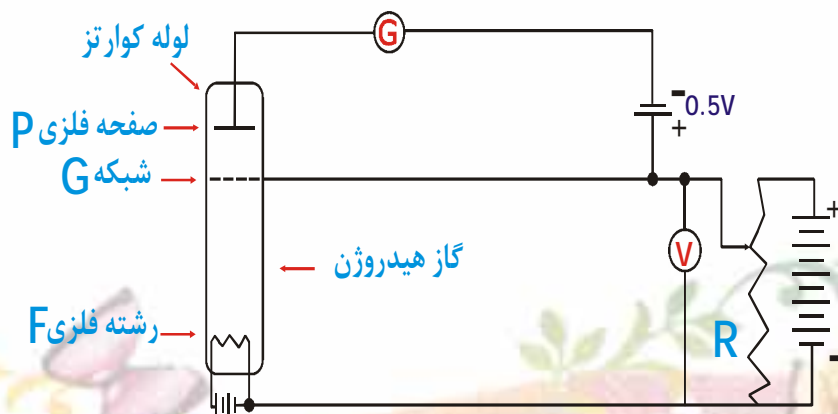


یک روش برای تعیین تجربی انرژی یونیزاسیون:

معمولاً اندازه‌گیری انرژی یونیزاسیون به روشهای اسپکتروسکوپی صورت می‌گیرد ولی در برخی موارد می‌توان از راه و روشهای نسبتاً ساده‌ای استفاده کرد. در اینجا یکی از این روشها را که معروف به روش فرانک و هرتز است، از نظر می‌گذرانیم.

در این روش ساده آزمایشگاهی از یک لامپ رادیوئی با شیشه محکم کوارتزی استفاده می‌شود. گاز یا بخار ماده مورد نظر را تحت فشار بسیار پایین در لامپ قرار داده، آن را در یک مدار الکتریک مناسب به شرح زیر می‌آزمایند.

هنگام آزمایش، ابتدا لوله را تخلیه کرده سپس عنصری که می‌خواهند انرژی یونیزاسیون آن را تعیین کنند وارد لامپ کوارتزی می‌کنند. این عنصر باید در شرایط درون لامپ، به صورت تک اتمی در آید.



اجزاء اصلی دستگاه ممکن است به صورت زیر باشد:

1. یک رشته فلزی F معروف به فیلامان که به کمک یک باطری (3 تا 6 ولت) گرم می‌شود تا الکترونهايي از آن ساطع گردد.

2. شبکه G که نسبت به رشته فلزی به پتانسیل مثبت V برده می‌شود و نقش شتاب‌دهنده الکترونهايي حاصل از رشته فلزی را دارد.

3. صفحه فلزی P که در مقابل شبکه قرار دارد و به پتانسیل منفی V' نسبت به شبکه (V' در حدود نیم ولت است) متصل می‌شود. این صفحه نقش گیرنده الکترونهايي پراثری را دارد که بتوانند از شبکه بگذرند و به آن برسند.

4. میلی‌آمپر متر که بین شبکه و صفحه فلزی قرار دارد و عبور جریان را بین این دو الکترونهايي نشان می‌دهد.

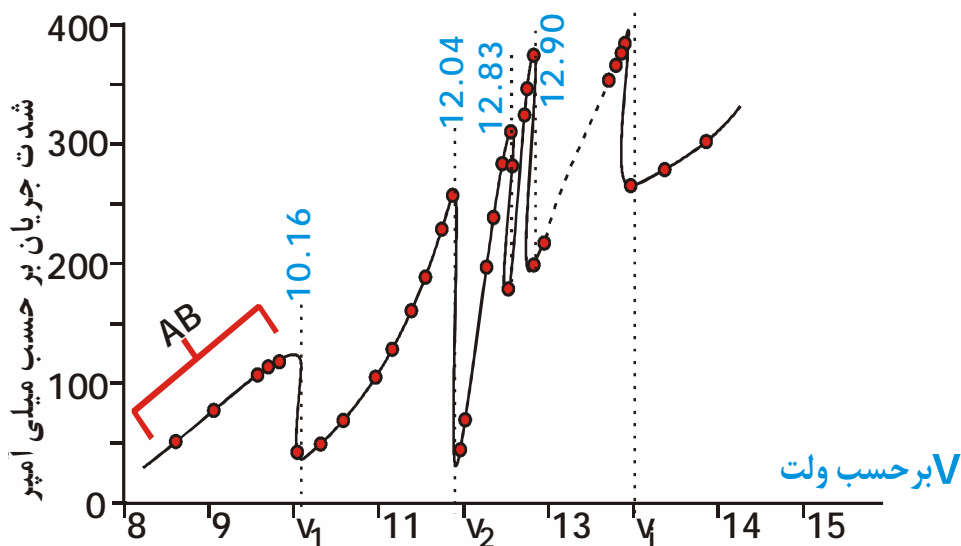
5. رئوستای متغیر R که مقدار پتانسیل الکتریکی برقرار شده میان رشته فلزی و شبکه را تغییر می‌دهد و در نتیجه سرعت الکترون را کنترل می‌کند.

