فصل ۱

آشنایی با الکتریسیته

هدف‌های رفتاری : در پایان این فصل، از هنرجو انتظار می‌رود :

۱ــ ماده، مولکول و اتم را تعریف کند.

۲ــ اجزای اتم را نام ببرد.

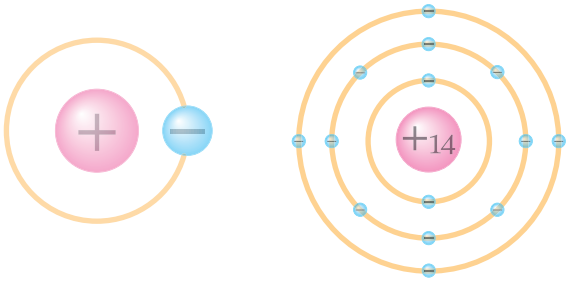
۳ــ بار الکتریکی ذرات تشکیل‌دهندهٔ اتم را بیان کند.

۴ــ انواع مواد از نظر هدایت الکتریکی را با ذکر مثال توضیح دهد.

۵ــ روش‌های تولید الکتریسیته را شرح دهد.

۶ــ روش‌های مصرف الکتریسیته را نام ببرد.

۷ــ انواع الکتریسیتهٔ جاری را توضیح دهد.



سیمای فصل ۱

- آشنایی با مفاهیم اولیه
- ماده
- مولکول
- اتم
- مواد از نظر هدایت الکتریکی
  - هادی‌ها
  - عایق‌ها
  - نیمه هادی‌ها
- روش‌های تولید الکتریسیته
  - مالش
  - شیمیایی
  - فشاری
  - حرارت
  - نور
  - مغناطیس
- مصرف الکتریسیته
- انواع الکتریسیته جاری

آشنایی با دانشمندان

کولن

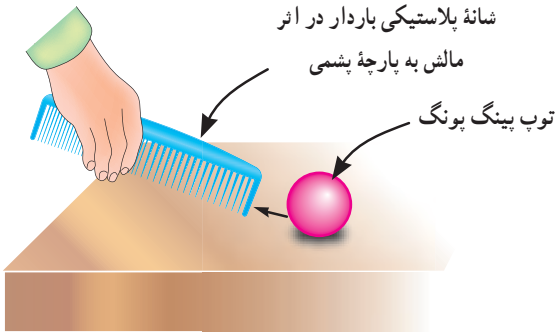
(Coulomb, Charles Augustin/ ۱۸۰۶ ــ ۱۷۳۸)

او دانشمند فرانسوی است که حرفه‌اش مهندسی نظامی بود. به علوم و ریاضیات علاقه داشت.

کولن با ابداع ترازوی پیچشی خاصی توانست ثابت کند که نیروی الکتریکی بین توپ‌های کوچک باردار از قانون عکس مجذور فاصله پیروی می‌کند. بررسی‌های او در این مورد مشابه کار کاوندیش در مورد گرانش بود. یکای مقدار الکتریسیته به احترام او کولن نامیده می‌شود.

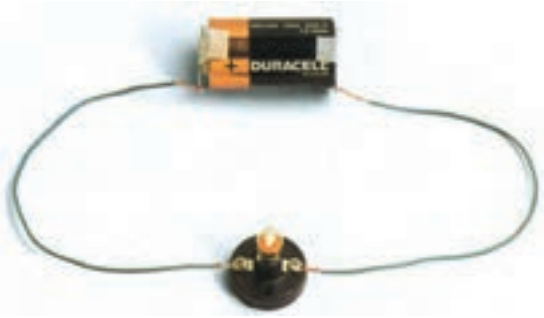
۱ــ آشنایی با مفاهیم اولیه

به‌طورکلی الکتریسیته در دو نوع ساکن و جاری تولید می‌شود و مورد استفاده قرار می‌گیرد. زمینهٔ کاربرد الکتریسیتهٔ جاری از الکتریسیتهٔ ساکن بسیار بیش‌تر است.



شکل ۱ــ۱

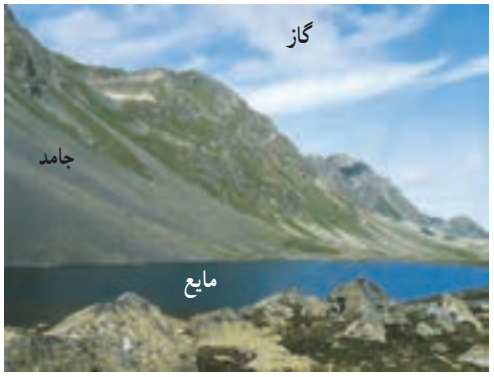
پایه و اساس تولید و کاربرد الکتریسیته الکترون است. برای آشنایی با چگونگی تولید الکتریسیته لازم است تا با مفاهیم زیر آشنا شویم.



