جزوه شیمی دهم

رضا طهرانچی

مقدمه

ستارگان ← با نوری که به ما می‌تابانند، پیوسته با ما سخن می‌گویند و پیام آگاه باش می‌فرستند.

پیامی که از گذشته‌های دور، روایت می‌کند از این‌که

۱- جهان هستی چگونه پدید آمده است؟
۲- ذره‌های سازنده‌ی جهان هستی طی چه فرایندی و چگونه به وجود آمده‌اند؟

یافتن پاسخ این پرسش‌ها دشوار است

زمین ← در برابر عظمت آفرینش همانند آزمایشگاه بسیار کوچکی است ← دانشمندان با آزمایش‌های گوناگون در آن، در تلاش برای یافتن پرسش‌های فوق هستند.

شیمی‌دان‌ها با مطالعه دو موضوع در پاسخ به پرسش‌های فوق نقش به‌سزایی داشتند.

۱- مطالعه‌ی خواص و رفتار ماده

۲- مطالعه برهم کنش نور با ماده

پرسش‌های اساسی که همواره انسان با آن روبه‌رو بوده و پیوسته تلاش کرده است به آن‌ها پاسخ دهد.

۱- هستی چگونه پدید آمده است؟
پاسخ به این پرسش بنیادی، در قلمرو آموزه‌های وحیانی و چارچوب اعتقادی انسان بوده و در قلمرو علوم تجربی نمی‌گنجد.
۲- جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟
۳- پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهد؟
پاسخ به این دو پرسش در قلمرو علوم تجربی است و باعث می‌شود تا دانش ما درباره‌ی جهان مادی افزایش یابد.

شواهد تاریخی از

سنگ نبشته‌ها
نشان می‌دهد که انسان اولیه با نگاه به آسمان و مشاهده‌ی ستارگان در پی فهم ..... و ..... در آسمان بوده است.
نقاشی دیوار غارها

فضاپیماهای وویجر (۱) و (۲)

نمونه‌ای از تلاش دانشمندان برای ..... هستند.

هدف از ارسال: . .....

مأموریت گذر از کنار سیاره‌های ..... ، ..... ، ..... و ..... و تهیه و ارسال .....

نمونه ای از اطلاعات شناسنامه‌های تهیه شده از سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون توسط وویجر (۱) و (۲)

نوع عنصرهای سازنده‌ی سیاره‌ها

ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر سیاره‌ها

ترکیب درصد مواد موجود در اتمسفر سیاره‌ها

تست ۱: کدام مطلب نادرست است؟ (قلم‌چی - ۹۸)

۱) مأموریت فضاپیماهای وویجر (۱) و (۲) گذار از کنار سیاره‌های مشتری زحل، اورانوس و نپتون و تهیه و ارسال شناسنامه فیزیکی و شیمیایی آن‌ها بود.

۲) انسان اولیه با نگاه به آسمان و مشاهده‌ی ستارگان در پی فهم نظام و قانون‌مندی در آسمان بوده است.

۳) هدف از ارسال فضاپیماهای وویجر (۱) و (۲) شناخت بیشتر سامانه‌ی خورشیدی است.

۴) پاسخ به پرسش «هستی چگونه پدید آمده است؟» در قلمرو علوم تجربی می‌گنجد.

.....

.....

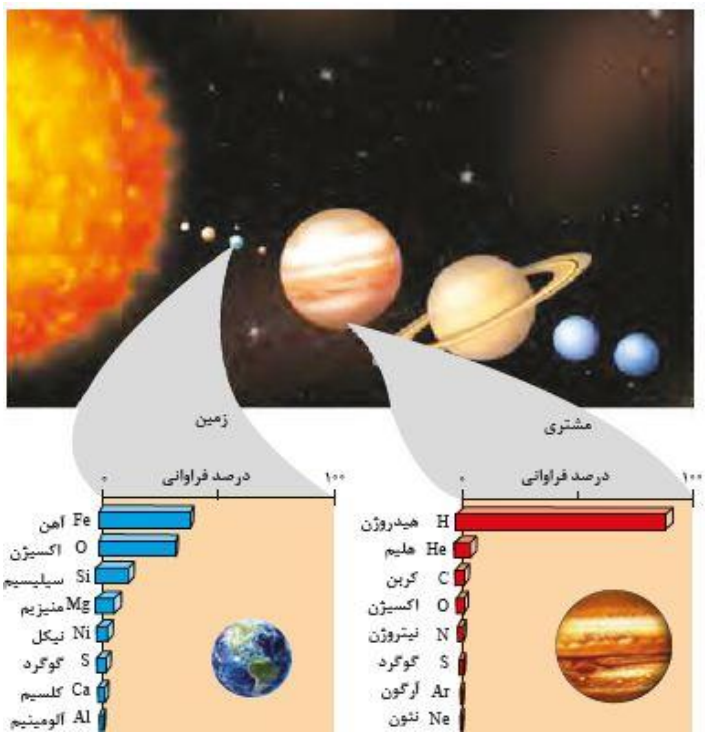
.....

پیدایش عناصر

یکی از پرسش‌های مهمی که شیمی‌دان‌ها در پی یافتن پاسخ آن هستند، چگونگی پیدایش عنصرها است.

مطالعه کیهان به ویژه سامانه‌ی خورشیدی برای پاسخ به این پرسش، کمک شایانی می‌کند. برای نمونه با بررسی نوع و مقدار عنصرهای سازنده‌ی برخی سیاره‌های سامانه‌ی خورشیدی و مقایسه‌ی آن با عنصرهای سازنده‌ی خورشید می‌توان به درک بهتری از چگونگی تشکیل عنصرها دست یافت.

مقایسه‌ی عنصرهای سازنده‌ی زمین و مشتری



نکات مربوط به شکل فوق به شرح زیر است:

۱ ..... بزرگ‌ترین سیاره‌ی سامانه‌ی خورشیدی است؛ بنابراین حجم آن از حجم زمین بیش‌تر است.

۲ فاصله‌ی زمین تا خورشید از فاصله‌ی مشتری تا خورشید کم‌تر است، بنابراین دمای سطح زمین از دمای سطح مشتری بالاتر است.

زمین ← ..... سیاره‌ی نزدیک به خورشید

مشتری ← ..... سیاره‌ی نزدیک به خورشید

۳ ترتیب فراوانی هشت عنصر فراوان در هر سیاره‌ی مشتری و زمین به صورت زیر است:

رمز: $H>He>C>O>N>S>Ar>Ne\Rightarrow$: مشتری

.....

رمز: $Fe>O>Si>Mg>Ni>S>Ca>Al\Rightarrow$: زمین

.....

۴ فراوان‌ترین عنصـــر موجود در ..... و فراوان‌ترین عنصـــر موجود در ..... است. در فصـل دوم شیمی دهم خواهید دید که ..... فراوان‌ترین عنصر موجود در ..... است که به صورت ترکیب‌های گوناگون یافت می‌شود.

قاطی نکن!!! اکسیژن فراوان‌ترین عنصر در پوسته جامد زمین است و پس از آن سیلسیم در رتبه‌ی دوم قرار دارد.

۵ ..... و .....، عناصـر مشترک در دو سیاره‌ی زمین و مشتری هستند. اکسیژن در زمین ..... و در مشـتری ..... عنصـر از نظر فراوانی اسـت و گوگرد در هر دو سـیاره ..... عنصـر از نظر فراوانی محسـوب می‌شـود. همچنین درصـد فراوانی اکسیژن و گوگرد در زمین، از درصد فراوانی اکسیژن و گوگرد در مشتری بیش‌تر است.

۶ درصـد فراوانی هیدروژن در سـیاره‌ی مشـتری بالاتر از ..... اسـت، در حالی که درصـد فراوانی سـایر عنصرهای موجود در زمین و مشتری کم‌تر از ..... است.

۷ هشـت عنصـر فراوان در سـیاره‌ی مشـتری، همگی ..... هسـتند، در حالی که در میان هشـت عنصـر فراوان زمین، عناصر فلزی، نافلزی و شبه‌فلزی دیده می‌شود.

۸ زمین جزو سیاره‌های ..... است، در حالی که مشتری یک سیاره‌ی ..... محسوب می‌شود.

مراحل پیدایش عنصرها

با استفاده از مقایسه‌ی عنصرهای سازنده‌ی زمین و مشتری می‌توان به دریافت که:

۱ نوع و میزان فراوانی عنصرها در دو سیاره‌ی زمین و مشتری متفاوت است.

۲ عنصرها به صورت ناهمگون در جهان هستی توزیع شده‌اند.

۳ عنصرها چگونه پدید آمدند.

روند تشکیل عنصرها و پیدایش کیهان را مطابق زیر می‌توان نشان داد:

انفجار مهیب ← آزاد شدن انرژی عظیم ← پدید آمدن ذرات ریز اتمی (الکترون، پروتون و نوترون) (مهبانگ)

← واکنش‌های هسته‌ای و تشکیل هیدروژن ← ادامه واکنش‌های هسته‌ای و پیدایش هلیم

← کاهش دما و متراکم شدن هیدروژن و هلیم ← پیدایش مجموعه‌های گازی به نام سحابی

← پیدایش ستاره‌ها و و کهکشان‌ها ← انجام واکنش‌های هسته‌ای درون ستارگان ← تشکیل

عنصرهای سبک مانند لیتیم، کربن و ... ← ادامه انجام واکنش‌های هسته‌ای درون ستارگان ← تشکیل

عنصرهای سنگین‌تر مانند آهن و طلا ← مرگ ستاره طی یک انفجار بزرگ

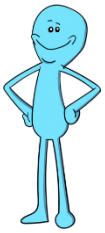
همچنین دررابطه با ستارگان به نکات زیر می‌توان اشاره کرد:

۱ ستاره‌ها متولد می‌شوند، رشد می‌کنند و زمانی می‌میرند.

۲ مرگ ستاره اغلب با یک انفجار بزرگ همراه است که سبب می‌شود عنصرهای تشکیل شده در آن در فضا پراکنده شود. به همین دلیل باید ستارگان را کارخانه‌ی تولید عنصرها دانست.

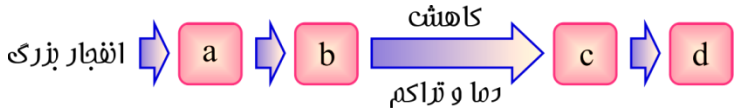
۳ درون ستاره‌ها همانند خورشید در دماهای بسیار بالا، واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد، واکنش‌هایی که در آن‌ها از عنصرهای سبک‌تر، عنصرهای سنگین‌تر پدید می‌آیند.

۴ خورشید نزدیک‌ترین ستاره به زمین است که دمای بسیار بالایی دارد. انرژی گرمایی و نور خیره‌کننده‌ی خورشید به دلیل تبدیل هیدروژن به هلیم در واکنش‌های هسته‌ای است، واکنش‌هایی که در آن‌ها انرژی هنگفتی آزاد می‌شود. انرژی آزاد شده در واکنش‌های هسته‌ای آن‌قدر زیاد است که می‌تواند صدها میلیون تُن فولاد را ذوب کند.



البته دقّت کُن!!! در واکنش‌های شیمیایی که در پدیده‌های طبیعی پیرامون ما و در زندگی روزانه‌ی ما رُخ می‌دهند، مقدار انرژی مبادله شده بسیار کم‌تر است.

تست ۲: در زیر بخشی از روند تشکیل عنصرها در مهبانگ آمده است. a، b، c و d به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟ (قلم‌چی ـ ۹۸)



۱) e، p و n– هیدروژن و هلیم ـ ستاره‌ها و کهکشان‌ها ـ سحابی
۲) e، p و n– هیدروژن و هلیم ـ سحابی ـ ستاره‌ها و کهکشان‌ها
۳) هیدروژن و هلیم ـe ، p و n– ستاره‌ها و کهکشان‌ها ـ سحابی
۴) هیدروژن و هلیم ـe ، p و n– سحابی ـ ستاره‌ها و کهکشان‌ها

.....

.....

تست ۳: کدام گزینه نادرست است؟ (قلم‌چی ـ ۹۹)

۱) مأموریت دو فضاپیمای وویجر ۱ و ۲، گذر از کنار چهار سیاره و تهیه‌ی شناسنامه فیزیکی و شیمیایی برای آن‌ها بوده است.
۲) فراوان‌ترین عنصر سیاره‌ی مشتری و زمین، به ترتیب هیدروژن و آهن است.
۳) سحابی‌ها در دماهای بسیار بالا طی واکنش‌های هسته‌ای عنصرها را به وجود می‌آورند.
۴) عنصرها به صورت ناهمگون در جهان هستی توزیع شده‌اند.

.....

.....

تست ۴: چند مورد از مطالب زیر در ارتباط با سیاره‌ی مشتری به درستی آمده است؟ (قلم‌چی ـ ۹۹)

الف) در سیاره‌ی مشتری، فراوانی عنصر هیدروژن از مجموع فراوانی سایر عنصرهای سازنده‌ی آن بیشتر است.
ب) در میان ۸ عنصر فراوان سازنده‌ی سیاره‌ی گازی شکل مشتری، هیچ فلزی یافت نمی‌شود.
پ) شناسنامه‌ی فیزیکی و شیمیایی این سیاره به همراه چند سیاره‌ی دیگر توسط دو فضاپیمای وویجر ۱ و ۲ تهیه و فرستاده شد.
ت) ششمین عنصر فراوان در این سیاره و سیاره‌ی زمین یکسان است.

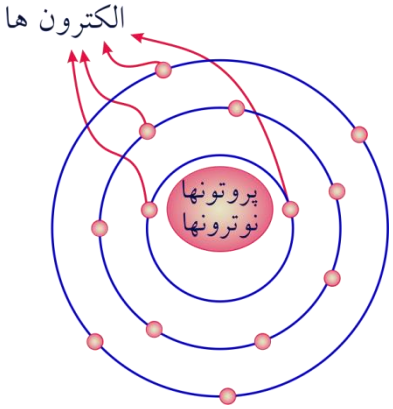
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

.....

.....

اتم و ذرات زیر اتمی

هر اتمی دارای ذرات زیراتمی است که پروتون، الکترون و نوترون نام دارند.



بار پروتون:

بار الکترون:

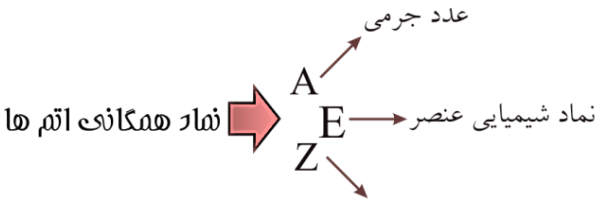
بار نوترون:

عدد اتمی ← تعداد پروتون‌های داخل هسته، عدد اتمی نام دارد و آن را با نماد Z نشان می‌دهند.

نکته: در اتم‌های خنثی که تعداد پروتون‌ها با تعداد الکترون‌ها برابر است، تعداد الکترون‌ها با عدد اتمی برابر است.

و اما یه حقیقت خیلی مهم!!! تعداد پروتون‌های هسته اتم یا همان عدد اتمی عنصر، تعیین‌کننده‌ی ماهیت عنصر است. (یعنی مثلاً وقتی میگیم اکسیژن ۸ تا پروتون داره، دیگه هیچ عنصری ۸ تا پروتون نداره و اون عدد ۸ برای اتم اکسیژن حکم کُدملی اکسیژن رو داره)

عدد جرمی ← مجموع تعداد نوترون‌ها و پروتون‌های هسته اتم، عدد جرمی نامیده می‌شود و آن را با نماد A نشان می‌دهند.



$$A = Z + N$$

عدد جرمی — عدد اتمی — تعداد نوترون ها

نکات مهم در رابطه با ذرات زیراتمی:

۱- به جز در اتم ${}_{1}^{1}H$ در هسته همه‌ی اتم‌ها $N \geq Z$ است.

۲- کاتیون و آنیون ها:

اگر اتم خنثی

بار - تعداد پروتون‌ها = تعداد الکترون‌ها

در صورت خنثی بودن اتم (یا مولکول)، بار برابر با صفر است و تعداد پروتون‌ها و الکترون‌های گونه برابر است.

۳- در گونه‌هایی که تعداد نوترون‌ها از تعداد الکترون‌ها بزرگ‌تر است، می‌توان از رابطه‌ی میانبر زیر استفاده کرد:

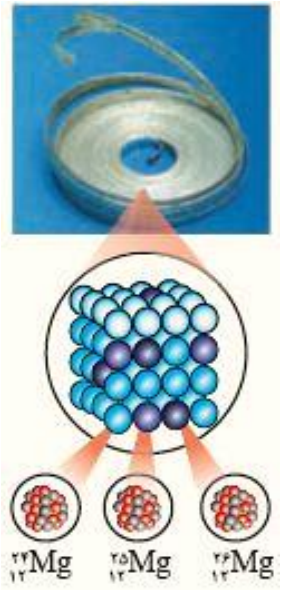
ایزوتوپ‌ها

شیمی‌دان‌ها ماده‌ای را عنصر می‌نامند که از یک نوع اتم تشکیل شده باشد، برای نمونه منیزیم و هلیم عنصر به شمار می‌روند، زیرا یک نمونه منیزیم حاوی اتم‌های منیزیم و یک نمونه هلیم حاوی اتم‌های هلیم است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که اغلب در یک نمونه‌ی طبیعی از عنصری معین، اتم‌های سازنده، جرم یکسانی ندارند. برای مثال بررسی یک نمونه‌ی منیزیم نشان می‌دهد که جرم همه‌ی اتم‌های منیزیم در این نمونه یکسان نیست، بلکه مخلوطی از سه ..... است.

این‌جاست که تو میگی آقا یه کم واضح‌تر توضیح می‌دی؟؟ کتاب خیلی سنگین صحبت می‌کنه...

قصه این‌جاست که در یک نمونه‌ی طبیعی از برخی عنصرها، مثل منیزیم، اتم‌های عنصر موردنظر، علی‌رغم اینکه تعداد پروتون و ماهیت شیمیایی یکسانی دارند، دارای عدد جرمی و جرم‌های متفاوت هستند و این دقیقاً تعریف ایزوتوپه.

ایزوتوپ



مثال: یک نمونه‌ی طبیعی از منیزیم، دارای سه ایزوتوپ $^{24}_{12}Mg$، $^{25}_{12}Mg$ و $^{26}_{12}Mg$ است. (دقت کنید که تفاوت در عدد جرمی و جرم این سه ایزوتوپ به دلیل تفاوت در تعداد نوترون‌های آن‌هاست. $^{24}_{12}Mg$، $^{25}_{12}Mg$ و $^{26}_{12}Mg$ به ترتیب ۱۲، ۱۳ و ۱۴ نوترون در هسته اتم خود دارند)

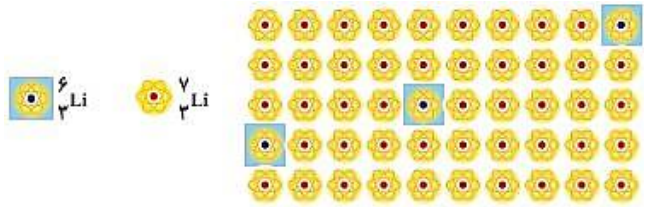
با توجه به اینکه ایزوتوپ‌های یک عنصر دارای عدد اتمی یکسان هستند، در یک خانه از جدول تناوبی قرار دارند (هم مکان هستند) و خواص شیمیایی، ماهیت و نام آن‌ها یکسان است، اما خواص فیزیکی وابسته به جرم، مانند چگالی آن‌ها با یکدیگر تفاوت دارد.

اما حقیقت تلخ اینجاست که درصد فراوانی ایزوتوپ‌ها هم با هم تفاوت داره؟ خب اصلا درصد فراوانی چی هست؟

درصد فراوانی یک ایزوتوپ، تعداد اتم‌های آن ایزوتوپ در ۱۰۰ اتم از آن عنصر را نشان می‌دهد.

بنابراین می‌توان درصد فراوانی هر ایزوتوپ را با استفاده از رابطه‌ی زیر محاسبه کرد:

مثال: ایزوتوپ‌های لیتیم $^{6}_{3}Li$ و $^{7}_{3}Li$ هستند و با توجه به شکل زیر درصد فراوانی آن‌ها قابل محاسبه است.



