

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



سازمان ملی پرورش استعداد های درخشان

دبیرستان / دوره اول متوسطه

جلد ۵

فیزیک پایه هشتم

الکتریسیته

فصل

۹



استفاده گسترده از وسیله‌های الکتریکی در زندگی امروزی، بسیار عادی است. لامپ، تلویزیون، تلفن همراه، جاروبرقی، لباس شویی، اتو، رایانه، ماشین حساب، رایانه کیفی (لپ‌تاپ) و... تنها تعداد اندکی از وسایل الکتریکی اند که ما با آنها سروکار داریم. همه این وسایل بر اساس قوانین الکتریسیته طراحی و ساخته می‌شوند. در عصر حاضر شناخت اصول الکتریسیته و به کارگیری آن برای ایمنی، رفاه و آسایش انسان اهمیت فراوان دارد. به همین منظور در این فصل با الکتریسیته و کاربردهای آن بیشتر آشنا می‌شویم.




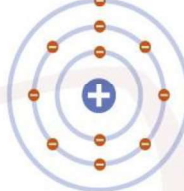








شکل ۱- بادکنک دارای بار الکتریکی به دیوار می‌چسبد.

اگر بادکنکی را با پارچه پشمی یا موهای خشک و تمیز سر مالش دهیم، بادکنک و پارچه پشمی خاصیت جدیدی پیدا می‌کنند و می‌توانند خرده‌های کاغذ یا مورا به طرف خود جذب کنند. حتی با همین روش می‌توان بادکنک را به سقف یا دیوار چسباند (شکل ۱).

