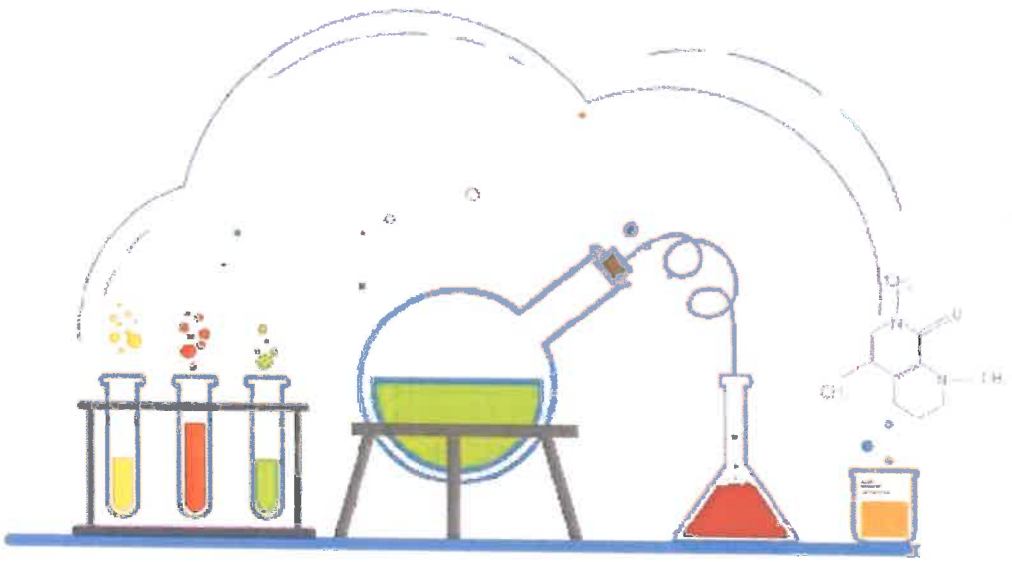
جزوه شیمی پایه دهم

- ✓ شامل مجموعه نکات و مفاهیم
- ✓ مثال ها با پاسخ تشریحی
- ✓ تمرین های بدون پاسخ
- ✓ تست های کنکور سراسری نظام قدیم، منطبق با کتاب جدید
- ✓ روش های سریع حل مسایل و مفاهیم شیمی

دبیر: توانایی

دبیر شیمی دبیرستان های بخش مرحمت اباد



دانلود از اپلیکیشن پادرس

دانلود از اپلیکیشن پادرس

فصل اول:

کیهان زادگاه الفبای هستی

دانلود از اپلیکیشن پادرس

دانلود از اپلیکیشن پادرس

مقدمه‌ای بر کشف عنصرها

شواهد تاریخی که از سنگ نوشته‌ها و نقاشی‌های دیواره‌ غارها به دست آمده است، نشان می‌دهد که انسان اولیه با نگاه به آسمان و مشاهده ستارگان درپی فهم نظم و قانونمندی در آسمان بوده است.

کتاب درسی با ۳ سوال اساسی درپی پاسخ به این نظام و قانونمندی است:

۱) هستی چگونه پدید آمده است؟
۲) جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟
۳) پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟

سوال اول در حکمت و علم تجربی نمی‌گنجد و بیشتر به چارچوب اعتقادی و بینش فرد برمی‌گردد. ولی برای دو سوال بعدی می‌توان از علم تجربی کمک گرفت. برای مثال: شیمیدان‌ها با مطالعه خواص و رفتار ماده، همچنین برهم‌کنش نور با ماده در راستای پاسخ به این سوالات سهم بسزایی داشته‌اند.

دانشمندان برای شناخت بیشتر منظومه شمسی ۲ فضاپیمای ویجر ۱ و ۲ را به فضا فرستادند. این دو فضاپیما ماموریت داشتند که با گذر از کنار سیاره‌ی مشتری، زحل، اورانوس و نپتون، شناسنامه فیزیکی و شیمیایی آنها را تهیه کرده و به زمین بفرستند. این شناسنامه می‌تواند حاوی اطلاعاتی مانند: نوع عنصرهای سازنده، ترکیب‌های شیمیایی موجود در اتمسفر آنها و ترکیب درصد این مواد باشد.

صدف اجهت اطلاع: دانشمندان مسلمان علاقه زیادی به آسمان شب و مطالعه ستاره‌ها داشته‌اند. عبدالرحمن صوفی یکی از ستاره‌شناسان ایرانی است که برای اولین بار گذارش در باره کهکشان در «اندرومدا» ارائه داده است. این کهکشان نزدیک‌ترین همسایه به کهکشان خودمان است. او همچنین درباره موقعیت ستاره‌ها، اندازه و رنگ آنها در صورت‌های فلکی اطلاعات معتبری ارائه داده است.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

عنصرها چگونه پدید آمدند؟

برای اینکه متوجه شویم که عناصر چگونه به وجود آمده‌اند، بررسی نوع و مقدار عنصرهای سازنده برخی سیاره‌های منظومه شمسی (مثلا مقایسه مشتری با زمین) و مقایسه آنها با عنصرهای سازنده خورشید، کمک شایانی به چگونگی تشکیل عنصرها خواهد کرد.

زمین و مشتری

✓ در علوم نهم خواندیم که سیاره‌های منظومه شمسی به طور کلی به دو نوع گازی و سنگی تقسیم می‌شوند:

- سیاره‌های سنگی: عطارد، ناهید، زمین و مریخ
- سیاره‌های گازی: مشتری، زحل، اورانوس و نپتون

<= مشتری بیشتر از جنس گاز و زمین بیشتر از جنس سنگ است.

✱ نکات مهم:

۱) درصد فراوانی‌ها

زمین <= Fe > O > Si > Mg > Ni > S > Ca > AL

مشتری <= H > He > C > O > N > S > Ar > Ne

۲) در بین عناصر سازنده مشتری و زمین، دو عنصر اکسیژن و گوگرد هردو وجود دارند (اکسیژن دومین عنصر فراوان زمین و چهارمین عنصر فراوان مشتری است و گوگرد از لحاظ فراوانی در هردو سیاره ششمین عنصر است.)

۳) در سیاره مشتری در بین ۸ عنصر فراوان، عنصر فلزی وجود ندارد.

۴) در سیاره مشتری در بین ۸ عنصر فراوان، ۳ عنصر فراوان گاز نجیب وجود دارد.

۵) در سیاره زمین، در بین ۸ عنصر فراوان، ۵ عنصر فلزی وجود دارد.

۶) در سیاره زمین، Fe فراوان ترین فلز و O فراوان ترین نافلز است.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

۷) در سیاره مشتری، H به عنوان یک فلز فراوان ترین عنصر است. (حدود ۹۰٪)

۸) به جز عنصرهای نشان داده شده در شکل، عناصر دیگری هم مثل: نیکل، منگنز، سدیم و... در زمین یافت می شوند.

توجه: شکل صفحه ۳ کتاب درسی فراوانی عنصرها را در کل زمین که شامل، هسته، گوشته و پوسته می باشد حساب کرده و اگر طبق کتاب علوم فهم که فقط پوسته را در نظر گرفته بود، فراوان ترین عنصر در پوسته زمین، اکسیژن است. و اگر کل جهان را در نظر بگیریم، هیدروژن فراوان ترین عنصر جهان است.

✓ **اختر شیمی:** یکی از شاخه های جذاب شیمی ست که به مطالعه مولکول ها می پردازد که در فضاهای بین ستاره ای یافت می شود. اختر شیمی دان ها توانسته اند وجود مولکول های گوناگونی را در مکان های بسیار دور ثابت کنند که پای هیچ انسانی به آنجا نرسیده است.

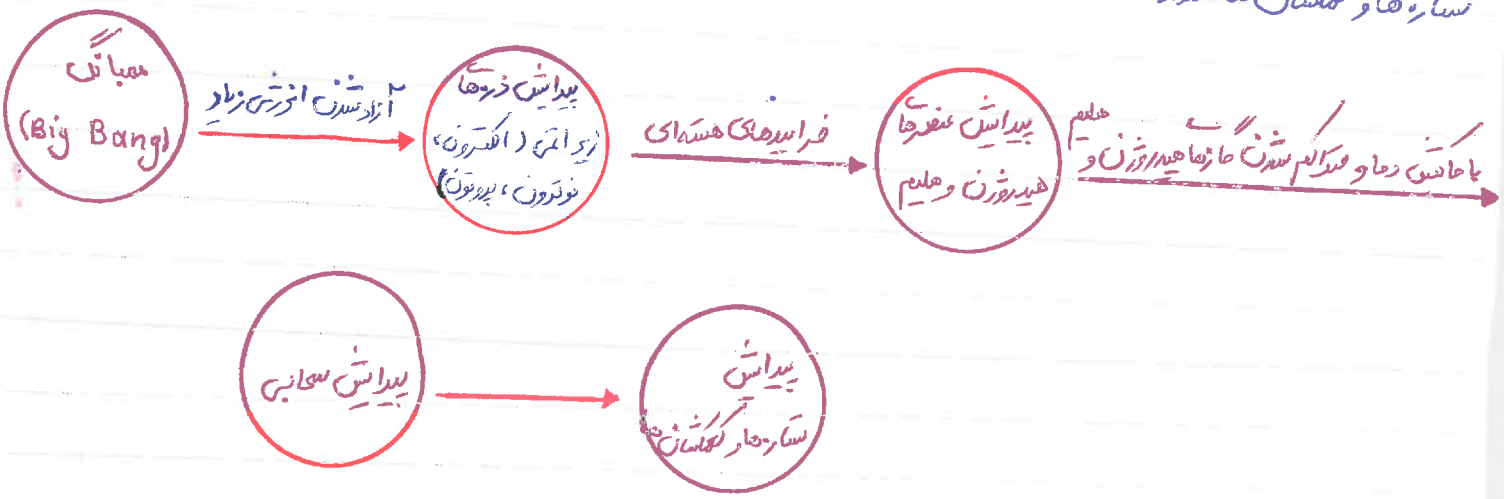
▲ **سیر تکاملی پیدایش عنصرها**

بعد از مقایسه نوع و میزان فراوانی عنصرها در دو سیاره زمین و مشتری و وجود عنصرهای مشترک در این دو سیاره (O و S) و یافته های علمی دیگر نشان می دهد که عنصرها به صورت ناهمگون (با فراوانی متفاوت) در جهان هستی توزیع شده است. این یافته ها باعث شده که دانشمندان روند پیدایش عنصرها را توضیح دهند.

برخی دانشمندان بر این باورند که سرآغاز کیهان با انفجار مهیبی به نام مهبانگ (Big Bang) همراه بوده که طی آن کل هستی که به صورت یک نقطه چگال و متراکم بوده، از هم پاشیده و تمام ستاره ها و سیاره ها ایجاد شده اند. در این انفجار مقدار انرژی عظیمی تولید شده است. با این انفجار مهیب، ذره های ریز اتمی مانند: الکترون، نوترون و پروتون تشکیل شدند و پس از آن ها، عنصرهای هیدروژن و هلیم با به عرصه جهان گذاشتند. با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیم تولید شده، متراکم شده (فشرده شدن) و همجوارهای گرانشی ستاره ها ایجاد کرد و بعد ها این سحابی ها سبب پیدایش

LIDER

ستاره‌ها و کهکشان‌ها شدند.



درون ستاره‌ها همانند خورشید، دمای بسیار بالا و ویژه واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد؛ واکنش‌هایی که در آن‌ها از عنصرهای سبک‌تر، عنصرهای سنگین‌تر پدید می‌آید (واکنش‌های هسته‌ای از نوع هم‌جوشی هسته‌ای و نه شکافت هسته‌ای!!!) با انجام واکنش‌های هسته‌ای درون ستاره‌ها، ابتدا عنصرهای سبک مانند: لیتیم، کربن و ... ایجاد می‌شود و در مرحله بعدی طی واکنش‌های هسته‌ای دیگر، از این عنصرهای سبک، عنصرهای سنگین مانند: آهن، طلا، اورانیم و ... به وجود می‌آید.

نکته: دمای اندازه هر ستاره تعیین می‌کند که چه عنصرهایی باید در آن ستاره ساخته شود. هرچه دمای ستاره بیشتر باشد شرایط تشکیل عنصرهای سنگین‌تر مانند: طلا و اورانیم مراهم می‌شود. (بین دمای ستاره و جرم اتم‌های ساخته شده در آن رابطه مستقیم وجود دارد.)

صرفاً جهت اطلاع: سحابی بوم رنگ، سردترین سحاب شناخته شده در جهان هستی با دمای ۲۷۲°C- و حدود ۵۰۰۰ سال نوری از زمین فاصله دارد و در صورت فلکی سنتاروس (قنطورس) واقع شده است.

نکته: در حاشیه صفحه ۴ کتاب درسی تصویر سحابی عقاب و یکی از سحاب‌های زایش ستاره‌هاست به نمایش درآمده است. (این تصویر به کمک تلسکوپ هابل گرفته شده است.)

ستاره‌ها متولد می‌شوند، رشد می‌کنند و می‌میرند. در واقع ستاره‌ها بین از چند میلیون سال نور افشانی و گرما بخشی

دانلود از اپلیکیشن پادرس

پایداری خود را از دست داده و در انفجاری مهیب متلاشی شده و عنصرهای تشکیل شده در آن از سبک و سنگین در سرتاسر گیتی پراکنده می شوند. به همین خاطر باید ستارگان را کارخانه تولید عنصرها دانست.

به طور خلاصه، روند تشکیل عنصرها در انفجار مهیبانگ و ستاره ها را می توان به صورت زیر نشان داد:

عنصرهای سنگین طلا، اورانیم، آهن ← عنصرهای سبک مانند کربن، لیتیم ← هلیم ← هیدروژن

▲ پیوند با ریاضی (رابطه انیشتین $E=mc^2$)

قبلاً گفتیم که در ستاره ها به دلیل انجام واکنش هسته‌ای، انرژی بسیار زیادی آزاد می شود. انیشتین رابطه زیر را برای محاسبه انرژی تولید شده در واکنش ها ارائه داد:

$$E=mc^2$$

در این رابطه: E => انرژی برحسب ژول m => جرم ماده برحسب kg c => سرعت نور ($3\times10^8 \frac{m}{s}$)

نکته: در شرایط ویژه هم انرژی به ماده تبدیل می شود (مثلاً در مهیبانگ ابتدا انرژی زیادی آزاد شده و بعداً ذره های زیر اتمی هیدروژن و هلیم به وجود می آید) و هم ماده می تواند به انرژی تبدیل شود (در فرایندهای هسته‌ای در درون ستاره ها)

مسرخا جهت اطلاع: خورشید نزدیک ترین ستاره به ماست که دمای سطح آن به حدود $6000\,C$ و دمای درون آن به حدود ۱۵ میلیون درجه سلسیوس می رسد. انرژی گرمایی و نورانی تابیده شده از آن: حاصل از واکنش های هسته‌ای است که در آن H به He تبدیل می شود. به طوری که هر ثانیه ۴ میلیون تن از جرم خورشید کاسته می شود. بر این اساس پیش بینی می شود که خورشید تا ۵ میلیارد سال دیگر می تواند نور افشانی کند.

نکته: در علوم نیز هم قانون پایستگی جرم را خواندیم که این قانون برای واکنش های شیمیایی روزمره صادق است ولی در

دانلود از اپلیکیشن پادرس

واکنش های هسته‌ای مقداری جرم به انرژی تبدیل می شود و می توان گفت قانون پایستگی جرم صادق نیست و به جای آن قانون پایستگی جرم و انرژی صادق است، یعنی در واکنش های هسته‌ای مجموع جرم و انرژی واکنش دهنده ها با مجموع جرم و انرژی فرآورده ها برابر است!

نکته در واکنش های هسته‌ای با توجه به نوع واکنش و تسهیل تعدادی ذره زیراتمی از هسته خارج می شود: پروتون و نوترون و تشکیل هسته جدید و در کل تشکیل اتم جدید، تفاوت انرژی حاصل از این نوع واکنش های هسته‌ای را می توان با اضافه کردن Δ به رابطه انیشتین محاسبه کرد که در آن $\Delta m = |$ جرم واکنش دهنده $-$ جرم فرآورده $|$

رابطه انیشتین $\Rightarrow \Delta E = \Delta m c^2$

+ مثال ۱ تجربه نشان داده است که در تبدیل هیدروژن به هلیم، ۰٫۰۰۲۴ گرم ماده به انرژی تبدیل می شود، حساب کنید در این واکنش هسته‌ای چند kJ انرژی تولید می شود؟ با فرض اینکه برای ذوب شدن یک گرم آهن به ۲۴۷ J انرژی نیاز است، حساب کنید مقدار انرژی حساب شده چند گرم آهن را ذوب خواهد کرد؟ (تمرین ۲ ذوب کتاب درسی)

• روش تناسب: ۱)

$$\begin{cases} \Delta m = ۰٫۰۰۲۴\ g = ۲۴ \times ۱۰^{-۶}\ g \xrightarrow{۱ = ۱۰^{-۳}\ kg} \Delta m = ۲۴ \times ۱۰^{-۷}\ kg \\ c = ۳ \times ۱۰^{۸}\ \frac{m}{s} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \Delta E = \Delta m c^2 = (۲۴ \times ۱۰^{-۷})(۳ \times ۱۰^{۸})^2 = ۲۱۶ \times ۱۰^{۹}\ J = ۲۱۶ \times ۱۰^{۶}\ kJ$$

ب)

آهن	$1\ g$	$۲۴\ V\ J$
x	$۲۱۶ \times ۱۰^{۹}\ J$	

$$\Rightarrow x = ۰٫۸۷۴۰ \times ۱۰^{۹} = ۸۷۴۵ \times ۱۰^{۵}\ g\ Fe$$

! توجه روش تناسب در امتحانات نهایی و هماهنگ کشوری نمره ندارد و شما باید همه مسائل از جمله مسائل رابطه انیشتین را

دانلود از اپلیکیشن پادرس

باید با روش کسر تبدیل حل کنید بنابراین به توضیح این روش می پردازیم:

▲ حل مسائل به روش کسر عامل (کسر تبدیل)

فرض کنید معلمتان از شما خواسته که پدرتان که شیرینی فروشی دارد ۲ دوجین کیک یزدی بخرید و به کلاس بیاورید ولی پدرتان کیک را دانه ای می فروشد نه به صورت دوجین !!! حال باید چند کیک بخرید!

بیشتر کمیت ها را می توان با استفاده از کسر تبدیل های مناسب به هم ربط داد. در اینجا می خواهیم کسر تبدیلی بنویسیم تا دوجین را به دانه تبدیل کند.

منظور از کسر تبدیل، کسری است که با ضرب کردن آن در مقدار داده شده در مسئله (دوجین کیک) به مقدار خواسته شده (عدد کیک) برسیم و با توجه اطلاعات سوال می توان ۲ جور کسر تبدیل نوشت:

$\frac{\text{۱ دوجین}}{\text{۱۲ عدد}}$ یا $\frac{\text{۱۲ عدد}}{\text{۱ دوجین}}$

کسر تبدیل مناسب در اینجا کسری است که در آن واحد دوجین را به واحد عدد تبدیل کند یعنی $\frac{\text{۱۲ عدد}}{\text{۱ دوجین}}$

$$\text{؟ عدد کیک} = \text{۲ دوجین کیک} \times \frac{\text{۱۲ عدد کیک}}{\text{۱ دوجین کیک}} = \text{۲۴ عدد کیک}$$

حال اگر از ما می پرسید ۳۶ عدد کیک چند دوجین می شود از ضریب تبدیل دوم استفاده می کنیم !!!

نتیجه ⇐ برای انتخاب کسر تبدیل مناسب باید توجه داشته باشیم، واحدی که باید حذف شود در صورت کسر و واحدی که می خواهیم ایجاد شود (خواسته مسئله) در صورت کسر قرار می گیرد. در برخی مسائل ممکن است برای رسیدن به کمیت مورد نظر، چند کسر تبدیل نیاز باشد. برای مثال:

مثال ! طول مسیر مسابقه دوی ماراتون، ۲۶۲ مایل است، این طول چند کیلومتر است؟

$(1m = 1.094\ yd,\ 1mi = 1760\ yd)$

$$\text{؟ } km = 262\ mi \times \frac{1760\ yd}{1mi} \times \frac{1m}{1.094\ yd} \times \frac{1km}{1000\ m} = 421.8\ km$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

نکته در حل مسائل با روش ضریب تبدیل حتماً توجه داشته باشید که همیشه اعداد را با یکاهای آنها بنویسید و یکاها را مثل اعداد ساده کنید!

• مثال ۱ کتاب درسی را این بار با روش کسر تبدیل حل می‌کنیم:

آ) $\Delta m = ۰/۰۰۲۴\,g \times \frac{1\,kg}{1000\,g} = ۲۴ \times 10^{-7}\,kg$

$\Delta E = \Delta m c^2 = ۲۴ \times 10^{-7} \times (۳ \times 10^8)^2 = ۲۱۶ \times 10^9\,J \times \frac{1\,kJ}{1000\,J} = ۲۱۶ \times 10^6\,kJ$

ب) $? gfe = ۲۱۶ \times 10^9\,J \times \frac{1\,gfe}{۲۴۷\,J} = ۸۷۵ \times 10^5\,gfe$

مثال ۲ خورشید روزانه $10^{۲۲}\,J$ انرژی به سوی زمین گسیل می‌کند:

آ) در یک سال خورشید چند ژول انرژی به سوی زمین گسیل می‌کند؟

ب) اگر انرژی تولید شده در خورشید از رابطه $E=mc^2$ به دست آید، حساب کنید سالانه چند گرم از جرم خورشید کاسته می‌شود؟

آ) $? J = ۳۶۵ \times 10^{۲۲}\,J$

ب) $\Delta E = \Delta m c^2 \Rightarrow ۳۶۵ \times 10^{۲۲}\,J = \Delta m \times (۳ \times 10^8)^2 \Rightarrow \Delta m = \frac{۳۶۵ \times 10^{۲۲}}{۹ \times 10^{16}} \Rightarrow \Delta m = ۴۰ \times 10^6\,kg$

$\Rightarrow$ (۴۰ میلیون کیلوگرم) $= ۴۰ \times 10^3$ تن (۴۰ هزار تن)

تمرین ۱

انرژی خورشید حاصل واکنش مقابل است:

$_{۱}^{۱}H \rightarrow {}_{۲}^{۴}He + ۲$ پوزیترون

جرم $H = ۱/۰۰۷\,\frac{g}{mol}$ جرم $He = ۴/۰۰۲\,\frac{g}{mol}$ جرم پوزیترون $= ۰/۰۰۰۵\,\frac{g}{mol}$

اگر خورشید در هر ثانیه $۳/۸۱ \times 10^{۲۳}\,kJ$ انرژی تولید کند، در هر ثانیه چند اتم $_{۲}^{۴}He$ در خورشید تولید می‌شود؟

دانلود از اپلیکیشن پادرس

تمرین ۲

وات ($W = \frac{J}{s}$) بیانگر سرعت مصرف انرژی است. محاسبه کنید با انرژی آزاد شده از کاهش جرم ۱ g ماده حاصل از واکنش هسته‌ای و تبدیل هیدروژن به هلیم، چند ساعت می‌توان انرژی برای روشن ماندن یک لامپ ۱۰۰ W را تأمین کرد؟

تمرین ۳

در اثر واکنش هسته‌ای ۲۰ در صد از جرم یک ماده رادیواکتیو کاسته شده و به $4/2 \times 10^{13}$ kJ انرژی تبدیل شده است. جرم اولیه این ماده رادیواکتیو چند کیلوگرم بوده است؟

تمرین ۴

روزانه ده میلیون لیتر بنزین توسط خودروهای شهر تهران مصرف می‌شود. اگر به جای سوزاندن بنزین، از فرایند تبدیل جرم به انرژی استفاده شود، برای جایگزین کردن این مقدار بنزین چند گرم ماده باید به انرژی تبدیل شود؟ (فرض کنید هر لیتر بنزین $4/2 \times 10^{3}$ kJ انرژی تولید می‌کند!)

عنصرها را چگونه نمایش دهیم؟

عنصرها پس از کشف با توجه به محل کشف، دانشمند کاشف و یا به افتخار دانشمندان نامگذاری می‌شوند. برای نمایش یک عنصر، از یک و یا دو حرف لاتین استفاده می‌شود، که حتماً حرف اول باید بزرگ و حرف دوم باید کوچک نوشته شود.

عدد اتمی و عدد جرمی را نیز مطابق الگوی مقابل برای تمام عنصرها به صورت نماد آن ذکر می‌کنند:

$$A = Z + n$$

(A: عدد جرمی، Z: عدد اتمی، n: تعداد نوترون‌ها)

عدد جرمی (A): مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هر عنصر است.

عدد اتمی (Z): تعداد پروتون‌های هر عنصر است.

نکته: از آنجا که اتم ذره‌ای خنثی است در نتیجه عدد اتمی هر اتم برابر تعداد الکترون‌های همان اتم تعیین می‌کند. $Z = e^-$

نکته عدد اتمی همه اتم های یک عنصر ثابت است در نتیجه با کمک عدد اتمی می توان نوع عنصر را تعیین کرد برای مثال:

عدد اتمی ۸ فقط می تواند مربوط به اکسیژن باشد و نه عنصر دیگری!

نکته در اتم خنثی، تعداد الکترون ها با پروتون ها برابر است بنابراین عدد جرمی در اتم خنثی نشان دهنده مجموع تعداد الکترون ها و نوترون ها است

نکته در یون ها به تعداد بار منفی به الکترون ها اضافه می شود و به تعداد بار مثبت الکترون کنده می شود و دیگر تعداد الکترون با پروتون برابر نیست و عدد اتمی (Z) فقط تعداد پروتون ها را نشان می دهد و عدد جرمی (A) هم فقط تعداد (پروتون + نوترون) را نشان می

مثال ۱ تعداد پروتون، الکترون، نوترون، عدد اتمی و عدد جرمی را در $^{56}_{26}Fe$ به دست آورید.

$P=۲۶ \quad e^-=۲۶ \quad Z=۲۶ \quad n=۵۶-۲۶=۳۰ \quad A=n+Z=۳۰+۲۶=۵۶$

مثال ۲ اگر Cu^{2+} دارای ۲۷ الکترون و ۳۵ نوترون باشد، عدد اتمی و عدد جرمی آن را تعیین کنید

$Cu^{2+}: e^-=۲۷ \xrightarrow{+۲e^-}$ خنثی $\begin{cases} Cu=۲۹e^- \\ e^-=P=Z=۲۹ \end{cases} \quad A=Z+n=۲۹+۳۵=۶۴$

مثال ۳ تعداد الکترون های یون X^+ برابر ۷۹ است. اگر تعداد نوترون های اتم X، ۵۰٪ بیشتر از پروتون های آن باشد عدد جرمی آن کدام است؟ تفاوت تعداد نوترون و الکترون آن را پیدا کنید؟

الکترون: $X^+=۷۹ \xrightarrow{+e^-}$ خنثی $X=۷۹+۱=۸۰$ الکترون

نوترون $n=۸۰+\left(۸۰\times\frac{۵۰}{۱۰۰}\right)=۱۲۰$ $\begin{cases} n=۱۲۰ \\ Z=۸۰ \end{cases} \rightarrow A=n+Z=۱۲۰+۸۰=۲۰۰$

$n-e^-=۱۲۰-۷۹=۴۱$

نکته در همه اتم ها به جز ^1_1H، تعداد نوترون ها برابر یا بیشتر از پروتون هاست و تنها مورد استثنا ^1_1H است که نوترون ندارد و فقط یک پروتون دارد.

مثال ۴ جرمی عنصر X برابر ۵۹ و اختلاف تعداد نوترون ها و پروتون ها برابر ۵ می باشد. عدد اتمی و تعداد الکترون های

دانلود از اپلیکیشن پادرس

عنصر X را به دست آورید؟

$$\begin{cases} n+z=59 \\ n-z=5 \end{cases} \Rightarrow 2n=64 \Rightarrow n=32 \Rightarrow n-z=5 \Rightarrow \begin{cases} z=27 \\ e^-=27 \end{cases}$$

مثال ۵ اگر تفاوت تعداد نوترون و الکترون در یون $^{80}X^-$ برابر ۹ باشد، عدد اتمی عنصر X را تعیین کنید؟

$$e=p+1 \rightarrow \begin{cases} n+p=80 \\ n-e=9 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} n+p=80 \\ n-(p+1)=9 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} n+p=80 \\ n-p=10 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} n=45 \\ p=35 \end{cases} \Rightarrow z=35$$

تمرین ۱

عدد جرمی X^+ برابر ۲۰۰ و شمار نوترون های آن ۱/۵ برابر شمار پروتون هاست شمار الکترون های X کدام است؟ (المپیاد شیمی ۸۴)

تمرین ۲

عدد جرمی عنصر X برابر ۲۷ است. اگر اختلاف تعداد الکترون و نوترون در یون X^{3+} برابر ۴ باشد، این یون چند پروتون دارد؟

راهنمایی: اختلاف نوترون و پروتون را در هر دو حالت حساب کنید و براساس آرایش الکترونی اولکت (رسیدن به آرایش گاز نجیب) تقسیم کنید.

تمرین ۳

اگر اختلاف تعداد الکترون و نوترون در M^{2-} با عدد جرمی ۷۹، برابر ۹ باشد، تعداد پروتون و نوترون این عنصر را پیدا کنید؟

راهنمایی: اگر اختلاف تعداد نوترون ها و الکترون ها در یک یون منفی بیشتر از تعداد بار یون باشد در آن صورت تعداد نوترون ها بیشتر از تعداد الکترون هاست!

نکته برای به دست آوردن تعداد ذره های زیر اتمی در گونه های خنثی و بدون بار که شامل دو یا چند اتم است، ماهیت تعداد ذره های زیر اتمی هر یک از اتم ها را با هم جمع کنیم.

توجه! در یون های چند اتمی (فصل ۳) بار یون چند اتمی متعلق به کل مجموعه است و به اتم خاصی تعلق ندارد!

دانلود از اپلیکیشن پادرس

مثال تعداد الکترون ها، پروتون ها و نوترون ها را در NH_3 ، NH_4^+ ، H_3O^+ به دست آورید.

NH_3 { $P=10$ ، $e^-=10$ ، $n=7$

NH_4^+ { $P=11$ ، $e^-=10$ ، $n=7$

H_3O^+ { $P=11$ ، $e^-=10$ ، $n=8$

تست

تعداد الکترون های کدام گزینه با بقیه متفاوت است؟ (المپیاد تجربی ۹۰)

۱) NO_2^+ ۲) CNO^- ۳) OF_2 ۴) CO_2

آیا همه اتم های یک عنصر پایدارند؟

بررسی ها به کمک دستگاه های طیف سنجی نشان می دهد که اغلب (نه همیشه) در یک نمونه طبیعی از عنصری معین، اتم های سازنده جرم یکسان ندارند و به این ترتیب با مفهوم ایزوتوپ یا هم مکان آشنا می شویم.

