فاطمه دانیال

ماشین ویمچورست[1]

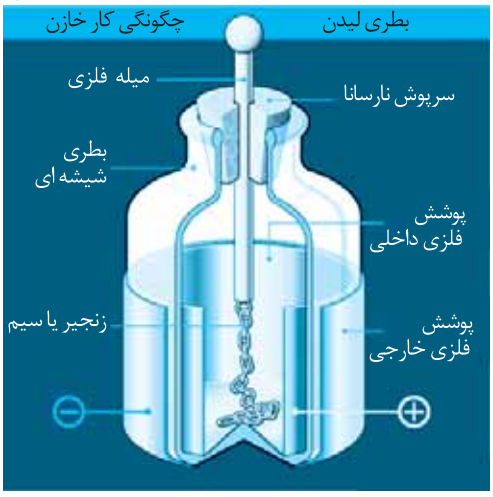
کلیدواژه‌ها: بطری لیدن، ماشین ویمچورست، مولد الکتریسیتهٔ‌ساکن

بطری لیدن

قبل از اینکه طرز کار ماشین ویمچورست را بررسی کنیم بهتر است کمی راجع به بطری لیدن[2] بدانیم.

بطری لیدن در واقع یک خازن الکتریکی ساده و ابتدایی، برای ذخیره‌سازی الکتریسیته است. بطری لیدن را ای.جی. ونکلیست از روسیه در حدود سال ۱۷۴۵میلادی و پیتر فون موشنبروک از دانشگاه لیدن در هلند مستقل از هم اختراع کردند.

شکل۱



موشنبروک اولین تجربهٔ آزمایشگاهی با بطری لیدن را انجام داد. بطری لیدن، امروزه بیشتر در آزمایشگاه‌های فیزیک به منظور شرح و تفسیر پدیده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

بطری لیدن شامل یک محفظه شیشه‌ای (مثلاً بطری) است که درون و بیرون آن، تقریباً تا نصف ارتفاع بطری از ورقهٔ فلزی پوشانیده شده است. یک میلهٔ برنجی (یا فلزی) که از یک چوب پنبه عبور می‌کند و با زنجیر به ورقه داخلی بطری وصل شده، بر دهانهٔ محفظهٔ شیشه‌ای (بطری) قرار دارد.

میلهٔ برنجی توسط یک منبع بار الکتریکی باردار می‌شود و به این ترتیب ورقهٔ درونی بطری هم باردار می‌شود. این در حالی است که همزمان ورقهٔ بیرونی به زمین متصل شده است و از طریق القا بار مخالف ورقهٔ درونی را جذب می‌کند. معمولاً عمل اتصال به زمین ورقهٔ بیرونی بطری انجام می‌شود. هر چه قدر ورقهٔ درونی بار بیشتری از منبع دریافت کند، بار مخالف بیشتری در ورقهٔ بیرونی تولید می‌شود و این عمل آن‌قدر ادامه می‌یابد تا بطری به نهایت ظرفیت خود (اشباع) برسد.

جدارهٔ بطری (از جنس شیشه یا پلاستیک) باعث می‌شود که بارهای مخالف دو ورقهٔ درونی و بیرونی از هم جدا بمانند و در واقع حکم «دی‌الکتریک» خازن الکتریکی را دارد. اما وقتی یک رسانا از میلهٔ برنجی تا ورقهٔ بیرونی اعمال می‌شود، با تولید جرقه‌ای، جریان الکتریسیته ایجاد شده و خازن تخلیه می‌شود و صفحات آن بدون بار می‌شوند.