شکل ۲ــ۱

۱ــ۱ــ مادّه

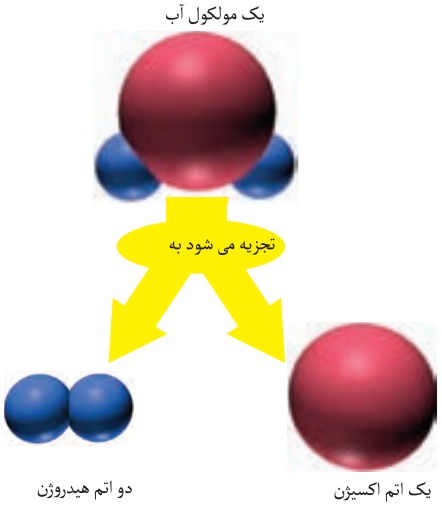
به هر جسمی که دارای جرم باشد و فضا را اشغال کند «مادّه» گویند، مانند سنگ، آب، اکسیژن.



شکل ۳ــ۱

۲ــ۱ــ مولکول

به کوچک‌ترین جزءِ یک ماده که خواص آن ماده را دارد «مولکول» گویند، مانند یک مولکول آب.



شکل ۴ــ۱

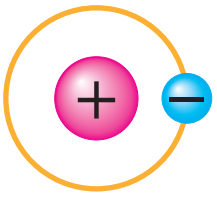
۳ــ۱ــ اتم

به کوچک‌ترین اندازه‌ای که یک مولکول را می‌توان تقسیم کرد اتم گویند، مانند اتم هیدروژن و اتم اکسیژن که مولکول آب را تشکیل می‌دهند.

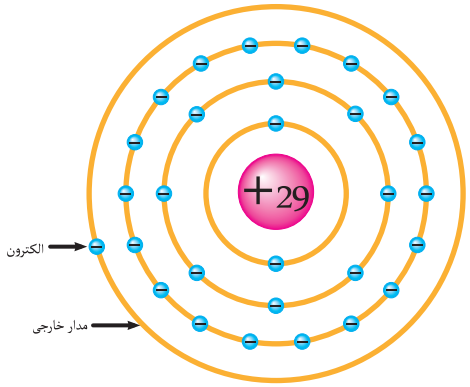
هر اتم از دو قسمت «هسته» و «مدارهای الکترونی (لایه‌ها)» تشکیل شده است. هستهٔ اتم از ذرات پروتون با بار مثبت و نوترون با بار خنثا تشکیل شده است. الکترون‌ها با بار منفی (مشابه شکل ۵ــ۱) بر روی مدارهای بیضی شکل، هم به دور خود و هم به دور هسته اتم می‌چرخند.

شکل ۵ــ۱

برای سهولت در بررسی، مدارهای هر اتم را به صورت دایره شکل نشان می‌دهند. در شکل ۶ــ۱ مدار اتمی مس و هیدروژن نشان داده شده است.



الف) مدار اتمی هیدروژن

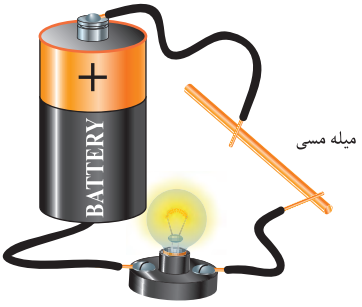


ب) مدار الکترونی اتم مس

شکل ۶ــ۱

۴ــ۱ــ مواد از نظر هدایت الکتریکی

در شکل ۷ــ۱ میله مسی جریان الکتریکی را از خود عبور می‌دهد و لامپ روشن است می‌گوییم مس هادی الکتریسیته است.

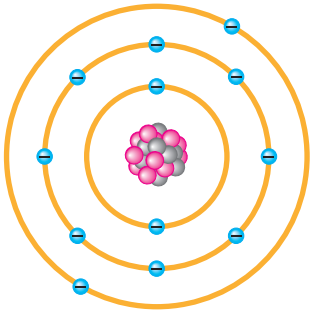


شکل ۷ــ۱

در شکل ۸ــ۱ میله پلاستیکی جریان الکتریکی را از خود عبور نمی‌دهد و لامپ خاموش است می‌گوییم پلاستیک عایق الکتریسیته است.

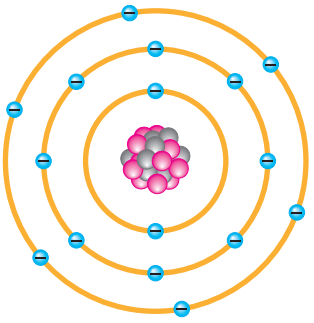
شکل ۸ــ۱

۱ــ۴ــ۱ــ هادی‌ها : به ماده‌ای که الکترون‌های لایه آخر خود را به راحتی آزاد کند هادی گویند. به بیانی دیگر هادی‌ها موادی هستند که جریان الکتریکی را به راحتی از خود عبور می‌دهند. تعداد الکترون‌های لایهٔ آخر هادی‌ها ۱، ۲ یا ۳ الکترون است. از جمله هادی‌ها می‌توان به مس، نقره و طلا اشاره کرد (شکل ۹ــ۱).