۱- Laptop Computer

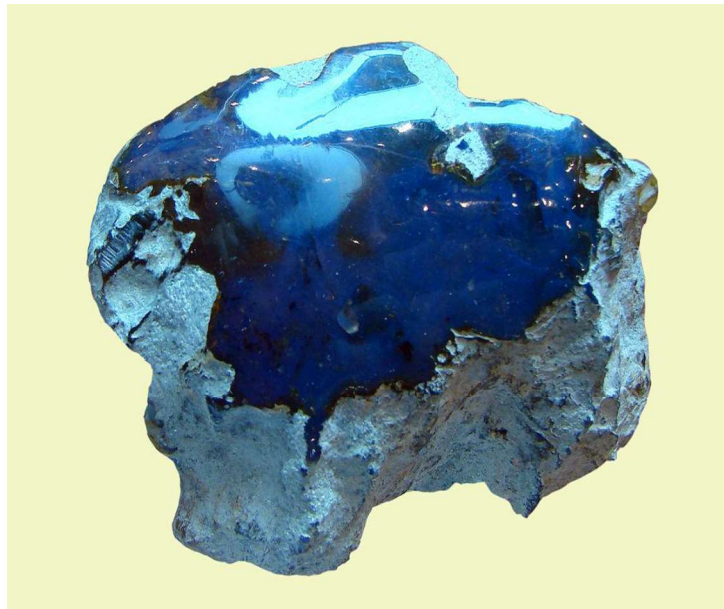
تاریخچه ی اتم : مدل ها و نظریه ها

مدل گوی سخت	مدل کیک کشمش	مدل هسته ای	مدل سیاره ای	مدل کوانتومی
				
جان دالتون	جی جی تامسون	ارنست رادرفورد	نیلز بور	اروین شرودینگر
 1803	 1904	 1911	 1913	 1926
دالتون نظریه یونان باستان در باره ی اتم را نقض کرد. (واژه ی اتم از واژه ی یونانی atoms به معنای تجزیه ناپذیر به دست آمده است) نظریه ی او بر این پایه استوار است که اتم ها تجزیه ناپذیرند ، اتم های سازنده ی یک عنصر یکسان اند و مولکول ها از ترکیب اتم های مختلف ساخته می شوند.	تامسون وجود الکترون ها در اتم را در سال ۱۸۹۷ کشف کرد (که او این ذرات را در ابتدا corpuscles نامید). او پس از این کشف مدل اتمی کیک کشمش را مطرح کرد. این مدل نشان می دهد که اتم تشکیل شده از الکترون هایی است که در سراسر یک ابر کروی یا بار مثبت پراکنده شده است.	رادرفورد ذرات آلفا را که دارای بار مثبت هستند به ورقه ی نازکی از طلا شلیک کرد. اکثر ذرات دچار انحراف کمی شدند اما بعضی ذرات با زاویه ی زیادی دچار انحراف شدند. تنها احتمال ممکن این است که اکثر فضای اتم خالی است و یک بار مثبت متمرکز در مرکز که هسته نام دارد در اتم وجود دارد.	بور به اصلاح مدل رادرفورد پرداخت. او این گونه مدل خود را بیان کرد که الکترون ها به دور هسته در مدارهایی که دارای اندازه و انرژی ثابتی هستند در حرکتند. در این مدل انرژی الکترون ها کوانتیده در نظر گرفته می شود که این بدین معناست که الکترون ها نمی توانند مقادیر انرژی که بین تراز های ثابت انرژی قرار دارند را اختیار کنند.	شرودینگر اظهار داشت که الکترون ها در مسیر خاصی در اطراف هسته حرکت نمی کنند و خاصیت موجی دارند. این غیر ممکن است که مکان دقیق الکترون ها را بدانیم در عوض ابر احتمال را داریم که اوربیتال نامیده می شود در واقع در اوربیتال ها شانس بیشتری برای یافتن الکترون ها داریم.
+ اتم های شناسایی شده ی یک عنصر خاص متفاوت از سایر عناصر است	+ شناسایی الکترون به عنوان تشکیل دهنده اتم	+ کشف بار مثبت که در هسته ی یک اتم قرار دارد.	+ حل مشکل مدل هسته ای با مطرح کردن مدار های الکترونی ثابت	+ حل مشکل نقض عدم قطعیت
- اتم ها تجزیه ناپذیر نیستند آنها از چند ذره ی زیر اتمی تشکیل شده اند.	- بدون هسته : مشاهدات تجربی که بعداً صورت گرفته را توجیه نمی کند	- این موضوع را توضیح نمی دهد که چرا الکترون ها در مدار دور هسته باقی می ماند.	- نقض اصل عدم قطعیت - نمی توان مکان و تکانه ی یک ذره را به طور دقیق دانست.	+ پذیرفته شده به صورت گسترده و دقیق ترین مدل اتمی

فیزیک پایه هشتم

اولین علائم الکتریسیته

- خیلی پیشتر از هر اطلاعی از الکتریسیته، مردم مصر باستان از شوک‌های ماهی‌های الکتریکی آگاهی داشتند. و به وجود تأثیرات بی‌حس‌کننده شوک‌های الکتریکی ناشی از گربه‌ماهی‌های الکتریکی پی برده و دریافتند که این شوک‌ها، به وسیله اشیای هادی انتقال می‌یابد.
- تالس حدود ۶۰۰ سال پیش از میلاد، پس از مطالعاتی که بر روی الکتریسیته ساکن انجام داد، چنین برداشت کرد که مالش، کهربا را تبدیل به ماده مغناطیسی می‌کند و برخلاف آن، معادنی چون مگنتیت نیازی به مالش ندارند. طبق نظریه‌ای مورد مناقشه، به دلیل اکتشاف باتری بغدادی، کشف الکتریسیته را به ایران و بین‌النهرین باستان در دوره اشکانیان نسبت می‌دهند. اما با وجود شباهت این قطعه باستانی با پیل گالوانی، دانشمندان در این مورد که واقعاً آن خاصیت الکتریکی داشته یا خیر تردید دارند.