شما می‌توانید با یک لیوان استوانه‌ای شیشه‌ای، مشابه این بطری را درست کنید. با ورقهٔ آلومینیمی جدارهٔ داخلی و خارجی لیوان را تا نصفه بپوشانید. به این ترتیب یک خازن با دی‌الکتریک شیشه خواهید داشت. چون قطر دهانهٔ لیوان زیاد است به‌راحتی می‌توانید ورقهٔ داخلی را با منبع باردار کنید (مثلاً با واندوگراف) و احتیاجی به میلهٔ برنجی با زنجیر ندارید. ورقهٔ بیرونی هم که از طریق دست یا اتصال به زمین بار مخالف را القا می‌کند. این عمل تا اشباع صفحات خازن ادامه می‌یابد. با نزدیک کردن یک رسانای روکش‌دار به دو صفحهٔ خازن (ورقهٔ درونی و بیرونی لیوان)، با تولید جرقه، خازن شما تخلیه می‌شود. اما مراقب باشید این رسانا خود شما نباشید.

ماشین ویمچورست و طرز کار آن

ماشین ویمچورست را جی. ویمچورست در سال ۱۸۸۰ میلادی اختراع کرد و مشهورترین مولد الکتریسیته ساکن در قرن نوزدهم میلادی بود. قبل از آن تنها ماشین موجود مولد واندروگراف بود.

ماشین‌های مولد الکتریسیته ساکن، مثل همین نوع، در طی قرن‌های ۱۹ و ۲۰ میلادی به عنوان وسیله «مولدهای ولتاژ» رایج بودند در حالی که «مولدهای ولتاژ» با سیم‌پیچ‌های القایی به دلیل محدودیت عایق‌بندی نمی‌توانستند با آن‌ها رقابت کنند.

شکل ۲- بطری لیدن و ماشین ویمچورست

این دستگاه در واقع براساس یک اثر شناخته شدهٔ کوانتومی کار می‌کند. به این ترتیب که وقتی دو فلز رسانای مختلف به یکدیگر مالش داده می‌شوند، جریان ضعیفی بین آن‌ها به‌وجود می‌آید (زیرا هیچ دو فلزی نیستند که در تعداد الکترون‌ها در اتم‌هایشان و همین‌طور در نیروهای بین الکترونی با یکدیگر مشابه باشند.)

این پدیده وقتی اتفاق می‌افتد که «صفحه‌های فلزی کوچک» روی چرخ از مقابل یک فلز دیگر (جاروب) یا بار خنثی می‌گذرند (به شکل‌های صفحه‌های بعد توجه کنید).

به این ترتیب «صفحهٔ فلزی کوچک» باردار می‌شود و وقتی این «صفحهٔ فلزی کوچک» از کنار «صفحهٔ فلزی کوچک» چرخ مقابل (پشتی) می‌گذرد باعث القای بار مخالف در آن «صفحهٔ فلزی کوچک» می‌شود. حال اگر فرض کنیم در روی «صفحهٔ فلزی کوچک» روی چرخ جلویی یک بار مثبت وجود داشته باشد، در حین چرخش، شروع به جذب (القا) یک بار منفی روی «صفحهٔ فلزی کوچک» مقابل خود در چرخ پشتی می‌کند.

همین اتفاق برای «صفحه‌های فلزی کوچک» بعدی روی چرخ‌ها هم می‌افتد اما برعکس یکدیگر و وقتی یک «صفحهٔ فلزی کوچک» از کنار شانه جمع‌کنندهٔ خنثی می‌گذرد بار خود را به آن داده و خنثی می‌شود و به این ترتیب برای باردار شدن دوباره آماده می‌شود.

بر اثر این پدیده بارهای القایی مخالف زیادی در شانه‌های جمع‌کنندهٔ دوگانه در دو طرف چرخ‌ها ذخیره می‌شوند. این بارهای مخالف زیاد توسط دو شانهٔ جمع‌کننده به بطری‌های لیدن دو طرف منتقل می‌شوند که هر کدام از آن بطری‌ها به یک پایانهٔ (الکترود) تخلیهٔ بار متصل است. وقتی ولتاژ به اندازهٔ کافی زیاد می‌شود، بار پایانه‌ها (الکترودها) با یک جرقهٔ الکتریکی تخلیه می‌شود و این چرخه مجدداً تکرار می‌شود.

