



سید محمد صالحی
 معلم شیمی اسلام شهر

چکیده

استفاده از آرایش الکترونی لایه ظرفیت اتم عناصرها، مهم ترین ملاک چینش عناصرها در جدول تناوبی است. بر این اساس، در این مقاله جای مناسب چهار عنصر واسطه شامل لانتان، اکتینیم، لوتسیم و لارنسیم در میان بلوک های d و f جدول تناوبی بررسی می شود و در ادامه، رابطه ظریف میان لانتانیدها و اکتینیدها، با بخش f جدول مورد توجه قرار می گیرد. در پایان، گروه بندی این عناصر بنا به جدول آیوپاک نیز ارائه می شود.

کلیدواژه ها

عناصرهای واسطه، بلوک d، بلوک f، لانتانیدها، اکتینیدها

مقدمه

در بسیاری از کشورها، از جدول تناوبی ای استفاده می شود که از استانداردهای مؤسسه آیوپاک پیروی می کند. در این زمینه البته برخی اختلاف نظرها هم وجود دارد برای نمونه، برخی شیمی دانان عناصرهای خانواده روی را - که خواصی شبیه خواص فلزهای قلیایی خاکی دارند - جزء فلزهای اصلی طبقه بندی می کنند.

به هر حال، مراجعه به اطلاعات و یافته های تجربی که مورد تأیید مؤسسه آیوپاک اند، همواره می تواند پاسخ منطقی برخی پرسش ها را برای شیمی دانان در پی داشته باشد که چگونگی چینش و گروه بندی عناصرها نمونه ای از آنهاست.

به منظور جلوگیری از طولانی و جاگیر بودن جدول، این بخش از عنصرهای واسطه در دو ردیف، به پایین و خارج از بدنه اصلی جدول منتقل شده‌اند و گرنه، این جدا شدن عنصرها اهمیت دیگری ندارد

و توریم درمی‌یابیم که آرایش الکترونی لایه ظرفیت اتم این سه عنصر براساس نتایج طیف‌سنجی (جدول ۴)، با آرایش الکترونی آن‌ها بنا به اصل آفا (جدول ۵) هم‌خوانی ندارد، زیرا در لایه ظرفیت اتم این عنصرها وضعیت اشغال زیرلایه‌ها به گونه‌ای است که پس از پر شدن اوربیتال ns الکترون‌های ظرفیتی باید اوربیتال‌های (n-2)f را اشغال کنند، در حالی که چنین نیست و به جای آن، الکترون ظرفیتی وارد اوربیتال‌های d (n-1) می‌شود. البته در توریم دو الکترون ظرفیتی در زیرلایه d (n-1) جای دارد. به این ترتیب، هر سه عنصر در لایه ظرفیت خود دارای زیرلایه d (n-1) کامل نشده هستند و انتظار این است که هر سه در بلوک d قرار داشته باشند، در حالی که در جدول‌هایی مانند جدول ۱، فقط دو عنصر لانتان و اکتینیم در بلوک d قرار گرفته‌اند. از سوی دیگر، اتم همه عنصرهای واسطه بلوک d، در تناوب

جدول ۱

جدول ۲ توجه: Lu و Lr در بلوک d قرار دارند.

این تصور که همه لانتانیدها فقط در یک خانه (خانه لانتان) و همه اکتینیدها نیز فقط در یک خانه (خانه اکتینیم) قرار می‌گیرند، کاملاً اشتباه و غیرممکن است

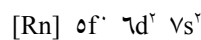
چینش واسطه‌ها

هنگام بررسی جدول‌های تناوبی، با طبقه‌بندی‌های گوناگون عنصرها روبه‌رو می‌شویم که از آن جمله طبقه‌بندی برحسب بلوک، حالت فیزیکی، نوع عنصر و... را می‌توان برشمرد. معمول‌ترین آن‌ها در جدول‌های ۱، ۲ و ۳ نمایش داده شده‌اند. به نظر شما تفاوت جزئی میان این جدول‌ها حاکی از چیست؟ شما استفاده از کدام جدول را منطقی‌تر می‌دانید؟

واسطه‌ها کوچ می‌کنند

با مقایسه جدول‌های ۱ و ۲، برخی عنصرهای واسطه را می‌بینیم که در میان بلوک‌های d و f کوچ می‌کنند چنان‌که در جدول ۱، دو عنصر لانتان و اکتینیم در بلوک d قرار دارند و دو عنصر لوتیسم و لارنسیم در بلوک f جای گرفته‌اند. در جدول ۲، مشاهده می‌کنیم که La و Ac در بلوک f هستند و Lu و Lr در بلوک d. حال با توجه به جدول ۳، چه نتیجه‌ای می‌توان گرفت؛ آیا این چهار عنصر، همه به بلوک f تعلق دارند؟ برای قرار گرفتن La و Ac در بلوک d جدول ۱، می‌توان با توجه به آرایش پایدار اتم این عنصرها در حالت پایه و پایدار، چنین استدلال کرد که زیرلایه d (n-1) در آن‌ها کامل نیست. همچنین آرایش الکترونی این عنصرها به آرایش لایه ظرفیت ایتیریم و اسکاندیم شباهت دارد. پس برای لانتان و اکتینیم قرار گرفتن در بلوک d، زیر ایتیریم و در ستون سوم واسطه‌ها بهتر است.

