



تخلیه کرّونا

کاربرد الکتریسته در پاکیزگی هوا

محمد حسینی فرد

دستگاه تمیزکننده هوا

هنگامی که پرتو باریکی از نور خورشید از روزنه‌ای به داخل اتاق تاریکی می‌تابد، می‌توانید ذرات ریز گرد و غبار، دوده و خاکستر را در هوا ببینید. بعضی از این ذرات به‌طور طبیعی در فضا موجودند و بعضی توسط دستگاه‌های ساخت بشر و کارخانه‌ها تولید می‌شوند. این ذرات، هوا را تاریک و اطراف ما را آلوده می‌کنند و سلامتی بشر را به خطر می‌اندازند.

فرایند تصفیه هوا کار مشکلی است، زیرا مقاومت هوا جدایی ذرات را از هوا سخت می‌کند. اما دستگاه‌هایی به نام تمیزکننده که در منازل و بیشتر در صنعت کاربرد دارند، این کار را به‌راحتی انجام می‌دهند. در این مقاله کار این دستگاه‌ها را براساس فیزیک دبیرستانی بررسی می‌کنیم.

یک ذره غبار

گرد و غبار عمدتاً خاک و خاشاک و مواد آلی هستند که به ذرات خیلی ریز تبدیل شده‌اند. همچنین، گرد و غبار شامل مواد طبیعی مثل گرده‌های گیاهان و درختان و دانه‌های آن‌ها و هاگ‌ها نیز می‌شوند. دوده ناشی از سوخت ناقص مواد آلی و عمدتاً شامل روغن است. همه این‌ها در هوایی که نفس می‌کشیم موجودند.

گرد و غبار، دوده و خاکستر جرم و وزن دارند و انتظار داریم که توسط نیروی گرانش از حرکت آن‌ها در هوا جلوگیری به‌عمل آید. در حالی که عملاً چنین نیست و این ذرات در هوا معلق‌اند و توسط هوا نگه داشته می‌شوند. به علت مقاومت هوا، ذرات به آهستگی با یک سرعت حد به‌سمت پایین می‌روند. این سرعت در حدود 1 mm/s یا کمتر از آن است و بنابراین ذرات هرگز به زمین نمی‌رسند. یعنی گرانش زمین ضعیف‌تر از آن است که بتواند گرد و غبار را از هوا جدا کند. بنابراین به نیروی قوی‌تری نیاز داریم. این نیرو، نیروی الکترو استاتیک (نیروی کولن) است که می‌تواند این منظور را برآورده سازد. با استفاده از روابط ساده نیروی گرانش و کولن می‌توانیم بفهمیم که نیروی کولن 10^{20} مرتبه از گرانش قوی‌تر است! (به ازای بارهای یک کولنی و جرم‌های یک کیلوگرمی که یک متر از هم فاصله دارند. درستی این عدد را شما هم امتحان کنید.)

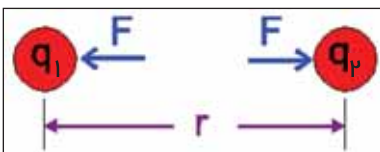
گرد و غبار و بار الکتریکی

از فیزیک دبیرستان می‌دانیم که دو نوع بار در طبیعت وجود دارد: بارهای هم‌نام یکدیگر را دفع می‌کنند و بارهای ناهم‌نام یکدیگر را جذب. این نیروی بین اجسام، نیروی الکترواستاتیک نامیده می‌شود که کولن آن را

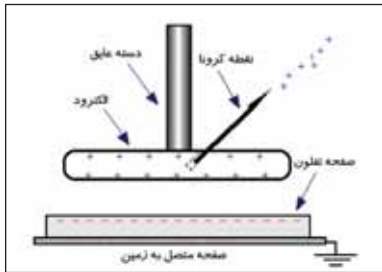
در رابطه ریاضیاتی ساده زیر آورده است:

$$F = K \frac{q_1 * q_2}{R^2}$$

که در آن، $K = 9 \times 10^9$ ، q_1 و q_2 به ترتیب بارهای ۱ و ۲ هستند و R فاصله بین دوبار است.



