

توجیه روند تغییرات انرژی یونیزاسیون عناصر در دوره‌های جدول

تناوبی:

براساس معادله زیر می‌توان دریافت که انرژی یونیزاسیون عناصر، بطور کلی در طول هر دوره از

جدول تناوبی، به تدریج باید افزایش یابد. زیرا، با توجه به مفهوم دوره در جدول تناوبی، n برای تمام

عناصر هر دوره، عدد ثابت و مشخصی است. پس این معادله را در مورد عناصر هر دوره می‌توان به

صورت زیر نوشت:

$$IE \left(\frac{A}{n^2} \right) Z^2 = BZ^2$$

که در آن $B = \frac{A}{n^2}$ است.

یعنی، تغییرات انرژی یونیزاسیون عناصر هر دوره تابعی از مجذور بار مؤثر هسته اتم این عناصر

است و چون در طول هر دوره، بار مؤثر هسته اتمها به تدریج افزایش می‌یابد، پس براساس این معادله در

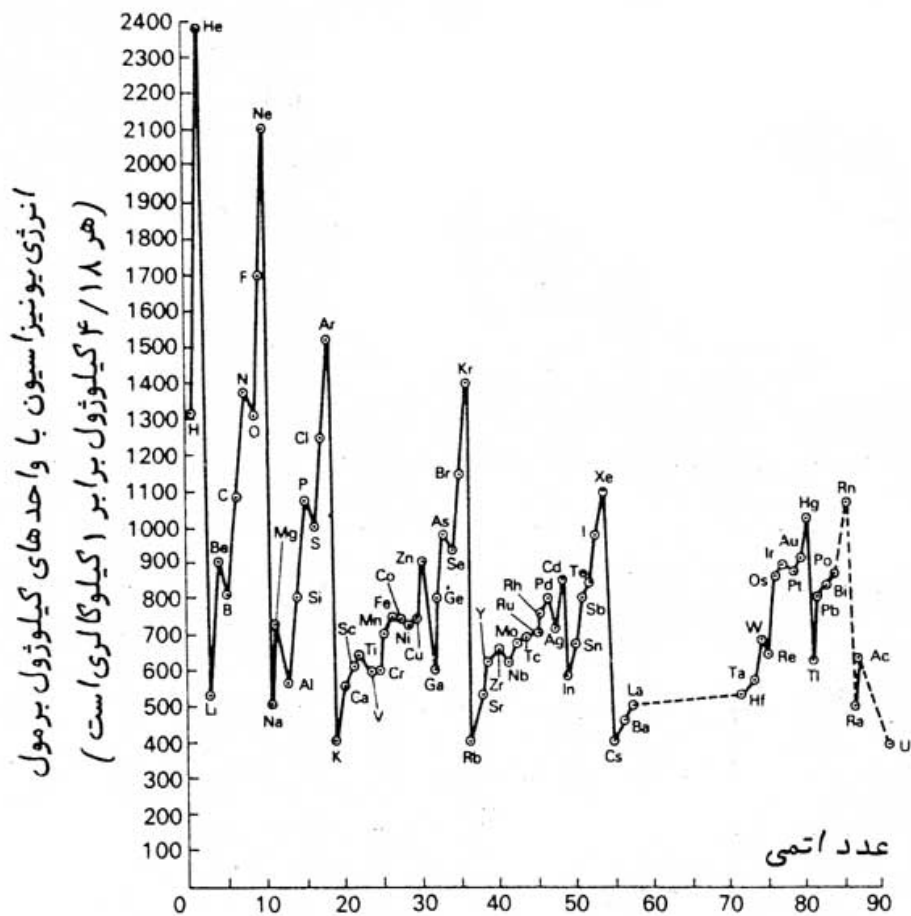
طول هر دوره، انرژی یونیزاسیون عناصر نیز به تدریج افزایش خواهد یافت.

به همین دلیل اتم فلزات در واکنشهای شیمیایی معمولاً الکترون از دست می‌دهند و به یونهای

مثبت تبدیل می‌شوند و اتم نافلزات معمولاً به این ترتیب عمل نمی‌کنند. بنابراین فلزات عناصری با

انرژی یونش نسبتاً کم و نافلزات عناصری با انرژی یونش نسبتاً زیادند. انرژی یونش بیشتر فلزات کمتر از

1000 kJ/mol و انرژی یونش بیشتر نافلزات بیشتر از 1000 kJ/mol است.