شکل ۹ــ۱ــ مدار الکترونی اتم منیزیم با ۲ الکترون در لایه آخر

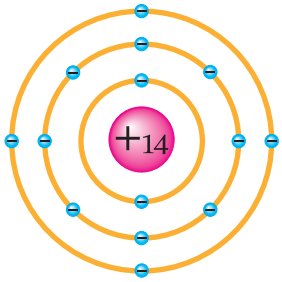
۲ــ۴ــ۱ــ عایق‌ها



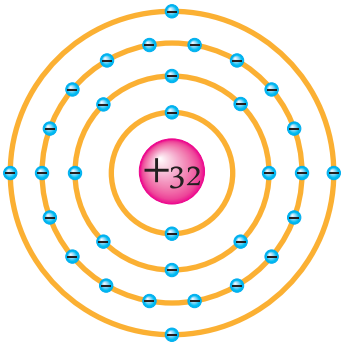
شکل ۱۰ــ۱ــ مدار الکترونی اتم گوگرد با ۶ الکترون در لایه آخر

به ماده‌ای که الکترون‌های لایه آخر خود را به راحتی آزاد نکند عایق گویند. به بیانی دیگر عایق‌ها موادی هستند که جریان الکتریکی را به راحتی از خود عبور نمی‌دهند. عایق‌ها موادی هستند که لایه آخر اتم آن‌ها ۵ تا ۸ الکترون دارد. از جمله عایق‌ها می‌توان به شیشه، چوب، پلاستیک کائوچو؛ میکا و گازهای بی‌اثر اشاره کرد. شکل ۱۰ــ ۱ مدار اتمی گوگرد را نشان می‌دهد.

۳ــ۴ــ۱ــ نیمه هادی‌ها : به موادی که تعداد الکترون‌های لایهٔ آخر آن‌ها ۴ الکترون است و جریان الکتریکی را به سختی و تحت شرایطی خاص از خود عبور می‌دهند نیمه‌هادی گفته می‌شود. از جمله نیمه هادی‌ها می‌توان به ژرمانیم و سیلیسیم اشاره کرد. شکل ۱۱ــ۱ مدار الکترونی اتم ژرمانیم و سیلیسیم را نشان می‌دهد.



الف) مدار اتمی سیلیسیم



ب) مدار اتمی ژرمانیم

شکل ۱۱ــ۱

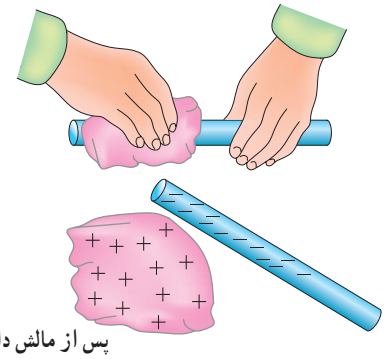
۵ــ۱ــ روش‌های تولید و مصرف الکتریسیته

حرکت الکترون‌های آزاد را الکتریسیته گویند چون الکترون‌های لایه آخر بیش از سایر الکترون‌ها از هسته دورند و هم‌چنین بالاترین سطح انرژی را دارند، به آسانی آزاد می‌شوند. شکل ۱۲ــ۱ روش‌های تولید الکتریسیته را نشان می‌دهد.

شکل ۱۲ــ۱ــ روش‌های تولید الکتریسیته

۱ــ۵ــ۱ــ الکتریسیتهٔ حاصل از اصطکاک (مالش) :

هرگاه میلهٔ شیشه‌ای را به ابریشم یا یک میلهٔ کائوچویی به پشم مالش دهیم، بار الکتریکی تولید می‌شود. به این بارها **الکتریسیتهٔ ساکن** می‌گویند. الکتریسیتهٔ ساکن هنگامی به‌وجود می‌آید که جسمی الکترون‌هایش را به جسم دیگر منتقل کند. سطح خارجی برخی از مواد الکترون آزاد دارند که می‌توانند به اجسام دیگر منتقل کنند و به همین دلیل عایق‌هایی مانند شیشه و کائوچو می‌توانند الکتریسیتهٔ ساکن را تولید کنند (شکل ۱۳ــ۱).



پس از مالش دادن یک میلهٔ کائوچویی به پشم، آن‌ها دارای بار الکتریکی می‌شوند.

شکل ۱۳ــ۱ــ الکتریسیتهٔ مالشی (تریبوالکتریک)

