02

اصول فیزیکی

مقدمه ۱۹
اتم ۲۰
مفهوم مغناطیس ۲۶
رفتار مغناطیس مواد ۲۸
مغناطیس ایستا ۲۹
الکترومغناطیس ۳۱
شکل میدان مغناطیسی ۳۳
القای الکترومغناطیسی ۳۶
القای متقابل ۳۶
اندوکتانس ۳۷

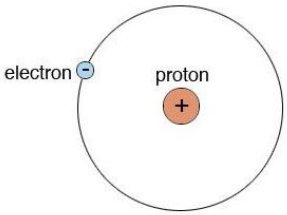
مقدمه

اتم‌ها و دانش در مورد ساختار آنها (متشکل از پروتون‌ها، نوترون‌ها و الکترون‌ها) اساس درک ما از همهٔ عناصر و مولکول‌ها را تشکیل می‌دهند. عامل اتصال مشترک برای همهٔ ساختارها، کوچکترین مولفه از سه مؤلفهٔ کلی تشکیل دهندهٔ اتم‌ها یعنی الکترون است. الکترون و فهم درست از ماهیت آن برای درک ماده ضروری است. از آنجا که الکترون یک بخش اساسی و جدایی ناپذیر اتم است، توانایی آن در تبادل مکان با الکترون‌های اتم‌های مجاور در شرایط خاص وجود داشته و اساس الکتریسیته و نحوهٔ عملکرد اجزای الکتریکی و الکترونیکی را تشکیل می‌دهد.

تأثیر ذکر شده توس ط تالس - جذب الکترواستاتیک ناشی از خارج شدن الکترون‌ها از سطح کهربا توسط اصطکاک یا مالش آن با خز - منجر به وضعیتی می‌شود که در آن کهربا به طور غیر طبیعی دچار کمبود الکترون خواهد شد. با از دست دادن الکترون در این روش، کهربا دارای بار مثبت می‌شود. با داشتن الکترون کمتر، برای بازیابی الکترون‌های از دست رفته، خز یا ابریشم را به صورت فیزیکی جذب می‌کند. اتفاق مشابهی را شاید هنگام برداشتن روکش نایلونی از روی لباس‌های ابریشمی یا پنبه‌ای تجربه کرده باشید. صداهایی که می‌شنوید و یا حتی جرقه‌هایی که حین این کار می‌بینید همگی ناشی از این پدیده هستند. بارهای ایجاد شده به دنبال اصطکاک، باعث می‌شود تا الکترون‌های جابجا شده با پرش از میان شکاف‌های کوچک، تعادل برقرار کنند. این مسئله باعث می‌شود تا با یونیزه کردن هوا، جرقه‌هایی از نور ایجاد شود (اما در یک مقیاس بسیار کوچک). درمان با میدان مغناطیسی پالس‌دار نیز تاثیرات و وجود خود را به الکترون و خواصی آن مدیون است.

اتم

بیشتر افراد با مفهوم اتم آشنا هستند. اتم‌ها کوچکترین ذراتی هستند که می‌تواند در عنصر وجود داشته باشد، بنابراین نظریهٔ یونانی "اتم" تا حدی درست است. با اینکه همهٔ عناصر از اتم‌هایی ساخته شده‌اند که بلوک‌های ساختمانی یکسانی دارند، اما ترکیب الکترون‌ها، پروتون‌ها و نوترون‌های آنها متفاوت است. الکترون‌ها (لپتون‌ها[1] در فیزیک کوانتوم) به دور پروتون‌ها و نوترون-هایی می‌چرخند که هستهٔ هر اتم را تشکیل داده‌اند. معمول است که از مدار (اُربیت)[2] به عنوان چیزی شبیه به حرکت ماه به دور زمین (در مقیاس بزرگ‌تر) یاد شود. ماه توپ جامدی است که با نیروی جاذبه به سمت زمین بسیار بزرگتر جذب می‌شود، اما انرژی چرخشی یا نیروی گریز از مرکز آن باعث می‌شود که تمام وقت خود را بجای سقوط، به دور زمین بچرخد. این ترکیب با ساده‌ترین اتم یعنی هیدروژن مشابه است (شامل یک پروتون و یک الکترون)(شکل۱-۱). الکترون از انرژی خالص بوده و تقریباً جرمی معادل صفر دارد. آنقدر پرانرژی است که نمی‌توان آن را نگهداشت، گرچه به سمت هسته جذب می‌شود، مدارهای آن به گونه‌ای است که باعث حرکت تقدیمی[3] الکترون به دور هسته می‌گردد.



شکل۱-۱. اتم هیدروژن

1 Leptons
2 Orbit
3 Precession
حرکت تقدیمی حرکتی است به مانند چرخش فرفره، به عبارتی فرفره علاوه بر چرخش به دور خود (Spin) یک چرخش دورانی نیز حول یک نقطه ثابت دارد که به آن حرکت تقدیمی (Precession) گفته می‌شود.