درصد فراوانی ایزوتوپ $^{6}_{3}Li$

درصد فراوانی ایزوتوپ $^{7}_{3}Li$

دیدگاه تناسبی :

و اما سه تا نکته‌ی خیلی مهم درباره‌ی درصد فراوانی:

۱- مجموع درصد فراوانی ایزوتوپ‌های یک عنصر برابر با ۱۰۰ است.

۲- درصد فراوانی ایزوتوپ‌های ساختگی یک عنصر در طبیعت، برابر با صفر است *(چون خیلی تابلو هست که در طبیعت اصلا وجود ندارن)*

۳- هرچه درصد فراوانی یک ایزوتوپ در طبیعت بیش‌تر باشد، پایداری آن بیش‌تر خواهد بود. *(به زبون خودمونی هرچه درصد فراوانی یک ایزوتوپ بیشتر باشه، به میزان بیش‌تری در طبیعت باقی می‌مونه و پایدارتره)*

مثال:

فراوانی ایزوتوپ‌های منیزیم :

فراوانی ایزوتوپ‌های لیتیم :

پایداری ایزوتوپ‌های منیزیم :

پایداری ایزوتوپ‌های لیتیم :

جمع‌بندی

شباهت‌های ایزوتوپ‌ها	تفاوت‌های ایزوتوپ‌ها
عدد اتمی (تعداد پروتون‌ها)	عدد جرمی
تعداد الکترون‌ها در حالت خنثی	تعداد نوترون‌های هسته
موقعیت در جدول تناوبی	جرم اتمی
ماهیت و خواص شیمیایی	خواص فیزیکی وابسته به جرم
	میزان پایداری
	فراوانی در طبیعت

رادیوایزوتوپ

ایزوتوپ‌های پرتوزا و ناپایدار یک عنصر، رادیوایزوتوپ نام دارند. در این ایزوتوپ‌ها، هسته‌ی اتم ناپایدار بوده و طی واکنش‌های هسته‌ای دچار فروپاشی می‌شود. متلاشی شدن باعث آزاد شدن انرژی زیادی خواهد شد؛ از این رو این ایزوتوپ‌ها پرتوزا تلقی می‌شوند.

اغلب (نه همه) هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن برابر یا بیش از ۱/۵ باشد، ناپایدارند و با گذشت زمان متلاشی می‌شوند.

هشدار: یه وقت فکر نکنی که این قاعده برای همه‌ی رادیوایزوتوپ‌ها صادقه. یعنی امکان داره در هسته یک رادیوایزوتوپ نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌ها کمتر از ۱/۵ باشه (مثل $^{99}_{43}Tc$) یا در برخی هسته‌های پایدار نسبت‌شمار نوترون‌ها به پروتون‌ها بزرگ‌تر از ۱/۵ باشه (مثل $^{238}_{99}U$).

چند رابطه‌ی خیلی مهم در رابطه با هسته‌ی اغلب رادیوایزوتوپ‌ها

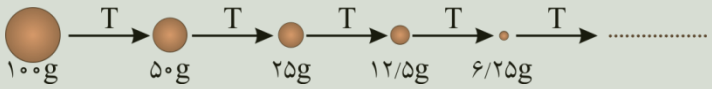
$\frac{N}{Z} \geq 1/5$

زمان نیم‌عمر

زمان نیم‌عمر، مدت زمانی است که طی آن نیمی از هسته‌های یک رادیوایزوتوپ متلاشی شود.

هرچه نیم‌عمر یک رادیوایزوتوپ کوتاه‌تر ⇐ پایداری کمتر (ناپایداری بیشتر) ⇐ زودتر متلاشی شدن هسته‌های رادیوایزوتوپ

مثال گرافیکی برای رادیوایزوتوپی که زمان نیم‌عمر آن یک دقیقه است (T= 1min)



همچنین در حل مسائل نیم‌عمر می‌توان از دو رابطه‌ی زیر استفاده کرد:

$T = \frac{\Delta t}{n}$ → زمان کل فرایند

زمان نیم‌عمر ← T

تعداد مراحل ← n

$۲^{n} = \frac{\text{مقدار اولیه}}{\text{مقدار باقیمانده}}$

به جای واژه‌ی مقدار می‌توان از واژه‌ی جرم یا تعداد نیز استفاده کرد.

ایزوتوپ‌های هیدروژن

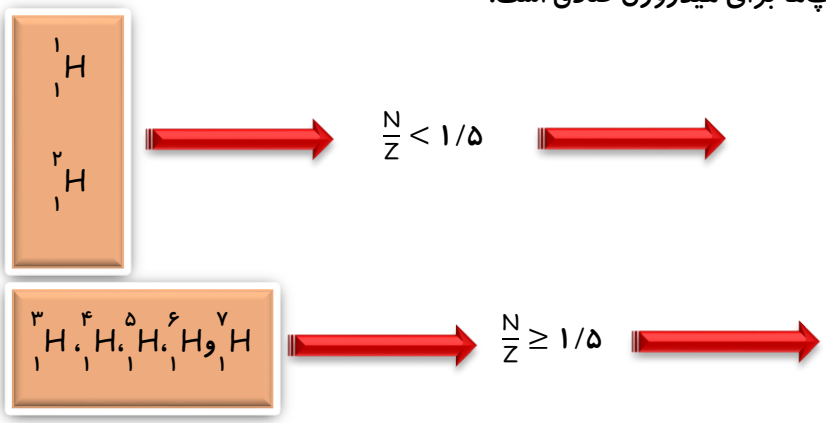
هیدروژن دارای ۷ ایزوتوپ است. نماد این ایزوتوپ‌ها، نیم‌عمر و درصد فراوانی آن‌ها در طبیعت به صورت زیر است:

تعداد ایزوتوپ / ویژگی ایزوتوپ	${}_{1}^{1}H$	${}_{1}^{2}H$	${}_{1}^{3}H$	${}_{1}^{4}H$	${}_{1}^{5}H$	${}_{1}^{6}H$	${}_{1}^{7}H$
نیم‌عمر	پایدار	پایدار	۱۲/۳۲ سال	$۱/۴\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۹/۱\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۲/۹\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۲/۳\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه
درصد فراوانی در طبیعت	۹۹/۹۸۸۵	۰/۰۱۱۴	ناچیز	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)

با توجه به جدول فوق به نکات زیر می‌توان اشاره کرد:

۱ **هیدروژن دارای هفت ایزوتوپ است که سه ایزوتوپ آن ($_{1}^{1}H$، $_{1}^{2}H$ و $_{1}^{3}H$) طبیعی و چهار ایزوتوپ آن ($_{1}^{4}H$، $_{1}^{5}H$، $_{1}^{6}H$ و $_{1}^{7}H$) ساختگی است.**

۲ **قاعده‌ی $\frac{N}{Z} \geq 1/5$ در رادیوایزوتوپ‌ها برای هیدروژن صادق است:**



۳ **در میان رادیوایزوتوپ‌های هیدروژن تنها $_{1}^{3}H$ طبیعی است و سایر رادیوایزوتوپ‌های هیدروژن ساختگی هستند** *(یعنی تو آزمایشگاه اونارو می‌سازن).*

۴ **با توجه به درصد دفراوانی ایزوتوپ‌های طبیعی پایدار و همچنین زمان نیم‌عمر ایزوتوپ‌های پرتوزا، می‌توان ترتیب پایداری ایزوتوپ‌های هیدروژن را به صورت زیر نوشت** *(هواستو جمع کن که پایداری ایزوتوپ با درصد فراوانی اون رابطه‌ی مستقیم و با زمان نیم‌عمر اون رابطه‌ی عکس داره):*

پایداری ایزوتوپ‌های هیدروژن: $_{1}^{1}H > _{1}^{2}H > _{1}^{3}H > _{1}^{4}H > _{1}^{5}H > _{1}^{6}H > _{1}^{7}H$

(پایدار: $_{1}^{1}H > _{1}^{2}H > _{1}^{3}H > _{1}^{4}H$ — طبیعی؛ رادیوایزوتوپ: $_{1}^{4}H > _{1}^{5}H > _{1}^{6}H > _{1}^{7}H$ — ساختگی)

۵ **درصد فراوانی ایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن برابر با صفر است، زیرا در طبیعت وجود ندارند و در آزمایشگاه ساخته می‌شوند.**

کاربرد و ویژگی برخی رادیوایزوتوپ‌ها

از ۱۱۸ عنصر شناخته شده، تنها ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می‌شود؛ این بدان معناست که ۲۶ عنصر دیگر ساختگی است.

تعداد کل عنصرهای شناخته شده: ۱۱۸

و امّا بشنو از نخستین عنصر ساخت بشر یعنی تکنسیم...

تکنسیم($^{99}_{43}Tc$) نخستین عنصری بود که در واکنشگاه (راکتور) هسته‌ای ساخته شد. این رادیوایزوتوپ در تصویربرداری پزشکی کاربرد ویژه‌ای دارد.

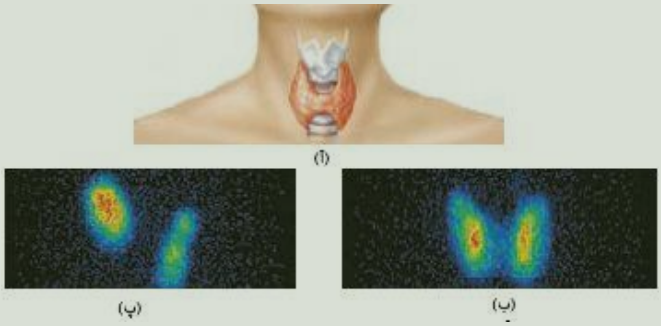
در دوره‌ی پنجم و گروه هفتم جدول دوره‌ای قرار دارد ⇐ هم‌گروه با $_{25}Mn$

یک عنصر واسطه است.

همه‌ی ^{99}Tc موجود در جهان باید به صورت مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته شود.

نمی‌توان مقادیر زیادی از این عنصر را تهیه و برای مدت طولانی نگهداری کرد، زیرا نیم‌عمر آن کم است.

به دلیل نیم‌عمر کم آن، بسته به نیاز، آن را به یک مولد هسته‌ای تولید و سپس مصرف می‌کنند.



غده‌ی پروانه‌ای شکل تیروئید در صورت ناسالم بودن از حالت پروانه‌ای شکل خارج می‌شود.

از تکنسیم ($^{99}_{43}Tc$) برای تصویربرداری غده‌ی تیروئید استفاده می‌شود، زیرا یون یُدید (I^-) با یونی که حاوی $^{99}_{43}Tc$ است، اندازه‌ی مشابهی دارد و توسط تیروئید جذب شده و امکان تصویربرداری فراهم می‌شود.

نکته!! رادیوایزوتوپ‌ها اگرچه بسیار خطرناک هستند، اما پیشرفت دانش و فناوری، بشر را موفق به مهار و بهره‌گیری از آن کرده است، به طوری که از آن‌ها در پزشکی، کشاورزی و سوخت در نیروگاه‌های اتمی استفاده می‌شود.

حالا بریم سراغ داستان‌های اورانیوم...

اورانیوم شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزایی است که یکی از ایزوتوپ‌های آن، اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود.

چند نکته‌ی مهم از اورانیوم:

۱- اورانیوم ($_{92}U$) یک فلز است که در دوره‌ی هفتم و گروه سوم جدول دوره‌ای جای دارد (دسته‌ی f)

۲- اورانیوم به‌طور عمده دارای دو ایزوتوپ $_{92}^{235}U$ و $_{92}^{238}U$ است که ایزوتوپ $_{92}^{235}U$ اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود و فراوانی آن در مخلوط طبیعی از ۰/۷ درصد کمتر است. بنابراین برای استفاده از آن به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی، باید مقدار آن را در مخلوط ایزوتوپ‌های اورانیوم افزایش داد. این فرایند، غنی‌سازی ایزوتوپی نام دارد.

۳- دانشمندان ایران با غنی‌سازی ایزوتوپی اورانیوم، که یکی از مراحل مهم چرخه‌ی تولید سوخت هسته‌ای است، موق شدند نام ایران را در فهرست دوگانه‌ی کشورهای هسته‌ای جهان ثبت کنند. با گسترش این صنعت می‌توان بخشی از انرژی الکتریکی مورد نیاز کشور را تأمین

آخرین رادیوایزوتوپی که بررسی می‌کنیم گلوکز نشان داره...

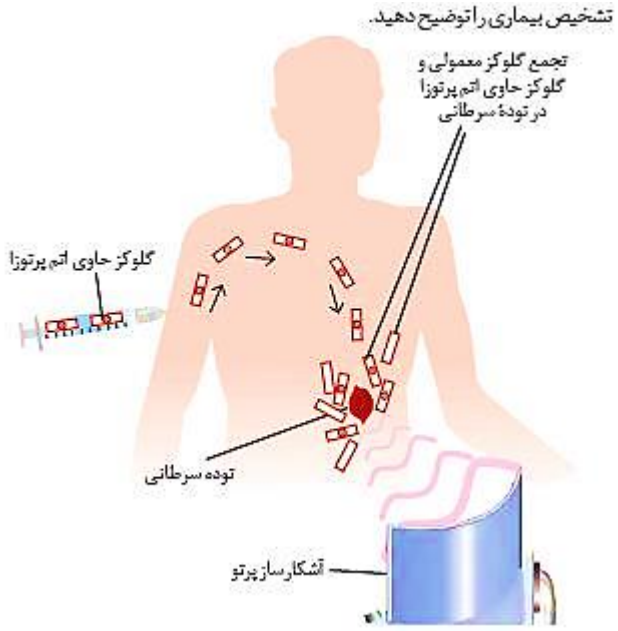
از آن‌جا که توده‌های سرطانی برای رشد خود به شدت نیازمند گلوکز هستند، می‌توان با تزریق گلوکز نشان‌دار، که همان گلوکز نشان‌دار علاوه بر توده سرطانی، به سمت سایر نقاط بدن نیز مهاجرت می‌کند.

چندتا نکته از گوشه و کنار:

۱- کیمیاگری (تبدیل عنصرهای دیگر به طلا) آرزوی دیرینه بشر بوده است. با پیشرفت علم شیمی و فیزیک انسان می‌تواند طلا تولید کند، اما هزینه تولید آن به اندازه‌ای زیاد است که صرفه اقتصادی ندارد.

۲- رادیوایزوتوپ تکنسیم و رادیوایزوتوپی از فسفر از جمله رادیوایزوتوپ‌های تولید شده در ایران هستند.

۳- دود سیگار و قلیان، مقدار قابل توجهی مواد پرتوزا دارد. از این رو اغلب افرادی که به سرطان ریه دچار می‌شوند، سیگاری هستند.



تست ۴: تعداد ذره‌های باردار در کاتیون X^{+} برابر با ۵۷ است. اگر تفاوت تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها در این کاترون برابر ۷ باشد، عدد جرمی این عنصر کدام است؟ (قلم‌چی ـ ۹۸)

۱) ۶۴ ۲) ۶۶ ۳) ۶۲ ۴) ۶۵

.....

.....

تست ۵: اگر در یون فرضی $^{A}_{Z}X^{3+}$ نسبت تعداد نوترون‌ها به الکترون‌ها و نسبت تعداد نوترون‌ها به پروتون‌ها، به ترتیب ۱/۴ و $\frac{۴}{۳}$ باشد، عدد جرمی آن برابر چند است؟ (قلم‌چی ـ ۹۹)

۱) ۱۲۶ ۲) ۱۴۷ ۳) ۱۵۴ ۴) ۱۲۳

.....

.....

.....

تست ۶: نسبت شمار نوترون‌ها به شمار پروتون‌ها در سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی عنصر هیدروژن کدام است؟

(سراسری تجربی ـ ۹۸)

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۷

.....

.....

.....

تست ۷: کدام گزینه نادرست است؟ (قلم‌چی ـ ۹۸)

۱) هیدروژن فقط دارای ۳ ایزوتوپ طبیعی است.

۲) ۵ مورد از ۷ ایزووپ ابتدایی هیدروژن، دارای زمان ماندگاری محدود هستند.

۳) هسته‌های ایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن پایدار نیستند و با گذشت زمان متلاشی می‌شوند.

۴) ترتیب پایداری تعدادی از ایزوتوپ‌های هیدروژن به ${}_{1}^{6}H > {}_{1}^{4}H > {}_{1}^{5}H > {}_{1}^{3}H$ است.

.....

.....

.....

تست ۸: کدام موارد از عبارت‌های زیر نادرست است؟ (قلم‌چی ـ ۹۹)

الف) غده‌ی تیروئید می‌تواند همزمان یون یُدید و یونی را که حاوی ${}_{43}^{99}Tc$ است جذب کند.

ب) اورانیوم شـــناخته شده‌ترین فلز پرتوزایی است که همه‌ی ایزوتوپ‌های آن، به عنوان سوخت در راکتور اتمی به کار می‌رود.

پ) رادیوایزوتوپ فسفر در ایران تولید می‌شود.

ت) توده‌های سرطانی با تزریق گلوکز حاوی اتم پرتوزا، تشخیص و درمان می‌شوند.

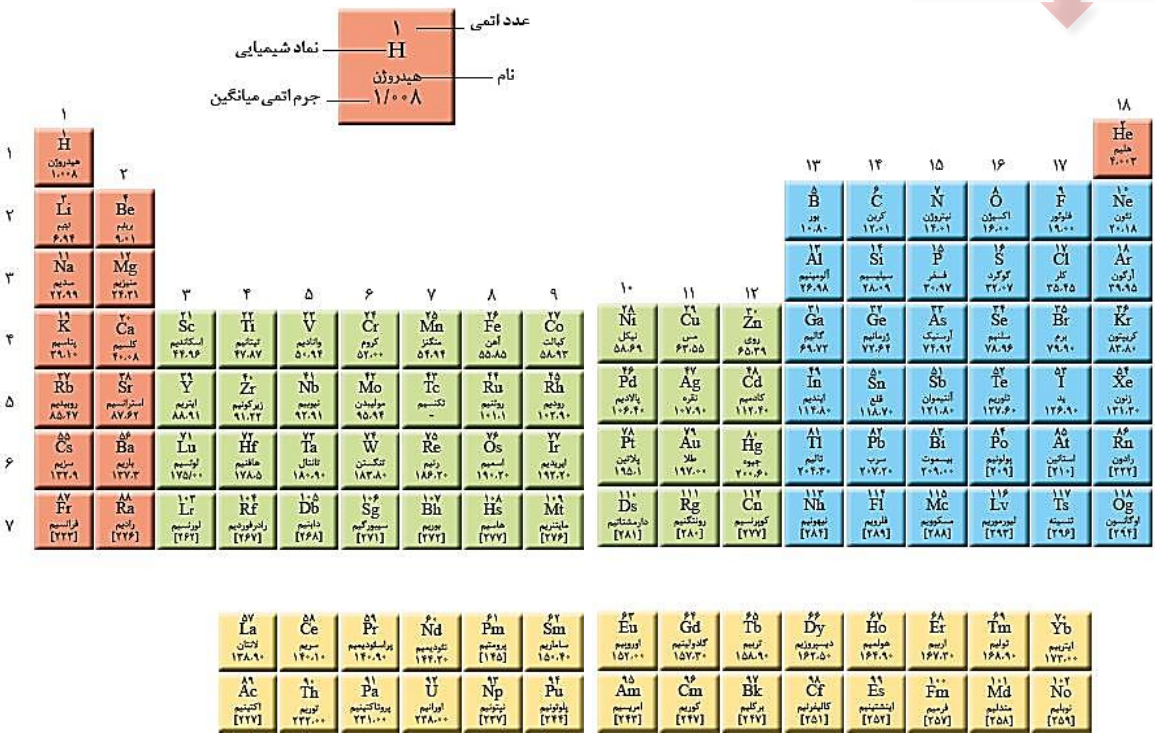
۱) الف ، ب ۲) الف ، پ ۳) پ ، ت ۴) ب ، ت

.....

.....

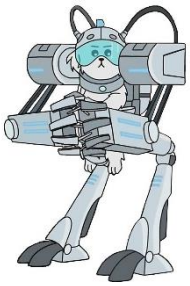
.....

جدول دوره‌ای عنصرها



دانشمندان در سده‌های اخیر، همواره به دنبال طبقه‌بندی عنصرها و خواص آن‌ها بودند. بزرگ‌ترین پیشرفت در زمینه‌ی دسته‌بندی عنصرها، با چیدمان مندلیف صورت گرفت که با چیدمان جدول دوره‌ای امروزی کمی تفاوت دارد. در جدول تناوبی امروزی، عنصرها بر اساس افزایش عدد اتمی سازماندهی شده‌اند، به طوری که جدول دوره‌ای (تناوبی) عنصرها از عنصر هیدروژن با عدد اتمی یک ($Z=1$) آغاز و به عنصر شماره ۱۱۸ ختم می‌شود.