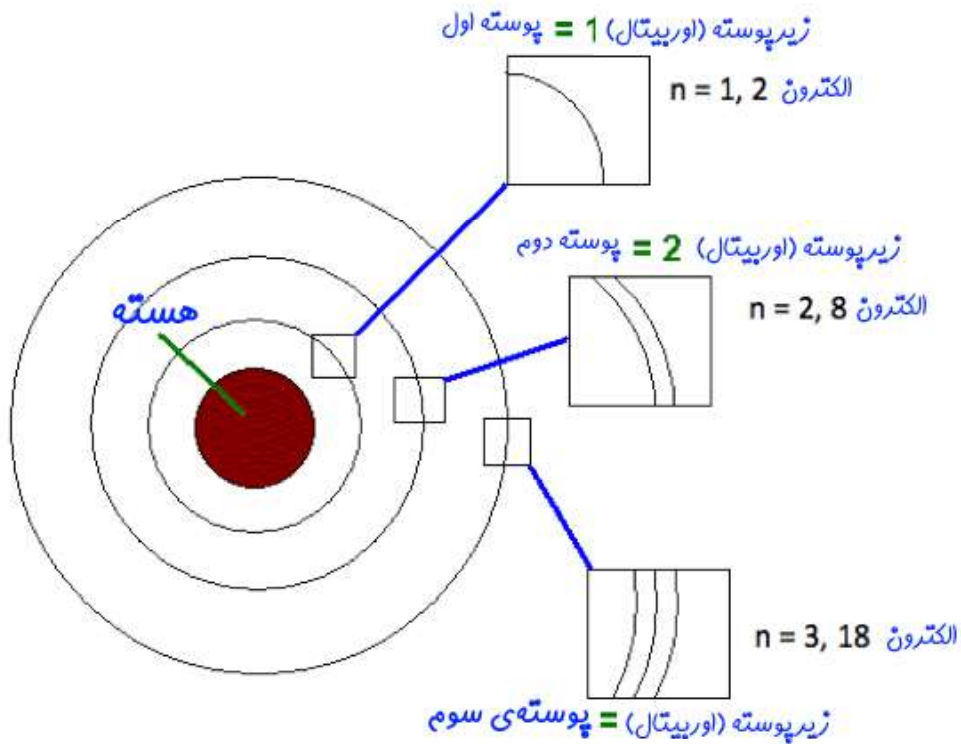
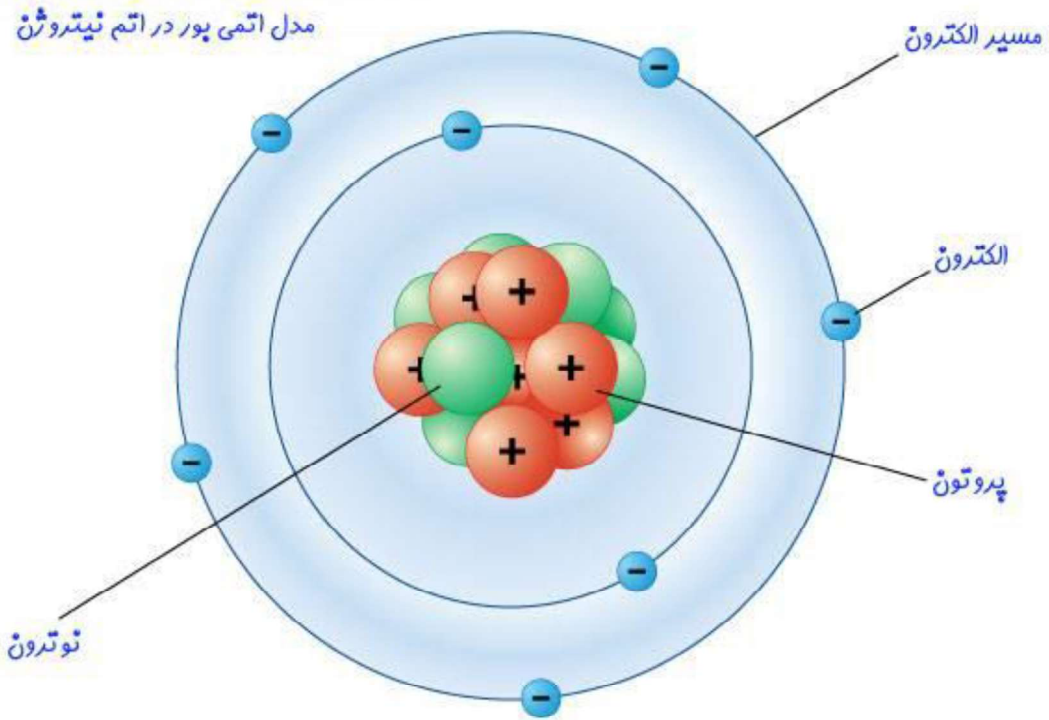
کهربا

الکتریسیته مجموعه‌ای از پدیده‌های طبیعی است که به حضور و جریان بار الکتریکی وابسته است. الکتریسیته آثار معروف متنوعی چون آذرخش، الکتریسیته ساکن، القای الکترومغناطیسی و جریان الکتریکی دارد.