نمودار: نخستین انرژی یونیزاسیون عناصر

همانطور که از نمودار بر می آید ماکزیمم نخستین انرژی یونیزاسیون عناصر را در گازهای نجیب و

مینیمم آنها را در فلزهای قلیایی می بینیم.

توجیه این مطلب آسان است. آرایش الکترونی لایه های پر شده گازهای نجیب (در هلیوم s^2 و در

بقیه $s^2 p^6$) بسیار پایدار بوده و نسبت به هر گونه در هم گسیختن، مقاومت می کند. این مقاومت هم در

برابر جدا شدن الکترون از اتم به منظور تشکیل یون و هم در مقابل تشکیل پیوند شیمیایی وجود دارد.

در فلزات قلیایی، تنها الکترون موجود در خارج از بخش میانی *core* به آسانی جدا می‌شود.

منظور از بخش میانی کلیه لایه‌های الکترونی زیرین و هسته درون آنهاست.

موقعیت فلزهای قلیایی که مینیممها را تشکیل می‌دهند، مشمول نظام دیگری است. فلز *Li*

اندکی بالا، *Na* پائین‌تر، *K* باز هم پائین‌تر و ... نتیجه ساده‌ای که از این نظام بدست می‌آید آن است که

انرژی اتصال الکترون سطح خارجی لیتیم که کوچکترین فلز قلیایی است، از سایر فلزهای قلیایی بیشتر

است و به عبارتی، اثر جذب هسته بر الکترون آن بیشترین است. انرژی اتصال الکترون در اتمهای بعدی

K، *Na* ... مرتباً و با افزایش شعاع کاهش می‌یابد.

همانطور که با کاهش تدریجی شعاع فلزهای قلیایی، بر انرژی یونیزاسیون افزوده می‌گردد، در

مورد گازهای نجیب نیز، دیده می‌شود که کوچکترین آنها یعنی گاز *He*، بیشترین انرژی یونیزاسیون را

دارد. در صورتیکه اتمهای گازی بعدی *Ne*، *Ar*، *Kr*، ... که به تدریج بزرگ می‌شوند، دارای انرژی اتصال

الکترون کمتری می‌باشند.

انرژی یونیزاسیون در هر دوره تناوب، از فلز قلیایی تا گاز نجیب بعدی، کم و بیش، افزایش

می‌یابد. در اینجا بار الکتریکی هسته از هر عنصر به عنصر بعدی، یک واحد افزایش می‌یابد و این خود

عامل مهمی در افزایش انرژی یونش است. در روند کلی تغییرات انرژی یونیزاسیون عناصر، موارد

استثنایی و ظاهراً غیرمنتظره‌ای به چشم می‌خورد. مثلاً در مورد اتمهای بریلیم و بور، نیتروژن و اکسیژن

در دوره دوم، منیزیم و آلومینیم، فسفر و گوگرد در دوره سوم، روی، گالیم و ... در دوره چهارم و غیره.

افزایش انرژی یونیزاسیون بریلیم نسبت به لیتیم را یک امر طبیعی و نتیجه‌ای از افزایش بار

هسته می‌دانیم ولی، ادامه روند افزایش بار هسته در عنصر بعدی بور، به چنین نتیجه‌ای نمی‌انجامد. بلکه

اندکی کاهش نیز در انرژی یونیزاسیون آن دیده می‌شود. آرایش الکترونی بور $1s^2 2s^2 2p^1$ است و کاهش شگفت‌انگیز انرژی یونیزاسیون را نشانه‌ای بر بالاتر بودن تراز انرژی الکترونها p به مقدار جزئی، نسبت به الکترونها s می‌دانیم که در عین حال هر دو به یک سطح انرژی اصلی وابسته‌اند و این خود دلیلی بر نیاز به انرژی کمتر برای جدا شدن الکترون از اوربیتالهای $2p$ است.