به ردیف‌های افقی جدول دوره‌ای، ..... یا ..... و به ستون‌های عمودی آن گروه می‌گویند. بنابراین می‌توان گفت که جدول دوره‌ای، دارای ۷ دوره و ۸ گروه است. هر دوره (تناوب) جدول دوره‌ای، نشان‌دهنده‌ی چیدمان عنصرها برحسب افزایش عدد اتمی است، در حالی که هر گروه جدول دوره‌ای، شامل عنصرها با خواص شیمیایی مشابه است (منظور از خواص شیمیایی مشابه در عناصر یک گروه، مشابه بودن در خواصی مانند الکترون‌های ظرفیت و آرایش الکترونی لایه‌ی ظرفیت، بار یون و ... است).



نکته خیلی مهم:

خواص شیمیایی عنصرهای یک دوره با یکدیگر متفاوت است، اما به دلیل مشابه بودن خواص شیمیایی عنصرهای هر گروه، با پیمایش هر دوره از چپ به راست، خواص عنصرها به طور مشابه تکرار می‌شود. به همین دلیل این جدول، جدول دوره‌ای (تناوبی) عنصرها نام دارد.

نمونه‌هایی از تشابه عنصرهای هم‌گروه در کتاب درسی به آن‌ها اشاره شده است

هلیم ($_{2}He$) ⇐ گروه هجدهم

آرگون ($_{18}Ar$) ⇐ گروه هجدهم

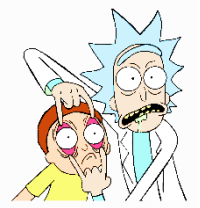
فلوئور ($_{9}F$) ⇐ گروه هفدهم ⇐ یون فلوئورید: F^-

بُرم ($_{35}Br$) ⇐ گروه هفدهم ⇐ یون برمید: Br^-

آلومینیم ($_{13}Al$) ⇐ گروه سیزدهم ⇐ یون آلومینیم: Al^{3+}

گالیم ($_{31}Ga$) ⇐ گروه سیزدهم ⇐ یون گالیم: Ga^{3+}

در هر خانه‌ی جدول دوره‌ای که متعلق به یک عنصر معین است، چهار ویژگی مهم هر عنصر یعنی عدد اتمی، نماد شیمیایی، نام و جرم اتمی میانگین آن نمایش داده می‌شود. در جدول دوره‌ای، هر عنصر با نماد یک یا دو حرفی نمایش داده می‌شود، که در هر نماد، حرف اول لاتین باید به صورت بزرگ و در صورت دو حرفی بودن، حرف دوم با حرف کوچک نمایش داده می‌شود. مثال: Fe ، C ، He.



مراقب باش!!! اغلب نمادهای شیمیایی عنصرها دو حرفی هستند.

خب یه چند تا نکته مشتی دیگه هم می‌گم بعد برو برای خودت تست بزن:

۱ با دقت در جدول دوره‌ای می‌توان دریافت که دو ردیف از عناصر، پایین جدول دوره‌ای قرار دارند:

ردیف اول ← عدد اتمی ۵۷ تا ۷۰ ← لانتانیدها

موقعیت در جدول:
- دوره: ۶
- گروه: ۳

تعداد عنصرها: ۱۴

ردیف دوم ← عدد اتمی ۸۹ تا ۱۰۲ ← اکتینیدها

موقعیت در جدول
دوره: ۷
گروه: ۳

تعداد عنصرها: ۱۴

۲ پرجمعیت‌ترین گروه جدول ← گروه ۳ ← تعداد عنصرها: ۳۲ = ۱۴ + ۱۴ + ۴ ← خود جدول

۱۴: اکتینیدها
۱۴: لانتانیدها

تعداد عنصرهای دوره‌ی ۱ ←

تعداد عنصرهای دوره ۲ و ۳ ←

تعداد عنصرهای دوره ۴ و ۵ ←

۳ پرجمعیت‌ترین دوره جدول ← دوره ۶ و ۷ ← تعداد عنصرها در هر دوره: ۳۲ = ۱۴ + ۱۸

۱۴: لانتانید و آکتینید
۱۸: داخل جدول

تعداد عنصرهای دوره ۱ ←

تعداد عنصرهای دوره ۲ و ۳ ←

تعداد عنصرهای دوره ۴ و ۵ ←

۴ گروه ۱ (به غیر از هیدروژن) فلزهای قلیایی، گروه ۲ فلزهای قلیایی خاکی، گروه ۳ تا ۱۲ عنصرهای واسطه، گروه ۱۷ هالوژن‌ها و گروه ۱۸ گازهای نجیب نام دارند.

توجه: عنصرهای واسطه از تناوب چهارم آغاز می‌شوند.

۵ **تعداد عنصرهای موجود میان دو عنصر معین در جدول دوره‌ای، یک واحد از اختلاف عدد اتمی آن‌ها کمتر است.**

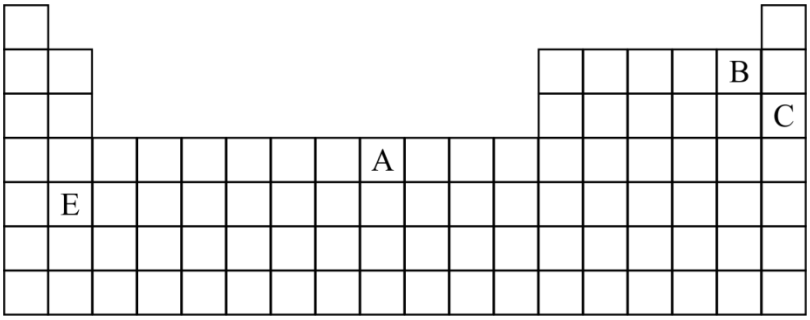
مثال:

۶ **برای تعیین موقعیت یک عنصر در جدول دوره‌ای، شماره دوره و گروه آن گزارش می‌شود.**

اتمام حجّت!!! اگه به نماد شیمیایی، نام، عدد اتمی و شماره دوره و گروه عنصرهای زیر به طور کامل مسلط نشی، شیمی مثل زهرمار میشه برات و تا خود کنکور دیگه هیچی نمی‌فهمی.

- *عنصرهای گروه ۱، ۲ ، ۱۳ ، ۱۴ ، ۱۵ ، ۱۶ ، ۱۷ و ۱۸*
- *عنصرهای واسطه‌ی دوره‌ی چهارم (عدد اتمی ۲۱ تا ۳۰)*

تست ۹: با توجه به جدول زیر چند مورد از مطالب زیر درست است؟ (قلم‌چی - ۹۷)



- **تعداد پروتون‌های عنصر A با مجموع تعداد پروتون‌های عناصر B و C برابر است.**
- **عنصرهای D و E هم‌دوره هستند و خواص فیزیکی و شیمیایی مشابهی دارند.**
- **اگر در هسته اتم B، ۱۰ نوترون وجود داشته باشد، عدد جرمی آن برابر ۱۹ می‌باشد.**
- **اگر عنصر E یون پایدار E^{2+} را تشکیل دهد، عنصر Y نیز یون پایدار Y^{2+} را تشکیل می‌دهد.**
- **عنصر D متعلق به گروه ۱۷ و دوره چهارم جدول تناوبی است.**

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

.....

.....

.....

جرم اتمی عنصرها

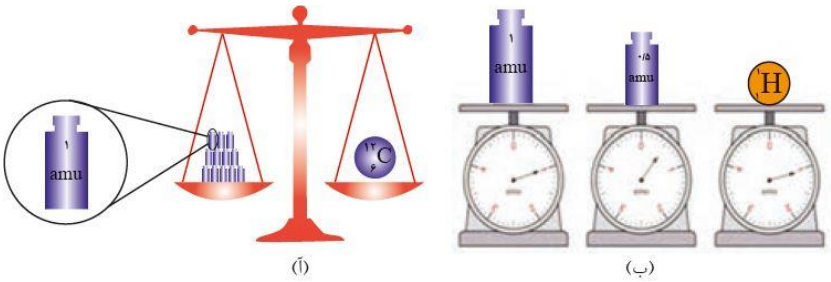
همان‌طور که جرم اجسام گوناگون را بسته به اندازه و نوع آن‌ها با ترازوهای متفاوتی اندازه‌گیری می‌کنند، جرم اتم‌ها را نیز با سنجه و یکایی مناسب باید اندازه‌گیری کرد. برای مثال جرم یک کامیون را با باسکول و یکای تُن، جرم هندوانه را با ترازوی معمولی و یکای کیلوگرم و جرم طلا را با ترازوهای دقیق‌تر و یکای گرم می‌سنجند.

نکته‌ای که هیچ ربطی به شیمی نداره ولی تو کتاب درسی اومده:
دقت اندازه‌گیری باسکول‌های تُنی ← تا یک صدم تُن
دقت اندازه‌گیری ترازوی زرگری ← تا یک صدم گرم

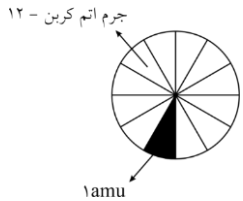
خیلی تابلوئه که با استفاده از باسکول چندتنی نمی‌توان جرم یک هندوانه را اندازه‌گیری کرد، زیرا جرم هندوانه از دقت اندازه‌گیری این ترازو کم‌تر است. یا مثلاً جرم یک دانه برنج را نمی‌توان با ترازوی معمولی اندازه‌گیری کرد.

خُب... حالا خودت خداوکیلی بگو... میشـــه جرم یک اتم (که همون جرم اتمی نام داره) رو با ترازوی معمولی یا ترازوی زرگری اندازه‌گیری کرد؟؟

دانشمندان همواره در پی یافتن سنجه‌ای مناسب و در دسترس برای اندازه‌گیری جرم اتم‌ها بوده‌اند. اتم‌ها بسیار ریزاند به طوری که نمی‌توان آن‌ها را به طور مستقیم مشاهده و جرم آن‌ها را اندازه‌گیری کرد؛ به همین دلیل دانشمندان مقیاس جرم نسبی را برای تعیین جرم اتم‌ها به کار می‌برند. به این سنجه، یکای جرم اتمی (amu) می‌گویند.



۱ amu یا ۱u → $(^{12}_{6}C)$ ۱۲ – جرم ایزوتوپ اتم کربن - $\frac{1}{12}$ →



پس از تعریف amu، دانشمندان جرم اتمی دیگر عنصرها و هم‌چنین ذرات ریز اتمی را محاسبه کردند.

نام ذره	نماد	بار الکتریکی نسبی	جرم (amu)
الکترون	$^{0}_{-1}e$	-۱	۰/۰۰۰۵
پروتون	$^{1}_{+1}p$	+۱	۱/۰۰۷۳
نوترون	$^{1}_{0}n$	۰	۱/۰۰۸۷

بر اساس جدول فوق می‌توان جرم هر پروتون و هم‌چنین جرم هر نوترون را تقریباً ۱amu در نظر گرفت (جرم هر نوترون، اندکی از هر پروتون بیش‌تر است) و جرم هر الکترون، ناچیز و در حدود $\frac{1}{2000}$ amu است.

چند نکته‌ی مهم:

۱-

۲- جرم اتم $^{1}_{1}H$ اندکی از ۱amu بیش‌تر است ($^{1}_{1}H$ دارای یک پروتون و یک الکترون است):

۳- جرم اتمی و عدد جرمی از نظر عددی، تقریباً با یکدیگر برابر هستند، زیرا جرم هر پروتون و هر نوترون تقریباً برابر با ۱amu و جرم الکترون‌ها را می‌توان ناچیز در نظر گرفت.

مثال:

$^{25}_{12}Mg$
- تعداد پروتون = ۱۲ ←
- تعداد الکترون = ۱۲ ←
- تعداد نوترون = ۱۳ ←

نتیجه‌گیری

عدد جرمی و جرم اتمی صرفاً از نظر عددی تقریباً برابر هستند و از نظر مفهوم و واحد کاملاً متفاوت هستند.

لازم به ذکره که در مباحث بعدی دوتا نکته مهم زیر رو بیش‌تر تشریح خواهیم کرد:

- جرم مولی عنصر نیز با عدد جرمی و جرم اتمی عنصر، از نظر عددی تقریباً برابر است.
- $1amu = 1/66 \times 10^{-24} g$

خُب... حالا یه سؤال خیلی مهم... قبلاً گفتیم که لیتیم دارای دو تا ایزوتوپ $^{6}_{3}Li$ و $^{7}_{3}Li$ است. به این ترتیب جرم اتمی این دو ایزوتوپ لیتیم به ترتیب برابر با ۶amu و ۷amu است. حالا بگو ببینم جرم اتمی Li رو ۶ گزارش کنیم یا ۷؟ اگر می‌فوای بگی ۶/۵ باید بهت فحش بدم!!!

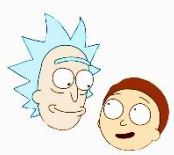
برای محاسبه‌ی جرم اتمی عنصرها، از کمیتی به نام «**جرم اتمی میانگین**» استفاده می‌شود. برای بدست آوردن جرم اتمی میانگین یک عنصر از رابطه‌ی زیر استفاده می‌شود:

که در آن $\bar{M}$ جرم اتمی میانگین، M_1، M_2، ... و M_n جرم اتمی هر ایزوتوپ، F_1، F_2، ... و F_n تعداد اتم هر ایزوتوپ در یک نمونه عنصر است. در صورتی که تعداد کل اتم‌ها در یک نمونه عنصر، برابر با ۱۰۰ فرض شود، F_1، F_2، ... و F_n درصد فراوانی ایزوتوپ‌ها خواهند بود و مخرج رابطه‌ی فوق برابر با ۱۰۰ خواهد شد؛ زیرا مجموع درصد فراوانی ایزوتوپ‌ها برابر با ۱۰۰ است. بنابراین در مثال ایزوتوپ‌های Li، جرم اتمی میانگین لیتیم را به صورت زیر می‌توان محاسبه کرد:

درصد فراوانی ^{6}Li = F_1 = ٪۶

درصد فراوانی ^{7}Li = F_2 = ٪۹۴

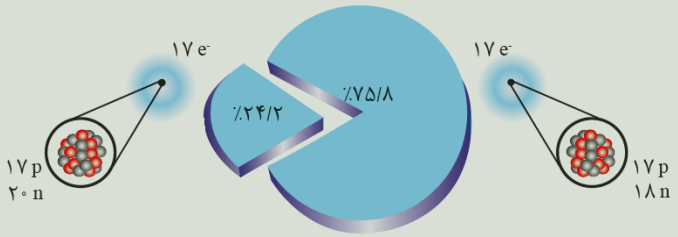
نکته‌ی بی‌نهایت مهم:



نصیحتی از یک معلم دل‌سوخته!!! در حل تست‌های جرم اتمی میانگین بهتر است از رابطه‌ی زیر برای محاسبه‌ی جرم اتمی میانگین استفاده کنید.

نکته‌ی از تمرین کتاب درسی

کلر دارای دو ایزوتوپ ^{35}Cl و ^{37}Cl است. با توجه به اینکه در شکل زیر درصد فراوانی ^{35}Cl و ^{37}Cl به ترتیب ۷۵/۸٪ و ۲۴/۲٪ نشان داده شده است، می‌توان گفت که ایزوتوپ $^{35}_{17}Cl$ پایدارتر از $^{37}_{17}Cl$ است.



هم‌چنین جرم اتمی میانگین کلر برابر است با:

توجّه: عدد بدست آمده با جرم اتمی کلر میانگین در جدول دوره‌ای یعنی ۳۵/۴۵amu اندکی متفاوت است، زیرا در محاسبه‌ی فوق عدد جرمی ایزوتوپ‌های کلر به عنوان جرم اتمی جایگذاری شده و از آن‌جایی که جرم اتمی و عدد جرمی ایزوتوپ، تقریبا (نه دقیقا) با هم برابر هستند، اندکی خطا در محاسبه‌ی جرم اتمی میانگین کلر حاصل شد (که البته قابل چشم‌پوشی است و در مسائل می‌توان این فرض را انجام داد).

تست ۱۰: $\frac{۲}{۷}$ جرم اکسید $X_۲O_۳$ را اکسیژن تشکیل می‌دهد، جرم اتمی عنصر X چند amu است و در صورتی که تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌های اتم آن برابر ۶ باشد، عنصر X در کدام دوره جدول تناوبی جای دارد؟ (عدد جرمی را برابر جرم اتمی در نظر بگیرید، $O = ۱۶ g.mol^{-۱}$) (سراسری تجربی - ۱۴۰۰)

۱) ۶۰ ، چهارم ۲) ۶۰ ، پنجم ۳) ۷۰ ، چهارم ۴) ۷۰ ، پنجم

.....

.....

.....

.....

.....

.....

تست ۱۱: چند مورد از مطالب زیر درست است؟ (سراسری ریاضی - ۹۹)

* جرم اتمی $_{۱}^{۱}H$ اندکی از ۱amu بیش‌تر است.
* عنصر $_{۳۵}X$ با عنصر $_{۱۷}Z$ هم‌گروه و با عنصر $_{۲۱}Y$ هم‌دوره است.
* در تناوب سوم جدول تناوبی، پنج عنصر جای دارند که نماد شیمیایی آن‌ها، دو حرفی است.
* هر ستون جدول تناوبی، شامل عنصرهایی با خواص فیزیکی و شیمیایی یکسان است و گروه نامیده می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

.....

.....

.....

.....

.....

تست ۱۲: عنصر A دارای چهار ایزوتوپ با عدد جرمی ۴۹ ، ۵۱، ۵۳ و ۵۴ است. اگر مجموع فراوانی دو ایزوتوپ اول ۶۵ و فراوانی ایزوتوپ سوم ۱۵ درصد باشد، درصد فراوانی دو ایزوتوپ اول، به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟ (عدد جرمی ایزوتوپ‌ها، برابر جرم اتمی آن‌ها و جرم اتمی میانگین برای عنصر A، برابر ۵۰/۹۵amu فرض شود)

(سراسری تجربی ـ ۹۹)

۱) ۳۵/۵ ، ۲۹/۵ ۲) ۴۷/۵ ، ۱۷/۵ ۳) ۵۰ ، ۱۵ ۴) ۵۰/۵ ، ۱۴/۵

.....

.....

.....

.....

تست ۱۳: منیزیم طبیعی دارای سه ایزوتوپ ^{24}Mg با جرم اتمی ۲۳/۹۹amu و فراوانی ۷۹ درصد، ^{25}Mg با جرم اتمی ۲۴/۹۹ فراوانی ۱۰ درصد، ^{26}Mg با جرم اتمی ۲۵/۹۸amu و فراوانی ۱۱ درصد و فلوئور تنها به صورت ^{19}F، با جرم اتمی ۱۸/۹۹amu وجود دارد. جرم مولی منیزیم فلوئورید طبیعی برابر چند گرم است؟

(سراسری تجربی خارج از کشور ـ ۹۹)

۱) ۶۱/۸۶ ۲) ۶۲/۲۸ ۳) ۶۴/۱۲ ۴) ۶۶/۴۵

.....

.....

.....

.....

تست ۱۴: عنصر فرضی X دارای دو ایزوتوپ سبک و سنگین با جرم‌های ۱۴amu و ۱۶amu و جرم اتمی میانگین ۱۴/۲amu است. نسبت شمار اتم‌های ایزوتوپ سنگین به سبک در آن کدام است؟ (سراسری ریاضی ـ ۹۸)

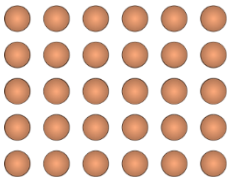
۱) $\frac{۱}{۸}$ ۲) $\frac{۱}{۹}$ ۳) $\frac{۱}{۱۰}$ ۴) $\frac{۱}{۱۱}$

.....

.....

.....

تست ۱۵: عنصر فرضی X دارای دو ایزوتوپ با جرم اتمی ۲۴amu و ۲۷amu است که در شکل زیر باید به ترتیب با دایره‌های سفید و سیاه نشان داده شوند. اگر جرم اتمی میانگین این عنصر برابر ۲۶/۷amu باشد، چند دایره در شکل زیر باید سیاه رنگ باشد، تا فراوانی ایزوتوپ‌ها را به درستی نشان دهد؟ (سراسری ریاضی خارج از کشور - ۹۹)



۱) ۱۶
۲) ۱۹
۳) ۲۲
۴) ۲۷

.....