فیزیک پایه هشتم

مدل بور



فرضیات و نتایج مدل اتمی بور

- الکترون‌ها در مسیرهای دایره‌ای ثابتی در اطراف هسته در حال حرکت‌اند. این مسیرها تحت عنوان اوربیتال شناخته می‌شوند.
- انرژی الکترون‌ها در این مسیرها، مقداری ثابت است. چندین اوربیتال یک «پوسته» را تشکیل می‌دهند. در شکل بالا اوربیتال، پوسته و دیگر اجزای اتم نشان داده شده‌اند. تا زمانی که الکترون در مسیر ثابت خودش گردش کند، انرژی‌ای تابش نخواهد کرد.
- سطوح انرژی متفاوت با اعداد n نشان داده می‌شوند. در حقیقت $n=1$ ، پوسته اول، $n=2$ پوسته‌ی دوم و به همین شکل پوسته‌ها -یا همان سطوح انرژی- با این اعداد نشان داده می‌شوند. به این مقادیر اعداد کوانتومی گفته می‌شود. این عدد از کمترین سطح ($n=1$) شروع شده و تا مقادیر صحیح بالاتر ادامه پیدا می‌کند.
- تغییرات انرژی یک الکترون زمانی رخ می‌دهد که سطح انرژی‌اش تغییر کند. در یک اتم الکترون با گرفتن انرژی از n کم به n بیشتر منتقل می‌شود. از طرفی وقتی الکترونی انرژی‌اش را از دست بدهد، سطح انرژی آن نیز کاهش می‌یابد. تغییرات انرژی الکترون در شکل زیر نشان داده شده است. در این شکل الکترون از لایه‌ی سوم به سطح انرژی پایین‌تر در لایه دوم رفته و در نتیجه آن انرژی گسیل داده است. در مطلبی تحت عنوان اثر فوتوالکتریک در مورد مقدار و نحوه انرژی گسیل داده شده بحث شده است.

فرضیات و نتایج مدل اتمی بور

- بنابراین هر اتم تعدادی پوسته اطراف خود دارد که هر کدام از این پوسته‌ها شامل چندین زیرپوسته (اوربیتال) است.

نتایج

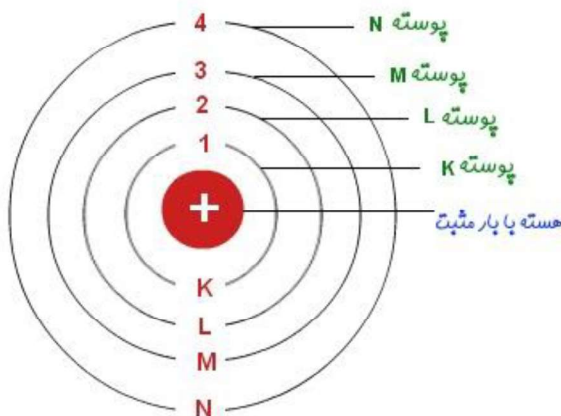
پوسته اول (سطح انرژی اول) که با نماد K نشان داده می‌شود، می‌تواند حداکثر ۲ الکترون را در خود نگه دارد.

پوسته دوم (سطح انرژی دوم) با نماد L نشان داده شده و در بیشترین حالت می‌تواند ۸ الکترون را در خود نگه دارد.

پوسته سوم که با نماد M نشان داده می‌شود می‌تواند ماکزیمم ۱۸ الکترون را در خود جا دهد.

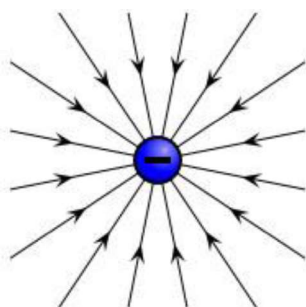
جهت نشان دادن پوسته چهارم از نماد N استفاده شده و می‌تواند در بهترین حالت ۳۲ الکترون را در خود نگه دارد.

به همین صورت با افزایش شماره پوسته، تعداد الکترون‌های قرار گرفته در لایه‌ها نیز افزایش می‌یابد.



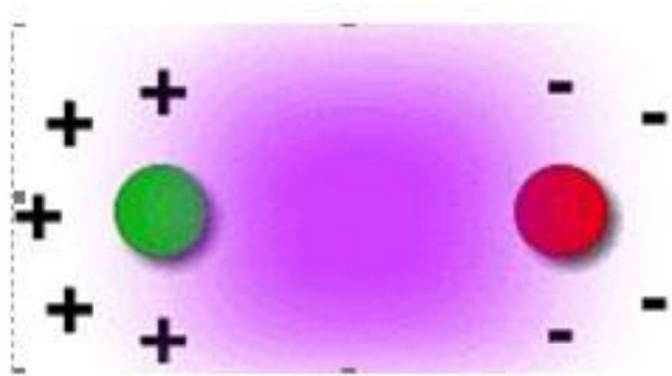
بار الکتریکی

بار یک ویژگی بنیادی در انواع ماده است که به صورت ربایش یا رانش الکتروستاتیکی در حضور ماده‌ای دیگر نمود پیدا می‌کند. بار الکتریکی ویژگی است که سرچشمه آن به بسیاری از ذرات زیر اتمی ماده برمی‌گردد. بار ذراتی که به صورت آزاد یافت می‌شوند به اندازه ضریب صحیحی از بار بنیادی (بار یک الکترون) است.



