نیمه هادی ها

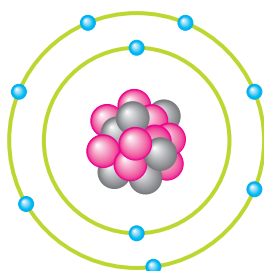
۱- عایق هایی که در صنایع مورد استفاده قرار می گیرند اغلب از ترکیب مواد مختلف به وجود می آیند.



شکل ۸-۲- تقسیم انرژی بین الکترون های والانس در نیمه هادی ها



شکل ۹-۲- شبکه اشتراکی اتم های نیمه هادی



شکل ۱۰-۲- عدد اتمی این عنصر ۹ است
 $Z = 9$

در شرایط عادی نیمه هادی ها تمایلی به دریافت کردن و یا از دست دادن الکترون والانس ندارند. اما در صورتی که انرژی خارجی به آن داده شود، می توانند الکترون آزاد کنند. (شکل ۸-۲)

از نیمه هادی ها که در الکتریسته کاربرد دارند می توان ژرمانیم (Ge) و سیلیسیم (Si) را نام برد. نحوه قرار گرفتن اتم های نیمه هادی ها در کنار هم به صورت اشتراکی است. از اشتراک الکترون های والانس در نیمه هادی ها شبکه ای به وجود می آید که آن را در اصطلاح «شبکه کریستالی» گویند.

شکل ۹-۲ شبکه کریستالی و پیوند بین اتم های سیلیسیم را نشان می دهد. نیمه هادی ها از نظر الکتریکی خنثی هستند. برای اینکه بتوانیم میزان هدایت نیمه هادی ها را افزایش دهیم باید آن ها را با مواد دیگری ترکیب کنیم. عمل ترکیب نیمه هادی با عنصری دیگر را «ناخالص کردن» نیمه هادی می نامیم.

توضیح: به تعداد الکترون ها یا پروتون های یک عنصر «عدد اتمی»^۱ می گویند و آن را با حرف (Z) نمایش می دهند. (شکل ۱۰-۲)

با توجه به عدد اتمی می توان وضعیت هادی، عایق و نیمه هادی بودن جسم را تشخیص داد. مثال: عدد اتمی عنصری ۱۱ است، این عنصر از نظر هدایت الکتریکی چه وضعیتی دارد؟

۱- از مجموع تعداد نوترون ها و پروتون ها جرم اتمی بدست می آید.

حل: با استفاده از رابطه $2n^2$ می‌توان الکترون‌های این عنصر را بر روی مدارها توزیع کرد.

$$K = 2n^2 \Rightarrow 2(1)^2 = 2 \text{ (مدار اول)}$$

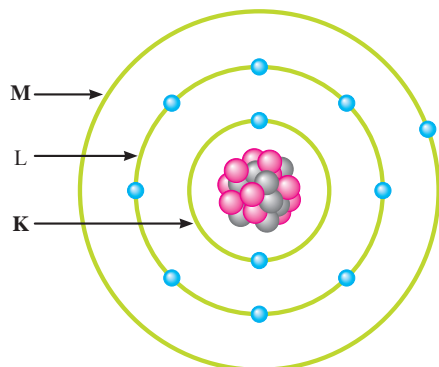
$$L = 2n^2 \Rightarrow L = 2(2)^2 = 8 \text{ (مدار دوم)}$$

تعداد الکترون‌های باقیمانده M (مدار سوم)

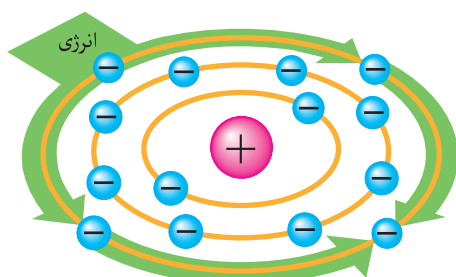
$$M = Z - (K + L) = 11 - (2 + 8)$$

$$M = 1 \text{ الکترون}$$

چون تعداد الکترون‌های مدار آخر این عنصر کمتر از ۳ الکترون است، لذا از نظر هدایت به گروه هادی‌ها تعلق دارد. تعداد الکترون‌های هر مدار این اتم در شکل ۲-۱۱ نشان داده شده است.



شکل ۲-۱۱- ساختمان اتمی عنصری با عدد اتمی ۱۱



شکل ۲-۱۲

۲-۴- بار الکتریکی و اتم باردار:

همان گونه که اشاره شد عناصر می‌توانند به واسطه وارد شدن انرژی به لایه آخرشان دارای الکترون اضافی شده و یا الکترون والانس خود را از دست بدهند.

