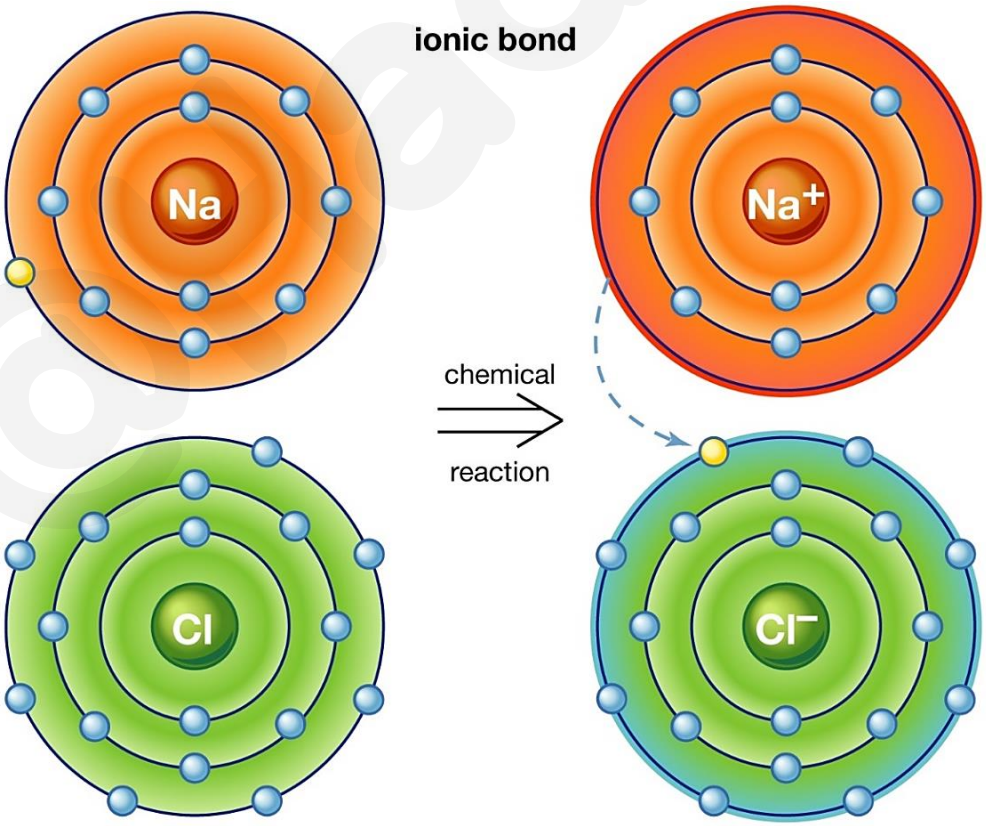
شیمی دهم - فصل ۱

کیهان، زادگاه الفبای هستی

صفحات ۱ تا ۴۴ شیمی دهم



این‌جا چی داریم؟

- این جزوه یه‌جورایی مقدّمات کل شیمی کنکور محسوب میشه و حدود ۶ تست مستقیم و کلی تست غیر مستقیم کنکوره
- تمرینات کتاب درسی و متن فصل ۲ شیمی دهم رو به‌طور کامل پوشش دادیم
- بخش‌هایی از فصل ۲ و ۳ شیمی دهم و فصل ۱ شیمی یازدهم که با این فصل مرتبط بوده رو هم پوشش دادیم
- مباحث بسیار مهم و بنیادی شیمی کنکور مثل مفهوم ایزوتوپ‌ها، جدول تناوبی، mol، amu، جرم اتمی میانگین، آرایش الکترونی اتم و یون، فرمول‌نویسی و نام‌گذاری ترکیبات یونی و مولکولی، ساختار لوویس و ...
- ۱۱۲ تست کنکور سراسری از سال ۹۰ تا ۱۴۰۰ (رشته‌های ریاضی و تجربی – داخل و خارج کشور – نظام جدید و قدیم)
- بیش از ۲۰۰ تمرین و مثال کاربردیِ آموزشی و سنجشی به‌همراه کلی مثال حل شده برای یادگیری بیش‌تر

مطالعه‌ی بهتر فصل ۱ شیمی دهم:

مقدمه‌ی شیمیایی فصل اول!

شاید شما هم یکی از شیفتگان آسمان پرستاره‌ی شبانگاهی باشید. سقفی زیبا و آکنده از اسرار و پرسش‌های بی‌شماری که از گذشته تاکنون ذهن کنجکاو انسان‌های هوشمند را مجذوب خویش ساخته است. در این فضای بی‌کران، ستارگان پرفروغ با نوری که می‌تابانند، پیوسته با ما سخن می‌گویند و پیام آگاه‌باش می‌فرستند. پیامی که از گذشته‌های دور، روایت می‌کند؛ از این‌که جهان هستی چگونه پدید آمده است؟ ذره‌های سازنده‌ی جهان هستی طی چه فرآیندی و چگونه به‌وجود آمده‌اند؟ پرسش‌هایی که یافتن پاسخ آن‌ها بسیار دشوار است.

زمین در برابر عظمت آفرینش همانند آزمایشگاه بسیار کوچکی است که دانشمندان بـا آزمایش‌های گوناگون در آن، در تلاش برای یافتن پاسخ این پرسش‌ها هستند. شیمی‌دان‌ها با مطالعه‌ی خواص و رفتار ماده، هم‌چنین برهم‌کنش نور با ماده، در پاسخ‌گویی به سوالات فوق، سهم بسزایی داشتند.

@HadiShimi

کیهان‌شناسی (صفحه‌ی ۲ کتاب درسی)

شواهد تاریخی از سنگ‌نبشته‌ها و نقاشی‌های دیوار غارها نشان می‌دهد که انسان اولیه و *نئستین*! با نگاه به آسمان و مشاهده‌ی ستارگان، در پی فهم نظام و قانون‌مندی در آسمان بوده است و همواره به‌دنبال یافتن پاسخ‌هایی قانع‌کننده برای پرسش‌های زیر، تلاش کرده است.

۱- هستی چگونه پدید آمده است؟

پاسخ این پرسش خارج از قلمرو علوم تجربی بوده و نیازمند مراجعه به چارچوب اعتقادی و بینش خود انسان است.

۲- جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟ ۳- پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟

پاسخ پرسش‌های دوم و سوم، در قلمرو علوم تجربی بوده و با استفاده از مشاهده‌ی پدیده‌ها و علوم تجربی می‌توان به این سوالات پاسخ داد. تلاش گسترده در علوم تجربی جهت یافتن پاسخ پرسش‌های دوم و سوم سبب شد تا دانش ما درباره‌ی جهان مادی افزایش یابد.

همان‌طورکه در قسمت مقدمه‌ی این فصل اشاره شد، شیمی‌دان‌ها با مطالعه‌ی خواص و رفتار ماده، هم‌چنین برهم‌کنش نور با ماده، در پاسخ‌گویی به سوالات فوق، سهم بسزایی داشتند. امروزه ما درباره‌ی کیهان و منشأ آن اطلاعاتی داریم که نیاکانمان حتی نمی‌توانستند آن‌ها را تصور کنند. برای نمونه ما به فضا می‌رویم، با عنصرهای موجود در نقاط گوناگون کیهان آشنا شده‌ایم، درپی یافتن زندگی در دیگر سیاره‌ها هستیم و مسافرت به مریخ را طراحی می‌کنیم. آشکار است که با گذشت زمان، انسان به پیشرفت‌هایی دست خواهد یافت که امروز در ذهن ما نمی‌گنجد.

وویجر ۱ و ۲ و شناخت رمز و راز کیهان

از جمله‌ی تلاش‌های مداوم دانشمندان برای شناخت کیهان و جهان مادی، می‌توان ارسال فضاپیماهای مختلف با ماموریت‌های متفاوت، برای کاوش در فضا و ارسال اطلاعات جمع‌آوری شده به زمین اشاره کرد. این تلاش‌ها هم‌چنان ادامه دارد و با افزایش دانش ما از کیهان، پژوهش‌های گسترده‌تر و معتبرتری در حال انجام است.

نمونه‌ای از این تلاش‌ها، سفر طولانی و تاریخی وویجِر **۱** و **۲** برای شناخت بیش‌تر کیهان به‌ویژه سامانه‌ی خورشیدی (مظومه‌ی شمسی) بود.

- هر دو فضاپیما از منظومه‌ی شمسی خارج شده‌اند و وویجِر **۱** آخرین بار در فاصله‌ی تقریبی **۷** میلیارد کیلومتری از زمین تصویری ثبت کرده است (☹ **RIP!**). تصویر وویجِر **۱**:

این دو فضاپیما، **ماموریت** داشتند تا با گذر از کنار سیاره‌های گازی پس از مریخ (سیاره‌های بیرونی) یعنی سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون (مزون) ، شناسنامه‌ی فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را تهیه کنند و به‌زمین بفرستند. این شناسنامه‌ها حاوی اطلاعاتی نظیر **۱**- نوع عنصرهای سازنده **۲**- ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آن‌ها **۳**- ترکیب درصد اتمسفر این سیاره‌ها بودند که نقش بسیار مهمی در شناخت کیهان داشتند.

این‌جا چی داریم؟

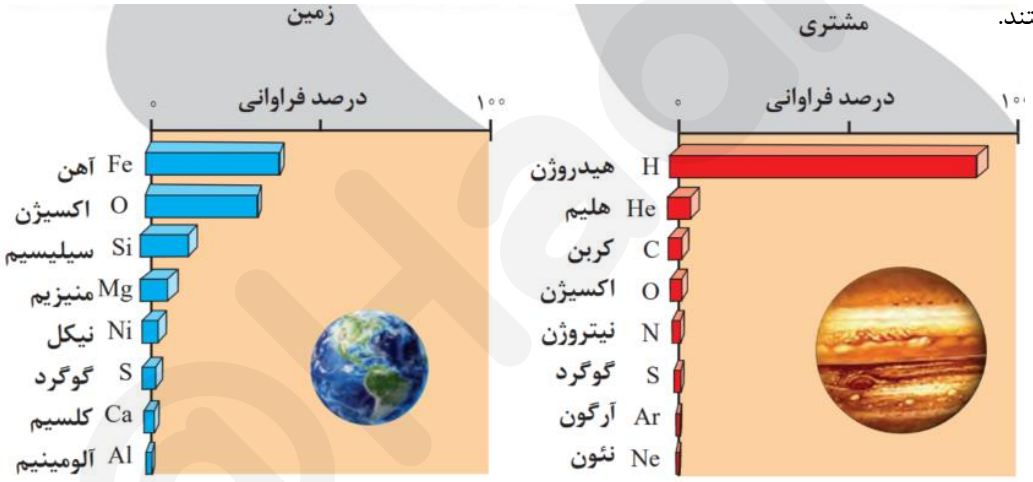
- **آشنایی با چگونگی تولید عناصر، بر اساس نظریه‌ی مِه‌بانگ**
- **توضیح یکسان بودن منشا تولید عناصر، با توجه به عناصر مشترک و غیرمشترک در سیاره‌ها**

عنصرها چگونه پدید آمدند؟ *(صفحات ۲ تا ۴ کتاب درسی)*

یکی از پرسش‌های مهمی که شیمی‌دان‌ها در پی یافتن پاسخ آن هستند، چگونگی پیدایش عنصرهاست. بسیاری از پژوهش‌های تجربی به‌وسیله‌ی مقایسه انجام می‌شود. با مقایسه‌ی موارد مورد مطالعه در یک پژوهش و یافتن نقاط مشترک و غیرمشترک، نتایج مهمی به‌دست می‌آید. مطالعه‌ی کیهان به‌ویژه سامانه‌ی خورشیدی، برای پاسخ به چگونگی پیدایش عناصر، کمک شایانی می‌کند. برای نمونه با بررسی نوع و مقدار عناصر سازنده‌ی برخی سیاره‌های سامانه‌ی خورشیدی و مقایسه آن با عناصر سازنده‌ی خورشید، می‌توان به‌درک بهتری از چگونگی تشکیل عنصرها دست یافت. با مقایسه‌ی عنصرهای سازنده‌ی زمین و مشتری، می‌توانیم به چگونگی تشکیل عنصرها نزدیک‌تر شویم.

مقایسه‌ی برخی عنصرهای سازنده‌ی زمین و مشتری

شکل زیر هشت عنصر فراوان زمین و مشتری را نشان می‌دهد. با بررسی شکل‌های زیر و مقایسه‌ی هشت عنصر فراوان دو سیاره، اطلاعات و نتایج مهمی قابل استخراج هستند.



۱- مشتری، بزرگ‌ترین سیاره‌ی منظومه‌ی شمسی بوده و از زمین بسیار بزرگ‌تر است.

۲- از لحاظ جایگاه قرارگیری، مشتری پنجمین سیاره و زمین سومین سیاره‌ی سامانه‌ی خورشیدی محسوب می‌شود.

۳- مشتری سیاره‌ای گازی است (بیش‌تر از جنس گاز) درحالی‌که زمین سیاره‌ای سنگی (بیش‌تر از جنس سنگ) محسوب می‌شود.

۴- آهن (**Fe**) فراوان‌ترین عنصر کل زمین (با درنظر گرفتن هسته، پوسته و گوشته) و هیدروژن (**H**) فراوان‌ترین عنصر در مشتری است.

۵- فراوانی فراوان‌ترین عنصر مشتری (عنصر هیدروژن)، بیش‌تر از فراوانی فراوان‌ترین عنصر زمین (عنصر آهن) است.

۶- فراوان‌ترین عنصر هر سیاره، جزو هشت عنصر فراوان سیاره‌ی دیگر نیست.

۷- درصد فراوانی همه‌ی عناصر زمین و مشتری، کم‌تر از ۵۰٪ است. به‌جز هیدروژن در مشتری که بیش‌تر از ۵۰٪ (حدود ۹۰٪) فراوانی دارد.

۸- گوگرد (**S**) و اکسیژن (**O**)، عناصر مشترک دو سیاره هستند و فراوانی هر دو عنصر در زمین بیش‌تر از مشتری است.

۹- گوگرد (**S**) در هر دو سیاره در رتبه‌ی ششم قرار دارد. درحالی‌که اکسیژن در زمین رتبه‌ی دوم و در مشتری رتبه‌ی چهارم را دارد.

۱۰- در میان هشت عنصر فراوان مشتری، نئون (**Ne**) و در میان هشت عنصر فراوان زمین آلومینیم (**Al**) کم‌ترین فراوانی را دارند.

۱۱- به جز هشت عنصر بالا، در زمین عناصر دیگری مانند طلا (**Au**)، سدیم (**Na**)، نقره (**Ag**)، کلر (**Cl**)، فسفر (**P**) و ... نیز یافت می‌شوند.

۱۲- فراوان‌ترین فلز، نافلز و شبه‌فلز زمین، به‌ترتیب، **Fe** (فلز) **O** (نافلز) و **Si** (شبه‌فلز) هستند.

۱۳- در میان هشت عنصر فراوان زمین، درصد فراوانی عنصرها در مجموع به‌صورت **فلز > نافلز > شبه‌فلز** می‌باشد.

۱۴- در میان هشت عنصر فراوان مشتری، عنصر فلزی وجود ندارد و همگی نافلزاند. اما در میان هشت عنصر فراوان زمین؛ فلز، نافلز و شبه‌فلز دیده می‌شود.

۱۵- از میان هشت عنصر فراوان زمین، فقط اکسیژن در دمای اتاق گازی (O_2) است و سایر عناصر در دمای اتاق جامدند.

۱۶- از میان هشت عنصر فراوان مشتری، فقط گوگرد و کربن در دمای اتاق جامد هستند و سایر عناصر گازی هستند.

۱۷- در میان هشت عنصر فراون مشتری، عناصری از دسته‌های **s** و **p** دیده می‌شود و در زمین، عناصری از دسته‌های **s**، **p** و **d** دیده می‌شود.

هشت عنصر فراوان سیاره‌ی مشتری: H > He > C > O > N > S > Ar > Ne > ...

هشت عنصر فراوان سیاره‌ی زمین: Fe > O > Si > Mg > Ni > S > Ca > Al > ...

- با مقایسه‌ی هشت عنصر فراوان زمین و مشتری، می‌بینیم که نوع و میزان فراوانی عنصرها در دو سیاره متفاوت است. در حالی‌که عنصرهای مشترکی نیز در این دو سیاره هستند. از این مقایسه نتیجه می‌گیریم که عنصرها در جهان هستی به‌صورت ناهمگون توزیع شده است. یافته‌های فوق باعث شد تا دانشمندان بتوانند چگونگی پیدایش عنصرها را توضیح دهند.

مِه‌بانگ (Big Bang)

مِه‌بانگ، فرضیه‌ای است که چگونگی پیدایش بخش مادی جهان هستی و آغاز همه چیز در مورد کیهان را توضیح می‌دهد (مواردی مثل فضا، زمان و سازنده‌های ماده در آن). برخی از دانشمندان بر این باورند که سرآغاز کیهان با انفجاری مهیب (مِه‌بانگ) همراه بوده که طی آن انرژی بسیار زیادی آزاد شده است. پس از پدید آمدن ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، نوترون و پروتون در اثر مِه‌بانگ، عناصر هیدروژن و هلیم پا به عرصه‌ی جهان گذاشتند. با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیم تولید شده متراکم شدند و مجموعه‌های گازی به‌نام سحابی ایجاد کردند. سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شدند که مجموعه‌ی کهکشان‌ها، کیهان را تشکیل می‌دهند.

@Hadishimi

ستارگان (کارخونه‌ی تولید عناصر)

درون ستاره‌ها همانند خورشید در دماهای بسیار بالا و ویژه، واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد. واکنش‌هایی که در آن از عنصرهای سبک‌تر، عنصرهای سنگین‌تر و بزرگ‌تر پدید می‌آیند.

- ستاره‌ها متولد می‌شوند، رشد می‌کنند و زمانی می‌میرند. مرگ ستاره اغلب با یک انفجار بزرگ همراه است که سبب می‌شود عنصرهای تشکیل شده در آن در فضا پراکنده شوند. به‌همین دلیل، ستارگان را باید کارخانه‌ی تولید عناصر دانست.

در اینفوگراف زیر، **روند تشکیل عنصرها** را می‌بینیم:

تولید عنصرهای سنگین‌تر مانند آهن، طلا و ... ← تولید عنصرهای سبک مانند لیتیم، کربن و ... ← پیدایش سحابی‌ها و ستارگان و کهکشان‌ها ← پیدایش هیدروژن و سپس هلیم ← پدید آمدن ذرات زیراتمی الکترون، پروتون و نوترون ← مه‌بانگ و آزاد شدن انرژی عظیم

با توجه به روند فوق، با انجام واکنش‌های هسته‌ای درون ستاره‌ها ابتدا عنصرهای سبک مانند لیتیم، کربن و ... ایجاد می‌شوند و سپس مجدداً طی واکنش‌های هسته‌ای دیگر از عنصرهای سبک، عنصرهای سنگین‌تر مانند آهن، طلا و ... پدید می‌آیند.

۱- **با توجه به روند تشکیل عنصرها در ستارگان، از به‌هم پیوستن حداقل چند اتم از فراوان‌ترین ایزوتوپ هلیم، یک اتم ایزوتوپ $^{24}_{12}Mg$، می‌تواند به‌وجود آید؟ (از تبادل انرژی و تغییرات اندک جرم، صرف‌نظر شود.)** R'۹۸

۱) ۴ ۲) ۶ ۳) ۸ ۴) ۱۲

خورشید

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

- بدیهی است که در واکنش‌های شیمیایی که در پدیده‌های پیرامون ما و در زندگی روزانه رخ می‌دهد، مقدار انرژی مبادله شده بسیار کم‌تر از واکنش‌های هسته‌ای است.

در جدول زیر، واکنش‌های هسته‌ای و شیمیایی را مقایسه می‌کنیم.

واکنش‌های شیمیایی	واکنش‌های هسته‌ای
فقط الکترون‌ها در آن نقش دارند.	الکترون‌ها، پروتون‌ها و نوترون‌ها می‌توانند در آن نقش داشته باشند.
فقط مبادله‌ی انرژی رخ می‌دهد.	فقط مبادله‌ی جرم و انرژی رخ می‌دهد.
قانون پایستگی جرم در آن‌ها برقرار است.	قانون پایستگی جرم و انرژی برقرار است.
به‌دلیل ثابت بودن تعداد پروتون، ماهیت اتم‌ها ثابت است.	به‌دلیل تغییر پروتون، ماهیت اتم‌ها تغییر می‌کند.
مقدار انرژی مبادله شده در آن‌ها در مقایسه با واکنش‌های هسته‌ای، بسیار کم‌تر است.	انرژی آزاد شده در آن‌ها بسیار زیاد است.
در معادله‌ی واکنش آن‌ها، نماد شیمیایی، حالت فیزیکی و شرایط انجام واکنش دیده می‌شود و در نماد شیمیایی گونه‌ها، عدد جرمی و عدد اتمی دیده نمی‌شود.	در معادله‌ی واکنش آن‌ها، نماد شیمیایی هر گونه به‌همراه عدد جرمی و عدد اتمی دیده می‌شود. هم‌چنین ذرات زیر اتمی نیز مبادله می‌شوند.