اگر یک روز خشک و آفتابی روی قالی راه بروید، به محض این که دستتان با دستگیره فلزی تماس پیدا می‌کند، جرقه ایجاد می‌شود. و یا هنگام باریدن باران، آذرخش و رعد و برق را بارها ملاحظه کرده‌ایم. تمام این موارد حاکی از این است که مقدار زیادی بار الکترونی در اجسام پیرامون ما و حتی در بدن ما ذخیره شده است. خنثی بودن غالب اشیاء مشاهده پذیر و قابل لمس جهان، از لحاظ الکتریکی، این واقعیت را تایید می‌کند که تمام اشیاء حاوی تعداد زیادی بار الکتریکی مثبت و منفی هستند که چون تعداد این دو نوع بار الکتریکی یکسان است، لذا از نظر آثار خارجی کاملاً اثر یکدیگر را بی‌اثر می‌کنند. فقط هنگامی که این توازن زیبای الکتریکی از بین برود، طبیعت آثار بارهای مثبت و منفی آشکار می‌شود. بنابراین زمانی که گفته می‌شود، جسمی باردار است، منظور این است که بار الکتریکی در جسم اندکی نامتوازن شده است.

فیزیک پایه هشتم



نا متوازن بودن بار الکتریکی

بار الکتریکی کمیتی گسسته است. رابرت میلیکان نیز در آزمایش‌های خود به این حقیقت می‌رسد و مقدار بار یک الکترون را نیز اندازه می‌گیرد. بنابراین به صورت کمیت‌های گسسته می‌گوییم که بار یک الکترون -1 و بار یک پروتون $+1$ است. ذرات بارداری که بار آنها همانم باشد یکدیگر را می‌رانند و ذراتی که بارهای ناهمنام دارند یک دیگر را می‌ربایند.

بار الکتریکی یک جسم برابر با مجموع بارهای الکتریکی ذرات سازنده آن است. این بار به طور معمول کوچک است؛ چون ماده از اتم ساخته شده و اتم‌ها به تعداد مساوی از پروتون و الکترون در هسته خود دارند، در نتیجه از نظر الکتریکی خنثی هستند.

یک یون، اتمی (یا دسته‌ای از اتم‌ها) است که یک یا چند الکترون ازدست داده یا به‌دست آورده‌است. اتمی که الکترون از دست دهد بار خالص آن مثبت می‌شود که آن را **کاتیون** می‌نامیم و اتمی که الکترون بدست آورد بار خالص آن منفی می‌شود و آن را **آنیون** می‌نامیم.

فیزیک پایه هشتم

گاهی مجموع بارهای الکتریکی یک جسم صفر است؛ اما بار آن به صورت غیر یکنواخت پخش شده (مثلاً به دلیل حضور یک میدان الکترومغناطیسی یا دوقطبی‌های موجود در ماده) در این حالت می‌گوییم جسم قطبی شده است. بار الکتریکی بدست آمده از قطبی‌شدن ماده را بار مرزی، بار تولید شده بر روی یک جسم که ناشی از بار گرفته‌شده یا داده شده به جسمی دیگر است را بار آزاد و حرکت الکترون‌ها را در یک جهت خاص در فلزات رسانا، **جریان الکتریکی** می‌نامیم.

بار الکتریکی خود از واحد کوچک‌تری با نام **بار بنیادی** تشکیل شده است. بار الکتریکی را با نماد q نمایش می‌دهند و یکای آن کولن است که با نماد C نمایش داده می‌شود.

بار هر الکترون برابر با $e = -1.602 \times 10^{-19}$ کولن است.

بار هر پروتون برابر با 1.602×10^{-19} کولن است.

تعداد الکترون‌ها یا پروتون‌های آزاد موجود در یک جسم را بار آن جسم گویند.

تعریف اندازه بار:

تعریف اندازه بار، اندازه الکتریسیته موجود در الکترون یا پروتون است. اگر آن را در تعداد الکترون یا پروتون ضرب کنیم، نتیجه اندازه بار جسم خواهد بود.

$$q = \pm ne$$

تکمیلی!