.....

.....

تست ۱۶: عنصر کروم دارای سه ایزوتوپ ^{52}Cr، ^{53}Cr و ^{54}Cr است. اگر نسبت شمار اتم‌های سبک‌ترین ایزوتوپ به سنگین‌ترین ایزوتوپ برابر ۲ باشد، فراوانی ایزوتوپ ^{53}Cr چند درصد است؟ (جرم اتمی میانگین را برابر ۵۲/۷amu و جرم هر پروتون و هر نوترون را ۱amu درنظر بگیرید) (کاج - ۱۴۰۰)

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

.....

.....

.....

تست ۱۷: اگر برم دارای دو ایزوتوپ طبیعی باشد و تفاوت نوترون در این دو ایزوتوپ برابر با ۲ باشد و فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر ۲۰ درصد باشد، جرم اتمی ایزوتوپ سنگین‌تر چند amu است؟ (جرم اتمی میانگین بُرُم را ۸۰amu در نظر بگیرید) (قلم‌چی - ۹۹)

۱) ۸۰/۶ ۲) ۷۹/۶ ۳) ۸۰/۴ ۴) ۸۰/۹

.....

.....

.....

مول و استوکیومتری

سؤال بسیار مهم: مول چیست؟

پاسخ:

توجّه کنید:

عدد آووگادرو $\rightarrow N_A = ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$

بخشی از علم شیمی که در آن به ارتباط کمّی میان مقدار مواد شیمیایی پرداخته می‌شود، استوکیومتری نام دارد. در استوکیومتری، ارتباط کمّی بین واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌های یک واکنش، ارتباط بین مقدار اتم‌های تشکیل‌دهنده‌ی یک ترکیب و ... بررسی می‌شود.

سؤال بعدی: در استوکیومتری مول به چه دردی می‌خوره؟

پاسخ: دو تا جواب میشه داد:

۱- اتم‌ها به طور باورنکردنی ریز هستند به طوری که نمی‌توان با هیچ دستگاهی و شمارش تک‌تک آن‌ها، شمار آن‌ها را به دست آورد، اما می‌توان از روی جرم آن‌ها، تعداد این ذرات را محاسبه کرد. به عبارت دیگر، جرم و تعداد ذرات با یکدیگر ارتباط دارند.

فرض کن بخوای جرم یک دونه برنج رو اندازه‌گیری کنی. قطعاً این اندازه‌گیری با ترازوی معمولی امکان‌پذیر نیست، چون جرم یک دونه برنج از دقت اندازه‌گیری ترازو کمتره. اما اگه مثلاً جرم ۵۰۰ دونه برنج قابل اندازه‌گیری باشه، با یک تناسب ساده می‌شه جرم یک دونه برنج رو محاسبه کرد (مثلاً فرض کن ۵۰۰ دونه برنج، ۱۰۰ گرم جرم داره):

از اونجایی که جرم یک اتم (همانند یک دونه برنج) بسیار کمه و در آزمایشگاه اندازه‌گیری جرم اتم عملاً غیرممکنه، مبنای محاسبات کمّی بر اساس مول است. به عبارت دیگر جرم یک مول ذره، برحسب گرم قابل اندازه‌گیری است. (یک مول همانند ۵۰۰ دونه برنج عمل می‌کنه) برای مثال یک مول سدیم، یعنی $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ اتم سدیم، ۲۳ گرم جرم داره و اندازه‌گیری این ۲۳ گرم در آزمایشگاه ممکن است (ولی اگه بهت بگن برو ۲ تا دونه اتم سدیم بردار و جرمش رو با ترازو اندازه بگیر غیرممکنه).

۲- مبنای فرمول‌نویسی و واکنش‌نویسی بر اساس مول است.

خوب این دو تا مورد رو یاد بگیر:

مورد اول: در فرمول شیمیایی یک ترکیب، زیروندها را به دو شکل می‌توان خواند. مثال:

مورد دوم: در موازنه‌ی معادله‌ی واکنش‌های شیمیایی خواهیم دید که واکنش‌های شیمیایی موازنه شده را نیز، به دو شکل زیر می‌توان خواند. مثال:

$$۱CH_۴ + ۲O_۲ \rightarrow ۱CO_۲ + ۲H_۲O$$

بریم سراغ تبدیل واحد...

برای تبدیل واحدهای گرم، مول و تعداد به یکدیگر، از دو روش کسرهای تبدیل و تناسب (که در ادامه به صورت کسرهای پیش‌ساخته معرفی می‌شود) می‌توان استفاده کرد. برای توضیح این دو روش به مثال زیر توجه کنید:

مثال: ۵ کیلوگرم شامل چند گرم است؟

روش ۱: کسرهای تبدیل

دو نکته کسر تبدیلی:

روش ۲: تناسب

حالا یه مثال شیمی: **در ۱۲۸۰ گرم گاز اکسیژن (O_2) چند مولکول اکسیژن (O_2) وجود دارد؟ ($O=16\ g.mol^{-1}$)**

*** روش ۱: کسرهای تبدیل**

*** روش ۲: تناسب**

سریع‌ترین روش حل مسائل: جایگزین روش تناسب، روش کسرهای پیش‌ساخته است.

حل مثال فوق به روش‌های پیش‌ساخته

چند نکته مهم:

۱- گرم، رایج‌ترین یکای اندازه‌گیری جرم در آزمایشگاه شناخته می‌شود؛ این در حالی است که یکای جرم اتمی (amu)، یکای بسیار کوچکی برای جرم به شمار می‌آید و همان‌طور که پیش‌تر گفته شد، کار با آن در آزمایشگاه در عمل ناممکن است. با این وجود، دانشمندان با استفاده از دستگاهی به نام طیف‌سنج جرمی، جرم اتم‌ها را با دقت زیاد اندازه‌گیری می‌کنند. همان‌طور که در قسمت‌های قبل نیز بیان شد، ۱amu برابر است با $۱/۶۶\times۱۰^{-۲۴}\ g$.

۲- در پیوند با ریاضی صفحه‌ی ۷ کتاب درسی این سؤال مطرح می‌شود که در یک نمونه‌ی یک گرمی از عنصر هیدروژن ($_{۱}^{۱}H$) چند اتم هیدروژن وجود دارد؟ (توجه داشته باشید که جرم اتمی میانگین هیدروژن تقریباً برابر با ۱amu و جرم مولی $_{۱}^{۱}H$ برابر با $۱g.mol^{-۱}$ است)

این سؤال را با دو دیدگاه می‌توان حل کرد:

دیدگاه اول :

دیدگاه دوم :

دو نتیجه‌ی مهم

تست ۱۸: $۹/۰۳\times۱۰^{۲۰}$ اتم مس، چند گرم مس است؟ $(Cu=۶۴g.mol^{-۱})$ (خود را بیازمایید کتاب درسی)

۱) ۸۰/۶ ۲) ۷۹/۶ ۳) ۸۰/۴ ۴) ۸۰/۹

.....

.....

.....

تست ۱۹: تعداد اتم‌های موجود در ۴۰ گرم گاز اکسیژن، برابر تعداد اتم‌های موجود در چند گرم گاز متان است؟ $(O=۱۶ , C=۱۲ , H=۱g.mol^{-۱})$ (قلم‌چی ـ ۹۸)

۱) ۸ ۲) ۴ ۳) ۲ ۴) ۱۶

.....

.....

.....

دو نکته مهم:

۱-

۲-

تست ۲۰: مخلوطی از CO_2 و CH_3OH به جرم ۸۱ گرم در یک ظرف سربسته قرار دارد. اگر تعداد اتم‌های هیدروژن در این ظرف برابر $36/12\times10^{23}$ اتم باشد، جرم CO_2 موجود در ظرف کدام است؟ $(O=16 , C=12 , H=1 g.mol^{-1})$ (قلم‌چی ـ ۹۸)

۱) ۲۷ ۲) ۳۳ ۳) ۴۸ ۴) ۸۲/۵

.....

.....

.....

.....

تست ۲۱: اگر جرم مولی اتمی A دو برابر جرم مولی اتم B باشد، جرم $1/204\times10^{24}$ اتم A چند برابر جرم $6/02\times10^{24}$ اتمی B است؟ (قلم‌چی ـ ۹۸)

۱) ۲۰ ۲) ۳۰ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

.....

.....

.....

تست ۲۲: تعداد اتم O در ۶۴ گرم گاز اکسیژن برابر با تعداد اتم‌ها در ۹۲ گرم از یک فلز است. جرم مولی فلز کدام است؟ (قلم‌چی ـ ۹۸)

۱) ۲۳ ۲) ۴۶ ۳) ۲۴ ۴) ۳۲

.....

.....

.....

تست ۲۳: در ۲ مول یون $_{11}Na^+$ چند الکترون وجود دارد؟ (قلم‌چی ـ ۹۸)

۱) $5N_A$ ۲) $10N_A$ ۳) $15N_A$ ۴) $20N_A$

.....

.....

.....

نور، کلید شناخت جهان

در ابتدای فصل خواندیم که با استفاده از نور و برهم‌کنش آن با ماده می‌توان اطلاعات ارزشمندی از چگونگی پیدایش جهان هستی به دست آورد. همچنین با استفاده از نور می‌توان رازهای آفرینش را رمزگشایی کرد؛ به عبارت دیگر نور، کلید قفل صندوقچه رازهای جهان است. برای مثال به دلیل اینکه خورشید و دیگر اجرام آسمانی از ما بسیار هستند، ویژگی‌های آن‌ها را نمی‌توان به طور مستقیم اندازه‌گیری کرد. همچنین دمای اجسام بسیار داغ را نمی‌توان با ابزاری مانند دماسنج تعیین کرد؛ زیرا دماسنج در این دماها ذوب می‌شود. با این اوصاف، با استفاده از خورشید باید دما و سایر ویژگی‌های آن‌ها را تعیین کرد. همچنین با استفاده از دستگاهی به نام طیف‌سنج می‌توان از پرتوهای گسیل شده از مواد گوناگون، اطلاعات ارزشمندی درباره‌ی آن‌ها بدست آورد.

نکاتی درباره‌ی نور:

۱- نور، صورتی از انرژی است که ماهیت دوگانه‌ی ذره‌ای ـ موجی دارد (یعنی به طور مداوم در حال تبدیل شدن از ذره به موج و برعکس است و دلیل انتشار آن در محیط نیز همین تبدیل مداوم است).

۲- نور مرئی تنها بخش کوچکی از گستره‌ی پرتوهای الکترومغناطیسی است. همچنین نور مرئی خود گستره‌ای پیوسته از بی‌نهایت طول موج از رنگ‌های گوناگون است.

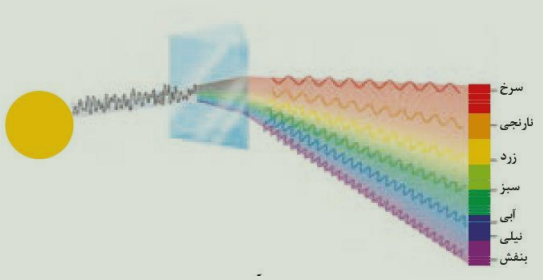
آقا یه دقیقه صبر کن... قبل از نکته‌ی ۳ میشه بگی طول موج چیه؟

طول موج: فاصله‌ی بین دو قله یا دو درّه‌ی متوالی در یک موج است و با حرف λ نشان داده می‌شود.

۳- نور خورشید اگرچه سفید به نظر می‌رسد، پس از عبور از قطره‌های آب موجود در هوا که پس از بارش هنوز در هوا پراکنده است، تجزیه می‌شود و گستره‌ای پیوسته از رنگ‌ها را ایجاد می‌کند. این گستره‌ی رنگی شامل بی‌نهایت طول موج از رنگ‌های گوناگون در بازه‌ی ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر است، اما شامل هفت رنگ اصلی سرخ، نارنجی، زرد، سبز، آبی، نیلی و بنفش (همون رنگ‌های رنگین‌کمان) می‌باشد. به این گستره، ..... می‌گویند.

چرا بهش می‌گن گسترهٔ مرئی؟

چون چشم انسان تنها می‌تواند گستره‌ی مرئی نور را ببیند که محدوده‌ی طول موج آن بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر است.



۴- طول موج یک پرتو با انرژی آن رابطه‌ی عکس دارد. بنابراین ترتیب طول موج و انرژی در پرتوهای گستره‌ی مرئی به صورت زیر خواهد بود:

قرمز > نارنجی > زرد > سبز > آبی > نیلی > بنفش: طول موج

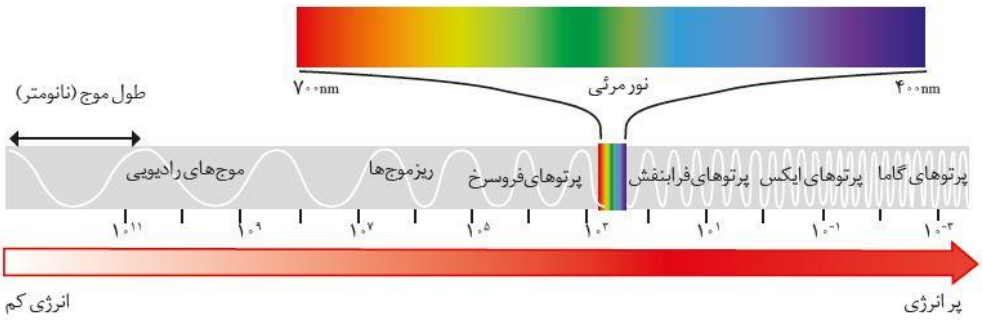
قرمز > نارنجی > زرد > سبز > آبی > نیلی > بنفش: انرژی

۵- میزان انحراف پرتوهای مرئی پس از عبور از منشور با انرژی موج رابطه‌ی مستقیم و با طول موج آن رابطه‌ی عکس دارد.

قرمز > نارنجی > زرد > سبز > آبی > نیلی > بنفش: میزان انحراف پس از عبور از منشور

آقا ما یه چیزی رو از نکته‌ی ۲ کامل نفهمیدیم. پرتوهای الکترومغناطیسی دقیقاً چیه؟!

پرتوهای الکترومغناطیسی پرتوهایی هستند که دارای دو میدان الکتریکی و مغناطیسی هستند و این دو میدان در حال انتشار، بر یکدیگر عمود بوده (*این هرفا تو کتاب درسی شیمی نیومده و تو درس فیزیک باهاشون برخورد می‌کنی*) **پرتوهای الکترومغناطیسی از طیف گسترده‌ای از طول موج‌های بسیار کوتاه تا طول موج‌های بسیار بلند تشکیل شده‌اند. ترتیب طول موج و انرژی امواج الکترومغناطیسی به صورت زیر است (در امواج الکترومغناطیسی نیز طول موج و انرژی رابطه‌ی عکس دارند):**



امواج رادیویی > ریزموج‌ها > پرتوهای فروسرخ > نور مرئی > پرتوهای فرابنفش > پرتوهای ایکس > پرتوهای گاما : طول موج

امواج رادیویی < ریزموج‌ها < پرتوهای فروسرخ < نور مرئی < پرتوهای فرابنفش < پرتوهای ایکس < پرتوهای گاما : انرژی

تشریح خود را بیازمایید صفحه‌ی ۲۱ کتاب درسی

اجسام در دماهای مختلف، به دلیل داشتن انرژی متفاوت، امواج با طول موج‌های متفاوتی گسیل می‌کنند. بنابراین هرچه دمای جسم بالاتر باشد، طول موج پرتوهای گسیل شده از آن کوتاه‌تر و انرژی آن بیشتر خواهد بود. برای مثال طول موج پرتوهای گسیل شده از شعله‌های اجاق گاز از شعله‌ی شمع کوتاه‌تر و انرژی آن بیشتر است. همچنین طول موج پرتوهای گسیل شده از شعله شمع از المنت‌های سشوار کوتاه‌تر و انرژی آن بیشتر است.

تشریح کاوش کنید صفحه‌ی ۲۱ کتاب درسی

با توجه به اینکه چشم انسان تنها گستره‌ی طول موج بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر را می‌تواند ببیند، مشاهده‌ی امواج خارج از این گستره، مانند امواج فروسرخ وجود ندارد. بنابراین اگر به چشمی کنترل تلویزیون نگاه کنید و دکمه روشن و خاموش را فشار دهید چیزی مشاهده نمی‌شود. در حالی که اگر با دوربین موبایل به چشمی نگاه کنید و دکمه‌ی روشن و خاموش آن را فشار دهید، نور خارج شده از چشمی قابل مشاهده است؛ زیرا دوربین موبایل می‌تواند امواج فروسرخ ساطع شده از چشمی کنترل را به طول موجی کوتاه‌تردر گستره‌ی مرئی تبدیل کند.

همچنین اگر دکمه‌های دیگر را فشار دهید و با دوربین موبایل به چشمی کنترل نگاه کنید، مشاهده می‌شود که سرعت چشمک زدن چشمی کنترل برای هر دکمه متفاوت است، زیرا پیامی که هر دکمه می‌فرستد، با دیگری متفاوت خواهد بود.

توجه: تصویربرداری از خورشید با استفاده از دوربین‌های حساس به پرتوهای فرابنفش امکان‌پذیر است.

نشر نور و طیف نشری

شیمی‌دان‌ها به فرایندی که در آن یک ماده شیمیایی با جذب انرژی، از خود پرتوهای الکترومغناطیس گسیل می‌دارد، نشر می‌گویند. همان طور که گفته شد، اجسام در دماهای مختلف پرتوهای با طول متفاوت گسیل می‌کنند.

بنابراین مواد شیمیایی با جذب انرژی به وسیله‌ی شعله یا جریان برق، می‌توانند نور با رنگ‌های متفاوتی را ایجاد کنند، که به مثال‌های آن اشاره می‌کنیم:

- رنگ شعله فلز و نمک‌های مس، سدیم و لیتیم به ترتیب سبز، زرد و قرمز است.

سبز	زرد	سرخ
مس (II) نیترات	سدیم نیترات	لیتیم نیترات
مس (II) کلرید	سدیم کلرید	لیتیم کلرید
مس (II) سولفات	سدیم سولفات	لیتیم سولفات
فلز مس	فلز سدیم	فلز لیتیم

به این ترتیب می‌توان نتیجه گرفت که از طریق رنگ شعله می‌توان حضور یک فلز در نمونه‌ای مجهول را اثبات کرد. برای مثال رنگ سرخ ایجاد شده در یک شعله می‌تواند نشان‌دهنده‌ی وجود عنصر لیتیم در نمونه‌ای مجهول باشد (منظور از نمونه‌ی مجهول، نمونه‌ای است که نمی‌دانیم چه عنصرها و ترکیب‌هایی در آن وجود دارد).

- نور زرد لامپ‌هایی که شب هنگام آزادراه، بزرگ‌راه‌ها و خیابان‌ها را روشن می‌سازد، به دلیل وجود بخار سدیم در آن‌هاست.

- از لامپ نئون در ساخت تابلوهای تبلیغاتی برای ایجاد نوشته‌های نورانی سرخ فام استفاده می‌شود.

توجه: بخار سدیم و نئون در لامپ‌ها با جذب انرژی به وسیله‌ی جریان الکتریکی، به ترتیب نورهای با رنگ زرد و قرمز نشر می‌کنند.

اما قصه به اینجا ختم نمی‌شه...

شعله نمک‌های سدیم، لیتیم و مس هر یک رنگ منحصر به فردی دارد و رنگ نشر شده از هر یک، فقط باریکه‌ی بسیار کوتاهی از گستره‌ی مرئی را در بر می‌گیرد؛ اما برای اینکه شناسایی این عنصرها دقیق‌تر باشد، از طیف نشری خطی آن‌ها استفاده می‌شود. برای مثال اگر نور قرمز نشر شده از یک ترکیب لیتیم‌دار در شعله را از یک منشور عبور دهیم، الگویی

شامل نوارهای رنگی با طول موج‌های معین بدست می‌آید، که به آن طیف نشری خطی می‌گویند. طیف نشری خطی هر عنصر، برخلاف طیف مرئی، پیوسه نیست و میان نوارهای رنگی که به صورت خطوط در طول موج‌های مختلف هستند، فاصله وجود دارد. از این رو آن را «خطی» می‌نامند. برای مثال طیف نشری خطی لیتیم شامل چهار خط (یا طول موج رنگی) در گستره‌ی مرئی است.