باشگاه و TF BOX

تست

@HadiShimi

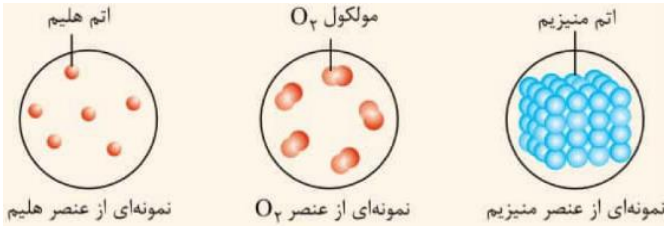
این‌جا چی داریم؟

- **آشنایی با نماد عدد اتمی و عدد جرمی - مهارت محاسبه‌ی تعداد ذرات زیر اتمی با توجه به نماد علمی عنصر**
- **درک مفهوم ایزوتوپ و رادیوایزوتوپ**

آیا همه‌ی اتم‌های یک عنصر، پایدارند؟ (صفحات ۵ و ۶ کتاب درسی)

ماده‌ای خالص که از یک نوع اتم تشکیل شده باشد، **عنصر** نام دارد. در واقع عنصر، مجموعه‌ای از اتم‌هاست. برای نمونه منیزیم (**Mg**) و هلیم (**He**) عنصرهایی تک‌اتمی به‌شمار می‌روند. زیرا یک نمونه منیزیم حاوی اتم‌های منیزیم و یک نمونه هلیم حاوی اتم‌های هلیم است.

- همه‌ی عنصرها تک‌اتمی نیستند. گاز اکسیژن (O_2) عنصری دواتمی و فسفر (P_4) و گوگرد (S_8) عنصرهایی چنداتمی به‌شمار می‌روند.



- در برخی عنصرها مانند سدیم و فلوئور، ممکن است همه‌ی اتم‌ها یکسان باشند. درحالی‌که بررسی‌ها نشان می‌دهد که اغلب در یک نمونه‌ی طبیعی از عنصری معین، اتم‌های سازنده، جرم یکسانی ندارند. بلکه مخلوطی از دو یا چند اتم متفاوت هستند. اتم‌هایی که عدد اتمی همه‌ی آن‌ها یکسان است اما عدد جرمی آن‌ها متفاوت است.

جرم هر اتم، ناشی از ذرات سازنده‌ی آن (ذرات زیراتمی) است و با توجه به یکسان بودن تعداد الکترون و پروتون در اتم‌های یک عنصر، علت تفاوت در جرم اتم‌ها، تفاوت در تعداد نوترون می‌باشد. به این‌گونه اتم‌ها، **هم‌مکان (ایزوتوپ)** می‌گویند.

در واقع **ایزوتوپ‌ها**، اتم‌های یک عنصر هستند که دارای عدد اتمی (**Z**) یکسان و عدد جرمی (**A**) متفاوت (تعداد نوترون متفاوت) هستند.

- ایزوتوپ‌های هر عنصر در جدول تناوبی فقط یک خانه را اشغال می‌کنند. به‌همین دلیل به آن‌ها هم‌مکان می‌گویند.
- همان‌طورکه گفته شد، برخی عنصرها مانند سدیم و فلوئور ایزوتوپ ندارند و عنصر آن‌ها فقط یک نوع اتم دارد. بنابراین، همه‌ی اتم‌های عنصر آن‌ها فقط یک عدد جرمی دارند. برخی عنصرها نیز دارای دو یا چند ایزوتوپ هستند.

به‌عنوان مثال، بررسی یک نمونه منیزیم نشان می‌دهد که جرم همه‌ی اتم‌های منیزیم در این نمونه یکسان نیست، بلکه مخلوطی از سه هم‌مکان (ایزوتوپ) طبیعی است. ترتیب فراوانی و پایداری ایزوتوپ‌های طبیعی **منیزیم**: $^{24}_{12}Mg > ^{26}_{12}Mg > ^{25}_{12}Mg$

نماد ایزوتوپ	یون پایدار	عدد جرمی	تعداد نوترون	تعداد پروتون یا الکترون	درصد فراوانی در طبیعت
$^{24}_{12}Mg$	$_{12}Mg^{2+}$	۲۴	۱۲	۱۲	۷۸/۷۰٪
$^{25}_{12}Mg$		۲۵	۱۳	۱۲	۱۰/۱۳٪
$^{26}_{12}Mg$		۲۶	۱۴	۱۲	۱۱/۱۷٪

$${}^{A}_{Z}E^{q\pm}$$

نماد همگانی اتم‌ها

نماد **E** حرف نخست واژه‌ی **Element** به‌معنی عنصر می‌باشد. در این نماد، عدد جرمی (**A**) در بالا سمت چپ و عدد اتمی (**Z**) در پائین سمت چپ قرار می‌گیرد.

- اتم خنثی بار الکتریکی ندارد. اما اگر اتمی بار الکتریکی داشته باشد، تعداد و علامت بار در بالا سمت راست نماد اتم قرار می‌گیرد. ${}^{۴۰}_{۲۰}Ca^{۲+}$

عدد اتمی (Z)، نشان‌دهنده‌ی تعداد پروتون‌های هسته‌ی اتم هر عنصر می‌باشد. در یک اتم خنثی، عدد اتمی تعداد الکترون‌ها را نیز مشخص می‌کند. چرا که در اتم خنثی، تعداد الکترون‌ها با تعداد پروتون‌ها برابر است. درحالی‌که در یون‌ها، به‌دلیل تغییر الکترون، تعداد الکترون‌ها و پروتون‌ها با یک‌دیگر برابر نیست. به‌کمک عدد اتمی، می‌توان نوع عنصر را مشخص کرد. زیرا عدد اتمی برای اتم‌های هر عنصر، منحصر به‌فرد است. مثلاً همه‌ی اتم‌هایی که **۱۲** پروتون دارند، فارغ از تعداد الکترون و نوترون آن‌ها، عنصر منیزیم محسوب می‌شوند و در خانه‌ی شماره‌ی **۱۲** جدول تناوبی عنصرها قرار می‌گیرند.

عدد جرمی (A)، نشان‌دهنده‌ی مجموع تعداد نوترون‌ها و پروتون‌های هسته‌ی هر اتم می‌باشد. در یک اتم خنثی، تعداد الکترون‌ها با تعداد پروتون‌ها برابر است. بنابراین در یک اتم خنثی، عدد جرمی نشان‌دهنده‌ی مجموع تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها نیز می‌باشد.

با توجه به مفهوم عدد جرمی و عدد اتمی، روابط زیر برقرار هستند:

$$Z = \frac{A - [(n - e) - q]}{۲} = \frac{A - (n - Z)}{۲} \qquad N = A - Z \qquad A = N + Z \qquad \pm q = Z - e$$

شمارش ذرات در ایزوتوپ‌ها

در طبیعت و در همه‌ی کاتیون‌ها و اتم‌های خنثی، تعداد نوترون‌ها برابر یا بیش‌تر از پروتون‌ها و الکترون‌ها می‌باشد (به‌جز ${}^{۱}H$ که نوترون ندارد).

- در ایزوتوپ‌های ساختگی ممکن است تعداد نوترون‌ها از پروتون‌ها کم‌تر باشد که مورد بحث ما نیست.

در آنیون‌های طبیعی، ممکن است تعداد الکترون‌ها از نوترون‌ها بیش‌تر شود. بنابراین در مواجهه با آنیون‌ها، باید اختلاف **N** و **e** را بررسی کنیم.

۱- اگر **اختلاف** تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها در یک آنیون، **بیش‌تر از مقدار بار** یون باشد (یعنی $|N - e| > |q|$)، حتما تعداد نوترون‌ها از الکترون‌ها بیش‌تر است و اختلاف نوترون و الکترون به‌صورت $N - e$ صحیح است. زیرا باید عدد کوچک‌تر (**e**) از عدد بزرگ‌تر (**N**) تفریق شود تا عددی مثبت حاصل شود.

۲- اگر **اختلاف** تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها در یک آنیون، **کم‌تر از مقدار بار** یون باشد (یعنی $|N - e| < |q|$)، تعداد الکترون‌ها از نوترون‌ها می‌تواند بیش‌تر یا کم‌تر باشد. اختلاف نوترون و الکترون به‌صورت $e - N$ یا $N - e$ صحیح است.

مثلاً در یون ${}^{۳-}X$، اگر تفاوت تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر **۵** باشد، $N > e$ بوده و $N - e = ۵$ صحیح است. اما اگر تفاوت تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر **۲** باشد، $|e - N| = ۲$ صحیح است.

تفاوت و تشابه ایزوتوپ‌ها

تشابهات: ایزوتوپ‌ها در عدد اتمی، تعداد پروتون، تعداد الکترون، خواص شیمیایی، واکنش‌پذیری، موقعیت در جدول دوره‌ای (دوره و گروه)، آرایش‌الکترونی، آرایش الکترون - نقطه‌ای با یک‌دیگر مشابه‌اند.

تفاوت‌ها: ایزوتوپ‌ها هم‌چنین در عدد جرمی، تعداد نوترون، جرم اتمی، فراوانی در طبیعت، میزان پایداری، نیم‌عمر، خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند چگالی، نقطه‌ی ذوب و جوش با یک‌دیگر تفاوت دارند.

- از آن‌جاکه ایزوتوپ‌ها در جرم با یک‌دیگر تفاوت دارند، برای غنی‌سازی ایزوتوپی، شناسایی و جداسازی، ایزوتوپ‌ها را بر اساس تفاوت خواص فیزیکی وابسته به جرمشان جداسازی می‌کنند. چراکه خواص شیمیایی همه‌ی ایزوتوپ‌های یک عنصر یکسان است و در خواص فیزیکی وابسته به جرمشان تفاوت دارند.
- در صورتی‌که ایزوتوپ‌های یک عنصر به یون تبدیل شوند، تغییری در تعداد **p** و **N** ایجاد نمی‌شود و تنها تعداد **e** تغییر می‌کند.

تمرین مهم: شمار ذرات زیر اتمی را در گونه‌های زیر به‌دست آورید.

گونه	عدد اتمی	تعداد p^+	تعداد e^-	عدد جرمی	تعداد n°
$^{7}_{3}Li$	۳	۳	۳	۷	۴
$^{26}_{12}Mg^{2+}$	۱۲	۱۲	۱۰	۲۶	۱۴
$^{39}_{19}K^{+}$	۱۹	۱۹	۱۸	۳۹	۲۰
$^{17}_{8}O$	۸	۸	۸	۱۷	۹
$^{27}_{13}Al^{3+}$	۱۳	۱۳	۱۰	۲۷	۱۴
$^{31}_{15}P$	۱۵	۱۵	۱۵	۳۱	۱۶
$^{19}_{9}F^{-}$	۹	۹	۱۰	۱۹	۱۰
$^{75}_{33}As^{3-}$	۳۳	۳۳	۳۶	۷۵	۴۲
$^{40}_{20}Ca^{2+}$	۲۰	۲۰	۱۸	۴۰	۲۰
$^{56}_{26}Fe$	۲۶	۲۶	۲۶	۵۶	۳۰
$^{65}_{30}Zn^{2+}$	۳۰	۳۰	۲۸	۶۵	۳۵
$^{1}_{1}H$	۱	۱	۱	۱	۰
$^{35}_{17}Cl^{-}$	۱۷	۱۷	۱۸	۳۵	۱۸
$^{32}_{16}S^{2-}$	۱۶	۱۶	۱۸	۳۲	۱۶
$^{4}_{2}He$	۲	۲	۲	۴	۲
$^{64}_{29}Cu^{2+}$	۲۹	۲۹	۲۷	۶۴	۳۵

نکات تکمیلی ایزوتوپ‌ها

- مجموع تعداد ذرات زیراتمی باردار (الکترون و پروتون) ایزوتوپ‌های مختلف یک عنصر در حالت خنثی، با یک‌دیگر برابر است.
- مجموع تعداد کل ذرات زیراتمی (الکترون، پروتون و نوترون) ایزوتوپ‌های مختلف یک عنصر در حالت خنثی، با یک‌دیگر متفاوت است.
- مجموع تعداد کل ذرات زیراتمی ایزوتوپ‌های مختلف یک عنصر در حالت باردار (یون)، ممکن است با یک‌دیگر برابر باشد.

مثال: مجموع تعداد کل ذرات زیر اتمی دو ایزوتوپ لیتیم در حالت خنثی، با یک‌دیگر متفاوت است. اما در حالتی که ایزوتوپ سنگین‌تر کاتیون باشد، این مجموع در دو ایزوتوپ با یک‌دیگر برابر است.

$^{7}_{3}Li \neq {}^{6}_{3}Li$ $\qquad$ $^{7}_{3}Li^{+} = {}^{6}_{3}Li$

درصد فراوانی

درصد فراوانی هر عنصر، نشان‌دهنده‌ی فراوانی آن ایزوتوپ نسبت به کل ایزوتوپ‌های موجود در طبیعت از آن عنصر است که رابطه‌ی آن را در زیر می‌بینیم.

$$\text{درصد فراوانی} = \frac{\text{فراوانی مطلوب}}{\text{فراوانی کل}} \times ۱۰۰$$

درصد فراوانی ایزوتوپ‌های یک عنصر در طبیعت یکسان نبوده و ایزوتوپ با فراوانی بیش‌تر، پایدارتر است. مثلاً از هر ۵۰ اتم لیتیم در طبیعت، ۴۷ اتم $^{7}_{3}Li$ و ۳ اتم $^{6}_{3}Li$ وجود دارد. حال درصد فراوانی ایزوتوپ‌های Li را در طبیعت محاسبه می‌کنیم.

$^{7}_{3}Li : \frac{۴۷}{۵۰} \times ۱۰۰ = ۹۴٪$ $\qquad$ $^{6}_{3}Li : \frac{۳}{۵۰} \times ۱۰۰ = ۶٪$

- از آن‌جاکه ایزوتوپ $^{7}_{3}Li$ درصد فراوانی بیش‌تری دارد، پایدارتر است.
- می‌بینیم که مجموع درصد فراوانی ایزوتوپ‌های یک عنصر، ۱۰۰٪ است. بنابراین اگر درصد فراوانی یک ایزوتوپ داده نشده باشد، با داشتن درصد فراوانی سایر ایزوتوپ‌ها می‌توانیم درصد فراوانی ایزوتوپ مجهول را به‌دست آوریم.

در مثال قبل با به‌دست آوردن درصد فراوانی $^{6}_{3}Li$ (۶٪) و تفریق این عدد از ۱۰۰، به‌راحتی می‌توانیم درصد فراوانی $^{7}_{3}Li$ را محاسبه کنیم.

۱۰۰ − ۶ = ٪۹۴

ترتیب فراوانی و پایداری ایزوتوپ‌های طبیعی **لیتیم** : $^{7}_{3}Li > {}^{6}_{3}Li$

- بدیهی است که درصد فراوانی ایزوتوپ‌های ساختگی یک عنصر در طبیعت، صفر است. زیرا این ایزوتوپ‌ها اصلاً در طبیعت وجود ندارند.

@HadiShimi

پرتوزایی و رادیوایزوتوپ‌ها

به ایزوتوپ‌های پرتوزا و ناپایدار، **رادیوایزوتوپ** می‌گویند. هسته‌ی ایزوتوپ‌های ناپایدار همواره در حال پرتوزایی بوده و ماندگار نیستند. به‌همین دلیل با گذشت زمان خودبه‌خود متلاشی می‌شود.

- از آن‌جاکه هسته‌ی ایزوتوپ‌های پرتوزا ناپایدار است، پس پرتوزایی به هسته‌ی ایزوتوپ مربوط می‌شود.

رادیوایزوتوپ‌ها پرتوزا هستند و اغلب بر اثر متلاشی شدن، علاوه بر ذره‌های پرانرژی، مقدار زیادی انرژی نیز آزاد می‌کنند. به‌طورکلی اغلب هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن‌ها برابر یا بیش‌تر از $\frac{۳}{۲}$ باشد، ناپایدارند و با گذشت زمان به‌طور خودبه‌خودی متلاشی می‌شوند. ایزوتوپ‌های ناپایدار، با گذشت زمان در اثر پرتوزایی به‌طور خودبه‌خود به گونه‌های پایدارتر تبدیل می‌شوند.

با اعمال تغییراتی در رابطه‌ی $\frac{N}{Z} \geq \frac{۳}{۲}$ روابط زیر به‌دست می‌آیند.

$$\frac{N}{Z} \geq \frac{۳}{۲} \quad \rightleftarrows \quad \frac{Z}{N} < \frac{۲}{۳} \quad \rightleftarrows \quad \frac{Z}{A} < \frac{۲}{۵} \quad \rightleftarrows \quad \frac{A}{Z} \geq \frac{۵}{۲}$$

- در روابط بالا، به‌جای Z می‌توان شمار پروتون‌ها را قرار داد. هم‌چنین در حالت خنثی، شمار الکترون‌ها نیز می‌توانند جایگزین Z شوند.

اگر در یک ایزوتوپ رابطه‌ی $\frac{N}{Z} \geq \frac{۳}{۲}$ برقرار باشد، آن ایزوتوپ قطعاً پرتوزاست. اما ممکن است در یک ایزوتوپ رابطه‌ی $\frac{N}{Z} \geq \frac{۳}{۲}$ برقرار نباشد ($\frac{N}{Z} \ngeq \frac{۳}{۲}$) اما آن ایزوتوپ پرتوزا باشد. به‌عنوان مثال در رادیوایزوتوپ‌های ${}^{۱۴}_{۶}C$، ${}^{۵۹}_{۲۶}Fe$ و ${}^{۹۹}_{۴۳}Tc$، رابطه‌ی $\frac{N}{Z} \geq \frac{۳}{۲}$ برقرار نیست اما همگی پرتوزا هستند.

$${}^{۹۹}_{۴۳}Tc : \frac{N}{Z} = \frac{۹۹ - ۴۳}{۴۳} = \frac{۵۶}{۴۳} \simeq ۱/۳ < ۱/۵$$

$${}^{۵۹}_{۲۶}Fe : \frac{N}{Z} = \frac{۵۹ - ۲۶}{۲۶} = \frac{۳۳}{۲۶} \simeq ۱/۲۷ < ۱/۵$$

$${}^{۱۴}_{۶}C : \frac{N}{Z} = \frac{۱۴ - ۶}{۶} = \frac{۸}{۶} \simeq ۱/۳۳ < ۱/۵$$

نیم‌عمر

به مدت زمانی که طول می‌کشد تا یک ماده‌ی پرتوزا، به نصف جرم فعلی خود برسد، نیم‌عمر می‌گویند.

- نیم‌عمر هر ایزوتوپ نشان می‌دهد که آن ایزوتوپ تا چه اندازه پایدار است.
- هر چه فراوانی یک ایزوتوپ بیش‌تر باشد، نیم‌عمر آن بیش‌تر بوده و پایدارتر است و دیرتر متلاشی می‌شود.

تمرین ۱- جرم یک مادهی پرتوزا در هر **۴۰** دقیقه، نصف میشود. اگر جرم اولیهی این ماده برابر با **۰/۸** گرم باشد، پس از **۲** ساعت، جرم این ماده چند گرم خواهد بود؟

تمرین ۲- نیمعمر ایزوتوپهای **A** و **B** بهترتیب **۳** و **۵** ساعت است. اگر جرم برابری از این دو ایزوتوپ را انتخاب کنیم، پس از **۱۵** ساعت، نسبت جرم باقیماندهی ایزوتوپ **A** به **B** چند است؟

تمرین ۳- هر **۳** ساعت، تعداد هستههای یک مادهی پرتوزا $\frac{۱}{۳}$ میشود. اگر پس از **۱۲** ساعت، تعداد هستههای این ماده به **۵۰۰** عدد رسیده باشد، تعداد هستههای اولیهی این ماده را بیابید؟

تمرین ٤- نیم عمر ایزوتوپی از یک عنصر **۵** دقیقه است. اگر پس از **۳۰** دقیقه، **۶۳** گرم از این ایزوتوپ متلاشی شود، جرم اولیهی ایزوتوپ را بیابید.