چرا در درون زمین فرو نمی رویم؟

چرا نمی توانیم از دیوار عبور کنیم؟

احتمالاً می دانید بیش از ۹۹ درصد حجم اتم ها را فضای خالی تشکیل داده است و بدن ما و هر جسم دیگری، از این اتم های خالی تشکیل شده اند. اما با این حال، چرا ما قادر نیستیم از این خلأ موجود در جسم خود و زمین یا دیوار پیش رویمان، استفاده کرده و از آن ها عبور کنیم؟ یا چرا در زمین رسوخ نمی کنیم و می توان بر سطح آن ایستاد؟

پاسخ این پرسش به اصل بسیار مهمی در فیزیک بنام «اصل طرد پائولی» برمی گردد. این اصل که توسط ولفگانگ پائولی بیان شد و سال ها بعد دیراک، فیزیکدان سرشناس آمریکایی این نام را بر آن نهاد، چنین می گوید که هیچ دو الکترونی نمی توانند با اعداد کوانتومی یا اسپین یکسان یافت شوند.



تکمیلی!

برای هر اتم، پیرامون هسته آن اتم فضای عظیمی (به نسبت حجم خود هسته) وجود دارد که الکترون ها در این فضا قرار دارند. هر نقطه از این فضا دارای انرژی معینی است که هرچه از هسته دور شویم، این انرژی نیز افزایش میابد. ما برای هر یک از این لایه ها (اتم را کره ای در نظر میگیریم که این نقاط هم انرژی لایه های آن اند که بصورت کوآنتومی تعریف میشوند، یعنی انرژی معینی دارند) با توجه به انرژی وابسته به آن، اعداد کوآنتومی قائل می شویم. چون انرژی این لایه ها کوانتیده اند. یعنی عبارتی خاص هستند!

این اعداد با n و m نامگذاری میشوند. همچنین برای این الکترون ها، خاصیتی بنام اسپین نیز تعریف میشود. اصل طرد میگوید هیچ دو الکترونی (الکترون ها در این لایه ها و زیر لایه ها بصورت جفت قرار دارند) دارای اعداد کوآنتومی و اسپین کاملاً یکسان نبوده، و حداقل در یک مورد متفاوت اند.

یعنی عبارتی الکترون ها از همسان شدن یکدیگر را «طرد» میکنند و در نتیجه ی این طرد شدگی و خاصیت دافعه الکتریکی الکترون ها، ما درون زمین رسوخ نمیکنیم!



۱- آیا بار الکتریکی می تواند خاصیت ربایندگی در اجسام ایجاد کند؟

در این آزمایش ها بادکنک یا پارچه پشمی دارای بار الکتریکی شده است؛ به عبارت دیگر وقتی جسمی دارای بار الکتریکی می شود، می تواند اجسام دیگر را جذب کند.

فعالیت



با توجه به آنچه درباره باردار شدن اجسام خوانده اید، توضیح دهید چرا:

الف) وقتی با پارچه خشک و تمیز پرزداری صفحه تلویزیون را تمیز می کنید، پرزهای پارچه به

صفحه تلویزیون می چسبند.

ب) هنگامی که با شانه پلاستیکی موهای خشک و تمیز را شانه می کنید، رشته های مو به دنبال شانه کشیده می شوند.

پ) وقتی شانه پلاستیکی یا بادکنک را با موهای خشک سر مالش دهید و بعد آن را به باریکه آب نزدیک کنید، باریکه آب به طرف شانه یا بادکنک کشیده می شود.



آزمایش کنید



هدف آزمایش: آشنایی با انواع بارهای الکتریکی

مواد و وسایل: دو بادکنک مشابه، پارچه پشمی، نخ، مقداری خرده های کاغذ

روش اجرا

۱- بادکنک ها را باد کنید و با نخ دهانه آنها را ببندید.

