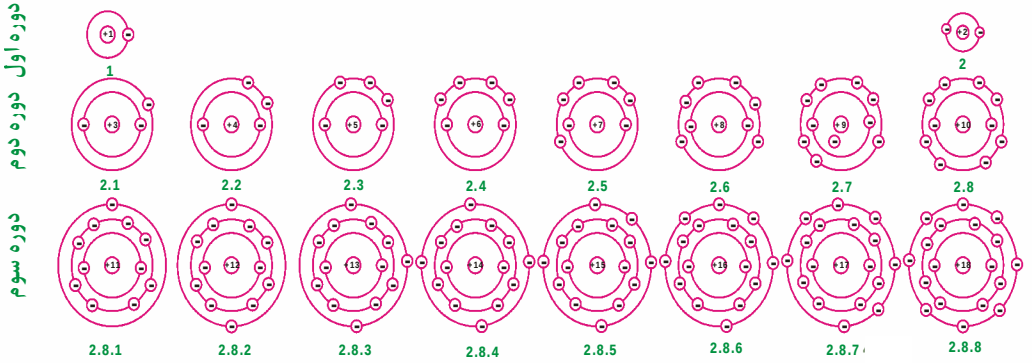
پیدا کردن موقعیت یک عنصر در جدول تناوبی

اصولاً مجموعه عناصری که تعداد لایه‌های الکترونی مجاز آنها، با یکدیگر برابر و عدد کوانتومی اصلی لایه ظرفیت اتم آنها یکسان است، یک دوره را در جدول تناوبی تشکیل می‌دهند. مثلاً هیدروژن و هلیم در حالت پایه فقط یک لایه انرژی مجاز دارند (لایه $n = 1, K$). از این رو، دورهٔ اول جدول تناوبی را تشکیل می‌دهند. همچنین هشت عنصر دیگر (لیتیم تا نئون) چون هر یک دو لایه الکترونی، مجاز دارند (لایه‌های K و L)، دورهٔ دوم و هشت عنصر بعدی (سدیم تا آرگون) که هر یک سه لایه الکترونی مجاز دارند (لایه‌های M, L, K) دورهٔ سوم جدول تناوبی را بوجود می‌آورند و ...



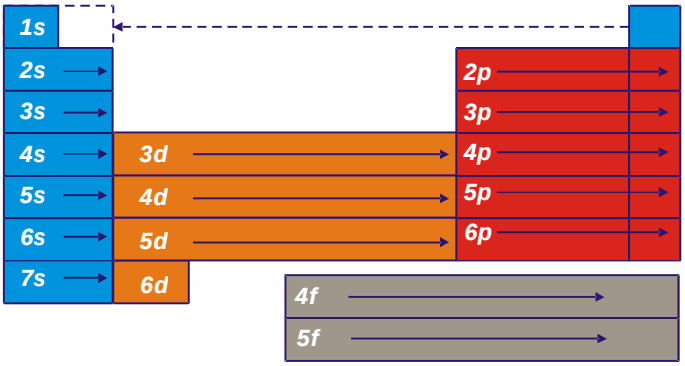
نمایش ارتباط بین دوره‌های اول ، دوم و سوم جدول تناوبی و لایه‌های الکترونی عناصر

بخشهای متمایز جدول

برای اینکه ارتباط جدول تناوبی با ترازهای انرژی اتم عناصر، بهتر درک شود، با توجه به شکل طویل جدول تناوبی، مطابق جدول زیر در ارتباط با ترازهای انرژی اتم، می‌توان جدول تناوبی عناصر را به چهار بخش

شبکه رشد – شبکه ملی مدارس ایران
www.ShimiPedia.ir

کاملاً متمایز تقسیم کرد.