تمرین ۵- اگر در هر **۶** دقیقه، جرم اولیهی یک مادهی پرتوزا **۸۰٪** کاهش یابد، پس از **۱۸** دقیقه، چند درصد از این ماده متلاشی شده است؟

تمرین ٦- در هر **۲** ساعت، جرم اولیهی یک مادهی پرتوزا نصف میشود. اگر جرم اولیهی ماده برابر با **۳** گرم باشد، برای تجزیهی **۹۳/۷۵٪** از این ماده، چند ساعت زمان لازم است؟

@HadiShimi

ایزوتوپ‌های هیدروژن

هیدروژن دارای **۷** ایزوتوپ می‌باشد که از این میان، **۳** ایزوتوپ طبیعی و **۴** ایزوتوپ ساختگی است (**۲** ایزوتوپ پایدار و **۵** رادیوایزوتوپ).

نماد ایزوتوپ	$_1^1H$	$_1^2H$	$_1^3H$	$_1^4H$	$_1^5H$	$_1^6H$	$_1^7H$
نیم‌عمر	پایدار	پایدار	۱۲/۳۲ سال	$۱/۴ \times ۱۰^{-۲۲}s$	$۹/۱ \times ۱۰^{-۲۲}s$	$۲/۹ \times ۱۰^{-۲۲}s$	$۲/۳ \times ۱۰^{-۲۳}s$
درصد فراوانی در طبیعت	۹۹/۹۸۸۵	۰/۰۱۱۴	ناچیز	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)
پرتوزایی	پایدار		پرتوزا				
نوع ایزوتوپ	طبیعی		ساختگی				

- در طبیعت و میان ایزوتوپ‌های طبیعی، تعداد نوترون‌ها، برابر یا بیش‌تر از پروتون‌ها است. در میان اتم‌های طبیعی، فقط $_1^1H$ نوترون ندارد و تعداد پروتون از نوترون بیش‌تر است.
- از میان **۵** رادیوایزوتوپ هیدروژن، **۱** رادیوایزوتوپ طبیعی و **۴** رادیوایزوتوپ ساختگی است.
- $_1^3H$ با فراوانی ناچیز در طبیعت، سبک‌ترین رادیوایزوتوپ، سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی هیدروژن و تنها رادیوایزوتوپ طبیعی آن است.
- $_1^5H$ پایدارترین رادیوایزوتوپ ساختگی هیدروژن است.
- $_1^4H$ سبک‌ترین رادیوایزوتوپ ساختگی هیدروژن است.
- $_1^7H$ ناپایدارترین و سنگین‌ترین ایزوتوپ در میان کل ایزوتوپ‌های هیدروژن و در میان رادیوایزوتوپ‌ها می‌باشد.
- با افزایش عدد جرمی در ایزوتوپ‌های هیدروژن، نیم‌عمر به‌صورت منظم کاهش نمی‌یابد و نیم‌عمر $_1^4H$، بین $_1^7H$ و $_1^6H$ می‌باشد.

ترتیب پایداری و نیم‌عمر کل ایزوتوپ‌های **هیدروژن**: $_1^1H > _1^2H > _1^3H > _1^5H > _1^6H > _1^4H > _1^7H$

۲- نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌ها در سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی عنصر هیدروژن، کدام است؟ T۹۸

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۷

این‌جا چی داریم؟

- **آشنایی با برخی رادیوایزوتوپ‌ها و کاربرد آن‌ها**
- **ارج نهادن به تلاش دانشمندان هسته‌ای کشورمان در توسعه‌ی دانش و صنعت هسته‌ای**

تکنسیم($_{43}Tc$)، نخستین عنصر ساخت بشر (صفحات ۷ تا ۹ کتاب درسی)

از میان **۱۱۸** عنصر شناخته شده‌ی جدول تناوبی، **۹۲** عنصر (≈۷۸٪) در طبیعت یافت می‌شود و **۲۶** عنصر (≈۲۲٪) ساخته‌ی دست انسان بوده و مصنوعی است. شیمی‌دان‌ها همواره با یافتن کاربردهای منحصر به‌فرد هر عنصر، انگیزه‌ی کافی برای ساختن عنصرهای جدید را داشته‌اند. تکنسیم (برگرفته از واژه‌ای یونانی به‌معنای مصنوعی)، نخستین عنصری است که در واکنش‌گاه (راکتور) هسته‌ای ساخته شد. این عنصر در دوره‌ی پنجم و گروه هفتم جدول دوره‌ای عناصر، قرار دارد و در داخل کشور قابل تولید است.

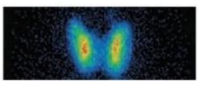
- همه‌ی ایزوتوپ‌های $_{43}Tc$، ساختگی، پرتوزا و ناپایدارند و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای تولید می‌شوند.
- نیم‌عمر تکنسیم کم بوده و ناپایدار است و نمی‌توان مقادیر زیادی از این عنصر را تهیه و برای مدت طولانی نگه‌داری کرد. لذا بسته به نیاز، با مولد هسته‌ای یا در واکنش‌گاه هسته‌ای تولید شده و سپس مصرف می‌شود.
- علاوه‌بر ایزوتوپ‌های تکنسیم، امکان تولید همه‌ی عنصرها (طبیعی و ساختگی) در واکنش‌گاه و مولد هسته‌ای وجود دارد.

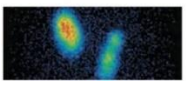
در قسمت قبل دیدیم با وجود این‌که در $^{99}_{43}Tc$ رابطه‌ی $\frac{N}{Z} \geq 1/5$ برقرار نیست، اما یک رادیوایزوتوپ محسوب می‌شود. با توجه به این‌که تکنسیم پرتوزاست، این رادیوایزوتوپ ($^{99}_{43}Tc$) در تصویربرداری پزشکی خصوصاً تصویربرداری از غده‌ی تیروئید، کاربرد ویژه‌ای دارد.

تصویربرداری از غده‌ی تیروئید

غده‌ی تیروئید غده‌ای پروانه‌ای شکل است که در حالت سالم، دو بال پروانه متقارن بوده و در حالت ناسالم، دو بال پروانه نامتقارن می‌باشد. یون حاوی Tc، اندازه‌ای مشابه یون یدید ($_{53}I^-$) دارد و غده‌ی تیروئید، علاوه بر I^-، یون حاوی $_{43}Tc$ را نیز جذب می‌کند. با تزریق رادیودارو و افزایش مقدار یون حاوی تکنسیم (یون پرتکنتات: TcO_4^-) در غده‌ی تیروئید، امکان تصویربرداری فراهم شده و وضعیت غده‌ی تیروئید مشخص می‌شود. **دقت کنید** که یون حاوی تکنسیم اندازه‌ای مشابه یون یدید دارد نه خود تکنسیم! این اندازه یکسان نیست، بلکه مشابه است. یعنی اندازه‌ی آن‌ها به یک‌دیگر بسیار نزدیک بوده و دقیقا یکسان نیستند.

در شکل زیر می‌بینیم که محل قرارگیری غده‌ی تیروئید در زیر گلو می‌باشد. حالت سالم و ناسالم این غده نیز نشان داده شده است.


غده‌ی تیروئید **سالم**


غده‌ی تیروئید **ناسالم**

۳- چند مورد از مطالب زیر، درباره‌ی $^{99}_{43}Tc$ درست‌اند؟

T'۹۸

- در تصویربرداری از غده‌ی تیروئید کاربرد دارد.
- نخستین عنصری است که در واکنش‌گاه هسته‌ای ساخته شد.
- اندازه‌ی یون آن درست به‌اندازه‌ی یون یدید است و در تیروئید جذب می‌شود.
- زمان ماندگاری آن اندک است و نمی‌توان مقدار زیادی از آن را تولید و انبار کرد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

اورانیم و غنی‌سازی ایزوتوپی

اورانیم از جمله رادیوایزوتوپ‌هاست که کاربردهای مهمی دارد. این عنصر، شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزاست و ایزوتوپ سبک‌تر آن یعنی $^{235}_{92}U$، اغلب به‌عنوان سوخت در راکتور اتمی به‌کار می‌رود. اما مشکل این است که فراوانی $^{235}_{92}U$ در مخلوط طبیعی ایزوتوپ‌های اورانیم، کم‌تر از ٪۰/۷ بوده و قابلیت استفاده به‌عنوان سوخت راکتور اتمی را ندارد. بنابراین نیاز است تا با انجام فرآیندهایی، درصد این ایزوتوپ را افزایش دهیم. افزایش مقدار ایزوتوپ مورد نظر در مخلوط طبیعی ایزوتوپ‌های یک عنصر را **غنی‌سازی ایزوتوپی** می‌گویند. همان‌طورکه گفته شد، برای غنی‌سازی ایزوتوپی و شناسایی ایزوتوپ‌های اورانیم، آن‌ها را بر اساس تفاوت خواص فیزیکی وابسته به جرمشان جداسازی می‌کنیم و سپس $^{235}_{92}U$ غنی‌شده را به‌عنوان سوخت راکتور اتمی استفاده می‌کنیم.

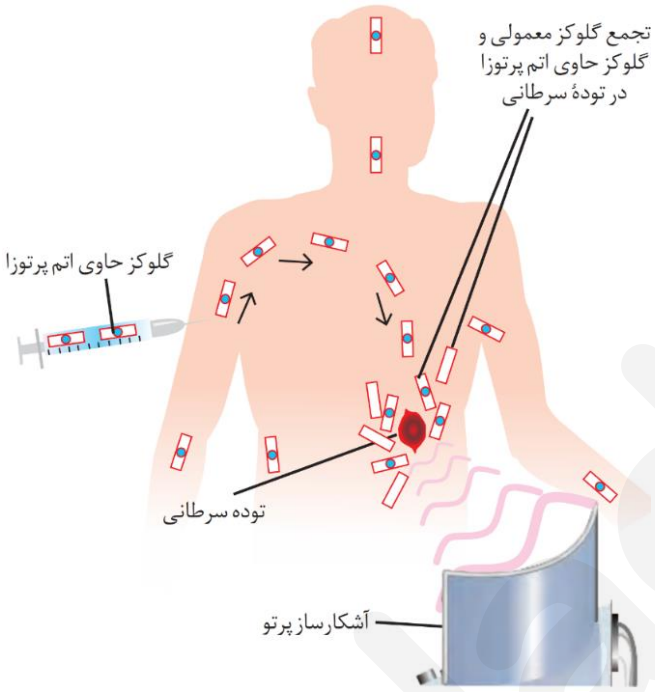
- هر چه یک ایزوتوپ بیش‌تر غنی شود، ارزش بیش‌تری دارد و کاربرد گسترده‌تری خواهد داشت.
- غنی‌سازی ایزوتوپی، یکی از مراحل مهم چرخه‌ی تولید سوخت هسته‌ای است. با دست‌یابی به علم غنی‌سازی، نام ایران در فهرست ده‌گانه‌ی کشورهای هسته‌ای ثبت شده است.
- پس از غنی‌سازی و جداسازی ایزوتوپ‌ها، پسماندهای هسته‌ای تولید می‌شوند. پسماند راکتورهای اتمی هنوز خاصیت پرتوزایی دارد و خطرناک است. از این رو دفع آن‌ها از جمله چالش‌های صنایع هسته‌ای به‌شمار می‌آید.
- کیمیاگری یا تبدیل عنصرهای دیگر به طلا، آرزوی دیرینه‌ی بشر بوده است. با پیشرفت شیمی و فیزیک، انسان می‌تواند طی واکنش‌های هسته‌ای طلا تولید کند. اما هزینه‌ی تولید آن بالاست و به‌صرفه نیست.
- رادیوازوتوپ‌ها اگرچه بسیار خطرناک هستند، اما در پزشکی، کشاورزی، سوخت نیروگاه‌های اتمی و تولید انرژی الکتریکی کاربرد دارند.

تشخیص توده‌ی سرطانی با رادیوایزوتوپ‌ها

یکی از مهم‌ترین منابع تأمین غذا و انرژی در بدن انسان برای سلول‌ها، گلوکز ($C_6H_{12}O_6$) است. بنابراین، رشد غیرعادی و سریع سلول‌ها یا تشکیل توده‌های سرطانی در قسمتی از بدن، به انرژی بیش‌تر از حد معمول نیاز دارد و با مصرف سریع و غیرعادی گلوکز همراه است. توده‌های سرطانی، یاخته‌هایی هستند که رشد سریع و غیرعادی دارند و گلوکز بیش‌تری مصرف می‌کنند. یکی از روش‌های شناسایی توده‌های سرطانی، **PET Scan** با استفاده از گلوکز پرتوزاست. (گلوکز پرتوزا یا نشان‌دار، گلوکز حاوی اتم پرتوزای $^{18}_{9}F$ می‌باشد).

همان‌طور که در شکل زیر می‌بینیم، گلوکز نشان‌دار پس از ورود به بدن در همه‌ی نواحی بدن پراکنده می‌شود. اما تجمع و جذب این ماده در توده‌ی سرطانی، از سایر نقاط بدن بیش‌تر است. هر دو گلوکز عادی و پرتوزا تقریبا به‌طور یکسان اطراف توده‌ی سرطانی جمع می‌شوند اما بدن و مغز نمی‌توانند گلوکز پرتوزا را به‌مصرف برسانند. با افزایش تجمع گلوکزهای نشان‌دار در نقاط فعال‌تر بدن مانند توده‌ی سرطانی و پرتوزایی آن‌ها، پرتوهای ساطع شده از گلوکز پرتوزا را می‌توان به‌وسیله یک آشکارساز پرتو، آشکار کرده و ضمن پی‌بردن به وضعیت توده‌ی سرطانی، محل توده را نیز شناسایی کرد.

- شناسایی محل توده‌ی سرطانی با گلوکز پرتوزا، روشی تهاجمی و آسیب‌زا محسوب می‌شود. به‌همین دلیل کاربرد بسیار محدودی دارد و به بیماری‌های مغزی منحصر می‌شود.



- دود سیگار و قلیان، مقدار قابل توجهی مواد پرتوزا دارند. از این‌رو اغلب افرادی که به سرطان ریه دچار می‌شوند، سیگاری هستند.

نکات تکمیلی ایزوتوپ‌ها

- لزوما ایزوتوپ سبک‌تر، فراوان‌تر نیست. مثلاً در ایزوتوپ‌های عناصر لیتیم و اورانیم، ایزوتوپ سنگین‌تر، فراوان‌تر است.
- بررسی نمونه‌ای از یک شهاب‌سنگ نشان می‌دهد که ایزوتوپ‌های $^{54}_{26}Fe$ و $^{56}_{26}Fe$ و $^{57}_{26}Fe$ در آن وجود دارند.

در جدول‌های زیر، ایزوتوپ‌های طبیعی و ساختگی به‌همراه ترتیب پایداری و فراوانی آن‌ها، دسته‌بندی شده‌اند.

کل ایزوتوپ‌های طبیعی	هیدروژن، منیزیم و آهن (۳ ایزوتوپ) – کلر و لیتیم (۲ ایزوتوپ) – اورانیم
کل رادیوایزوتوپ‌های ساختگی	فسفر و تکنسیم (تولید شده در ایران) – هیدروژن (۴ ایزوتوپ)

ایزوتوپ‌های طبیعی	ترتیب فراوانی و پایداری
لیتیم	$^{7}_{3}Li > {}^{6}_{3}Li$
کلر	$^{35}_{17}Cl > {}^{37}_{17}Cl$
هیدروژن	$^{1}_{1}H > {}^{2}_{1}H > {}^{3}_{1}H$
منیزیم	$^{24}_{12}Mg > {}^{26}_{12}Mg > {}^{25}_{12}Mg$

این‌جا چی داریم؟

- **آشنایی با جدول دوره‌ای (تناوبی) عنصرها - تعیین موقعیت عنصرها، با توجه به جدول دوره‌ای عنصرها**
- **استفاده از جدول دوره‌ای، برای پیش‌بینی برخی خواص عنصرها**

طبقه‌بندی عنصرها *(صفحات ۹ تا ۱۳ کتاب درسی)*

طبقه‌بندی کردن، یکی از مهارت‌های پایه در یادگیری مفاهیم علمی است که بررسی و تحلیل را آسان‌تر می‌کند. در واقع با استفاده از طبقه‌بندی، یافته‌ها و داده‌ها را به شیوه‌ی مناسبی سازماندهی می‌کنند تا بتوان سریع‌تر و آسان‌تر به اطلاعات دسترسی یافت.

جدول دوره‌ای عنصرها *(جدول عمو مِندِل!)*

جدول تناوبی عنصرها، دارای **۱۱۸** عنصر می‌باشد که عناصر در آن بر اساس افزایش عدد اتمی (**Z**)، در **۷** دوره (تناوب) و **۱۸** گروه (ستون) طبقه‌بندی شده‌اند. به‌کمک این جدول، اطلاعات ارزشمندی از ویژگی‌های عنصرها به‌دست می‌آوریم و براساس آن می‌توانیم رفتار عنصرهای گوناگون را پیش‌بینی کنیم. هر خانه از جدول، حاوی برخی اطلاعات شیمیایی آن عنصر نظیر عدد اتمی، نماد شیمیایی، جرم اتمی میانگین و نام عنصر می‌باشد. با پیمایش هر دوره از چپ به راست در جدول تناوبی، خواص عنصرها به‌طور مشابه تکرار می‌شود. از این‌رو چنین جدولی را، جدول دوره‌ای (تناوبی) عنصرها نامیده‌اند.

۴- جدول تناوبی عنصرها به‌ترتیب از راست به چپ، دارای چند دوره و چند گروه است؟

R'۹۶ ۱) ۷ ، ۱۶ ۲) ۷ ، ۱۸ ۳) ۸ ، ۱۶ ۴) ۸ ، ۱۸

- حرف اول نام لاتین عنصر به‌صورت بزرگ نوشته می‌شود. نماد اغلب عنصرهای جدول، دو حرفی بوده و برخی تک حرفی هستند.
- در میان عنصرهای دو حرفی، حرف دوم نماد شیمیایی لزوماً حرف دوم نام لاتین عنصر نیست. مانند **Magnesium** و **Mg**

خواص فیزیکی و شیمیایی در یک دوره و گروه

عنصرها در هر گروه اغلب دارای خواص شیمیایی مشابه (نه یکسان!) و در هر دوره دارای خواص شیمیایی متفاوت هستند. به‌عنوان مثال، کلیه‌ی عنصرهای گروه **۱۷** آنیونی به‌صورت X^- تشکیل می‌دهند و خواص شیمیایی مشابهی دارند. هم‌چنین عنصرهای گروه **۱۸** تمایلی به انجام واکنش ندارند. با بررسی بیش‌تر عنصرهای گروه **۱۸** جدول تناوبی، می‌بینیم که عنصر هلیم **۲** الکترون ظرفیتی دارد و سایر گازهای نجیب دارای **۸** الکترون ظرفیتی هستند. با این وجود هلیم در گروه دوم قرار نگرفته است. چراکه خواص شیمیایی آن مشابه عنصرهای گروه **۱۸** است. این درحالی است که در گروه یک جدول تناوبی، خواص شیمیایی نافلز هیدروژن با سایر عناصر گروه **۱** یعنی فلزات قلیایی، متفاوت است. باوجود تفاوت در خواص شیمیایی، همه‌ی این عنصرها دارای **۱** الکترون ظرفیتی هستند و در گروه **۱** قرار گرفته‌اند.

استفاده از جدول دوره‌ای

با استفاده از نشانه‌ها و فراگیری مهارت استفاده از جدول، می‌توان اطلاعاتی مانند شماره‌ی گروه، دوره، شمار ذرات زیراتمی و ... را برای یک عنصر به‌دست آورد. با فراگیری موقعیت و عدد اتمی گازهای نجیب و مقایسه‌ی عدد اتمی آن‌ها با عدد اتمی عنصر مورد نظر، به‌راحتی می‌توان موقعیت عنصر مورد نظر را شناسایی کرد. مثلاً برای به‌دست آوردن موقعیت عنصر $_{20}Ca$، نزدیک‌ترین گاز نجیب به آن یعنی $_{18}Ar$ را در نظر می‌گیریم. چون گاز نجیب $_{18}Ar$ در دوره‌ی ۳ و گروه ۱۸ قرار دارد، پس عنصر کلسیم با عدد اتمی ۲۰، دو پروتون بیش‌تر از آرگون دارد و در دوره‌ی ۴ و گروه ۲ قرار دارد.

