

آزمایش رابرت میلیکان

در انتهای قرن نوزدهم میلادی، مدلی از اتم که مورد قبول همه باشد در دسترس نبود. بیشتر فیزیکدانان بر این باور بودند که اتم غیرقابل مشاهده است، گرچه کشف فعالیت رادیواکتیو شک‌هایی را در ذهن برخی فیزیکدانان برانگیخته بود.

در همین زمان، عموم بر این باور بودند که بار الکتریکی مانند جرم، بطور نامحدود قابل تقسیم است.

برای توضیح رابطه بین الکتریسیته و ماده، برخی دانشمندان در اواخر قرن نوزدهم هجری این ایده را مطرح کردند که باید یک واحد بنیادین الکتریسیته وجود داشته باشد. در ۱۸۹۱ فیزیکدان ایرلندی، جورج استونی واژه الکترون را برای توصیف کوچکترین واحد بار منفی ابداع کرد.

در سال ۱۸۹۷ فیزیکدان انگلیسی جورج تامسون، آزمایشاتی را بر روی اشعه کاتودی انجام داد. او مشاهده کرد که اشعه کاتدی بسوی بار مثبت جذب و از بار منفی دور می‌شود. او نتیجه گرفت که اشعه کاتودی از جریانی از ذرات کوچک با بار منفی تشکیل شده که جرمی هزاران بار کمتر از یک اتم هیدروژن دارند. بدین ترتیب تامسون موفق به کشف الکترون شده بود. از این زمان به بعد این حقیقت پذیرفته شد که اتمها ذرات بنیادی نیستند، بلکه خود از ذرات کوچکتری تشکیل شده‌اند.

تامسون به واسطه آزمایشات خود توانست نسبت بار الکترون به جرم آنرا اندازه‌گیری کند. لیکن نتوانست بار یا جرم این ذره را بطور مجزا اندازه‌گیری نماید. این مهم توسط رابرت میلیکان و آزمایش معروف او به انجام رسید.

رابرت میلیکان در سال ۱۹۰۹ آزمایش معروف خود را برای اندازه‌گیری بار الکتریکی الکترون، با همکاری هاروی فلچر به انجام رسانید. آنها این عمل را با موازنه دقیق نیروهای گرانشی و الکتریکی وارده بر ذرات ریز روغن که در بین الکترودهای فلزی شناور بودند، به انجام رساندند. با تکرار این آزمایش بر روی تعداد زیادی از قطرات روغن، آنها به این نتیجه رسیدند که مقدار بدست آمده برای بار الکتریکی روی ذرات روغن، مضربی از یک عدد ثابت است. آنها این مقدار ثابت را برابر بار یک الکترون در نظر گرفتند که معادل 1.6×10^{-19} کولن می‌باشد.

این مقدار که بار پایه خوانده می‌شود، اکنون یکی از ثابت‌های مهم فیزیکی است و دانستن دقیق آن از اهمیت زیادی برای علوم برخوردار است.

میلیکان کار خود را بر روی فیزیک ذره‌ای هنگامی آغاز کرد که به استادی در دانشگاه شیکاگوی امریکا اشتغال داشت. او همکاری موثری با فلچر داشت و آن دو در سال ۱۹۰۹ آزمایش معروف خود را به انجام رساندند. از آن زمان تاکنون این آزمایش توسط چندین نسل از دانشجویان فیزیک با درجات متفاوتی از

دقت انجام شده است. تا سال ۱۹۱۳ که میلیکان نتایج اولیه آزمایش را منتشر ساخت، بطور پیوسته به تصحیح روش آزمایش مشغول بود.

میلیکان در آزمایش خود، نیروی وارد بر قطرات ریز باردار روغن را که بین دو الکتروود فلزی معلق بودند، اندازه گرفت. با دانستن شدت میدان الکتریکی، بار هر قطره قابل اندازه‌گیری بود. با تکرار آزمایش بر روی تعداد زیادی قطرات روغن، میلیکان نشان داد که اعداد بدست آمده مضارب صحیحی از یک مقدار مشترک هستند که می‌تواند بار یک الکترون در نظر گرفته شود. مقدار اولیه‌ای که او بدست آورد، معادل 1.592×10^{-19} کولن بود.

در عصر میلیکان این موضوع ثابت شده بود که چیزهایی به نام ذرات زیراتمی وجود دارند، لیکن تصویری از این ذرات وجود نداشت. تامسون با آزمایش‌هایی که بر روی اشعه کاتودی در ۱۸۹۷ انجام داده بود، نشان داد که ذراتی با بار منفی وجود دارند که بیش از ۱۰۰۰ برابر سبک تر از اتم هیدروژن می‌باشند. جورج فیتزجرالد و والتر کافمن نیز به نتایج مشابهی رسیده بودند. لیکن بیشتر دانشی که در مورد الکتریسیته و مغناطیس موجود بود، برپایه این موضوع توضیح داده می‌شد که بار الکتریکی یک متغیر پیوسته است که می‌توان مانند نور، آنرا به شکل یک موج پیوسته (بجای رشته‌ای از فوتون‌ها) در نظر گرفت.

زیبایی آزمایش قطره روغن در این بود که امکان تعیین دقیق بار الکتریکی بنیادی را می‌داد. همچنین معلوم می‌کرد که بار الکتریکی ماهیت ذره‌ای و غیرپیوسته دارد. آزمایش او باعث شد مخترع مشهوری چون توماس ادیسون تصور خود در مورد ماهیت الکتریسیته را اصلاح کند.

یکی از انتقاداتی که به آزمایش میلیکان می‌شود، این است که میلیکان تعدداً بسیاری از داده‌ها را حذف کرده است تا فقط آنهایی که مضرب صحیح بار مبنا هستند را برگزیند. لیکن بیشتر دانشمندان ایرادی در این مطلب نمی‌بینند و آنرا به بروز خطاهای آماری در آزمایشات منتسب می‌کنند. میلیکان برای آزمایشات خود خطای ۲ درصد را گزارش کرده است. اگر مقدار خطا بیشتر از این بود، نتایج او مورد قبول جامعه علمی قرار نمی‌گرفت.

در سال ۱۹۲۳ میلیکان جایزه نوبل در فیزیک را بواسطه این آزمایش و تحقیقات دیگری که انجام داده بود، از آن خود کرد. گرچه از آن پس این آزمایش بارها تکرار شده است، لیکن انجام دقیق آن نیاز به تجهیزات گرانقیمت داشته و به دشواری نیز صورت می‌گیرد.