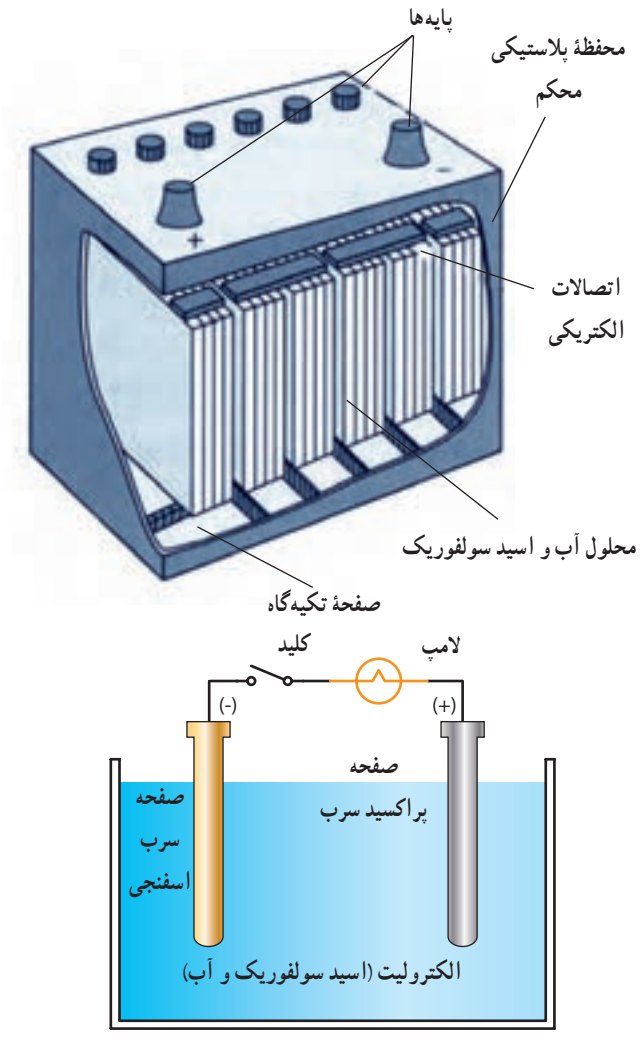
۲ــ۵ــ۱ــ الکتریسیتهٔ حاصل از فعل و انفعالات

شیمیایی : نخستین نمونه از تبدیل واکنش شیمیایی به انرژی الکتریکی باتری مورد استفاده در ماشین‌ها، رادیو، ماشین حساب و... است. باتری‌ها به دو دستهٔ «تر» مانند باتری اتومبیل و «خشک» مانند باتری، ماشین حساب تقسیم می‌شوند.

باتری «تر» عبارت از یک ظرف پلاستیکی محتوی محلول اسید سولفوریک و آب است این محلول «الکترولیت» نامیده می‌شود. در این محلول صفحاتی از سرب اسفنجی و پراکسید سرب به‌صورت آویزان قرار گرفته‌اند به این صفحات «الکترود» می‌گویند. واکنش شیمیایی محلول اسید سولفوریک و آب موجب بیرون شدن الکترون از الکترود پراکسید سرب می‌شود و این الکترود با کاهش الکترون آزاد مواجه می‌شود و الکترود مثبت را به‌وجود می‌آورد.

پس از آن الکترون‌های آزاد روی الکترود سرب اسفنجی می‌نشینند. بدین ترتیب الکترودی با الکترون آزاد اضافی به‌وجود می‌آید که الکترودی منفی در مقایسه با الکترود پراکسید مثبت است و اختلاف پتانسیل یا اختلاف ولتاژی بین صفحات به‌وجود می‌آید.

شکل ۱۴ــ۱ــ یک باتری قابل شارژ را با یک مدار الکتریکی دارای یک لامپ و یک کلید کنترل در بیرون نشان می‌دهد. هنگامی که کلید بسته می‌شود الکترون از راه مدار کامل از الکترود منفی به‌طرف الکترود مثبت جریان می‌یابند. در لامپ انرژی الکتریکی به انرژی نورانی و حرارتی تبدیل می‌شود و باعث قرمز شدن لامپ می‌گردد.



شکل ۱۴ــ۱ــ پیل شیمیایی سرب اسیدی (باتری)

واکنش شیمیایی بین الکترودها و الکترولیت ادامه می‌یابد. در اثر این واکنش الکترون از الکترود مثبت گرفته شده به الکترود منفی داده می‌شود و جریان انرژی الکتریکی در مدار برقرار است. چون جریان الکتریکی پیوسته در یک جهت از الکترود منفی به الکترود مثبت است. این نوع انرژی الکتریکی به عنوان جریان مستقیم[۱] شناخته می‌شود.

انرژی الکتریکی یک باتری تا زمانی است که در قطب مثبت الکترون آزاد تولید شود. تولید الکترون به تدریج موجب می‌شود که پراکسید سرب به سولفیت سرب تبدیل شود وقتی تبدیل الکترود

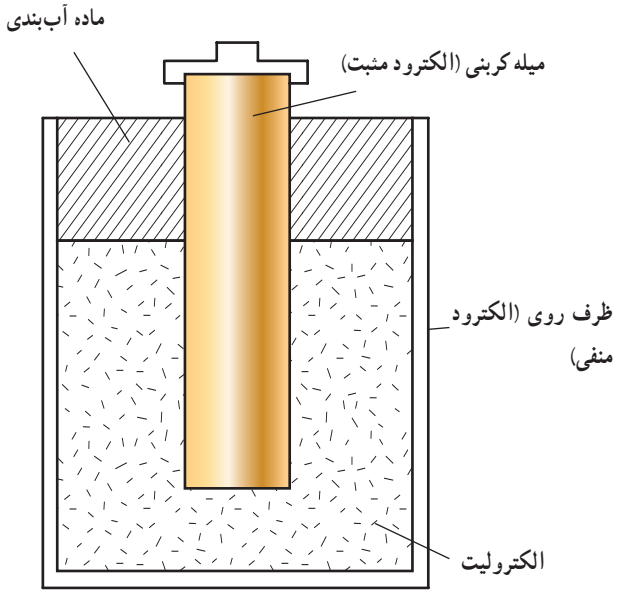
۱ــ Direct Current ــ DC

به سولفیت سرب کامل شود واکنش متوقف می‌شود و باتری قادر به تولید انرژی الکتریکی نخواهد بود.