دوره	عدد اتمی عنصرهای دوره	تعداد عنصر	گاز نجیب انتهای دوره
۱	۱ و ۲	۲	$_{2}He$
۲	۳ ← ۱۰	۸	$_{10}Ne$
۳	۱۱ ← ۱۸	۸	$_{18}Ar$
۴	۱۹ ← ۳۶	۱۸	$_{36}Kr$
۵	۳۷ ← ۵۴	۱۸	$_{54}Xe$
۶	۵۵ ← ۸۶	۳۲	$_{86}Rn$
۷	۸۷ ← ۱۱۸	۳۲	$_{118}Og$
۸	۱۱۹ ← ؟	؟	؟

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
۱	$_{1}H$ هیدروژن																	$_{2}He$ هلیم
۲	$_{3}Li$ لیتیم	$_{4}Be$ برلیم											$_{5}B$ بور	$_{6}C$ کربن	$_{7}N$ نیتروژن	$_{8}O$ اکسیژن	$_{9}F$ فلوئور	$_{10}Ne$ نئون
۳	$_{11}Na$ سدیم	$_{12}Mg$ منیزیم											$_{13}Al$ آلومینیم	$_{14}Si$ سیلیسیم	$_{15}P$ فسفر	$_{16}S$ گوگرد	$_{17}Cl$ کلر	$_{18}Ar$ آرگون
۴	$_{19}K$ پتاسیم	$_{20}Ca$ کلسیم	$_{21}Sc$ اسکاندیم	$_{22}Ti$ تیتانیم	$_{23}V$ وانادیم	$_{24}Cr$ کروم	$_{25}Mn$ منگنز	$_{26}Fe$ آهن	$_{27}Co$ کبالت	$_{28}Ni$ نیکل	$_{29}Cu$ مس	$_{30}Zn$ روی	$_{31}Ga$ گالیم	$_{32}Ge$ ژرمانیم	$_{33}As$ آرسنیک	$_{34}Se$ سلنیم	$_{35}Br$ برم	$_{36}Kr$ کریپتون
۵	$_{37}Rb$ روبیدیم	$_{38}Sr$ استرانسیم	$_{39}Y$ ایتریم	$_{40}Zr$ زیرکونیم	$_{41}Nb$ نیوبیم	$_{42}Mo$ مولیبدن	$_{43}Tc$ تکنسیم	$_{44}Ru$ روتنیم	$_{45}Rh$ رودیم	$_{46}Pd$ پالادیم	$_{47}Ag$ نقره	$_{48}Cd$ کادمیم	$_{49}In$ ایندیم	$_{50}Sn$ قلع	$_{51}Sb$ آنتیموان	$_{52}Te$ تلوریم	$_{53}I$ ید	$_{54}Xe$ زنون
۶	$_{55}Cs$ سزیم	$_{56}Ba$ باریم	$_{71}Lu$ لوتسیم	$_{72}Hf$ هافنیم	$_{73}Ta$ تانتال	$_{74}W$ تنگستن	$_{75}Re$ رنیم	$_{76}Os$ اسمیم	$_{77}Ir$ ایریدیم	$_{78}Pt$ پلاتین	$_{79}Au$ طلا	$_{80}Hg$ جیوه	$_{81}Ta$ تالیم	$_{82}Pb$ سرب	$_{83}Bi$ بیسموت	$_{84}Po$ پولونیم	$_{85}At$ استاتین	$_{86}Rn$ رادون
۷	$_{87}Fr$ فرانسیم	$_{88}Ra$ رادیم	$_{103}Lr$ لورنسیم	$_{104}Rf$ رادرفوردیم	$_{105}Db$ دابنیم	$_{106}Sg$ سیبورگیم	$_{107}Bh$ بوریم	$_{108}Hs$ هاسیم	$_{109}Mt$ ماینتریم	$_{110}Ds$ دارمشتاتیم	$_{111}Rg$ رونتگنیم	$_{112}Cn$ کوپرنسیم	$_{113}Nh$ نیهونیم	$_{114}Fl$ فلرویم	$_{115}Mc$ مسکوویم	$_{116}Lv$ لیورموریم	$_{117}Ts$ تنسینه	$_{118}Og$ اوگانسون

	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
۶	$_{57}La$ لانتان	$_{58}Ce$ سریم	$_{59}Pr$ پراسئودیمیم	$_{60}Nd$ نئودیمیم	$_{61}Pm$ پرومتیم	$_{62}Sm$ ساماریم	$_{63}Eu$ اوروپیم	$_{64}Gd$ گادولینیم	$_{65}Tb$ تربیم	$_{66}Dy$ دیسپوزیم	$_{67}Ho$ هولمیم	$_{68}Er$ لربیم	$_{69}Tm$ تولیم	$_{70}Yb$ ایتربیم	
۷	$_{89}Ac$ اکتینیم	$_{90}Th$ توریم	$_{91}Pa$ پروتاکتینیم	$_{92}U$ اورانیم	$_{93}Np$ نپتونیم	$_{94}Pu$ پلوتونیم	$_{95}Am$ امریسیم	$_{96}Cm$ کوریم	$_{97}Bk$ برکلیم	$_{98}Cf$ کالیفرنیم	$_{99}Es$ اینشتینیم	$_{100}Fm$ فرمیم	$_{101}Md$ مندلیم	$_{102}No$ نوبلیم	

یادگیری عناصر قرمز رنگ، برای کنکور سراسری، الزامی است.

- عنصرهای با شمار الکترون‌های ظرفیتی برابر، در یک گروه جای می‌گیرند. (به‌جز هلیم در مقایسه با سایر عناصر گروه ۱۸)
- این جدول شامل سه دسته‌ی فلز، نافلز و شبه فلز می‌باشد که اغلب این عناصر در طبیعت به‌شکل ترکیب یافت می‌شوند.

۵- گازهای نجیب در کدام گروه جدول تناوبی عنصرها جای دارند و تفاوت عدد اتمی گاز نجیب دوره‌ی اول و دوره‌ی سوم کدام است؟ R۹۶

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

دسته‌بندی عنصرهای جدول تناوبی

همان‌طورکه اشاره شد، جدول دوره‌ای **۱۱۸** عنصر دارد که شامل **۷** دوره و **۱۸** گروه است که از این میان، **۹۲** عنصر (**۷۸٪**) طبیعی و **۲۶** عنصر (**۲۲٪**) ساختگی می‌باشد.

- باتوجه به این‌که بخش عمده‌ی جدول تناوبی را فلزها تشکیل می‌دهند، عناصر بر مبنای فلز بودن یا فلز نبودن یا شبیه فلز بودن نیز دسته‌بندی می‌شوند (فلز، نافلز و شبه‌فلز).

دسته‌بندی‌های دیگر در جدول تناوبی را می‌بینیم:

فلزات واسطه: عناصر گروه **۳** تا **۱۲**
فلزات قلیایی: فلزات گروه **۱**
هالوژن‌ها: نافلزهای گروه **۱۷**
عناصر اصلی: عناصر دسته‌ی **s** و **p**
فلزات قلیایی خاکی: فلزات گروه **۲**
گازهای نجیب: نافلزات گروه **۱۸**
عنصرهای واسطه: عناصر دسته‌ی **d** و **f**
عنصرهای خانواده‌ی کربن: عنصرهای گروه **۱۴**

۶- کدام عنصر در جدول تناوبی با نیکل ($_{۲۸}Ni$)، هم‌گروه است؟ T'۹۳

۱) $_{۴۲}Mo$ ۲) $_{۴۶}Pd$ ۳) $_{۴۸}Cd$ ۴) $_{۵۶}Ba$

۷- در میان چهار عنصر $_{۱۳}A$، $_{۱۹}X$، $_{۳۱}Y$ و $_{۳۶}D$، کدام دو عنصر به‌ترتیب در یک دوره و کدام دو عنصر در یک گروه جدول تناوبی جای دارند؟ (به‌ترتیب از راست به چپ) R'۹۳

۱) A و D _ Y و D ۲) A و Y _ X و D ۳) X و A _ Y و D ۴) X و D _ A و Y

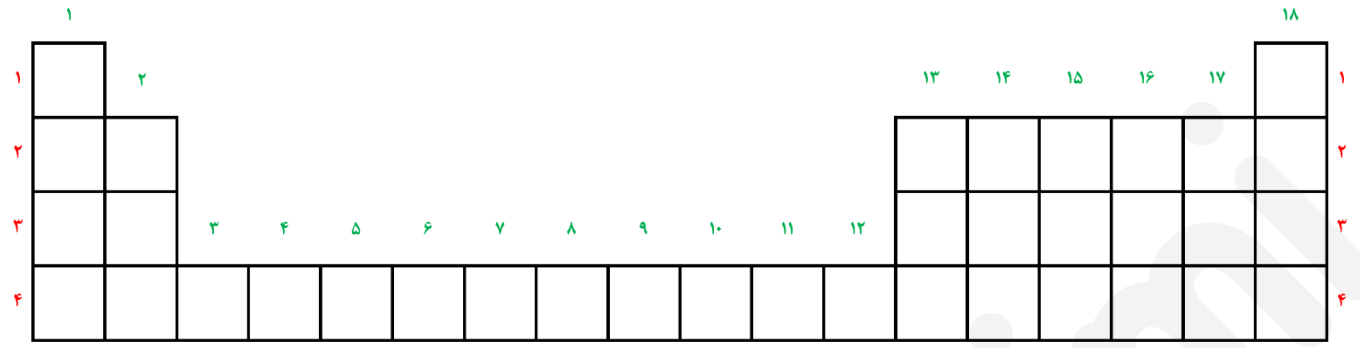
$$Z = \frac{A - [(n - e) - q]}{۲} = \frac{A - (n - Z)}{۲}$$

۸- اگر تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون تک‌اتمی $^{۲۰۷}M^{۲+}$ برابر ۴۵ باشد، عنصر A در کدام دوره و گروه جدول تناوبی جای دارد؟ T۹۰

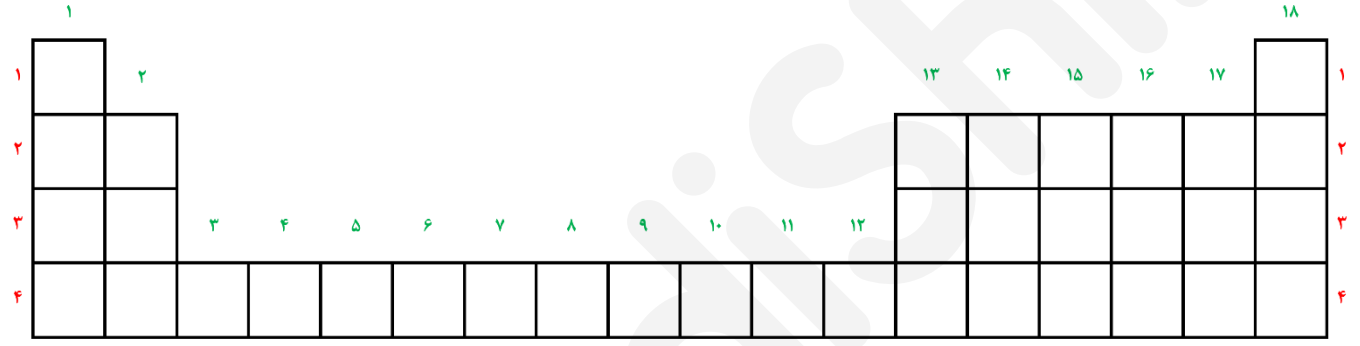
۱) ۱۳ ، ۵ ۲) ۱۴ ، ۶ ۳) ۱۵ ، ۵ ۴) ۱۶ ، ۶

تمرین مهم: برای یادگیری بیش‌تر موقعیت عنصرها در جدول تناوبی، ۳۶ عنصر نخست را در هشت جدول تناوبی زیر پر کنید.

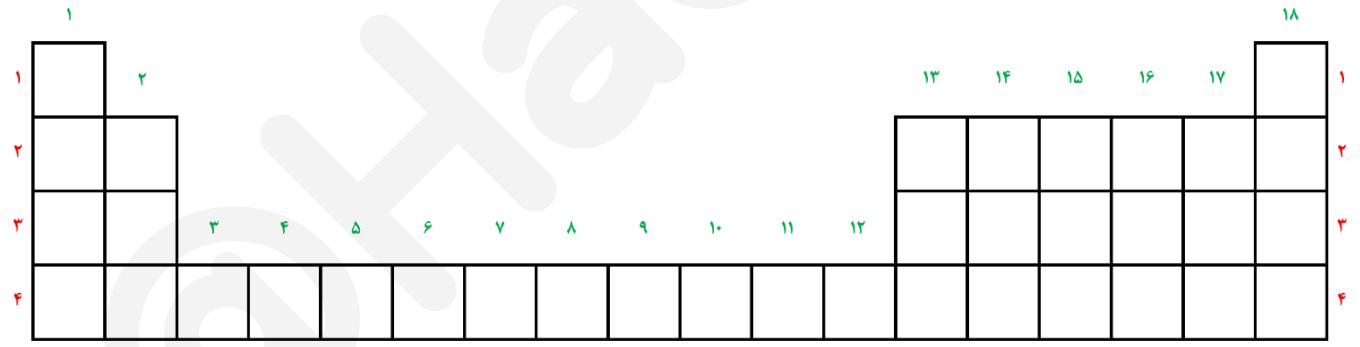
جدول تناوبی عنصرها



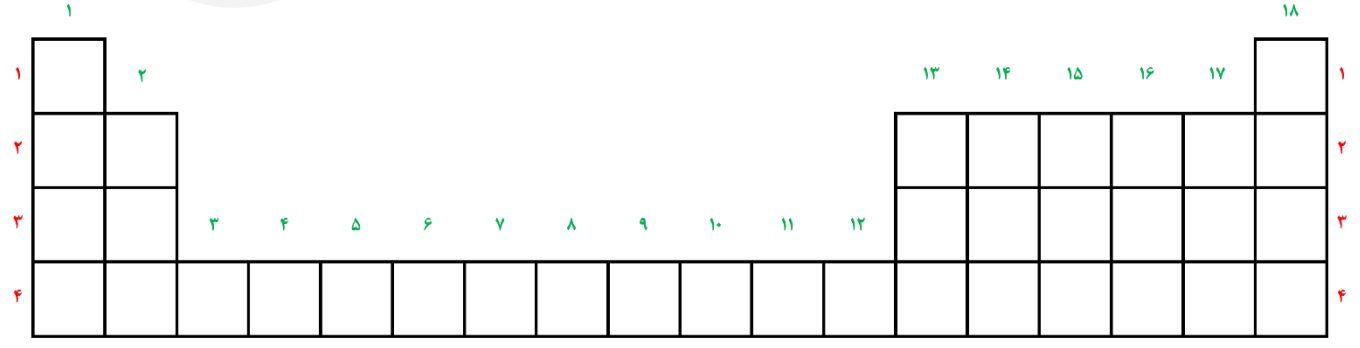
جدول تناوبی عنصرها



جدول تناوبی عنصرها

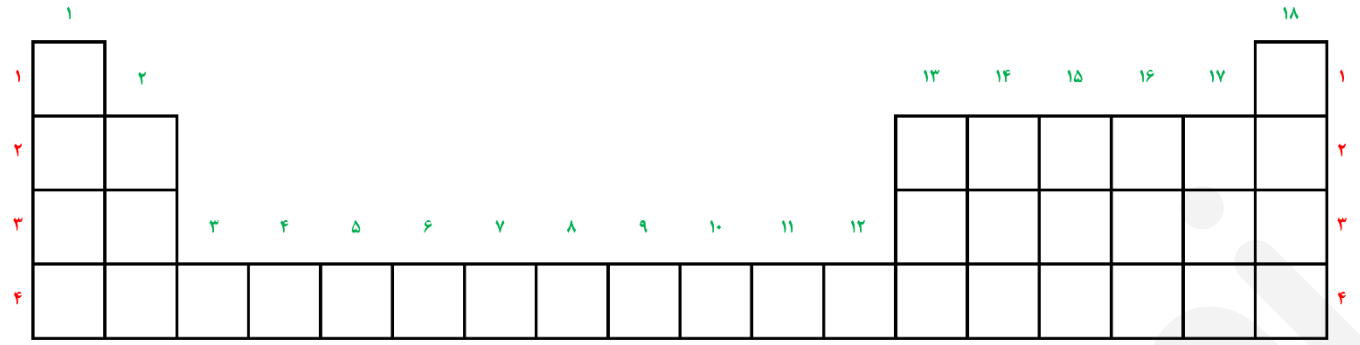


جدول تناوبی عنصرها

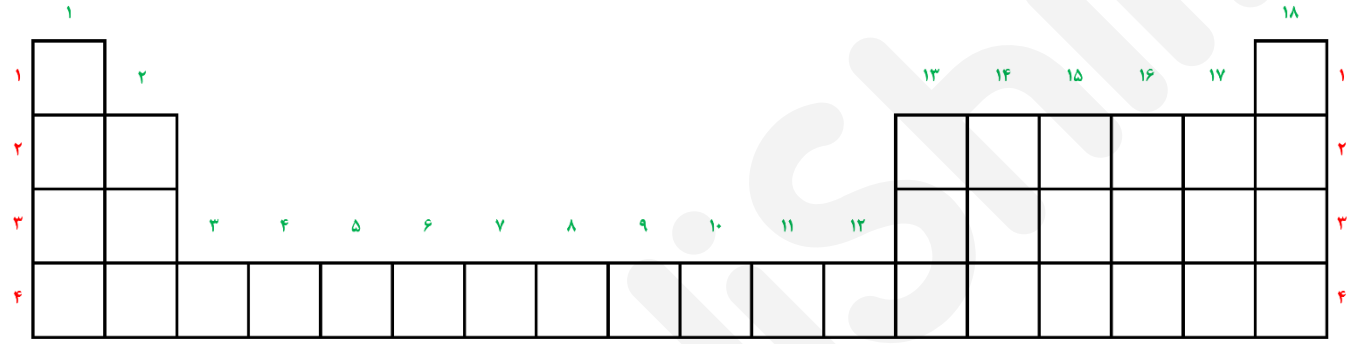


@HadiShimi

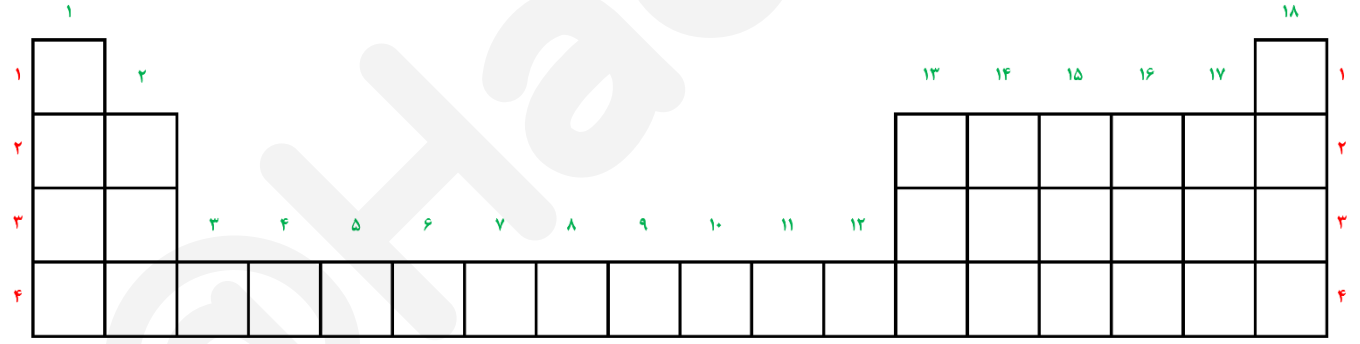
جدول تناوبی عنصرها



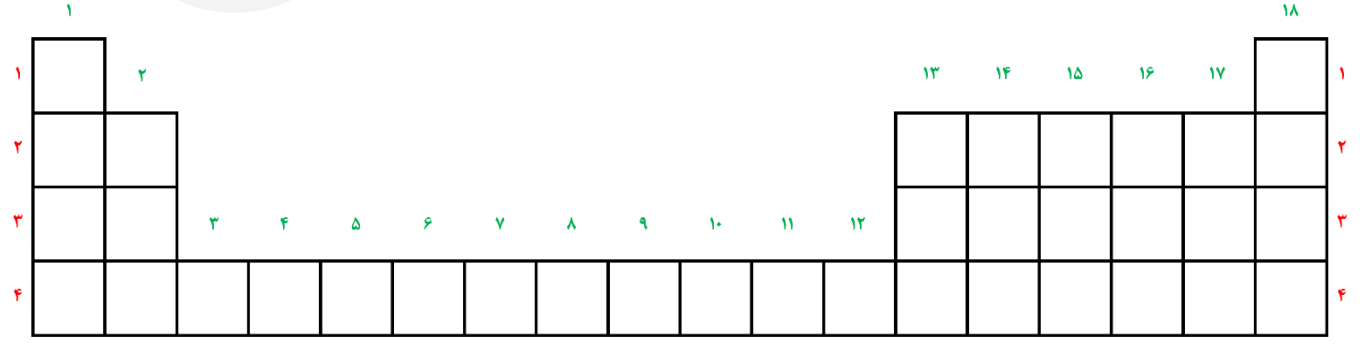
جدول تناوبی عنصرها



جدول تناوبی عنصرها



جدول تناوبی عنصرها



@Hadishimi

این‌جا چی داریم؟

- **آشنایی با یکای اندازه‌گیری جرم اتم‌ها - جرم اتمی عنصرها بر اساس یکای جرم اتمی - کسب مهارت محاسبه‌ی amu**

جرم اتمی عنصرها *(صفحات ۱۳ تا ۱۵ کتاب درسی)*

جرم اجسام گوناگون را بسته به اندازه و نوع آن‌ها، با ترازوهای مختلفی اندازه‌گیری می‌کنند. مثلاً جرم یک کامیون را با باسکول و با یکای تن، جرم یک هندوانه را با ترازوی معمولی و با یکای کیلوگرم و جرم طلا را با ترازوهای دقیق‌تر و با یکای گرم می‌سنجند. با این توصیف، ترازوهایی که برای اندازه‌گیری جرم مواد گوناگون به‌کار می‌رود، دقت اندازه‌گیری متفاوتی دارند.