▲ ایزوتوپ (هم مکان)

به اتم های یک عنصر که عدد اتمی (Z) یکسان و عدد جرمی (A) متفاوت دارند ایزوتوپ یا هم مکان می گویند. دلیل اینکه چرا نام دیگر ایزوتوپ، هم مکان است، این است که همه ایزوتوپ های یک عنصر چون عدد اتمی یکسانی دارند در نتیجه خواص شیمیایی یکسانی دارند و یک خانه از جدول دوره ای را به خود اختصاص می دهند.

واضح است که ایزوتوپ ها در تعداد نوترون و در نتیجه در جرم با هم متفاوت اند و این باعث می شود که برخی خواص فیزیکی وابسته به جرم ایزوتوپ ها مانند چگالی، نقطه ذوب و نقطه جوش متفاوت باشد.

! توجه برخی عنصرها فقط یک عدد اتمی و عدد جرمی دارند و ایزوتوپ ندارند.

نکته درصد فراوانی ایزوتوپ ها در طبیعت یکسان نیست و از میان ایزوتوپ های یک عنصر، ایزوتوپی که فراوانی بیشتری

دانلود از اپلیکیشن پادرس

برای مثال طبق گفته کتاب درسی برای ${}^{24}_{12}Mg$ سه نوع ایزوتوپ ${}^{24}_{12}Mg$ ، ${}^{25}_{12}Mg$ و ${}^{26}_{12}Mg$ وجود دارد که فراوانی

ایزوتوپ ${}^{24}_{12}Mg$ از دوتای دیگر بیشتر است؛ بنابراین ${}^{24}_{12}Mg$ پایدارتر است.

$$\begin{cases} \text{فراوانی}: {}^{24}_{12}Mg > {}^{26}_{12}Mg > {}^{25}_{12}Mg \\ \text{پایداری}: {}^{24}_{12}Mg > {}^{26}_{12}Mg > {}^{25}_{12}Mg \end{cases}$$

مثال در شکل صفحه ۶ کتاب درسی نشان داده شده که اتم لیتیم در یک نمونه طبیعی دارای دو نوع ایزوتوپ ${}^{6}_{3}Li$ و ${}^{7}_{3}Li$ می باشد

با توجه به شکل کدام ایزوتوپ پایدارتر است و درصد فراوانی آن را حساب کنید؟

پاسخ: با توجه به شکل از هر ۵۰ اتم لیتیم ۴۷ اتم مربوط به ایزوتوپ ${}^{7}_{3}Li$ و فقط ۳ اتم مربوط به ایزوتوپ ${}^{6}_{3}Li$ می باشد و در

نتیجه ایزوتوپ ${}^{7}_{3}Li$ پایدارتر است.

درصد فراوانی ${}^{6}_{3}Li$: $\frac{3}{50} \times 100 = \%6$

درصد فراوانی ${}^{7}_{3}Li$: $\frac{47}{50} \times 100 = \%94$

• شباهت‌ها و تفاوت‌های ایزوتوپ‌ها را به صورت زیر خلاصه می‌کنیم:

ایزوتوپ‌ها

شباهت‌ها:
۱) عدد اتمی یا تعداد پروتون‌ها
۲) خواص شیمیایی
۳) تعداد الکترون‌ها
۴) موقعیت در جدول تناوبی

تفاوت‌ها:
۱) تعداد نوترون‌ها
۲) عدد جرمی
۳) برخی خواص فیزیکی وابسته به جرم
۴) میزان فراوانی در طبیعت و پایداری

تمرین

هیدروژن ۳ ایزوتوپ $({}^{1}_{1}H, {}^{2}_{1}D, {}^{3}_{1}T)$ و اکسیژن هم ۳ ایزوتوپ $({}^{16}_{8}O, {}^{17}_{8}O, {}^{18}_{8}O)$ دارد.

الف) چند مولکول آب می‌توانیم داشته باشیم؟ ب) جرم کدام از همه متنوع‌تر است؟ ج) چند تا از مولکول‌های آب دارای جرم

۲۰ و می‌باشد؟

تست

با استفاده از دستگاه طبق سنج جرمی می‌توان [redacted] و چون شمار ..... اتم‌های

هر عنصر یکسان است، پس باید شمار ... آن‌ها ... باشد (سراسری ریاضی ۸۷ با کمی تغییر)

۱) دارند - پروتون - نوترون - برابر

۲) دارند - نوترون، پروتون، برابر

۳) ندارند - نوترون، پروتون - نابرابر

۴) ندارند - پروتون، نوترون - نابرابر

▲ ایزوتوپ‌های ناپایدار (رادیوایزوتوپ‌ها)

ایزوتوپ‌ها دو دسته‌اند:

۱) پایدار: عنصرهایی که هسته پایدار دارند، با گذشت زمان هسته آن‌ها تغییر نمی‌کند.

۲) ناپایدار (پرتوزا یا رادیوایزوتوپ): عنصرهایی که هسته ناپایدار داشته و با گذشت زمان هسته آن‌ها دچار تغییر شده و ماهیت عنصر عوض می‌شود. به این ایزوتوپ‌ها، رادیوایزوتوپ گفته می‌شود.

اغلب هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌ها برابر یا بیشتر از ۱/۵ باشد ناپایدارند و با گذشت زمان متلاشی می‌شوند.

علاوه بر آن عناصر با عدد اتمی بالای ۸۴ به عناصر ناپایدار معروف هستند، همگی پرتوزا و ناپایدارند.

• البته کانون $\frac{n}{p} \geq 1/5$ همیشه صادق نیست، برای مثال در $^{99}_{43}Tc$ و $^{59}_{26}Fe$ با اینکه پرتوزا هستند ولی $\frac{n}{p} \simeq 1/3$ است.

هسته‌های ایزوتوپ‌های ناپایدار، ماندگار نیستند و با گذشت زمان به صورت خود به خود متلاشی می‌شوند و پرتوزا هستند و اغلب پرتو تلاشی هسته‌ای، علاوه بر ذره‌های پرانرژی (مثل α، β، γ) مقدار زیادی انرژی نیز آزاد می‌کنند.

نکته نیمه عمر، مدت زمانی است که طی آن نیمی از ایزوتوپ موجود بر اثر تلاشی هسته‌ای متلاشی می‌شود. نیمه عمر هر ایزوتوپ نشان می‌دهد که آن ایزوتوپ تا چه اندازه پایدار است.

هر چه نیمه عمر ایزوتوپ کوتاه‌تر، یعنی در زمان کوتاه‌تری متلاشی شود زمان ماندگاری آن کوتاه‌تر است و بنابراین ناپایدارتر است.

نیمه عمر کوتاه ← زمان ماندگاری کم ← زمان متلاشی شدن کوتاه ← ناپایدارتر

دانلود از اپلیکیشن پادرس

جدی جهت اطلاع: ایزوتوپ $^{14}_{6}C$ خاصیت پرتوزایی دارد و با استفاده از آن سن اشیاء قدیمی و عتیقه ها را تخمین می زنند.

برای نخستین بار دانشمندان می پنداشتند که کشور مصر مهد صنعت فرش بافی بوده است؛ اما با پیدا شدن فرشی به نام pazyryk (پازیریک) در کوه های سیبری و تعیین قدمت آن با استفاده از $^{14}_{6}C$ مشخص شد که این فرش به ۲۵۰۰ سال پیش تعلق دارد و مهد آن ایران بوده است.

ایزوتوپ های هیدروژن

نماد ایزوتوپ / ویژگی ایزوتوپ	$^{1}_{1}H$	$^{2}_{1}H$	$^{3}_{1}H$	$^{4}_{1}H$	$^{5}_{1}H$	$^{6}_{1}H$	$^{7}_{1}H$
نیمه عمر	پایدار	پایدار	۱۲٫۳۲ سال	$1,4\times10^{-22}$ ثانیه	$9,1\times10^{-22}$ ثانیه	$2,9\times10^{-22}$ ثانیه	$2,3\times10^{-23}$ ثانیه
درصد فراوانی طبیعت	۹۹٫۹۸۸۵	۰٫۰۱۱۴	ناچیز	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)

نکات مهم

۱) ایزوتوپ های هیدروژن ← طبیعی ← ۳ عدد ← پایدار: $^{1}_{1}H$ ، $^{2}_{1}H$ / ناپایدار: $^{3}_{1}H$

مصنوعی ← ۴ عدد ← همگی ناپایدار: $^{4}_{1}H$ ، $^{5}_{1}H$ ، $^{6}_{1}H$ ، $^{7}_{1}H$

۲) یک نمونه طبیعی از عنصر هیدروژن، مخلوطی از ۳ ایزوتوپ است.

۳) در بین ایزوتوپ های ساختگی، $^{7}_{1}H$ با کمترین نیمه عمر از همه ناپایدارتر است و $^{5}_{1}H$ از همه پایدارتر است.

۴) مقایسه پایداری فراوانی ایزوتوپ های طبیعی:

پایداری ایزوتوپ های طبیعی: $^{1}_{1}H > {}^{2}_{1}H > {}^{3}_{1}H$

فراوانی ایزوتوپ های طبیعی: $^{1}_{1}H > {}^{2}_{1}H > {}^{3}_{1}H$

۵) ایزوتوپ های $^{1}_{1}H$ و $^{2}_{1}H$ پایدارند بنابراین خاصیت پرتوزایی ندارند ($\frac{n}{p} \geq 1,5$ نیست) اما ۵ ایزوتوپ دیگر

دانلود از اپلیکیشن پادرس

پرتوزا هستند و رادیو ایزوتوپ به شمار می‌روند.

۶) در بین ایزوتوپ‌های طبیعی فقط ${}_{1}^{3}H$ خاصیت پرتوزایی دارد.

۷) با توجه به زمان نیمه عمر ایزوتوپ‌های پرتوزا، ${}_{1}^{3}H$ از همه پایدارتر (با بیشترین زمان نیمه عمر) و ${}_{1}^{7}H$ از همه ناپایدارتر است (کمترین نیمه ع

۸) ${}_{1}^{1}H$: تنها اتمی است که نوترون ندارد و عدد جرمی آن با عدد جرمی اش برابر است ($A = Z$)

۹) در ایزوتوپ ${}_{1}^{2}H$، تعداد نوترون با پروتون برابر است.

۱۰) به ${}_{1}^{1}H$ پروتیم، به ${}_{1}^{2}H$ دوتریم (D) و به ${}_{1}^{3}H$ تریتیم (T) هم گفته می‌شود.

تکنسیم، نخستین عنصر ساخته بشر

- عنصرها به دو روش زیر ایجاد شده‌اند:

۱) طبیعی: تعداد زیادی از عنصرها از واکنش‌های هسته‌ای که در طبیعت و ستارگان انجام می‌شود، ایجاد شده‌اند. به طوری که در کره زمین از ۱۱۸ عنصر شناخته شده، ۹۲ عنصر (حدود ۷۸٪) آن‌ها به وجود آمده‌اند.

۲) مصنوعی: تعدادی از عنصرها از واکنش‌های هسته‌ای که توسط دانشمندان انجام شده، به صورت مصنوعی به وجود آمده‌اند

۲۶ عنصر جدول (حدود ۲۲٪) به این صورت ساخته شده‌اند. به عنوان مثال تکنسیم ${}_{43}^{99}Tc$ را می‌توان نام برد.

▲ عنصر شناسی

تکنسیم (${}_{43}^{99}Tc$)

۱) عنصر ناپایداری است که از خود امواج پرانرژی گسیل می‌کند.

۲) این عنصری است که به طور مصنوعی در رآکتور (واکنشگاه) هسته‌ای ساخته شده است.

۳) در دوره پنجم و گروه هفتم جدول دوره‌ای قرار دارد.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

۴) این رادیوایزوتوپ در تصویربرداری پزشکی کاربرد ویژه‌ای دارد و از آن برای تصویربرداری غده تیروئید استفاده می‌شود زیرا یون یدید (I^-) با یونی که حاوی تکنسیم است اندازه مشابهی دارد! (نه خود یون تکنسیم)! و غده تیروئید فقط با جذب یون یدید، این یون را هم جذب می‌کند. با افزایش مقدار این یون در غده تیروئید، امکان تصویربرداری فراهم می‌شود.

۵) هسته تکنسیم ($^{99}_{43}Tc$) موجود در جهان به‌طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته می‌شود. با توجه به اینکه نیمه عمر (زمان ماندگاری) این عنصر ساختگی کم است، پس توان مقادیر زیادی از این عنصر را تهیه و برای مدت طولانی نگهداری کرد؛ به همین دلیل بیشتر به نیازمندان آن را با یک مولد هسته‌ای تولید و پس مصرف می‌کنند.

• رادیوایزوتوپ‌ها اگرچه خیلی خطرناک هستند ولی پیشرفت دانش و فناوری، بشر را موفق به مهار و بهره‌گیری از آنها کرده است؛ به طوری که از آنها در پزشکی، کشاورزی و به عنوان سوخت در نیروگاه‌های اتمی استفاده می‌شود.

▲ عنصر شناسی

اورانیوم (U)

۱) شناخته شده‌ترین فلز پرتوزایی است که ایزوتوپ‌های مختلفی دارد و یکی از ایزوتوپ‌های آن ($^{235}_{92}U$) اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود.

۲) مقدار این ایزوتوپ $^{235}_{92}U$ در مخلوط طبیعی این عنصر در طبیعت کمتر از ۱٪ است. دانشمندان هسته‌ای ایران با تلاش بسیار موفق شدند مقدار آن را در مخلوط ایزوتوپ‌های این عنصر افزایش دهند. به این فرایند که یکی از مراحل مهم چرخه تولید سوخت هسته‌ای هسته غنی‌سازی ایزوتوپی می‌گویند.

۳) غنی‌سازی ایزوتوپی یکی از مراحل مهم چرخه تولید سوخت هسته‌ای است که در آن از اورانیوم پرتوزا در تولید انرژی الکتریکی استفاده می‌شود.

۴) بالاترین غنی‌سازی ایزوتوپی را امروزه در مورد اورانیوم داریم که حدود ۲۰٪ از اتم‌های آن ایزوتوپ $^{235}_{92}U$ است. کشور ایران جزو ۱۰ کشور دارای انرژی هسته‌ای می‌باشد

LIDER

! توجه: پسماند راکتورهای اتمی هنوز خاصیت پرتوزایی دارد و خطرناک است از این رو دفع آن‌ها از جمله چالش‌های صنایع هسته‌ای به شمار می‌رود.

اتم $^{59}_{26}Fe$ یک رادیوایزوتوپ است و برای تصویربرداری از دستگاه گردش خون استفاده می‌شود زیرا این اتم‌ها در ساخت هموگلوبین وجود دارد.

• کیمیاگری آرزوی دیرینه بشر بوده است. با پیشرفت علم شیمی و فیزیک امکان می‌تواند عملاً تولید کند اما هزینه آن به اندازه‌ای زیاد است که صرفه اقتصادی ندارد.

در حاشیه صفحه ۷ و شکل ۶ صفحه ۸، به ترتیب نمونه‌ای از یک مولد رادیوایزوتوپ مس و رادیوایزوتوپی از فسفر تولید شده در ایران را نشان می‌دهد که از آن‌ها می‌توان به این نتیجه رسید که عنصرهای مس (Cu) و فسفر (P) در میان ایزوتوپ‌های خود دارای ایزوتوپ‌های پرتوزا می‌باشند.

* خلاصه‌ای از کاربرد رادیوایزوتوپ‌ها:

۱) علسبرداری در پزشکی و رادیودارو
- الف) $^{99}_{43}Tc$ برای علسبرداری از غده تیروئید
- ب) $^{59}_{26}Fe$ برای علسبرداری از گردش خون
- ج) گلوکز نشان دار برای علسبرداری از تومور سرطانی

۲) به عنوان سوخت در نیروگاه‌های اتمی و تولید انرژی الکتریکی مانند $^{235}_{92}U$

۳) تعیین قدمت اشیاء قدیمی و عتیقه $^{14}_{6}C$

۴) کشاورزی

• در «با هم بیندیشیم» صفحه ۹ کتاب درس نشان داده شده که از گلوکز حاوی اتم پرتوزا که به آن گلوکز نشان دار می‌گویند برای تشخیص توده سرطانی استفاده می‌شود. توده‌های سرطانی بافت‌هایی هستند که رشد غیرعادی و سریع دارند. مراحل این روش عبارتند از:

الف) تزریق گلوکز حاوی اتم پرتوزا به بدن

ب) توده سرطانی به دلیل رشد سریع و غیرعادی به گلوکز بیشتری نیاز دارد و برای رشد و تکثیر (تقسیم) از گلوکز بیشتری استفاده می‌کند و گلوکز معمول.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

(خاصیت اتم پرتوزا) گلوکز پرتوزا را جذب کرده و استفاده می‌کند

ج) یک دستگاه آشکارساز پرتوهای تابش شده توسط اتم پرتوزا (درون گلوکز) را شناسایی می‌کند و از این راه توده سرطانی و محل آن تشخیص داده می‌شود.

• خود سیگار و دخانیات، مقدار قابل توجهی مواد پرتوزا دارد. از این رو اغلب افرادی که به سرطان ریه دچار می‌شوند، سیگاری هستند.

صدها جهت اطلاع (عنصر شناسی)

رادون $_{86}Rn$ ۱) یک گاز بی‌رنگ با نماد Rn بی‌بو و بی‌مزه است

۲) سنگین‌ترین گاز بی‌رنگ موجود در طبیعت است (اوگانسون Og از Rn سنگین‌تر است ولی مصنوعی است)

۳) این گاز پیوسته در لایه‌های زیرزمین از طریق واکنش‌های هسته‌ای تولید می‌شود و به دلیل فشار و دمای بالای زمین، گاز Rn تولید شده از منافذ پوسته زمین به جو وارد زندگی نشت می‌کند.

۴) پژوهش‌ها نشان داده‌اند که مقادیر بسیار کمی از مواد پرتوزا در همه جا یافت می‌شود. گاز Rn یکی از فراوان‌ترین مواد پرتوزا است که در همه جا یافت می‌شود و مقدار بیش از حد مجاز آن باعث آلودگی محیط زیست می‌شود. (البته میزان پرتوهای تابش شده بسیار اندک است و بر سلامت انسان اثر نمی‌گذارد.)

طبقه‌بندی عنصرها

اصولا طبقه‌بندی کردن در هر زمینه‌ای کار مطالعه و دسترسی به اطلاعات را آسان و سریع می‌کند و عناصر شیمی هم از این قاعده مستثنی نیستند.

شیمیدان‌ها ۱۱۸ عنصر شناخته شده را براساس یک ملاک و معیار در جدولی با چیدمان ویژه کنار هم قرار داده‌اند.

! توجه بزرگ‌ترین پیشرفت در زمینه دسته‌بندی عنصرها با کارهای مندلیف که یک معلم روس بود به دست آمد. او به وجود روندها

دانلود از اپلیکیشن پادرس

تناوبی میان عنصرهای شبیه با شیوه ای که امروزه می شناسیم پی برد.

چند نکته جهت اطلاع:
در جدول تدوین شده توسط مندلیف، عناصر براساس افزایش جرم اتمی مرتب شده بودند، در حالی که در جدول امروزی عناصر براساس افزایش عدد اتمی کنار هم قرار گرفته اند.

جدول تناوبی کمک می کند تا اطلاعات ارزشمندی از ویژگی های عنصرها به دست آید و می توان به کمک این اطلاعات، رفتار عنصرهای گوناگون را پیش بینی کرد.

آهرین و دقیق ترین طبقه بندی عنصرها براساس افزایش عدد اتمی می باشد. اتحادیه بین المللی شیمی محض و کاربردی (آیوپاک) که یکاها، نمادها، قراردادها، قوانین مربوط به نوشتن و نام گذاری را ارائه می کند، جدول دوره ای عنصرها را که هیدروژن با عدد اتمی یک (Z=1) آغاز شده و به عنصر شماره ۱۱۸ به نام اوگانسون ختم شده، ارائه کرده است.

جدول تناوبی شامل ۱۸ گروه (ستون های عمودی) و ۷ دوره (ردیف های افقی) می باشد. (هر ردیف افقی جدول و نشان دهنده چیدمان عنصرها بر حسب افزایش عدد اتمی است، دوره نام دارد.)

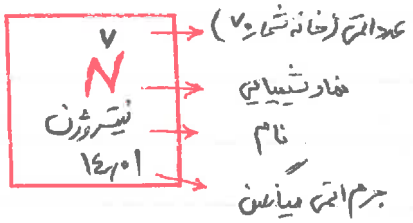
خواص عنصرهای موجود در یک گروه بسیار شبیه به هم هستند، به طوری که با پیمایش هر دوره از چپ به راست، خواص عنصرها به طور مشابه تکرار (البته تکرار نه تقلید) می شود. از این رو آن را جدول دوره ای (تناوبی) عنصرها نامیده اند. (عناصر یک گروه معمولا یون های مشابهی هم ایجاد می کنند.)

توجه! خواص شیمیایی عنصرهایی که در یک دوره از جدول جای دارند، متفاوت می باشد.

توجه! نکات زیر را راجع به جدول تناوبی به یاد بسپارید ولی در آخر این فصل کتاب پس از یادگیری آرایش الکترونی عناصر در مورد جدول تناوبی و نکات مهم جدید و خوب دیگر مثل پیدا کردن دوره و گروه هر عنصر بیشتر صحبت خواهیم کرد.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

۱) هرخانه از جدول یک عنصر معین تعلق دارد و حاوی برخی اطلاعات شیمیایی آن عنصر است، برای نمونه خانه شماره ۷ به عنصر نیتروژن تعلق دارد که اطلاعات آن به صورت زیر است.



۲) در جدول تناوبی هر عنصر با نماد یک یا دو حرفی نشان داده شده است. (مثل C یا Mg) در هر نماد، حرف اول نام لاتین عنصر به صورت بزرگ نوشته می‌شود؛ برای نمونه نماد ۳ عنصر آلومینیوم، آرگون و طلا به ترتیب Al، Ar، Au است که همگی با حرف A آغاز می‌شوند. (به طور کلی وقتی نام چند عنصر با یک حرف آغاز می‌شود (مثل منیزیم و منگنز) به ناچار برای این عناصر از دو حرف استفاده می‌کنند تا به اشتباه نیفتیم: Mn و Mg)

! توجه اغلب نمادهای شیمیایی عنصرها دو حرفی هستند و تعداد کمی یک حرفی وجود دارد.

۳) ۲ ردیف ۱۴ تایی از جدول کنار گذاشته شده‌اند که به دلیل جلوگیری از زیاد شدن جدول تناوبی می‌باشد تا چاپ آن‌ها در کتاب‌ها و استفاده از آن سهل شود. این دو ردیف که به لانتانیدها و اکتینیدها معروف هستند به ترتیب به دوره ۶ و ۷ تعلق دارند و هر دو در گروه ۳ جدول قرار می‌گیرند. لانتانیدها و اکتینیدها عناصر دسته f هستند. (در آینده‌ای نزدیک آشنا خواهید شد.)

۴) بلندترین گروه جدول تناوبی همان گروه ۳ می‌باشد با ۳۲ عنصر (دو تا ۱۴ تایی + ۴) و کوچک‌ترین گروه هم، گروه‌های ۱ تا ۱۲ جدول تناوبی که هرکدام فقط ۴ عنصر دارند.

۵) موقعیت یا مکان هر عنصر در جدول دوره‌ای، شماره گروه و دوره آن را مشخص می‌کند.

۶) کلسیم چون ساختش ۶ دارای چند الکترون تو پ می‌باشد به همین دلیل برای کلسیم خواص طبیعی وجود ندارد و به همین خاطر جرم اتمی میانگین آن در جدول تناوبی نوشته نشده است.

مثال ۱ با استفاده از جدول تناوبی موقعیت عنصرهای آلومینیم، فلوئور و کلسیم را تعیین کنید.

$_{20}Ca$: گروه ۲ و تناوب ۴

$_{13}AL$: گروه ۱۳ و تناوب ۳

$_{34}Se$: گروه ۱۶ و تناوب ۴

$_{25}Mn$: گروه ۷ و تناوب ۴

مثال ۲ هلیم ($_2He$) عنصری است که تمایل به انجام واکنش شیمیایی ندارد. پیش بینی کنید کدام یک از عنصرهای زیر، رفتاری مشابه با آن دارد و چرا؟

الف) $_{18}Ar$ ب) $_6C$ ج) $_{16}S$

$_{18}Ar$، زیرا با توجه به جدول تناوبی این دو عنصر در یک گروه (گروه 18) قرار دارند و ما می دانیم که عناصر موجود در یک گروه خواص شیمیایی مشابهی دارند.

مثال ۳ اتم فلوئور ($_9F$) در ترکیب با فلزها به یون فلوئورید (F^-) تبدیل می شود. اتم کدام یک از عنصرهای زیر می تواند آنیون با بار الکتریکی همانند یون فلوئورید تشکیل دهد؟ چرا؟

الف) $_{37}Rb$ ب) $_{35}Br$ ج) $_{15}P$

$_{35}Br$ زیرا هر دو عنصر F و Br در یک گروه قرار دارند (گروه 17) و عناصر گروه 17 (هالوژن ها) با گرفتن یک الکترون و تشکیل آنیون با یک بار منفی (A^-) به آرایش گاز نجیب بعد از خود می رسند.

مثال ۴ از اتم آلومینیم، یون پایدار Al^{3+} شناخته شده است. پیش بینی کنید اتم کدامیک از عنصرهای زیر می تواند به کاتیونی مشابه Al^{3+} در ترکیب ها تبدیل شود؟

الف) $_{19}K$ ب) $_{31}Ga$ ج) $_7N$

$_{31}Ga$، چون هر دو در یک گروه قرار دارند و هر دو با از دست دادن ۳ الکترون به آرایش گاز نجیب ماقبل خود می رسند.

* نکته کنکوری

اختلاف عدد اتمی (ΔZ) گازهای نجیب به صورت زیر است. بنابراین می توان به این نتیجه رسید که:

عناصری که در یک گروه قرار دارند اختلاف عدد اتمی آنها 8، 18، یا 32 است. به همین سادگی!

دانلود از اپلیکیشن پادرس

۱) تناوب اول ... $_{2}He$ ... $\Delta z = 8$

۲) تناوب دوم ... $_{10}Ne$ ... $\Delta z = 8$

۳) تناوب سوم ... $_{18}Ar$ ... $\Delta z = 18$

۴) تناوب چهارم ... $_{36}Kr$ ... $\Delta z = 18$

۵) تناوب پنجم ... $_{54}Xe$ ... $\Delta z = 32$

۶) تناوب ششم ... $_{86}Rn$

تمرین ۱

تمام عنصرها در یک گروه جدول قرار دارند به جز ...

الف) $_{21}X$ ب) $_{71}Y$ ج) $_{39}Z$ د) $_{49}Q$

تمرین ۲

سی و سومین عنصر جدول به کدام دوره و گروه تعلق دارد؟

جرم اتمی عنصرها

برای اندازه‌گیری جرم اجسام گوناگون با توجه به اندازه و نوع آن‌ها، واحدها و وسیله اندازه‌گیری متفاوتی انتخاب می‌شود. هر وسیله اندازه‌گیری خطای مخصوص به خود را دارد. برای نمونه دقت اندازه‌گیری وسیله‌ای مثل باسکول ton ۱ و دقت اندازه‌گیری ترازوی آزمایشگاه ۰٫۰۱ gr می‌باشد. در نتیجه اندازه‌گیری جرم یک عدد هندوانه بوسیله باسکول امکان پذیر نیست؛ چرا که جرم هندوانه از دقت اندازه‌گیری این ترازو کمتر است. (خطای این وسیله از وزن هندوانه بیشتر است) به عبارت دیگر اگر جرم جسم کمتر از دقت اندازه‌گیری ترازو باشد، نمی‌توان جرم جسم را با آن ترازو اندازه‌گیری کرد. (هر چه جسم کوچکتر می‌شود، اندازه‌گیری جرم آن سخت‌تر شده و نیاز به وسیله دقیق‌تری دارد).

دانشمندان برای اینکه بتوانند خواص فیزیکی و شیمیایی هر ماده را در حجم‌های مانند بدن انسان، محیط زیست، حجمی از مایش و ... بررسی و اثر آن را گزارش کنند باید بدانند چه جرمی از اتم‌ها یا یون‌های آن ماده وارد حجمی شده است؟ از این رو همواره

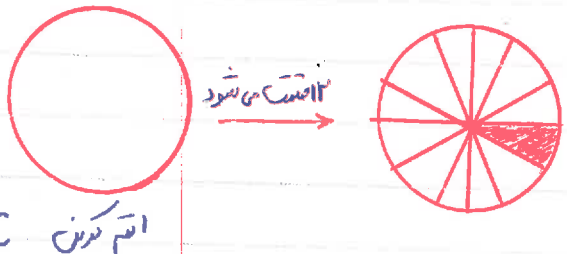
۲ اتم‌ها در پی یافتن سنجه‌ای مناسب و در دسترس برای اندازه‌گیری جرم اتم‌ها بوده‌اند.

اتم‌ها بسیار ریز و کوچک هستند به صورتی که نمی‌توان آن‌ها را به طور مستقیم مشاهده کرد و جرم آن‌ها را (جرم مطلق) اندازه‌گیری کرد؛ به همین دلیل دانشمندان مقیاس جرم نسبی را برای تعیین جرم اتم‌ها به کار بردند؛ به این معنا که مهم نیست جرم مطلق اتم‌ها مانند اکسیژن (O) چند گرم است؛ مهم این است که جرم اکسیژن چند برابر مبنای انتخاب شده می‌باشد.

دانشمندان پس از چند بار تغییر در معیار انتخاب شده برای اندازه‌گیری جرم نسبی اتم‌ها بالاخره ایزوتوپ کربن-۱۲ ($^{12}_{6}C$) را به عنوان مبنای جرم اتمی انتخاب کردند؛ البته نه یک اتم در نظر کربن! بلکه $\frac{1}{12}$ جرم اتم کربن-۱۲ معیار سنجش جرم اتمی نسبی قرار گرفت و جرم نسبی بقیه عنصرها نسبت به این وزنه سنجیده می‌شود (یعنی مثلاً جرم اتم Ni چند برابر $\frac{1}{12}$ اتم کربن $^{12}_{6}C$ است).

به این وزنه ($\frac{1}{12}$ $^{12}_{6}C$)، یکای جرم اتمی (amu) می‌گویند. اگر جرم یک ایزوتوپ کربن-۱۲ را برابر عدد ۱۲ در نظر بگیریم، سپس این عدد را به ۱۲ بخش یک‌سان تقسیم کنیم، هر بخش را 1amu می‌نامند؛ به این ترتیب مقیاسی به دست می‌آید که به کمک آن می‌توان جرم همه اتم‌ها را اندازه‌گیری کرد.

اگر در این ترازوی فرضی به جای ایزوتوپ کربن-۱۲، ایزوتوپ $^{1}_{1}H$ قرار دهید، جرم ۱٫۰۰۸amu را (کمی بیشتر از 1amu) به دست می‌آید.