برای شارژ مجدد و به‌کار انداختن باتری می‌توان از یک منبع الکتریکی دیگر استفاده کرد. در این حالت انرژی الکتریکی در جهت عکس اعمال می‌شود به‌طوری‌که الکترون از الکترود منفی به الکترود مثبت برده می‌شود در نتیجه بار دیگر پراکسید سرب الکترود مثبت و سرب اسفنجی الکترود منفی می‌شود.

هر پیل به تنهایی می‌تواند ۱/۵ ولت فشار الکتریکی تولید نماید لِذا برای تولید ولتاژ بالاتر از دو یا چند پیل الکتریکی استفاده می‌شود باتری ۶ ولت موتور از چهار پیل ۱/۵ ولت و باتری ۱۲ ولت اتومبیل از ۸ پیل ۱/۵ ولت ساخته می‌شود.

شکل ۱۵ــ۱ــ ساختمان یک باتری «خشک» را نشان می‌دهد. در این نوع باتری الکترولیت خمیری شکل است و واکنش شیمیایی همان واکنش باتری «تر» است. باتری خشک به‌صورت قابل شارژ و غیرقابل شارژ ساخته می‌شوند.



شکل ۱۵ــ۱ــ ساختمان باتری خشک

۳ــ۵ــ۱ــ الکتریسیتهٔ حاصل از فشار مکانیکی:

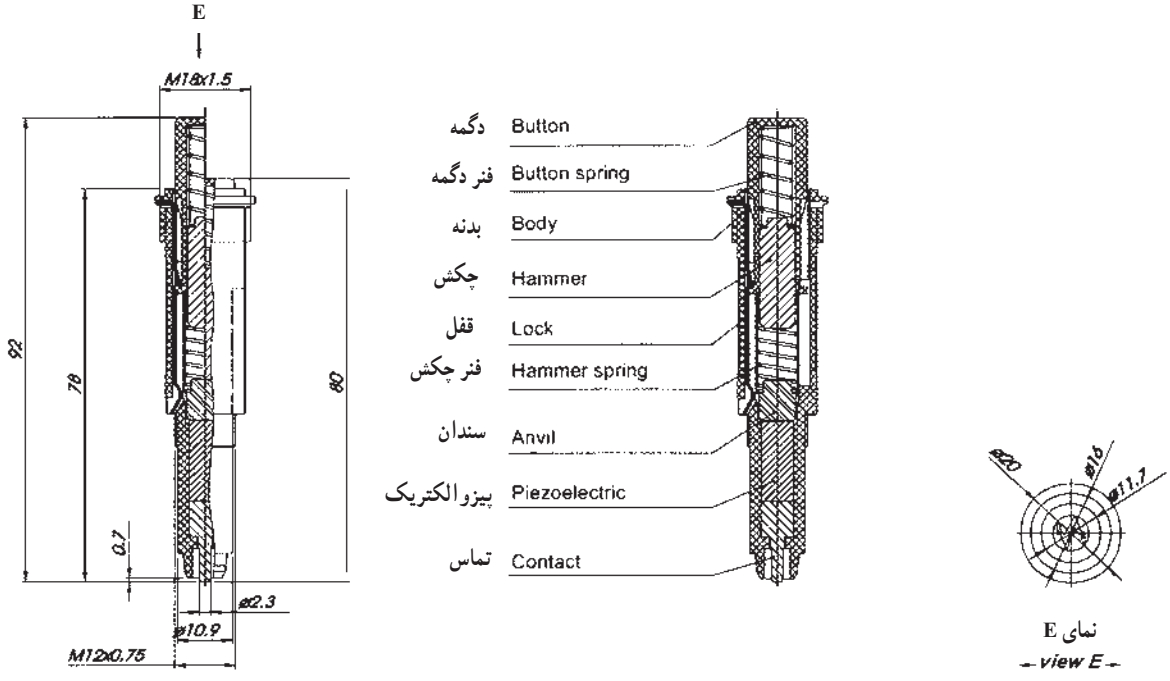
هنگامی که به بعضی اجسام فشار وارد می‌کنیم، الکترون‌های آن‌ها در جهت نیرو از مدار خارج می‌شوند. در نتیجه، الکترون‌ها یک طرف جسم را ترک می‌کنند و در طرف دیگر آن جمع می‌شوند. بنابراین، در دو جهت مخالف جسم بارهای مثبت و منفی به‌وجود می‌آیند. هنگامی که فشار قطع می‌شود، الکترون‌ها به مدارهای خود باز می‌گردند.