- بخش s شامل عناصر اصلی گروههای I و II (هیدروژن، فلزات قلیایی و قلیایی خاکی) است که الکترون متمایز کنندهٔ اتم آنها در تراز s لایه ظرفیت وارد می‌شود. همانطور که می‌دانید این بخش غیر از هیدروژن شامل 12 عنصر فلزی است که غیر از لیتیم و بریلیم، همگی جزء فلزات بسیار فعال محسوب می‌شوند.
- بخش p شامل عناصر اصلی گروههای III تا $VIII$ است که الکترون متمایز کنندهٔ اتم آنها در تراز p لایه ظرفیت وارد می‌شود. تعداد آنها در هر دوره 6 عنصر است و چون عناصر دوره هفتم در این بخش هنوز کشف نشده‌اند، تعداد آنها 30 عنصر است که شامل عناصر فلزی، و غیر فلزی از جمله گازهای نجیب می‌باشد.
- بخش d شامل عناصر واسطه دسته d است که تراز d لایه ماقبل آخر آنها جزء لایه ظرفیت آنها بوده، در سطح انرژی پایین‌تری نسبت به ترازهای لایه ظرفیت قرار دارد. از این رو،

شبکه رشد – شبکه ملی مدارس ایران
www.ShimiPedia.ir

الکترونهای متمایز کنندهٔ اتم آنها بطور کلی، در این تراز از لایه ظرفیت وارد می‌شود. این عناصر، از دوره چهارم به بعد، بین دو بخش از عناصر اصلی (بخشهای p,s) به تعداد **10** عنصر در هر دوره از جدول تناوبی قرار دارند. چون هنوز سه عنصر واسطهٔ آخر دورهٔ هفتم سنتز نشده است، این بخش **37** عنصر واسطه را شامل می‌شود که همگی فلزند.

- بخش f شامل دسته دیگری از عناصر واسطه است که اصطلاحاً ((عناصر واسطه داخلی)) نامیده می‌شوند، درآنها تراز $(n-2)f$ جزء لایه ظرفیت (n) و ترازهای نسبتاً درونی است و در سطح انرژی پایین‌تری نسبت به ترازهای دیگر این لایه قرار دارد. از این رو، الکترونهای متمایز کنندهٔ اتم آنها در این تراز وارد می‌شوند. این بخش **14** عنصر سری لانتانیدها (یا عناصر خاکهای کمیاب که تراز $4f$ را پر می‌کنند) و **14** عنصر سری آکتینیدها (که تراز $5f$ را پر می‌کنند)، یعنی در مجموع **28** عنصر واسطه را شامل می‌شود که همگی فلزند و دارای ایزوتوپهای رادیواکتیوند و **7** عنصر آخری این بخش، در طبیعت یافت نمی‌شوند.

اصولاً عناصری که آرایش الکترونی لایه ظرفیت آنها یکسان است، یک گروه از عناصر را در جدول تناوبی تشکیل می‌دهند. چون خواص شیمیایی عناصر عمدتاً به آرایش الکترونی لایه ظرفیت آنها بستگی دارد، از این رو، عناصر هر گروه، خواص مشابهی با یکدیگر دارند (تشابه گروهی یا عمودی). بر این اساس، عناصر اصلی و عناصر واسطه به هشت گروه تقسیم می‌شوند (البته گروه هشتم واسطه، خود به زیرگروههای آهن، کبالت و نیکل تقسیم می‌شود). مثلاً در گروههای اصلی، به ترتیب لایه ظرفیت شامل ترازهای ns^1 (گروه IA) ، ns^2 (گروه IIA) ، ns^2np^1 (گروه $IIIA$) ، ns^2np^2 (گروه IVA) ، ns^2np^3 (گروه VA) ، ns^2np^4 (گروه VIA) ، ns^2np^5 (گروه $VIIA$) و ns^2np^6 (گروه $VIIIA$) است.

www.ShimiPedia.ir

البته در هر گروه اصلی معمولاً اولین عنصر به دلیل اینکه اندازه اتم آن بسیار کوچک است و به ویژه در مورد گروههای چهارم، پنجم و ششم (یعنی عناصر کربن، نیتروژن و اکسیژن)، تمایل شدیدی به تشکیل پیوندهای دو گانه و یا سه گانه $pp - pp$ دارند که در عناصر دیگر این گروهها متداول نیست.

