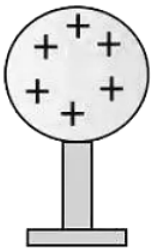
«به نام خدا»

فصل اول: الکتریسیتهٔ ساکن

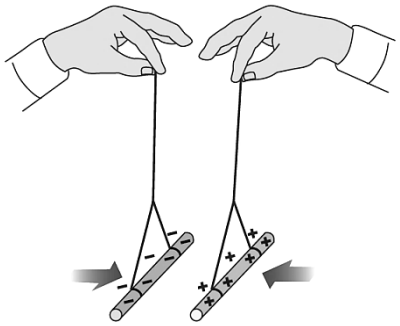


در این فصل به مطالعهٔ بارهای الکتریکی ساکن می‌پردازیم که به آن **الکتریسیتهٔ ساکن** یا **الکتروستاتیک** می‌گویند.

○ واژهٔ الکتریسیته از واژهٔ یونانی **الکترون** گرفته شده است که به معنای **کهربا** است.

☑ بخش۱: بار الکتریکی

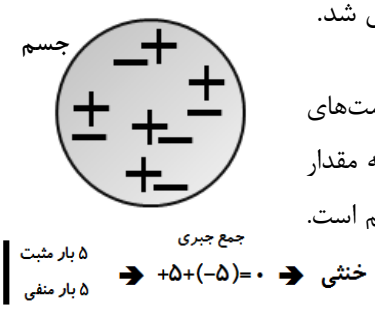
در کتاب علوم تجربی پایهٔ هشتم دیدید که معمولاً وقتی دو جسم با یکدیگر مالش داده شوند، دارای بار الکتریکی می‌شوند، و اجسامی که باردار شده‌اند بر یکدیگر نیرو وارد می‌کنند. اما این نیرو گاهی به صورت **جاذبه** و گاهی به صورت **دافعه** است.



جاذبه میان اجسام دارای بارهای ناهمنام

← از همین مشاهده می‌توان نتیجه گرفت که **دو نوع بار الکتریکی وجود دارد**. زیرا اگر بار اجسام از یک نوع باشد، یا فقط باید یکدیگر را جذب کنند و یا فقط یکدیگر را دفع کنند.

❖ این دو نوع بار الکتریکی توسط دانشمندی به نام **بنیامین فرانکلین**، بار **مثبت** و بار **منفی** نام‌گذاری شد.



○ **نکته:** هرچند که می‌شد برای بارهای الکتریکی نام‌های دیگری نیز در نظر گرفت اما استفاده از علامت‌های جبری (+ و −) به جای نام‌های دیگر، این مزیت را دارد که وقتی در یک جسم از این دو نوع بار به مقدار مساوی وجود داشته باشد، جمع جبری بارهای جسم صفر می‌شود که به معنای خنثی بودن آن جسم است.
(✍ یعنی این نحوهٔ نام‌گذاری، باعث ساده‌تر شدن کار کردن با بارها و محاسبهٔ آن‌ها می‌شود.)

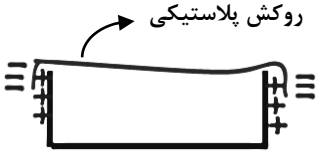
❖ **یادآوری: این نکته را به یادداشته باشید:**

بارهای **همنام** یکدیگر را **دفع** می‌کنند.
بارهای **ناهمنام** یکدیگر را **جذب** می‌کنند.

○ **نکته:** وجود دافعه و جاذبه میان بارها (یا اجسام باردار)، نشان دهندهٔ وجود نوعی نیرو میان بارهاست که آن را **نیروی الکتریکی** می‌نامند.

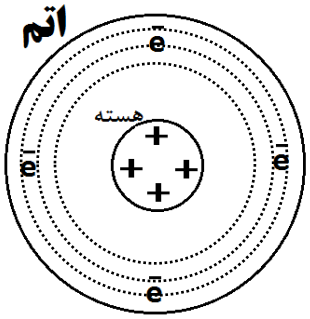
○ **نکته:** دافعه ناشی از **نیروی رانشی** ، و جاذبه ناشی از **نیروی ربایشی** است. *(✍ مواظب باشید این دو را با هم اشتباه نکنید!)*

پرسش ۱–۱ کتاب درسی **چرا وقتی روکش پلاستیکی را روی یک ظرف غذا می‌کشید و آن را در لبه‌های ظرف فشار می‌دهید، روکش در جای خود ثابت باقی می‌ماند؟**



پاسخ: وقتی روکش پلاستیکی را روی ظرف غذا می‌کشیم بر اثر تماس نزدیک و مالش دو جسم، مقداری بار بین دو سطح منتقل می‌شود که در اثر آن، یکی دارای بار مثبت و دیگری دارای بار منفی می‌گردد، لذا یکدیگر را جذب خواهند کرد. *(✍ در ادامه، با چگونگی انتقال بار بین دو جسم آشنا خواهید شد.)*

* باردار شدن اجسام



می‌دانیم که هر اتم از ذرات بنیادی به نام **الکترون**، **پروتون** و **نوترون** تشکیل شده است. پروتون و نوترون درون هسته قرار دارند و الکترون‌ها در بیرون از هسته و پیرامون آن در حال گردش‌اند.