اکنون با استدلال یاد شده، جایگاه توریم، Th، را در جدول ۱ بررسی می‌کنیم. این عنصر در بلوک d قرار دارد در حالی که آرایش الکترونی پایدار آن به این قرار است:



و مشاهده می‌شود که زیرلایه d (n-1) در آن کامل نیست. این آرایش به آرایش عنصرهای ستون چهارم واسطه، در بلوک d شباهت دارد اما یافته‌های تجربی نشان می‌دهند که قرار گرفتن توریم در بلوک d امکان‌پذیر نیست.

با بررسی دقیق‌تر آرایش الکترونی عنصرهای لانتان و اکتینیم

The image shows the IUPAC Periodic Table of the Elements. It is a standard periodic table with elements arranged in rows and columns. The title is 'IUPAC Periodic Table of the Elements'. The table includes elements from Hydrogen (H) to Oganesson (Og). The lanthanide and actinide series are shown as separate rows at the bottom of the main table.

جدول ۳ توجه: Lu و Lr در بلوک f قرار دارند.

Lu و Lr را شامل می‌شود. از سوی آیوپاک برای عنصرهای بلوک f، شماره گروه تعریف نشده است. همچنین این تصور که همه لانتانیدها فقط در یک خانه (خانه لانتان) و همه اکتینیدها نیز فقط در یک خانه (خانه اکتینیم) قرار می‌گیرند، کاملاً اشتباه و غیرممکن است و هر عنصری برای خود خانه‌ای جداگانه در جدول تناوبی دارد. اشتباه از اینجا نتیجه شده است که در جدول آیوپاک، به ظاهر برای همه لانتانیدها یک خانه و برای همه اکتینیدها نیز یک خانه در نظر گرفته شده است، در صورتی که برای درک جایگاه مجموعه لانتانیدها و اکتینیدها در بدنه اصلی جدول، هر دو خانه، فقط موقعیت این عنصرها را نشان می‌دهند، که به منظور جلوگیری از طولانی و جاگیر بودن جدول، این بخش از عنصرهای واسطه در دو ردیف، به پایین و خارج از بدنه اصلی جدول منتقل شده‌اند و گرنه، این جدا شدن عنصرها اهمیت دیگری ندارد.

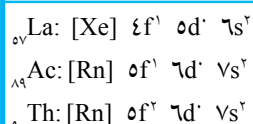
۶ و ۷ جدول، از زیرلایه $(n-2)f$ کاملاً پُر برخوردارند اما این زیرلایه در La و Ac خالی است. در نتیجه، تناقض در چیدمان این دو عنصر در بلوک d کاملاً احساس می‌شود. با توجه به لایه ظرفیت اتم عنصرهای Lu و Lr، این عنصرها باید در بلوک d قرار گیرند زیرا بنا به قاعده تعیین بلوک، عنصری که دارای زیرلایه d کامل نشده است جزء عنصرهای بلوک d در نظر گرفته می‌شود همچنین زیرلایه $(n-2)f$ در این دو عنصر، مانند عنصرهای واسطه دیگری که در تناوب ۶ و ۷ قرار گرفته‌اند، پر است.

لانتانیدها و اکتینیدها در جدول آیوپاک

جدول تناوبی ۳، از پایگاه آیوپاک گرفته شده است و حکایت از این دارد که بخشی از واسطه‌ها در دو ردیف ۱۵ تا ۱۵ پایین جدول قرار می‌گیرند. در طبقه‌بندی موردنظر جدول آیوپاک، این دو ردیف، عنصرهای لانتانیدی و اکتینیدی را معرفی می‌کنند، نه عنصرهای بلوک f را. از سوی دیگر مجموعه لانتانیدها و اکتینیدها، خواه در بدنه اصلی جدول قرار گیرند، یا پایین جدول قرار داشته باشند، شامل ۳۰ عنصر در دو ردیف ۱۵ تا ۱۵ هستند، به طوری که لانتانیدها در خانه‌های ۵۷ تا ۷۱ و اکتینیدها در خانه‌های ۸۹ تا ۱۰۳ جدول جای می‌گیرند. از مجموعه لانتانیدها و اکتینیدها، ۲۸ عنصر متعلق به بلوک f و دو عنصر لوتسیم و لارنسیم در انتهای این مجموعه، متعلق به بلوک d هستند که بهتر است این دو عنصر را، لانتانید و اکتینید بلوک d به‌شمار آوریم و همان‌طور که از شکل ۲ نیز پیداست، هر دوی این عنصرها از اعضای گروه سوم واسطه‌ها هستند.

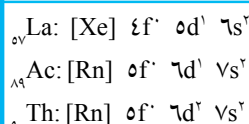
نکته قابل تأمل دیگر این است که، گروه سوم واسطه، ستونی ۴ عضوی است و نه ۳۲ عضوی، که عنصرهای ${}_{71}\text{Lu}$ و ${}_{89}\text{Y}$ و

آرایش مورد انتظار
بنا بر اصل آفا



جدول ۵

آرایش واقعی
بر اساس نتایج طیف‌سنجی



جدول ۴

۱. دکتر حسین آقا بزرگ، دکتر حمیدرضا آقابرگ، مبانی شیمی معدنی (جلد اول)، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تربیت معلم، چاپ پنجم، ۱۳۸۹.

2. www.webelements.com/index.html
3. www.iupac.org