فرض کنیم بخواهیم انرژی یونیزاسیون ئیدروژن را اندازه بگیریم. در این حالت لوله کوارتزی را تخلیه و در آن گاز ئیدروژن با فشار بسیار کم وارد می‌کنیم سپس رشته فلزی را گرم کرده اختلاف پتانسیل بین آن و شبکه را به تدریج افزایش می‌دهیم. (پتانسیل بین شبکه و صفحه فلزی در طول آزمایش ثابت و برابر $0/5$ - ولت است).

در آغاز آزمایش که اختلاف پتانسیل بین شبکه و رشته فلزی کم است، الکترونهايي حاصل از رشته فلزی در اثر این اختلاف پتانسیل شتاب کمتری پیدا کرده به طرف شبکه هدایت شده و جذب آن می‌گردند. این الکترونهايي که انرژی جنبشی برابر eV پیدا می‌کنند با اتمهای ئیدروژن برخورد می‌کنند ولی

این برخورد الاستیک است یعنی بدون اینکه انرژی آنها کاهش یابد منحرف می‌شوند. حال اگر باز هم اختلاف پتانسیل بین شبکه و رشته فلزی را زیاد کنیم الکترون‌ها انرژی جنبشی زیادتری پیدا می‌کنند بطوریکه می‌توانند از شبکه گذشته و به صفحه فلزی برسند. در این حالت عقربه میلی‌آمپر متر افزایش

شدت جریان را نشان می‌دهد (قسمت AB نمودار زیر).¹

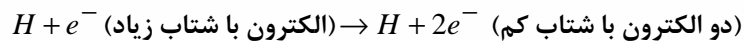


نمودار پتانسیل تحریک و یونیزاسیون اتم نیدروژن

اگر باز هم اختلاف پتانسیل بین شبکه و رشته فلزی را زیاد کنیم مشاهده می‌شود که به ازای پتانسیل معینی مانند v_1 شدت جریان بطور ناگهانی کاهش می‌یابد. این مطلب نشانه کاهش تعداد الکترونی است که به صفحه فلزی می‌رسد. به عبارت دیگر انرژی الکترون‌ها کاهش پیدا کرده است. حال ببینیم چرا این کاهش انرژی پیدا شده است علیرغم اینکه باید انرژی جنبشی الکترون‌ها افزایش پیدا کند؟ به تدریج که الکترون‌ها تحت اثر اختلاف پتانسیل فزاینده‌ای قرار می‌گیرند، انرژی جنبشی آنها افزوده می‌شود و انرژی کافی برای تحریک الکترون‌های نیدروژن را پیدا می‌کنند. هنگامیکه این

الکترونهاى شتاب داده شده به اتمهاى ئیدروژن برخورد می‌کنند قسمتی از انرژی خود را به اتمهای ئیدروژن منتقل نموده و در نتیجه الکترونهاى اتم ئیدروژن به تراز بالاتر می‌روند. در عوض چون الکترونهاى شتاب داده شده مقداری از انرژی خود را از دست داده‌اند قسمتی از آنها نمی‌توانند از شبکه گذشته به صفحه فلزی P برسند، از این رو شدت جریان کاهش می‌یابد.