۲- یکی از بادکنک ها را با پارچه پشمی مالش دهید؛ سپس یک بار پارچه و بار دیگر بادکنک را به خرده های کاغذ نزدیک کنید. چه روی می دهد؟

۳- هر دو بادکنک را با پارچه پشمی مالش دهید و بعد آنها را به هم نزدیک کنید. چه اتفاقی می افتد؟

۴- پارچه پشمی را به بادکنک نزدیک کنید. چه اتفاقی می افتد؟ از این آزمایش چه نتیجه ای می گیرید؟

آزمایش بالا و آزمایش های مشابه نشان می دهد، وقتی دو جسم با یکدیگر مالش داده می شوند، معمولاً هر دوی آنها دارای بار الکتریکی می شوند و بر یکدیگر نیرو وارد می کنند. نیروی الکتریکی بین دو جسم باردار، گاهی جاذبه و گاهی دافعه است؛ مثلاً نیروی الکتریکی بین بادکنک ها دافعه و نیروی بین

دسته بندی مواد بر اساس هدایت الکتریکی



تعریف رسانا

رسانایی به توانایی یک ماده در انتقال انرژی اشاره دارد و انواع مختلفی از جمله رسانایی الکتریکی، رسانایی حرارتی و رسانایی صوتی دارد.

رساناترین عنصر نقره است و پس از آن مس و طلا قرار دارند. همچنین نقره دارای بالاترین رسانایی گرمایی و بیشترین بازتاب نور است. در بین فلزات و عناصر مس و طلا بیشترین کاربرد را در ابزارهای الکترونیکی دارند زیرا مس از قیمت کمتر و طلا در برابر خوردگی از مقاومت بسیار بالاتری برخوردار است.

از آنجا که نقره تیره می‌شود برای فرکانس‌های بالا خیلی مطلوب نیست زیرا سطح خارجی آن در اثر تیرگی کاهش رسانایی پیدا می‌کند.

سوال: چرا نقره بهترین رسانا است؟

پاسخ این است که الکترون‌های نقره نسبت به سایر عناصر آزادتر هستند. آزادی بیشتر الکترون‌ها نسبت به بقیه عناصر مربوط به ظرفیت و ساختار بلوری نقره است.

تعریف نارسانا

همان‌طور که از اسم این ویژگی مشخص است نارسانا در مقابل رسانا و به معنای عدم توانایی انتقال انرژی می‌آید. در حقیقت هر چه تاکنون در مورد رسانا گفته‌ایم به صورت عکس برای نارسانا صدق می‌کند.

مواد غیر رسانا که به عنوان عایق نیز شناخته می‌شوند موادی هستند که از جریان الکترون جلوگیری کرده یا مانع آن می‌شوند زیرا اتم‌های داخل این مواد حاوی الکترون‌های اضافی مورد نیاز برای عبور بار الکتریکی نیستند.

برخی از نمونه‌های مواد غیر رسانا شامل کاغذ، شیشه، لاستیک، چینی، سرامیک و پلاستیک است. از بین این مواد شیشه، سرامیک و پلاستیک در صنایع مختلف استفاده می‌شوند و اغلب با فلز پوشانده می‌شوند. این عمل باعث می‌شود که ظاهر و خصوصیات فیزیکی آن‌ها تغییر کند، مواد غیررسانا و روکش شده در بخش‌های زیر محبوب هستند.

آیا آب رسانا است؟

آب خالص رسانا نیست و یک هادی ضعیف برق است. با این حال آبی که حاوی یون‌های باردار و ناخالصی است آن را به یک رسانای بسیار خوب الکتریسیته تبدیل می‌کند.

آب مواد زیادی را در خود حل می‌کند به همین دلیل به عنوان یک حلال خوب شناخته می‌شود. در واقع آب اغلب به اشتباه به عنوان حلال جهانی شناخته می‌شود زیرا قادر است مواد زیادی را از هر ماده در خود حل کند.

آیا چوب خیس رسانا است؟

چوب الکتریسیته را هدایت نمی‌کند و در حقیقت غیررسانا است. با این حال در آب به دلیل وجود ناخالصی هدایت الکتریکی وجود داشته و در نتیجه چوب خیس یا مرطوب رسانایی الکتریکی دارد. در مواردی که احتمال برق‌گرفتگی است چوب خیس می‌تواند به عنوان خطر شناخته شود.

تکمیلی!

ارتباط رسانایی گرمایی و الکتریکی چیست؟

بنا بر این قانون ویدمان-فرانتس یک رسانای خوب جریان الکتریسیته، گرما را هم به خوبی از خود عبور می‌دهد. به همین دلیل وسایل برقی و لوازم خانگی در حین استفاده‌ی مکرر داغ می‌شوند.