بار اجزاء اتم
- **پروتون** بـار **مثبت** دارد.
- **نوترون** بدون بار است.
- **الکترون** بار **منفی** دارد.

هسته: پس بار هسته مثبت است.

➔ **بار هستهٔ اتم:** هسته شامل پروتون و نوترون است و چون نوترون بدون بار است، پس بار هسته، مجموع بار مثبت پروتون‌هاست.

➔ **بار الکترون‌های اتم:** الکترون‌ها بار منفی دارند، پس مشخص است که مجموع بار الکترون‌های یک اتم همیشه منفی است.

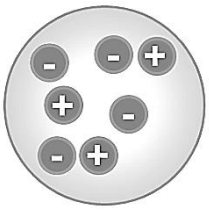
➔ **بار اتم:** بار اتم، برابر با جمع جبری همهٔ بارهای + و - اتم است که به آن **بار خالص** گفته می‌شود.

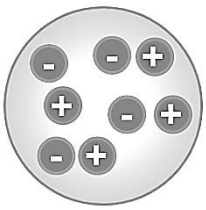
❖ **بار خالص:** مقدار باری که از **جمع جبری** همهٔ بارهای مثبت و منفی یک جسم (یا اتم) به دست می‌آید را بار خالص آن جسم می‌گویند. در واقع، بار خالص یک جسم برابر است با: مقدار بار مثبت جسم **به‌علاوهٔ** مقدار بار منفی جسم.

نکته: توجه کنید که «**جمع جبری**» یعنی جمع، با در نظر گرفتن علامت جبریِ مثبت و منفی. لذا دقت کنید که بار مثبت (پروتون)، دارای علامت جبریِ **+** (مثبت)، و بار منفی (الکترون)، دارای علامت جبریِ **−** (منفی) است که باید در محاسبهٔ بار خالص در نظر گرفته شوند.

منظور از باردار شدن اجسام چیست؟ درون یک اتم، و حتی درون یک جسم، هم بارهای مثبت(پروتون‌ها) و هم بارهای منفی(الکترون‌ها) وجود دارند. اما **باردار بودن جسم، به معنای داشتن بار خالص است**. یعنی مقدار بار مثبت یا منفی‌ای که اضافه آمده و خنثی نشده است. به بیان ساده‌تر، هر بار مثبت با یک بار منفی خنثی می‌شود. لذا اگر تعداد بارهای مثبت و منفی در یک جسم(یا اتم) برابر باشد، همه یکدیگر را خنثی می‌کنند و بار خالص آن صفر می‌شود. پس این جسم باردار نیست. اما اگر این تعادل به‌هم بخورد، و تعداد بارهای مثبت یا بارهای منفی بیشتر از دیگری شود، جسم به همان تعداد، دارای بار مثبت یا منفی خواهد شد. در نتیجه:

- اگر تعداد پروتون (بار مثبت) در یک جسم بیشتر باشد، آن جسم دارای **بار مثبت** است.
- اگر تعداد الکترون (بار منفی) در یک جسم بیشتر باشد، آن جسم دارای **بار منفی** است.
- اگر تعداد پروتون و الکترون در یک جسم برابر باشد، آن جسم خنثی و **بدون بار** است.


۳ :تعداد بارهای مثبت
۴ :تعداد بارهای منفی
بارخالص جسم: ۳ + (-۴) = -۱ → ۱ بار منفی