دقت اندازه‌گیری، کم‌ترین مقداری است که یک وسیله‌ی سنجش، می‌تواند اندازه‌گیری کند. اگر جرم جسمی از دقت اندازه‌گیری ترازو کم‌تر باشد، آن جرم قابل سنجش نیست. به‌طور کلی، مقادیری که ضریب صحیحی از دقت اندازه‌گیری یک ترازو باشند را می‌توان با آن ترازو اندازه‌گیری کرد. مثلاً اگر دقت اندازه‌گیری ترازویی برابر **۰/۱** گرم باشد، جسم **A** با جرم **۰/۸** گرم را می‌توان با آن اندازه‌گیری کرد. اما اگر جرم جسم **B**، **۰/۵۴** گرم باشد، ترازو این عدد را به سمت بالا یا پائین گرد می‌کند و جرم دقیق این جسم را نشان نمی‌دهد. اما اگر دقت اندازه‌گیری این ترازو، **۰/۰۱** گرم باشد، جرم جسم **B** قابل اندازه‌گیری است.

دقت اندازه‌گیری ترازوی تنی: ۰/۰۱ تن　　**ترازوی معمولی:** ۰/۰۰۱ کیلوگرم　　**ترازوی زرگری:** ۰/۰۱ گرم

۹- چند الکترون در اثر مالش باید از سطح یک کره‌ی پلاستیکی جدا شود تا تغییر وزن آن با یک ترازوی با حساسیت ۰/۱ میلی‌گرم، قابل اندازه‌گیری باشد و این تعداد الکترون به‌تقریب چند کولن بار الکتریکی دارد؟ R۹۵
(جرم الکترون حدود $۹ \times ۱۰^{-۲۸}g$ و بار الکتریکی آن $۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}C$ است.)

۱) $۱/۷۸ \times ۱۰^{۳}$ ، $۳/۰۱۱ \times ۱۰^{۲۲}$　　۲) $۱/۶۶ \times ۱۰^{۴}$ ، $۱/۱۱ \times ۱۰^{۲۳}$

۳) $۱/۶۶ \times ۱۰^{۳}$ ، $۳/۰۱۱ \times ۱۰^{۲۲}$　　۴) $۱/۷۸ \times ۱۰^{۴}$ ، $۱/۱۱ \times ۱۰^{۲۳}$

جرم اتم‌ها و amu

دانشمندان برای این‌که بتوانند خواص فیزیکی و شیمیایی هر ماده را در محیطی مانند بدن انسان، محیط‌زیست، محیط آزمایش و ... بررسی کرده و اثر آن را گزارش کنند، باید بدانند که چه جرمی از اتم‌ها یا مولکول‌های آن ماده وارد محیط شده است. از این‌رو آن‌ها همواره در پی یافتن سنجه‌ای مناسب و در دسترس برای اندازه‌گیری جرم اتم‌ها بوده‌اند.

اتم‌ها به‌طور باور نکردنی ریز هستند به‌طوری‌که نمی‌توان آن‌ها را به‌طور مستقیم مشاهده و جرم آن‌ها را اندازه‌گیری کرد. به‌همین دلیل دانشمندان مقیاس جرم نسبی را برای تعیین جرم اتم‌ها به‌کار می‌برند. مطابق این مقیاس جرم اتم‌ها را با وزنه‌ای می‌سنجند که جرم آن $\frac{۱}{۱۲}$ جرم ایزوتوپ کربن - ۱۲ ($^{۱۲}_{۶}C$) است. به این وزنه، یکای جرم اتمی یا **amu** می‌گویند. اگر جرم یک ایزوتوپ کربن - ۱۲ را برابر با عدد ۱۲ در نظر بگیریم، سپس کربن را به ۱۲ بخش یکسان تقسیم کنیم، هر بخش را **۱amu** می‌نامند.

به‌این ترتیب مقیاسی به‌دست می‌آید که به کمک آن می‌توان جرم همه‌ی اتم‌ها را اندازه‌گیری کرد.

- با این تعریف، جرم یک اتم کربن – ۱۲ دقیقاً معادل **۱۲amu** می‌باشد.
- هم‌چنین $\mathbf{1amu = 1/66 \times 10^{-24} g}$ است که عددی بسیار کوچک برحسب گرم می‌باشد.

جرم و نماد ذرات زیر اتمی

با تعریف **amu**، شیمی‌دان‌ها موفق شدند جرم اتمی دیگر عنصرها و ذرات زیر اتمی را اندازه‌گیری کنند. در واقع، **amu** مبنای اندازه‌گیری جرم سایر عناصر است. جرم پروتون و نوترون تقریبا با یک‌دیگر برابر و در حدود **۱amu** است. در حالی‌که جرم الکترون ناچیز و در حدود $\frac{1}{2000}$ **amu** است. یعنی تقریبا هر **۲۰۰۰** الکترون، معادل یک پروتون و نوترون خواهد بود. چون جرم پروتون و نوترون حدود **۱amu** و جرم الکترون ناچیز است، بنابراین مقدار عددی جرم یک اتم بر حسب **amu**، به‌تقریب با عدد جرمی برابر است. مقایسه‌ی جرم ذرات زیراتمی و جرم سبک‌ترین اتم هیدروژن به‌صورت مقابل است.

$$\mathbf{n > {}^{1}_{1}H = 1/0078amu \simeq 1/008amu > p > e}$$

نماد ذرات زیر اتمی به‌صورت ${}^{m}_{q}X$ می‌باشد. در این نماد بار نسبی (**q**) در پائین سمت چپ و جرم نسبی (**m**) در بالا سمت چپ قرار می‌گیرد.

در جدول زیر، نام، نماد، بار نسبی و جرم نسبی ذرات زیر اتمی را می‌بینیم.

- بار الکتریکی و جرم به‌صورت نسبی در نظر گرفته شده و این مقادیر برای ذرات زیراتمی، نسبت به یک‌دیگر تعریف می‌شوند.

نام	نماد	بار الکتریکی نسبی	جرم (amu)	جرم (g)
الکترون	${}^{0}_{-1}e$	-۱	۰/۰۰۰۵	$9/10 \times 10^{-28}$
پروتون	${}^{1}_{+1}p$	+۱	۱/۰۰۷۳	$1/67 \times 10^{-24}$
نوترون	${}^{1}_{0}n$	۰	۱/۰۰۸۷	

۱۰- کدام عبارت، درست است؟ R۹۶

۱) بیش‌تر ایزوتوپ‌های شناخته شده از عنصر هیدروژن، ناپایدارند.
۲) در یون ${}^{7}_{3}Li^{+}$، شمار الکترون‌ها برابر شمار نوترون‌ها است.
۳) بیش‌تر اتم‌های کلر را ایزوتوپ‌های سنگین‌تر آن تشکیل می‌دهند.
۴) اگر جرم اتم عنصری ۲/۳۳ برابر جرم اتم ${}^{12}C$ باشد، جرم اتمی آن ۱۶amu است.

۱۱- چند مورد از مطالب زیر، درست است؟ R۹۹

- **جرم اتمی ${}^{1}_{1}H$ اندکی از ۱amu بیش‌تر است.**
- **عنصر ${}_{35}X$ با عنصر ${}_{17}Z$ هم‌گروه و با عنصر ${}_{21}Y$ 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

۱۲- اگر جرم پروتون، ۱۸۴۰ برابر جرم الکترون، جرم نوترون ۱۸۵۰ برابر جرم الکترون و جرم الکترون برابر ۰/۰۰۰۵۴amu در نظر گرفته شود، جرم تقریبی یک اتم ${}^{3}_{1}H$ برابر چند گرم خواهد بود؟ R۹۳

۱) $4/96 \times 10^{-24}$ ۲) $9/112 \times 10^{-24}$ ۳) $4/34 \times 10^{-22}$ ۴) $9/815 \times 10^{-22}$

۱۳- $\frac{۲}{۷}$ جرم اکسید $X_۲O_۳$ را اکسیژن تشکیل می‌دهد، جرم اتمی عنصر X چند amu است و در صورتی‌که تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌های اتم آن برابر ۶ باشد، عنصر X، در کدام دوره‌ی جدول تناوبی جای دارد؟
(عدد جرمی را برابر جرم اتمی در نظر بگیرید، $g.mol^{-۱}$: O = ۱۶)
T۱۴۰۰
۱) ۶۰، چهارم ۲) ۶۰، پنجم ۳) ۷۰، چهارم ۴) ۷۰، پنجم

۱ + (سبک‌ترین جرم مولکولی – سنگین‌ترین جرم مولکولی) = تعداد مولکول با جرم مولکولی متفاوت

۱۴- کلر در طبیعت دارای دو ایزوتوپ با جرم اتمی ۳۵amu و ۳۷amu و کربن دارای دو ایزوتوپ با جرم اتمی ۱۲amu و ۱۳amu است. تفاوت جرم مولکولی سبک‌ترین و سنگین‌ترین مولکول کربن تتراکلرید ($CCl_۴$) چند amu است؟
R۹۴
۱) ۶ ۲) ۷ ۳) ۸ ۴) ۹

جرم اتمی میانگین ($\bar{M}$)

میانگین جرم‌های ایزوتوپ‌های یک عنصر باتوجه به فراوانی آن‌ها را، **جرم اتمی میانگین** می‌گویند. جرم اتمی میانگین هر عنصر، همان جرم نشان داده شده در جدول دوره‌ای عنصرهاست که لزوماً با جرم هر یک از ایزوتوپ‌ها برابر نیست.

- $\bar{M}$ همواره عددی بین سبک‌ترین و سنگین‌ترین ایزوتوپ است و به ایزوتوپ فراوان‌تر نزدیک‌تر است.

$$\bar{M}=\frac{f_۱m_۱+f_۲m_۲+\ldots+f_nm_n}{f_۱+f_۲+\ldots+f_n} \quad \text{و} \quad i=۱,۲,\ldots,n$$

f_i: فراوانی (درصد فراوانی) ایزوتوپ m_i: جرم ایزوتوپ بر حسب amu $\bar{M}$: جرم اتمی میانگین

یا

$\bar{M}$ = جرم ایزوتوپ سبک‌تر + [فراوانی ایزوتوپ دوم × اختلاف جرم ایزوتوپ دوم با سبک‌تر] + [فراوانی ایزوتوپ سوم × اختلاف جرم ایزوتوپ سوم با سبک‌تر] + ...

$\bar{M}$ = جرم ایزوتوپ سنگین‌تر – [فراوانی ایزوتوپ دوم × اختلاف جرم ایزوتوپ دوم با سنگین‌تر] – [فراوانی ایزوتوپ سوم × اختلاف جرم ایزوتوپ سوم با سنگین‌تر] – ...

چون در اکثر سوالات با عنصرهای دو ایزوتوپی سروکار داریم، می‌توانیم فرمول بالا را به‌صورت زیر خلاصه کنیم:

$\bar{M}$ = جرم ایزوتوپ سبک‌تر + [اختلاف دو جرم × فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر]

با جابه‌جایی در طرفین رابطه‌ی فوق، می‌توانیم درصد فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر را به‌صورت زیر به‌دست آوریم.

$$\text{درصد فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر} = \frac{M_۲-\bar{M}}{M_۲-M_۱}\times ۱۰۰$$

۱۵- نقره دارای دو ایزوتوپ با جرم‌های اتمی ۱۰۶/۹ و ۱۰۸/۹ است. اگر فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر آن برابر ۵۲٪ باشد، جرم اتمی میانگین نقره کدام است؟ R۸۴

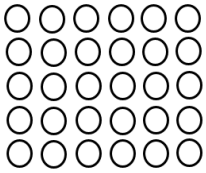
۱) ۱۰۷/۸۴ ۲) ۱۰۷/۸۶ ۳) ۱۰۷/۸۸ ۴) ۱۰۷/۸۹

$\bar{M}_{Ag} = 106/9 + (2 \times 0/48) = 107/86 amu$ یا $\bar{M}_{Ag} = \frac{52 \times 106/9 + 48 \times 108/9}{52 + 48} = 107/86 amu$

۱۶- عنصر فرضی X دارای دو ایزوتوپ سبک و سنگین به جرم‌های ۱۴amu و ۱۶amu و جرم اتمی میانگین ۱۴/۲amu است. نسبت شمار اتم‌های ایزوتوپ سنگین به سبک، در آن کدام است؟ R۹۸

۱) $\frac{1}{8}$ ۲) $\frac{1}{9}$ ۳) $\frac{1}{10}$ ۴) $\frac{1}{11}$

۱۷- عنصر فرضی X دارای دو ایزوتوپ با جرم اتمی ۲۴amu و ۲۷amu است که در شکل زیر باید به‌ترتیب 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 باشد، تا فراوانی ایزوتوپ‌ها را به‌درستی نشان دهد؟ R'۹۸



۱) ۱۶ ۲) ۱۹ ۳) ۲۲ ۴) ۲۷

۱۸- با توجه به داده‌های جدول زیر، جرم مولکولی ترکیب A_2X_3، چند amu است؟ R'۹۵

ایزوتوپ	^{45}A	^{47}A	^{35}X	^{37}X
درصد فراوانی	۱۰	۹۰	۲۰	۸۰

۱) ۲۱۳/۶ ۲) ۲۰۳/۴ ۳) ۱۹۸/۵ ۴) ۱۸۸/۷

۱۹- عنصر $_{18}X$ با جرم اتمی میانگین ۳۶/۸amu، دارای سه ایزوتوپ طبیعی است که یکی از آن‌ها دارای ۲۰ نوترون با فراوانی ۲۰٪ و دیگری دارای ۱۸ نوترون با فراوانی ۷۰٪ است. شمار نوترون‌های ایزوتوپ دیگر کدام است؟ T'۹۰

۱) ۲۱ ۲) ۲۲ ۳) ۲۳ ۴) ۲۴

۲۰- عنصر A دارای سه 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 دو ایزوتوپ دیگر به‌ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟ T'۹۵

۱) ۲۰ ، ۶۰ ۲) ۴۰ ، ۴۰ ۳) ۵۰ ، ۳۰ ۴) ۶۰ ، ۲۰

۲۱- عنصر A دارای سه ایزوتوپ است. اگر تفاوت جرم اتمی ایزوتوپ سنگین‌تر با جرم اتمی میانگین و دو ایزوتوپ دیگر به‌ترتیب برابر ۱/۶، ۲ و ۴ واحد باشد، فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر ۲۰٪ باشد، درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر کدام است؟ تألیفی

۱) ۲۰ ۲) ۳۰ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

۲۲- 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، به‌ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟ T۹۹
(عدد جرمی ایزوتوپ‌ها، برابر جرم اتمی آن‌ها و جرم اتمی میانگین برای عنصر A، برابر ۵۰.۹۵amu فرض شود.)

۱) ۳۵.۵ ، ۲۹.۵ ۲) ۴۷.۵ ، ۱۷.۵ ۳) ۵۰ ، ۱۵ ۴) ۵۰.۵ ، ۱۴.۵

@HadiShimi

این‌جا چی داریم؟

- **آشنایی با مول، به‌عنوان یکای شمارش ذره‌ها (اتم، مولکول و یون) - درک بزرگی عدد آووگادرو و علت استفاده از آن**
- **کسب مهارت تبدیل یکاهای مول به گرم و برعکس و تقویت آن - کسب مهارت محاسبه تعداد اتم‌ها در جرم معینی از عنصر**

شمارش ذره‌ها از روی جرم آن‌ها (صفحات ۱۶ تا ۱۹ کتاب درسی)

اتم‌ها به‌طور باور نکردنی ریز هستند به‌طوری‌که نمی‌توان با هیچ دستگاهی و حتی با شمردن تک‌تک آن‌ها، شمار آن‌ها را به‌دست آورد. اما می‌دانیم که از روی جرم یک نمونه ماده، می‌توان به‌شمار واحدهای موجود در آن دست یافت. الگویی که نشان می‌دهد چگونه می‌توان شمار اتم‌های موجود در یک نمونه عنصر را تعیین کرد.

با توجه به این‌که اتم‌ها بسیار ریز هستند و جرم آن‌ها برحسب گرم بسیار کم است، شیمی‌دان‌ها در تلاش بودند تا واحدی معرفی کنند که تا به‌وسیله‌ی آن، جرم اتم قابل اندازه‌گیری شود. پس از بررسی‌های فراوان مشخص شد که با در نظر گرفتن $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ عدد از سبک‌ترین اتم جدول تناوبی یعنی اتم هیدروژن – **۱**، جرم این اتم به **۱g** می‌رسد و قابل اندازه‌گیری می‌شود. بنابراین می‌توان آن را با ترازوی آزمایشگاه و با یکای گرم اندازه‌گیری کرد. پس از اندازه‌گیری سبک‌ترین اتم هیدروژن، شرایط برای اندازه‌گیری جرم سایر عنصرها نیز فراهم شد و جرم تعداد مشخصی از آن‌ها یعنی $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ عدد از هر اتم، برحسب گرم اندازه‌گیری شد.

عدد آووگادرو (N_A) و تعریف مول

به تعداد $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ عدد از هر ذره، عدد آووگادرو می‌گویند. با در نظر گرفتن این تعداد اتم برای سبک‌ترین اتم جهان یعنی اتم هیدروژن، حداقل جرم مورد نیاز در گستره‌ی دقت اندازه‌گیری ترازوهای آزمایشگاهی به‌دست آمد و به این ترتیب، جرم اتم‌ها قابل اندازه‌گیری شد.

در زندگی روزانه نیز برای بیان شمارش از یکاهای گوناگونی استفاده می‌شود. برای نمونه استفاده از شانه و دست برای تخم‌مرغ و قاشق و چنگال، شمارش و محاسبه را آسان‌تر می‌کند. نقش N_A در شیمی مانند نقش شانه در شمارش تخم‌مرغ‌هاست. با این تفاوت چشم‌گیر که عدد آووگادرو، عدد بسیار بزرگی است.

شیمی‌دان‌ها به $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ از هر ذره، یک **مول** از آن ذره می‌گویند. به‌عنوان مثال، دو مول اتم منیزیم معادل است با $۱۲/۲۴ \times ۱۰^{۲۳}$ عدد از اتم منیزیم. گرم، رایج‌ترین یکای اندازه‌گیری جرم در آزمایشگاه شناخته می‌شود. درحالی‌که یکای جرم اتمی (**amu**)، یکای بسیار کوچکی برای جرم بوده و کار با آن در آزمایشگاه در عمل ناممکن است. بنابراین به جرم یک مول ذره بر حسب گرم، جرم مولی می‌گویند و آن را با یکای $\frac{g}{mol}$ یا $g.mol^{-1}$ نمایش می‌دهند.

- جرم مولی یک ماده با مجموع جرم مولی اتم‌های سازنده‌ی آن برحسب گرم برابر است. بنابراین برای اندازه‌گیری جرم یک گونه، باید جرم تک‌تک اجزای آن را با یک‌دیگر جمع کنیم.

@HadiShimi

- از لحاظ عددی، عدد جرمی، جرم اتمی و جرم مولی یک اتم تقریبا با یک‌دیگر برابرند. با این تفاوت که عدد جرمی مقیاسی عددی و جرم اتمی و جرم مولی، مقیاس‌های جرمی هستند. به مثال زیر و یکای این مقیاس‌ها دقت کنید.