$= 1amu = \frac{1}{12}\ ^{12}C$

توجه! amu کوتاه شده عبارت atomic mass unit می‌باشد. (یکای جرم اتمی را با نماد u نیز نشان می‌دهند)

با تعریف amu، شیمی‌دان‌ها موفق شدند جرم اتمی دیگر عنصرها و هم‌چنین جرم ذره‌های زیر اتمی (الکترون، پروتون و نوترون) را اندازه‌گیری کنند. در این مقیاس جرم پروتون و نوترون در حدود 1amu (نه دقیقاً 1amu) بوده در حالی‌که جرم الکترون فقط چند ودر حدود $\frac{1}{2000}$ amu است. (جرم الکترون $\frac{1}{1837}$ جرم پروتون و نوترون است که به تقریب $\frac{1}{2000}$ می‌گویند)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

بنابراین جرم الکترون در مقایسه با جرم پروتون و نوترون ناچیز است و به جرم کل تأثیری ندارد.)

جرم نوترون ≃ جرم پروتون = 1amu = 1 u

جرم پروتون و نوترون تقریباً یکسان و در حدود 1amu است و چون جرم الکترون در مقایسه با پروتون و نوترون ناچیز است به پروتون و نوترون جرم نسبی 1 و به الکترون جرم نسبی صفر نسبت داده می‌شود.

جرم نوترون به میزان ناچیزی از پروتون بیشتر است؛ جرم الکترون

۰٫۰۰۰۵ < جرم پروتون ۱٫۰۰۷۳ < جرم نوترون ۱٫۰۰۸۷

نام ذره	نماد	بار الکتریکی نسبی	جرم amu
الکترون	e^-_{-1}	−1	۰٫۰۰۰۵
پروتون	p^+_{+1}	+1	۱٫۰۰۷۳
نوترون	n^0_0	۰	۱٫۰۰۸۷

توجه در جدول اویژه و در نمایش نماد، عدد های سمت چپ از بالا به پایین به ترتیب جرم نسبی و بار نسبی ذره را مشخص می‌کند.

نکته از آنجا که جرم پروتون و نوترون در حدود 1amu بوده و جرم الکترون هم ناچیز است و می‌توان صرف نظر کرد، مقدار عددی جرم یک اتم تقریباً برابر با مجموع تعداد پروتون ها و نوترون های آن یا همان عدد جرمی (A) است. با این توصیف برای $^{7}_{3}Li$ که به تعداد ۷ پروتون و نوترون دارد، در نتیجه جرم آن را می‌توان 7amu در نظر گرفت.

نکته در شکل ۱۰ متن کتاب، می‌خوانیم که جرم اتم هیدروژن $^{1}_{1}H$ برابر 1٫۰۰۸amu است چرا؟

چون $^{1}_{1}H$ فقط یک پروتون و یک الکترون دارد و نوترون ندارد، با محاسبه زیر می‌توان نتیجه گرفت که:

جرم $^{1}_{1}H$ = جرم یک پروتون + جرم یک الکترون = 1٫۰۰۷۳amu + ۰٫۰۰۰۵amu = 1٫۰۰۷۸amu ≃ 1٫۰۰۸amu

تمرین

اگر جرم اتم A، ۲٫۵ برابر اتم $^{12}_{6}C$ باشد و جرم اتم B، ۴ برابر اتم A باشد، جرم اتم B چند amu است؟

دانلود از اپلیکیشن پادرس

تست ۱

اگر جرم الکترون با تقریب برابر $\frac{1}{2000}$ جرم هریک از ذره‌های پروتون و نوترون فرض شود، نسبت جرم الکترون‌ها در اتم $_{z}^{2z}A$ به جرم این اتم، به کدام کسر نزدیک‌تر است؟ (سراسری تجربی ۸۹)

الف) $\frac{1}{1000}$ ب) $\frac{1}{2000}$ ج) $\frac{1}{4000}$ د) $\frac{1}{5000}$

تست ۲

اگر جرم پروتون ۱۸۴۰ برابر جرم الکترون، جرم نوترون ۱۸۵۰ برابر جرم الکترون و جرم الکترون برابر 5.4×10^{-4} amu در نظر گرفته شود، جرم تقریبی یک اتم $_{1}^{3}H$ برابر چند گرم خواهد بود؟ (سراسری ریاضی ۹۳)

الف) 4.96×10^{-24} ب) 9.112×10^{-24} ج) 4.34×10^{-22} د) 9.815×10^{-22}

تست ۳

کلر در طبیعت دارای دو ایزوتوپ با جرم اتمی ۳۵ amu و ۳۷amu و کربن دارای دو ایزوتوپ با جرم اتمی ۱۲amu و ۱۳amu است. تفاوت جرم مولکولی سبک‌ترین و سنگین‌ترین مولکول کربن تتراکلرید (CCl_4) چند amu است؟ (سراسری ریاضی ۸۵)

الف) ۶ ب) ۷ ج) ۸ د) ۹

تست ۴

چند الکترون در اثر مالش باید از سطح یک کره پلاستیکی جدا شود تا تغییر وزن آن با یک ترازو با حساسیت ۱ میلی‌گرم، قابل اندازه‌گیری باشد و این تعداد الکترون به تقریب چند کولن بار الکتریکی دارد؟ (جرم الکترون حدود 9×10^{-28} g و بار الکتریکی آن 1.6×10^{-19} C است.) (سراسری ریاضی ۹۵)

الف) 3.011×10^{22} — 1.78×10^{4}

ب) 1.11×10^{23} — 1.66×10^{4}

ج) 3.011×10^{22} — 1.648×10^{4}

د) 1.11×10^{23} — 1.78×10^{4}

اگر به جرم‌های اتمی عنصرها در جدول نگاه کنید، خواهید دید که اغلب آن‌ها به صورت اعشاری و غیر صحیح‌اند. دلیل این واقعیت

دانلود از اپلیکیشن پادرس

تجربی، وجود ایزوتوپ های مختلف برای عنصرها با درصد فراوانی متفاوت است. (برای مثال: در $^{7}_{3}Li$ جرم اتمی ۶٫۹۴ و در $^{35}_{17}Cl$ جرم اتمی ۳۵٫۵ می باشد.)

فراوانی ایزوتوپ ها در طبیعت یکسان نیست و به همین دلیل برای بیان جرم نمونه های طبیعی از اتم عنصرهای مختلف، جرم اتمی میانگین را به کار می گیرند.

▲ جرم اتمی میانگین

در جدول تناوبی برای هر عنصر با هر تعداد ایزوتوپ که داشته باشد، فقط یک جرم اتمی نوشته می شود. که این جرم اتمی، میانگین از جرم تمام ایزوتوپ هاست و از رابطه زیر می توان آن را حساب کرد:

$$M = n_1 m_1 + n_2 m_2 + \cdots + n_n m_n$$

M = جرم اتمی میانگین

m = جرم اتمی ایزوتوپ

n = کسر فراوانی ایزوتوپ

نکته جرم اتمی میانگین معمولا بین جرم اتمی سبک ترین و سنگین ترین ایزوتوپ است و هم چنین جرم اتمی میانگین به جرم اتمی ایزوتوپی که فراوانی بیشتری دارد، نزدیک تر است.

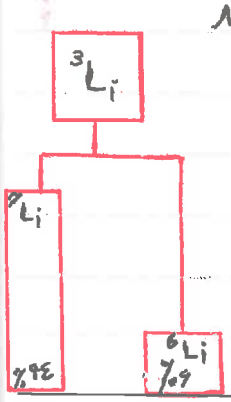
صرفا جهت اطلاع: در اکسیژن با ایزوتوپ های ^{16}O و ^{17}O و ^{18}O: جرم اتمی میانگین از سبک ترین ایزوتوپ هم کمتر است! $O = 15,99$ جرم اتمی میانگین!!!

توجه اگر رابطه جرم اتمی میانگین را براساس درصد فراوانی (f) بنویسیم:

$$M = \frac{m_1 f_1 + m_2 f_2 + \cdots}{f_1 + f_2 + \cdots}$$

مثال ۱

با توجه به شکل زیر جرم اتمی میانگین $_3Li$ را حساب کنید:



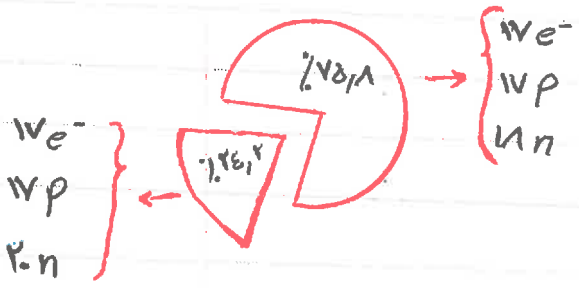
$$M = n_1 m_1 + n_2 m_2$$

$$\Rightarrow M = \left(\frac{94}{100} \times 7\right) + \left(\frac{6}{100} \times 6\right) \Rightarrow M = 6,94$$

دانلود از پلیکشن پادرس

مثال ۲

جرم اتمی میانگین کلر را با توجه به داده‌های زیر حساب کنید.



$$M = x_1 m_1 + x_2 m_2$$

$$M = \left(\frac{۲۴٫۲}{۱۰۰} \times ۳۷\right) + \left(\frac{۷۵٫۸}{۱۰۰} \times ۳۵\right)$$

$$M = ۳۵٫۴۸۴ \ amu$$

توجه! کلر ۲ ایزوتوپ دارد که در آن فراوانی ایزوتوپ سبک تر ۳ برابر ایزوتوپ سنگین تر می‌باشد.

فرمول تکنیکی

۱) در جاهایی که صفحه فقط ۲ ایزوتوپ داشته باشد، از فرمول زیر که با استفاده از قضیه تالس به دست آمده با سرعت بیشتری می‌توان به جواب نهایی دست یافت و محاسبات را به نسبت رابطه قبلی ساده‌تر می‌کند.

$$\frac{\text{جرم اتمی ایزوتوپ سبک} - \text{جرم اتمی متوسط}}{\text{جرم اتمی ایزوتوپ سبک} - \text{جرم اتمی ایزوتوپ سنگین}} = \frac{\text{تعداد ایزوتوپ سنگین در نمونه}}{\text{تعداد کل}}$$

حال مثال ۲ را با این روش حل می‌کنیم:

$$\frac{M - ۳۵}{۳۷ - ۳۵} = \frac{۲۴٫۲}{۱۰۰} \Rightarrow M - ۳۵ = \frac{۴۸٫۴}{۱۰۰}$$

$$\Rightarrow M = ۳۵٫۴۸۴$$

۲) رابطه زیر نیز به نسبت رابطه اولیه و اصلی، ما را راحت‌تر به پاسخ می‌رساند. در این رابطه جرم اتمی میانگین از جرم ایزوتوپ سبک به سمت ایزوتوپ سنگین به نسبت درصد فراوانی آن نزدیک می‌شود.

$$M = \text{جرم ایزوتوپ سبک} + (\text{اختلاف جرم ایزوتوپ دوم با سبک تر} \times \text{فراوانی دوم}) + (\text{اختلاف جرم ایزوتوپ سوم با سبک تر} \times \text{فراوانی سوم}) + \dots$$

توجه! این فرمول را می‌توان با جرم ایزوتوپ سنگین هم نوشت منتهی باید از ایزوتوپ سنگین به سمت ایزوتوپ سبک به نسبت درصد فراوانی نزدیک شد پس علامت ـ تغییر پیدا می‌کند.

$$M = \text{جرم ایزوتوپ سنگین} - (\text{اختلاف جرم ایزوتوپ دوم با سنگین} \times \text{فراوانی دوم}) - (\text{اختلاف جرم ایزوتوپ سوم با سنگین} \times \text{فراوانی سوم}) - \dots$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

توجه!

منظور از فراوانی در رابطه قبل، درصد فراوانی تقسیم بر ۱۰۰ می باشد!

مثال ۳

عنصر A تنها دارای ۲ ایزوتوپ در طبیعت است؛ یکی با ۱۸ نوترون و دیگری با ۲۰ نوترون، اگر جرم اتمی میانگین این عنصر ۳۲amu و فراوانی ایزوتوپ سنگین تر ۴۰٪ باشد، جرم اتمی هر ایزوتوپ را محاسبه کنید؟

با راحتی می توان از فرمول اول استفاده کرد چون، تفاوت ایزوتوپ ها در تعداد نوترون هاست در نتیجه اختلاف جرم ایزوتوپ سنگین و سبک برابر ۲ خواهد بود:

جرم اتمی ایزوتوپ سبک = x

جرم اتمی ایزوتوپ سنگین = y

$$\frac{M - x}{2} = \frac{40}{100}$$

$$\frac{32 - x}{2} = \frac{40}{100}$$

$$\Rightarrow x = 31,2 \rightarrow y = x + 2 \quad y = 31,2 + 2 = 33,2$$

مثال ۴

اگر فراوانی ۳ ایزوتوپ سیلیسیم شامل: ^{28}Si ، ^{29}Si ، ^{30}Si به ترتیب ۹۲٪، ۵٪ و ۳٪ باشد، جرم اتمی میانگین این عنصر را محاسبه کنید؟

$$M = 28 + (1 \times \frac{5}{100}) + (2 \times \frac{3}{100}) = 28 + \frac{5}{100} + \frac{6}{100}$$

از فرمول ۲ استفاده می کنیم:

$$\Rightarrow M = 28,11$$

تمرین ۱

نقره در طبیعت به ۲ صورت ^{107}Ag و ^{109}Ag یافت می شود. اگر جرم اتمی میانگین این عنصر برابر ۱۰۸ amu باشد، درصد فراوانی هر ایزوتوپ را مشخص کنید؟

تمرین ۲

عنصر منیزیم دارای ۳ ایزوتوپ: ^{24}Mg با فراوانی ۷۹٪، ^{25}Mg با فراوانی ۱۰٪ و ^{26}Mg با فراوانی ۱۱٪ باشد. در فصل آینده مقدار عددی، عدد جرمی برابر جرم اتمی هریک از ایزوتوپ ها باشد، جرم اتمی میانگین منیزیم را محاسبه کنید.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

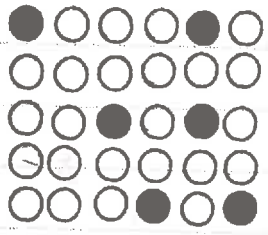
تست ۱

فقره دارای ۲ ایزوتوپ با جرم های اتمی ۱۰۹/۹ و ۱۰۸/۹ است. اگر فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر آن برابر ۵۲٪ باشد جرم اتمی میانگین فقره کدام است؟ (سراسری ریاضی ۸۴)

الف) ۱۰۷/۸۴ ب) ۱۰۷/۸۶ ج) ۱۰۷/۸۸ د) ۱۰۷/۸۹

تست ۲

با توجه به شکل مقابل که توزیع اتم های بور طبیعی را نشان می دهد، می توان دریافت که فراوانی ایزوتوپ ..... نسبت به ..... پایدارتر است و جرم اتمی میانگین بور، برابر با amu ..... است. (خارج از کشور تجربی ۸۵)



$^{10}_{5}B$ $^{11}_{5}B$

الف) $10/1 - {}^{10}_{5}B - {}^{10}_{5}B$ ب) $10/1 - {}^{11}_{5}B - {}^{11}_{5}B$

ج) $10/9 - {}^{11}_{5}B - {}^{11}_{5}B$ د) $10/9 - {}^{10}_{5}B - {}^{10}_{5}B$

تست ۳

عنصر $_{18}M$ با جرم اتمی میانگین ۳۹/۸، دارای ۳ ایزوتوپ طبیعی است که یکی از آن‌ها دارای ۲۰ نوترون و فراوانی ۶۰٪ و دیگری ۱۸ نوترون با فراوانی ۷۰٪ است. شمار نوترون های ایزوتوپ دیگر کدام است؟ (جرم پروتون و نوترون را یکسان و برابر با 1amu در نظر بگیرید) (تجربی خارج از کشور ۹۰)

الف) ۲۱ ب) ۲۲ ج) ۲۳ د) ۲۴

تست ۴

با توجه به داده های جدول زیر، جرم مولکولی ترکیب A_2M_3 چند amu است؟ (عدد جرمی را برابر جرم اتمی با یکای amu در نظر بگیرید)

ایزوتوپ	^{15}A	^{17}A	^{35}A	^{37}A
درصد فراوانی	۱۰	۹۰	۲۰	۸۰

(خارج از کشور ریاضی ۹۵) الف) ۲۱۳/۶ ب) ۲۰۳/۴ ج) ۱۹۸/۵ د) ۱۸۸/۷

دانلود از اپلیکیشن پادرس

تست ۵

عنصر A دارای ۳ ایزوتوپ ^{84}A و ^{86}A و ^{88}A است. اگر درصد فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ آن ۲۰٪ و جرم اتمی میانگین A برابر ۸۶٫۴ باشد، درصد فراوانی ۲ ایزوتوپ دیگر به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟ (عدد جرمی را با تقریب معادل جرم اتمی هر ایزوتوپ در نظر بگیرید) (خارج از کتور تجربی ۹۵)

الف) ۶۰-۲۰ ب) ۴۰-۴۰ ج) ۵۰-۳۰ د) ۶۰-۲۰

۵. شمارش ذره‌ها از روی جرم آن‌ها (مفهوم مول و عدد آووگادرو):

برای اندازه‌گیری جرم ذرات کوچک مانند: عدس، برنج، خاکشیر و ... می‌توان مقدار کمی (مثلاً ۱۰ گرم) از آن‌ها را وزن کرد و سپس تعداد آن‌ها را شمارش کرد و با داشتن وزن کل (۱۰ گرم) و تعداد دانه‌ها می‌توان جرم یک دانه آن‌ها را محاسبه کرد!

مثال: یک ظرف حاوی تعدادی مهره کوچک داریم که ۱۸۵۹٫۷۶ گرم جرم دارد. اگر جرم هر مهره ۴٫۲۹ گرم باشد، برآورد کنید درون ظرف چند مهره وجود دارد؟ (جرم ظرف برابر ۴۵۰٫۰۳ گرم است.)

جرم کل مهره‌ها: $1859.76 - 450.03 = 1409.73$ g

$$\text{تعداد مهره‌ها} = \frac{\text{کل مهره‌ها}}{\text{جرم یک مهره}} = \frac{1409.73}{4.29} = 328 \text{ مهره}$$

از مثال بالا می‌توان به این نتیجه رسید که می‌توان با روش شمارش، جرم ذرات کوچک مانند مهره یا برنج و ... را به دست آورد و از ظرف با تعیین جرم یک عدد مهره یا برنج می‌توان تعداد ذرات آن‌ها را هم محاسبه کرد!

سوال ۱؟

آیا با این ایده می‌توان برای شمارش اتم‌ها و اندازه‌گیری جرم آن‌ها استفاده کرد؟

پاسخ: اتم‌ها به صورت بسیار ریز هستند و به صورت یکی یکی نمی‌توان با شمارش تک تک آن‌ها، تعداد آن‌ها را به دست آورد، ولی می‌توان به صورت غیرمستقیم تعداد اتم‌های موجود در هر ظرفی را با توجه به نکات زیر محاسبه کرد:

دانلود از اپلیکیشن پادرس

۱) دانشمندان با استفاده از دستگاهی به نام طیف سنج جرمی (نه ترازو!) جرم اتم ها را با دقت اندازه گیری می کنند (برحسب گرم)

۲) با داشتن جرم مشخص از عنصر خود و جرم یک اتم از آن می توان تعداد اتم های درون نمونه را محاسبه کرد.

برای مثال؛ حال فرض کنید که جرم یک اتم $^{1}_{1}H$ برابر $1amu$ می باشد و از طرفی دانشمندان با استفاده از دستگاه طیف سنج جرمی جرم یک اتم $^{1}_{1}H$ را عدد $1,66\times10^{-24}gr$ به دست آورده اند بنابراین به این نتیجه می رسیم که:

$1amu = 1,66\times10^{-24}gr$ در این صورت جرم اتم کربن-۱۲ و هر عنصر دیگری برحسب گرم عددهای بسیار کوچک (مثلا برای کربن ۱۲ ← $12\times1,66\times10^{-24}gr$) خواهد بود که کار کردن با آن در معیاس آزمایشگاهی کاری در عمل غیرممکن خواهد بود.

سوال ۲؟

با توجه به اینکه جرم اتم $^{1}_{1}H$ برابر $1,66\times10^{-24}gr$ ($1amu$) است حساب کنید. در یک نمونه یک گرمی از عنصر $^{1}_{1}H$ چند اتم وجود دارد؟ پاسخ:

$$?atom = 1gH \times \frac{1atom}{1,66\times10^{-24}gH} = 6,02\times10^{23}$$

سوال ۳؟

اگر به تعداد $6,02\times10^{23}$ اتم $^{1}_{1}H$ در یک نمونه موجود باشد جرم آن چند گرم خواهد بود؟

$$?g = 6,02\times10^{23}atom \times \frac{1,66\times10^{-24}}{1atom} \simeq 1gr$$

نکته مهم

به عددی که از سوال دوم به دست آمد ($6,02\times10^{23}$) عدد آووگادرو می گویند و آن را با نماد NA نمایش می دهند.

نقش عدد آووگادرو (NA) در شیمی مانند نقش شانه در شمارش تعداد تخم مرغ هاست، با این تفاوت که عدد آووگادرو عدد بسیار بزرگی است و به عبارتی این عدد بیش از بیش دنیای میکرو و سلولی و ما کرو سلولی اتم ها!! به صورتیکه اگر به سوال دوم توجه کنید متوجه خواهید شد که اگر به تعداد $6,02\times10^{23}$ از هر اتم بر روی ترازو قرار داده شود ترازو برحسب گرم عددی را نشان خواهد داد که متناسب عدد جرم اتم است.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

ذره‌ها (اتم، مولکول، یون) یک مول از آن ذره می‌گویند. به طوری که جرم یک مول 6.02×10^{23} از هر ذره برحسب گرم، جرم مولی آن (با واحد $\frac{g}{mol}$) نامیده می‌شود. (مول مانند یک بسته می‌باشد که داخل آن 6.02×10^{23} تعداد اتم با هر ذره دیگری وجود دارد.)

ضرفا جهت اطلاع: هر کهکشان در جهان هستی حدود ۴۰۰ میلیارد ستاره در خود دارد! هم‌چنین تعداد کهکشان‌های جهان هستی حدود ۱۳۰ میلیارد برآورد می‌شود. در این صورت در جهان هستی حدود ۰٫۰۸ مول ستاره وجود دارد!!!

شکل‌های روبرو برای این نکته تاکید دارد که یک مول از اتم‌های مختلف تعداد برابری اتم (6.02×10^{23}) دارند ولی جرم برابری ندارند.

$=6.02\times10^{23}$ atom C

1mol C = 12,01 g C

$=6.02\times10^{23}$ atom Fe

1mol Fe = 55,85 g Fe

نکات:

الف) گرم رایج‌ترین یکای اندازه‌گیری جرم در آزمایشگاه شناخته می‌شود؛ این در حالیست که یکای جرم اتمی، یکای بسیار کوچکی برای جرم به شمار می‌آید و کار با آن در آزمایشگاه در عمل ناممکن است. (در تجزیه از واحد جرم مولی ($\frac{g}{mol}$) در آزمایشگاه و محاسبات بیشتر استفاده خواهیم کرد.) مقدار عددی جرم مولی یک اتم، با جرم اتمی آن یکسان است؛ ولی مفهوم و واحد آن‌ها متفاوت است.)

- جرم یک اتم کربن برابر 12amu است: جرم اتمی C
- جرم یک مول (N_A) کربن برابر 12g است. جرم مولی C

ب) اگر 6.02×10^{23} دانه برف در سطح ایران ببارد، لایه‌ای از برف به ارتفاع قله دنا (4500 m) همه کشور را می‌پوشاند!

دانلود از اپلیکیشن پادرس

ج) آمادئو آووگادرو شیمیدان بزرگ ایتالیایی ست که به افتخار او شمار ذره های موجود در یک مول ماده، برحسب تعداد مولکول های واکنش دهنده توجیه کرد. در واقع خود آووگادرو مقدار عددی این عدد را نتوانست به دست آورد؛ اما وی رفتار گازها را براساس تعداد مولکول های واکنش دهنده مورد بررسی قرار داد و مقدمه کشف و محاسبه این عدد شد. امروزه مقدار این عدد با آزمایش های مختلف از جمله: روش الکتروشیمیایی و روش بلورشناسی به طور دقیق معین شده است.)

جدولها جهت اطلاع: برخی فضانوردها با خود طیف سنج جرمی حمل می کنند و از آن برای شناسایی عنصرها در نقاط گوناگون فضا بهره می گیرند.

▲ دروازه ورود به محاسبات شیمی

! توجه: در کتاب دهم کمتر از محاسبات استوکیومتری و الزهم استفاده شود به صورت محدود خواهد بود و بیشترین استفاده در کتاب شیمی یازدهم و در فصل اول کتاب یازدهم خواهد بود و در آنجا روش های سریع و تکنیکی حل مسائل استوکیومتری مورد بحث قرار خواهند گرفت!

برای انجام محاسبات در علم شیمی دو مول، مهم ترین مفهوم است و نقش پل را در محاسبات ایفا می کند؛ به این معنا که برای انجام کمیت های مختلف به یکدیگر ابتدا آنها را به مول و سپس به سایر کمیت ها تبدیل می کنیم. در فصل اول، محاسبات ساده ای انجام می دهیم که اغلب تبدیل مول، تعداد و جرم به یکدیگر است که این ۳ مفهوم به صورت زیر با یکدیگر ارتباط دارند:

۱) اگر ذرات سازنده ماده اتم باشد:

$$\text{جرم مولی} = \text{عدد اتم} \quad 1\,mol = 6.02\times10^{23}\ \text{اتم}$$

$$\text{مثال: } 1\,mol\,Cu = 6.02\times10^{23}\ \text{عدد اتم} = 64\ \frac{g}{mol}$$

یعنی اگر شما ۶۴ گرم مس داشته باشید، یک مول از این فلز دارید که داخل این مقدار 6.02×10^{23} عدد اتم مس وجود دارد.

۲) اگر ذرات سازنده ماده مولکول باشد:

$$\text{جرم مولی} = \text{عدد مولکول} \quad 1\,mol = 6.02\times10^{23}\ \text{مولکول}$$

$$\text{مثال: } 1\,mol\,H_2O = 6.02\times10^{23}\ \text{عدد مولکول} = 18\ \frac{g}{mol}$$

دانلود از ایکان پرسش

مثال ۱

جرم مولکولی و جرم مولی فسفریک اسید H_3PO_4 را محاسبه کنید.

(H = 1 amu P = ۳۱ amu O = ۱۶ amu)

H_3PO_4 جرم مولکولی $= (۳\times۱) + ۳۱ + (۴\times۱۶) = ۹۸$ amu

H_3PO_4 جرم مولی $= ۹۸ \frac{g}{mol}$

نکته

تفاوت ۲ مفهوم جرم مولی و جرم مولکولی

- جرم مولکولی: جرم یک عدد مولکول برحسب واحد amu می‌باشد.
- جرم مولی: جرم یک مول ماده برحسب واحد $\frac{g}{mol}$ می‌باشد.

مثال ۲

به سوالات زیر پاسخ دهید:

الف) ۵ مول آلومینیوم چند گرم جرم دارد؟ ب) ۰٫۰۱ گرم گوگرد چند مول گوگرد است؟ (1 mol S = ۳۲ g , 1 mol Al = ۲۷ g)

الف) $?g\ Al = ۵\ mol\ Al \times \frac{۲۷\ g\ Al}{1\ mol\ Al} = ۱۳۵\ g\ Al$

ب) $?mol\ S = ۰٫۰۱\ g\ S \times \frac{1\ mol\ S}{۳۲\ g\ S} = ۳٫۱۲۵ \times ۱۰^{-۴}\ mol\ S$

مثال ۳

تعداد اتم‌های موجود در ۰٫۲ مول فلز روی را محاسبه کنید.

$?atom\ Zn = ۰٫۲\ mol\ Zn \times \frac{۶٫۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ atom\ Zn}{1\ mol\ Zn} = ۱٫۲۰۴ \times ۱۰^{۲۳}\ atom\ Zn$

مثال ۴

محاسبه کنید $۹٫۰۳ \times ۱۰^{۲۰}$ اتم مس، چند مول و چند گرم مس است؟

$?mol\ Cu = ۹٫۰۳ \times ۱۰^{۲۰}\ atom\ Cu \times \frac{1\ mol\ Cu}{۶٫۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ atom\ Cu} = ۱٫۵ \times ۱۰^{-۴}\ mol\ Cu$

$?g\ Cu = ۱٫۵ \times ۱۰^{-۴}\ mol\ Cu \times \frac{۶۳٫۵۵\ g\ Cu}{1\ mol\ Cu} = ۰٫۰۹۵\ g\ Cu$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

نکته

جرم 1amu برحسب گرم برابر $\frac{1}{N_A}g$ است. چرا؟

چون مبنای ما $1amu$ برابر $\frac{1}{12}$ جرم اتم ^{12}C در نظر گرفته شده است.

$$\frac{1}{12}\left(C_{\text{اتم}}^{1} \times \frac{1\,mol\ C_{\text{اتم}}}{6.2\times10^{23}\ C_{\text{اتم}}} \times \frac{12g}{1\,mol\ C_{\text{اتم}}}\right) = \frac{1}{12}\left(\frac{12}{6.2\times10^{23}}\right) = \frac{1}{N_A}g$$

$$\Rightarrow 1amu = \frac{1}{N_A}g = 1.99\times10^{-24}g$$

تمرین ۱

۹۰ گرم آب در لیوان است (H_2O) چه تعداد H در آن وجود دارد؟

تمرین ۲

تعداد اتم های موجود در $2.84g$ P_4O_{10} با تعداد مولکول های چند گرم پروپان (C_3H_8) برابر است؟

($P=31, O=16, C=12, H=1\frac{g}{mol}$)

تمرین ۳

اگر جرم یک نمونه سدیم هیدروکسید ($NaOH$) با جرم یک نمونه کلسیم کربنات ($CaCO_3$) برابر باشد؛ نسبت مول های سدیم هیدروکسید به کلسیم کربنات را حساب کنید؟

تمرین ۴

تعداد اتم های موجود در 2.4 گرم از گاز اوزون (O_3) با تعداد اتم های موجود در چند میلی لیتر آب برابر است؟ (چگالی آب برابر $1\frac{g}{mL}$ می باشد.)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

تست

در صورتی که بدانیم حجم ۴ اتم مس در بلور این فلز برابر $4/7 \times 10^{-23} cm^3$ و چگالی بلور مس $8/93 \frac{g}{cm^3}$ است، جرم مولی مس کدام است؟

(المپیاد شیمی ۸۴) الف) ۶۳٫۲ ب) ۶۵٫۳ ج) ۶۱ د) ۶۳٫۵

تست

جرم $3/01 \times 10^{22}$ مولکول از اکسیدی با فرمول عمومی N_mO_n برابر با ۵٫۴ گرم است. نسبت $\frac{n}{m}$ کدام است؟ ($O=16, N=14$: $\frac{g}{mol}$)

(سراسری تجربی ۹۵) الف) ۱ ب) ۲٫۵ ج) ۲ د) ۵٫۲

نور، کلید شناخت جهان

در مباحث قبل به این نتیجه رسیدیم که، عنصرهای مختلف در اثر واکنش های هسته‌ای ایجاد شده اند. حال سوال مهمی که مطرح می شود، این است که: «دانشمندان چگونه نوع عنصرهای موجود در کره زمین و حتی در ستارگان مانند خورشید را تشخیص می دهند.»