حالا چرا میگیم شناسایی با طیف نشری خطی دقیق تره؟؟!!

چون هر عنصر طیف نشری خطی ویژه خود را دارد و مانند اثر انگشت ما، می‌توان از آن طیف برای شناسایی عنصر استفاده کرد. در واقع طیف نشری خطی هر عنص، همانند بارکُد محصولات یک فروشگاه، از نظر تعداد و جایگاه (یا همان طول موج) خطوط منحصر به فرد است. برای مثال طیف نشری خطی هیدروژن نیز همانند لیتیم دارای چهار خط در گستره‌ی مرئی است، اما جایگاه این خطوط با خطوط لیتیم متفاوت است.

نکته مهم:

مقایسه‌ی تعداد خطوط طیف نشری خطی هیدروژن، لیتیم، هلیم و سدیم طبق کتاب درسی چاپ ۹۸ به صورت زیر است:

تعداد خطوط در طیف نشری خطی : نئون (۲۲ خط) > هلیم (۹ خط) > سدیم (۷ خط) > هیدروژن = لیتیم (۴ خط)

تست ۲۴: طول موج مربوط به رنگ شعله‌ی لیتیم سولفات از سدیم نیترات ..... است و از لامپ ..... در ساختن تابلوهای تبلیغاتی برای ایجاد نوشته‌های نورانی سرخ فام استفاده کرد. (قلم‌چی ـ ۹۸)

۱) کوتاه‌تر، هلیم ۲) بلندتر، هلیم ۳) کوتاه‌تر، نئون ۴) بلندتر، نئون

.....

.....

.....

تست ۲۵: کدام یک از مطالب زیر نادرست است؟ (قلم‌چی - ۹۹)

۱) طول موج نور مرئی در ناحیه‌ی بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر است.

۲) طیفی از نور خورشید که از منشور خارج و انحراف بیشتری دارد، دارای انرژی بیشتر است.

۳) انرژی پرتوهای گاما کمتر از پرتوهای ایکس و طول موج پرتوهای فرابنفش بیشتر از ریزموج‌ها است.

۴) نور مرئی از جنس پرتوهای الکترومغناطیسی است که با خود انرژی حمل می‌کند.

.....

.....

.....

.....

تست ۲۶: چند مورد از مطالب زیر درست است؟ (قلم‌چی - ۹۸)

آ) طول موج رنگ شعله‌ی عنصری با عدد اتمی ۱۱، کوتاه‌تر از طول موج رنگ شعله نمک‌های اولین عنصر فلزهای قلیایی می‌باشد.

ب) تعداد خطوط طیف نشری خطی عنصر لیتیم در ناحیه مرئی همانند عنصر هیدروژن است.

پ) به ترتیب، بیشترین و کمترین انرژی در میان پرتوهای الکترومغناطیس مربوط به پرتوها گاما و امواج رادیویی است.

ت) با استفاده از دوربین‌های حساس به پرتوهای فرابنفش می‌توان از خورشید تصویربرداری کرد.

ث) در گستره‌ی مرئی نور خورشید تنها ۷ طول موج متفاوت مشاهده می‌شود.

۱) ۵ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۲

.....

.....

.....

.....

.....

ساختار اتم و مدل کوانتومی اتم

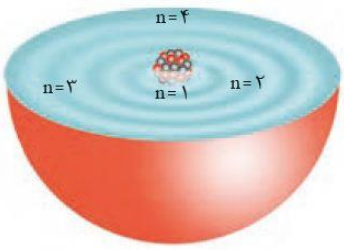
مطابق مدل بور، الکترون‌ها بر روی مدارهایی به دور هسته می‌چرخند. در واقع بور برای حرکت الکترون‌ها مسیری دایره‌ای شکل در نظر گرفته بود. همچنین او معتقد بود، انرژی الکترون در یک مدار معین، تنها می‌تواند دارای مقادیری معین باشد و نمی‌توان هر مقداری را برای آن در نظر گرفت (دقیقاً همانند تعداد افراد یک اتاق که نمی‌تواند مقادیر اعشاری باشد و فقط می‌تواند مقادیر مشخصی از اعداد طبیعی باشد). در ادامه خواهیم دید که به چنین کمیت‌هایی، کوانتومی گفته می‌شود. از سوی دیگر بور معتقد بود الکترون تا زمانی که در یک مدار معین قرار دارد، انرژی از دست نمی‌دهد. در واقع مطابق مدل بور، الکترون با جذب انرژی به مدارهای بالاتر می‌رود و با برگشت از مدارهای بالاتر به مدارهای پایین‌تر، انرژی جذب شده را به صورت پرتو الکترومغناطیس گسیل می‌کند.

اما متأسفانه مدل بور یه سری اشکال داشت:

۱ مدل بور بر اساس طیف نشری خطی هیدروژن مطرح شد. در واقع با توجه به اینکه در طیف نشری خطی هیدروژن چهار خط یا نوار رنگی با طول موج و انرژی معین وجود دارد، بور مدل اتمی خود را بر اساس طول موج و انرژی خطوط ارائه کرد. *اما مشکل این موضوع چیه؟* مدل بور تنها می‌توانست طیف نشری خطی هیدروژن را توجیه کند و مدل او تنها برای ذرات تک الکترونی مانند اتم هیدروژن و یون‌هایی مانند He^{+}، Li^{2+} و ... توجیه‌پذیر است (*البته می‌دونیم یون‌های* He^{+} و Li^{2+} *پایدار نیستند. این موضوع رو در ادامه خواهید دید*).

۲ بور برای حرکت الکترون مسیری دایره‌ای شکل به نام مدار در نظر گرفته بود، در حالی که در ادامه خواهیم دید، تعیین مکان و مسیر حرکت برای الکترون تقریباً غیرممکن است و صرفاً در مکان‌هایی احتمال حضور الکترون بیشتر است.

پس از مدل بور، مدل ..... ارائه شد. در این مدل اتم کره‌ای در نظر گرفته شد که هسته در فضای بسیار کوچک و در مرکز آن جای دارد و الکترون‌ها در فضایی بسیار بزرگ‌تر و در ..... پیرامون هسته توزیع می‌شوند. در واقع لایه‌های الکترونی اطراف هسته تا حدودی شبیه به مدارها در مُدل اتمی بور هستند، با این تفاوت که در مُدل کوانتومی اتم، برای الکترون‌ها ..... در واقع در مدل کوانتومی اتم می‌توان گفت که الکترون در همه نقاط پیرامون هسته حضور می‌یابد، اما در مکان‌هایی در لایه‌ی الکترونی، ..... حضور بیشتری دارد، این مکان‌ها، مهم‌ترین بخش از یک لایه‌ی الکترونی است.



در مدل کوانتومی اتم، لایه‌های الکترونی از هسته به سمت بیرون شماره‌گذاری می‌شوند و شماره‌ی هر لایه با حرف n نمایش داده می‌شود. n ..... نامیده می‌شود که برای لایه‌ی اول $n=1$، برای لایه‌ی دوم $n=2$ ، ... و برای لایه‌ی هفتم $n=7$ است.

آقا دست شما درد نکنه!!! یه چیزایی یاد گرفتیم... فقط میشه بگی چرا به این مدل میگن کوانتومی؟!؟!

در جواب باید تفاوت کمیت‌های پیوسته و گسسته رو بدونی:

کمیت‌های پیوسته: کمیت‌هایی هستند که هر مقداری می‌توانند داشته باشند. برای مثال جرم یک صندلی یا طول یک میز کمیت‌هایی پیوسته هستند و می‌توانند مقادیر طبیعی و یا اعشاری داشته باشند.

کمیت‌های گسسته یا کوانتومی: کمیت‌هایی هستند که تنها می‌توانند مقادیر خاصی داشته باشند و نمی‌توانند هر مقداری را اختیار کنند. برای مثال تعداد افراد داخل یک اتوبوس تنها می‌تواند مقادیر طبیعی باشد و مثلاً نمی‌توانیم بگوییم داخل اتوبوس ۱۲/۵ نفر حضور دارند. از این رو تعداد افراد داخل اتاق کمیتی گسسته یا کوانتومی محسوب می‌شود.

حالا بیاییم توی اتم...

همان‌طور که اشاره شد، انرژی الکترون‌ها در هر لایه تنها می‌تواند مقادیر معینی باشد. از این رو انرژی الکترون در هر لایه کوانتومی است. همچنین الکترون هنگام انتقال از یک لایه به لایه دیگر، انرژی را به صورت پیمانه‌ای یا بسته‌های معین، جذب یا نشر می‌کند.

آقا نفهمیدیم... یه کم بیش‌تر توضیح بده...

با افزایش فاصله از هسته انرژی لایه‌های الکترونی افزایش و پایداری آن‌ها کاهش می‌یابد (زیرا جاذبهٔ هسته بر الکترون‌های دورتر کمتر است). بنابراین الکترون‌های اتم با جذب انرژی معین از لایه‌ای به لایه‌های بالاتر انتقال می‌یابند. هرچه مقدار انرژی جذب شده بیش‌تر باشد، الکترون‌ها به لایه‌های بالاتری انتقال می‌یابند (این جذب انرژی در اتم‌های گازی یک عنصر، به وسیله‌ی تابش نور، گرم کردن، اعمال ولتاژ بالا و ... انجام می‌شود)

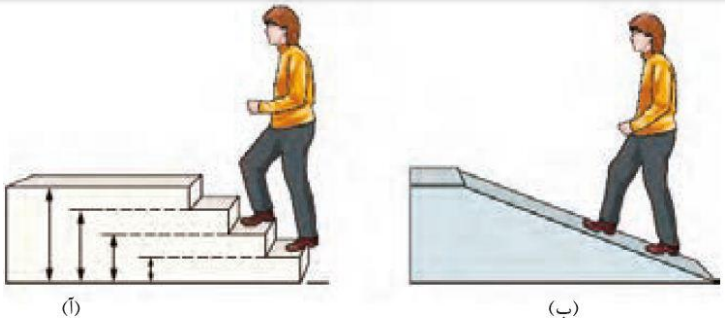
مطابق مدل کوانتومی اتم، داد و ستد انرژی هنگام انتقال الکترون از یک لایه به لایه‌ی دیگر، کوانتومی است. این بدین معناست که الکترون تنها با جذب مقدار معینی از انرژی از یک لایه به لایه‌ی بالاتر می‌رود و اگر آن مقدار انرژی معین را دریافت نکند نمی‌تواند به لایه بالاتر برسد.

✓ برای درک بهتر این موضوع دوباره برمی‌گردیم به تفاوت کمیت های پیوسته و کوانتومی و یه مثال خیلی ساده و مفهومی می‌زنیم...

فرض کنید در شکل زیر برای بالا رفتن از پلکان، مسیرهای «آ» و «ب» وجود دارد. در مسیر «آ» هرگز نمی‌توان میان دو پله ایستاد و برای بالا رفتن از یک پله به پله بالاتر باید انرژی معین و کافی صرف کرد. برای مثال اگر برای بالا رفتن از پله

اول به دوم، دقیقاً ۳۰۰ ژول انرژی نیاز باشد، با صرف ۲۹۰ ژول انرژی نمی‌توان به پله‌ی بالاتر رسید و روی همان پله اول خواهیم ایستاد. در حالی که در شکل «ب» می‌توان با صرف هر مقدار دلخواهی از انرژی تغییر مکان داد و به اندازه‌ی انرژی صرف شده می‌توان بالا رفت.

نتیجه: شکل «آ» کوانتومی بودن و شکل «ب» پیوسته بودن مصرف انرژی برای بالا رفتن از پله را نشان می‌دهد.



حالا بریم سراغ کوانتومی بودن انرژی الکترون‌ها ...

الکترون‌ها نیز شبیه به شکل «آ» رفتار می‌کنند و برای رفتن ازیک لایه به لایه‌ی بالاتر باید مقدار انرژی معین و کافی جذب کنند. بنابراین انرژی داد و ستد شده هنگام انتقال الکترون‌ها در اتم کوانتومی است و چنین ساختاری در اتم، ..... نام دارد.

توده‌ی ماده همانند خرمن گندم در نگاه ماکروسکوپی پیوسته و در نگاه میکروسکوپی کوانتومی است. یعنی اگر از دور به خرمن گندم نگاه کنیم دانه‌های آن مشخص نیست و به صورت یک توده‌ی ماده است، اما از نزدیک دانه‌های آن و در واقع کوانتومی بودن آن مشخص است. انرژی نیز همانند ماده در نگاه ماکروسکوپی، پیوسته اما در نگاه میکروسکوپی، گسسته یا کوانتومی است.

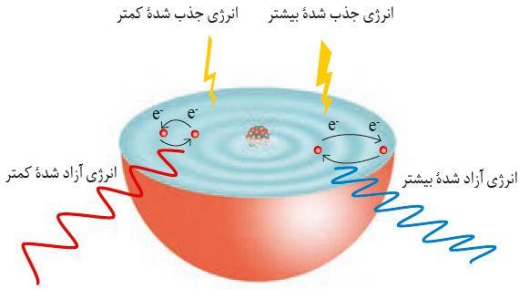
دووم بیار... زنده بمون... چیز زیادی از این مبحث نمونده... «پایه» ادامه بحث باش و «برانگیخته» نشو...

حالت پایه: بر اساس مدل کوانتومی اتم، الکترون‌های هر لایه، آرایش و انرژی معینی دارند و اتم در حالت پایه قرار دارد. به عبارت دیگر الکترون در هر لایه، در پایین‌ترین سطح انرژی ممکن خود قرار دارد و اتم از پایداری نسبی برخوردار است.

حالت برانگیخته: اگر به اتم‌ها در حالت پایه انرژی داده شود، الکترون‌های آن به دلیل جذب انرژی به لایه‌های بالاتر انتقال می‌یابند. به اتم‌ها در چنین حالتی اتم‌های برانگیخته و به الکترون‌ها، الکترون‌های برانگیخته می‌گویند. اتم‌های برانگیخته

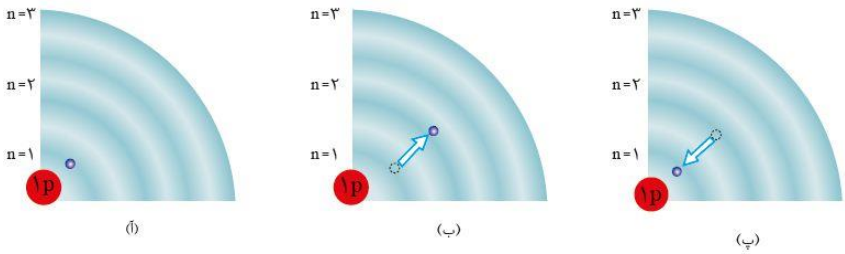
و همچنین الکترون‌های برانگیخته پرانرژی و ناپایدارند، از این رو الکترون‌های برانگیخته تمایل دارند دوباره با از دست دادن انرژی به حالت پایدارتر و در نهایت به حالت پایه برگردند.

برای الکترون‌ها مناسب‌ترین شیوه برای از دست دادن انرژی نشر نور است و الکترون‌های برانگیخته، هنگام بازگشت به لایه‌های پایین‌تر و همچنین حالت پایه، نوری با طول موج معین نشر می‌کنند. هرچه اختلاف انرژی دو لایه بیش‌تر باشد، انرژی نور نشر شده در اثر بازگشت الکترون از لایه‌ی بالاتر به پایین‌تر، بیشتر و طول موج آن کمتر است. این نورها در صورت قرار داشتن در ناحیه‌ی مرئی، همان خطوط طیف نشری خطی را تشکیل خواهند داد.



یه وقت سوتی ندیا... حالت پایه برای اتم هیدروژن و هلیم n=۱ است نه اتم همه‌ی عنصرها!

شکل زیر به ترتیب از چپ به راست الکترون در حالت پایه‌ی اتم هیدروژن، الکترون در حالت برانگیخته در اتم هیدروژن و بازگشت الکترون به حالت پایه را نشان می‌دهد.



و در نهایت ارتباط بین مدل کوانتومی اتم و توجیه مدل بور برای طیف نشری خطی هیدروژن:

هر نوار رنگی در طیف نشری خطی هر عنصر، پرتوهای نشر شده هنگام بازگشت الکترون‌ها را ازلایه‌های بالاتر به لایه‌های پایین‌تر نشان می‌دهد. در واقع اگر اتم‌های گازی هیدروژن را به وسیله اعمال ولتاژ بالا، برانگیخته کنیم، شروع به نشر نور می‌کند و در صورت عبور دادن نور نشر شده از منشور، طیف نشری خطی آن متشکل از چهار خط قرمز، آبی، نیلی و بنفش به دست می‌آید. انتقال الکترون‌ها از لایه‌های بالاتر به لایه‌های پایین‌تر برای تشکیل این چهار به صورت زیر است:

خط قرمز (۶۵۶nm) ← انتقال الکترون از لایه‌ی سوم (n=۳) به لایه‌ی دوم (n=۲)

خط آبی(۴۸۶nm) ← انتقال الکترون از لایه‌ی چهارم (n=۴) به لایه‌ی دوم (n=۲)

خط نیلی(۴۳۴nm) ← انتقال الکترون از لایه‌ی پنجم (n=۵) به لایه‌ی دوم (n=۲)

خط بنفش(۴۱۰nm) ← انتقال الکترون از لایه‌ی ششم (n=۶) به لایه‌ی دوم (n=۲)

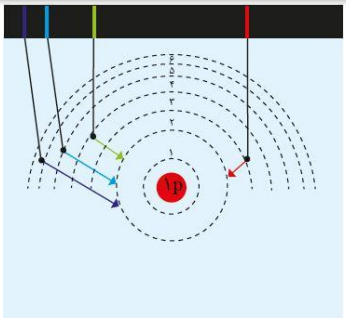
قبل از اتمام این مبحث به چند نکته‌ی مهم درباره‌ی طیف نشری خطی هیدروژن توجه کنید:

۱ *شاید خیلی‌هاتون بگید آقا... یعنی فقط چهار انتقال الکترون در اتم برانگیخته هیدروژن رخ می‌ده؟ در جواب باید گفت خیر.*
تعداد انتقال‌ها بسیار زیاده ولی فقط چهار تای اون‌ها در ناحیه‌ی مرئی قرار می‌گیره. مثلاً انتقال الکترون از n=۳ به n=۱ هم داریم ولی پرتو نشر شده در اثر این انتقال، در ناحیه‌ی مرئی قرار نمی‌گیره.

۲ **هرچه فاصله‌ی بین دو لایه‌ی الکترونی بیش‌تر باشد، انرژی نور نشر شده در اثر انتقال الکترون از لایه‌ی بالاتر، بیشتر و طول موج آن کم‌تر خواهد بود.**

انرژی نور نشر شده : $n=۶ \longrightarrow n=۲ > n=۵ \rightarrow n=۲ > n=۴ \rightarrow n=۲ > n=۳ \rightarrow n=۲$

طول موج نشر شده : $n=۶ \longrightarrow n=۲ < n=۵ \rightarrow n=۲ < n=۴ \rightarrow n=۲ < n=۳ \rightarrow n=۲$



۳ **با توجه به شکل زیر می‌توان گفت با افزایش فاصله از هسته (افزایش شماره‌ی n)، اختلاف سطح انرژی لایه‌های الکترونی متوالی کاهش می‌یابد. برای مثال اختلاف انرژی لایه‌های n=۱ و n=۲ از اختلاف انرژی n=۳ و n=۴ بیش‌تر است.**

۴ **در اتم هیدروژن، پرتوهای نشر شده حاصل از انتقال از لایه‌های بالاتر به لایه‌ی $n=۱$، در محدوده‌ی پرتوهای فرابنفش و پرتوهای نشر شده‌ی حاصل از انتقال لایه‌های بالاتر به لایه‌ی $n=۳$ در محدوده‌ی پرتوهای فروسرخ قرار می‌گیرند.**

۵ **در ناحیه‌ی مرئی طیف نشری خطی هیدروژن، هرچه به سمت طول موج‌های کوتاه‌تر (پرتو پرانرژی‌تر) می‌رویم، فاصله‌ی نوارهای رنگی کم‌تر خواهد شد، زیرا اختلاف سطح انرژی بین لایه‌های متوالی بالاتر کم‌تر است. برای مثال فاصله‌ی نوارهای رنگی نیلی و بنفش، از فاصله‌ی نوارهای رنگی قرمز و آبی کم‌تر است.**

۶ **انرژی لایه‌های الکترونی پیرامون هسته‌ی هر اتم ویژه همان اتم و به عدد اتمی وابسته است، زیرا با تغییر تعداد پروتون‌های هسته، جاذبه هسته بر روی لایه‌های مختلف تغییر می‌کند. بنابراین انرژی لایه‌ها و تفاوت انرژی میان آن‌ها در اتم‌های گوناگون، متفاوت است و انتظار می‌رود هر عنصر، طیف نشری خطی منحصر به فردی ایجاد کند.**

۷ **با تعیین دقیق طول موج نوارهای یاد شده می‌توان به تصویر دقیقی از انرژی لایه‌های الکترونی و در واقع آرایش الکترونی اتم دست یافت.**

۸ با توجه به پیوسته نبودن و گسسته بودن خطوط طیف نشری خطی هیدروژن، بور نتیجه گرفت که تفاوت سطح انرژی لایه‌های مختلف در اتم هیدروژن نیز به صورت گسسته (کوانتومی) است. در واقع بور به کوانتومی بودن انرژی لایه‌های الکترونی هیدروژن اعتقاد داشت، اما مدل او توانایی توجیه طیف نشری خطی سایر عنصرها را نداشت و به دنبال آن مدل کوانتومی اتم توسط آقای شرودینگر ارائه شد.