عدد جرمی کربن - ۱۲ = ۱۲ جرم جرمی کربن – ۱۲ = ۱۲amu جرم مولی کربن – ۱۲ ≃ ۱۲g.mol^{-1}

- برای محاسبه‌ی جرم یک عدد اتم برحسب گرم، از رابطه‌ی مقابل استفاده می‌کنیم: $\text{جرم یک عدد اتم} = \frac{\text{جرم مولی}}{\text{عدد آووگادرو}}$

حال با درنظر گرفتن این‌که جرم یک اتم کربن – ۱۲ معادل $\frac{۱۲}{N_A}$ است، می‌توانیم جرم ۱amu را محاسبه کنیم. هر amu معادل است با $\frac{۱}{۱۲}$ جرم اتم کربن – ۱۲. بنابراین با تقسیم جرم یک عدد اتم کربن – ۱۲ برحسب گرم به عدد ۱۲، جرم یک amu برحسب گرم به‌دست می‌آید.

$$\text{جرم ۱amu} = \frac{۱}{۱۲} \times \frac{۱۲}{N_A}\,g = \frac{۱}{N_A}\,g = \frac{۱}{۰۲/۶ \times ۱۰^{۲۳}}\,g = ۱/۶۶ \times ۱۰^{-۲۴}g$$

بنابراین $۱g = N_A\ amu = ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}amu$ و $\text{جرم ۱amu} = \frac{۱}{N_A}\,g = ۱/۶۶ \times ۱۰^{-۲۴}g$

- در تست‌ها و سوال‌ها، به‌هنگام مقایسه‌ی تعداد اتم‌ها یا تعداد مولکول‌ها، بهتر است تعداد مول را مقایسه کنیم تا در محاسبات، با عددی غول‌پیکر مثل $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ روبه‌رو نشویم. هم‌چنین می‌توانیم از معادل این عدد یعنی N_A نیز استفاده کنیم.

تکنیک حل مسائل با استفاده از عامل (کسر)های تبدیل

با استفاده از هم‌ارزی میان کمیت‌ها می‌توان آن‌ها را به یک‌دیگر تبدیل کرد به‌طوری که برای هر هم‌ارزی می‌توان دو عامل (کسر) تبدیل نوشت. در این عامل‌ها، صورت و مخرج هر یک شامل عددی همراه با یکاست. برای نمونه با استفاده از هم‌ارزی ۱m = ۱۰۰cm می‌توان نوشت:

$$\frac{۱m}{۱۰۰cm} \quad \text{و} \quad \frac{۱۰۰cm}{۱m}$$

با طی کردن روند زیر، می‌توانیم همه‌ی مسائل را با نوشتن کسرهای تبدیل مناسب، حل کنیم.

۱- در سمت چپ تساوی، کمیت مجهول (خواسته شده در مساله) را قرار می‌دهیم.

۲- در سمت راست تساوی، کمیت معلوم (داده شده در مساله) را قرار می‌دهیم.

۳- حال از عامل تبدیل مناسب استفاده می‌کنیم. یکای مخرج عامل تبدیل باید به گونه‌ای باشد که با یکای صورت کمیت معلوم ساده شود.

۴- این روند را برای عامل‌های تبدیل بعدی اجرا می‌کنیم. به گونه‌ای که یکای عامل تبدیل فعلی با یکای مخرج عامل تبدیل بعدی ساده شود.

۵- این روند تا جایی ادامه پیدا می‌کند که در یکای صورت عامل تبدیل، یکای کمیت مجهول مورد نظر، ظاهر شود.

برای نمونه به تبدیل ۰/۱۵ متر به سانتی‌متر توجه کنید:

$$?cm = ۰/۱۵\cancel{m} \times \frac{۱۰۰cm}{۱\cancel{m}} = ۱۵cm$$

یا تبدیل جرم ۰/۶ گرم کربن به مول آن:

$$?molC = \cancel{0/6gC} \times \frac{1mol}{\cancel{12gC}} = 0/05molC$$

تعداد الکترون‌های موجود در ۰/۸g مولکول اکسیژن (O_2) معادل است با: ($O = 16g.mol^{-1}$)

$$?e^- O_2 = \cancel{0/8gO_2} \times \frac{\cancel{1mol}}{\cancel{32gO_2}} \times \frac{0/6 \times 10^{23}\cancel{moleculeO_2}}{\cancel{1mol}} \times \frac{16e^-}{1\ \cancel{moleculeO_2}} = 0/4N_A\ e^-$$

چند مثال دیگر:

۲۳- اگر برای تشکیل ۶۰ گرم از اکسید یک فلز قلیایی خاکی (از واکنش با اکسیژن)، $18/06 \times 10^{23}$ الکترون مبادله شود، جرم اتمی فلز در این اکسید، چند برابر جرم اتمی اکسیژن است؟ ($O = 16g.mol^{-1}$) R'۱۴۰۰

۱) ۰/۲۵ ۲) ۰/۷۵ ۳) ۱/۲۵ ۴) ۱/۵

@HadiShimi

این‌جا چی داریم؟

- **آشنایی با کاربرد و اهمیت نور در شناخت برخی پدیده‌های زندگی - درک ارتباط بین رنگ نور، انرژی نور و طول موج آن**
- **درک این‌که برای شناخت پدیده‌های اطراف، کدام ابزار و آشکارساز مناسب لازم است.**

نور، کلید شناخت جهان (صفحات ۱۹ تا ۲۱ کتاب درسی)

به‌دلیل این‌که خورشید و دیگر اجرام آسمانی از ما بسیار دور هستند، ویژگی‌های آن‌ها را نمی‌توان به‌طور 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 توصیف چگونه می‌توان دمای خورشید، اجزای سازنده‌ی آن و دمای شعله‌های بسیار داغ را تعیین کرد و اطلاعات ارزشمندی از آن‌ها به‌دست آورد؟

نور، کلیدی است که با استفاده از آن می‌توان رازهای آفرینش را رمزگشایی کرد و شاید بتوان گفت که نور، کلید قفل صندوقچه‌ی رازهای جهان است.

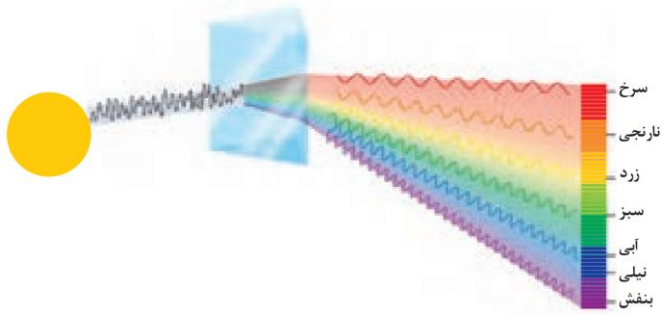
با استفاده از دستگاهی به‌نام **طیف‌سنج** می‌توان از پرتوهای گسیل شده از مواد مختلف، اطلاعات ارزشمندی به‌دست آورد. اطلاعاتی از این دست که نور چیست؟ چگونه تولید می‌شود؟ حامل چه اطلاعاتی است؟

نور خورشید و گستره‌ی مرئی

نور خورشید اگرچه سفید به‌نظر می‌رسد اما با 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 بی‌نهایت رنگ گوناگون است که به آن گستره‌ی مرئی می‌گویند.

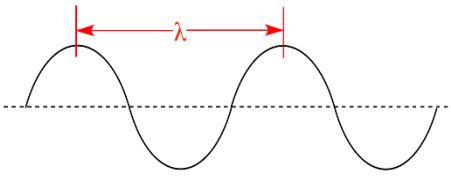
اگر نور سفید را از منشور عبور دهیم، در اثر شکست نور، گستره‌ای پیوسته دارای بی‌نهایت طول موج و بی‌نهایت رنگ از رنگ‌های اصلی سرخ، نارنجی، زرد، سبز، آبی، نیلی و بنفش ایجاد می‌شود که به آن **گستره‌ی مرئی** می‌گویند. در واقع نور شکلی از انرژی است که به‌صورت موج منتشر می‌شود و نور خورشید علاوه‌بر نور مرئی، حاوی امواج دیگری نیز هست. اما چشم ما فقط می‌تواند همین گستره‌ی محدود را ببیند.

- پرتوهای رنگی پرانرژی‌تر، هنگام از عبور از منشور، برخورد بیش‌تری با مولکول‌های منشور دارند و شکست و انحراف بیش‌تری به‌سمت قاعده خواهند داشت. به‌همین دلیل مطابق شکل زیر، نور بنفش بیش‌ترین شکست و نور سرخ کم‌ترین شکست را دارد.



طول موج و انرژی امواج

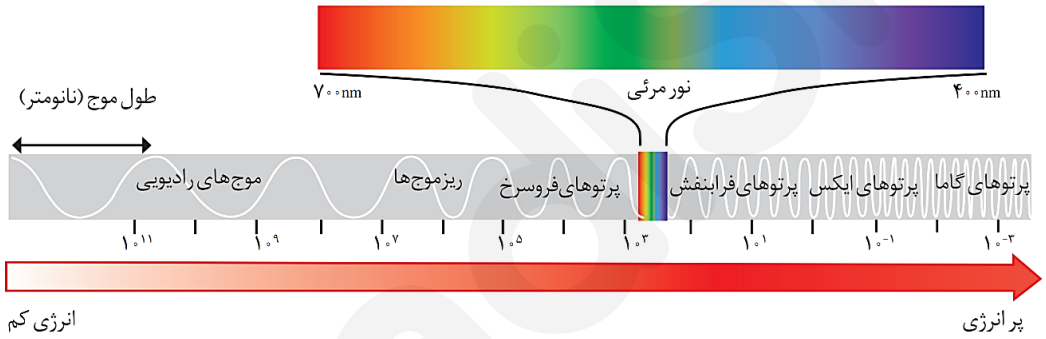
یکی از ویژگی‌های موج، طول موج می‌باشد که مطابق شکل زیر معادل است با فاصله‌ی میان دو قله یا دو دره در یک موج متناوب که آن را با λ (لاندا) نمایش می‌دهند. همان‌طورکه در شکل بالا دیدیم، طول موج و انرژی موج با هم رابطه‌ی عکس دارند ($\lambda \propto \frac{1}{E}$). به‌طوری‌که هر چه λ کوتاه‌تر باشد، آن موج انرژی بیش‌تری خواهد داشت.



- در میان پرتوهای مرئی، نور بنفش دارای بیش‌ترین انرژی و کم‌ترین طول موج می‌باشد.

طول موج طیف مرئی (برعکس انرژی): **(۴۰۰nm) بنفش < نیلی < آبی < سبز < زرد < نارنجی < قرمز (۷۰۰nm)**

نور مرئی تنها بخش کوچکی از گستره‌ی پرتوهای الکترومغناطیس است که طول موج‌های حدود **(سرخ) ۷۰۰nm – (بنفش) ۴۰۰nm** را در بر می‌گیرد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که نور خورشید فقط شامل گستره‌ی مرئی نبوده و شامل گستره‌ی بسیار بزرگ‌تری از پرتوهاست. پرتوهایی که از نوع پرتوهای الکترومغناطیسی هستند و با خود انرژی حمل می‌کنند اما چون طول موج آن‌ها در گستره‌ی مرئی نیست، نامرئی هستند.



طول موج امواج الکترومغناطیس (برعکس انرژی):

(10^{-3}nm) گاما (γ) < ایکس (X) < فرابنفش (UV) < نور مرئی < فروسرخ (IR) < ریز موج‌ها (MW) < امواج رادیویی (10^{11}nm)

رابطه‌ی نور و دما

هر چه دما و در نتیجه انرژی جنشی ذره‌های سازنده‌ی یک ماده بیش‌تر باشد، طول موج نور مرئی نشر شده از آن کوتاه‌تر و پرانرژی‌تر خواهد بود. بنابراین هر چه دمای یک جسم افزایش یابد، نور نشر شده از آن از رنگ سرخ با بیش‌ترین طول موج مرئی و کم‌ترین انرژی، به سمت رنگ بنفش با کم‌ترین طول موج مرئی و بیش‌ترین انرژی حرکت می‌کند و انرژی موج نشر شده افزایش می‌یابد.

به‌عنوان مثال شعله‌ی شمع نوری زرد رنگ و شعله‌ی گاز نوری آبی رنگ از خود ساطع می‌کنند. با در نظر گرفتن انرژی هر نور، می‌توانیم نتیجه بگیریم که شعله‌ی اجاق گاز دمای بالاتری دارد. چراکه انرژی نور آبی بیش‌تر از نور زرد بوده و طول موج کوتاه‌تری دارد.

ترتیب دما: شعله‌ی اجاق گاز > شمع > سشوار صنعتی

دیدن امواج نامرئی

با چشم غیرمسلح (بدون تجهیزات کمک بینایی) ما فقط می‌توانیم پرتوهایی را در گستره‌ی مرئی (**۴۰۰nm – ۷۰۰nm**) ببینیم. زیرا چشم ما قادر است تنها طول موج‌هایی را در گستره‌ی مرئی دریافت کند. درحالی‌که با استفاده از برخی ابزارها و مسلح کردن چشم خود، می‌توانیم سایر پرتوهای الکترومغناطیس را نیز مشاهده کنیم. مثلاً اگر به چشمیِ کنترل تلویزیون نگاه کنیم و دکمه‌ای از کنترل را دائماً فشار دهیم، چیزی نمی‌بینیم. اما با قرار دادن دوربین موبایل در برابر چشمی کنترل، دوربین موبایل پرتوهای فروسرخ را به امواج مرئی تبدیل می‌کند و می‌توان پرتوهای فروسرخ گسیل شده از کنترل تلویزیون را مشاهده کرد. پرتوهایی که در حالت عادی قابل رویت نبوده و نامرئی هستند.

@HadiShimi

این‌جا چی داریم؟

- **آشنایی با مفهوم طیف نشری خطی**
- **دانستن این‌که هر عنصر طیف نشری خطی ویژه‌ای دارد که منحصر آن عنصر است و برای شناسایی از آن استفاده می‌شود.**

نشر نور و طیف نشری (صفحات ۲۲ و ۲۳ کتاب درسی)

آتش‌بازی با مواد شیمیایی، نورهای رنگی زیبا، چشم‌نواز و شادی‌بخشی در آسمان ایجاد می‌کند که از آن در جشن‌های ملی و رویدادهای جهانی مانند بازی‌های المپیک استفاده می‌شود. کدام جزء از یک ترکیب شیمیایی این رنگ‌ها را ایجاد می‌کند؟ بسیاری از نمک‌ها شعله‌ی رنگی دارند. به‌طوری‌که اگر مقداری از محلول نمک را با افشانه روی شعله بپاشیم، رنگ شعله تغییر می‌کند.

- هر چه رنگ شعله‌ی عنصری دارای طول موج پرانرژی‌تر باشد، احتمالا شعله‌ی داغ‌تری خواهد داشت.

برخی کاربردهای نور نشر شده از عنصرها به‌صورت زیر است:

۱- از لامپ نئون در ساخت تابلوهای تبلیغاتی برای ایجاد نوشته‌های نورانی سرخ‌فام استفاده می‌شود.

۲- نور زرد لامپ‌هایی که شب هنگام، آزادراه‌ها، بزرگراه‌ها و خیابان‌ها را روشن می‌سازد، به دلیل وجود بخار سدیم در آن‌ها است.

۳- با اعمال جریان الکتریکی متناوب و ۱۱۰ ولتی به یک خیارشور، سدیم موجود در آن برانگیخته شده و خیارشور به‌رنگ زرد می‌درخشد.

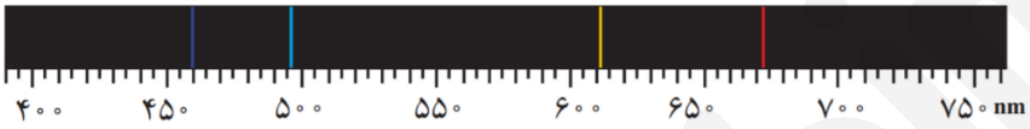
شعله‌ی ترکیب‌های سدیم، لیتیم، مس، منیزیم و آهن هر یک رنگ منحصر به‌فردی دارد و رنگ نشر شده از هر یک فقط باریکه‌ی بسیار کوتاهی از گستره‌ی طیف مرئی را در بر می‌گیرد. رنگ شعله‌ی این عناصر و ترکیبات آن‌ها را در جدول زیر می‌بینیم:

مس (II) و همه‌ی ترکیبات آن	سدیم و همه‌ی ترکیبات آن	آهن و همه‌ی ترکیبات آن	لیتیم و همه‌ی ترکیبات آن	
سبز	زرد	نارنجی	سرخ	
منیزیم و همه‌ی ترکیبات آن	هیدروژن	نئون	گوگرد	پتاسیم
سفید خیره‌کننده	صورتی	سرخ	آبی	بنفش

- از روی تغییر رنگ شعله، می‌توانیم به وجود عنصر فلزی پی ببریم.

نشر نور و طیف نشری خطی

شیمی‌دان‌ها به فرآیندی که در آن یک ماده‌ی شیمیایی با جذب انرژی، از خود پرتوهای الکترومغناطیس گسیل می‌دارد، **نشر** می‌گویند. اگر نور نشر شده از یک عنصر یا ترکیب دارای آن عنصر که بر اثر برانگیخته شدن در شعله ایجاد می‌شود را از منشور عبور دهیم، الگویی از رنگ‌ها به‌دست می‌آید که به‌صورت خطی و گسسته کنار هم قرار گرفته‌اند. به این الگو **طیف نشری خطی** می‌گویند. هر نوار رنگی در طیف نشری خطی، نوری با طول موج و انرژی معین را نشان می‌دهد و از آن‌جا که طیف نشری خطی شامل تعداد مشخصی خط (نوار) یا طول موج است، به آن طیف خطی می‌گویند. در شکل زیر، طیف نشری خطی عنصر لیتیم را می‌بینیم که دارای چهار نوار رنگی می‌باشد.

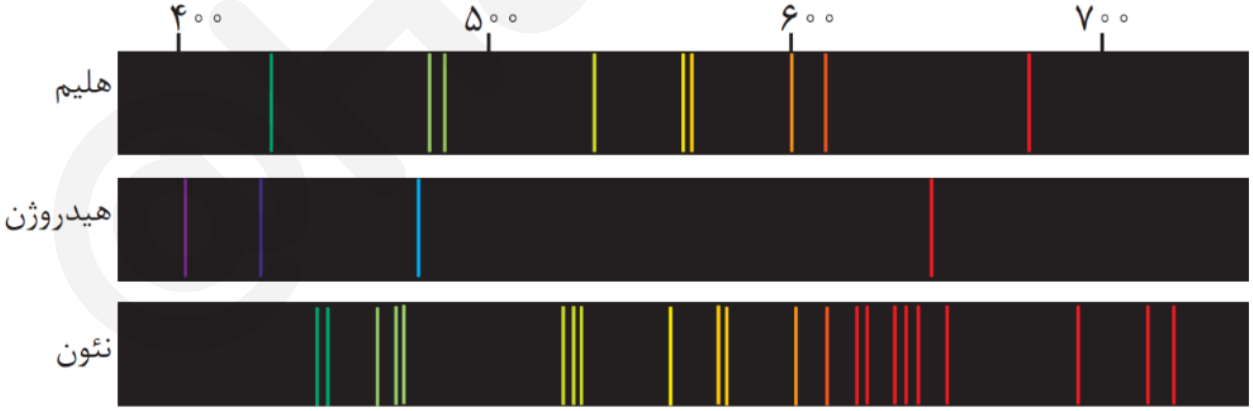


شناسایی یک عنصر با طیف نشری خطی

از طیف نشری خطی می‌توان برای شناسایی یک عنصر استفاده کرد. به این صورت که ابتدا طیف نشری خطی عنصر مجهول را تهیه کرده و با طیف نشری خطی عناصر شناخته شده مقایسه می‌کنیم. در این مقایسه، تعداد خطوط، طول موج خطوط و فاصله بین خطوط و جایگاه آن‌ها باید دقیقا با یکی از عنصرهای شناخته شده مشابه باشد. در صورتی‌که طیف نشری خطی مطابقی یافت نشد، عنصری جدید کشف شده است.

از آن‌جاکه طیف نشری خطی هر عنصر به عدد اتمی آن عنصر وابسته است و عدد اتمی هر عنصر منحصر به‌فرد است، طیف نشری خطی هر عنصر مانند اثر انگشت انسان یا بارکد درج شده روی کالاها، ویژه و منحصر به‌فرد است.

شکل زیر طیف نشری خطی عنصرهای هلیم، هیدروژن و نئون را نشان می‌دهد.



- هر نوار رنگی، مجموعه‌ای از خطوط رنگی با طول موج نزدیک به‌هم است.