بررسی دیگر جرم های خورشید و سایر اجرام آسمانی به دلیل دوری آنها، به طور مستقیم امکان پذیر نیست. و های اجسام بسیار داغ مانند خورشید با دماسنج قابل اندازه گیری نیست؛ زیرا دماسنج در دماهای بالا ذوب می شود.

نوع عنصرهای موجود در خورشید هم به طور مستقیم قابل تشخیص نیست، چرا که ما دسترسی به نمونه‌ای از مواد سطح خورشید نداریم.

نوری که از خورشید و سایر ستارگان و سیاره ها به ما می رسد می تواند کلید پاسخ تمام سوالات در مورد آنها باشد. این نور حاوی اطلاعات ارزشمندی مانند نوع عنصرهای سازنده و دمای سطح ستارگان مختلف باشد

نکته

نور کلیدی است که با استفاده از آن می توان رازهای آفرینش را رمزگشایی کرد و شاید بتوان گفت که نور، کلید قفل صندوقچه رازهای جهان است!

دانلود از اپلیکیشن پادرس

دانشمندان با دستگاهی به نام طیف سنج می توانند از پرتوهای نور گسیل شده از مواد گوناگون، اطلاعات ارزشمندی درباره آنها به دست آورند. دانشمندان نور رسیده از ستارگان و مواد مختلف را به کمک این دستگاه طیف سنج، تجزیه کرده و نوع عنصرهای موجود در آنها را تشخیص می دهند.

* نور چیست؟ نور شکلی از انرژی است که به صورت موج منتشر می شود.

هر موجی دارای انرژی ویژه ای است که به طول موج آن بستگی دارد.

* طول موج: به فاصله دو قله یا دو دره متوالی یک موج، طول موج گفته می شود و واحد اندازه گیری طول موج نانو متر (nm) بوده و با علامت لاندا (λ) نمایش داده می شود.

نکته
طول موج با انرژی موج رابطه عکس دارد؛ به طوریکه هرچه طول موج پرتو کوتاه تر باشد، انرژی بیشتری با خود حمل می کند (انرژی آن بیشتر است).

نکته
نور خورشید اگرچه سفید به نظر می رسد، اما با عبور از قطره های آب موجود در هوا، که پس از بارش باران در هوا پراکنده است، تجزیه می شود (قطره آب مثل یک منشور عمل می کند و اجزای سازنده نور خورشید را از هم جدا می کند) و گستره ای پیوسته از رنگ ها (رنگین کمان خودمان!) را به وجود می آورد. این گستره رنگی، شامل بی نهایت طول موج از رنگ های گوناگون است. همین اتفاق با عبور نور خورشید از یک منشور هم اتفاق می افتد.

توجه!
نور خورشید شامل گستره بسیار محدودی از امواج مرئی و نامرئی است، اما چشم انسان تنها می تواند گستره محدودی از نور خورشید را که شامل رنگ های قرمز، نارنجی، زرد، سبز، نیلی، و بنفش هست را می تواند ببیند که به این محدوده گستره مرئی می گویند. (طول موج ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

مقایسه طول موج و انرژی بخش مرئی نور خورشید به صورت زیر است:

سرخ > نارنجی > زرد > سبز > آبی > نیلی > بنفش = مقایسه طول موج

سرخ < نارنجی < زرد < سبز < آبی < نیلی < بنفش = مقایسه انرژی

نکته

اگر به شکل ۱۷ کتاب درسی دقت کنید متوجه می شوید که هرچه طول موج یک پرتو کوتاه تر باشد پس از عبور از منشور میزان شکست و انحراف آن بیشتر خواهد بود.

سرخ < نارنجی < زرد < سبز < آبی < نیلی < بنفش : میزان شکست و انحراف نور

یا می توان این گونه گفت: هرچه انرژی نور بیشتر ← میزان انحراف و شکست آن هم بیشتر خواهد بود

▲ امواج الکترومغناطیسی

امواج هستند که همگی سرعت ثابتی برابر سرعت نور ($3\times10^{8}\ \frac{m}{s}$) دارند ولی طول موج متفاوتی دارند. نور مرئی بخش کوچکی از امواج الکترومغناطیسی ست.

با توجه به شکل ۱۵ کتاب درسی در صفحه ۲۰، طول موج و انرژی امواج الکترومغناطیسی به صورت زیر است:

امواج رادیویی > ریز موج > پرتو فرو سرخ > نور مرئی > پرتو فرابنفش > پرتو X > پرتو گاما : طول موج

امواج رادیویی < ریز موج < پرتو فرو سرخ < نور مرئی < پرتو فرابنفش < پرتو X < پرتو گاما : انرژی

کاوش کنید (صفحه ۲۱):

هدف از این کاوش کنید این است که: به غیر از نور مرئی بقیه قسمت های امواج الکترومغناطیسی برای انسان و چشم او نامرئی ست ولی با لنگ لنز دوربین موبایل که به پرتوهای فرو سرخ حساس است می توان پرتوهای فرو سرخ کنترل تلویزیون را که اساس کار آنها همین پرتوهای فرو سرخ می باشد را دید و با این آزمایش ما می توانیم پرتوهای فرو سرخ را البته با لنگ

دانلود از اپلیکیشن پادرس

صدرخا جهت اطلاع:

۱ امروزه برای اندازه گیری دمای اجسام راحتی می توان از دماسنج هایی استفاده کرد که بدون تماس با جسم، دمای آن را مشخص می کند. یکی از این دماسنج ها، دماسنج فرو سرخ نام دارد. این دماسنج با جذب پرتوهای فرو سرخ نشر شده از جسم دمای آن ها را نشان می دهد.

صدرخا جهت اطلاع:

با اینکه نور مرئی بخش کوچکی از گستره پرتوهای الکترومغناطیس ست ولی در دیدن رنگ مواد مهم ترین قسمت می باشد. مواد به رنگ نوری که از آنها به چشم ما می رسد دیده می شوند. به عنوان مثال پتاسیم پرمنگنات ($KMnO_4$) تمام طول موج های مرئی را جذب و فقط طول موج بنفش را عبور یا نشر می دهد. در نتیجه این ماده بنفش دیده می شود. ماده ای مانند ذغال تمام طول موج های مرئی را به خود جذب می کند در نتیجه نوری را عبور یا نشر نمی دهد و به رنگ سیاه دیده می شود.

نکته

کتاب درسی در «خود را بیازمایید» صفحه ۲۱ کتاب از ما پرسیده که هریک از دماهای داده شده (۸۰۰، ۱۷۵۰، ۲۷۵۰) به کدام شکل مربوط است؟

قبل از پاسخ باید متذکر شویم که: هرچه دما از ما فاصله گرفته یک ماده افزایش یابد، انرژی جنبشی ذرات آن افزایش و به تبع آن انرژی آن هم افزایش و طول موج نور نشر شده از ماده، به سمت طول موج های کوتاه تر و یا انرژی بیشتر می رود (از رنگ سرخ به طرف رنگ آبی حرکت می کند) در نتیجه، دمای ۸۰۰ درجه سلسیوس مربوط به پشوار (نور سرخ) و دمای ۱۷۵۰°C مربوط به نور شمع (نور زرد) و دمای ۲۷۵۰°C مربوط به نور آبی شعله گاز ($نور آبی$) می باشد.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

مثال
وقتی که ظرفی را به وسیله شعله گاز آتش در جوشکاری گرما می دهیم ابتدا که دما کم بالا می رود نور نشر شده از آن سرخ است و با بالا رفتن دما رنگ نور نشر شده از آن به تدریج آبی تر می شود.

صرفا جهت اطلاع:
در صورت فلک شکارچی (orion) ستاره سمت چپ و بالا به رنگ سرخ و دماهای سطح آن کمتر از دماهای سطح خورشید است. اما ستاره سمت راست و پایین به رنگ آبی و دماهای سطح آن از دماهای سطح خورشید بیشتر است.

نشر نور و طیف نشری

همگی افتتاحیه مسابقات بزرگ ورزشی مثل جام جهانی و المپیک و حتی چهارشنبه سوری خودمان را از تی وی دیده و شاهد آتش بازی با مواد شیمیایی که بر اثر آن رنگ های زیبا و چشم نواز به وجود آمده را دیده ایم.

تجربه نشان می دهد که بسیاری از نمک ها شعله رنگی دارند به طوری که اگر مقداری از محلول نمک را با افشانه روی شعله بپاشیم رنگ شعله تغییر می کند (که به آن آزمون شعله می گویند) برای نمونه:

۱) فلز سدیم (Na) و ترکیب های آن مثل: سدیم نیترات، سدیم کلرید، سدیم سولفات ← زرد رنگ

۲) فلز مس (Cu) و ترکیب های آن مثل: مس(II) نیترات، مس(II) کلرید و مس(II) سولفات ← سبز رنگ

۳) فلز لیتیم (Li) و ترکیب های آن مثل: لیتیم نیترات، لیتیم کلرید، لیتیم سولفات ← قرمز رنگ

و ملاحظه می کنیم که رنگ شعله فلزها یا ترکیبات دارای همان فلز مشابه و یکسان است.

نکته
همانطور که دیدیم رنگ شعله سدیم (Na) زرد است. هم چنین نور زرد لامپ هایی که شب هنگام از آزادراه ها، بزرگ راه ها و خیابان ها را روشن می سازد به خاطر وجود بخار سدیم در آن لامپ هاست.

پادرس

نکته مهم: شعله ترکیب های سدیم (زرد)، لیتیم (سرخ) و مس (سبز) منحصر به فرد است و رنگ نشر شده از هریک فقط با رفتن بسیار کوتاهی از گستره طیف مرئی را دربر می گیرد و می توان به عنوان مثال از روی تغییر رنگ شعله به رنگ قرمز حدس زد که در داخل ماده شیمیایی مورد آزمایش عنصر لیتیم وجود دارد.

نتیجه: از روی تغییر رنگ شعله در آزمون شعله می توان به وجود عنصر خاصی در آن پی برد.

نکته

از لامپ نئون در ساخت تابلوهای تبلیغاتی برای ایجاد نوشته های نورانی سرخ رنگ استفاده می شود.

توجه!

برای شناسایی ناخلصی ها از آزمون شعله استفاده نمی شود و به جای آن از روش تخلیه الکتریکی استفاده می شود که در جلوتر راجع به این موضوع بیشتر صحبت خواهیم کرد.

▲ طیف نشری - خط عناصر

وقتی که از منبع تابش نشر می شود را می توان بوسیله منشور (یا طیف سنج) تجزیه کرده و نور تجزیه شده را روی فیلم عکاسی ثبت کرد. به نتیجه حاصل از تجزیه نور «طیف» گفته می شود. طیف حاصل از تجزیه بر دو نوع است:

۱) طیف پیوسته ۲) طیف گسسته (نشری - خطی)

* طیف پیوسته: طیفی است که در آن تمام طول موج های یک ناحیه وجود دارد. همانطور که قبلا گفتیم اگر نور سفید خورشید را منشور تجزیه کنیم، نتیجه حاصل یک طیف پیوسته است و چون در ناحیه مرئی قرار دارد و ما می توانیم آن را ببینیم به این قسمت از نور خورشید «طیف مرئی» گفته می شود. (قبلا هم گفتیم که رنگین کمان هم طیف پیوسته است که در آن مقدار آب موجود در هوا نقش منشور را بازی می کند!)

* طیف گسسته (نشری - خطی): شیمیدان ها به فرآیندی که در آن یک ماده شیمیایی با جذب انرژی از خود پرتوهای

دانلود از اپلیکیشن یادبرتر

الکترومغناطیس گسیل می دارد نشر می گویند. اگر نور نشر شده از یک عنصر یا ترکیب دارای آن عنصر را از منشور عبور دهیم،

الگوی شامل: خط ها یا نوارهای رنگی مجزا (هر خط یک رنگ و هر رنگ معرف یک طول موج) به دست می آید که به آن

طیف نشری - خطی می گویند.

در طیف پیوسته بی نهایت طول موج رنگی وجود دارد درحالیکه در طیف نشری - خطی (گسسته) فقط تعداد محدودی از طول موج های

رنگی وجود دارد. (هر خط رنگی بر روی طیف نشری - خطی نشان دهنده یک طول موج با انرژی معین می باشد)

همانطور که در خود را بیازمایید صفحه ۲۳ کتاب درسی اشاره کردید: هر عنصر از فلز گرفته تا نافلز، طیف نشری - خطی خاص

خود را دارد که تعداد خط ها، رنگ و حتی محل قرارگیری هر یک منحصر به فرد و اختصاصی آن عنصر است بنابراین: هر عنصر

طیف نشری - خطی ویژه خود را داشته و مانند اثر انگشت انسان می توان از آن طیف برای شناسایی عنصر مورد نظر بهره گرفت

(بدین صورت که ابتدا طیف عنصر مجهول را تهیه کرده و آن را با طیف های مرجع و شناخته شده مقایسه می کنند تا عنصر مورد نظر معلوم شود)

نکته

کاربرد طیف های نشری - خطی از پرخی جنبه ها مانند کاربرد خط انداز (بارکد) روی جعبه یا بسته مواد غذایی و بسیاری از کالاهاست.

هر نوع کالا، خط انداز ویژه خود را دارد که با خواندن آن بوسیله دستگاه لیزری ویژه ای که به رایانه متصل است، نوع و قیمت کالا

به سرعت روی صفحه نمایشگر ظاهر می شود.

جهت اطلاع:

شیمیدان آلمانی به نام رابرت بونزن موفق به ابداع و ساخت دستگاهی شد که به دستگاه طیف بین معروف است.

بونزن بوسیله این دستگاه موفق شد طیف نشری - خطی چند عنصر فلزی را مشخص کند. بونزن مشاهده کرد که هر فلز

طیف نشری - خطی ویژه خود را دارد و این طیف از فلزی به فلز دیگر متفاوت است.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

نکته گازهای مختلف نیز در اثر عبور جریان الکتریسیته داخل یک لامپ (لوله تخلیه الکتریکی) قادر به ایجاد طیف نشری خطی با رنگ مخصوص به خود می باشند. از این رو لامپ های حاوی گازهای مختلف، که رنگ مختلف دارند در تابلوهای تبلیغاتی استفاده می شوند. به عنوان مثال، لامپ نئون نیز خام و لامپ های حاوی بخار سدیم در چراغ راه ها و آزادراه ها، زرد رنگ هستند.

صرفا جهت اطلاع:
در سال ۱۸۶۸ میلادی ستاره شناسان در بررسی طیف نشری، به نام خورشید که متوجه یک سری خطوط نشری شدند که با هیچ عنصری تا آن زمان همخوانی نداشت. این خطوط تک عنصر جدیدی را نوید می داد. عنصری که هلیم (He) نام گرفت (واژه یونانی هلیوس به معنای خورشید است.) در سال ۱۸۹۴ میلادی، رایلیم رامسی شیمی دان اسکاتلندی پس از جداسازی O_2 و N_2 از هوا توانست از باقیمانده هوا، آرگون را به عنوان نخستین گاز نجیب کشف کند. یک سال بعد از این گاز و اکنش ناپذیری را درون هنونه های معدنی اورانیم دار یافت که همان خطوط طیفی را نشان می داد که در خورشید دو دهه سال ۱۸۶۸ (همان هلیم) مشاهده شده بود. به این ترتیب هلیم نیز در زمین کشف شد و ویژگی های آن مورد مطالعه قرار گرفت.

توجه! کتاب درسی در مورد طیف نشری خطی فقط گفته مدرک را بیشتر مورد تاکید و مطالعه قرار داده است در حالیکه هر عنصری در ناحیه غیر مرئی (مثل فرابنفش و فرو سرخ و ...) هم طول موج ها و خطوطی دارد ولی به دلیل نامرئی بودن برای دید انسان از آنها صرف نظر شده است.

مثال
طیف نشری خطی زیر (صفحه ۲۳) از یک عنصر تهیه شده است. با بررسی طیف های نشان داده شده در زیر مشخص کنید که طیف نشری بالا به کدام عنصر تعلق دارد؟ چرا؟ (خود را بیازمایید صفحه ۲۳ کتاب درسی)

این عنصر هیدروژن است با بررسی و مقایسه طیف عنصر مجهول با طیف های هلیم و نئون می توان نتیجه گرفت به دلیل تشابه در موقعیت طول موج ها و تعداد آنها، عنصر مجهول همان هیدروژن است.

دانلود از اپلیکیشن یادیار

تمرین

پژوهشگران در حفاری یک شهر قدیمی، تکه‌ای از یک ظرف سفالی پیدا کردند. آنها برای یافتن نوع عنصرهای فلزی آن به آزمایشگاه شیمی مراجعه کردند و از این نمونه طیف نشری گرفتند. شکل زیر (صفحه ٤٤ کتاب درسی) طیف نشری خطی این سفال و چند عنصر فلزی را نشان می دهد. با توجه به طیف های داده شده مشخص کنید چه فلزهایی در این سفال وجود دارد؟

(تمرین ۱۰ دوره‌ای کتاب درسی صفحه ٤٤)

- مس و کروم
- مس و جیوه
- کلسیم و کروم

کشف ساختار اتم

نتیجه‌ای که از بررسی‌های قبلی حاصل شد این بود که هر عنصر، طیف نشری خطی خاص خود را دارد. اتم هیدروژن به عنوان ساده‌ترین اتم، تنها دارای یک پروتون در هسته و یک الکترون پیرامون آن است و در طیف نشری خطی آن در گستره فرابنفش و خطا با نوار رنگی با طول موج و انرژی معین وجود دارد.

دانشمندان به دنبال ارتباط بین ساختار اتم و طیف نشری خطی هیدروژن بودند که برای اولین بار نیلز بور با پژوهش‌های خود توانست مدلی برای اتم هیدروژن ارائه کند.

نیلز بور اعتقاد داشت که از بررسی تعداد و جایگاه خط‌های موجود در طیف نشری خطی و در نظر گرفتن این موضوع که الکترون انرژی معینی دارد، توانست با موفقیت طیف نشری خطی هیدروژن را توجیه کند.

صرفا جهت اطلاع:

بور تصور می‌کرد الکترون روی مدارهای دایره‌ای شکل به دور هسته می‌چرخد (مدل منظومه شمسی) که بعدها ناصر این قسمت از نظریه او به اثبات رسید و مشخص شد که این مدارها اصلا بصورت شکل هندسی دایره‌ای نمی‌باشد. از طرف دیگر بور از وجود زیرلایه‌ها (در صفحات آینده خواهیم خواند) اطلاع نداشت. بور نیز دانمارکی در سال ۱۹۲۲ جایزه نوبل در فیزیک را از آن خود کرد.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

! توجه با وجود آنکه مدل اتمی بور گام بسیار مهمی برای بهبود نگرش دانشمندان نسبت به ساختار اتم برداشت، اما مدل او هم زیادی نداشت چون به غیر عنصر هیدروژن توانایی توجیه طیف نشری خطی دیگر عنصرها با بیش از یک الکترون را نداشت

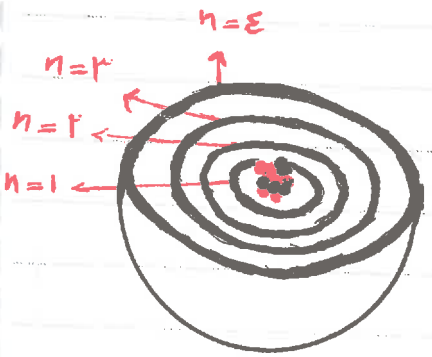
صدفا جهت اطلاع:
طبق اصل های بزرگ حاضر توانیم دقیقا تعیین کنیم که الکترون چگونه در اتم حرکت می کند درحالیکه در مدل بور (مدل منظومه شمسی) برای الکترون حرکت دایره ای در نظر گرفته شده بود

▲ مدل کوانتومی اتم

دانشمندان پس از بور، برای توجیه طیف نشری خطی دیگر عنصرها (به غیر از هیدروژن) و نیز چگونگی نشر فوتون از اتم ها ساختار لایه ای را برای اتم پیشنهاد کردند.

! توجه
ساختار لایه ای هم طیف هیدروژن و هم طیف بقیه عناصر را توجیه می کرد!

در این مدل اتم را کره ای در نظر می گیرند، که هسته در فضایی بسیار کوچک و در مرکز آن جای دارد و الکترون ها در فضای بسیار بزرگتر و در لایه های پیرامون هسته توزیع می شوند. این لایه ها را از هسته به سمت بیرون شماره گذاری می کنند و شماره هر لایه را با n نشان می دهند. n عدد کوانتومی اصلی نامیده می شود که برای لایه اول (نزدیک ترین لایه به هسته) $n=1$، برای لایه دوم $n=2$ و... و برای لایه آخر $n=7$، پیرامون هسته اتم حداکثر ۷ لایه الکترون وجود دارد. (فاصله لایه از هسته با شماره آن رابطه مستقیم دارد.)



شکل ۱۸ کتاب درسی ـ ساختار لایه ای اتم

در شکل ۱۸، ساختار لایه ای را نشان می دهد که هر بخش پررنگ آن، سه‌م‌ترین بخش از یک لایه الکترونی است. بخشی که الکترون های آن لایه، بیشترین وقت خود را

دانلود از اپلیکیشن پادرس

در آن فاصله از هسته پیدا می‌کند به این معنا که الکترون در هر لایه‌ای باشد در همه نقاط پیرامون هسته حضور می‌یابد اما در محدوده پررنگ یاد شده، احتمال حضور بیشتری دارد.

صرفا جهت اطلاع:
به عبارتی که گفته می‌شود احتمال حضور الکترون در آن حدود بیش از ۹۰٪ است، اوربیتال می‌گویند. در حقیقت یک زیرلایه از چند اوربیتال هم انرژی با ℓ یکسان تشکیل شده است!

نکته
انرژی الکترون‌های موجود در اتم با شماره لایه‌ها رابطه مستقیم دارد؛ یعنی هر چه الکترون در لایه دورتری از هسته باشد، انرژی آن بیشتر است.

{سطح انرژی الکترون در لایه‌های مختلف}: $n=1 < n=2 < n=3 < n=4 \text{ ---- } < n=7$

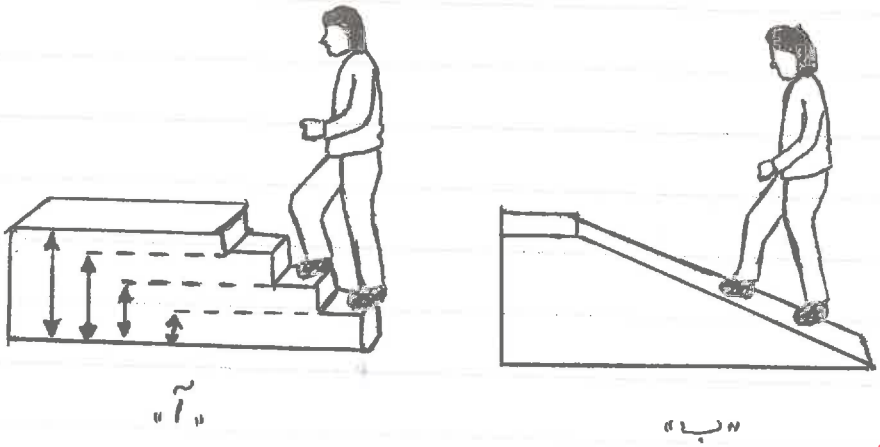
نکته جالب توجه و مهم در این مدل، کوانتومی بودن دادوستد انرژی هنگام انتقال الکترون از یک لایه به لایه دیگر است. در واقع الکترون هنگام انتقال از یک لایه به لایه دیگر، انرژی را به صورت بسته‌های معین جذب (رفتن به n بالاتر) یا نشر (برگشت از n بالاتر به n پایین‌تر) می‌کند.

توجه!
کمیت کوانتومی عبارتی کمیتی که گسسته است و پیوسته نیست. مقدار کمیت‌های کوانتومی مضرب صحیحی از یک مقدار معین است (مثلا دانش‌آموزان کلاس ما ۲۸ نفر است و ۲۸/۵ نفر نیست!)

انرژی الکترون‌ها در لایه‌ها کوانتومی است؛ یعنی یک الکترون به هیچ وجه نمی‌تواند هر مقدار انرژی دلخواه را داشته باشد و مقادیر انرژی آن تنها می‌تواند مقدارهای معین باشد.

برای درک کوانتومی بودن مقدار انرژی الکترون‌ها در لایه‌ها، یک پلکان و یک سطح شیب‌دار را در نظر بگیرید، برای بالا رفتن از پلکان، باید پاهای خود را روی هر پله گذاشته و سپس به پله بالایی رفت.

واضح است که هرگز نمی‌توان جای میان دو پله ایستاد. هم چنین برای بالا رفتن از هر پله باید انرژی معین و حداقل صرف کرد تا بدن را از آن پله به پله بعدی بالا کشید؛ زیرا اگر انرژی به کار رفته کمتر از این مقدار انرژی باشد، دیگر نمی‌توان به پله بالاتر رسید. حال یک سطح شیب دار در نظر بگیرید؛ در این راه دیگر مشکل راه اول پلکان وجود ندارد؛ زیرا در هر لحظه به هر اندازه می‌توان بالا رفت؛ هر جایی که ممکن است ایستاد و به هر مقدار دلخواهی انرژی صرف کرده در این سطح شیب دار دیگر محدودیت موجود در پلکان وجود ندارد. (منظور این که روی سطح شیب دار قدم‌هایی گیرید هر اندازه می‌خواهید می‌توانید داشته باشید ولی منظور این که روی پلکان قرار دارد تنها می‌تواند در ارتفاع‌های خاصی قرار داشته باشد)



شکل ۱۹ کتاب درسی
مقایسه مصرف انرژی به صورت «آ» کوانتومی و «ب» پیوسته

نکته هیچ کس نمی‌تواند جای میان پله‌های یک نردبان بایستد؛ همان گونه که الکترون‌ها میان دو لایه، انرژی معین و تعریف شده‌ای ندارند. این شیوه نردبانی در یافت یا از دست دادن انرژی را شیوه کوانتومی می‌نامند.

نکته خرمن گندم از دور به صورت توده‌ای یکپارچه، زرد رنگ و زیبا است؛ اما با دیدن آن از نزدیک دانه‌های جدا از هم را نشان می‌دهد. پیوستگی توده ماده در نگاه ماکروسکوپی و کوانتومی بودن آن در نگاه میکروسکوپی در این مثال روشن است. انرژی نیز همانند ماده در نگاه ماکروسکوپی پیوسته اما در نگاه میکروسکوپی گسسته یا کوانتومی است. الکترون‌ها در اتم نیز برای گرفتن یا از دست دادن انرژی همانند انتقال بین لایه‌ها با محدودیت‌هایی همانند بالا

دانلود از اپلیکیشن پادرس

رفتن از یکدیگر روبرو هستند؛ الکترون‌ها مانند کسی که نمی‌تواند بین دو پیکان بایستد، نمی‌توانند جایی میان دو لایه قرار گیرند؛ در واقع می‌توان گفت در جایی میان دو لایه انرژی تعریف شده‌ای ندارند.

در صورتی که به اتم‌های جامدی یک منفذ یا دما تابش نور یا برخورد الکترون با انرژی داده شود، الکترون‌ها با جذب انرژی معین (به اندازه تفاوت سطح انرژی دو لایه) از لایه‌ای به لایه بالاتر انتقال می‌یابند. از سوی دیگر هرچه مقدار انرژی جذب شده بیشتر باشد، الکترون‌ها به لایه‌های بالاتری انتقال می‌یابند.

با این توصیف انرژی داده شده هنگام انتقال الکترون‌ها در اتم، کوانتومی است که انرژی در پیمانه‌های معین جذب یا نشر می‌شوند؛ به همین دلیل چنین ساختاری را برای اتم، مدل کوانتومی اتم نامیده‌اند.

▲ حالت پایه و برانگیخته

براساس مدل کوانتومی، الکترون‌ها در هر لایه آرایش و انرژی معین دارند و اتم از پایداری نسبی برخوردار است؛ به طوری که گفته می‌شود اتم در حالت پایه قرار دارد.

از آنجا که انرژی الکترون‌ها در اتم با افزایش فاصله از هسته افزونی می‌یابد. حال اگر به اتم‌های یک عنصر به مقدار کافی و معین انرژی داده شود، (به اندازه اختلاف انرژی حالت پایه و یکی از لایه‌های بالاتر!) الکترون‌ها با جذب انرژی از حالت پایه به لایه‌های بالاتر منتقل می‌شوند که به اتم‌ها در چنین حالتی، اتم‌های برانگیخته می‌گویند. به طور مثال در اتم هیدروژن رفتن الکترون از لایه $n=1$ به هریک از لایه‌های بالاتر ($n=2$ و $n=3$ و ...) باعث برانگیخته شدن اتم می‌شود (به شکل ۲۱ صفحه ۲۶ توجه کنید.)

اتم‌های برانگیخته، چون انرژی کم و بیش بالاتری از حالت پایه هستند، تمایل دارند با از دست دادن مقدار معینی انرژی، به حالت پایدارتر و در نهایت حالت پایدار برگردند.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

! توجه سطح انرژی با پایداری رابطه عکس دارد، همه سامانه‌ها تمایل دارند به حداکثر پایداری که همان حداقل انرژی است برسند.)

برای الکترون نشر فوتون، مناسب‌ترین شیوه برای از دست دادن انرژی است. به همین دلیل الکترون‌های برانگیخته به هنگام بازگشت به حالت پایه، انرژی اضافی خود را که تفاوت انرژی میان دو لایه است به صورت فوتونی با طول موج معین نشر می‌کنند.

! توجه هر چه الکترون مقدار بیشتری انرژی جذب کند به لایه بالاتری (n بزرگتر) انتقال می‌یابد و هنگام از دست دادن انرژی و بازگشت به لایه‌های پایین‌تر (n کوچکتر) مقدار انرژی بیشتری آزاد می‌کند. برای مثال در شکل ۲۰ صفحه ۲۶ کتاب درسی وقتی انرژی جذب شده توسط اتم کمتر باشد به لایه‌های برانگیخته نزدیک انتقال می‌یابد بنابراین هنگام بازگشت به لایه‌های پایین‌تر (پایه) انرژی آزاد شده هم کمتر خواهد بود و فوتون‌هایی با طول موج بیشتر و انرژی کمتری دارد را گسیل می‌کند؛ در حالیکه اگر انرژی جذب شده (داده شده به اتم) بیشتر باشد به لایه‌های بالاتری برانگیخته انتقال می‌یابد و هنگام بازگشت به لایه‌های پایین‌تر (پایه) فوتون با طول موج کمتر و انرژی بیشتر (مثل آبی یا بنفش) گسیل می‌کند.