به اثر فشار برای تولید بارهای الکتریکی، اثر پیزوالکتریک[1] می‌گویند. پیزو یک کلمهٔ یونانی به معنای فشار است. این اثر بیش‌تر در مورد کریستال‌ها و بعضی سرامیک‌های مخصوص خود را نشان می‌دهد. کریستال‌های پیزوالکتریک در بعضی میکروفون‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

هر چه فشار اعمال شده بیش‌تر و زمان کوتاه‌تر باشد ولتاژ به‌وجود آمده بیش‌تر خواهد بود. افزایش تدریجی فشار باعث تولید اثر پیزوالکتریک نخواهد شد. فندک‌های مورد استفاده در وسایل گازسوز امروزی از نوع پیزوالکتریک هستند (شکل ۱۶ــ۱).

۱ــ Piezo ــ Electric

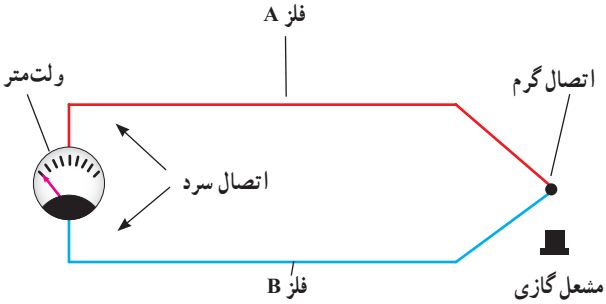
(الف)



(ب)

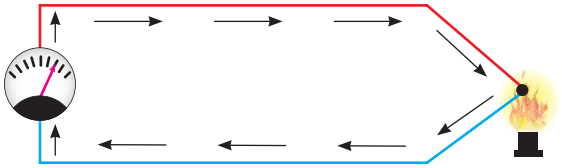
شکل ۱۶ــ۱

۴ــ۵ــ۱ــ الکتریسیتهٔ حاصل از حرارت: در دو جسم غیرمشابه هنگام اتصال، انتقال الکترون صورت می‌گیرد. فلزات در درجهٔ حرارت معمولی اتاق نیز می‌توانند الکترون آزاد کنند. برای مثال، اگر مس و روی را به یکدیگر متصل کنیم، الکترون‌ها از اتم مس خارج و به اتم روی وارد می‌شوند. درنتیجه، فلز روی الکترون‌های اضافی کسب می‌کند و به‌طور منفی باردار می‌شود و مس که الکترون‌های خود را از دست داده است، دارای بار مثبت می‌شود (شکل ۱۷ــ۱ الف و ب).



محل اتصال گرم نشده است و الکتریسیته‌ای تولید نشده است.

شکل ۱۷ــ۱ــ الف



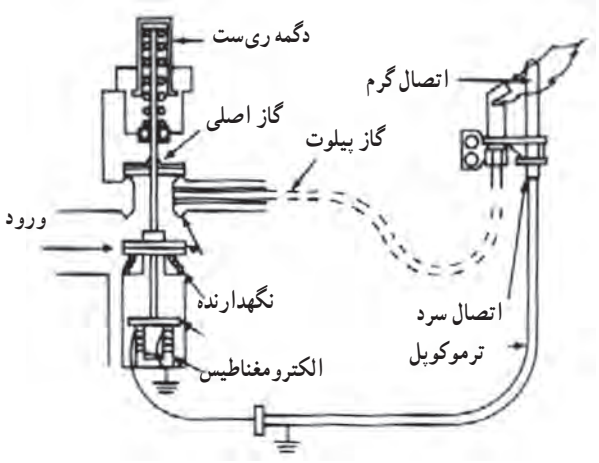
محل اتصال گرم شده است و الکتریسیته در مدار جریان یافته است.

شکل ۱۷ــ۱ــ ب ــ اثر ترموالکتریک

بارهایی که در درجهٔ حرارت اتاق تولید می‌شوند، کم هستند، زیرا انرژی حرارتی کافی برای آزاد کردن الکترون‌های بیش‌تر وجود ندارد ولی اگر محل اتصال دو فلز را حرارت دهیم، انرژی بیش‌تری تولید می‌شود و الکترون‌های بیش‌تری آزاد می‌گردند. به این روش **ترموالکتریسیته** گفته می‌شود. هرچه حرارت داده شده بیش‌تر باشد، بار بیش‌تری تولید می‌شود. به اتصال این دو فلز **ترموکوپل** می‌گویند. هنگامی که چندین ترموکوپل به یک‌دیگر متصل شوند، یک ترموپیل (باتری حرارتی) به‌وجود می‌آید. از ترموکوپل برای اندازه‌گیری درجهٔ حرارت در کوره‌ها استفاده می‌شود (شکل ۱۸ــ۱).