توجه داشته باشید که وقتی ماشین ویمچورست شروع به چرخیدن می‌کند ممکن است به هر طریقی باردار شود یا (+ −) و یا (− +).

در شکل‌های زیر مراحل مختلف فرآیند ذخیره‌سازی بار در الکترودها تا تخلیهٔ الکتریکی دستگاه بررسی شده است.

شکل ۳ - چرخ‌های پلاستیکی مدور

شکل ۴- صفحه‌های فلزی کوچک

شکل ۵- جاروب‌های دوگانه و میلهٔ آن‌ها

شکل ۶– شانه‌های جمع کننده دوگانه انتهایی

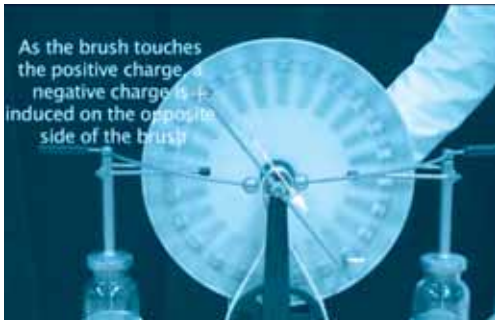
شکل ۷– بطری‌های لیدن

شکل ۸– پایانه‌های (الکترودهای) قابل تنظیم

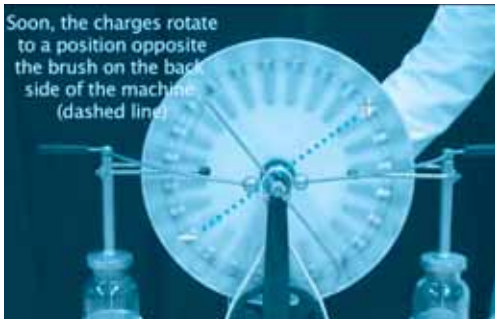
شـــکل ۹– توجه داشته باشید که میله‌های جاروب‌ها در دو طرف دستگاه برهم عمودند (منظور میلهٔ مربوط به جاروب‌های چرخ مدور جلویی و میلهٔ مربوط به جاروب‌های چرخ مدور پشتی است.)

شکل ۱۰– همچنین توجه داشته باشید که چرخ‌های مدور در خلاف جهت یکدیگر حرکت می‌کنند.

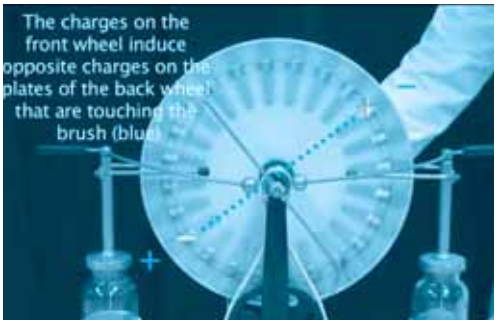
شـــکل ۱۱– در شروع فرض کنید یکی از «صفحات فلزی کوچک» در تماس با جاروب دارای بار مثبت می‌شود.



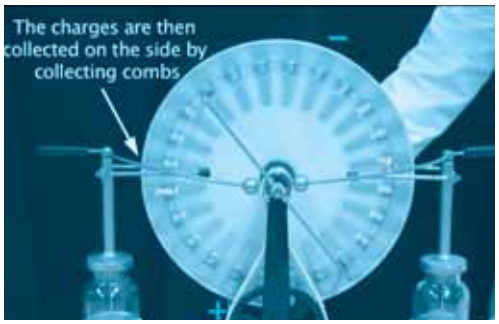
شـــکل ۱۲– این عمل موجب ایجاد بار منفی در «صفحهٔ فلزی کوچک» در طرف دیگر میلهٔ جاروب می‌شـــود. (توجه داشته باشید که میله‌های جاروب‌ها در چرخ‌های دوطرف، در وسط به زمین اتصال دارند).