! نکته مهم حال می‌فهمیم که هر نوار رنگی (هر خط) در طیف خطی نشری هر عنصر، پرتوهای نشر شده هنگام بازگشت الکترون از لایه‌های بالاتر (برانگیخته) به لایه‌های پایین‌تر (پایه) می‌باشد. انرژی لایه‌های الکترونی پیرامون هسته هر اتم ویژه همان اتم و به عدد اتمی آن وابسته است، انرژی لایه‌ها و تفاوت انرژی میان آنها در اتم عنصرهای گوناگون، متفاوت است؛ بنابراین هر عنصر طیف نشری خطی مخصوص به خود را دارد.

▲ طیف نشری خطی هیدروژن

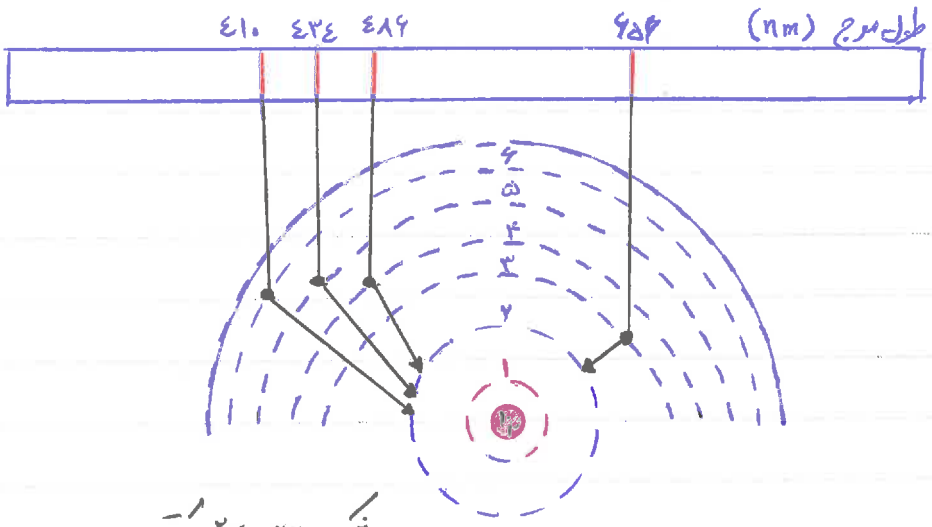
دانلود از اپلیکیشن پادرسی

برای نمونه به شکل ۲۲ صفحه ۲۷ کتاب درسی بیاندازید توجه کنید که منظور ما از طیف نشری خطی هیدروژن خطوط

مرئی (نوارهای رنگی) : حاصل انتقال الکترون از لایه های بالاتر (۶، ۵ و ۴ = n) به لایه پایین تر n=۲ به صورت زیر می باشد :

n=۶ به n=۲ ← نوار بنفش (۴۱۰ nm) n=۵ به n=۲ ← نوار آبی (۴۳۴ nm)

n=۴ به n=۲ ← سبز (۴۸۶ nm) n=۳ به n=۲ ← نوار قرمز (۶۵۶ nm)



شکل ۲۲ صفحه ۲۷ کتاب درسی

چگونگی ایجاد چهار نوار رنگی ناحیه مرئی طیف نشری خطی اتم هیدروژن

نکات مهم

۱) نوار قرمز دارای بیشترین طول موج و کمترین انرژی و نوار بنفش دارای کمترین طول موج و بیشترین انرژی می باشد.

۲) با توجه به شکل کتاب ، هرچه تفاوت عدد کوانتومی اصلی دو لایه بیشتر باشد ← انرژی مبادله شده براثر انتقال الکترون بین آنها بیشتر و در نتیجه طول موج نور نشر شده کوتاه تر خواهد بود.

n=۳ به n=۲ (قرمز) < n=۴ به n=۲ (سبز) < n=۵ به n=۲ (آبی) < n=۶ به n=۲ (بنفش) : مقایسه انرژی نور نشر شده

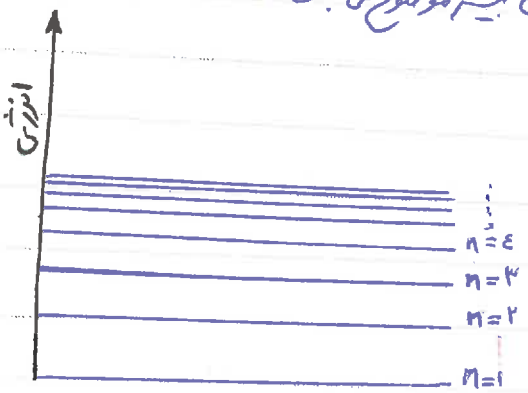
n=۳ به n=۲ > n=۴ به n=۲ > n=۵ به n=۲ > n=۶ به n=۲ : مقایسه طول موج نور نشر شده

۳) تفاوت انرژی بین لایه اول و ۲ بیشتر از تفاوت انرژی بین لایه ۲ و ۳ و آن هم بیشتر از ۳ و ۴ و ... است و هر چه به هسته اتم نزدیک تر می شویم تفاوت انرژی بین دو لایه متوالی افزایش می یابد.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

مقایسه تفاوت انرژی: $[n=2 \to n=1] > [n=3 \to n=2] > [n=4 \to n=3]$ ...

برای نکته شماره ۳ شکل مقابل که از کتاب شیمی چاپ قدیم انتخاب شده گویای بیشتر موضوع می باشد.



۴) نکته مهمی که باید مطرح شود این است که آیا انتقال الکترون از لایه ها بالاتر به $n=1$ یا $n=3$ یا $n=4$ و... اتفاق نمی افتد و اگر می افتد چرا کتاب درسی به انتقال از لایه های بالاتر به لایه $n=2$ بیشتر تاکید کرده؟

در پاسخ باید گفت که این انتقالات هم اتفاق می افتد ولی به غیر از آن ۴ مورد بررسی که در مورد شان صحبت کردیم بقیه انتقالات در ناحیه مرئی نبوده و ما قادر به دیدن آنها نیستیم و نتیجه کلی این است که: از طیف مرئی هیدروژن نتیجه بازگشت الکترون ها از لایه های مختلف به لایه $n=2$ می باشد.

۵) هنگامی که بستانی به عنوان هدیه دریافت می کنید با تکان دادن آن تلاش می کنید از محتویات آن آگاه شوید. شیمی دان ها نیز با دادن انرژی به اتم ها آن را تکان می دهند تا از درون آن خبردار شوند! با این تفاوت که به جای شنیدن صدا، پرتوهای گسیل شده از اتم دریافت و مشاهده می کنند (همان کاری که در مورد هیدروژن انجام دادند و نوارهای مشاهده کردید).

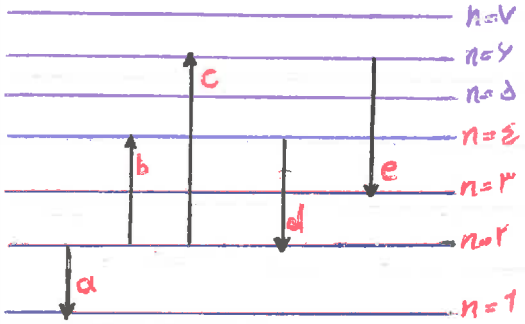
نکته

در تمرین های دوره ای صفحه ۴۲ کتاب درسی گفته که: هرگاه یک جریان الکتریکی متناوب با ۱۱۰ ولتی به یک چراغ شور اعمال شود، چراغ شور مانند شکل به رنگ زرد شروع به درخشیدن می کند. توضیح دهید: در چراغ شورها یون های سدیم وجود دارد. اعمال جریان الکتریکی به چراغ شور باعث می شود برخی از اتم های سدیم برانگیخته شوند و وقتی به حالت پایه برمی گردند نور به رنگ زرد تابش کنند. (شاید سوال شود که گاز برانگیخته نمی شود؟ باید گفت که گاز هم برانگیخته شده و به حالت پایه هم برمی گردد ولی طیف آن در ناحیه مرئی قرار نمی گیرد و در نتیجه دیده نمی شود!)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

مثال ۱

شکل مقابل چند انتقال الکترونی در سطوح انرژی اتم هیدروژن را نشان می دهد، کدام مورد نادرست است؟



الف) در بین انتقال ها سه مورد به همراه نشر و دو مورد به همراه جذب انرژی هستند

ب) طول موج انتقال a از انتقال c بزرگتر است.

ج) انتقال d در ناحیه مرئی بوده و طول موج سبز را در طیف نشری خطی هیدروژن ایجاد می کند

د) در بین انتقال ها، e کمترین و a بیشترین انرژی را نشر می دهند.

پاسخ: ۱) خط های رو به بالا جذب و خط های رو به پائین نشر انرژی را نشان می دهند. ۲ خط رو به بالا و ۳ خط رو به پائین وجود دارد ۲) فاصله n_2 به n_1 از فاصله n_4 تا n_3 بیشتر است در نتیجه طول موج a از c کوچکتر است. ۳) انتقال $n_4 \rightarrow n_2$ موجب ایجاد طول موج سبز در طیف هیدروژن است. ۴) مقایسه انرژی و طول موج:

انرژی طول موج ها نشری: $a > d > e$ ؛ انرژی انتقال ها: $a > c > b = d > e$

انرژی طول موج های جذبی: $c > b$ ؛ طول موج انتقال ها: $a < c < b = d < e$

مثال ۲

کدام یک از جملات زیر صحیح است؟

الف) طیف نشری خطی لیتیم و هیدروژن در ناحیه مرئی دارای ۴ خط می باشد.

ب) امواج نشر شده از کنترل تلویزیون مستقیما با چشم قابل مشاهده است.

ج) برخلاف طیف مرئی، طیف نشری خطی گسسته بوده و مقدار معدودی از طول موج ها را دارد.

د) از روی تغییر رنگ شعله می توان به وجود عنصری فلزی یا نافلزی ترکیب پی برد.

* در گزینه د: از روی تغییر رنگ شعله می توان فقط به وجود عنصری فلزی پی برد و نافلز ها را با آزمون شعله نمی توان شناسایی کرد

تمرین ۱

پرتو مرئی مربوط به کدام انتقال الکترونی در اتم هیدروژن (پایین شاخه پادشاه) است، نسبت به سایر پرتوهای مرئی بیشتر منحرف

می‌شود؟ الف) $n=3 \rightarrow n=2$ ب) $n=6 \rightarrow n=1$ ج) $n=6 \rightarrow n=2$ د) $n=2 \rightarrow n=1$

تمرین ۲

کدام مقایسه با توجه به رنگ شعله لیتیم و سدیم و مس و ترکیب‌های آن‌ها درست است؟

الف) مس(II) نیترات < لیتیم < سدیم نیترات : طول موج ب) لیتیم نیترات < سدیم کلرید < مس : انرژی

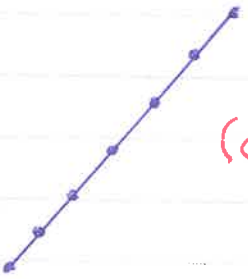
ج) سدیم < مس < لیتیم : طول موج د) لیتیم سولفات < مس(II) سولفات < سدیم سولفات : انرژی

تمرین ۳

کدام شکل سطوح انرژی اتم هیدروژن را درست نشان می‌دهد؟

الف)

ب)

ج) 

د)

تست

براساس مدل اتمی بور، الکترون موجود در اتم هیدروژن ... تراز معکن (... ترین مدار نسبت به هسته) قرار دارد که به تراز انرژی حالت ... موسوم است. (خارج از کنکور ریاضی ۸۵)

الف) پائین ترین - نزدیک - پایه ب) پائین ترین، دور، اصلی

ج) بالاترین، نزدیک، اصلی د) بالاترین، دور، برانگیخته

توزیع الکترون‌ها در لایه‌ها و زیرلایه‌ها

در صفحات قبل گفتیم که مدل بور، تنها قادر به توجیه طیف نشری خطی هیدروژن بود و از اینرو دانشمندان دیگری (در رأس آنها اروین شرودینگر) برای توجیه دقیق ایجاد طیف سایر عنصرها و چگونگی نشر نور در سایر اتم‌ها، مدل اتمی را اصلاح کردند.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

و مدل جدید کوانتومی را ارائه کردند. حال به ویژگی های مدل کوانتومی می پردازیم:

۱) اتم ساختار لایه ای دارد و الکترون ها در لایه های اطراف هسته قرار دارند برای مشخص کردن لایه های الکترونی از عدد کوانتومی اصلی با نماد (n) استفاده می شود. مقادیر مجاز برای n، عددهای صحیح مثبت هستند:

$n = 1, 2, 3, \ldots, 7$ (در اتم حداکثر ۷ لایه وجود دارد)

- n سطوح انرژی لایه های الکترونی را نشان می دهد. هر چه n بالاتر رود ← سطح انرژی لایه الکترونی افزایش می یابد.

$n=1 < n=2 < n=3 < n=4 < n=5 < n=6 < n=7$ سطح انرژی لایه ها

- n تعداد زیر لایه های هر لایه الکترونی را مشخص می کند. $n =$ تعداد زیر لایه های موجود در هر لایه
- n حداکثر گنجایش الکترونی یک لایه الکترونی را مشخص می کند. $2n^2 =$ حداکثر گنجایش الکترونی یک لایه

۲) دانشمندان بعدها به این نتیجه رسیدند که هریک از لایه های الکترونی به بخش های کوچکتری نیز تقسیم می شود که به هریک از این بخش ها، زیر لایه می گویند و به هر نوع زیر لایه یک عدد کوانتومی نسبت می دهند. این عدد کوانتومی با نماد l نمایش داده می شود و به آن در عدد کوانتومی فرعی گفته می شود. مقادیر مجاز l بین ۰ تا $n-1$ می باشد:

- مقادیر عددی l را معمولا با یک سری حروف به عنوان نماد نشان می دهند.

$l = 0, 1, \ldots, n-1$

$l=0 \rightarrow s$ $\quad l=1 \rightarrow p$ $\quad l=2 \rightarrow d$ $\quad l=3 \rightarrow f$

برای مثال در لایه $n=1$، l فقط می تواند ۰ باشد که نشان دهنده زیر لایه s است. در لایه $n=2$ l می تواند ۰ و ۱ باشد که نشان دهنده زیر لایه های s و p است.

- l حداکثر گنجایش الکترونی یک زیر لایه را مشخص می کند $(2(2l+1))$

$2(2l+1) =$ حداکثر گنجایش الکترونی در یک زیر لایه

دانلود از پادکنن

● به طور خلاصه می توان گفت : l (عدد کوانتومی فرعی) موارد زیر را مشخص می کند :

✓ نوع زیرلایه (s یا p یا d یا f)

✓ شکل زیرلایه : چون هر زیرلایه برای خود شکل فضایی خاصی دارد ، مثلا زیرلایه s کروی است و زیرلایه p دمبلی شکل

✓ تعداد الکترون های یک زیرلایه که از رابطه $(2(2l+1))$ یا $4l+2$ به دست می آید .

صدرصد جهت اطلاع !

خود هر زیرلایه هم از تعدادی واحد به نام اوربیتال تشکیل شده که تعداد اوربیتال های هر زیرلایه از رابطه $2l+1$ به دست می آید و هر اوربیتال حداکثر گنجایش ۲ الکترون را دارد . برای همین است که حداکثر تعداد الکترون های یک زیرلایه از رابطه $2(2l+1)$ به دست می آید ضمن ۲ برابر تعداد اوربیتال ها !!

۳) نماد زیرلایه ضمن با دو عدد کوانتومی n و l مشخص می شود . به عبارت دیگر هر زیرلایه را می توان با نماد nl نمایش داد ؛ n نشان می دهد که زیرلایه مورد نظر در کدام لایه قرار دارد و l هم نوع زیرلایه را مشخص می کند . برای نمونه در زیرلایه $2p$ ، $n=2$ و $l=1$ (p) است .

nl ← نوع لایه ، → نوع زیرلایه

مثال در یک جدول همه آنچه که درباره اعداد کوانتومی خواندیم در چهار لایه اول نشان می دهیم .

عدد کوانتومی اصلی	حداکثر تعداد الکترون ها در لایه $(2n^2)$	تعداد زیرلایه (n)	عدد کوانتومی فرعی	نماد زیرلایه	حداکثر گنجایش الکترون در زیرلایه $(4l+2)$
$n=1$	۲	۱	$l=0$	1s	۲
$n=2$	۸	۲	$l=0$	2s	۲
			$l=1$	2p	۶
$n=3$	۱۸	۳	$l=0$	3s	۲
			$l=1$	3p	۶
			$l=2$	3d	۱۰
$n=4$	۳۲	۴	$l=0$	4s	۲
			$l=1$	4p	۶
			$l=2$	4d	۱۰
			$l=3$	4f	۱۴

دانلود از اپلیکیشن پادرس

ارتباط جدول تناوبی با حداکثر تعداد الکترون در لایه ($2n^2$):

عنصرهای جدول تناوبی بر مبنای عدد اتمی یا تعداد الکترون های اتم خود (البته در حالت خنثی) چیده شده اند. به طوری که اتم هیدروژن با یک الکترون و اتم هلیم با دو الکترون به ترتیب اولین و دومین عنصر جدول است. این روند تا عنصر ۱۱۸ جدول دوره ای ادامه می یابد و اتم هر عنصر نسبت به اتم عنصر پیش از خود، یک الکترون بیشتر دارد.

با توجه به اینکه در دوره های اول تا هفتم به ترتیب: ۲، ۸، ۸، ۱۸، ۱۸، ۳۲، ۳۲ عنصر وجود دارد می خواهیم بدانیم که در بین عناصر هر دوره با حداکثر تعداد الکترون همان دوره ارتباطی هست یا خیر؟

در پاسخ باید گفت که: شاید در دوره اول و دوم که به ترتیب گنجایش ($2n^2$) ۲ و ۸ الکترون را دارد صحیح باشد ولی در دوره سوم که گنجایش ۱۸ الکترون را دارد فقط ۸ عنصر وجود دارد. دلیل این موضوع این است که با وجود آنکه در لایه سوم ($n=3$) زیر لایه های 3s، 3p و 3d وجود دارد ولی در عناصر دوره سوم فقط زیر لایه های 3s و 3p پر می شود و زیر لایه 3d پر نمی شود و در دوره چهارم پر می شود. (در کل می توان گفت که در عنصرهای دوره سوم، لایه $n=3$ کاملا پر نمی شود!)

! توجه

این تفاوت (یعنی پر نشدن لایه سوم در عناصر دوره سوم) در دوره های بعدی هم اتفاق می افتد، یعنی در عنصرهای دوره چهارم، لایه چهارم کاملا پر نمی شود، در عنصرهای دوره پنجم لایه پنجم کاملا پر نمی شود و ... دلیل این موضوع را در آینده و در قاعده آفبا خواهیم خواند!

نکته

اگر به جدول تناوبی نگاه کنیم متوجه می شویم که فقط دوره اول جدول، دوره ای یکپارچه است و از یک بخش (زیر لایه s) تشکیل شده و بقیه دوره ها یکپارچه نبوده و از بخش های متفاوت جداگانه (زیر لایه های s و p و d و ...) تشکیل شده اند.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

آرایش الکترونی اتم

رفتار و ویژگی های هر اتم را می توان از روی آرایش الکترونی آن توضیح داد؛ بنابراین یافتن آرایش درست الکترون ها در هر اتم از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. مطابق مدل کوانتومی برای به دست آوردن آرایش الکترونی اتم ها باید الکترون ها اتم هر عنصر در زیر لایه ها با نظم و ترتیب معینی توزیع شود.

هنگام پر شدن اتم از الکترون، نخست زیر لایه 1s و سپس زیر لایه های 2s و 2P از الکترون پر می شود؛ با این توصیف باید در اتم عنصرهای دوره سوم زیر لایه های 3s، 3P، 3d پر شود. از این رو انتظار می رود که این دوره شامل ۱۸ عنصر باشد؛ اما دوره سوم دارای ۸ عنصر است، در واقع در این اتم ها تنها دو زیر لایه 3s و 3P در حال پر شدن است و زیر لایه 3d در دوره بعد (دوره چهارم) شروع به پر شدن می کند. این روند نشان می دهد که پر شدن زیر لایه ها تنها به عدد کوانتومی اصلی (n) وابسته نیست، بلکه از یک قاعده کلی به نام قاعده آفبا پیروی می کند. (aufbau واژه آلمانی به معنای ساختن یا افتراش گام به گام است!)

قاعده آفبا

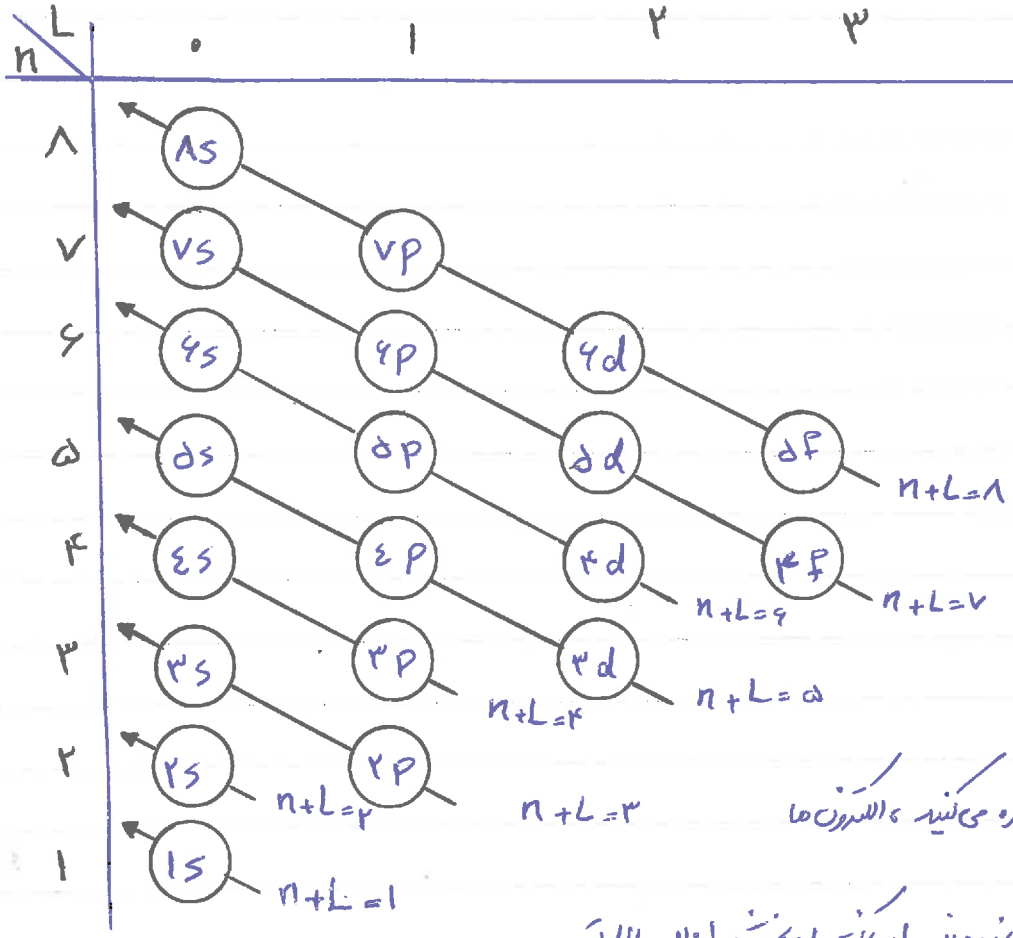
در بخش قبل به این نتیجه رسیدیم که هر یک از لایه های الکترونی از چه زیر لایه هایی ساخته شده اند. قاعده آفبا ترتیب پر شدن زیر لایه ها را در اتم های گوناگون مشخص می کند. مطابق این قاعده هنگام افزودن الکترون به زیر لایه ها، نخست زیر لایه های نزدیک تر به هسته که دارای انرژی کمتر و به تبع آن پایداری بیشتر است، پر می شود و سپس زیر لایه های بالاتر پر خواهد شد. قاعده آفبا با توجه به ۲ نکته زیر ساخته شده است:

۱) هر چه مجموع دو عدد کوانتومی اصلی و فرعی (n+l) برای زیر لایه ای کوچکتر باشد، آن زیر لایه انرژی کمتری دارد و زودتر الکترون وارد آن می شود. برای مثال 3s زودتر از 3P الکترون می پذیرد.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

۲) اگر $(n+l)$ دو زیرلایه یکسان نباشد، زیرلایه‌ای که n آن کوچک‌تر است، انرژی کمتری دارد و پایداری آن بیشتر است و زودتر الکترون وارد آن می‌شود. برای مثال، $2p$ زودتر از $3s$ پر می‌شود.

• با توجه به شکل زیر که در مسیر حرکت پیکان‌ها حرکت کنیم ترتیب پر شدن زیرلایه‌های تمام اتم‌های جدول دوره‌ای مطابق زیر تعیین می‌شود:



توجه!

همانطور که در ترتیب آفبای بالا مشاهده می‌کنید، الکترون‌ها الزاماً با پر شدن یک لایه سراغ لایه دیگر نمی‌روند و امکان دارد بخشی از لایه بالاتر از لایه پایین‌تر خود زودتر پر شود. به عنوان مثال در لایه چهارم از زیرلایه $4s$ موجود در لایه سوم زودتر پر می‌شود.

نکته

ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها در عنصرهای هر دوره جدول دوره‌ای را می‌توان به کمک رابطه زیر نیز بیان کرد. (شماره دوره را برابر n فرض کنید!)

$$ns \rightarrow n \geq 1 \;/\; (n-2)f \rightarrow n \geq 6 \;/\; (n-1)d \rightarrow n \geq 4 \;/\; np \rightarrow n \geq 2$$

برای استفاده از رابطه روبرو: n را به ترتیب از ۱ تا ۷ قرار داده و زیرلایه‌هایی که در هر مرحله ایجاد می‌شوند را در کنار هم قرار دهید. (به همان ترتیبی که از آفبا به دست آوردیم خواهیم رسید (امتحان کنید).

Pedar

حال اوربیتال‌هایی را که ایجاد شدند را کنار هم بنویسیم خواهیم داشت:

$[1s]$ ، $[2s\,2p]$ ، $[3s\,3p]$ ، $[4s\,3d\,4p]$ ، $[5s\,4d\,5p]$ ، $[6s\,4f\,5d\,6p]$ ، $[7s\,5f\,6d\,7p]$

دوره اول — دوره دوم — دوره سوم — دوره چهارم — دوره پنجم — دوره ششم — دوره هفتم

▲ رسم آرایش الکترونی

قبل از رسم آرایش الکترونی باید چگونگی نمایش تعداد الکترون‌ها در یک زیرلایه را بدانیم. بعد از این که تعداد الکترون‌ها در هر زیرلایه به صورت توان و بعد از نماد زیرلایه (nL^{q}) قرار می‌گیرد؛ برای مثال $3p^3$ ، $2p^4$ ، ...

برای رسم آرایش الکترونی هر اتم، ما موظفیم که زیرلایه‌ها را براساس قاعده آفبا شروع به پر کردن کنیم تا جایی که مجموع تعداد الکترون‌های زیرلایه‌ها با تعداد الکترون‌های اتم مورد نظر برابر باشد.

مثال

آرایش الکترونی اتم‌های $_4Be$ ، $_{12}Mg$ ، $_{15}P$ ، $_{22}Ti$ ، $_{33}As$ را رسم کنید.

$_4Be: 1s^2\ 2s^2$ $\quad$ $_{12}Mg: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2$ $\quad$ $_{15}P: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^3$

! توجه

پس از پر کردن زیرلایه‌ها براساس قاعده آفبا، برای نوشتن آرایش الکترونی باید زیرلایه‌ها را براساس n مرتب کنیم برای مثال در $_{22}Ti$:

ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها: $_{22}Ti: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^2$

آرایش الکترونی: $_{22}Ti: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^2\ 4s^2$

ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها $_{33}As: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^3$

آرایش الکترونی $_{33}As: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^3$

▲ آرایش الکترونی فشرده (یا استاندارد از گاز های نجیب)

آرایش الکترونی اتم‌هایی که در بالا نوشتیم را «آرایش الکترونی گسترده» می‌گویند. این گونه رسم آرایش الکترونی

دانلود از اپلیکیشن بانگرسل

مخصوصا در اتم های با عدد اتمی بالا وقت گیر است. به همین دلیل از روش آرایش الکترونی فشرده استفاده می کنند.

در این روش بخش از آرایش الکترونی اتم را که همانند آرایش الکترونی گاز نجیب قبل از عنصر مورد نظر است با نماد شیمیایی گاز نجیب مورد نظر در داخل [ ] می نویسیم و ادامه آرایش الکترونی با قیمانده جدی از گاز نجیب را می نویسیم.

! توجه

قبل از یادگیری این روش باید آرایش الکترونی عناصر موجود در گروه ۱۸ جدول دوره ای موسوم به گازهای نجیب را حفظ باشیم.

$_{2}He: 1s^2$ $_{10}Ne: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6$

$_{18}Ar: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$ $_{36}Kr: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^6$

$_{54}Xe: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^6\ 4d^{10}\ 5s^2\ 5p^6$

$_{86}Rn: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^6\ 4d^{10}\ 5s^2\ 5p^6\ 5d^{10}\ 6s^2\ 6p^6$

مثال

آرایش الکترونی ۱۸ عنصر اول جدول دوره ای را هم به صورت گسترده و هم به صورت فشرده رسم کنید.