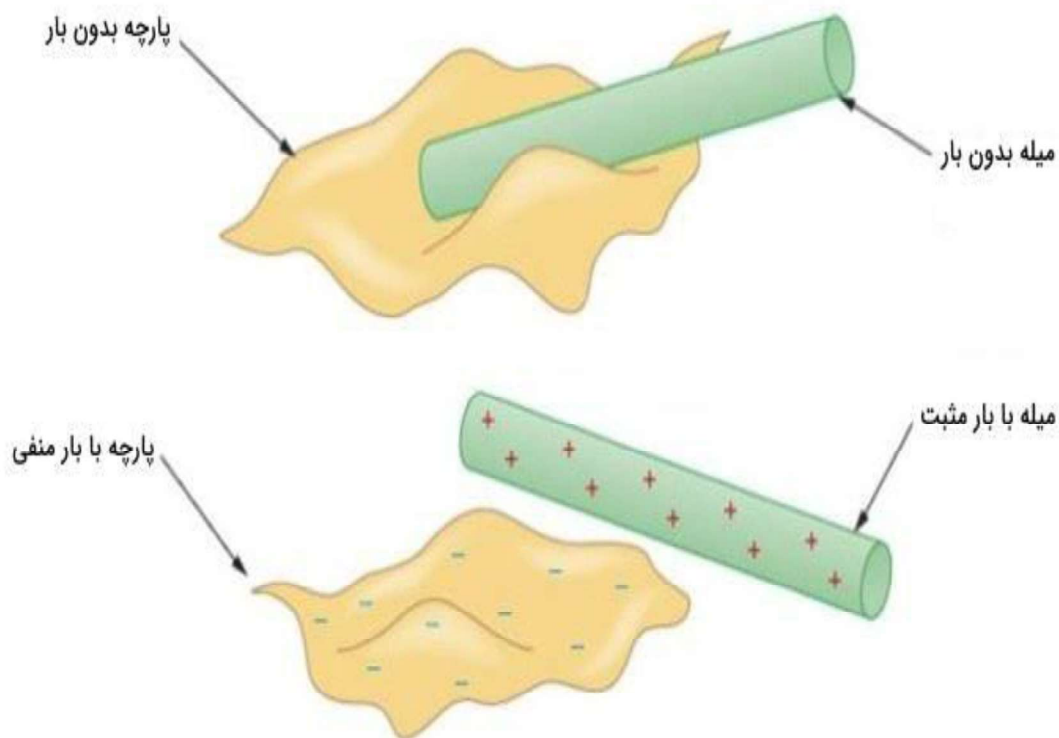
با این حال، این تیم پژوهشی در ایالات متحده به این نتیجه رسیده است که فلز دی‌اکسید وانادیوم (VO₂)، از چنین روندی پیروی نمی‌کند. VO₂ ماده‌ای است که تا قبل از دمای ۶۷ درجه‌ی سانتی‌گراد عایق است؛ اما پس از آن خاصیت رسانایی پیدا می‌کند.

بنابراین این قانون استثنا هم دارد!



باردار کردن اجسام

باردار کردن اجسام از طریق فرآیند اصطکاک شامل مالش یک ذره به ذره دیگر و در نتیجه انتقال الکترون از یک سطح به سطح دیگر است، این روش **فقط** برای **باردار کردن نارساناها کاربرد دارد.**



فیزیک پایه هشتم

بار الکتریکی منفی	بار الکتریکی مثبت	آزمایش
پارچه ابریشمی	میله شیشه ای	میله شیشه ای با پارچه ابریشمی
میله پلاستیکی	پارچه پشمی	میله پلاستیکی با پارچه پشمی

فعالیت



با توجه به آنچه دربارهٔ باردار شدن اجسام خوانده‌اید، توضیح دهید چرا:
الف) وقتی با پارچهٔ خشک و تمیز پرزداری صفحهٔ تلویزیون را تمیز می‌کنید، پرزهای پارچه به صفحهٔ تلویزیون می‌چسبند.



ب) هنگامی که با شانهٔ پلاستیکی موهای خشک و تمیز را شانه می‌کنید، رشته‌های مو به دنبال شانه کشیده می‌شوند.

پ) وقتی شانهٔ پلاستیکی یا بادکنک را با موهای خشک سر مالش دهید و بعد آن را به باریکهٔ آب نزدیک کنید، باریکهٔ آب به طرف شانه یا بادکنک کشیده می‌شود.

الف) صفحه تلویزیون بار دار است و ذرات کم وزن مثل پرزها را جذب می کند

ب) چون شانه باردار شده است و موها را جذب می کند،

پ) چون شانه باردار شده است و وقتی آن را به باریکه آب نزدیک می کنیم آن را جذب می کند.

دبیر: اشرفی