تمیزکننده‌های هوا برای جذب گرد و غبار از هوا از همین نیرو استفاده می‌کنند. به این صورت که ذرات گرد و غبار را با بار منفی باردار می‌کنند و سپس آن‌ها را روی یک صفحه که دارای بار مثبت است، جمع می‌کنند. اما فکر می‌کنید که این دستگاه چگونه ذرات غبار را با



در دستگاه تمیزکننده، مکنده‌ها هوای آلوده را به داخل می‌کشند و آن را به سمت سیم‌هایی که بارهای منفی زیادی روی آن‌ها جمع شده است، هدایت می‌کنند.

تجمع زیاد بار منفی در سطح جانبی سیم و اثر دافعه آن‌ها بر یکدیگر، موجب رخ دادن تخلیه کرونا به‌طور دائم می‌شود که این کار خود مستلزم ورود بارهای منفی زیادی، هم‌زمان با تخلیه الکتریکی بارهاست. بارهای جدا شده از سیم روی سطح ذرات غباری می‌نشینند که از اطراف سیم‌ها عبور داده می‌شوند. به این ترتیب ذرات غبار بار منفی پیدا می‌کنند. اکنون ذرات گرد و غبار در دستگاه تمیزکننده به سمتی می‌روند که در آن یک صفحه با بار مثبت وجود دارد. جاذبه الکترواستاتیکی بین ذرات غبار با بار منفی و صفحه با بار مثبت، سبب جذب این ذرات به صفحه می‌شود و در نهایت هوای تمیز از راه خروجی به بیرون دستگاه می‌رود.



در دودکش سمت راست تمیزکننده خاموش است و در سمت چپی روشن. تفاوت را ببینید.

اساس فیزیکی ساده دستگاه تمیزکننده که هر دانش‌آموز دبیرستانی به‌خوبی از پس آن برمی‌آید، نشان‌دهنده کارآمدی فیزیک، این علم زیباست و ما را به یاد جمله آلبرت اینشتین می‌اندازد که در یکی از سخنرانی‌های خود گفت: «هرکس که لذت درک پدیده‌های جهان را چشیده باشد، گزینه‌ای غیر از فیزیک انتخاب نخواهد کرد.» پس به کمک فیزیک به درک دنیای اطرافتان بپردازید و از آن لذت ببرید.



ثانیاً منظور ما از باردار کردن ذرات با بار منفی این نیست که ذرات نمی‌توانند با بار مثبت باردار شوند. می‌توان بار مثبت را نیز به ذرات غبار منتقل کرد، اما در تمیزکننده‌ها معمولاً بار منفی را به ذرات می‌دهند.

برای بار منفی دادن به ذرات غبار، تمیزکننده از اثری به‌نام «تخلیه کرونا» استفاده می‌کند. براساس قانون کولن، نیروی دافعه بین بارهای هم‌نام زمانی که این بارها به هم نزدیک می‌شوند، به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد. بنابراین وقتی تعداد زیادی بار هم‌نام روی صفحه‌ای جمع شده باشند، نیروی دافعه الکترواستاتیکی بین آن‌ها بعضی از بارها را از سطح جدا و به سمت بیرون صفحه پرتاب می‌کند. اگر بارهای هم‌نام زیادی در یک سطح کوچک، مثلاً نوک تیز یک رسانا یا در طول یک سیم، پخش شده باشند، آن‌وقت امکان ایجاد تخلیه کرونا بیشتر می‌شود.

بار منفی باردار می‌کند؟

اولاً هیچ دستگاهی در دنیا نمی‌تواند بار تولید کند. زیرا براساس یک اصل مهم، بار الکتریکی نمی‌تواند به‌وجود بیاید و یا از بین برود. فقط می‌تواند از جسمی به جسم دیگر منتقل شود. بنابراین، اگر تمیزکننده هوا بخواهد به گرد و غبار بار منفی بدهد، باید بار منفی را از جسمی بگیرد و به آن‌ها منتقل کند. یک نمونه ساده انتقال بار پدیده زیبا اما ترسناک رعد و برق است.



منابع

۱. پور قاضی، اعظم. و... فیزیک ۲ درسی، دفتر برنامه ریزی و تألیف کتب درسی
۲. راشد محصل، جلیل و معینی، علی، فیزیک الکتریسیته و مغناطیس، انتشارات سالکان، سال ۱۳۸۹
۳. ریگدن، جان، ابوکاظمی، محمد ابراهیم، دانش‌نامه فیزیک (ج ۱)، تحصیلات تکمیلی زنجان، سال ۱۳۸۶