$_{1}H: 1s^1$

$_{2}He: 1s^2$

$_{3}Li: 1s^2\ 2s^1 \xrightarrow{\text{آرایش فشرده}} [He]\ 2s^1$

$_{4}Be: 1s^2\ 2s^2 \xrightarrow{\text{فشرده}} [He]\ 2s^2$

$_{5}B: 1s^2\ 2s^2\ 2p^1 \xrightarrow{\text{فشرده}} [He]\ 2s^2 2p^1$

$_{6}C: 1s^2\ 2s^2\ 2p^2 \xrightarrow{\text{فشرده}} [He]\ 2s^2 2p^2$

$_{7}N: 1s^2\ 2s^2\ 2p^3 \xrightarrow{\text{"}} [He]\ 2s^2 2p^3$

$_{8}O: 1s^2\ 2s^2\ 2p^4 \xrightarrow{\text{فشرده}} [He]\ 2s^2\ 2p^4$

$_{9}F: 1s^2\ 2s^2\ 2p^5 \xrightarrow{\text{"}} [He]\ 2s^2\ 2p^5$

$_{10}Ne: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6 \xrightarrow{\text{"}} [He]\ 2s^2\ 2p^6$

$_{11}Na: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1 \xrightarrow{\text{"}} [Ne]\ 3s^1$

$_{12}Mg: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2 \xrightarrow{\text{"}} [Ne]\ 3s^2\ 3p^1$

$_{13}AL: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^1 \xrightarrow{\text{"}} [Ne]\ 3s^2\ 3p^1$

$_{14}Si: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^2 \xrightarrow{\text{"}} [Ne]\ 3s^2\ 3p^2$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

$_{17}Cl: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5 \xrightarrow{\text{فشرده}} [Ne] 3s^2 3p^5$

$_{15}P: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3 \xrightarrow{\text{فشرده}} [Ne] 3s^2 3p^3$

$_{18}Ar: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 \xrightarrow{\text{فشرده}} [Ne] 3s^2 3p^6$

$_{16}S: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 \xrightarrow{\text{فشرده}} [Ne] 3s^2 3p^4$

▲ روش سریع رسم آرایش الکترونی فشرده

در این روش با استفاده از آرایش الکترونی گازهای نجیب و رابطه $[ns \to (n-2)f \to (n-1)d \to np]$ و دانستن این موضوع که در انتهای هر دوره یک گاز نجیب وجود دارد و بعد از هر گاز نجیب زیرلایه ns شروع به پر شدن می کند، مراحل زیر را انجام می دهیم:

۱) ابتدا نماد شیمیایی گاز نجیب قبل از عنصر مورد نظر را پیدا کرده و می نویسیم و با توجه به شماره دوره آن، زیرلایه ns را بعد از آن می نویسیم:

$ns = \text{شماره دوره گاز نجیب} + 1$

۲) حتماً ns را پیدا کردیم طبق رابطه: $[ns \to (n-2)f \to (n-1)d \to np]$ به ترتیب زیرلایه های بعد از ns را هم پر می کنیم تا جایی که مجموع عددهای گاز نجیب و تعداد الکترون های زیرلایه ns و بعد از آن، برابر عدد اتمی عنصر مورد نظر شود.

مثال ۱/

آرایش الکترونی عنصر $_{31}Ga$ را به روش سریع و فشرده بنویسید؟

گاز نجیب قبل از Ga، همان $_{18}Ar$ است و در انتهای دوره سوم قرار دارد و زیرلایه ns بعد از آن برابر $4s$ خواهد بود در نتیجه:

$_{31}Ga: [_{18}Ar] 4s^2 3d^{10} 4p^1 \xrightarrow[\text{برای } n \text{ های یکسان}]{\text{مرتب سازی}} {}_{31}Ga: [_{18}Ar] 3d^{10} 4s^2 4p^1$

مثال ۲/

آرایش الکترونی عنصر قلع $_{50}Sn$ را به روش سریع و فشرده رسم کنید؟

$_{50}Sn: [_{36}Kr] 5s^2 4d^{10} 5p^2 \longrightarrow {}_{50}Sn: [_{36}Kr] 4d^{10} 5s^2 5p^2$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

مثال ۲: گاز بی‌اثر قبل از کلم، $_{36}Kr$ می‌باشد که در انتهای دوره چهارم قرار دارد و بعد از زیرلایه 4s شروع به پر شدن می‌کند و ...

▲ آرایش الکترونی عناصر دوره چهارم

اگر منظور به امتحانات نهایی و تست‌های کنکور سال‌های اخیر بیندازیم متوجه خواهیم شد که از عناصر دوره چهارم به دلیل پیروی خیلی بیشتر از قاعده آفبا (نسبت به دوره‌های بعد از آن) سوالات بیشتری طرح می‌شود. دلیل این موضوع نارسایی‌هایی است که در عناصر دوره پنجم به بعد در عدم پیروی از قاعده آفبا وجود دارد. بنابراین آرایش الکترونی عناصر دوره چهارم را نوشته و نکات آن را به دست می‌آوریم:

$_{19}K: [_{18}Ar]\ 4s^1$ — $_{31}Ga: [_{18}Ar]\ 3d^{10}4s^2 4p^1$ — $_{26}Fe: [_{18}Ar]\ 3d^6 4s^2$

$_{21}Sc: [_{18}Ar]\ 3d^1 4s^2$ — $_{33}As: [_{18}Ar]\ 3d^{10}4s^2 4p^3$ — $_{28}Ni: [_{18}Ar]\ 3d^8\ 4s^2$

$_{23}V: [_{18}Ar]\ 3d^3 4s^2$ — $_{35}Br: [_{18}Ar]\ 3d^{10}4s^2 4p^5$ — $_{30}Zn: [_{18}Ar]\ 3d^{10}4s^2$

$_{25}Mn: [_{18}Ar]\ 3d^5 4s^2$ — $_{20}Ca: [_{18}Ar]\ 4s^2$ — $_{32}Ge: [_{18}Ar]\ 3d^{10}4s^2 4p^2$

$_{27}Co: [_{18}Ar]\ 3d^7 4s^2$ — $_{22}Ti: [_{18}Ar]\ 3d^2 4s^2$ — $_{34}Se: [_{18}Ar]\ 3d^{10}4s^2 4p^4$

$_{29}Cu^*: [_{18}Ar]\ 3d^{10}4s^1$ — $_{24}Cr^*: [_{18}Ar]\ 3d^5 4s^1$ — $_{36}Kr: [_{18}Ar]\ 3d^{10}4s^2 4p^6$

★ قاعده آفبا آرایش الکترونی اغلب عنصرها را به خوبی پیش‌بینی می‌کند، اما برخی عنصرهای جدول نارسایی دارند. امروزه با کمک روش‌های طیف‌سنجی پیشرفته، آرایش الکترونی چنین اتم‌هایی را با دقت زیاد تعیین می‌کنند. معروف‌ترین مثال از عنصرهایی که قسمتی از آرایش الکترونی آنها با قاعده آفبا سازگاری ندارد، دو اتم $_{24}Cr$ و $_{29}Cu$ است.

✓ $_{24}Cr: [_{18}Ar]\ 3d^5 4s^1$ — ✗ $_{24}Cr: [_{18}Ar]\ 3d^4 4s^2$ — آفبا

نتایج طیف‌نمایی

درست: $_{29}Cu: [_{18}Ar]\ 3d^{10}\ 4s^1$ ✓ ← نتایج حلیف سبز ← $_{29}Cu: [_{18}Ar]\ 3d^9\ 4s^2$ X :اشتباه

عنصرهای هم گروه $_{24}Cr$ و $_{29}Cu$ یعنی مولیبدن ($_{42}Mo$) و نقره ($_{47}Ag$) هم مثل مس و کروم آرایش واقعی آنها با قاعده آفبا متفاوت است. (به عنوان تمرین آرایش مورد انتظار مولیبدن و نقره و هم‌چنین آرایش واقعی [حلیف سبز] را به دست آورید.)

دلیل این موضوع وناپایداری بعضی عنصرهای جدول دوره‌ای در کتاب درسی اشاره نشده فقط همین قدر بدانید که زیرلایه d وقتی که نیمه پر (مس و مولیبدن) و پر (مس و نقره) باشد، پایداری است.

نکات آرایش الکترونی (عناصر دوره چهارم):

۱) ۳ عنصر $_{19}K$، $_{24}Cr$، $_{29}Cu$ در آخرین لایه خود یک الکترون دارد. ۲) آرایش ۳ عنصر $_{20}Ca$، $_{30}Zn$، $_{36}Kr$ همه زیرلایه‌ها کاملا پرهستند ۳) زیرلایه‌های 3d، 4s، 4p در حال پرشدن هستند ۴) ۴ عنصر $_{19}K$، $_{24}Cr$، $_{29}Cu$، $_{31}Ga$ در آخرین زیرلایه خود یک الکترون دارند. ۵) ۹ عنصر در آخرین لایه خود دو الکترون دارند ۶) دو عنصر $_{24}Cr$، $_{25}Mn$ فقط زیرلایه 3d نیمه پر (دارای ۵ الکترون) است. ۷) در ۸ عنصر، زیرلایه 3d کاملا پر است.

▲ لایه ظرفیت

اهمیت آرایش الکترونی عنوان به دلیل نمایش آرایش الکترون‌ها در بیرونی‌ترین لایه به نام لایه ظرفیت اتم است.

به بخش آخر آرایش الکترونی که الکترون‌های موجود در آن رفتار اتم در واکنش‌های شیمیایی را تعیین می‌کنند لایه ظرفیت گفته می‌شود. به الکترون‌های این لایه، الکترون‌های ظرفیت اتم می‌گویند.

برای تعیین تعداد الکترون‌های ظرفیت ۲ حالت وجود دارد:

۱) اگر آخرین الکترون عنصری وارد زیرلایه s یا p شود، تعداد الکترون‌های ظرفیت برابر با تعداد الکترون‌های موجود

دانلود از اپلیکیشن کادرس

در آخرین لایه الکترونی، بیشترین مجموع اعداد کوانتومی برابر با n می‌باشد.

۲) اگر آخرین الکترون عنصری وارد زیرلایه nd شود، مجموع تعداد الکترون‌های موجود در زیرلایه s و زیرلایه nd ماقبل آن، تعداد الکترون ظرفیت را نشان می‌دهد (مجموع ns و $(n-1)d$، الکترون‌های لایه ظرفیت خواهند بود.)

توجه!

- همواره ns در لایه ظرفیت حضور دارد، یا به تنهایی یا با np، یا با $(n-1)d$ و یا با $(n-2)f$.
- عبارت «در بیرونی‌ترین لایه اتم همه عنصرها برابر لایه ظرفیت اتم است.» تنها در صورتی صحیح است که آخرین الکترون وارد زیرلایه s یا p شود ولی اگر وارد زیرلایه d شود این عبارت درست نخواهد بود. (به طور کلی در عناصر واسطه به جای لایه ظرفیت از عبارت «الکترون‌های ظرفیت» استفاده می‌شود!)

مثال

لایه ظرفیت و تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت را در اتم عناصر ${}_{11}Na$، ${}_{35}Br$، ${}_{28}Ni$ و ${}_{23}V$ به دست آورید.

${}_{35}Br: [{}_{18}Ar]\,3d^{10}4s^2 4p^5$ ← لایه ظرفیت: $4s^2 4p^5$ ← تعداد الکترون‌های ظرفیت: ۷

${}_{11}Na: [{}_{10}Ne]\,3s^1$ ← لایه ظرفیت: $3s^1$ ← تعداد الکترون‌های ظرفیت: ۱

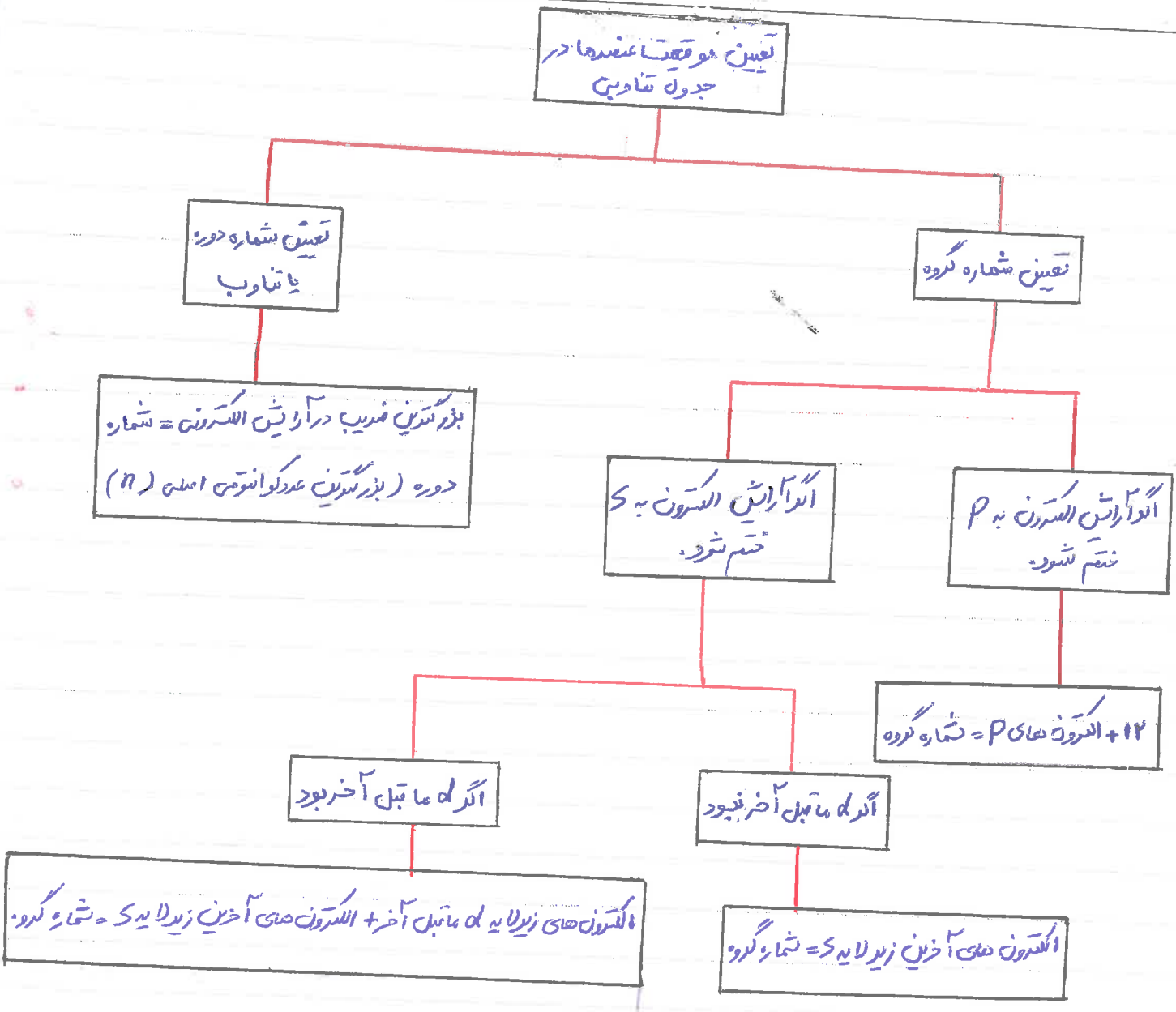
${}_{23}V: [{}_{18}Ar]\,3d^3 4s^2$ ← لایه ظرفیت: $3d^3 4s^2$ ← تعداد الکترون‌های ظرفیت: ۵

${}_{28}Ni: [{}_{18}Ar]\,3d^8 4s^2$ ← لایه ظرفیت: $3d^8 4s^2$ ← تعداد الکترون‌های ظرفیت: ۱۰

▲ تعیین موقعیت و جایگاه عناصر با استفاده از آرایش الکترونی

از روی آرایش الکترونی اتم هر عنصر می‌توان موقعیت آن را در جدول تعیین کرد. برای تفوته به شنودار صفحه بعد توجه فرمایید.

دانلود از اپلیکیشن پادرس



مثال

موقعیت عنصرهای $_{6}C$ ، $_{13}Al$ ، $_{26}Fe$ ، $_{30}Zn$ ، $_{33}As$ ، $_{24}Cr$ را به کمک آرایش الکترونی مشخص کنید.

$_{6}C : [_{2}He]\,2s^2 2p^2 \rightarrow \begin{cases} \text{شماره دوره} = 2 \\ \text{شماره گروه} = 2 + 12 = 14 \end{cases}$

$_{13}Al : [_{10}Ne]\,3s^2 3p^1 \rightarrow \begin{cases} \text{شماره دوره} = 3 \\ \text{شماره گروه} = 1 + 12 = 13 \end{cases}$

$_{26}Fe : [_{18}Ar]\,3d^6 4s^2 \rightarrow \begin{cases} \text{شماره دوره} = 4 \\ \text{شماره گروه} = 2 + 6 = 8 \end{cases}$

$_{30}Zn : [_{18}Ar]\,3d^{10} 4s^2 \rightarrow \begin{cases} \text{شماره دوره} = 4 \\ \text{شماره گروه} = 2 + 10 = 12 \end{cases}$

$_{33}As : [_{18}Ar]\,3d^{10} 4s^2 4p^3 \rightarrow \begin{cases} \text{شماره دوره} = 4 \\ \text{شماره گروه} = 3 + 12 = 15 \end{cases}$

$_{24}Cr : [_{18}Ar]\,3d^5 4s^1 \rightarrow \begin{cases} \text{شماره دوره} = 4 \\ \text{شماره گروه} = 5 + 1 = 6 \end{cases}$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

روش سریع تعیین موقعیت و جایگاه عناصر

برای اینکه خیلی سریع و بدون استفاده از آرایش الکترونی دوره و گروه عناصر موجود در جدول تناوبی را تعیین کنیم باید از گازهای نجیب موقعیت گازهای نجیب به خواص استفاده کنیم.

با توجه به اینکه در انتهای هر دوره و در گروه ۱۸ جدول تناوبی، یک گاز نجیب وجود دارد به راحتی می توان دوره و گروه را برای عناصر دیگر مشخص کرد ولی در ابتدا باید عدد اتمی و دوره گازهای نجیب را بلد باشیم. (با علم به این موضوع که همه گازهای نجیب در گروه ۱۸ و انتهای هر دوره قرار دارند!)

$_{2}He$ ← دوره اول　　$_{10}Ne$ ← دوره دوم　　$_{18}Ar$ ← دوره سوم　　$_{36}Kr$ ← دوره چهارم

$_{54}Xe$ ← دوره پنجم　　$_{86}Rn$ ← دوره ششم　　$_{118}Og$ ← دوره هفتم

تعیین دوره، برای تعیین دوره هر عنصر، باید از انگشتان دست کمک بگیریم، صورتیکه در انتهای هر انگشت یک گاز نجیب وجود دارد. (انتهای انگشت شست ← $_{2}He$، انتهای انگشت اشاره ← $_{10}Ne$، انتهای انگشت میانی $_{18}Ar$ و ...)

باذکر مثال به راحتی می توان موضوع را درک کرد: برای مثال عنصری با عدد اتمی ۱۵ (یعنی $_{15}P$) دوره اول یعنی انتهای انگشت شست را رد کرده است، چون عدد اتمی آن بیشتر از $_{2}He$ است، انتهای تناوب دوم (انگشت اشاره) را هم رد کرده است چون عدد اتمی آن بیشتر از $_{10}Ne$ می باشد ولی به انتهای تناوب سوم (انگشت میانی) نرسیده و در واقع در تناوب سوم قرار دارد.

تمرین

دوره عناصر: $_{26}Fe$، $_{6}C$، $_{29}Cu$، $_{34}Se$، $_{52}Te$، $_{83}Bi$ را تعیین کنید. (با روش سریع)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

• تعیین گروه: برای تعیین گروه هر عنصر ابتدا باید عدد اتمی گازهای نجیب قبل و بعد از عنصر را مشخص کنیم و

در این صورت ۲ حالت پیش می آید:

۱) اگر عدد اتمی عنصر مورد نظر به عدد اتمی گاز نجیب دوره قبل از خود نزدیک تر باشد، تفاوت عدد اتمی عنصر و گاز نجیب، شماره گروه این عنصر را مشخص می کند.

۲) اگر عدد اتمی عنصر مورد نظر به عدد اتمی گاز نجیب هم دوره خود نزدیک تر باشد. باید اختلاف عدد اتمی این عنصر و این گاز نجیب را از عدد ۱۸ کم کنیم تا شماره گروه به دست آید.

مثال

شماره گروه عناصر $_{42}Mo$، $_{21}Sc$، $_{16}S$، $_{31}Ga$ را تعیین کنید (با روش سریع)

$_{42}Mo$: عدد اتمی این عنصر به گاز نجیب دوره قبل از خود نزدیک است: گروه $42-36=6$

$_{21}Sc$: عدد اتمی این عنصر هم به گاز نجیب دوره قبل از خود نزدیک است: گروه $21-18=3$

$_{16}S$: عدد اتمی این عنصر به گاز نجیب هم دوره خود نزدیک است: گروه $18-16=2 \rightarrow 18-2=16$

$_{31}Ga$: عدد اتمی این عنصر نیز به گاز نجیب هم دوره خود نزدیک است: گروه $18-5=13 \rightarrow 36-31=5$

! توجه

۱) این روش با اینکه سریع می باشد ولی بیشتر برای عناصر با عدد اتمی بالا استفاده می شود و در عناصر با عدد پائین با استثنائی روبرو هست که به آنها اشاره می کنیم: الف) در مورد عنصرهای $_5B$ و $_5AL$ با اینکه عدد اتمی این عناصر به گاز نجیب قبل از خود نزدیک تر است ولی گروه این عناصر را باید با عدد اتمی گاز نجیب هم دوره خود (حالت ب) به دست آورد.

ب) در دو عنصر $_6C$ و $_{14}Si$ که اختلاف عدد اتمی آنها با گاز نجیب قبل و بعد از خود برابر است باید گروه این عناصر را با گاز نجیب بعد از خود به دست آورد. اگر شماره گروه این چهار عنصر را بر حسب عدد اتمی گاز نجیب دوره قبل

دانلود از اپلیکیشن نادرس

خودشان حساب می کردیم برای $_{5}B$ و $_{13}Al$ به جای گروه ۱۳ به اشتباه گروه ۳ به دست می آمد و برای $_{6}C$ و $_{14}Si$ به جای گروه ۱۴ به اشتباه گروه ۴ به دست می آمد.

۲) عناصر لانتانیدها (عددهای ۵۷ تا ۷۰) و اکتینیدها (۸۹ تا ۱۰۲) همگی متعلق به گروه ۳ می باشند. و اگر عددهای عنصری جزو لانتانیدها و اکتینیدها باشد بدون توجه وقت گروه ۳ را انتخاب می کنیم و از روش سریع انگشتان دست استفاده نخواهیم کرد.

تمرین

شماره دوره و گروه عناصر: $_{9}F$ ، $_{5}B$ ، $_{17}Cl$ ، $_{27}Co$ ، $_{46}Pd$ ، $_{51}Sb$ ، $_{81}Tl$ را به دست آورید؟

*** روش کشوری**

برای عناصر با عددهای ۲۱ تا ۳۰ و ۳۹ تا ۴۸ (عناصر دسته d) که در کنکور بیشتر مورد نظر مراجعان سوال قرار دارند روش سریع تر هم برای پیدا کردن شماره گروه عناصر هست: الف) از $_{21}Sc$ تا $_{30}Zn$: اگر دو رقم عدد اتمی عنصر مورد نظر را جمع کنیم شماره گروه عنصر مورد نظر به دست می آید به غیر از $_{30}Zn$ که شماره گروه آن ۱۲ می باشد. ب) از $_{39}Y$ تا $_{48}Cd$: اگر دو رقم عدد اتمی عنصر مورد نظر را جمع کنید شماره گروه عنصر مورد نظر به دست می آید به غیر از $_{39}Y$ که شماره گروه آن ۳ می باشد

برای مثال شماره گروه عنصر $_{26}Fe$ ← ۸ ، $_{29}Cu$ ← ۱۱ ، $_{41}Nb$ ← ۵ ، $_{46}Pd$ ← ۱۰

بلوک بندی جدول تناوبی:

۱) بلوک S: عناصری که زیر لایه S آن ها در حال پر شدن است.

✓ این بلوک شامل همه عنصرهای گروه ۱ و ۲ $_{1}H$ و عنصر $_{2}He$ از گروه ۱۸ می باشد (شامل ۱۲ خانه و ۲ نافلز)

✓ در هر دوره جدول تناوبی ۲ عنصر از دسته S وجود دارد.

پادرس

✓ لایه ظرفیت آنها ns^2 می‌باشد (یا یک الکترون در لایه ظرفیت و یا دو الکترون در لایه ظرفیت دارند).

✓ شماره دوره این عنصرها همان ضریب زیر لایه s آخرین لایه (بزرگترین n) می‌باشد.

✓ شماره گروه این عنصرها با تعداد الکترون‌های ظرفیت آنها برابر است به جز $_2He$ که متعلق به گروه ۱۸ می‌باشد.

۲) بلوک P: عناصری که زیر لایه P آنها در حال پر شدن است.

✓ این دسته شامل ۶ عنصر گروه ۱۳ تا ۱۸ به جز $_2He$ می‌باشد (شامل ۳۶ عنصر: ۱۱ فلز، ۷ شبه فلز، ۱۸ فلز)

✓ در دوره‌های ۲ تا ۷ جدول تناوبی قرار دارند و در هر دوره ۲ تا ۷، ۶ عنصر دسته P وجود دارد (چون گنجایش الکترونی زیر لایه P، ۶ الکترون می‌باشد!)

✓ لایه ظرفیت آنها ns^2np^1 می‌باشد (تعداد الکترون‌های ظرفیت آنها بین ۳ تا ۸ عددی می‌باشد.)

✓ شماره دوره این عناصر همان ضریب زیر لایه P آخرین لایه (بزرگترین n) است.

✓ ۱۲ + تعداد الکترون‌های زیر لایه P = شماره گروه عناصر دسته P.

۳) بلوک d: عناصری که زیر لایه d آنها در حال پر شدن است.

✓ این دسته شامل عناصر گروه ۳ تا ۱۲ جدول تناوبی هستند (شامل ۴۰ عنصر که همگی فلز هستند موسوم به فلزات واسطه)

✓ در دوره‌های ۴ تا ۷ وجود دارند و در هر دوره ۴ تا ۷، ۱۰ عنصر دسته d وجود دارد (چون گنجایش الکترونی زیر لایه d ۱۰ الکترون می‌باشد)

✓ لایه ظرفیت دسته d $ns^2(n-1)d^{1-10}$ می‌باشد (تعداد الکترون‌های ظرفیت آنها بین ۳ تا ۱۲ می‌باشد.)

✓ شماره دوره این عناصر همان ضریب زیر لایه s آخرین لایه (بزرگترین n) است.

✓ شماره گروه این عناصر با تعداد الکترون‌های ظرفیت آنها برابر است

دانلود از اپلیکیشن پادرس

۴) بلوک f : عناصری که زیرلایه f آنها در حال پر شدن است.

✓ شامل ۲ ردیف عنصر پایین جدول (۲۸ عنصر) که همگی متعلق به گروه ۳ جدول تناوبی می باشند.

✓ این دسته از عناصر در دوره های ۶ و ۷ جدول تناوبی هستند.

✓ شماره دوره این عناصر همان ضریب زیرلایه s (بزرگترین n) است.

نکته

تعداد ستون های هر دسته از عناصر در جدول دوره ای با حداکثر گنجایش الکترون زیرلایه مربوطه برابر است:

f	d	p	s
↓	↓	↓	↓
۱۴	۱۰	۶	۲

آرایش الکترونی یون ها

الف) آرایش آنیون ها (یون های منفی): برای نوشتن آرایش الکترونی آنیون ها، به تعداد بار منفی به عدد اتمی اضافه کرده و برای مجموع مطابق قواعد آفبا آرایش الکترونی بنویسیم.

نکته: بهتر است پس از نوشتن آرایش الکترونی براساس نحوه پر شدن (انرژی کمتر و پایداری بیشتر) زیرلایه ها را براساس n از کوچک به بزرگ مرتب کنیم.

مثال: آرایش الکترونی یون $_{17}Cl^-$ را بنویسید:

$_{17}Cl^- \rightarrow$ تعداد الکترون $= 17 + 1 = 18$

$_{17}Cl^- \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$

ب) آرایش الکترونی کاتیون ها (یون مثبت): I) آرایش الکترونی اتم خنثی را می نویسیم. II) از بیرونی ترین زیرلایه (زیرلایه ای که n بزرگتری دارد) شروع به جدا کردن الکترون (به تعداد بار مثبت الکترون ها) می کنیم.

مثال: آرایش الکترونی یون $_{26}Fe^{2+}$ را بنویسید.

$_{26}Fe: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^6$ $\xrightarrow{-2e^-}$ $Fe^{2+}: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^6$

دانلود از اپلیکیشن پدرس

تمرین ۱

تعداد چه تعداد از زیر لایه های زیر برای اتم های جدول تناوبی نادرست نمایش داده شده است؟

$1d^4 - 3p^3 - 2f^7 - 4d^{12} - 3s^1 - 2d^5 - 7p^6$

تمرین ۲

با توجه به قاعده آفبا در کدام گزینه ترتیب پرشدن زیر لایه ها درست است؟

الف) sp sp dp sd ps fd ps fdp ب) ss ps ps dp sd ps fd ps fdp

ج) ss ps pd sp ds fd ps د) ss ps dp sd ps fd sp fsp

تمرین ۳

با توجه به آرایش الکترونی $_{33}As$ چه تعداد از عبارت های زیر نادرست است؟

الف) هفت زیر لایه کاملا پر دارد. ب) آخرین الکترون وارد شده در آن دارای عدد کوانتومی $n=4$ و $l=1$ است.