اوففففف.... واقع مبحث سنگینی بود... برو یه استراحت ریز بکن که قراره همه تست‌های این بخش رو مثل آب خوردن جر واجر کنی...

تست ۲۷: کدام مطلب درست است؟ *(سراسری تجربی ـ ۹۹)*

۱) با دور شدن الکترون از هسته، انرژی آن کاهش می‌یابد.

۲) در همه‌ی اتم‌ها، تراز انرژی $n=1$، حالت پایه به شمار می‌آید.

۳) در طیف نشری خطی اتم هیدروژن، کمترین مقدار انرژی به نوار زرد رنگ مربوط است.

۴) الکترون در حالت برانگیخته، ناپایدار است و با از دست دادن انرژی، همواره به حالت پایه برنمی‌گردد.

.....

.....

.....

.....

.....

تست ۲۸: کدام مطلب درباره‌ی اتم درست است؟ *(سراسری ریاضی خارج از کشور ـ ۹۹)*

۱) انرژی لایه‌ها و تفاوت انرژی میان آن‌ها با دور شدن از هسته‌ی اتم بیش‌تر می‌شود.

۲) اتم برانگیخته وضعیت ناپایداری دارد و با از دست دادن انرژی همواره به حالت برمی‌گردد.

۳) هر عنصر، طیف نشری خطی ویژه‌ی خود را دارد که با تفسیر آن می‌توان به انرژی لایه‌های الکترونی پی برد.

۴) اگر طول موج بازگشت الکترون از لایه‌ی چهارم به لایه‌ی سوم برابر $۴۸۶\,nm$ باشد، طول موج بازگشت الکترون از لایه‌ی سوم به لایه‌ی دوم می‌تواند حدود $۴۳۲\,nm$ باشد.

.....

.....

.....

.....

.....

تست ۲۹: کدام موارد از مطالب زیر، درست‌اند؟ *(سراسری تجربی ـ ۹۸)*

آ) طول موج نور بنفش از طول موج نور سبز کوتاه‌تر است.

ب) انرژی هر رنگ نور مرئی، با طول موج آن نسبت مستقیم دارد.

پ) نوارهای رنگی در طیف نشری خطی اتم هیدروژن، ناشی از انتقال الکترون‌ها از لایه‌های بالاتر به لایه‌ی $n = ۲$ است.

ت) هرچه فاصله‌ی میان لایه‌های انتقال الکترون در اتم برانگیخته هیدروژن بیش‌تر باشد، طول موج نور بلندتر است.

۱) ب، پ و ت ۲) ب و ت ۳) آ، ب وپ ۴) آ و پ

تست ۳۰: در طیف نشری خطی هیدروژن ضمن جابه‌جایی الکترون از لایه‌ی $n = ۴$ به لایه‌ی ..... یک خط در محدوده‌ی مرئی ایجاد می‌شود و طول موج نور مربوط به این خط، طیفی با طول موج ..... از طول موج نوری است که ضمن انتقال الکترون از لایه‌ی $n = ۳$ به $n = ۱$ تشکیل می‌شود. *(قلم‌چی ـ ۹۹)*

۱) $n = ۲$ ، کوتاه‌تر ۲) $n = ۱$، کوتاه‌تر ۳) $n = ۲$ ، بلندتر ۴) $n = ۱$، بلندتر

تست ۳۱: چند مورد از عبارت‌های زیر درست‌اند؟ (قلم‌چی - ۹۹)

- انرژی آزاد شده در انتقال الکترون برانگیخته شده از $n=5$ به $n=3$ در اتم H در شرایط یکسان، می‌تواند باعث برانگیخته شدن الکترون اتم H دیگر از $n=2$ به $n=4$ شود.
- به دلیل انرژی کم الکترون در فاصله‌ی دورتر از هسته‌ی در اتم H، طول موج نور حاصل از انتقال $n=6$ به $n=5$ بلندتر از سایرین است.
- انحراف نور حاصل از انتقال الکترون، از $n=6$ به $n=2$ اتم H پس از گذشت از منشور بیش‌تر ازسایر نورهای مرئی مشاده شده در طیف نشری خطی آن است.
- اتم‌های برانگیخته هیدروژن پرانرژی و ناپایدارند و در نهایت به حالت پایه باز خواهند گشت.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

آرایش الکترونی اتم

همان‌طور که در بخش قبل نیز اشاره شد، در مدل کوانتومی، اتم، دارای ساختاری لایه‌ای است و هر لایه از بخش‌های کوچک‌تری به نام زیرلایه تشکیل شده است. در مدل کوانتومی اتم، به هر لایه و هر نوع زیرلایه یک عدد کوانتومی نسبت می‌دهند.

عدد کوانتومی اصلی ← با حرف n نمایش داده می‌شود

حدود n ← n شماره لایه را نمایش می‌دهد.

عدد کوانتومی فرعی ← با حرف ℓ نمایش داده می‌شود

حدود ← ℓ

نماد زیرلایه‌ها ←

$\ell = ۰$

$\ell = ۱$

$\ell = ۲$

$\ell = ۳$

$\ell = ۴$

$\ell = ۵$

نمایش زیرلایه ← شماره زیرلایه را نمایش می‌دهد.

مثال:

دو رابطه‌ی خیلی مهم

حداکثر تعداد الکترون در هر لایه

حداکثر تعداد الکترون در هر زیرلایه

مثال $\Rightarrow n=۳ \rightarrow \begin{cases} \ell=۰ \rightarrow \\ \ell=۱ \rightarrow \\ \ell=۲ \rightarrow \end{cases}$

نتیجه‌ی تابلو:

توجه: لطفاً حداکثر گنجایش الکترونی هر زیرلایه را حفظ کنید.

$$\begin{cases} \ell=۰ \longrightarrow s \rightarrow ۴\times۰+۲=۲ \\ \ell=۱ \longrightarrow p \rightarrow ۴\times۱+۲=۶ \\ \ell=۲ \longrightarrow d \rightarrow ۴\times۲+۲=۱۰ \\ \ell=۳ \longrightarrow f \rightarrow ۴\times۳+۲=۱۴ \end{cases}$$

دو نکته‌ی خیلی بدیهی ولی مهم:

۱- با توجه به اینکه مقادیر مجاز ℓ، از ۰ تا $n-۱$ است، زیرلایه‌های زیر اصلا وجود ندارند.

$۱p , ۱d , ۱f , ۲d , ۲f , ۳f , ...$

۲- رابطه‌ی $۴\ell+۲$ برای محاسبه‌ی حداکثر تعداد الکترون‌های زیرلایه استفاده می‌شود. برای مثال زیرلایه‌ی $۵s$ می‌تواند ۱ یا ۲ الکترون در خود داشته باشد، اما قطعاً ۳ الکترون نمی‌تواند در خود جای دهد.

با توجه به نکات قسمت قبل می‌توان دریافت که نحوه قرارگیری لایه‌ها و زیرلایه‌ها به صورت زیر است:

نتیجه‌گیری شکل فوق ←

سؤالی خوب با جوابی تلخ: آیا الکترون‌ها این زیرلایه‌ها رو به ترتیب از ۱s تا به آخر پر می‌کنن؟

پاسخ: متأسفانه خیر. یعنی تا به جایی به همین ترتیب پُر می‌شن ولی از یه جایی به بعد نه.

الکترون‌ها تمایل دارند زیرلایه‌ای را زودتر پُر کنند که سطح انرژی کمتری دارد و پایدارتر است. این قاعده با نام قاعده‌ی آفبا (Aufbau) شناخته می‌شود که معنای ساختن یا افزایش گام به گام است. مطابق این قاعده، هنگام افزودن الکترون، زیرلایه‌ها، نخست زیرلایه‌های نزدیک به هسته که دارای انرژی کمتری نیز هستند پر می‌شوند و سپس زیرلایه‌های بعدی پر خواهند شد.

خُب... از کجا بفهمیم انرژی کدوم زیرلایه کمتره؟

انرژی زیرلایه‌ها به $n+\ell$ آن‌ها وابسته است، به طوری که زیرلایه با $n+\ell$ کوچک‌تر، دارای سطح انرژی پایین‌تر است و زودتر از الکترون پُر می‌شود. در صورتی که $n+\ell$ بین دو زیرلایه یکسان شد، زیرلایه با n کوچک‌تر (که به هسته نزدیک‌تر است) دارای سطح انرزی کمتر بوده و زودتر از الکترون پُر می‌شود.

مثال:

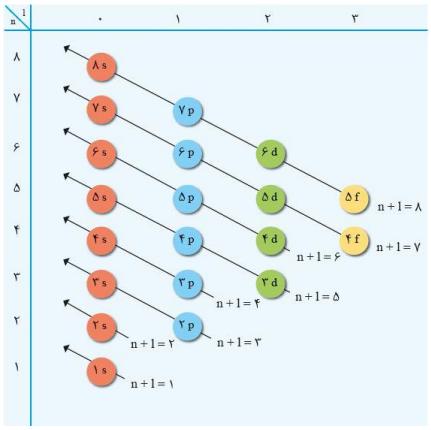
۴s →

۳d →

۷s →

۴f →

برای تسهیل در نوشتن قاعده‌ی آفبا می‌توان از شکل زیر استفاده کرد. ترتیب خواندن زیرلایه‌ها در شکل زیر از پایین به بالا و از راست به چپ (در جهت فلش‌ها) است.



۱s ۲s ۲p ۳s ۴s ۳d ۴p ۵s ۴d ۵p ۶s ۴f ۵d ۶p ۷s ۵f ۶d ۷f : قاعده‌ی آفبا(به ترتیب پُر شدن زیرلایه‌ها)

هشدار: جان هر کی که دوست داری این ترتیب رو حفظ کن، تا شیمی برات زهرمار نشه!!!

شکل دیگری از قاعده آفبا به صورت زیر است:

ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها : $ns \longrightarrow (n-2)s \longrightarrow (n-1)d \longrightarrow np$

محدوده‌ی n : $n \geq 1$ $n \geq 6$ $n \geq 4$ $n \geq 2$

برای مثال اگر n=۱ باشد، n تنها در محدوده‌ی $n \geq 1$ قرار می‌گیرد و زیرلایه‌ی 1s پُر می‌شود. اگر n=۲ باشد، تنها زیرلایه‌های 2s و 1p پر می‌شوند، زیرا n=۲ فقط در محدوده‌های n=۱ و n=۲ قرار می‌گیرند. به این ترتیب با جایگذاری مقادیر مختلف برای n، ترتیب پُر شدن زیرلایه‌ها بدست می‌آید:

n=۱ ⟶

n=۲ ⟶

n=۳ ⟶

n=۴ ⟶

n=۵ ⟶

n=۶ ⟶

n=۷ ⟶

نکته خفن:

در آینده خواهیم دید که n همان شماره‌ی دوره‌ی عنصر در جدول تناوبی است.

یه لحظه گم نشیم که کجا بودیم... نکته‌ی خیلی مهمی که باید بهش توجه کنی اینه که هدف از نوشتن قاعده‌ی آفبا، رسیدن به آرایش الکترونی اتم عنصرهاست. آرایش الکترونی اتم هر عنصر، که رفتار ویژگی‌های هر اتم را تعیین می‌کند، نحوه قرارگیری زیرلایه‌ها نسبت به هسته و تعداد الکترون‌های هر زیرلایه را نشان می‌دهد.

سؤال: چه جوری آرایش الکترونی اتم عنصرها رو بنویسیم؟

پاسخ: ابتدا باید مطابق قاعده‌ی آفبا، الکترون‌های اتم عنصر را در زیرلایه‌ها پُر کنیم، سپس زیرلایه‌ها را در صورت نیاز به ترتیب n (که همان ترتیب قرارگیری زیرلایه‌ها نسبت به هسته است) مرتب کنیم:

مثال:

$_{23}V$:

سؤال: آیا همیشه مرتب‌سازی لازمه؟

پاسخ:

تمرین: آرایش الکترونی عنصرهای زیر را بنویسید.

$_{15}P$:

$_{34}Se$:

$_{37}Rb$:

$_{50}Sn$:

$_{27}Co$:

و اما نکته‌ی مهمی که تقریباً هر سال سؤال کنکوره...

داده‌های طیف سنجی پیشرفته نشان می‌دهد که قاعده‌ی آفبا آرایش الکترونی اتم اغلب عنصرها را پیش‌بینی می‌کند، اما برای اتم برخی عنصرهای جدول نارسایی دارد. $_{24}Cr$ ،$_{29}Cu$،$_{42}Mo$،$_{47}Ag$ از جمله‌ی این عنصرها هستند. در آرایش الکترونی اتم این چهار عنصر، زیرلایه‌های d^4 و d^9 پدید می‌آید که ناپایدار شد.

به همین دلیل یک الکترون از زیرلایه‌ی s بعدی به آن‌ها منتقل می‌شود تا به d^5 و d^{10} تبدیل شده و پایدار شوند.

$_{24}Cr$:

$_{29}Cu$:

$_{42}Mo$:

$_{47}Ag$:

بنابراین این چهار عنصر در بیرونی‌ترین زیرلایه‌ی خود تنها یک الکترون دارند. (*خواست باشه عدد اتمی این ۴ عنصر مخصوصاً Cr و Cu رو حفظ کنی، چون قطعاً سؤال کنکورته*).

آرایش الکترونی فشرده

برای سهولت در نوشتن آرایش الکترونی اتم یک عنصر، از نزدیک‌ترین گاز نجیب ماقبل آن عنصر می‌توان استفاده نمود. به این ترتیب می‌توان از دو روش برای نوشتن آرایش الکترونی فشرده عنصرها استفاده کرد:

*** روش اول: در روش اول ابتدا باید عدد اتمی، شماره دوره و بیرونی‌ترین زیرلایه‌ی اتم گازهای نجیب را به خاطر بسپاریم:**

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

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

$_{18}Ar : 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3p^2\ 3p^6$

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

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

$_{86}Rn: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^6\ 4d^{10}\ 4f^{14}\ 5s^2\ 5p^6\ 5d^{10}\ 6s^2\ 6p^6$

در این روش برای نوشتن آرایش الکترونی فشرده‌ی اتم یک عنصر، ابتدا باید نماد نزدیک‌ترین گاز نجیب ماقبل عنصر را در کروشه بنویسیم و با توجه به بیرونی‌ترین زیرلایه‌ی گاز نجیب به نوشتن قاعده‌ی آفبا ادامه دهیم. در نهایت نیز درصورت نیاز، زیرلایه‌های پس از کروشه باید به ترتیب n مرتب شوند. مثال:

$_{16}SC: \underbrace{1s^2\ 2s^2\ 2p^6}\ 3s^2\ 3p^4 \longrightarrow {}_{16}S: [_{10}Ne]\ 3s^2\ 3p^4$

$_{21}Sc:$

$_{11}Na:$

$_{33}As:$

$_{87}Bi:$

دو تا نکته به درد بخور:

۱- در گازهای نجیب به جز $_2He$، آرایش الکترونی سایر عنصرها به «p^6 شماره دوره» ختم می‌شود. برای مثال آرایش الکترونی $_{54}Xe$ که در دوره‌ی پنجم به $5p^6$ ختم می‌شود.

۲- برای به خاطر سپردن راحت شماره دوره‌ی گازهای نجیب می‌توان مطابق شکل زیر از انگشتان دست استفاده کرد و هر انگشت را برابر با شماره‌ی دوره‌ی عنصر در نظر گرفت.

* روش دوم: در این روش نیز ابتدا نماد نزدیک‌ترین گاز نجیب ما قبل عنصر موردنظر را در کروشه نوشته و با توجه به عدد n در الگوی زیر قرار می‌دهیم:

[نزدیک‌ترین گاز نجیب ماقبل عنصر] $\underset{n\geq 1}{ns}$ $\underset{n\geq 6}{(n-2)f}$ $\underset{n\geq 4}{(n-1)d}$ $\underset{n\geq 2}{np}$

که در این الگو، n برابر است با ۱+ شماره‌ی دوره‌ی گاز نجیب.

$_{16}S$:

$_{21}Sc$:

$_{33}As$:

$_{83}Bi$:

لایه‌ی ظرفیت اتم عنصرها

اهمیت آرایش الکترونی فشرده به دلیل نمایش آرایش الکترون‌ها در لایه‌ی ظرفیت آن‌هاست. لایه‌ی ظرفیت یک اتم، لایه‌ای است که الکترون‌های آن، رفتار شیمیایی اتم عنصر را تعیین می‌کند. به الکترون‌های لایه‌ی ظرفیت یک اتم، الکترون‌های ظرفیت اتم می‌گویند.

اگر شماره‌ی بیرونی‌ترن لایه با عدد کوانتومی اصلی n نمایش داده شود یا به عبارتی بزرگ‌ترین شماره‌ی لایه در آرایش الکترونی را با n نشان دهیم، لایه‌ی ظرفیت اتم عنصرها را به شکل زیر می‌توان دسته‌بندی کرد:

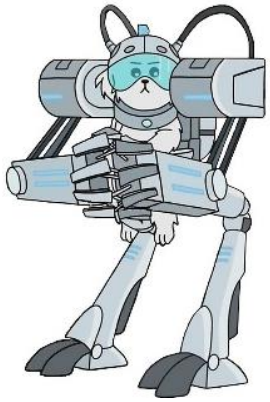
اگر آرایش الکترونی به
- s ختم شود
- P ختم شود ←

مثال: آرایش الکترونی فشرده عنصرهای زیر را بنویسید و لایه ظرفیت و همچنین تعداد الکترون‌های ظرفیت آن‌ها را مشخص کنید.

$_{11}Na$:

$_{29}Cu$:

$_{33}As$:



دو تا نکته مهم:

۱- لزوماً همه‌ی زیرلایه‌هایی که بعد از نماد گاز نجیب در آرایش الکترونی فشرده نوشته می‌شوند، جزو لایه ظرفیت نیستند. مثلاً در آرایش الکترونی فشرده‌ی $_{33}As$، $3d^{10}$ جزء لایه ظرفیت نیست.

۲- آرایش الکترونی اتم خنثی هر عنصر تنها به s و یا p ختم می‌شود و هیچ‌گاه به f یا d ختم نمی‌شود، زیرا در قاعده‌ی آفبا دیدیم که شماره‌ی لایه f و d به ترتیب (n-۲) و (n-۱) بود، در حالی که شماره‌ی لایه p و s، n بود. بنابراین پس از مرتب‌سازی همواره f و d قبل از s و p قرار خواهند گرفت و هیچ‌گاه آرایش الکترونی اتم خنثی به f و d ختم نخواهد شد.

تعیین دوره و گروه با استفاده از آرایش الکترونی

با استفاده از قاعده‌ی زیر می‌توان به وسیله‌ی آرایش الکترونی اتم عنصر، شماره دوره و گروه آن را تعیین کرد:

تعیین دوره: در آرایش الکترونی هر عنصر، بزرگ‌ترین شماره‌ی لایه (یا همان n برای بیرونی‌ترین لایه)، شماره دوره یا تناوب عنصر را مشخص می‌کند. مثال:

$_{19}K$:

تعیین گروه: بر اساس نوع لایه‌ی ظرفیت اتم عنصر، می‌توان شماره گروه را به صورت زیر مشخص کرد:

لایه ظرفیت عنصر

استثنا قاعده‌ی فوق $_{2}He$ است که لایه ظرفیت آن $1s^2$ است، اما در گروه ۱۸ جدول قرار دارد.