در مورد عناصر واسطه، همان طور که مورد بررسی قرار گرفته است، در برخی از گروهها، آرایش الکترونی لایه ظرفیت ممکن است که یکسان نباشد. مثلاً در مورد عناصر واسطه گروه ششم، آرایش الکترونی لایه ظرفیت در اتم کروم به صورت $3d^5 4s^1$، در اتم مولیبدن به صورت $4d^5 5s^1$ ولی در عنصر آخر گروه یعنی تنگستن به صورت $5d^4 4s^2$ است ویا در مورد عناصر واسطه گروه هشتم، آرایش الکترونی لایه ظرفیت در نیکل به صورت $3d^8 4s^2$، در اتم پالادیم به صورت $4d^{10} 5s^0$ و در مورد اتم پلاتین به صورت $5d^9 6s^1$ است. ولی با وجود این تفاوتها، تشابه بین عناصر درگروهها قابل توجه است، به ویژه در بین عناصر پایینتر گروهها. مثلاً در گروه IVB دو عنصر زیرکنیم و هافنیم به حدی با یکدیگر درخواص شیمیایی مشابهت دارند که حتی در طبیعت نیز باهم در ترکیبات وجود دارند. به همین علت، استخراج و جدا کردن آنها از یکدیگر بسیار مشکل است. در مورد عناصر واسطه نیز تشابه بین عنصر سری اول و دوم، به مراتب از تشابه بین عنصر سری دوم و سری سوم کمتر است. یعنی مثلاً در گروه هشتم تشابه بین نیکل و پالادیم از تشابه بین پالادیم و پلاتین خیلی کمتر است.

اگر چه وقتی از تشابه عناصر با یکدیگر صحبت می‌شود، تشابه خواص عناصر در گروهها مورد نظر است، ولی باید توجه داشت که بین عناصر در دوره‌ها نیز در بسیاری از موارد تشابه خواص وجود دارد (تشابه افقی) مثلاً در دوره چهارم، سه عنصر متوالی آهن، کبالت و نیکل هم از نظر شیمیایی و هم از نظر فیزیکی تشابه بیشتری با یکدیگر دارند تا با عناصر زیرین خود و یا در همین گروه، سه عنصر اسمیم، ایریدیم و پلاتین

www.ShimiPedia.ir

هم از نظر شیمیایی و هم از نظر فیزیکی فوق العاده با یکدیگر مشابهت دارند. البته تشابه افقی بین عناصر واسطه دوره چهارم بیشتر است. زیرا الکترون متمایز کنندهٔ آنها در تراز $3d$ وارد می‌شوند که ترازی درونی است و نقش نسبتاً کمتری نسبت به ترازهای $5d,4d$ (که نسبتاً سطحی هستند) در خواص شیمیایی دارد. بر همین اساس، عناصر سری لانتانید تشابه زیادی با یکدیگر دارند. در صورتی که این تشابه در مورد عناصر سری آکتینید کمتر است. زیرا در عناصر سری لانتانید، الکترون متمایز کنندهٔ اتمها در تراز $4f$ وارد می‌شود که بسیار درونی است. حال آنکه، الکترون متمایز کنندهٔ اتم عناصر سری آکتینید، در تراز $5f$ وارد می‌شود که نسبتاً بیرونی است و دخالت بیشتری در خواص شیمیایی عناصر دارد.

در مورد عناصر دوره‌ها تشابه قابل توجهی وجود ندارد ولی در بین عناصر اصلی سمت چپ جدول نوعی تشابه به نام تشابه قطری بین عنصری از یک دوره و عنصر دیگری از دوره بعدی و گروه بعدی، وجود دارد. چنین تشابهی بین لیتیم و منیزیم، بریلیم و آلومینیم، بور و سیلیسیم چشمگیر است و تا حدی نیز در مورد سدیم،کلسیم، پتاسیم و استرنسیم مشاهده شده است. علت وجود این نوع تشابه بین دو عنصر را به نزدیک بودن اندازهٔ شعاعهای یونی آنها می‌توان نسبت داد. مثلاً شعاع یون Li^+ برابر **0/6** و شعاع یون Mg^{2+} برابر **0/65** آنگستروم و به یکدیگر بسیار نزدیک است. همچنین نزدیک بودن پتانسیل یونی (نسبت بار به شعاع یونی) دو عنصر را نیز می‌توان در تشابه قطری عناصر مؤثر دانست. مثلاً در مورد بریلیم و آلومینیم، اندازه شعاع یونهای Be^{2+} و Al^{3+} به ترتیب برابر **0/31** و **0/50** آنگستروم است که با یکدیگر تفاوت نسبتاً زیادی دارند. اما پتانسیل یونی آنها که به ترتیب برابر **6/5** و **6** است، به یکدیگر بسیار نزدیک است و می‌توان از آن در توجیه تشابه خواص این دو عنصر (تشابه قطری) استفاده کرد.