ج) یک زیر لایه نیمه پر دارد. د) نسبت تعداد الکترون های لایه سوم به لایه دوم در آن $\frac{9}{4}$ است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تمرین ۴

در لایه ظرفیت کدام اتم تعداد الکترون بیشتری وجود دارد؟

۱) $_{56}A$ ۲) $_{32}B$ ۳) $_{75}M$ ۴) $_{40}D$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

تمرین ۵

در کدام گزینه به ترتیب (از راست به چپ) عنصر دسته s، عنصر دسته p، عنصر دسته d قرار دارند؟

۱) $_{38}Z$ ، $_{35}Y$ ، $_{19}X$

۲) $_{27}Z$ ، $_{60}Y$ ، $_{12}X$

۳) $_{47}Z$ ، $_{81}Y$ ، $_{38}X$

۴) $_{29}Z$ ، $_{56}Y$ ، $_{41}X$

تست المپیاد

آرایش الکترونی عنصری به $3p^3$ ختم می‌شود این عنصر در لایه چهارم خود چند الکترون دارد؟ (المپیاد شیمی ۱۴)

۱) ۱۵ ۲) ۱۶ ۳) ۱۸ ۴) ۳۲

تست کنکور

در اتم ژرمانیم $_{32}Ge$ ... لایه ظرفیت ... زیرلایه انرژی اشغال شده است که از سمان آنها ... زیرلایه، هریک دارای دو الکترون و ... زیرلایه، هریک دارای شش الکترون است. (سراسری ریاضی ۸۵)

۱) پنج، ده، شش، دو ۲) چهار، هشت، پنج، سه ۳) چهار، هشت، پنج، دو ۴) پنج، ده، شش، سه

تست کنکور

در اتم $_{20}Ca$ ... زیرلایه از الکترون اشغال شده است و الکترون‌های جای گرفته در بیرونی‌ترین زیرلایه اشغال شده آن، دارای عددهای کوانتومی ... $n=$ و ... $l=$ اند. (عددها را از راست به چپ بخوانید.) (سراسری ریاضی ۸۷ با تغییر اندک)

۱) ۷-۴-۰ ۲) ۷-۳-۱ ۳) ۶-۴-۰ ۴) ۶-۳-۱

تست کنکور

در چند اتم عنصرهای دوره چهارم با عددهای ۲۱ تا ۳۰، زیرلایه $3d$ به ترتیب نیمه پر و پر شده است؟ (سراسری ریاضی ۸۸)

۱) ۳و۲ ۲) ۳و۲ ۳) ۲و۲ ۴) ۱و۱

تست کنکور اگر تفاوت شمار الکترون‌های ظرفیت و زیرلایه‌های پر عنصر $_{Z}A$ برابر ۷۵ می‌باشد، عدد اتمی عنصر A و

LIDER

شمار الکترون های ضرجیت اتم آن کدام اند؟ (عددها از راست به چپ بخوانید) (اسراسری ریاضی خارج کشور ۹۷)

۱) ۳-۳۱ ۲) ۵-۳۱ ۳) ۳-۳۳ ۴) ۵-۳۳

تست کنکور
اگر تفاوت شمار الکترون ها و نوترون ها در یون تک اتمی $^{119}A^{4+}$، برابر ۲۳ باشد، عنصر A در کدام گروه و کدام دوره جدول تناوبی جای دارد؟ (اسراسری تجربی خارج کشور ۹۸)

۱) ۱۴-چهارم ۲) ۱۵-پنجم ۳) ۱۶-چهارم ۴) ۱۷-پنجم

تست کنکور
با توجه به ارتباط آرایش الکترونی اتم عنصرها با موقعیت آنها در جدول تناوبی، آرایش الکترونی لایه ظرفیت عنصری که هم گروه $_{51}Sb$ است و در دوره چهارم جای دارد، کدام است؟ (اسراسری تجربی ۹۰)

۱) $4s^2 4p^5$ ۲) $4s^2 4p^3$ ۳) $5s^2 5p^3$ ۴) $5s^2 5p^5$

تست کنکور
اگر تفاوت شمار الکترون ها و نوترون ها در یون تک اتمی $^{207}M^{2+}$ برابر ۴۵ باشد، عنصر M در کدام دوره و کدام گروه جدول تناوبی جای دارد؟ (اسراسری تجربی ۹۰)

۱) پنجم-۱۳ ۲) ششم-۱۴ ۳) پنجم-۱۵ ۴) ششم-۱۶

تست کنکور
اگر عنصر E از گروه ۱۵ با عنصر $_{34}Se$ هم دوره باشد، عدد اتمی عنصر E کدام است و در پیرامونی ترین زیرلایه آن چند الکترون وجود دارد؟ (اسراسری ریاضی ۹۰)

۱) $_{28}N$-۲ ۲) $_{29}A$-۵ ۳) $_{31}D$-۴ ۴) $_{33}M$-۳

دانلود از اپلیکیشن پادرس

تست کنکور

با توجه به اتم‌ها عددهای عنصرها با موقعیت آنها در جدول تناوبی، کدام عنصر، یک عنصر دسته s یا p است؟ (سراسری ریاضی ۹۰)

۱) $_{28}X$ ۲) $_{29}A$ ۳) $_{31}D$ ۴) $_{39}M$

تست کنکور

کدام بیان درباره عنصر $_{34}M$ نادرست است؟ (سراسری تجربی ۹۱)

۱) عنصری اصلی است و در گروه ۱۶ قرار دارد ۲) آرایش الکترونی لایه ظرفیت اتم آن $4s^2 4p^3$ است

۳) با عنصر $_{19}K$ در یک دوره جدول تناوبی قرار دارد ۴) اتم آن ۱۰ الکترون با عدد کوانتومی $l=2$ دارد

تست کنکور

اگر اتم عنصری دارای ۱۷ الکترون با عدد کوانتومی $l=1$ باشد، آخرین زیرلایه اشغال شده آن دارای ... الکترون است و این عنصر در دوره ... و گروه ... جدول تناوبی جای دارد. (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.) (خارج کشور تجربی ۹۱)

۱) ۵ - چهارم - ۱۷ ۲) ۵ - پنجم - ۱۴ ۳) ۷ - پنجم - ۱۴ ۴) ۷ - چهارم - ۱۷

تست کنکور

اگر شمار الکترون‌های زیرلایه $4s$ اتم عنصر A دو برابر شمار الکترون‌های این زیرلایه در اتم عنصر B و شمار الکترون‌های زیرلایه $3d$ اتم آن برابر نصف شمار الکترون‌های زیرلایه در اتم B باشد، A و B به ترتیب از راست به چپ، کدام دو عنصر در دوره چهارم جدول تناوبی‌اند؟ (سراسری ریاضی ۹۲)

۱) $_{24}Cr$ و $_{29}Cu$ ۲) $_{25}Mn$ و $_{29}Cu$ ۳) $_{24}Cr$ و $_{30}Zn$ ۴) $_{25}Mn$ و $_{30}Zn$

تست کنکور

آرایش الکترونی کدام اتم نادرست است؟ اما شماره دوره و گروه آن در جدول تناوبی درست بیان شده است؟

۱) $_{24}Cr : [_{18}Ar]\ 3d^5 4s^1$ - چهارم - ۶

۲) $_{47}Ag : [_{36}Kr]\ 4d^{10} 5s^1$ - پنجم - ۱۱

۳) $_{53}I : [_{36}Kr] 4d^{10} 5s^2 5p^5$ - پنجم - ۱۷

۴) $_{32}Ge : [_{18}Ar] 3d^{10} 4s^2 4p^2$ - چهارم - ۱۴

(خارج کشور ریاضی ۹۱)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

تست کنکور
عنصری که در دوره چهارم و گروه هفدهم جدول تناوبی جای دارد، به ترتیب از راست به چپ، چند الکترون در زیرلایه‌های p دارد و چند الکترون در آخرین زیرلایه‌ی اشغال شده آن جای دارد؟ (خارج کشور تجربی ۹۲)

۱) ۵-۱۵ ۲) ۵-۱۵ ۳) ۵-۱۷ ۴) ۵-۱۷

تست کنکور
عنصر $_{52}A$ با عنصر ـــ در جدول تناوبی هم گروه است و آخرین زیرلایه اشغال شده اتم آن ـــ است. (سراسری ریاضی ۹۳ با تغییر کلمه)

۱) $_{34}K$ ، $4p^4$ ۲) $_{32}Y$ ، $4p^2$ ۳) $_{34}K$ ، $5p^4$ ۴) $_{32}Y$ ، $5p^2$

تست کنکور
کدام عنصر در جدول تناوبی با نیکل ($_{28}Ni$) هم گروه است؟ (تجربی خارج از کشور ۹۲)

۱) $_{42}Mo$ ۲) $_{46}Pd$ ۳) $_{48}Cd$ ۴) $_{56}Ba$

تست کنکور
در میان چهار عنصر $_{19}A$ ، $_{19}K$ ، $_{3i}Y$ ، $_{36}D$ کدام دو عنصر به ترتیب در یک دوره و کدام دو عنصر در یک گروه جدول تناوبی جای دارند؟ (گزینه‌ها از راست به چپ بخوانید) (خارج کشور تجربی ۹۳)

۱) (D ، Y) - (D ، A) ۲) (D ، Y) - (K ، A) ۳) (D ، A) - (Y ، K) ۴) (Y ، A) - (D ، K)

تست کنکور
عنصری که شمار الکترون‌های زیرلایه ۳d و ۴s در اتم آن برابر است، در کدام گروه جدول تناوبی جای دارد؟ (خارج کشور تجربی ۹۴ - با تغییر)

۱) ۱۴ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۶

تست کنکور
اگر عنصر $_{32}A$ با عنصر K از گروه ۱۵ جدول تناوبی هم دوره باشد، عنصر A در کدام گروه جدول تناوبی جای دارد و عدد اتمی عنصر K کدام است؟

دانلود از اپلیکیشن پادرس

۱) سیزدهم ـ ۳۱ ۲) سیزدهم ـ ۳۳ ۳) چهاردهم ـ ۳۱ ۴) چهاردهم ـ ۳۳

تست کنکور

اتم که دارای الکترون با عددهای کوانتومی $n=4$ و $l=3$ است در کدام دوره و در کدام دسته از عنصرهای جدول تناوبی جای دارد؟ (سراسری تجربی ۹۵ ـ با تغییر اندک)

۱) ششم ـ d ۲) ششم ـ f ۳) چهارم ـ d ۴) چهارم ـ f

تست کنکور

عنصری که آخرین لایه الکترونی اشغال شده اتم آن $4s^2 4p^3$ است، در کدام گروه و کدام دوره جدول تناوبی قرار دارد؟ (سراسری ریاضی ۹۶)

۱) ۱۳ ـ چهارم ۲) ۱۳ ـ پنجم ۳) ۱۵ ـ چهارم ۴) ۱۵ ـ سوم

تست کنکور

کدام مطالب در مورد جدول تناوبی عنصرها درست است؟ (سراسری ریاضی ۹۶ ـ با تغییر اندک)

۱) آخرین عنصر دوره هر دوره در گروه ۱۰ جای دارد. ۲) نخستین عنصرهای گروه ۱۴ تا ۱۸، در شرایط معمولی گازند.

۳) آخرین زیرلایه اشغال شده اتم عنصرهای دوره اول، دارای ۲ الکترون است.

۴) عنصرهای دسته p، در زیرلایه ماقبل آخر خود ۲ الکترون دارند.

تست کنکور

گازهای نجیب در کدام گروه جدول تناوبی عنصرهایی دارند که تفاوت عددهای گاز نجیب دوره اول و دوره سوم کدام گزینه است؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید)

۱) ۱۷ ـ ۱۶ ۲) ۱۷ ـ ۱۸ ۳) ۱۷ ـ ۱۸ ۴) ۱۶ ـ ۱۸

تست کنکور

کدام سه عنصر در زیرلایه p با بالاترین لایه اشغال شده اتم خود، الکترون ندارند؟ (سراسری تجربی ۹۷)

۱) $_{39}G - _{30}X - _{27}A$ ۲) $_{39}G - _{31}Z - _{27}A$

۳) $_{36}E - _{30}X - _{21}M$ ۴) $_{36}E - _{31}Z - _{21}M$

دانلود از اپلیکیشن چادرس

تست کنکور

کدام عبارت درباره جدول تناوبی عنصرها درست است؟ (سراسری ریاضی ۹۷ - با تغییر اندک)

۱) در عنصرهای $_{24}Cr$ و $_{25}Mn$ در لایه آخر دو الکترون وجود دارد.

۲) عنصرهای دسته p همگی نافلزها و گازی شکل هستند.

۳) دو عنصد $_{22}Z$ و $_{29}X$ جزو فلزهای واسطه بوده و هم گروه هستند.

۴) لانتانیدها و اکتینیدها در دوره‌های ششم و هفتم جدول تناوبی جای دارند.

تست کنکور

در چهارمین لایه الکترون اتم عنصرها ... تعداد برابر با عددکوانتومی l و حداکثر ... الکترون می‌تواند وجود داشته باشد و عنصرهایی که آخرین الکترون آنها در زیرلایه‌های مربوط به این لایه قرار می‌گیرند، در ... دوره مختلف جدول تناوبی جای دارند. (خارج کشور تجربی ۹۷ - با تغییر اندک)

۱) ۳ - ۱۸ - دو ۲) ۳ - ۱۸ - سه ۳) ۴ - ۳۲ - دو ۴) ۴ - ۳۲ - سه

تست کنکور

اگر تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌های یون تک اتمی $_{79}X^{3-}$ برابر ما باشد در بیرونی‌ترین زیرلایه اتم آن ... الکترون جای دارد و عددکوانتومی عنصر X، برای ... است. (خارج کشور ریاضی ۹۷)

۱) ۳ - ۳۱ ۲) ۳ - ۳۳ ۳) ۵ - ۳۱ ۴) ۵ - ۳۳

ساختار اتم و رفتار آن

مدرسه‌های شیمی دان‌ها نشان داده است که عناصر گروه ۱۸ جدول تناوبی موسوم به گازهای نجیب در طبیعت به شکل تک اتمی یافت می‌شوند، به عبارت دیگر این گازها واکنش ناپذیر بوده یا واکنش پذیری خیلی کمی دارند و به همین دلیل

دانلود از اپلیکیشن پادرس

هم پایدارند و اصلا دلیل نام گذاری آنها به «گازهای بی‌اثر» برای همین عدم واکنش پذیری آنهاست.

اگر نگاهی به آرایش الکترون لایه ظرفیت این عنصرها بیندازیم پی خواهیم برد که این عنصرها (به جز $_2He$) در آخرین لایه الکترونی هشت الکترون دارند و می‌توان به این نتیجه رسید که «دلیل واکنش پذیری کم و پایداری گازهای بی‌اثر همین تکمیل بودن لایه ظرفیت آنهاست».

نتیجه: بین پایداری و آرایش الکترونی لایه ظرفیت اتم‌ها رابطه‌ای به این صورت برقرار است که «اگر لایه ظرفیت اتمی، همانند گازهای بی‌اثر هشتایی باشد (Octet)، آن اتم واکنش پذیری چندانی ندارد؛ به عبارت دیگر اگر لایه ظرفیت اتمی هشتایی نباشد، آن اتم واکنش پذیر است».

! توجه

$_2He$ هم به مانند دیگر گازهای بی‌اثر واکنش پذیری کمی دارد ولی $_2He$ هشتایی نیست و دوتایی است و اگر آرایش اتمی به مانند $_2He$ باشد آن اتم هم واکنش پذیری چندانی ندارد.

▲ آرایش الکترون ـ نقطه‌ای

گیلبرت نیوتن لوویس شیمیدان مشهور امریکایی، برای توضیح و پیش بینی رفتار اتم‌ها، آرایشی به نام آرایش الکترون ـ نقطه‌ای پیشنهاد کرد که در آن الکترون‌های ظرفیت هر اتم، پیرامون نماد شیمیایی با نقطه نمایش داده می‌شود؛ برای رسم آرایش الکترون ـ نقطه‌ای هر اتم می‌توان نقطه گذاری را از یک سمت برای مثال از سمت راست نماد شیمیایی عنصر آغاز کرد (هر نقطه = یک الکترون) و نقطه‌های بعدی را در زیر، چپ و بالای آن گذاشت. در صورت وجود الکترون‌ها بیشتر، نقطه‌ها را شروع به جفت کردن می‌کنیم.

! توجه: هیچ ضرورتی ندارد که نقطه گذاری از کجا شروع شده و این که هنگام جفت کردن نقطه‌ها، کدام سمت را ابتدا جفت کنیم!!

دانلود از اپلیکیشن پادرس

مثال

آرایش الکترون نقطه‌ای اتم عناصر: $_{11}Na$، $_{13}AL$، $_{6}C$، $_{15}P$، $_{17}CL$ را بنویسید.

$_{11}Na \rightarrow Na^{\cdot}$ $\quad$ $_{13}AL \rightarrow \cdot\dot{A}L\cdot$ $\quad$ $_{6}C \rightarrow \cdot\dot{C}\cdot$ $\quad$ $_{15}P \rightarrow \cdot\ddot{P}:$ $\quad$ $_{17}CL \rightarrow :\ddot{C}L:$

مثال

جدول زیر را کامل کنید.

عنصر	$_3Li$	$_4Be$	$_5B$	$_6C$	$_7N$	$_8O$	$_9F$	$_{10}Ne$
آرایش الکترون فشرده	$[He]2s^1$	$[He]2s^2$	$[He]2s^22p^1$	$[He]2s^22p^2$	$[He]2s^22p^3$	$[He]2s^22p^4$	$[He]2s^22p^5$	$[He]2s^22p^6$
تعداد الکترون‌های ظرفیت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
آرایش الکترون نقطه‌ای	$Li^{\cdot}$	$\cdot\dot{B}e\cdot$	$\cdot\dot{B}\cdot$	$\cdot\dot{C}\cdot$	$\cdot\ddot{N}:$	$\cdot\ddot{O}:$	$:\ddot{F}:$	$:\ddot{N}e:$
عنصر	$_{11}Na$	$_{12}Mg$	$_{13}AL$	$_{14}Si$	$_{15}P$	$_{16}S$	$_{17}CL$	$_{18}Ar$
آرایش الکترون فشرده	$[Ne]3s^1$	$[Ne]3s^2$	$[Ne]3s^23p^1$	$[Ne]3s^23p^2$	$[Ne]3s^23p^3$	$[Ne]3s^23p^4$	$[Ne]3s^23p^5$	$[Ne]3s^23p^6$
تعداد الکترون‌های ظرفیت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
آرایش الکترون - نقطه‌ای	$Na^{\cdot}$	$\cdot\dot{M}g\cdot$	$\cdot\dot{A}L\cdot$	$\cdot\dot{S}i\cdot$	$\cdot\ddot{P}:$	$\cdot\ddot{S}:$	$:\ddot{C}L:$	$:\ddot{A}r:$

با توجه به جدول بالا:

آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم عنصرهای یک گروه یکسان است - زیرا عناصر موجود در یک گروه آرایش الکترون لایه ظرفیت مشابهی دارند.

در عناصر دسته S و P، تعداد نقاط در آرایش الکترون نقطه‌ای (تعداد الکترون‌های ظرفیتی) برابر عدد یکان شماره گروه آنها می‌باشد (به جز $_2He$)

همه الکترون‌های ظرفیت اتم عنصرهای گازهای نجیب به صورت جفت شده‌اند. و به خاطر همین موضوع است که این عناصر تمایلی برای انجام واکنش ندارند. (می‌توان گفت هدف از واکنش اتم‌های عناصر با هم و با اتم عناصر دیگر

دانلود از اپلیکیشن

جفت نبودن تک الکترون های موجود در آرایش الکترون نقطه ای است!

جهت اطلاع:

گیلبرت نیوتن لوویس (۱۹۴۶-۱۸۷۵) یکی از پیشتازان دانش شیمی و بنیانگذار نظریه تشکیل پیوند شیمیایی و نظریه الکترون اسید-باز بود. او واژه فوتون را برای ذره های سازنده نور پیشنهاد کرد. این شیمی فیزیکدان آمریکایی ۳۵ بار نامزد دریافت جایزه نوبل شد. اما هیچ گاه این جایزه را دریافت نکرد. این ناکامی هیچ چیز از ارزشمندی، ماندگاری و تاثیر گذاری کارهای علمی لوویس کم نمی کند.

▲ آرایش گاز نجیب $_{2}He$ روی همه:

رفتار شیمیایی هر اتم به تعداد الکترون های ظرفیت آن بستگی دارد. به طوری که می توان اسیدن به آرایش گاز نجیب (هشتایی شدن و دوتایی شدن!) را، مبنای همه واکنش پذیری و رفتار اتم ها دانست. اتم ها همه تلاش خود را می کنند که با از دست دادن الکترون یا گرفتن الکترون (تشکیل یون) و هم چنین به اشتراک گذاشتن الکترون (تشکیل پیوند کوالانسی) به آرایش گاز نجیب برسند و پایدارتر شوند. در واقع می توان گفت: در رفتار شیمیایی اتم شامل گرفتن الکترون، از دست دادن الکترون و هم چنین به اشتراک گذاشتن الکترون می باشد.

یادآوری: در علوم سال نهم دیدید که هرگاه اتم های سدیم و کلر کنار یکدیگر قرار گیرند اتم های سدیم با از دست دادن یک الکترون به یون سدیم (Na^+) و اتم کلر با گرفتن یک الکترون به یون کلرید (Cl^-) تبدیل و در این واکنش سدیم کلرید (نمک خوراکی) تولید می شود.

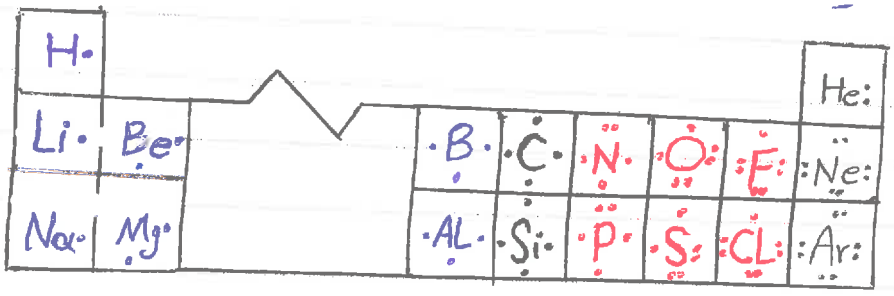
نکته: اتم ها برای رسیدن به قاعده هشتایی (اوکتت) از دو راه:

الف) تشکیل یون
- تشکیل کاتیون (از دست دادن الکترون): Na^+ ، Ca^{2+}
- تشکیل آنیون (گرفتن الکترون): Cl^- ، N_3^-

ب) به اشتراک گذاشتن الکترون (تشکیل پیوند کوالانسی)

بررسی ها نشان می دهد که اغلب اتم های عناصر گروه اصلی (دسته s و دسته p) در طبیعت به صورت یون در ترکیب ها

گونا گون یافت می شود. به جدول زیر توجه کنید:



با توجه به جدول بالا که مربوط به آرایش الکترون نقطه ای عناصر گروه اصلی (دسته s و p) هستند، تمایل این عناصر

را در واکنش های شیمیایی مورد نقد و بررسی قرار می دهیم:

هیدروژن در لایه ظرفیت خود یک الکترون دارد و برای رسیدن به آرایش گاز نجیب $_2He$، نیاز به یک الکترون

دارد که این یک الکترون را بیشتر با به اشتراک گذاشتن الکترون با خود و اتم های دیگر (پیوند کوالانسی) به دست

می آورد تا تشکیل یون H^-!

صرفا جهت اطلاع:

هیدروژن می تواند در واکنش با فلزهای گروه اول و دوم، یک الکترون از این فلزات بگیرد و به یون H^- (هیدرید)

تبدیل شود. برای مثال: سدیم هیدرید (NaH) و کلسیم هیدرید (CaH_2) و حتی در شرایطی خاص هیدروژن،

آن یک الکترون خود را هم از دست می دهد و تبدیل به یون هیدروژن (H^+) که فقط یک پروتون دارد و حتی

ما می آن را پروتون می نامند، تبدیل می شود.

لیتیم ($_3Li$) با از دست دادن یک الکترون و تبدیل شدن به Li^+ به آرایش دوتایی پایدار $_2He$ می رسد.

عنصرهای گروه دوم مثل $_{20}Ca$ و $_{12}Mg$ (به جز $_4Be$) با از دست دادن دو الکترون و تبدیل شدن به یون مثبت

با آرایش X^{2+} به آرایش هشتایی پایدار و آرایش گاز نجیب دوره قبل از خود می رسند.

دانلود از اپلیکیشن پارسی

شاید از برلیم انتظار داشته باشیم به مانند سایر عناصر گروه ۲ با از دست دادن دو الکترون و آرایش Be^{2+} به آرایش دوتایی پایدار گاز نجیب $_2He$ برسد ولی Be تمایل دارد الکترون به اشتراک بگذارد و حتی تمایلی به تشکیل یون Be^{2+} ندارد.

صرفا جهت اطلاع:

$_4Be$ به دلیل شعاع نسبتاً کوچکی که دارد و الکترونگاتیوی نسبتا بالا و همچنین قطبش پذیری زیادی که دارد تمایل به اشتراک الکترون و تشکیل پیوند کوالانسی دارد مانند BeF_2، $_4Be$ تنها عنصر قلیایی خاکی (گروه ۲) که با آب یا بخار آب داغ واکنش نمی دهد و حتی در دمای پایین تر از ۶۰۰ درجه سلسیوس نیز اکسایش نمی یابد.

$_4Be$ نمی سوزد چون اساسا تشکیل بریلیم اکسید امکان پذیر نیست و واکنش $_4Be$ با اکسیژن از نوع سوختن نمی باشد!

بور ($_5B$) هم به همان دلایل که برای $_4Be$ گفتیم تمایلی به تشکیل یون B^{3+} ندارد و به جای آن الکترون به اشتراک می گذارد.

صرفا جهت اطلاع:

در کل یون های Be^{2+}، B^{3+}، C^{4+}، Si^{4+} ناپایدارند و تشکیل نمی شوند. علت ناپایداری، چگالی بار زیاد این یون هاست ($\frac{\text{بار}}{\text{سطح}}$ = چگالی بار)

آلومینیوم ($_{13}Al$) می تواند با از دست دادن سه الکترون و تبدیل شدن به یون Al^{3+} به آرایش پایدار گاز نجیب دوره قبل از خود ($_{10}Ne$) برسد. البته ناگفته نماند Al در مواردی می تواند به جای از دست دادن الکترون، الکترون هم به اشتراک بگذارد و پیوند کوالانسی تشکیل دهد (بقیه عناصر گروه ۱۳ مثل $_{31}Ga$ و $_{49}In$ و ... قبل از لایه ظرفیت خود $[ns^2np^1]$ زیر لایه $(n-1)d^{10}$ دارند و با از دست دادن الکترون های لایه ظرفیت و تبدیل شدن به یون M^{3+}، هرچند آرایش ... دارند ولی آرایش پایدار $(n-1)d^{10}$

را به دست می آورند. اتم عنصرهای گروه ۱۴ مثل $_{6}C$ و $_{14}Si$ تمایل دارند که به جای از دست دادن یا گرفتن الکترون در تشکیل یون، الکترون به اشتراک بگذارند تا از این طریق به آرایش گاز نجیب هم دوره خود برسند.

• اتم عنصرهای گروه ۱۵ مثل $_{7}N$ ، $_{15}P$ و $_{33}As$ و ... می توانند سه الکترون بگیرند و با تبدیل شدن به یون منفی X^{3-} به آرایش هشتایی پایدار گاز نجیب هم دوره خود (پس از خود) برسند. نا گفته نماند که اتم عنصرهای گروه ۱۵ علاوه بر گرفتن الکترون و تشکیل یون منفی X^{3-}، می توانند الکترون هم به اشتراک بگذارند (پیوند کوالانسی) و باز هم به آرایش هشتایی پایدار گاز نجیب هم دوره خود برسند.

• اتم عنصرهای گروه ۱۶ مانند: $_{8}O$ ، $_{16}S$ و $_{34}Se$ و ... می توانند دو الکترون بگیرند و با تبدیل شدن به یون منفی X^{2-} به آرایش هشتایی پایدار گاز نجیب هم دوره خود برسند. البته این اتم های گروه ۱۶ مثل گروه ۱۵ می توانند علاوه بر گرفتن الکترون و تشکیل یون منفی، الکترون هم به اشتراک بگذارند (پیوند کوالانسی) و باز هم به آرایش هشتایی پایدار گاز نجیب هم دوره خود برسند.

• عنصرهای گروه ۱۷ مثل $_{9}F$ ، $_{17}Cl$ و $_{35}Br$ و ... تنها نیاز به یک الکترون دارند تا با تبدیل شدن به یون منفی X^{-} به آرایش هشتایی پایدار گاز نجیب هم دوره خود برسند. اتم عنصرهای گروه ۱۷ هم مثل گروه ۱۵ و ۱۶ می توانند علاوه بر تشکیل یون منفی X^{-}، می توانند الکترون هم به اشتراک بگذارند (پیوند کوالانسی) و باز به آرایش هشتایی پایدار گاز نجیب هم دوره خود برسند.

* نتیجه گیری کلی:

۱) اتم عنصرهای گروه ۱ و ۲ و Al در شرایط مناسب می توانند به ترتیب با از دست دادن ۱ و ۲ و ۳ الکترون به کاتیون تبدیل شوند و به آرایش هشتایی پایدار گاز نجیب دوره قبل از خود برسند.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

2) اتم عنصرهای گروه ۱۵ و ۱۶ و ۱۷ در شرایط مناسب می‌توانند به ترتیب با گرفتن ۳ و ۲ و ۱ الکترون به آنیون تبدیل شوند و به آرایش هشتایی پایدار گاز نجیب هم دوره خود برسند.

3) گروه ۱۴ تمایلی به تشکیل یون (A^{4+} یا A^{4-}) ندارند تا به آرایش پایدار گاز نجیب برسند. در حل بدانیم به جز در موارد محدودی (مثل Sn^{4+} و Pb^{4+}) یون بیشتر از سه بار مثبت و یا سه بار منفی نداریم! و عناصر این گروه فقط پیوند کوالانسی تشکیل می‌دهند.

نکته:

تمام یون های پایدار مهم گروه های ۱، ۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸ با توجه به قاعده هشتایی (اوکتت)!

گروه / دوره	۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
۲	$_{3}Li^{+}$				$_{7}N^{3-}$	$_{8}O^{2-}$	$_{9}F^{-}$
۳	$_{11}Na^{+}$	$_{12}Mg^{2+}$	$_{13}Al^{3+}$		$_{15}P^{3-}$	$_{16}S^{2-}$	$_{17}Cl^{-}$
۴	$_{19}K^{+}$	$_{20}Ca^{2+}$	$_{31}Ga^{3+}$		$_{33}As^{3-}$	$_{34}Se^{2-}$	$_{35}Br^{-}$
۵	$_{37}Rb^{+}$	$_{38}Sr^{2+}$					$_{53}I^{-}$
۶	$_{55}Cs^{+}$	$_{56}Ba^{2+}$					
	$_{87}Fr^{+}$	$_{88}Ra^{2+}$					

نکته مهم:

گفتیم که آرایش الکترون گازهای نجیب هشتایی و پایدار است و آرزوی همه اتم‌ها رسیدن به این آرایش پایدار است درنتیجه: ۱) آرایش $1s^2$ که مربوط به گاز نجیب $_2He$ است می‌تواند مربوط به یک یون مثبت (Li^+) و یا یک یون منفی (H^-) هم باشد. ۲) آرایش ns^2np^6 هم می‌تواند مربوط به یک گاز نجیب، یون مثبت (کاتیون پایدار) و یا یک یون منفی (آنیون پایدار) باشد.

مثال:

کدام یک از آرایش های زیر را می‌توان مربوط به یک کاتیون نسبت داد و چرا؟

دانلود از پایگاه پیشتازان

الف) $[Ar]\,3d^8$

ب) $[Ar]\,3d^{10}\,4s^2$

گزینه ب پاسخ صحیح است چون در آن فقط آرایش $3d$ دیده می‌شود و جمله از $4s$ که زودتر از $3d$ پر می‌شود نیست.

نکته: طبق قاعده آفبا اگر در آرایش گونه‌ای، زیرلایه d دیده شود ولی زیرلایه s دیده نشود آن آرایش فقط مربوط به یک کاتیون است و لاغیر، زیرا طبق قاعده آفبا قبل از آرایش $(n-1)d$، آرایش ns الکترون می‌پذیرد و وقتی که این زیرلایه وجود ندارد یعنی گونه الکترون از دست داده است.

مثال

اگر آرایش الکترونی یون X^{2-} به $4p^6$ ختم شود به ترتیب، دوره، گروه و عدد الکترون ظرفیتی X را به دست آورید؟

$$X^{2-}: [_{18}Ar]\,3d^{10}\,4s^2\,4p^6 \rightarrow X: [_{18}Ar]\,3d^{10}\,4s^2\,4p^4 = {}_{34}Se$$

عنصر $_{34}Se$ در دوره ۴ (بزرگترین n برابر ۴ است) و گروه ۱۶ (بلوک p ← ۴+۱۲) و عدد الکترون ظرفیتی آن می‌شود ← : $\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Se}}$:

تمرین ۱

عدد الکترون ظرفیتی کدام گونه درست است؟ با رسم آرایش الکترونی مشخص کنید.