مثال:

$_{20}Ca$:

$_{24}Cr$:

$_{51}Sb$:

با ۶ تا نکته‌ی خفن پرونده این بخش رو می‌بندیم:

۱- با توجه به مطالب فوق می‌توان گفت که در عناصر دارای لایه ظرفیت به شکل ns و همچنین (n-۱)d ns که عنصرهای گروه ۱ تا ۱۲ جدول را تشکیل می‌دهند، تعداد الکترون‌های ظرفیت برابر با شماره گروه است، اما در عناصر دارای لایه ظرفیت به شکل ns np، یکان شماره گروه، (۱۰ – شماره گروه) تعداد الکترون‌های ظرفیت را نشان می‌دهد.

۲- عناصر دارای عدد اتمی ۵۷ تا ۷۰ و همچنین ۸۹ تا ۱۰۲ همگی در گروه ۳ جدول دوره‌ای قرار دارند و نیازی به نوشتن آرایش الکترونی آن‌ها برای تعیین گروه نیست.

۳- علاوه بر روش فوق یه روش خفن دیگه برای تعیین دوره و گروه می‌خوام بهت یاد بدم:

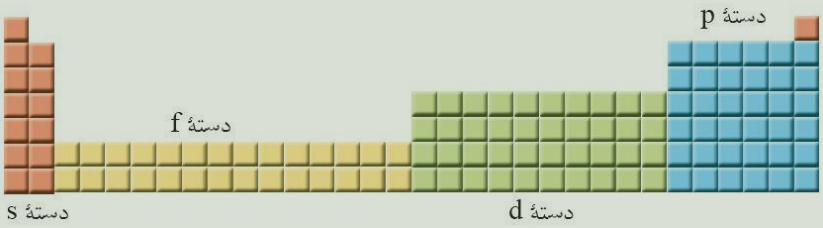
تعیین دوره ←

تعیین گروه ←

۴- عناصر یک دوره در تعداد لایه‌های اشغال شده از الکترون و عناصر یک گروه در تعداد الکترون‌های ظرفیت با یکدیگر مشابه هستند (به جز $_{2}He$ که دارای ۲ الکترون ظرفیت است، اما سایر عنصرهای گروه ۱۸ دارای ۸ الکترون ظرفیت هستند).

۵- بر اساس اینکه آخرین الکترون در اتم هر عنصر، به کدام زیرلایه وارد شود، می‌توان عنصرهای جدول دوره‌ای را به ۴ دسته‌ی زیر تقسیم‌بندی کرد:

دسته‌بندی عنصرها
- دسته s ←
- دسته p ←
- دسته d ←
- دسته f ←



نکته از سال یازدهم: به عنصرهای دسته‌ی s و p عنصرهای اصلی و به عنصرهای دسته‌ی d عنصرهای واسطه می‌گویند.

۶- در قسمت مربوط به اصل آفبا که رابطه‌ی $ns \longrightarrow (n-2)f \rightarrow (n-1)d \rightarrow np$ مطرح شد، خواندیم که n همان شماره‌ی دوره است. بنابراین می‌توان گفت که در هر دوره کدام زیرلایه‌ها پُر می‌شوند:

$n=1 \longrightarrow$ شماره دوره $= 1 \longrightarrow$

در عنصرهای دوره‌ی اول زیرلایه‌ی 1s در حال پُر شدن است.

$n=2 \longrightarrow$ شماره دوره $= 2 \longrightarrow$

در عنصرهای دوره‌ی دوم زیرلایه‌ی 2s و 2p در حال پُر شدن است.

$n=3 \longrightarrow$ شماره دوره $= 3 \longrightarrow$

در عنصرهای دوره‌ی دوم زیرلایه‌ی 3s و 3p در حال پُر شدن است.

$n=4 \longrightarrow$ شماره دوره $= 4 \longrightarrow$

در عنصرهای دوره‌ی دوم زیرلایه‌ی 4s، 3d و 4p در حال پُر شدن است.

$n=5 \longrightarrow$ شماره دوره $= 5 \longrightarrow$

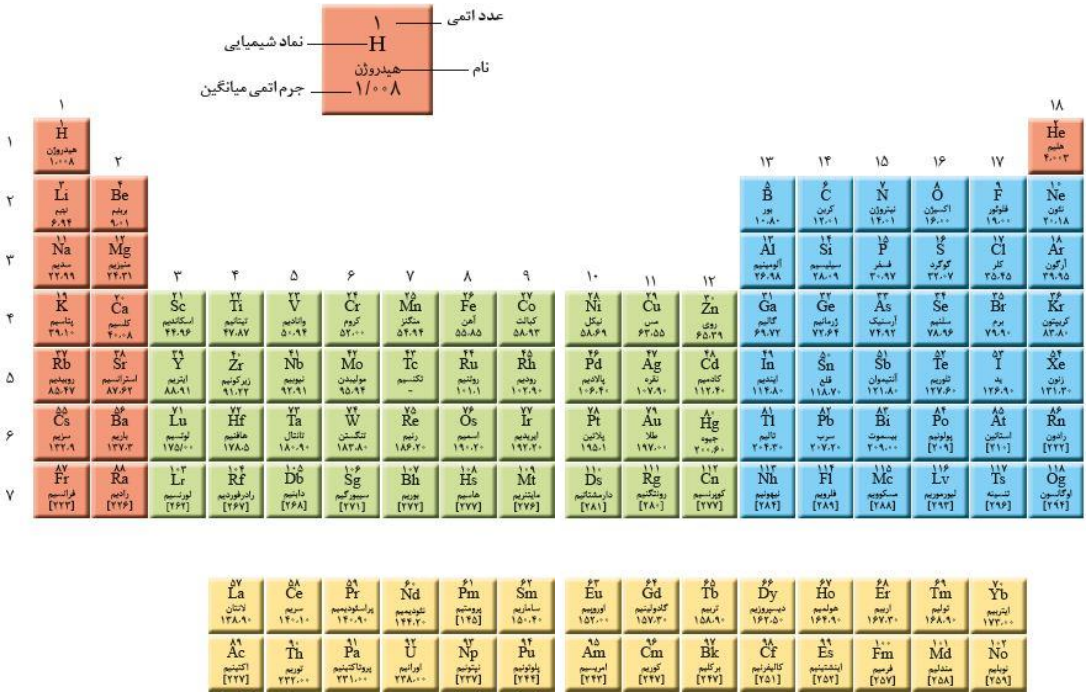
در عنصرهای دوره‌ی دوم زیرلایه‌ی 5s، 4d و 5p در حال پُر شدن است.

$n = ۶ \longrightarrow$ شماره دوره $= ۶ \longrightarrow$

در عنصرهای دوره‌ی دوم زیرلایه‌ی $۶s$، $۴f$، $۵d$ و $۶p$ در حال پُر شدن است.

$n = ۷ \longrightarrow$ شماره دوره $= ۷ \longrightarrow$

در عنصرهای دوره‌ی دوم زیرلایه‌ی $۷s$، $۵f$، $۶d$ و $۷p$ در حال پُر شدن است.



فقط می‌تونم بگم اگر تست‌های این بخش رو جر ندی از دستت ناراحت می‌شم!!

تست ۳۲: چند مورد از مطالب زیر درست است؟ *(سراسری ریاضی - ۱۴۰۰)*

- هر زیرلایه با اعداد کوانتومی n و ℓ، مشخص می‌شود.
- ترتیب پُر شدن زیرلایه‌ها، تنها به عدد کوانتومی اصلی وابسته است.
- از رابطه‌ی $a = ۴\ell + ۲$، گنجایش الکترونی زیرلایه‌ها (a) را می‌توان معین کرد.
- در اتم $_{۲۹}Cu$، نسبت شمار الکترون‌های دارای $\ell = ۰$ به $\ell = ۲$ برابر $۰/۷$ است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

.....

.....

.....

تست ۳۳: اتم‌های موجود در یک مکعب به ابعاد ۴ سانتی‌متر از فلز منگنز، به تقریب دارای چند مول الکترون ظرفیتی است؟ (جرم هرسانتی‌متر مکعب از فلز منگنز را برابر ۷/۵ گرم در نظر بگیرید، $_{25}Mn:55 g.mol^{-1}$)

(سراسری ریاضی - ۱۴۰۰)

۱) ۵۷/۵ ۲) ۶۱/۱ ۳) ۶۵/۸ ۴) ۶۷/۲

.....

.....

.....

تست ۳۴: درباره‌ی اتم $^{60}_{27}M$ کدام موارد از مطالب زیر درست است؟ (سراسری ریاضی خارج از کشور - ۱۴۰۰)

آ) یکی از ایزوتوپ‌های آن، اتم $^{60}_{28}A$ است.

ب) تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌های آن، برابر ۶ است.

پ) مجموع الکترون‌های دارای عددهای کوانتومی $\ell = 0$ و $\ell = 1$ در آن، برابر ۲۰ است.

ت) تفاوت شمار الکترون‌های زیر لایه d آن با شمار الکترون‌های زیرلایه‌ی d اتم $_{24}X$، برابر ۳ است.

۱) آ ، ب ۲) ب ، پ ۳) ب ، پ ، ت ۴) آ ، پ ، ت

.....

.....

.....

.....

.....

تست ۳۵: با کدام گزینه‌ها، مفهوم علمی جمله‌ی زیر به درستی کامل می‌شود؟ (سراسری تجربی خارج از کشور - ۱۴۰۰)

«در میان عنصرهای واسطه‌ی دوره‌ی چهارم جدول تناوبی، دو عنصر وجود دارند که در اتم آن‌ها ..... »

آ) ده الکترون، عددهای کوانتومی $n = 3$ و $\ell = 2$ دارند.

ب) یک الکترون، عددهای کوانتومی $n = 3$ و $\ell = 0$ دارد.

پ) در آخرین لایه الکترونی، تنها یک الکترون وجود دارد.

ت) دوازده الکترون، عددهای کوانتومی $n = 3$ و $\ell = 1$ دارند.

۱) آ ، ب ۲) پ ، ت ۳) آ ، پ ۴) ب ، ت

.....

.....

.....

.....

تست ۳۶: درباره‌ی عنصر $_{۳۴}X$ در جدول تناوبی، چند مورد از مطالب زیر، درست است؟

(سراسری تجربی خارج از کشور ـ ۱۴۰۰)

* خواص شیمیایی آن، مشابه خواص شیمیایی شانزدهمین عنصر جدول تناوبی است.
* شمار الکترون‌های دارای $\ell = ۱$ اتم آن، ۲ برابر شمار الکترون‌های دارای $\ell = ۰$ است.
* شمار الکترون‌های ظرفیتی اتم آن، با شمار الکترون‌های ظرفیتی اتم $_{۲۴}Cr$ برابر است.
* با یکی از عنصرهای گازی جدول، هم‌گروه با یکی از عنصرهای مایع جدول، هم‌دوره است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

.....

.....

.....

.....

.....

.....

تست ۳۷: $n+l$ برای a الکترون ظرفیتی اتم کروم $(_{۲۴}Cr)$ برابر با m و برای b الکترون ظرفیتی دیگر، برابر x است. a، m، b و x به ترتیب از راست به چپ کدام عددها می‌توانند باشند؟

(سراسری ریاضی ـ ۹۹)

۱) ۵، ۴، ۵، ۱ ۲) ۵، ۴، ۴، ۲ ۳) ۵، ۴، ۵، ۲ ۴) ۵، ۴، ۵، ۱

.....

.....

.....

.....

تست ۳۸: در اتم کدام عنصر، شمار الکترون‌های دارای عدد کوانتومی $\ell = ۱$، برابر مجموع شمار الکترون‌های دارای عددهای کوانتومی $\ell = ۰$ و $\ell = ۲$ است و شمار الکترون‌های ظرفیتی این عنصر، با شمار الکترون‌های لایه‌ی ظرفیت اتم کدام عنصر برار است؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید)

(سراسری تجربی خارج از کشور ـ ۹۹)

۱) $_{۲۴}X$ ، $_{۱۶}X$ ۲) $_{۲۴}M$ ، $_{۱۴}D$ ۳) $_{۲۸}A$ ، $_{۱۴}D$ ۴) $_{۲۸}A$ ، $_{۱۶}X$

.....

.....

.....

.....

.....

تست ۳۹: آرایش الکترونی لایه‌ی آخر اتم کدام عنصر، مشابه با آرایش الکترونی لایه‌ی ظرفیت اتم $_{19}K$ است؟ *(سراسری ریاضی ـ ۹۸)*

۱) $_{29}A$ ۲) $_{21}D$ ۳) $_{27}X$ ۴) $_{31}Z$

.....

.....

.....

.....

.....

تست ۴۰: کدام موارد از مطالب زیر، درست‌اند؟ *(سراسری ریاضی خارج از کشور ـ ۹۸)*

آ) سومین لایه‌ی الکترونی اتم، زیر لایه‌های $3s$، $3p$ و $3d$ را دربر دارد.

ب) ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها، تنها به عدد کوانتومی اصلی **(n)** وابسته است.

پ) در سومین دوره‌ی جدول دوره‌ای (تناوبی)، ۱۸ عنصر جای دارند که از میان آن‌ها دو عنصر، گازی‌اند.

ت) در اتم عنصرهای دوره‌ی سوم جدول دوره‌ای (تناوبی) زیرلایه‌های $3s$ و $3p$ از الکترون پر می‌شوند.

۱) آ ، ت ۲) ب ، پ ۳) آ ، پ ، ت ۴) آ ، ب ، ت

.....

.....

.....

.....

تست ۴۱: در آرایش الکترونی اتم عنصر X، ۱۵ الکترون با $n+\ell=5$ وجود دارد. این عنصر در کدام گروه جدول تناوبی قرار دارد و در آرایش الکترونی آن چند زیرلایه از الکترون اشغال شده است؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید) *(قلم‌چی ـ ۱۴۰۰)*

۱) ۱۵ - ۴ ۲) ۱۷ - ۴ ۳) ۱۵ - ۸ ۴) ۱۷ - ۸

.....

.....

.....

.....

تست ۴۲: اگر ۷۵٪ از الکترون‌های ظرفیتی اتم یک عنصر دارای اعداد کوانتومی $n = 3$ و $\ell = 2$ باشند، .....

(قلم‌چی - ۱۴۰۰)

۱) این عنصر در گروه ۸ از جدول دوره‌ای جای دارد.

۲) در آرایش الکترونی اتم این عنصر سه لایه به طور کامل از الکترون پُر شده است.

۳) عدد اتمی آن دو برابر عدد اتمی عنصری است که ۲ الکترون با $n = 3$ و $\ell = 1$ دارد.

۴) بین این عنصر و آخرین عنصر هم‌دوره‌ی آن، ۱۰ اتم قرار گرفته‌اند.

.....

.....

.....

تست ۴۳: کدام مطلب درباره‌ی اتم چهارمین عنصر از دسته **d** در دوره‌ی چهارم جدول دوره‌ای امروزی، نادرست است؟(ماز - ۱۴۰۰)

۱) شمار الکترون‌های ظرفیتی آن با شمار الکترون‌های ظرفیتی اتم اکسیژن برابر است.

۲) تعداد زیرلایه‌های نیمه پر در هر اتم آن، دو برابر تعداد زیرلایه‌های نیمه پر در اتم $_{33}As$ است.

۳) تفاوت عدد اتمی آن‌ها با عدد اتمی دومین عنصری که آرایش الکترونی آن از قاعده‌ی آفبا پیروی نمی‌کند، برابر با ۴ است.

۴) مجموع شمار الکترون‌های دارای اعداد کوانتومی $\ell = 0$ و $\ell = 2$ با شمار الکترون‌های دارای اعداد کوانتومی $\ell = 1$ در آن برابر است.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

تست ۴۴: اگر در گونه‌ی $_{73}X^{3-}$ اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر ۴ باشد، مجموع عددهای کوانتومی فرعی الکترون‌های لایه ظرفیت اتم آن کدام است؟

(ماز - ۱۴۰۰)

۱) ۴ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

.....

.....

.....

.....

تست ٤٥: چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟ (قلمچی - ۱۴۰۰)

آ) هشتمین عنصر از دسته‌ی P، دارای ۴ الکترون با عدد کوانتومی $n = ۳$

ب) چهارمین عنصر از دسته‌ی d، دارای ۷ الکترون با عدد کوانتومی $\ell = ۰$ است.

پ) نهمین و دهمین عنصر از دسته‌ی d هر کدام دارای ۱۰ الکترون با عدد کوانتومی $\ell = ۲$ و $n = ۳$ هستند.

ت) در دوره‌ی چهارم جدول دوره‌ای، آرایش الکترونی اتم چهار عنصر به زیرلایه‌ی تک الکترونی ختم می‌شود.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

تست ٤٦: چه تعداد از موارد زیر صحیح است؟ (قلمچی - ۹۹)

الف) در جدول تناوبی، ۹ گروه چهار عضوی وجود دارد که همه‌ی آن‌ها مربوط به یک دسته هستند.

ب) در دسته‌ی f جدول دوره‌ای عنصرها ۲۸ عنصر وجود دارد.

پ) در دوره‌های ۲ و ۳، در مجموع ۸ عنصر وجود دارد که نماد شیمیایی آن‌ها دو حرفی است.

ت) نخستین عنصری که توسط بشر ساخته شده است در دسته‌ی d جدول دوره‌ای قرار دارد.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

تست ۴۷: تفاوت تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها در اتم عنصر ^{74}A برابر با ۱۰ است. با توجه به آن کدام گزینه نادرست است؟ $(1amu = 1/66 \times 10^{-24} g)$ (قلمچی ـ ۹۹)

۱) عنصر A به دوره‌ی ۴ جدول دوره ای تعلق دارد و آخرین زیرلایه‌ی اشغال شده آن دارای دو الکترون است.

۲) تعداد الکترون‌ها با عدد کوانتومی $\ell = 1$ برابر با ۱۴ است.

۳) با عنصر $_{15}X$ هم‌گروه است.

۴) یک میلیارد اتم A، به تقریب جرمی برابر با $1/22 \times 10 g$ دارد.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ساختار اتم و رفتار آن

گازهای نجیب در طبیعت به شکل تک اتمی یافت می‌شوند، زیرا واکنش‌پذیری آن‌ها بسیار کم است یا اینکه واکنش‌ناپذیر هستند. بنابراین می‌توان گفت که این گازها از نظر شیمیایی پایدار هستند. *اما چرا اینجوری می‌شه؟؟؟!!!*

در آرایش الکترونی لایه ظرفیت همه گازهای نجیب به جز $_2He$ هشت الکترون وجود دارد و لایه ظرفیت همه‌ی آن‌ها از الکترون پر شده است. با این توصیف می‌توان گفت بین پایداری شیمیایی و آرایش گاز نجیب رابطه وجود دارد. یعنی اگر لایه ظرفیت اتمی، همانند آرایش الکترونی گاز نجیب و یا هشت تایی باشد، آن اتم واکنش‌پذیری چندانی ندارد و اگر چنین نباشد، آن اتم واکنش‌پذیر است.

آقا ما نفهمیدیم هشت تایی یعنی چی؟!

از آن‌جایی که همه‌ی گازهای نجیب به جز $_2He$ دارای لایه ظرفیت پُر با هشت الکترون و به صورت $ns^2 np^6$ هستند، آرایش الکترونی لایه ظرفیت آن‌ها را هشت‌تایی یا اوکتت می‌نامند. البته توجه داشته باشید که $_2He$ دارای ۲ الکترون در لایه ظرفیت خود بوده و دوتایی است.

بنابراین اتم عنصرها تمایل دارند با گرفتن، از دست دادن یا به اشتراک گذاشتن الکترون، طی یک واکنش شیمیایی به آرایش گاز نجیب برسند و پایدار شوند.

سؤال: آقا الان یعنی $_{26}Fe$ که دارای هشت الکترون ظرفیت به صورت $3d^6\ 4s^2$ هست هم هشت‌تایی محسوب می‌شه؟؟

پاسخ: توجه داشته باشید که رسیدن به آرایش الکترونی $ns^2\ np^6$ که مختص گازهای نجیب است، هشت‌تایی شدن محسوب می‌شود.

حالا بریم یکم لوویس بازی...