شکل ۱۸ــ۱

در شکل ۱۹ــ۱ کاربرد ترموکوپل در کنترل شعله یک وسیله گازسوز نشان داده شده است. تا هنگامی که شعله پیلوت روشن است ترموکوپل و جریان حاصل از آن شیر پیلوت را بازنگه می‌دارد اگر شعله خاموش شود مسیر گاز کلاً بسته می‌شود.



شکل ۱۹ــ۱ــ کاربرد ترموکوپل در کنترل وسایل گازسوز

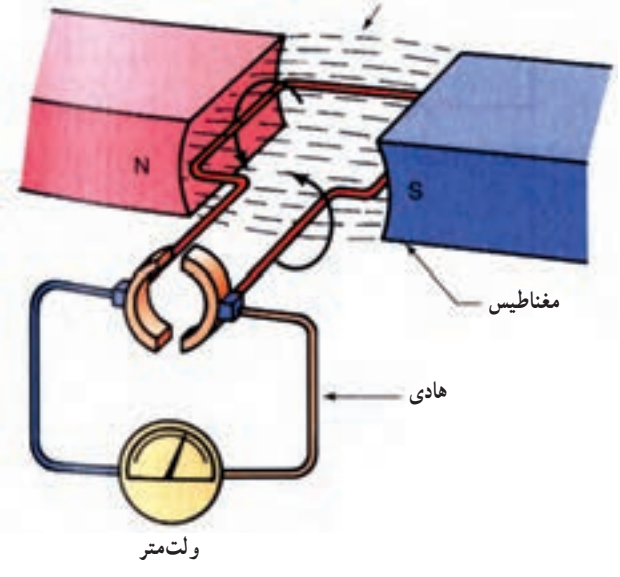
۵ــ۵ــ۱ــ الکتریسیتهٔ حاصل از نور : نور نوعی انرژی است که از ذرات حامل انرژی به نام فوتون به‌وجود می‌آید. هنگامی که فوتون‌های یک شعاع نوری با جسمی برخورد می‌کنند، انرژی خود را از دست می‌دهند. در بعضی اجسام، انرژی فوتون‌ها باعث آزادی الکترون‌ها می‌شود. اجسامی مانند پتاسیم، سدیم، ژرمانیم و سولفات سرب در مقابل نور الکترون از دست می‌دهند.

یکی از روش‌های تولید الکتریسیتهٔ حاصل از نور روش فتوولتیک است. در این روش انرژی نورانی تابیده شده به یکی از دو صفحهٔ متصل به هم باعث تخلیهٔ الکترون از یکی به دیگری می‌شود. در نتیجه، مانند باتری در دو صفحه بارهای مخالف ایجاد می‌شود.

امروزه با استفاده از نور تابیده شدهٔ خورشید بر روی پیل‌های خورشیدی الکتریسیته تولید می‌شود. شکل ۲۰ــ۱ یک نمونه از این روش را نشان می‌دهد.

شکل ۲۰ــ۱ــ پیل خورشیدی

۶ــ۵ــ۱ــ الکتریسیتهٔ حاصل از مغناطیس : اگر یک سیم مسی را در میدان مغناطیسی حرکت دهیم، الکترون‌های داخل سیم آزاد می‌شوند و در یک جهت به حرکت در می‌آیند. اساس تولید الکتریسیته در ژنراتورها بر همین مبنا است (شکل ۲۱ــ۱).