تعداد خطوط طیف نشری خطی برخی عنصرها را در زیر می‌بینیم:

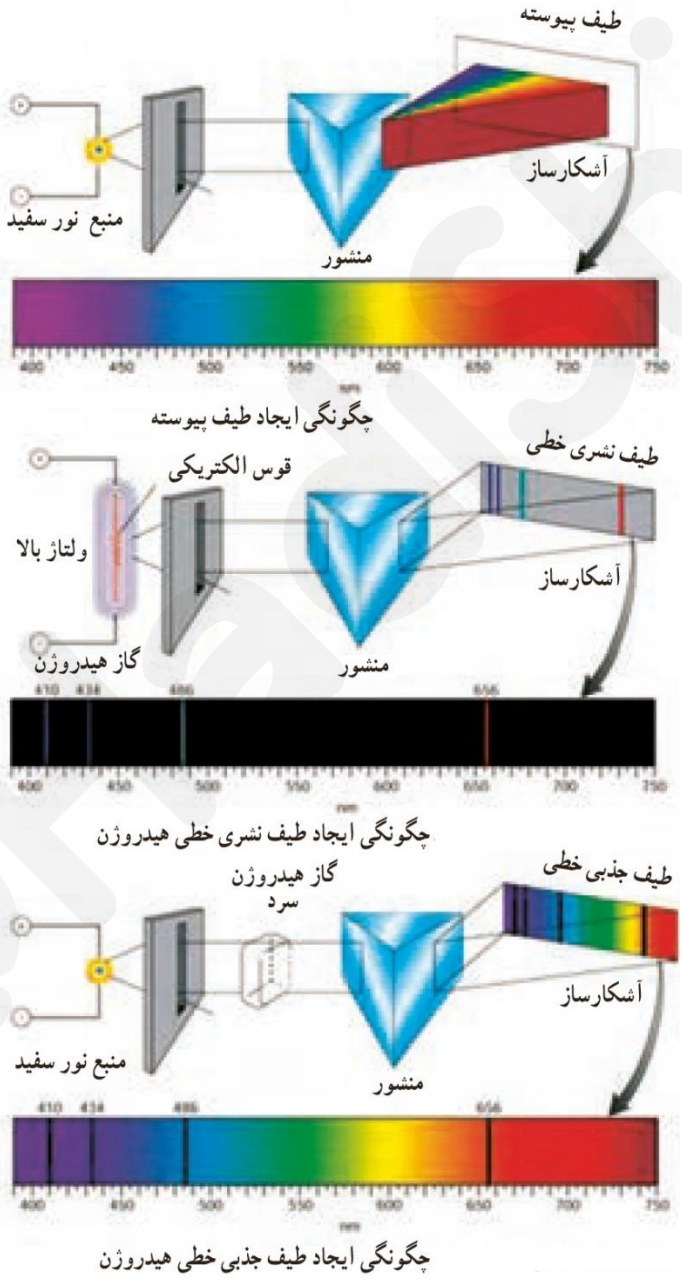
کلسیم و کروم: ۳ **لیتیم، هیدروژن و آهن:** ۴ **جیوه:** ۷ **مس:** ۸ **هلیم:** ۹ **نئون:** ۲۲

- طیف نشری خطی هر سه عنصر **H**، **Li** و **Fe**، چهار خط دارد. اما طیف نشری خطی **Li** دو خط پرانرژی نزدیک به‌هم و دو خط کم‌انرژی نزدیک به‌هم، **H** سه خط پرانرژی نزدیک به‌هم و یک خط کم‌انرژی در فاصله‌ی دورتر و **Fe** چهار خط پرانرژی نزدیک به‌هم دارد.

۲۴- طیف نشری خطی کدام اتم در ناحیه‌ی مرئی، از خطوط بیش‌تری تشکیل شده است؟

R'۹۸ ۱.) هلیم ۲.) لیتیم ۳.) نئون ۴.) هیدروژن

- طیف نشری خطی فقط به امواج مرئی محدود نمی‌شود. مثلاً طیف نشری خطی هیدروژن، علاوه‌بر چهار خط رنگی، دارای خطوط دیگری نیز هست که در گستره‌ی امواج نامرئی نبوده و برای ما قابل رویت نیستند.



این‌جا چی داریم؟

- **آشنایی با ساختار لایه‌ای اتم و حالت‌های پایه و برانگیخته - درک مفهوم کوانتومی بودن انرژی الکترون**
- **آشنایی با عدد کوانتومی اصلی به‌عنوان نمادی برای نمایش شماره‌ی لایه‌های الکترونی**
- **ارتباط طیف نشری خطی عنصرها با مقادیر کوانتومی بودن انرژی الکترون‌ها و ساختار لایه‌ای اتم**

کشف ساختار اتم (صفحات ۲۴ تا ۲۷ کتاب درسی)

اتم هیدروژن به‌عنوان ساده‌ترین اتم، تنها دارای یک پروتون در هسته و یک الکترون پیرامون آن است و همان‌طورکه اشاره شد، طیف نشری خطی منحصر به‌فردی دارد. در گستره‌ی مرئی از طیف نشری خطی به‌دست آمده از اتم‌های هیدروژن، وجود چهار خط یا نوار رنگی با طول موج و انرژی معین، تائید شده است. از آن‌جاکه هر نوار رنگی در طیف نشری خطی، نوری با طول موج و انرژی معینی را نشان می‌دهد، نیلز بور بر این باور بود که از بررسی تعداد و جایگاه آن‌ها، می‌توان اطلاعات ارزشمندی از ساختار اتم هیدروژن به‌دست آورد. او پس از پژوهش‌های بسیار، توانست مدلی برای اتم هیدروژن و گونه‌های تک‌الکترونی مانند He^{+}، Li^{2+}، Be^{3+} و ... ارائه کند.

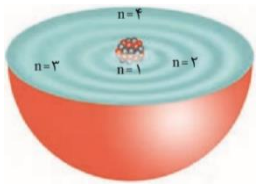
- برای گونه‌هایی که بیش از یک الکترون دارند، علاوه‌بر جاذبه‌های هسته - الکترون، دافعه‌های الکترون - الکترون اضافی نیز وجود دارد که استفاده از مدل بور را ناممکن می‌کند.
- اگرچه مدل بور با موفقیت توانست طیف نشری خطی هیدروژن را توجیه کند، اما توانایی توجیه طیف نشری خطی دیگر عنصرها را نداشت.
- مدل اتمی بور عمر زیادی نداشت ولی گام بسیار مهمی برای بهبود نگرش دانشمندان نسبت به ساختار اتم بود.

اتم هیدروژن در مدل بور

ساختار لایه‌ای اتم‌ها و عدد کوانتومی اصلی

پس از بور، دانشمندان برای توجیه و علت ایجاد طیف نشری خطی هیدروژن و دیگر عنصرها و نیز چگونگی نشر نور از اتم‌ها، ساختار لایه‌ای ارائه کردند. در این مدل، اتم را کره‌ای درنظر می‌گیرند که هسته در فضایی بسیار کوچک و در مرکز اتم و الکترون‌ها در فضایی بسیار بزرگ‌تر و در لایه‌هایی پیرامون هسته توزیع می‌شوند. در اطراف هسته‌ی هر اتم، حداکثر **۷** لایه‌ی الکترونی وجود دارد. این لایه‌ها را از هسته به‌سمت بیرون شماره‌گذاری می‌کنند و شماره‌ی هر لایه را با **عدد کوانتومی اصلی** و با نماد **n** نمایش می‌دهند (**n = ۱ ، ۲ ، ... ، ۷**).

- در این مدل هر بخش پررنگ‌تر مهم‌ترین بخش یک لایه‌ی الکترونی را نشان می‌دهد. بخشی که الکترون‌های آن لایه بیش‌تر وقت خود را در آن فاصله از هسته سپری می‌کنند.
- الکترون در هر لایه‌ای که باشد در همه‌ی نقاط پیرامون هسته حضور می‌یابد. اما در محدوده‌ی یاد شده احتمال حضور بیش‌تری دارد.
- در مدل لایه‌ای هر چه از هسته دورتر می‌شویم، فاصله‌ی میان لایه‌ها کم‌تر می‌شود و انرژی لایه‌ها بیش‌تر می‌شود.



کوانتومی بودن داد و ستد انرژی

الکترون هنگام انتقال از یک لایه به لایه‌ی دیگر، انرژی را به‌صورت پیمانه‌ای و گسسته یا بسته‌های معین جذب یا نشر می‌کند (مانند بالا رفتن از پلکان). انرژی همانند ماده در نگاه ماکروسکوپی پیوسته اما در نگاه میکروسکوپی گسسته یا کوانتومی است. خرمن گندم نیز از نگاه دور توده‌ای به‌هم پیوسته است و از نگاه نزدیک، دانه‌هایی از گسسته هستند.

مثلاً برای بالا رفتن از یک بلندی دو راه وجود دارد: **۱**- بالا رفتن از یک پلکان گسسته **۲**- بالا رفتن از یک سر بالایی هموار با مسیری پیوسته.

۱- بالا رفتن از یک پلکان (یا نردبان)

برای بالا رفتن از یک پلکان، باید پا روی هر پله گذاشت و با صرف انرژی از یک پله به پله‌ی بالایی رفت. توجه کنید که هرگز نمی‌توان جایی میان دو پله ایستاد. هم‌چنین برای بالا رفتن از هر پله باید انرژی معین و کافی صرف کرد تا بدن از آن پله به پله‌ی بعدی بالا برود. زیرا اگر انرژی به‌کار رفته کم‌تر از اختلاف انرژی مورد نیاز برای رفتن به پله‌ی بعدی باشد، دیگر نمی‌توان به پله‌ی بالاتر رسید.

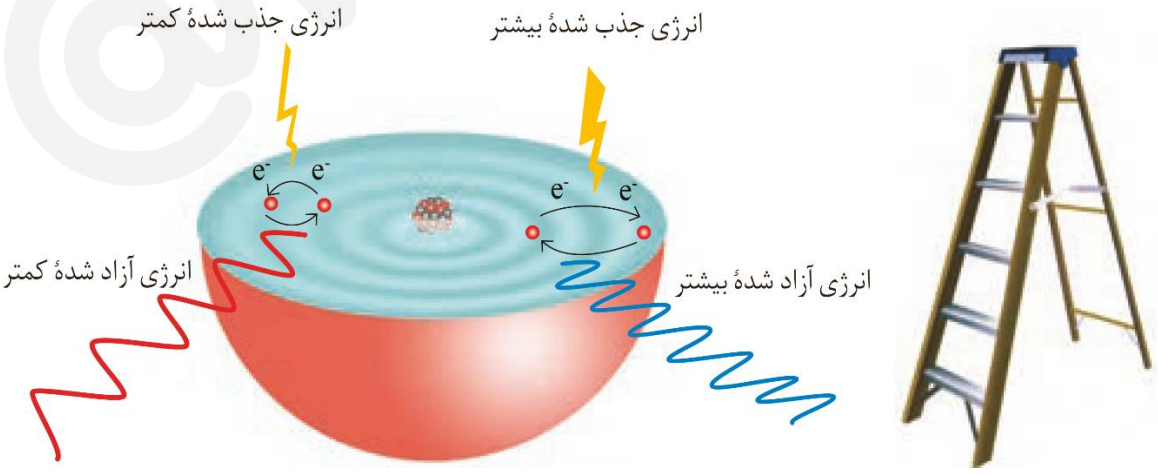
۲- بالا رفتن از یک سر بالایی هموار

در این مسیر، دیگر مشکل راه اول وجود ندارد. زیرا در هر لحظه و به هر اندازه می‌توان بالا رفت. هر جایی که ممکن است ایستاد و به هر مقدار دل‌خواهی انرژی صرف کرد.

با این توصیف میان این دو راه هنگام بالا رفتن از پلکان، محدودیت آشکاری وجود دارد.

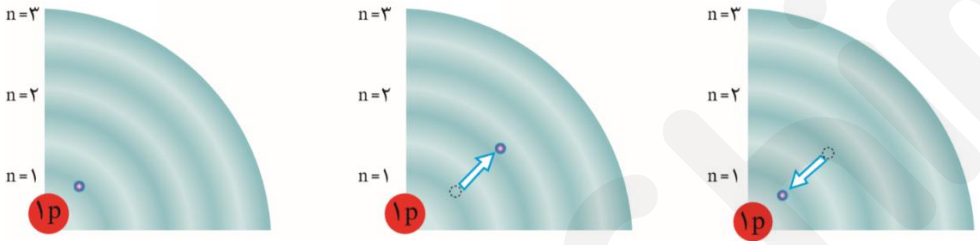
الکترون‌ها در اتم برای گرفتن یا از دست دادن انرژی هنگام انتقال بین لایه‌ها، با محدودیت مشابهی همانند بالا رفتن از پلکان یا نردبان روبه‌رو هستند. همان‌طور که هرگز نمی‌توان جایی میان دو پله ایستاد، الکترون نیز نمی‌تواند جایی میان دو لایه قرار گیرد و برای انتقال باید به‌اندازه‌ی اختلاف دو لایه انرژی مبادله کند. در واقع الکترون‌ها در میان دو لایه، انرژی معین و تعریف شده‌ای ندارند. این شیوه‌ی نردبانی دریافت یا از دست دادن انرژی را شیوه‌ی کوانتومی می‌نامند. در نتیجه‌ی جابه‌جایی الکترون بین لایه‌ها، انرژی با طول موج معین جذب یا نشر می‌شود.

- هر چه انرژی جذب شده بیش‌تر باشد، الکترون‌ها به لایه‌های بالاتری انتقال می‌یابند و هنگام بازگشت، طول موج کوتاه‌تری ساطع می‌کند.



مدل کوانتومی اتم

انرژی داد و ستد شده هنگام انتقال الکترون‌ها در اتم، کوانتومی است و انرژی در پیمانه‌های معینی جذب یا نشر می‌شود. در مدل کوانتومی اتم، الکترون‌ها در هر لایه آرایش و انرژی معینی دارند و اتم از پایداری نسبی برخوردار است. به‌طوری‌که گفته می‌شود اتم در **حالت پایه** قرار دارد. اگر به اتم‌های گازی یک عنصر با تابش نور یا گرم کردن انرژی داده شود، الکترون‌ها با جذب انرژی معین و کافی از لایه‌ای به لایه‌ی بالاتر انتقال می‌یابند. هر چه مقدار انرژی جذب شده بیش‌تر باشد، الکترون‌ها به لایه‌های بالاتر انتقال می‌یابند. به آن **حالت برانگیخته** و به آن اتم، اتم برانگیخته می‌گویند. در شکل زیر، اتم هیدروژن در حالت پایه، برانگیخته و بازگشت از حالت برانگیخته به حالت پایه نشان داده شده است.



با دقت در شکل بالا می‌بینیم که تک الکترون هیدروژن با جذب مقدار معینی انرژی برانگیخته شده و به لایه‌ی دوم رسیده است. اما چون الکترون در این لایه ناپایدار است، همان مقدار انرژی جذب شده را از دست داده و به حالت پایه یعنی لایه‌ی اول بازگشته است.

- حالت پایه برای اتم‌های مختلف، متفاوت است. مثلاً اگر تک الکترون موجود در لایه‌ی سوم اتم سدیم برانگیخته شود، هنگام بازگشت و از دست دادن انرژی، به همان لایه‌ی سوم بازمی‌گردد. چراکه حالت پایه برای آن الکترون، لایه‌ی سوم است.

از آن‌جاکه برای الکترون، نشر نور مناسب‌ترین شیوه برای از دست دادن انرژی است، الکترون‌ها در اتم برانگیخته هنگام بازگشت به حالت پایه نوری با طول موج معین نشر می‌کنند. هر نوار رنگی در طیف نشری خطی هر عنصر، به پرتوهای نشر شده هنگام بازگشت الکترون‌ها از لایه‌های بالاتر به لایه‌های پایین‌تر مربوط می‌شود. از آن‌جاکه انرژی لایه‌های الکترونی پیرامون هسته‌ی هر اتم ویژه‌ی همان اتم بوده 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 منحصر به‌فردی ایجاد می‌کند.

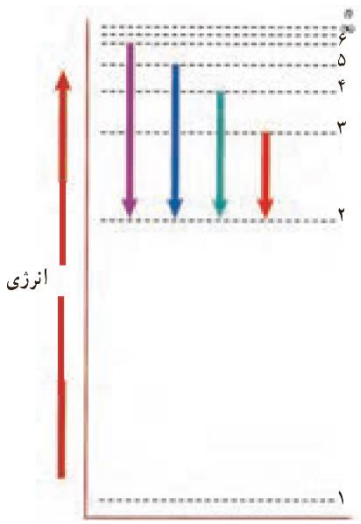
- با تعیین دقیق طول موج نوارهای طیف نشری خطی هر اتم، می‌توان به تصویر دقیقی از انرژی لایه‌های الکترونی و در واقع آرایش الکترونی اتم دست یافت.

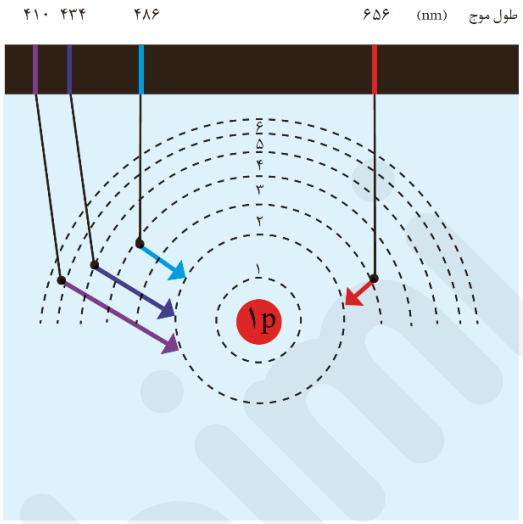
طیف نشری خطی اتم هیدروژن

در اتم **H**، تنها طول موج حاصل از بازگشت الکترون از لایه‌های **۶**، **۵**، **۴** و **۳** به لایه‌ی دوم، در ناحیه‌ی مرئی قرار دارند و سایر بازگشت‌ها نامرئی هستند.

- هر چه فاصله‌ی میان دو لایه کم‌تر باشد، اختلاف سطح انرژی دو لایه کم‌تر بوده و طول موج بلندتری ایجاد خواهد شد.

شکل‌های زیر، پرتوهای ساطع شده هنگام بازگشت الکترون از لایه‌های بالاتر به لایه‌ی دوم اتم هیدروژن را نشان می‌دهد.





$n_x \rightarrow n_1$: فرابنفش (↓ ۴۰۰nm)

$n_7 \rightarrow n_2$: فرابنفش (↓ ۴۰۰nm)

$n_6 \rightarrow n_2$: بنفش (۴۱۰nm)

$n_5 \rightarrow n_2$: نیلی (۴۳۴nm)

$n_4 \rightarrow n_2$: آبی (۴۸۶nm)

$n_3 \rightarrow n_2$: سرخ (۶۵۶nm)

فروسرخ : سایر پرتوها (↑ ۷۰۰nm)

۲۵- کدام عبارت درست است؟

R'۹۰

۱) انرژی زیرلایه‌های هر لایه الکترونی، در اتم همه‌ی عنصرها یکسان و همانند اتم هیدروژن است.

۲) اتم روی ($_{30}Zn$) با از دست دادن دو الکترون، به آرایش الکترونی گاز نجیب قبل از خود می‌رسد.

۳) الکترون‌های برانگیخته‌ی اتم هیدروژن، هنگام بازگشت، تنها به‌حالت پایه (n = ۱) برمی‌گردند.

۴) با افزایش فاصله از هسته، انرژی لایه‌های الکترونی، افزایش می‌یابد.

۲۶- کدام مطلب درست است؟

T۹۹

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

۲) در همه‌ی اتم‌ها، تراز انرژی n = ۱، حالت پایه به‌شمار 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 به‌حالت پایه باز نمی‌گردد.

۲۷- کدام مطلب، درباره‌ی اتم هیدروژن درست است؟

R'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 پایه برمی‌گردد.

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

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

۲۸- کدام موارد از مطالب زیر، درست‌اند؟

T۹۸

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) هر چه فاصله‌ی میان لایه‌های انتقال الکترون در اتم برانگیخته‌ی هیدروژن بیش‌تر باشد، طول موج نور، بلندتر است.