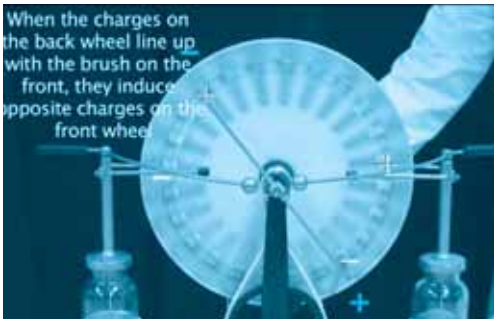
شکل ۱۳- بـه زودی، بارها همراه با چرخ پلاسـتیکی دوار، چرخیده و به محل قرار گرفتن جاروب پشـتی دستگاه ویمچورست می‌رسند (قسمت خط‌چین در شکل ۱۳).



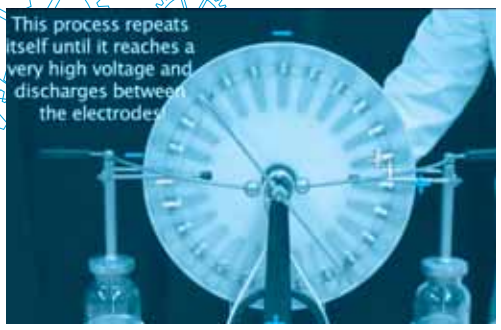
شکل ۱۴- این بارهای مثبت روی «صفحهٔ فلزی کوچک» روی چرخ جلویی، در روی «صفحهٔ فلزی کوچک» روی چرخ پشتی که در تماس با جاروب پشتی است، بار مخالفشان را القا می‌کنند (بار منفی)



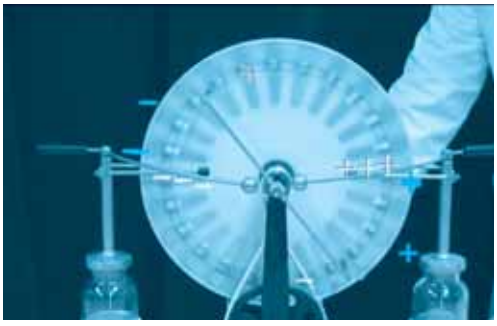
شکل ۱۵- سپس بارها به وسیلهٔ شانه‌های جمع‌کننده در بطری‌های لیدن دو طرف جمع می‌شوند.



شکل ۱۶- وقتی بارهای روی چرخ پشتی به محل جاروب چرخ جلویی می‌رسند، بارهای مخالفشان را روی چرخ جلویی القامی‌کنند.

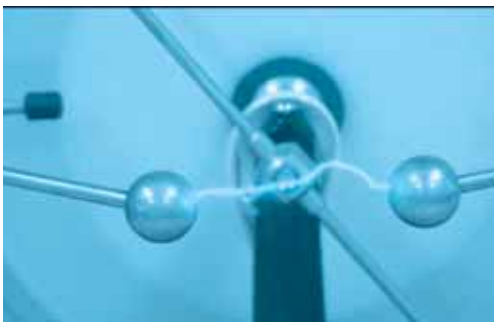


شکل ۱۷- این فرآیند آنقدر تکرار می‌شود تا جایی که بین دو الکترود ولتاژ خیلی زیادی تولید شده و بین آن دو تخلیهٔ الکتریکی صورت گیرد.



شکل ۱۸- فرآیند جمع‌شدن بارهای مثبت و منفی را در دو الکترود مشاهده کنید.

شـکل ۱۹- هر زمان جرقه زده شد، دستگاه ویمچورست برای شروع مجدد این فرآیند، آماده است.



شکل ۲۰- دستگاه را در حال جرقه‌زدن نشان می‌دهد.

پی‌نوشت

1. Wimshurst machine
2. Leyden Jar

وبگاه‌های مرجع

1. www.Science howstuffworks.com
2. www.powerlabs.org
3. www.MITunivercity