زیرا همانطور که می‌دانیم، یک الکترون $2s$ احتمال حضور بیشتری در نزدیکی هسته دارد تا یک الکترون $2p$. به عبارت دیگر، توانایی نفوذ یک الکترون $2s$ بیش از الکترون $2p$ است. بنابراین الکترونها $2s$ فرصت بیشتری برای احساس کل بار هسته را در برهه‌هایی از زمان در اختیار دارند. و به همین دلیل، انرژی الکترونها $2s$ همواره پایین‌تر از انرژی الکترونها $2p$ است.

همچنین در مورد بریلیم و منیزیم، افزایش انرژی یونش را می‌توان به آرایش الکترونی نسبتاً پایدار s^2 لایه ظرفیت بریلیم و منیزیم نسبت داد.

یعنی، در اتمهای بریلیم و منیزیم الکترون از تراز s پر شده و دارای سطح انرژی پایین‌تری است. در صورتیکه در اتمهای بور و آلومینیم این الکترون از تراز تک الکترونی p لایه ظرفیت که در سطح بالاتری نسبت به تراز s لایه ظرفیت قرار دارد و نیروی جاذبه هسته بر آن کمتر است، کنده می‌شود.

وارد شدن الکترونها دوم و سوم $2p$ در کربن و نیتروژن با بالا رفتن انرژی یونیزاسیون همراه بوده و این امری طبیعی به شمار می‌رود. ولی در اکسیژن به یک وضع غیرعادی برخورد می‌کنیم. در اینجا به جای افزایش انرژی یونیزاسیون، با کاهش آن مواجه می‌شویم.

آرایش الکترونها در اوربیتال $2p$ اکسیژن به صورت $\begin{array}{|c|c|c|} \hline \uparrow\downarrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$ است. الکترونها به علت

نیروهای دافعه میان بارهای الکتریکی یکسان، در صدد هستند تا آنجا که ممکن است از یکدیگر دور باشند. مناسبترین شرایط هنگامی فراهم می‌گردد که هر یک از سه الکترون اولیه در یک اوربیتال p جداگانه قرار بگیرد. به همین دلیل آرایش الکترونی کربن $2s^2 2p_x^1 2p_y^1$ و آرایش الکترونی نیتروژن $2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$ است.

و با توجه به اینکه در این عناصر، الکترون از تراز p لایه ظرفیت جدا می‌شود، علت را می‌توان به وجود آرایش الکترونی متقارن (پر- نیمه‌پر) و نسبتاً پایدار در اتمهای نیتروژن و فسفر و فراهم نبودن چنین شرایطی در اتمهای اکسیژن و گوگرد، نسبت داد. بدیهی است که وجود اوربیتال جفت الکترونی در تراز p لایه ظرفیت اتمهای اکسیژن و گوگرد که دافعه الکتروستاتیکی بیشتری ایجاد کرده و باعث بالا رفتن سطح انرژی این تراز می‌شود، یکی دیگر از عوامل مؤثر در کاهش مقدار انرژی اولین یونیزاسیون این اتمها است. علاوه بر آن، تمایل به از دست دادن یک الکترون و رسیدن به آرایش الکترونی متقارن (نظیر آرایش الکترونی اتمهای نیتروژن و یا فسفر) را می‌توان عامل مؤثر دیگری در پایین تر آمدن انرژی اولین یونیزاسیون اتمهای اکسیژن و گوگرد، نسبت به انرژی اولین یونیزاسیون اتمهای نیتروژن و فسفر به حساب آورد.

نمودار انرژی یونیزاسیون نشان می‌دهد که رفتارها و ویژگیهای مشاهده شده در تناوب دوم مجدداً در تناوب سوم تکرار می‌شود. بنابراین می‌توان نظامها و تغییرات مشاهده شده در تناوب سوم را به همان نحو تفسیر کرد. البته با در نظر گرفتن این نکته که اثرات پوششی در دوره سوم بیشتر است،

زیرا لایه‌های الکترونی پر شده زیرین افزایش پیدا کرده است. نتیجه آنکه ماکزیمم انرژی یونیزاسیون

مربوط به آرگون از ماکزیمم گاز قبلی نئون نیز کمتر است.

شبکه رشد = شبکه ملی مدارس ایران



Olympiad.roshd.ir