شکل ۲۱ــ۱ــ اساس تولید الکتریسیته در ژنراتورها

الف) نیروگاه بادی

ب) نیروگاه کوچک خانگی خورشیدی

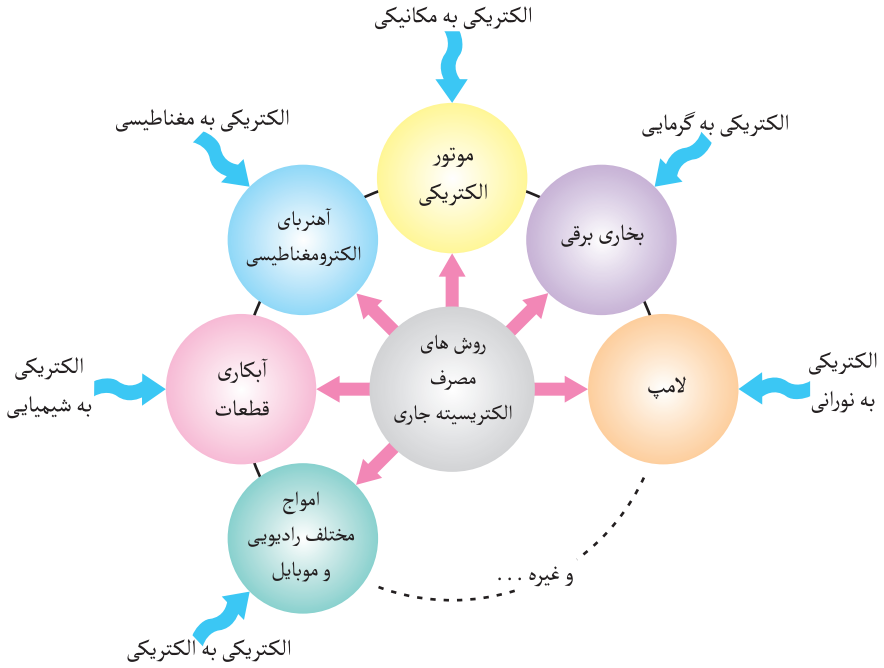
شکل ۲۲ــ۱

امروزه از محرک‌های مختلفی برای به حرکت درآوردن قسمت‌های متحرک مولّدها یا تبدیل انرژی‌ها استفاده می‌شود که از جملهٔ آن‌ها می‌توان به باد در نیروگاه‌های بادی؛ سوخت و گاز در نیروگاه‌های گازی؛ جزر و مد در نیروگاه‌های مجاور دریاها؛ سلول‌های نوری در نیروگاه‌های خورشیدی و انرژی نهفته در اتم در نیروگاه‌های اتمی اشاره کرد که به برخی از آن‌ها انرژی‌های نو اطلاق می‌شود (شکل ۲۲ــ۱). از جمله مولدهای ساده می‌توان به دینام دوچرخه اشاره کرد (شکل ۲۳ــ۱).

۶ــ۱ــ مصرف الکتریسیته

زمینه‌های مصرف الکتریسیته تقریباً در تمامی علوم به نوعی وجود دارد که در شکل ۲۴ــ۱ به چند نمونه آن اشاره شده است.

شکل ۲۳ــ۱ــ دینام دوچرخه



شکل ۲۴ــ۱

۷ــ۱ــ انواع الکتریسیتهٔ جاری

الکتریسیتهٔ جاری در دو شکل کاملاً متفاوت جریان مستقیم[۱] و جریان متناوب[۲] توسط منابع خود تولید می‌شوند.

در شکل کلی به منابع الکتریسیته «مولد» یا «ژنراتور[۳]» گفته می‌شود. در شکل ۲۵ــ۱ تصویر واقعی، همراه علامت اختصاری ژنراتورهای جریان مستقیم و متناوب را مشاهده می‌کنید. ژنراتور برق شهر از نوع جریان متناوب است.

۱ــ Direct Current – DC ۲ــ Alternative Current – AC ۳ــ Generator

توضیح : امکان ذخیره کردن الکتریسیته از نوع جریان متناوب نیست اما جریان مستقیم را می‌توان در قالب باتری‌ها ذخیره نمود و در صورت نیاز از آن‌ها استفاده کرد. شکل ۲۶ــ۱ تصویر چند نمونه باتری را نشان می‌دهد.

باتری خودرو

باتری قلمی

باتری کتابی

شکل ۲۶ــ۱ــ تصویر چند نمونه باتری (مولدهای جریان مستقیم)

الف) ژنراتور جریان مستقیم همراه علامت اختصاری

ب) ژنراتور جریان متناوب به همراه علامت اختصاری

شکل ۲۵ــ۱

پرسش‌های فصل اول

◄ پرسش‌های چهار گزینه‌ای

۱ــ کوچک‌ترین جزء یک مولکول را ..... گویند.

الف) مرکب　　ب) ماده　　ج) ترکیب　　د) اتم

۲ــ کدام یک از ذرات اتم به ترتیب از راست به چپ دارای بار مثبت و منفی هستند؟

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

◄ پرسش‌های درست و نادرست

۳ــ به کوچک‌ترین جزء یک ماده، مولکول گفته می‌شود.　　درست ☐　نادرست ☐

۴ــ هستهٔ هر اتم از دو ذرهٔ کوچک به نام‌های پروتون و الکترون تشکیل شده است.　　درست ☐　نادرست ☐

۵ــ حرکت الکترون‌ها به دور هستهٔ اتم بر روی مدارهای دایره‌ای است.　　درست ☐　نادرست ☐

۶ــ در اجسام رسانا الکترون‌های لایهٔ آخر اتم‌ها به راحتی آزاد می‌شوند.　　درست ☐　نادرست ☐

◄ پرسش‌های پرکردنی

۷ــ ذرهٔ نوترون ..... اتم قرار دارد و از نظر بار الکتریکی ..... است.

۸ــ الکترون‌ها در عایق‌ها ..... از مدار خود جدا می‌شوند.

۹ــ تعداد الکترون‌ها لایه آخر نیمه هادی‌ها ..... الکترون است.

◄ پرسش‌های تشریحی

۱۰ــ انرژی الکتریکی موردنیاز منازل شما از چه نوعی است و از چه طریقی تأمین می‌شود؟

۱۱ــ سه روش تولید الکتریسیته را مختصراً شرح دهید.

۱۲ــ پنج مورد از مصرف الکتریسیته (چگونگی تبدیل انرژی)را توضیح دهید.

* در حد دو صفحه، تحقیقی از چگونگی تولید انرژی الکتریکی در نیروگاه‌های بادی؛ خورشیدی و اتمی تهیه کنید و برای دوستان خود ارائه نمایید.