۴ :تعداد بارهای مثبت
۴ :تعداد بارهای منفی
بارخالص جسم: ۴ + (-۴) = ۰ → خنثی

عامل انتقال بار در اجسام چیست؟ وقتی یک جسم می‌خواهد باردار شود، باید تغییراتی در تعداد بارهای مثبت و منفی آن روی دهد. پس یا باید مقداری از بارهای خود را از دست بدهد و یا مقداری بار از جسم دیگری بگیرد. مثلاً اگر به یک جسم خنثی، تعدادی بار منفی اضافه کنیم، بار خالص آن جسم، منفی خواهد شد. برای این کار نیاز است که بارهای منفی از جسمی دیگر، به جسم مورد نظر انتقال یابد. اما **این انتقال چگونه انجام می‌شود؟** می‌دانیم که ذرات باردار هر اتم، شامل الکترون‌ها و پروتون‌ها می‌شوند. پروتون‌ها که دارای بار مثبت هستند، درون هسته محکم شده‌اند و امکان حرکت و انتقال از یک اتم به اتم دیگر را ندارند. اما الکترون‌ها که بیرون از هستهٔ اتم در حال گردش‌اند، آزادتر هستند. بخصوص الکترون لایهٔ آخر که فاصلهٔ دورتری از هسته دارد و اثر جاذبهٔ هسته بر روی آن کمتر است. بنابراین، این الکترون‌ها با مقداری تحریک می‌توانند از اتم خود جدا شوند و پس از رها شدن در فضا به اتم‌های دیگر انتقال یابند. به این الکترون‌ها **الکترون‌های آزاد** گفته می‌شود. اجسام رسانا دارای الکترون‌های آزاد فراوان هستند و به همین علت رسانا شده‌اند، اما در ساختار **اجسام نارسانا** الکترون‌های آزاد یافت نمی‌شود و به همین علت نمی‌توانند رسانای الکتریسیته باشند.

پس **عامل انتقال بار در اجسام، فقط الکترون‌ها هستند**. یعنی فقط الکترون‌ها می‌توانند بین اجسام مبادله شوند. بر این اساس می‌توان فرایند باردار شدن اجسام را این‌گونه توضیح داد:

- اگر جسم یا اتم خنثی، الکترون از دست بدهد، تعداد پروتون‌های آن بیشتر می‌شود ← بار خالص جسم **مثبت** می‌شود.
- اگر جسم یا اتم خنثی، الکترون به دست آورد، تعداد الکترون‌های آن بیشتر می‌شود ← بار خالص جسم **منفی** می‌شود.

o نکته: اگر جسم از ابتدا باردار باشد (بار خالص مثبت یا منفی)، هر تعداد الکترون از دست بدهد، بار آن مثبت‌تر می‌شود و هر مقدار الکترون بگیرد، بار آن منفی‌تر می‌شود. زیرا همانطور که دانستیم، بار خالص یک جسم، حاصل جمع جبری بارهای مثبت و منفی است.

مثلاً: اگر جسمی، در ابتدا دارای بار خالص ۲+ باشد، و سپس ۵ الکترون(بار منفی) از جسم دیگری بگیرد، بار خالص آن ۳- خواهد شد. (زیرا ۲ تا از الکترون‌های گرفته شده، ۲ تا بار مثبت جسم را خنثی می‌کنند و ۳ الکترون(بار منفی) باقی می‌ماند.)

بارخالص جسم: ۲+ + (۵-) = ۳-

o نکتهٔ بسیار مهم: وقتی جسمی الکترون از دست می‌دهد، بار خالص آن مثبت‌تر می‌شود، پس **مانند این است که** پروتون گرفته باشد. لذا با اینکه هیچ پروتونی بین اجسام منتقل نمی‌شود اما در برخی موارد برای آسان‌تر شدن تحلیل مسئله، فرض می‌کنیم که پروتون‌ها (بارهای مثبت) جابه‌جا شده‌اند. پس می‌توانیم بگوییم:

❖ **از دست دادن الکترون، معادل گرفتن پروتون است** ❖

ⓘ توجه: تا اینجا از تعداد بار خالص جسم صحبت کردیم نه از مقدار بار خالص جسم! دقت کنید که این دو با یکدیگر متفاوتند. در واقع هر الکترون و یا هر پروتون، حامل مقداری بار الکتریکی است که مقدار بار جسم بر اساس آن محاسبه می‌شود. در ابتدا لازم است که با یکای بار الکتریکی آشنا شویم و در بخش بعدی نحوهٔ محاسبهٔ مقدار بار الکتریکی جسم را بررسی خواهیم کرد.

* یکای بار الکتریکی

بار الکتریکی را با **q** (و در برخی موارد با **Q**) نشان می‌دهند، و یکای آن در SI **کولُن** نام دارد که با C نمایش داده می‌شود.

o توجه کنید یک کولُن، مقدار بار بزرگی است. مثلاً یک آذرخش(رعد و برق) در حدود ۱۰ C بـار در خود دارد. به همین علـت، بیشترِ بارهایی که در درس فیزیک با آن‌ها سرو کار داریم از مرتبهٔ میکرو کولن (μC) و نانوکولن (nC) هستند. **میکرو** $\mu = 10^{-6}$ **نانو** $n = 10^{-9}$