اصطلاحاً به عنصری که الکترون‌هایی از دست داده و یا گرفته «عنصر باردار» و به اتم‌های آن «اتم باردار» یا «یون» گفته می‌شود. از آنجایی که بررسی تعداد الکترون‌های دریافتی و یا از دست داده اتم‌ها در الکتریسیته کاربرد داشته دانشمندان مختلفی به بررسی اثرات ذرات باردار بر هم پرداخته‌اند که از جمله آن‌ها می‌توان به «کولن» اشاره کرد. وی تحقیقات زیادی پیرامون بارهای الکتریکی داشته به همین خاطر به احترام وی واحد بار الکتریکی (q) بر حسب کولن (C) نامگذاری شده است.

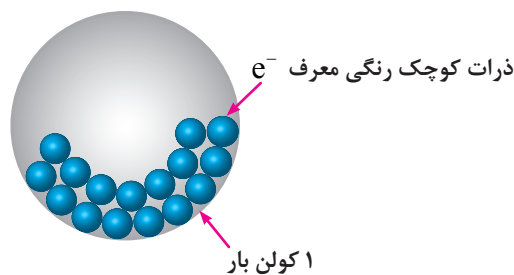
هر کولن بار الکتریکی معادل $6/28 \times 10^{18}$ الکترون است. یعنی:

$$1 \text{ کولن} = 6/28 \times 10^{18} = 6280000000000000000$$

کولن نتیجه تحقیقات خود را تحت عنوان قانونی به نام «قانون کولن» بیان کرد.



شکل ۲-۱۳- بارهای همنام همدیگر را می‌رانند و بارهای ناهمنام یکدیگر را می‌ربایند



شکل ۲-۱۴

۵-۲- قانون کولن:

همان طوری که در فصول قبل اشاره شد دو جسم (دو ذره) باردار با بارهای هم نام یکدیگر را دفع و با بارهای غیرهم نام یکدیگر را جذب می کنند.

کولن بر پایه انجام آزمایش های زیاد با اجسام باردار نتیجه گرفت که نیروهای جاذبه و دافعه میان بارها از قانون خاصی پیروی می کنند. امروزه این قانون را به نام «قانون کولن» می شناسیم. این قانون بیان می کند:

نیروی بین دو بار الکتریکی با حاصل ضرب اندازه بارها نسبت مستقیم و با مجذور فاصله میان بارها نسبت معکوس دارد. ارتباط عوامل مؤثر با نیروی بین دو بار را با رابطه (۱)

$$F \propto \frac{q_1 q_2}{d^2} \quad \text{می توان نوشت:} \quad (۱)$$

با بهره گیری از یک ضریب ثابت که نشان دهنده خاصیت محیط در برگیرنده اجسام باردار است می توان رابطه قانون

$$F = k \frac{q_1 q_2}{d^2} \quad \text{کولن را به صورت مقابل نوشت:} \quad (۲)$$

q_1 و q_2 - مقدار بارهای الکتریکی بر حسب کولن [C]

d - فاصله بین دو بار بر حسب متر [m]

k - ضریب ثابت که تقریباً برابر 9×10^9 بر حسب $\left[\frac{N.m^2}{C^2}\right]$

F - نیروی بین دو جسم باردار بر حسب نیوتن [N]

مثال: اندازه نیروی بین دو بار $[C] 0.2$ و $[C] 0.5$ که

در فاصله ۲ متر از یکدیگر قرار گرفته اند چند نیوتن است؟

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

$$F = 9 \times 10^9 \frac{0.2 \times 0.5}{(2)^2} = \frac{90 \times 10^5}{4}$$

$$F = 22.5 [N]$$

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



شکل ۱۵-۲

$$d = \sqrt{\frac{kq_1q_2}{F}} = \sqrt{\frac{9 \times 10^9 \times 0.5 \times 10^{-4}}{5}}$$

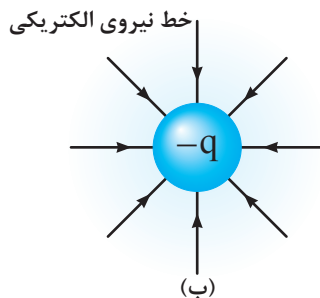
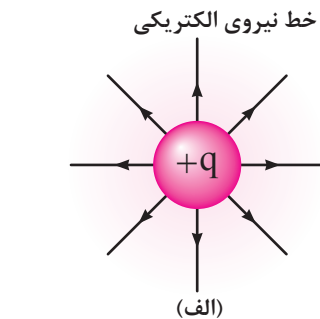
$$d = \sqrt{\frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-7} \times 4 \times 10^{-7}}{5}} = \sqrt{\frac{180}{5}} \times 10^4$$