۱) $[:\ddot{\underset{\cdot\cdot}{A}}:]^{2-} = {}_{16}A^{2-}$ ۲) $[\cdot\dot{\underset{\cdot}{B}}\cdot] = {}_{14}B$ ۳) $[:\ddot{\underset{\cdot\cdot}{D}}:] = {}_{15}D^-$ ۴) $[:\ddot{\underset{\cdot\cdot}{C}}:] = {}_{17}C^-$

تمرین ۲

از بین یون‌های $_8O^-$، $_{33}As^{2-}$، $_3Li^+$، $_{13}AL^{3+}$، $_{20}Ca^+$ کدام یک به آرایش هشتایی و یا دوتایی پایدارگاز می‌رسد؟

دانلود از اپلیکیشن پادرس

تمرین ۳

تعداد الکترون جفت نشده در هریک از عنصرهای زیر را با هم مقایسه کنید. [$_{32}Ge$ ، $_{38}Sr$ ، $_{34}Se$ ، $_{31}Ga$

[$_{16}S$ ، $_{9}F$

تست کنکور

با توجه به آرایش الکترونی $_{17}Cl$ ، $_{18}Ar$ ، $_{19}K$ و $_{29}Cu$ کدام یک از آنها به ترتیب با از دست دادن الکترون و یا به دست آوردن الکترون می تواند به یون پایداری با آرایش هشتایی تبدیل شود؟ (سراسری ریاضی ۹۶ با تغییر اندک)

۱) K و Cl ۲) Cu و Cl ۳) $_{19}K$ و $_{18}Ar$ ۴) $_{29}Cu$ و $_{18}Ar$

تست کنکور

آرایش الکترون کدام جفت یون ها به $3d^{10}$ ختم می شود و هریک از آنها به ترتیب (از راست به چپ) چند الکترون دارند؟ (خارج کشور ریاضی ـ ۹۵)

۱) $_{29}Cu^{2+}$ و $_{28}Ni^{2+}$ ـ ۲۷ و ۲۶ ۲) $_{31}Ga^{3+}$ و $_{29}Cu^{2+}$ ـ ۲۷ و ۲۷

۳) $_{29}Cu^{+}$ و $_{30}Zn^{2+}$ ـ ۲۷ و ۲۸ ۴) $_{29}Cu^{+}$ و $_{28}Ni^{2+}$ ـ ۲۸ و ۲۶

▲ آرایش الکترون یون های بلوک d :

عنصرهای دسته d که همگی فلز هستند به مانند همه فلزات دوست دارند الکترون از دست بدهند ولی فلزات بلوک d برخلاف فلزات بلوک s و Al که با از دست دادن الکترون و رسیدن به آرایش هشتایی پایدار گاز نجیب (و دوتایی $_{2}He$) به پایداری می رسند، بدون رسیدن به آرایش گاز نجیب به پایداری می رسند. جالب است بدانید که برخی از آنها یون هایی با بارهای متفاوت ایجاد می کنند. مثل: Fe (Fe^{2+} ، Fe^{3+}) ـ Cu (Cu^{2+} ، Cu^{+}) Cr (Cr^{2+}) و ـ Co (Cr^{3+} ، Co^{2+} ، Co^{3+})

دانلود از اپلیکیشن پادرس

توجه! برخی از عنصرهای بلوک d مانند: $_{21}Sc$ و $_{39}Y$ با از دست دادن سه الکترون به آرایش هشتایی یا پایدارگاز نجیب دوره قبل خود می‌رسند ولی این در حالت استثنایی بالقوه و حالت کلی اغلب عنصرهای بلوک d بدون رسیدن به آرایش گاز نجیب، پایدار می‌شوند.

تست کنکور ۱

کدام آرایش الکترونی را می‌توان هم به یک اتم خنثی، هم به یک کاتیون و هم به یک آنیون نسبت داد؟ (خارج کشور تجربی ۹۱)

۱) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6$ ۲) $1s^2\ 2s^2\ 2p^3$ ۳) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2$ ۴) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}$

تست کنکور ۲

کدام سه گونه شیمیایی، آرایش الکترونی یکسان دارند؟ (سراسری تجربی ۹۲)

۱) $_{55}Cs^+$ ، $_{54}Xe$ ، $_{53}I^-$ ۲) $_{14}Si^{4-}$ ، $_{15}P^-$ ، $_{16}S^{2-}$

۳) $_{37}Rb^+$ ، $_{19}K^+$ ، $_{11}Na^+$ ۴) $_{27}Co^{3+}$ ، $_{28}Ni^{2+}$ ، $_{29}Cu^+$

تست کنکور ۳

آرایش الکترونی کاتیون $_{30}^{65}Zn^{2+}$ به ترتیب از راست به چپ با آرایش الکترونی کدام گونه یکسان بوده و شمار نوترون‌های آن با کدام گونه برابر است؟

۱) $_{27}^{60}Co^{2+}$ ، $_{32}Ge^{4+}$ ۲) $_{29}^{64}Cu^+$ ، $_{32}Ge^{2+}$ ۳) $_{27}^{60}Co^{2+}$ ، $_{31}Ga^{3+}$ ۴) $_{29}^{64}Cu^+$ ، $_{31}Ga^{3+}$

تبدیل اتم‌ها به یون‌ها:

خواندیم که فلزها تمایل به از دست دادن الکترون و تشکیل کاتیون (M^{n+}) و نافلزها تمایل به گرفتن الکترون و تشکیل آنیون (M^{n-}) دارند. فلزها با از دست دادن یک، دو یا سه (و به ندرت چهار) الکترون به آرایش

دانلود از اپلیکیشن پادرس

هستای پایدارگاز نجیب دوره پیش از خود در جدول تناوبی تبدیل می شوند. (البته نه همه فلزها) به آرایش گاز نجیب نئون می رسد.

$$\begin{cases} {}_{11}Na : [{}_{10}Ne]\,3s^1 \xrightarrow{-e^-} {}_{11}Na^+ : [{}_{10}Ne] \\ \text{دوره} = 3 \end{cases}$$

نافلزها با گرفتن یک، یا دو یا سه الکترون به آرایش هستای پایدارگاز نجیب هم دوره خود تبدیل می شوند و به آرایش گاز نجیب آرگون می رسند.

$$\begin{cases} {}_{17}Cl : [{}_{10}Ne]\,3s^2 3p^5 \xrightarrow{+e^-} {}_{17}Cl^- : [{}_{18}Ar] \\ \text{دوره} = 3 \end{cases}$$

با دلایلی که در بالا گفته شد: اگر در آزمایشگاه شیمی، یک فلز را در کنار یک نافلز قرار دهیم، فلزها الکترون اضافی خود را در اختیار نافلزها قرار می دهند تا هردو به آرایش پایدارگاز نجیب برسند.

به جاذبه بسیار قوی که بین یک کاتیون (یون مثبت) و یک آنیون (یون منفی) در اثر اشتراک الکترون بوجود می آید پیوند یونی گفته می شود و به ترکیب حاصل «ترکیب یونی» گفته می شود.

مثال

اگر فلز سدیم ($_{11}Na$) که فلزی واکنش پذیر است در کنار گاز (Cl_2) که در دمای اتاق به شکل مولکول های دو اتمی Cl_2 (زرد رنگ) وجود دارد، قرار گیرد ترکیب یونی NaCl (نمک خوراکی) بوجود می آید. در این واکنش اتم سدیم الکترون لایه ظرفیت خود را به اتم کلر می دهد تا هردو به آرایش پایدارگاز نجیب پیش از خود ($_{10}Ne$ و $_{18}Ar$) برسند.

توجه!

اگر به شکل ۲۵ و ۳۶ بیشتر دقت کنید: اتم سدیم با از دست دادن الکترون و تبدیل شدن به یون Na^+ کوچکتر می شود چون یک لایه خود را از دست می دهد و کلر با به دست آوردن الکترون بزرگتر می شود چون براثر افزوده شدن الکترون به لایه آخر، براثر دافعه الکترونی لایه ها از هم فاصله گرفته و اتم بزرگتر می شود. (خلاصه: شعاع یون مثبت از اتم خنثی کوچکتر و شعاع یون منفی از اتم خنثی بزرگتر است!)

دانلود از طلوع دانش پادرس

نکته: به کاتیون یا آنیونی که تنها از یک اتم تشکیل شده باشد، یون تک اتمی گفته می‌شود به عنوان مثال Na^+ یک کاتیون تک اتمی و Cl^- یک آنیون تک اتمی است.

توجه! یون تک اتمی فقط از یک اتم تشکیل شده نه از یک نوع اتم! چون در آینده با یون هایی آشنا می‌شویم مثل O_2^{2-} (پراکسید) و N_3^- (آزید) که از یک نوع اتم تشکیل شده‌اند ولی تک اتمی نیستند!

نکته

① برای نام گذاری کاتیون تک اتمی: [یون + نام عنصر] برای مثال Na^+ ← یون سدیم و Ca^{2+} ← یون کلسیم

(در فصل دوم با خلاف هایی آشنا خواهیم شد که بیش از یک نوع کاتیون تشکیل می‌دهند و برای تمیز دادن آنها از هم از اعداد رومی داخل ( ) استفاده خواهیم کرد ← پس تا فصل دوم ←)

② برای نام گذاری آنیون تک اتمی: [لکه یون + ریشه نام خلاف + پسوند ـ ید] برای مثال Cl^- ← یون کلرید

O^{2-} ← یون اکسید، S^{2-} ← یون سولفید

توجه! ترکیب یونی شامل تعداد بسیار زیادی یون با آرایش منظم است که در ساختار آنها مولکول (واحدهای جداگانه) وجود ندارند؛ از این رو در مورد ترکیبات یونی فرمول مولکولی را به کار نمی‌بریم.

برای نشان دادن یون ها ابتدا نماد عنصر را می‌نویسیم و بعد تعداد بار آنها را به صورتی که ابتدا عدد و بعد نوع بار را نشان می‌دهیم و نشان دادن به روش روبرو غلط است (عدد را این‌گونه بنویسیم): ~~S^{+2}~~ یا ~~S^{+2}~~ یا ~~O^{-2}~~ یا ~~O^{-2}~~

تمرین تشکیل ترکیب یونی بین عنصرهای کلسیم ($_{20}Ca$) و اکسیژن ($_8O$) و هم‌چنین منیزیم ($_{12}Mg$) و برم ($_{35}Br$) را

دانلود از اپلیکیشن پادرس

شرح دهید؟

▲ فرمول نویسی ترکیب های یونی دوتایی:

بهترکیب های یونی که تنها از دو عنصر ساخته شده اند مانند: CaO ، Na_2S ، Al_2O_3 و... « ترکیب یونی دوتایی » گفته می شود. هر ترکیب یونی از کاتیون ها با مجموع بار الکتریکی مثبت با مجموع بار الکتریکی آنیون ها برابر است. از این ویژگی می توان برای نوشتن فرمول شیمیایی ترکیب های یونی دوتایی بهره برد.

! توجه

وقتی می گوئیم ترکیب یونی از کاتیون با بار الکتریکی مثبت است به این معنی نیست که تعداد کاتیون با آنیون برابر است برای مثال: Al_2O_3 و Na_2S و... یا وقتی می گوئیم که ترکیب یونی دوتایی از دو نوع اتم یا عنصر تشکیل شده است. دلیل بر این نیست که تعداد یون های سازنده اش برابر ۲ باشد، برای مثال باز هم Al_2O_3 و Na_2S هر از تعداد یون ها برابر نیستند

برای نوشتن فرمول ترکیب های یونی (مثلا Al_2O_3):

① با توجه به قاعده هشتایی و آرایش گاز نجیب، فلز یون های پایدار آنیون و کاتیون را می نویسیم.

O^{2-} : یون پایدار $\rightarrow O$ $\qquad$ Al^{3+} : یون پایدار $\rightarrow Al$

② فلز کاتیون (مثبت) را در سمت چپ و نافلز آنیون (منفی) را در سمت راست قرار می دهیم: $Al^{3+}\ O^{2-}$

③ بار کاتیون (بدون علامت) را به عنوان زیرونویس نافلز و بار آنیون (بدون علامت) را به عنوان زیرونویس فلز قرار می دهیم $Al^{3+} \times O^{2-} \rightarrow Al_2O_3$

④ در صورت امکان زیرونویس ها را ساده می کنیم. (از نوشتن زیرونویس ۱ خودداری می کنیم)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

توجه! اگر بار کاتیون با بار آنیون برابر باشد، در آخر زیروندها ساده می‌شوند و نیازی به مرحله ۳ نیست و کاتیون را در راست و آنیون را در چپ می‌نویسیم (هردو بازیرونده ۱ که آن هم نوشته نمی‌شود)

برای مثال در نوشتن ترکیب یونی حاصل از Al^{3+} و P^{3-}

$Al^{3+}, P^{3-} \rightarrow AlP$ $\qquad$ P^{3-}, Al^{3+}

نکته فرمول ترکیب‌های یونی نشان دهنده نوع عنصرها با ساده‌ترین نسبت ممکن بین آنها می‌باشد. برای مثال در ترکیب NaF نسبت کاتیون به آنیون ۱:۱ (یک به یک) است.

مثال نحوه تشکیل ترکیب یونی را با استفاده از آرایش الکترون نقطه‌ای و دادو ستد الکترون بین اتم عنصرهای $[S, Na]$ و هم‌چنین $[Al, O]$ را به دانش‌آموز ارایه دهید.

$[S, Na]$: $Na\cdot$, $Na\cdot$, $\cdot\ddot{S}\cdot$ $\Rightarrow$ $[Na]^+$ $[Na]^+$ $[:\ddot{S}:]^{2-}$ $\Rightarrow Na_2S$

$[Al, O]$: $Al\cdot$, $Al\cdot$, $:\ddot{O}:$ $\rightarrow$ $[Al]^{3+}$ $[Al]^{3+}$ $[O]^{2-}$ $[O]^{2-}$ $[O]^{2-}$ $\Rightarrow Al_2O_3$

▲ **نام‌گذاری ترکیب‌های دوتایی (شامل فلز و نافلز):**

نام‌گذاری ترکیب‌های دوتایی با قاعده زیر صورت می‌گیرد: [نام کاتیون (فلز) + ریشه آنیون (نافلز) + ید]

مثال ۱ نام ترکیب‌های مقابل را بنویسید:

KF - Li_3N - SrS - BaH_2 - $MgBr_2$ - $LiBr$

دانلود از اگزیشن یادیس

منیزیم برمید $MgBr_2$ ⇐ | استرانسیم سولفید SrS ⇐ | پتاسیم فلوئورید KF ⇐

لیتیم برمید $LiBr$ ⇐ | باریم هیدرید BaH_2 ⇐ | لیتیم نیترید Li_3N ⇐

مثال ۲

فرمول شیمیایی هریک از ترکیب های زیر را بنویسید:

کلسیم کلرید - آلومینیوم برمید - پتاسیم نیترید - منیزیم سولفید - لیتیم یدید - سدیم فسفید

لیتیم یدید ⇐ LiI | پتاسیم نیترید ⇐ K_3N | کلسیم کلرید ⇐ $CaCl_2$

سدیم فسفید ⇐ Na_3P | منیزیم سولفید ⇐ MgS | آلومینیوم برمید ⇐ $AlBr_3$

توجه!

اکثر سوال های مطرح شده در مورد فرمول نویسی و نامگذاری ترکیب های یونی، متعلق به ترکیباتی هستند که دارای یون های چنداتمی (NH_4^+ - SO_4^{2-} - PO_4^{3-} و ...) هستند که در فصل های آتی با آن ها آشنا خواهیم شد.

تمرین ۱

ترکیب های زیر را نامگذاری کنید و در آنها نسبت بار کاتیون به بار آنیون و هم چنین نسبت کاتیون به آنیون را مشخص کنید؟

$CaCl_2$ - K_2O - MgO - K_2O - Na_3P

تمرین ۲

فرمول کلرید و اکسید فلز Ni را بنویسید.

تمرین ۳

کدام یک از ترکیب های یونی زیر ۱:۱ (یک به یک) بوده و در تشکیل آن، ۲ مول الکترون مبادله می شود؟

$[AlN - CaO - LiCl]$

راهنمایی: تعداد کاتیون × بار کاتیون = تعداد e مبادله شده

تعداد آنیون × بار آنیون = تعداد e مبادله شده

دانلود از اپلیکیشن پادرس

✍ تست کنکور

اگر شمار الکترون های یون تک اتمی M^{+} برابر ۳۶ باشد، عنصر M در دوره ... جدول تناوبی جای داشته و عدد اتمی آن برابر ... است و با گرد ترکیب به فرمول ... تشکیل می دهد. (سراسری ریاضی - ۹۸)

۱) چهارم - MS_2 - ۳۷

۲) چهارم - M_2S_3 - ۵

۳) پنجم - MS_2 - ۵

۴) پنجم - M_2S_3 - ۳۷

✍ تست کنکور

آرایش الکترون کاتیون در $CoCl_2$ کدام است؟ (کبالت در دوره چهارم و گروه ۹ جدول تناوبی قرار دارد!) (سراسری ریاضی ۹۱)

۱) $[_{18}Ar]3d^7$

۲) $[_{18}Ar]3d^6$

۳) $[_{18}Ar]4s^2 4p^4$

۴) $[_{18}Ar]4s^2 4p^5$

تبدیل اتم ها به مولکول ها

در صفحه قبل خواندیم که در ترکیب های یونی، اتم فلز و نافلز دادو ستد الکترونی دارند.

* یادآوری: در علوم سال نهم آموختیم که بسیاری از ترکیب های شیمیایی در ساختار خود هیچ یونی ندارند و ذره های سازنده آنها مولکول هستند.

اگر معمولا دو نافلز کنار هم قرار بگیرند امکان مبادله الکترون بین آنها وجود ندارد و برای رسیدن به قاعده هشتایی و یا دوتایی یا تبادل جزیره ای جز به اشتراک گذاشتن الکترون نیست. به جاذبه ای قوی که بین دو اتم نافلز در نتیجه به اشتراک گذاشتن الکترون ایجاد می شود، پیوند کوالانسی گفته می شود.

نتیجه پیوند کووالانسی (اشتراکی) تشکیل واحدهای دو یا چند اتمی به نام مولکول است. به مواد شیمیایی که در ساختار

دانلود از اپلیکیشن پادرس

خود مولکول دارند ، مواد مولکولی گفته می‌شود .

نکته

پیوند کووالانسی معمولاً بین اتم های نافلز تشکیل می‌شود ، مواردی هم هست که فلزهایی مثل $_{4}Be$ و $_{13}AL$ پیوند کووالانسی و ترکیب مولکولی تشکیل می دهند .

ترکیبات مولکولی هم می‌توانند به صورت عنصر باشند مثل F_2 ، O_2 ، CL_2 و ... هم می‌توانند به صورت ترکیب مانند CH_4 - HCL - H_2O و ...

نکته

به فرمول شیمیایی که افزون بر نوع عنصرهای سازنده ، شمار اتم های هر عنصر را نشان می دهد ، فرمول مولکولی می‌گویند .

برای مثال : F_2 - H_2O - CL_2 - OF_2 و ...

در تشکیل مولکول ها ، هدف اتم های عناصر رسیدن به آرایش پایدار گاز نجیب (هشتایی یا دوتایی) است .

ظرفیت بر دو نوع است:

(۱) ظرفیت یونی : به تعداد الکترون هایی که اتم به هنگام تشکیل پیوند یونی جذب می‌کند و یا از دست می‌دهد .

(۲) ظرفیت کووالانسی : به تعداد پیوندهای اشتراکی که یک اتم می‌تواند ایجاد کند .

نکته :

هر دو ظرفیت (یونی و کووالانسی) هیدروژن برابر یک است .

گروه	۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
ظرفیت کووالانسی		۲	۳	۴	۳	۲	۱
ظرفیت یونی	۱+	۲+	۳+		۳-	۲-	۱-

▲ ساختار الکترون - نقطه ای (ساختار لوویس) مولکول ها :

برای نمایش مولکول ها روش های متفاوتی وجود دارد که یکی از آنها همین ساختار الکترون نقطه‌ای یا ساختار لوویس

دانلود از اپلیکیشن پادرس

است که کتاب درسی در این فصل خیلی مختصر به آن پرداخته و در آن بیشتر مولکول های ساده مورد بررسی قرار گرفته

است و به مولکول های پیچیده تر در فصل دوم بیشتر خواهیم پرداخت. (تعریف دقیق ساختار لوویس و روش رسم و

توضیح کامل، این ها در فصل بعد)

برای رسم ساختار لوویس کافیست:

الف) مدل الکترون نقطه ای اتم ها را در کنار هم رسم می کنیم

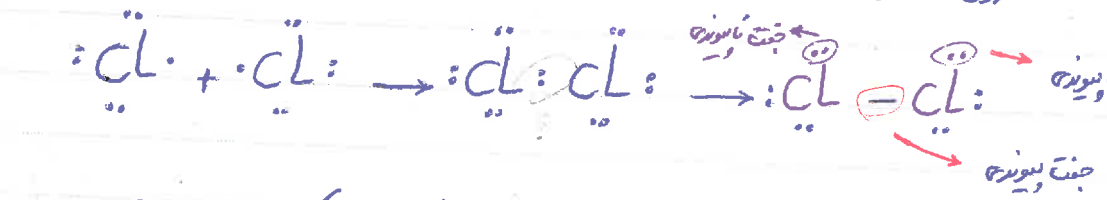
ب) الکترون های تک اتم ها را به صورت جفت شده بین دو اتم قرار می دهیم

ج) الکترون های جفت شده اشتراکی را با خط به هم وصل می کنیم، سپس به اتم هیدروژن به آرایش دوتایی و بقیه به آرایش

هشتایی برسند. ساختارهایی با مرتب کردن جفت الکترون های پیوندی و ناپیوندی به دست می آید

برای مثال، گاز کلر که خاصیت رنگبری و گندزدایی دارد، از مولکول های دو اتمی Cl_2 تشکیل شده است و هر اتم کلر

مولکول خواهان آن است که تک الکترون خود را جفت کند تا به آرایش هشتایی پایدار برسد.



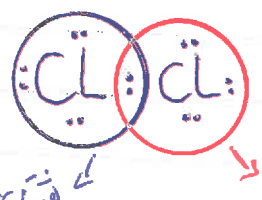
با این توصیف هر اتم کلر، تک الکترون خود را با دیگر اتم کلر به اشتراک می گذارد. دو الکترون اشتراکی را معمولا با یک خط

تیره که نشان دهنده پیوند کووالانسی است، به هم وصل می کنند.

! توجه

دو الکترون موجود بین دو اتم در آرایش الکترون نقطه ای (در ساختار لوویس) به هر دو اتم تعلق دارد در این وضعیت هر

یک از اتم ها به آرایش هشتایی رسیده اند



تکته: هر پیوند کووالانسی نشان دهنده یک جفت الکترون (۲ الکترون) است

دانلود از اپلیکیشن بانک جزوه

نکته:

برخی از اتم ها برای رسیدن به آرایش هشتایی، می توانند با خود یا اتم های دیگر بیش از یک جفت الکترون به اشتراک بگذارند،

مانند: O_2 ، N_2 و ... که در مثال زیر به آنها خواهیم پرداخت.

مثال:

آرایش الکترون نقطه ای (ساختار لوویس) مولکول های: H_2O ، HCL ، NH_3 ، CH_4 ، O_2 ، N_3 ، F_2 ، H_2

$H_2O \Rightarrow H\cdot + \cdot\ddot{O}\cdot + \cdot H \rightarrow H:\ddot{O}:H \rightarrow H-\ddot{O}-H$

$HCL \Rightarrow H\cdot + \cdot\ddot{C}L: \rightarrow H:\ddot{C}L: \rightarrow H-\ddot{C}L:$

$NH_3 \Rightarrow H\cdot + \cdot\ddot{N}\cdot + \cdot H \rightarrow H:\ddot{N}:H \rightarrow H-\ddot{N}-H$ (H)

$CH_4 \Rightarrow H\cdot + \cdot\dot{C}\cdot + \cdot H \rightarrow H:\dot{C}:H \rightarrow H-\dot{C}-H$ (H)

$O_2 \Rightarrow :\ddot{O}\cdot + \cdot\ddot{O}: \rightarrow :\ddot{O}:\ddot{O}: \rightarrow :\ddot{O}=\ddot{O}:$

I_2 ، Br_2 را رسم کنید.

توجه!

به پیوند کووالانسی که در نتیجه به اشتراک گذاشتن دو جفت الکترون میان دو اتم به وجود می آید، پیوند دوگانه می گویند.

واضح است که پیوند دوگانه شامل ۲ جفت الکترون اشتراکی یا ۴ الکترون اشتراکی است.

$N_2 \Rightarrow :\ddot{N}\cdot + \cdot\ddot{N}: \rightarrow :N:\ :N: \rightarrow :N\equiv N:$

توجه!

به پیوند کووالانسی که در نتیجه به اشتراک گذاشتن سه جفت الکترون میان دو اتم بوجود می آید، پیوند سه گانه می گویند.

پیوند سه گانه شامل سه جفت الکترون اشتراکی یا ۶ الکترون اشتراکی است.

نتیجه: بین دو عنصر می تواند دو الکترون، چهار الکترون و یا شش الکترون به اشتراک گذاشته شود و پیوندهای یگانه،

دانلود از اپلیکیشن پادرس

دوگانه و سه‌گانه بین آنها تشکیل شود.

$F_2 \Rightarrow :\ddot{F}\cdot + \cdot\ddot{F}: \rightarrow :\ddot{F}:\ddot{F}: \rightarrow :\ddot{F}-\ddot{F}:$

$H_2 \Rightarrow H\cdot + \cdot H \rightarrow H:H \rightarrow H-H$

$Br_2 \Rightarrow :\ddot{Br}\cdot + \cdot\ddot{Br}: \rightarrow :\ddot{Br}:\ddot{Br}: \rightarrow :\ddot{Br}-\ddot{Br}:$

$I_2 \Rightarrow :\ddot{I}\cdot + \cdot\ddot{I}: \rightarrow :\ddot{I}:\ddot{I}: \rightarrow :\ddot{I}-\ddot{I}:$

تمرین

ساختار لوویس آب اکسیژنه (H_2O_2) را رسم کنید.

▲ مدل فضا پرکن

برای نمایش مولکول ها روش های متفاوتی مانند آرایش الکترون-نقطه‌ای، مدل گلوله و میله، مدل فضا پرکن وجود دارد که با آرایش الکترون نقطه‌ای (ساختار لوویس) آشنا شدیم و حالا با مدل فضا پرکن آشنا می‌شویم.

مدل فضا پرکن، روشی برای نمایش حالت سه‌بعدی مولکول هاست که در آن اتم ها به صورت گوی های کروی شکل نشان داده می‌شوند. در این روش نمایش نوع عنصرها، شمار اتم های هر عنصر و نحوه قرارگیری اتم ها نسبت به هم در فضا مشخص می‌شود ولی تعداد پیوندهای اشتراکی و نوع آنها (یگانه، دوگانه، سه‌گانه) نشان داده نمی‌شود.

مدل فضا پرکن برخی مولکول ها در شکل ۲۶ و حاشیه صفحه کتاب درسی نشان داده شده است. (نگاه می‌اندازید)

صدف جهت اطلاع:

اخترشیمی دان ها توانسته اند وجود مولکول های گوناگون را در فضا ها بسیار دوری از کهکشان ثابت کنند. طیف سنجی دانشمندان است که کمک شایانی به این پژوهش کرده است. تاکنون بیش از ۱۲۰ مولکول در فضا های بین ستاره‌ای شناخته

دانلود از اپلیکیشن مادرس

شده است . این مولکول ها دو یا چند اتم است . بسیاری از مولکول های یافت شده در زمین هم هست ، اما مولکول های هم شناخته شده است که در زمین وجود ندارد . مولکول های یاد شده برای تابش پرتوهای کیهانی از جمله تابش فرا بنفش به یون های مثبت تبدیل می شوند ؛ بنابراین افزون بر مولکول ها ، گونه های یا بار الکتریکی مثبت نیز در فضاهای بین ستاره ای وجود دارد

تمرین ۱

از میان عنصرهای $[{}_{17}Z ، {}_{35}N ، {}_{8}D ، {}_{7}C]$ که همگی در دوره دوم فشار اتاق به صورت مولکول های دو اتمی وجود دارند کدام یک جفت آرایش الکترون - نقطه ای تعداد پیوند کووالانسی بیشتری پدید می آورد؟

تمرین ۲

در کدام مولکول نسبت جفت الکترون های ناپیوندی به جفت الکترون های پیوندی کمتر است؟ $[H_2O ، O_2 ، F_2]$

تمرین ۳

آرایش الکترونی عنصر A به $3p^3$ و آرایش الکترونی عنصر B به $4s^2$ ختم شده است . فرمول ترکیب حاصل از این دو اتم ... می یابند و این ترکیب ... است .

۱) B_3A_2 - یونی ۲) A_3B_2 - یونی ۳) A_3B_2 - کووالانسی ۴) B_3A_2 - کووالانسی

تست کنکور

اگر عنصر N در گروه ۱۵ با عنصری که پرانرژی ترین زیرلایه اتم آن $4p^5$ است هم دوره باشد ، کدام مطلب زیر را درباره آن

دانلود از اپلیکیشن پادرس

درست است؟ (خارج کشور ریاضی ۹۶ ـ با تغییر اتمک)

الف) عدد اتمی آن ۳۳ است ب) بیرونی‌ترین زیرلایه اتم آن ۷ الکترون دارد

پ) در ساختار لوویس ترکیب حاصل از آن با هیدروژن یک جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد

ت) فرمول ترکیب حاصل از آن با $_{20}Ca$ به صورت Ca_2X_3 می‌باشد.

۱) الف ـ ب ۲) ب ـ پ ۳) ب ـ پ ـ ت ۴) الف ـ پ

تست کنکور

با توجه به جدول زیر که بخشی از جدول تناوبی عنصرهاست، چند مورد از مطالب زیر درست است؟ (خارج کشور تجربی ۹۶ ـ با تغییر)

۱) فرمول ترکیب حاصل از E با D به صورت ED_4 است که تمام عنصرهای آن هشتایی هستند

۲) عنصر A با X، ترکیب مولکولی AX_2 و AX_3 می‌توانند ایجاد کنند.

۳) عنصرهای A و D به صورت مولکول‌های $A_{2(g)}$ و $D_{2(g)}$ وجود دارند

۴) اتم Z با از دست دادن ۴ الکترون به آرایش الکترون گاز نجیب دوره قبل از خود می‌رسد.

۱ (۱ ۲ (۲ ۳ (۳ ۴ (۴

دوره \ گروه	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
۲			A	D
۳	E		X	
۴	Z			

دانلود از اپلیکیشن پادرس