تعیین موقعیت عناصر در جدول تناوبی بر اساس آرایش الکترونی:

شبکه رشد – شبکه ملی مدارس ایران
www.ShimiPedia.ir

براساس آرایش الکترونی هر عنصر، بر طبق قواعد زیر می‌توان معین کرد که آیا آن عنصر اصلی است یا واسطه و به کدام دوره یا گروه جدول تناوبی تعلق دارد؟

قاعدهٔ اول - تشخیص عنصر اصلی از واسطه

اگر در آرایش الکترونی عنصری، تراز d پر نباشد و یا اینکه تراز d ماقبل آخر پر باشد ولی تراز s لایه آخر، خالی و یا نیمه پر باشد، آن عنصر واسطه و در غیر این صورت عنصری اصلی است.

قاعدهٔ دوم - تعیین دوره

در مورد عناصر اصلی و یا عناصر واسطه، عدد کوآنتومی اصلی بالاترین تراز انرژی که در حالت پایه، از الکترون اشغال شده است، همان شماره دوره‌ای از جدول تناوبی است که عنصر به آن تعلق دارد.

قاعدهٔ سوم - تعیین گروه عناصر اصلی

تعداد کل الکترونهای لایه ظرفیت (آخرین تراز اصلی) همان شماره گروه عنصر اصلی در جدول تناوبی است.

قاعدهٔ چهارم- تعیین گروه عناصر واسطه

اگر تعداد الکترونهای تراز ns , $(n-1)d$ لایه ظرفیت عناصر واسطه را با هم جمع کرده و 2 واحد از آن کم کنیم، عددی که بدست می‌آید (X)، شماره خانه عنصر واسطه را در سری مربوط نشان می‌دهد. بر طبق جدول زیر، با استفاده از اعدادی که برای X بدست می‌آید (از 1 تا 10) می‌توان گروه عناصر واسطه را معین کرد.

www.ShimiPedia.ir

ارتباط X با شماره گروه عنصر واسطه

X	1	2	3	4	5	6و7و8	9	10
شماره گروه	$IIIB$	IVB	VB	VIB	$VIIB$	$VIIIB$	IB	IIB

حال برای درک بهتر مطلب به حل دو تمرین می‌پردازیم:

تمرین.

آرایش الکترونی عنصری به صورت $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$ است. معلوم کنید کـه آیـا ایـن عنصر اصلی است یا واسطه، به کدام دوره و کدام گروه جدول تناوبی تعلق دارد؟

حل.

چون تراز $3d$ آن پر و تراز $4s$ آن نیمه پر است، پس بر طبق قاعدهٔ اول، این عنـصر واسـطه اسـت. از طرفی، آخرین تراز انرژی آن که توسط الکترون اشغال شده، تراز $4s$ است، پس بر طبق قاعـدهٔ دوم بـه دوره چهارم تعلق دارد. برای تعیین گروه آن باید بر طبق قاعده چهارم عمل کرد:

$$x = (10+1) - 2 = 9$$

با توجه به جدول قبل می‌توان دریافت که این عنصر واسطه در گروه IB جای دارد.

تمرین.

آرایش الکترونی عنصری به صورت $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$ است. معلوم کنید کـه آیـا این عنصر اصلی است یا واسطه، به کدام دوره و به کدام گروه جدول تناوبی تعلق دارد؟

شبکه رشد – شبکه ملی مدارس ایران
www.ShimiPedia.ir

حل.

چون همتراز d و همتراز s لایه ظرفیت آن پر است، پس بر طبق قاعدهٔ اول، عنصر اصلی است. از طرفی، آخرین تراز انرژی آن که توسط الکترون اشغال شده تراز $4p$ است، پس بر طبق قاعدهٔ دوم به دوره چهارم جدول تعلق دارد. با توجه به اینکه تعداد کل الکترونهای لایه ظرفیت آن برابر $2+5=7$ است. پس، بر طبق قاعدهٔ سوم، در گروه هفتم جدول تناوبی (گروه *VIIA*) جای دارد.

شبکه رشد – شبکه ملی مدارس ایران
www.ShimiPedia.ir