انرژی ev_1 که به ازای آن، اولین کاهش شدت جریان مشاهده شده است، اولین انرژی تحریک اتم نامیده می‌شود. اگر باز هم اختلاف پتانسیل بین رشته فلزی و شبکه را زیاد کنیم، در آغاز، همزمان با افزایش اختلاف پتانسیل، شدت جریان نیز افزوده می‌شود ولی به ازای اختلاف پتانسیل معین دیگری مانند v_2 مجدداً شدت جریان به طور ناگهانی کاهش می‌یابد. انرژی ev_2 را به نام انرژی دومین تحریک اتم می‌خوانیم. چنانچه این عمل را ادامه دهیم، انرژی سومین و چهارمین و ... تحریک اتم را پیدا خواهیم نمود. ولی زمانی که اختلاف پتانسیل بین شبکه و رشته فلزی مثلاً به v_i می‌رسد، الکترونهاى بین رشته و شبکه فلزی انرژی کافی برای کندن الکترون را بدست می‌آورند. در این حالت پتانسیل v_i به نام پتانسیل یونیزاسیون نامیده می‌شود.



از این لحظه به بعد شدت جریان کاهش ناگهانی نخواهد داشت و برحسب افزایش اختلاف

پتانسیل بین شبکه و رشته فلزی شدت جریانی که از میلی‌آمپر می‌گذرد نیز افزایش پیدا می‌کند.

بنابراین آخرین قله معرف یونیزاسیون ئیدروژن خواهد بود. در نمودار قبل مراحل مختلف فوق

آورده شده است. همان‌طوریکه ملاحظه می‌شود در این نمودار اختلاف پتانسیل بین شبکه و رشته فلزی

در روی محور x ها و شدت جریان در روی محور y ها برده شده است. آزمایش فوق را می توان به سادگی در مورد عناصری مانند جیوه، سدیم و ... انجام داد.

با آگاهی از مقدار ولت v_i (پتانسیل یونیزاسیون)، می توان نخستین انرژی یونیزاسیون گاز را به روش زیر محاسبه کرد:

عبور یک کولن جریان الکتریسیته میان دو نقطه به اختلاف پتانسیل یک ولت، به یک ژول انرژی نیاز دارد. بنابراین عبور یک الکترون (با بار الکتریکی $1/6 \times 10^{-19}$ کولن میان آن دو نقطه به $1/6 \times 10^{-19}$ ژول انرژی نیاز دارد.

عبور یک مول الکترون میان آن دو نقطه به اختلاف پتانسیل یک ولت مستلزم مصرف شدن $1/6 \times 10^{-19} \times 6/02 \times 10^{23}$ ژول انرژی است که کلاً برابر $9/63 \times 10^4$ ژول و یا $96/3$ کیلو ژول می باشد که معادل $23/04 = 96/3 \div 4/18$ کیلوکالری می باشد. بنابراین مقدار انرژی کسب شده بوسیله یک مول الکترون میان دو نقطه به اختلاف پتانسیل 1 ولت، عددیست ثابت و برابر $23/04$ کیلوکالری. حال هرگاه در یک آزمایش v_i ولت اختلاف پتانسیل برای یونیزه کردن گاز لازم باشد، یونیزه کردن یک مول گاز ئیدروژن به وسیله یک مول الکترون مستلزم مصرف $v_i \times 23/04$ کیلوکالری بر مول انرژی می باشد.

در مورد گاز ئیدروژن مقدار v_i عملاً در حدود $13/63$ ولت می باشد، در اینصورت نخستین انرژی یونیزاسیون آن برابر $13/63 \times 23/04$ و یا 314 کیلوکالری بر مول است.



با انجام تغییراتی بر این روش، همچنین استفاده از طیف‌نگار جرمی جهت تشخیص میزان بار یونهای بدست آمده، می‌توان ولتاژ را بالا برد و به تدریج دومین، سومین، ... الکترون را جدا کرد. در نتیجه امکان اندازه‌گیری تعدادی از انرژیهای یونیزاسیون متوالی یک عنصر گازی شکل فراهم می‌گردد. همانطور که گفته شد روشهای پیشرفته و مطمئن برای تعیین انرژیهای یونیزاسیون متوالی عناصر بیشتر به کمک دانش اسپکتروسکوپی صورت می‌گیرد که در آن از طیف‌نگار جرمی همچنین اسپکتروسکوپی در خلاء به وسیله اشعه فرابنفش و غیره استفاده می‌شود.

1- اختلاف پتانسیل برقرار شده بین صفحه و شبکه کم و به اندازه‌ای نیست که موجب راندن الکترونهای پراثری بشود که به سوی آن در حرکت می‌باشند. با رسیدن الکترونها به صفحه، مدار بسته می‌شود و جریان ضعیفی برقرار می‌گردد که به وسیله میلی‌آمپر متر قابل اندازه‌گیری است.