لوویس برای توضیح و پیش‌بینی رفتار اتم‌ها، آرایشی به نام آرایش الکترون ـ نقطه‌ای ارائه کرد که در آن الکترون‌های ظرفیت هر اتم، پیرامون نماد شیمیایی آن با نقطه نمایش داده می‌شود.

برای رسم آرایش الکترون ـ نقطه‌ای هر اتم، می‌توان نقطه‌گذاری را از یک سمت به دلخواه شروع کرد و در سه سمت دیگر نقطه‌گذاری را ادامه داد. اگر تعداد الکترون‌های ظرفیت اتم یک عنصر از چهار بیشتر باشد، الکترون‌های بعدی به صورت جفت با الکترون‌های قبلی می‌آید. مثال:

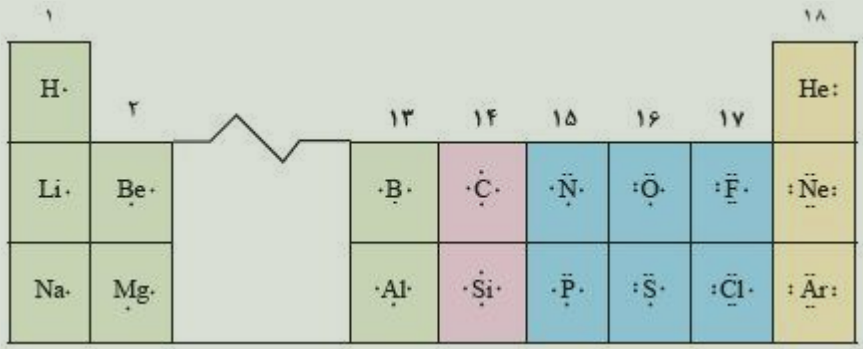
$_7N \rightarrow$ تعداد الکترون‌های ظرفیت $= 5 \rightarrow$

$_9F \rightarrow$ تعداد الکترون‌های ظرفیت $= 7 \rightarrow$

دو نکته خیلی مهم:

۱- آرایش الکترون ـ نقطه‌ای $_2He$ به صورت $\dot{H}e\cdot$ نیست و برای نمایش پایدار بودن آن، به صورت He: باید آن را نمایش داد.

۲- آرایش الکترونی ـ نقطه‌ای عنصرهای هم‌گروه مشابه یکدیگر است. (به جز $_2He$ در گازهای نجیب)



رفتار شیمیایی اتم هر عنصر که به صورت گرفتن، از دست دادن یا به اشتراک گذاشتن الکترون ظاهر می‌شود، به تعداد الکترون‌های ظرفیت آن اتم بستگی دارد. در واقع اتم‌ها می‌توانند با دادن الکترون، گرفتن الکترون و نیز به اشتراک گذاشتن آن، به آرایش یک گاز نجیب برسند یا هشت‌تایی شوند تا پایدارتر گردند. *(اوه اوه این جملاتی که گفتم بی‌نهایت مهم بود. چند بار دیگه بخونش و بهشون فکر کن)*

دقت کن لطفاً... اتم اغلب عنصرها تمایل دارند که با انتقال الکترون (و تشکیل یون) و یا اشتراک الکترون به آرایش گاز نجیب برسند و پایدار شوند. البته برخلاف این تمایل اتم برخی عنصرها به آرایش گاز نجیب نمی‌رسد. برای اینکه بیشتر برات این موضوع جا بیفته به آنالیز رفتار شیمیایی اتم عنصرهای اصلی جدول تناوبی می‌پردازیم (پایه شیمی اینجا شکل می‌گیرد، پس این موارد رو خوب یاد بگیر).

H

گروه ۱

فلزهای قلیایی

Be

گروه ۲

سایر فلزهای قلیایی خاکی

B

گروه ۱۳

سایر عنصرهای گروه ۱۳

گروه ۱۴
- C ، Si ، Ge ←
- Sn و Pb ←

گروه ۱۵ ←

گروه ۱۶ ← مانند O و S ←

گروه ۱۷ ← مانند F ، Cl ، Br و I ←

دو نتیجه‌ی مهم:

۱ در اتم‌های عناصر گروه‌های ۱ ، ۲ و ۳ که تعداد الکترون‌های ظرفیت کم‌تر یا برابر با ۳ است، اتم‌ها تمایل دارند همه‌ی الکترون‌های ظرفیتی خود را از دست بدهند و به کاتیون تبدیل شوند (به آرایش گاز نجیب قبل از خود برسند).

۲ در اتم‌های عناصر گروه‌های ۱۵ و ۱۶ و ۱۷ که تعداد الکترون‌های ظرفیت بیش‌تر یا برابر با ۵ است، اتم‌ها تمایل دارند با گرفتن الکترون، تشکیل آنیون دهند (به آرایش گاز نجیب بعد از خود برسند).

توجه: برای نوشتن آرایش الکترونی کاتیون‌ها و آنیون‌ها، از بیرونی‌ترین زیرلایه الکترون می‌گیریم و یا به آن الکترون می‌دهیم. مثال:

$$_{19}K: 1s^2\ 2s^2\ 2p^4\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1 \xrightarrow{-e^-} {}_{19}K^+: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^3\ 3p^6$$

$$_{8}O: 1s^2\ 2s^2\ 2p^4 \xrightarrow{+2e^-} {}_{8}O^{2-}: 1s^2\ 2s^2\ 3p^6$$

$$_{24}Cr: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3p^6\ 3d^5\ 4s^1 \xrightarrow{-2e^-} {}_{24}Cr^{2+}: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^4$$

یون‌ها و ترکیب‌های یونی

در درس علوم آموختید که هرگاه اتم‌های سدیم و کلر کنار یکدیگر قرار گیرند، اتم سدیم با از دست دادن یک الکترون به یون سدیم و اتم کلر با گرفتن یک الکترون به یون کلرید تبدیل شده و در این واکنش سدیم کلرید (نمک خوراکی) تولید می‌شود. در واقع اتم‌های Na و Cl با داد و ستد (انتقال الکترون) به یکدیگر و تشکیل یون‌های Na^+ و Cl^- هشت‌تایی می‌شوند.

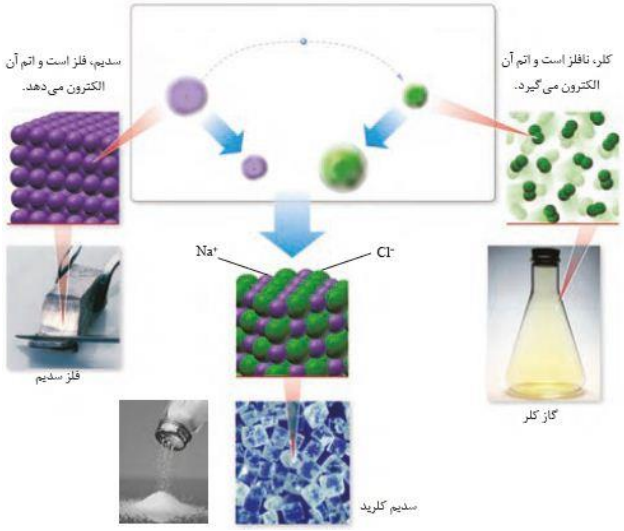
$_{11}Na : 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1 \xrightarrow{-e^-} {}_{11}Na: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6$

هر دو هشت تایی شدند.

$_{17}Cl : 1s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5 \xrightarrow{+e^-} {}_{17}Cl: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$

تشکیل NaCl → جاذبه‌ی قوی

(سدیم کلرید)



سه نکته مهم از شکل فوق:

۱- اتم Na با تشکیل کاتیون Na^+ کاهش شعاع و اتم Cl با تشکیل آنیون Cl^- افزایش شعاع پیدا می‌کند.

۲- کلر نافلز است و الکترون می‌گیرد، در حالی که سدیم فلز است و الکترون می‌گیرد. کلا رفتار اغلب فلزها و نافلزها همین جوریه!!!

۳- گاز کلر (Cl_2) زرد رنگ است و خاصیت رنگ بری و گندزدایی دارد. همچنین فلز سدیم، دارای ظاهری درخشان با جلایی نقره‌ای است.

و اما مبحث بی‌نهایت مهم «فرمول‌نویسی» و «نامگذاری» ترکیب‌های یونی

نام کاتیون‌های تک اتمی ← نام خود فلز ← مثال: Na^+ ← یون سدیم

نام آنیون‌های تک اتمی ← نام یا ریشه نافلز + «ـ ید» ← مثال: Cl^- ← یون کلرید

کاتیون‌ها		آنیون‌ها	
نماد یون	نام یون	نماد یون	نام یون
Li^+	یون لیتیم	N^{3+}	یون نیترید
Na^+	یون سدیم	P^{3-}	یون فسفید
K^+	یون پتاسیم	O^{2-}	یون اکسید
Rb^+	یون روبیدیم	S^2	یون سولفید
Cs^+	یون سزیم	F^-	یون فلوئورید
Mg^{2+}	یون منیزیم	Cl^-	یون کلرید
Ca^{2+}	یون کلسیم	Br^-	یون برمید
Sr^{2+}	یون استرانسیم	I^-	یون یدید
Ba^{2+}	یون باریم		
Al^{3+}	یون آلومنیم		
Ga^{3+}	یون گالیم		

و حالا می‌پردازیم به نحوه‌ی نام‌گذاری و فرمول‌نویسی ترکیب‌های یونی:

* فرمول‌نویسی:

برای فرمول‌نویسی ترکیب‌های یونی کافی است طبق قدم‌های زیر عمل کنیم:

۱ ابتدا نماد کاتیون را سمت چپ و نماد آنیون را سمت راست می‌نویسیم.

۲ بار کاتیون را زیروند آنیون و بار آنیون را زیروند کاتیون قرار می‌دهیم.

۳ زیروندها را در صورت امکان ساده می‌کنیم (از نوشتن زیروند ۱ خودداری شود)

مثال:

$K^+ O^{2-} \rightarrow$ $Al^{3+} O^{2-} \rightarrow$ $Ca^{2+} S^{2-} \rightarrow$

*** نام‌گذاری:**

نام ترکیب‌های یونی به صورت «نام کاتیون + نام آنیون» است. مثال:

$Mg_2S \rightarrow$ $Na_2O \rightarrow$

به چند نکته‌ی زیر توجه کنید:

۱ یون تک‌اتمی کاتیون یا آنیونی است که تنها از یک اتم تشکیل شده است. مانند O^{2-}، Na^{+} و ... (در فصل سوم شیمی دهم با یون‌های چند اتمی مانند NO_3^-، CO_3^{2-} و ... آشنا می‌شویم.)

۲ ترکیب‌های یونی که تنها از دو عنصر ساخته شده‌اند، ترکیب یونی دوتایی نام دارند. مانند K_2O، Al_2O_3 و ... این ترکیب‌ها می‌توانند از واکنش فلزها و نافلزها پدید آیند.

۳ هر ترکیب یونی از لحاظ بار الکتریکی خنثی است، زیرا مجموع بار الکتریکی کاتیون‌ها با مجموع بار الکتریکی آنیون‌ها برابر است. به همین دلیل است که در فرمول‌نویسی ترکیب‌های یونی بار کاتیون را زیروند آنیون و بار آنیون را زیروند کاتیون قرار می‌دهیم:

$CaCl_2 \rightarrow Ca^{2+}$ ، $CaCl_2 \rightarrow 2Cl^-$

$Al_2O_3 \rightarrow 2Al^{3+}$ ، $Al_2O_3 \rightarrow 3O^{2-}$

۴ لفظ «مولکول» برای ترکیب‌های یونی ۱۰۰٪ اشتباه است، زیرا ترکیب یونی شبکه‌ای متشکل از تعداد بسیار زیادی کاتیون و آنیون است و واحد مجزا به نام مولکول ندارد.

۵ در ترکیب‌های یونی، شمار مول الکترون مبادله شده برای تشکیل یک مول ترکیب یونی از رابطه زیر به دست می‌آید:

= شمار مول الکترون‌های مبادله شده

مثال: برای تشکیل Al_2O_3، ۶= ۳ × ۲ مول الکترون مبادله شده است.

۶ بدیهی است که میان کاتیون‌ها و آنیون‌ها که دارای بار ناهمنام هستند، نیروی جاذبه بسیار قوی از نوع الکتروستاتیکی وجود دارد، که آن را پیوند یونی می‌نامند و ترکیب‌های یونی که ذرات سازنده‌ی آن‌ها یون است، ترکیب یونی نام دارند.

مواد مولکولی

مواد شیمیایی خالص که در ساختار خود مولکول دارند، مواد مولکولی نامیده می‌شوند. در مولکول‌ها برخلاف ترکیب‌های یونی، انتقال الکترون صورت نمی‌گیرد و صرفا اشتراک الکترون رخ می‌دهد. برای مثال در مولکول‌های H_2O، Cl_2 و O_2 به صورت زیر اتم‌ها با اشتراک الکترون به آرایش گاز نجیب بعد از خود می‌رسند:

O_2: Cl_2: H_2O:

نمایش‌های فوق ساختار لوویس یا آرایش الکترون ـ نقطه‌ای نام دارد که به طور مفصل در فصل دوم با آن‌ها آشنا خواهیم شد. در حد فصل اول، برای رسم ساختار لوویس مولکول‌ها کافی است تک الکترون‌های پیوندی عنصرها به یکدیگر متصل شوند. مثال:

HCl: (هیدروژن کلرید)

CH_4: (متان)

NH_3: (آمونیاک)

و اما چند نکته‌ی خیلی مهم:

۱- جفت الکترون پیوندی یا همان پیوند کووالانسی، به لایه‌ی ظرفیت هر دو اتم درگیر پیوند، تعلق دارد. به همین دلیل است که می‌گوییم این اتم‌ها به آرایش گاز نجیب رسیده‌اند و پایدار شده‌اند. مثال:

۲- در مواد مولکولی، مولکول‌های مجزا از هم واحد سازنده‌ی این مواد هستند. هم‌چنین به فرمول شیمیایی که افزون بر نوع عنصرهای سازنده، شمار اتم‌های هر عنصر را در مولکول نشان می‌دهد، فرمول مولکولی می‌گویند.

۳- پیوند کووالانسی اغلب بین دو نافلز یا یک نافلز و شبه فلز به وجود می‌آید.

۴- در یک مدل نمایش مولکول‌ها، هر اتم را به صورت کره‌های درهم فرو رفته نمایش می‌دهند، که مدل فضا پرکن نام دارد. در این نحوه‌ی نمایش تعداد جفت الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی قابل تشخیص نیست و تنها تفاوت شعاع میان اتم‌ها و زوایای پیوندی قابل تشخیص است.

۵- پیوندهای کووالانسی در یک ماده‌ی مولکولی می‌تواند یگانه، دوگانه یا سه‌گانه باشد.

تست ٤٨: در یون فلزی M^{2+}_{65}، تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها برابر ۷ است. کدام موارد از مطالب زیر، درباره عنصر M درس است؟ *(سراسری تجربی - ۱۴۰۰)*

آ) اتم آن دارای ۸ الکترون با عدد کوانتومی $\ell = 0$ است.

ب) عنصری از گروه ۱۱ در دوره‌ی چهارم جدول تناوبی با عدد اتمی ۱۲۹ است.

پ) شمار الکترون‌های دارای $\ell = 1$ در اتم آن، ۱/۲ برابر شمار الکترون‌های دارای $\ell = 2$ است.

ت) شمار الکترون‌های آخرین لایه‌ی اشغال شده اتم آن با شمار الکترون‌های آخرین لایه‌ی اشغال شده‌ی اتم $_{25}X$ برابر است.

۱) آ ، ت ۲) آ ، پ ۳) ب ، پ ۴) ب ، ت

تست ۴۹: آرایش الکترونی اتم عنصر A به $3p^4$ و یون X^{2+} به $3d^{10}$ ختم می‌شود. کدام موارد از مطالب زیر، درباره‌ی آن‌ها درست است؟ (سراسری ریاضی خارج از کشور - ۱۴۰۰)

آ) X، فلزی اصلی از گروه ۲ و دوره‌ی ۴ جدول تناوبی است.

ب) تفاوت شمار الکترون‌های اتم A و اتم X، برابر ۱۳ است.

پ) ترکیب این دو عنصر با یکدیگر، می‌تواند به صورت XA وجود داشته باشد.

ت) A، نا فلزی هم‌گروه با عنصر D ۳۴ و هم‌دوره با عنصر E ۱۳ در جدول تناوبی است.

۱) آ ، ب ۲) آ ، ت ۳) ب ، پ ۴) پ ، ت

.....

.....

.....

.....

.....

تست ۵۰: با توجه به داده‌های جدول زیر، کدام مطالب زیر درست است؟ (عنصرهای X، E، D و A در دوره‌ی چهارم جدول تناوبی جای دارند) (سراسری تجربی خارج از کشور - ۱۴۰۰)

ردیف	ویژگی‌ها	یون‌ها			
		X^{3+}	$_{33}E^{3-}$	$_{29}D^{2+}$	A^-
۱	شمار الکترون‌های آخرین لایه‌ی اشغال شده	۱۴	۸	۱۷	۸
۲	شمار الکترون‌های دارای عدد کوانتومی $\ell = 2$	۶	a	b	۱۰
۳	نسبت شمار الکترون‌های دارای عدد کوانتومی $\ell = 1$ به $\ell = 0$	۲	۲/۲۵	۲	۲/۲۵

* عدد اتمی عنصر A، برابر مجموع عددهای ردیف دوم جدول است.
* تفاوت عدد اتمی عنصر X با فلز قلیایی هم‌دوره‌اش، برابر ۸ است.
* عنصر E در واکنش با عنصر M ۱۳، ترکیبی با فرمول شیمیایی ME تشکیل می‌دهد.
* بار کاتیون D در ترکیب‌هایش، همانند بار کاتیون عنصر ۳۱ جدول تناوبی در ترکیب‌هایش است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

.....

.....

.....

.....

.....

تست ۵۱: اگر برای تشکیل ۶۰ گرم از اکسید یک فلز قلیایی خاکی (از واکنش فلز با اکسیژن)، $۱۸/۰۶\times۱۰^{۲۳}$ الکترون مبادله شود، جرم اتمی فلز چند برابر جرم اتمی اکسیژن است؟ $(O=۱۶ g.mol^{-۱})$

(سراسری ریاضی خارج از کشور - ۱۴۰۰)

۱) ۰/۲۵ ۲) ۰/۷۵ ۳) ۱/۲۵ ۴) ۱/۵

تست ۵۲: شمار پروتون‌های یون $M^{۲+}$ ۷۲ برابر ۰/۸ شمار نوترون‌های آن است. عنصر M با کدام عنصر در جدول تناوبی هم‌دوره است و در این یون، چند الکترون از الکترون پر شده است؟

(سراسری ریاضی - ۹۹)

۱) $۳۰،۳۶A$ ۲) $۴۰،۳۶A$ ۳) $۳۰،۱۶D$ ۴) $۴۰،۱۶D$

تست ۵۳: اگر آلومینیم در واکنش با هر یک از گازهای اکسیژن و فلوئور، $۳/۰۱\times۱۰^{۲۴}$ الکترون از دست بدهد، نسبت جرم آلومینیم فلوئورید تولید شده به جرم آلومینیم اکسید تولید شده، به تقریب کدام است؟ $(Al=۲۷ , F=۱۹ , O=۱۶ g.mol^{-۱})$

(سراسری ریاضی - ۹۹)

۱) ۱/۵۶ ۲) ۱/۶۵ ۳) ۲/۳۵ ۴) ۳/۲۵

تست ٥٤: شـمار یون‌های موجود در ۸۴ گرم منیزیم سولفید، چند برابر شمار یون‌های مثبت موجود در ۱۶/۶ گرم سدیم نیترید است؟ $(S=۳۲ , Mg=۲۴ , Na=۲۳ , N=۱۴ g.mol^{-۱})$ (سراسری ریاضی خارج از کشور ـ ۹۹)

۱) ۰/۲۷ ۲) ۲/۵ ۳) ۳/۷۵ ۴) ۵

تست ٥٥: عنصـر A نخستین عنصر واسطه‌ی جدول است که تمام زیرلایه‌های آن به طور کامل از الکترون پر شده و در آرایش الکترونی اتم عنصر X، ۴ الکترون با $x+\ell=۴$ وجود دارد. فرمول ترکیب حاصل از A و X به کدام صورت است؟ (گاج ـ ۱۴۰۰)

۱) $AX_۲$ ۲) $A_۲X$ ۳) AX ۴) $A_۳X_۲$