به دلیل سرعت بالای الکترون در حرکات گردشی[1] و چرخشی[2] ابری مجازی به دور هسته تشکیل می‌شود، بطوری که الکترون در آن واحد در هر نقطه از این فضا می‌تواند باشد. برای فهم بهتر این موضوع در یک سطح دو بعدی پروانه هواپیمایی را در نظر بگیرید که با سرعت بالا در حال چرخش است. با این که پره‌های این پروانه در واقع از هم فاصلهٔ زیادی دارند، اما سرعت بالای موتور باعث می‌شود که این پره‌های جدا از هم به صورت یک دیسک به هم پیوسته دیده شود.

پروتون ذرهٔ دیگری از اتم است که بسیار بزرگ‌تر از الکترون بوده و بخشی از هسته را تشکیل می‌دهد. پروتون تلاش می‌کند تا الکترون‌ها را از طریق نیروی "الکترواستاتیک" به سمت خود بکشاند. ما از دید الکترواستاتیک پروتون را مثبت (+) و الکترون را منفی (-) در نظر می‌گیریم. به مانند ماه که دارای انرژی چرخشی است (نیروی گریز از مرکز) و با چرخش بر نیروی گرانشی زمین غلبه می‌کند، الکترون نیز به طور مشابه با سرعت بالای خود بر نیروی الکترواستاتیک هسته غلبه کرده و ابر الکترونی را تشکیل می‌دهد. در اتم هیدروژن هسته از یک پروتون تشکیل شده است. پروتون از انرژی کمتری برخوردار است اما دارای جرم بسیار بالاتری می‌باشد. پروتون یک بار الکتریکی برابر و متضاد با الکترون دارد، به طوری که بار کلی یک الکترون در گردش حول یک پروتون صفر است. البته عناصر مختلف دارای تعداد متفاوتی از الکترون و پروتون هستند، اما تا زمانی که تعداد هر دو برابر باشند، اتم بار خنثی خواهد داشت.

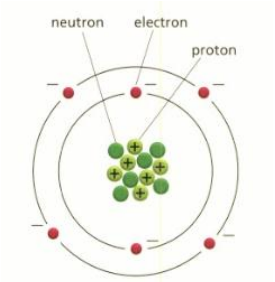
ذرهٔ مهم دیگری که در هسته جای گرفته نوترون است. همانطور که از نام آن نیز پیداست، نوترون بار الکترواستاتیکی ندارد. در واقع نوترون، پروتونی است که الکترون آن گرفته شده است. پروتون و نوترون هسته، توسط نیروی قوی هسته‌ای در کنار هم نگه داشته شده‌اند. این ذرات همچنین بخشی از هسته در اتم‌های بزرگتر را تشکیل می‌دهند و به طور کلی با تعداد پروتون‌ها و الکترون‌ها

1 Rotational
2 Spin

برابر هستند. از نظر جرم، این اتم‌ها دارای وزن اتمی هستند و معمولاً با تعداد نوکلئون‌های موجود در هر هسته تعریف می‌شوند. واحد جرم اتمی از اینجا مشتق شده است.

اضافه شدن یک الکترون اضافی در یک پروتون تفاوت بسیار کمی در وزن بین نوترون‌ها و پروتون‌ها ایجاد می‌کند. بر همین اساس در اتم کربن (که ۶ پروتون و ۶ نوترون دارد) با در نظر گرفتن وزن ۶ پروتون و ۶ نوترون و تقسیم آن بر ۱۲ می توانیم به طور تقریبی به واحد جرم اتمی برسیم. عدد اتمی هر اتم مجزا، به تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های موجود در هسته بستگی دارد. شش الکترون در مدار هسته اتم کربن، بطور کلی از نظر جرم ناچیز در نظر گرفته می‌شوند.

الکترون‌ها در سطوح مختلفی از ابر الکترونی قرار می‌گیرند و در حالت پایدار انرژی و کوانتومی الکترون‌های دیگر را دفع می‌کنند. نزدیک‌ترین لایه به هستهٔ اتم فضای کوچکی داشته و بنابراین حداکثر دو الکترون می‌توانند در این سطح وجود داشته باشند و از این طریق یک لایه یا قشر را تشکیل می‌دهند. سایر الکترون‌های جذب شده به سمت هسته مجبور هستند تا در یک سطح بالاتری قرار بگیرند. جایی که نیروی دافعه از الکترون‌های قشر پایین‌تر با نیروی جاذبه از هسته به تعادل رسیده باشند. باید دقت کرد که اصطلاحاتی همچون سطح انرژی، قشر (لایه) و یا ابر الکترونی در واقع روش‌های مختلفی برای توصیف مکان مدار الکترونی هستند.



شکل۲-۱. اتم کربن با ۶ پروتون، ۶ نوترون و ۶ الکترون