$$d = \sqrt{36 \times 10^4} = 6 \times 10^2 \text{ [m]}$$

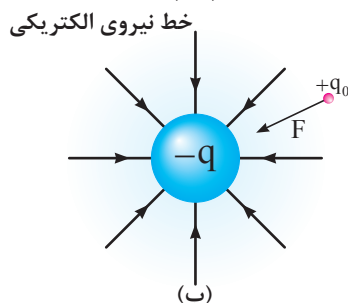
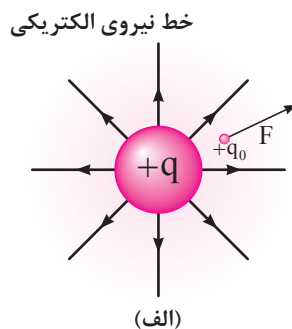
مثال: هرگاه نیروی بین دو جسم باردار $0.4/0.5$ و $0.5/0.4$ کولنی برابر ۵ نیوتن باشد فاصله بین این دو بار چند متر است؟

۶-۲- میدان الکتریکی

هرگاه یک جسم باردار در فضای اطراف یک جسم باردار قرار گیرد طبق قانون کولن به آن نیرو وارد می شود این ناحیه که چنین خاصیتی دارد یک «میدان الکتریکی» است. بنابراین در یک ناحیه از فضا وقتی می توان گفت میدان الکتریکی وجود دارد که به بار الکتریکی واقع در آن ناحیه یک نیروی الکتریکی وارد می شود. شکل (۱۶-۲)



شکل ۱۶-۲- میدان الکتریکی اطراف یک کره باردار در فضا



شکل ۱۷-۲- میدان الکتریکی اطراف یک کره باردار در فضا

برای سنجش وجود میدان الکتریکی و تعیین اندازه آن از یک بار مثبت و کوچک به نام «بار آزمون - q_0 » استفاده می شود که مقدار آن برابر واحد (یک) است. در شکل های (الف - ۱۷-۲) و (ب - ۱۷-۲) وضعیت خطوط نیروی وارد به بار آزمون برای هر دو بار هم نام و هم چنین دو بار غیر هم نام نشان داده شده است. هر خط نیرو نشان دهنده مسیری است که بار آزمون واقع در میدان الکتریکی تحت اثر نیروی ناشی از میدان طی می کند.

بنا به تعریف نیروی وارد بر بار الکتریکی آزمون (مثبت) در هر نقطه از میدان را شدت میدان الکتریکی در آن نقطه می نامیم و مقدار آن به صورت مقابل محاسبه می شود.

$$E = \frac{F}{q_0}$$

F - نیروی وارد بر بار آزمون بر حسب نیوتن $[N]$
 q_0 - اندازه بار آزمون بر حسب کولن $[C]$ (مقدار آن می تواند غیر یک باشد)

E - شدت میدان الکتریکی بر حسب نیوتن بر کولن $[\frac{N}{C}]$

مثال: بار الکتریکی ۴ کولنی در یک میدان الکتریکی تحت تأثیر نیروی ۱۶ نیوتن قرار می گیرد اندازه شدت میدان الکتریکی آن چقدر است؟

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

$$E = \frac{16}{4} = 4 \left[\frac{N}{C} \right]$$

۷-۲- میدان الکتریکی یکنواخت

در صورتی که نیاز به ایجاد میدان الکتریکی باشد می توانیم با اتصال دو صفحه فلزی که مطابق شکل (۱۸-۲) مقابل یکدیگر قرار گرفته اند به دو قطب یک باتری متصل کرد. میدان الکتریکی که تحت این شرایط بوجود می آید چون دارای اندازه و جهت ثابت است «میدان الکتریکی یکنواخت» گفته می شود.

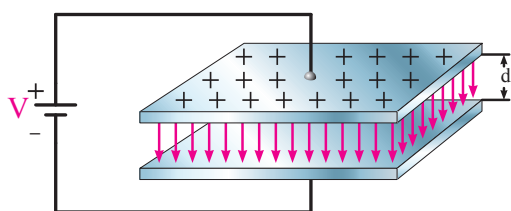
اندازه شدت میدان الکتریکی یکنواخت را از رابطه مقابل می توان بدست آورد:

$$E = \frac{V}{d}$$

V - ولتاژ باتری اتصال داده به دو صفحه بر حسب ولت $[V]$

d - فاصله بین دو صفحه بر حسب متر $[m]$

E - شدت میدان الکتریکی بر حسب $\frac{V}{m}$ (ولت بر متر)



شکل ۱۸-۲