۱) ب، پ، ت ۲) ب، ت ۳) آ، ب، پ ۴) آ، پ

این‌جا چی داریم؟

- **آشنایی با نماد زیرلایه و تعداد آن در هر لایه - ارتباط میان زیرلایه‌های اتمی و چگونگی چینش عنصرها در جدول دوره‌ای**
- **کسب مهارت توزیع الکترون‌ها در میان زیرلایه‌ها و تقویت آن**
- **استفاده از روابط ریاضی مناسب برای توصیف زیرلایه‌ها و تعداد و گنجایش آن‌ها**

توزیع الکترون در لایه‌ها و زیر لایه‌ها (صفحات ۲۷ تا ۳۰ کتاب درسی)

عنصرها در جدول دوره‌ای بر مبنای افزایش عدد اتمی یا شمار الکترون‌های اتم خود چیده شده‌اند. به‌طوری‌که اتم هیدروژن با یک الکترون و اتم هلیم با دو الکترون، به‌ترتیب نخستین و دومین عنصرجدول هستند. این روند تا عنصر **۱۱۸** جدول دوره‌ای ادامه می‌یابد و اتم هر عنصر نسبت به اتم عنصر پیش از خود، یک الکترون بیش‌تر دارد. از سوی دیگر اتم، ساختار لایه‌ای دارد و الکترون‌ها در لایه‌های پیرامون هسته با نظم ویژه‌ای حضور دارند. به‌گونه‌ای که در عناصر دوره‌ی اول، لایه‌ی الکترونی اول و در عناصر دوره‌ی دوم، لایه‌ی دوم از الکترون پر می‌شود.

زیرلایه و عدد کوانتومی فرعی (l)

هر لایه، از حداقل یک یا بیش از یک بخش تشکیل شده است که الکترون‌ها در آن قرار می‌گیرند و به هر یک از این بخش‌ها، **زیرلایه** می‌گویند. در مدل کوانتومی اتم، به هر زیرلایه عددی نسبت می‌دهند که به آن **عدد کوانتومی فرعی** می‌گویند و آن را با **l** نمایش می‌دهند.

- عدد کوانتومی فرعی شماره‌ی زیرلایه و نوع زیرلایه را مشخص می‌کند.

مقادیر مجاز برای **l**، از ۰ تا **n - ۱** می‌باشد. برای راحتی نمایش هر زیرلایه، هر یک از این اعداد را با حروفی نشان می‌دهند.

بررسی‌ها نشان می‌دهد که گنجایش چهار زیرلایه‌ی اول به‌صورت مقابل است: $s = ۲e^-$ $p = ۶e^-$ $d = ۱۰e^-$ $f = ۱۴e^-$

بنابراین برای محاسبه‌ی گنجایش زیرلایه می‌توان از جمله‌ی عمومی $۴l + ۲$ یا $۲(۲l + ۱)$ استفاده کرد. با توجه به جمله‌ی عمومی ذکر شده، می‌توان پیش‌بینی کرد که گنجایش زیرلایه‌ی پنجم ($l = ۴$) یعنی زیرلایه‌ی **g**، ۱۸ الکترون می‌باشد: $۴ \times ۴ + ۲ = ۱۸ \rightarrow g^{۱۸}$

نماد هر زیرلایه معین، با دو عدد کوانتومی اصلی و فرعی مشخص می‌شود. لذا هر زیرلایه را با نماد **nl** نمایش می‌دهند. به‌عنوان مثال در زیرلایه‌ی **۳d**، $n = ۳$ و $l = ۲$ است و یا نماد $۲p^۲$، وجود دو الکترون در زیرلایه‌ی دوم ($l = ۱$) از لایه‌ی دوم ($n = ۲$) را نشان می‌دهد.

در جدول زیر، هر یک از حروف نسبت داده شده به پنج زیرلایه‌ی اول را به‌همراه گنجایش الکترونی آن‌ها می‌بینیم:

ترتیب زیرلایه	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم
شماره‌ی زیرلایه	۰	۱	۲	۳	۴
نماد زیرلایه	s	p	d	f	g
گنجایش زیرلایه	۲	۶	۱۰	۱۴	۱۸

- ترتیب زیرلایه، با شماره‌ی زیرلایه برابر نیست و شماره‌ی زیرلایه (**l**) همواره یک عدد از ترتیب زیرلایه کم‌تر است. زیرا **l** از عدد ۰ شروع می‌شود. مثلاً شماره‌ی زیرلایه‌ی دوم یعنی زیرلایه‌ی **p**، ۱ است. (**l = ۱**)
- ترتیب لایه، با شماره‌ی لایه برابر است. زیرا **n** از عدد ۱ شروع می‌شود. مثلاً شماره‌ی لایه‌ی دوم، ۲ است. (**n = ۲**)

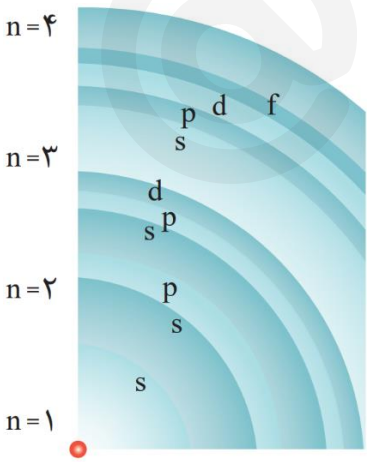
با توجه به نکات گفته شده، می‌توانیم مقادیر **n** و **l** را برای چهار لایه‌ی الکترونی اول به‌صورت زیر بنویسیم:

عدد کوانتومی اصلی (n)	تعداد زیرلایه (n)	عدد کوانتومی فرعی (l)	نماد زیرلایه (nl)	گنجایش الکترونی زیرلایه (۴l + ۲)	گنجایش الکترونی لایه ($2n^2$)
n = ۱	۱	l = ۰	۱s	۲	۲
n = ۲	۲	l = ۰	۲s	۲	۸
		l = ۱	۲p	۶	
n = ۳	۳	l = ۰	۳s	۲	۱۸
		l = ۱	۳p	۶	
		l = ۲	۳d	۱۰	
n = ۴	۴	l = ۰	۴s	۲	۳۲
		l = ۱	۴p	۶	
		l = ۲	۴d	۱۰	
		l = ۳	۴f	۱۴	

- جدول بالا نشان می‌دهد که عدد کوانتومی اصلی (**n**) علاوه بر شماره‌ی لایه، تعداد زیرلایه را نیز مشخص می‌کند.

با بررسی بیش‌تر این جدول می‌بینیم که برای محاسبه‌ی **گنجایش هر لایه**، می‌توان از جمله‌ی عمومی $2n^2$ استفاده نمود. گنجایش ۴ لایه‌ی الکترونی اول و زیرلایه‌های موجود در این چهار لایه را می‌بینیم:

$n_۱ \rightarrow ۲ \times ۱^۲ = ۲$ $n_۲ \rightarrow ۲ \times ۲^۲ = ۸$ $n_۳ \rightarrow ۲ \times ۳^۲ = ۱۸$ $n_۴ \rightarrow ۲ \times ۴^۲ = ۳۲$



این‌جا چی داریم؟

- **درک مفهوم اصل آفبا - کسب مهارت نوشتن آرایش الکترونی اتم، طبق اصل آفبا**
- **آشنایی با مفهوم لایه‌ی ظرفیت و الکترون‌های ظرفیت**
- **کسب مهارت یافتن شماره‌ی دوره و گروه عنصر، با توجه به آرایش الکترونی اتم و تقویت آن**

آرایش الکترونی اتم (صفحات ۳۰ تا ۳۴ کتاب درسی)

رفتار و ویژگی‌های هر اتم را می‌توان از روی آرایش الکترونی آن توضیح داد. بنابراین یافتن آرایش درست الکترون‌ها در هر اتم، از اهمیت بسیاری برخوردار است. مطابق مدل کوانتومی برای به‌دست آوردن آرایش الکترونی اتم‌ها، باید الکترون‌های اتم هر عنصر، در زیرلایه‌ها با نظم و ترتیب معینی توزیع شود. در واقع آرایش الکترونی اتم‌ها، نحوه‌ی قرارگیری الکترون‌ها در لایه‌ها و زیرلایه‌ها را نشان می‌دهد.

قاعده‌ی آفبا

الکترون‌ها با نظمی مشخص و طبق قاعده‌ی معین در لایه‌ها و زیرلایه‌ها قرار می‌گیرند. قاعده‌ی آفبا، ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها را در اتم‌های گوناگون نشان می‌دهد.

- **Aufbau** واژه‌ای آلمانی به‌معنای ساختن یا افزایش گام‌به‌گام است.

مطابق این قاعده، هنگام افزودن الکترون به زیرلایه‌ها، نخست زیرلایه‌های نزدیک‌تر به هسته پر می‌شوند که دارای انرژی کم‌تری هستند و سپس زیرلایه‌های با انرژی بالاتر پر خواهند شد. به‌عبارتی، ترتیب پرشدن زیرلایه‌های الکترونی در یک اتم به انرژی هر زیرلایه وابسته است.

- انرژی زیرلایه‌ها به n و $n + l$ وابسته است. هر چه $n + l$ برای یک زیرلایه کم‌تر باشد، انرژی آن کم‌تر بوده و زودتر از الکترون پر می‌شود.
- اگر $n + l$ برای دو زیرلایه یکسان باشد، زیرلایه‌ی با n کم‌تر، انرژی کم‌تری دارد و زودتر از الکترون پر می‌شود.

ترتیب پرشدن زیرلایه‌های الکترونی هر اتم بر طبق قاعده‌ی آفبا، به‌صورت زیر است:

$$1s^2 / 2s^2\ 2p^6 / 3s^2\ 3p^6 / 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6 / 5s^2\ 4d^{10}\ 5p^6 / 6s^2\ 4f^{14}\ 5d^{10}\ 6p^6 / 7s^2\ 5f^{14}\ 6d^{10}\ 7p^6 / 8s^2\ 5g^{18}\ 6f^{14}\ 7d^{10}\ 8p^6$$

با استفاده از قاعده‌ی آفبا و ترتیب پرشدن زیرلایه‌ها، می‌توانیم آرایش الکترونی گسترده‌ی اتم‌های **Li**، **Mg**، **P** و **Co** را به‌صورت زیر بنویسیم.

$_{27}Co : 1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6 3d^7\ 4s^2$ $_{15}P : 1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^3$ $_{12}Mg : 1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2$ $_{3}Li: 1s^2\ 2s^1$

عدم پیروی از قاعده‌ی آفبا

قاعده‌ی آفبا، آرایش الکترونی اتم اغلب عنصرها را به‌درستی پیش‌بینی می‌کند. اما برای اتم برخی عنصرهای جدول نارسایی دارد. امروزه به‌کمک روش‌های طیف‌سنجی پیشرفته، آرایش الکترونی چنین اتم‌هایی را با دقت تعیین می‌کنند.

طبق داده‌های طیف‌سنجی، آرایش الکترونی برخی عناصر از قاعده‌ی آفبا پیروی نمی‌کنند. برای نمونه، هر یک از اتم‌های کروم و مس در بیرونی‌ترین زیرلایه‌ی خود یعنی زیرلایه‌ی **۴s**، تنها یک الکترون دارند. درحالی‌که طبق قاعده‌ی آفبا، زیرلایه‌ی **۴s** ابتدا باید از $2e^-$ کاملا پر شود تا به‌سراغ پرکردن زیرلایه‌ی **۳d** برویم.

آرایش الکترونی اتم‌های کروم و مس به‌صورت زیر هستند:

$_{29}Cu : 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^1$ $\qquad$ $_{24}Cr : 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^5\ 4s^1$

می‌بینیم که آرایش الکترونی اتم‌های کروم و مس، از قاعده‌ی آفبا پیروی نمی‌کنند. چرا که طبق اصل آفبا، ابتدا زیرلایه‌ی **۴s** پر شده و پس از آن، الکترون وارد زیرلایه‌ی **۳d** می‌شود. درحالی‌که در آرایش الکترونی این دو اتم، پیش از پرشدن زیرلایه‌ی **۴s** از دو الکترون، زیرلایه‌ی **۳d** از الکترون اشغال شده است.

- در میان **۳۶** عنصر نخست جدول دوره‌ای، تنها اتمِ دو عنصر کروم و مس از قاعده‌ی آفبا پیروی نمی‌کنند.
- $_{24}Cr$ نخستین عنصری است که از قاعده‌ی آفبا پیروی نمی‌کند.
- طبق آرایش الکترونی کروم و مس، نتیجه می‌گیریم که اگر در آرایش الکترونی اتمی خنثی به $3d^4$ یا $3d^9$ رسیدیم، یک الکترون از زیرلایه‌ی **۴s** خارج کرده و به زیرلایه‌ی **۳d** منتقل می‌کنیم و آن‌ها را به $3d^5$ و $3d^{10}$ تبدیل می‌کنیم.

به‌طور کلی هرگاه با تبادل یک الکترون بین دو زیر لایه‌ی مجاور بتوانیم زیر لایه‌ها را به حالت پر یا نیمه‌پر تبدیل کنیم، عدم پیروی از قاعده‌ی آفبا صورت می‌گیرد که آرایش الکترونی عنصرهای کروم و مس، نمونه‌ای از آن هستند.

۲۹- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

R۱۴۰۰

- **هر زیرلایه با اعداد کوانتومی n و l، مشخص می‌شود.**
- **ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها، تنها به عدد کوانتومی اصلی وابسته است.**
- **از رابطه‌ی $a = 4l + 2$، گنجایش الکترونی زیرلایه‌ها (a) را می‌توان معین کرد.**
- **در اتم $_{29}Cu$، نسبت شمار الکترون‌های دارای $l = 0$ به $l = 2$، برابر ۰/۷ است.**

۱) ۱ $\qquad$ ۲) ۲ $\qquad$ ۳) ۳ $\qquad$ ۴) ۴

۳۰- با توجه به داده‌های جدول زیر، که به عنصرهای دوره‌ی چهارم جدول تناوبی مربوط است، کدام مطلب درست است؟

T۱۴۰۰

ویژگی	عنصرها			
	A	D	E	m
شمار نوترون‌ها در هسته‌ی اتم	۲۸	۴۵	۲۶	۳۹
نسبت شمار الکترون‌های ظرفیتی به شمار الکترون‌های لایه‌ی اول الکترونی اتم	۳	۳/۵	۲	۱/۵
نوع عنصر	واسطه	اصلی	واسطه	اصلی

۱) عدد جرمی عنصر A برابر ۵۲ است؛ میان عنصرهای E و M در جدول تناوبی، ۸ عنصر فلزی جای دارد.
۲) شعاع اتمی عنصر E از عنصر M بزرگ‌تر و تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در اتم عنصر D، برابر ۱۲ است.
۳) A و M در ترکیب‌های خود، به‌صورت کاتیون $+3$ وجود دارند؛ عنصر D، با هیدروژن در دمای اتاق واکنش می‌دهد.
۴) آرایش الکترونی اتم عنصر A، از قاعده‌ی آفبا پیروی نمی‌کند؛ شمار الکترون‌ها با $l = 2$ در اتم عناصر D و E، برابر است.

۳۱- با کدام گزینه‌ها، مفهوم علمی جمله‌ی زیر به‌درستی کامل می‌شود؟
T'۱۴۰۰ «در میان عنصرهای واسطه‌ی دوره‌ی چهارم جدول تناوبی، دو عنصر وجود دارند که در اتم آن‌ها ..... »
آ) ده الکترون، عددهای کوانتومی $n = ۳$ و $l = ۲$ دارند.
ب) یک الکترون، عددهای کوانتومی $n = ۳$ و $l = ۰$ دارد.
پ) در آخرین لایه‌ی الکترونی، تنها یک الکترون وجود دارد.
ت) دوازده الکترون، عددهای کوانتومی $n = ۳$ و $l = ۱$ دارند.
۱) آ، ب ۲) پ، ت ۳) آ، پ ۴) ب، ت

۳۲- $n + l$ برای a الکترون ظرفیتی اتم کروم ($_{۲۴}Cr$) برابر m است و برای b الکترون ظرفیتی دیگر، برابر x است. a، m، b و x، به‌ترتیب از راست به چپ کدام عددها می‌توانند باشند؟
R۹۹
۱) ۱، ۴، ۵، ۵ ۲) ۲، ۴، ۴، ۵ ۳) ۲، ۵، ۴، ۵ ۴) ۱، ۵، ۴، ۵

آرایش الکترونی فشرده

در آرایش الکترونی فشرده از نماد گاز نجیب به‌جای بخشی از آرایش الکترونی استفاده می‌شود. برای دست‌یابی به آرایش فشرده، نخست آرایش الکترونی اتم موردنظر به‌صورت گسترده نوشته و بخشی از آرایش الکترونی که همانند آرایش یک گاز نجیب است را با عبارت [نماد گاز نجیب] جایگزین می‌کنیم. سپس هر آن‌چه از آرایش الکترونی گسترده باقی مانده است را پس از نماد گاز نجیب می‌نویسیم.

آرایش الکترونی : [گاز نجیب قبلی] $ns^{۲} / (n-۳)g^{۱۸} / (n-۲)f^{۱۴} / (n-۱)d^{۱۰} / np^{۶}$
$n \geq ۸$ $n \geq ۶$ $n \geq ۴$ $n \geq ۲$

به آرایش الکترونی فشرده‌ی چند اتم توجه کنید:

$_{۸}O : [He]\ ۲s^{۲}\ ۲p^{۴}$ $_{۱۹}K : [Ar]\ ۴s^{۱}$ $_{۱۵}P : [Ne]\ ۳s^{۲}\ ۳p^{۳}$ $_{۲۷}Co : [Ar]\ ۳d^{۷}\ ۴s^{۲}$

$_{۲۵}Mn : [Ar]\ ۳d^{۵}\ ۴s^{۲}$ $_{۲۱}Sc : [Ar]\ ۳d^{۱}\ ۴s^{۲}$ $_{۳۵}Br : [Ar]\ ۳d^{۱۰}\ ۴s^{۲}\ ۴p^{۵}$ $_{۳۰}Zn : [Ar]\ ۳d^{۱۰}\ ۴s^{۲}$

اطلاعات موجود در آرایش الکترونی

آرایش الکترونی اتم‌ها اطلاعاتی هم‌چون لایه‌ی ظرفیت، دوره، الکترون‌های ظرفیتی، گروه، دسته و آرایش الکترون نقطه‌ای در دل خود دارد.

دسته: در آرایش الکترونی یک اتم، هر زیرلایه‌ای که در حال پر شدن باشد، اتم متعلق به آن **دسته** است. مثلاً اتم سدیم متعلق به دسته‌ی **s** است. زیرا زیرلایه‌ی **s** آن در حال پر شدن است. به‌طور کلی عناصر گروه **۱** و **۲** و عنصر هلیم از گروه **۱۸** متعلق به دسته‌ی **s**، عناصر گروه **۳** تا **۱۲** متعلق به دسته‌ی **d** و **f** و عناصر گروه **۱۳** تا **۱۸** به‌جز هلیم، متعلق به دسته‌ی **p** هستند.

- به‌دلیل این‌که در اتم هلیم، زیرلایه‌ی **1s** در حال پر شدن است، این عنصر جزو عناصر دسته‌ی **s** محسوب می‌شود. اما به‌دلیل تشابه خواص شیمیایی با گازهای نجیب، در گروه **۱۸** جای گرفته است و در گروه **۲** قرار ندارد.

لایه‌ی ظرفیت و دوره: اهمیت آرایش الکترونی فشرده، به‌دلیل نمایش آرایش الکترون‌ها در بیرونی‌ترین لایه، به‌نام **لایه‌ی ظرفیت** اتم است.

- در واقع لایه‌ی ظرفیت، بیرونی‌ترین لایه‌ی دارای الکترون هر اتم است که شماره‌ی دوره را نیز مشخص می‌کند.
- شماره‌ی لایه‌ی ظرفیت را از روی بزرگ‌ترین ضریب در آرایش الکترونی نیز می‌توان مشخص کرد.

الکترون‌های ظرفیتی: الکترون‌های موجود در لایه‌ی ظرفیت اتم، الکترون‌های ظرفیتی آن اتم هستند که رفتار شیمیایی آن اتم را تعیین می‌کنند. الکترون‌های ظرفیتی عنصرهای هر دسته به‌صورت زیر تعیین می‌شوند.

مجموع توان s و p ← عناصر دسته‌ی p **مجموع توان s و d ← عناصر دسته‌ی d** **توان s ← عناصر دسته‌ی s**

گروه: با استفاده از شمار الکترون‌های ظرفیتی هر عنصر می‌توانیم به شماره‌ی گروه آن عنصر پی ببریم.

- در عناصر دسته‌ی **s** و **d**، شماره‌ی گروه همان شمار الکترون‌های ظرفیتی است.
- در عناصر دسته‌ی **p** شماره‌ی گروه معادل است با شمار الکترون‌های ظرفیتی **+ ۱۰**
- هر عنصری که در آرایش الکترونی فشرده‌ی خود زیرلایه‌ی **p** داشته باشد، قطعا جزو عناصر دسته‌ی **p** است.

نکته‌ی مهم: در نوشتن آرایش الکترونی عناصری با عدد اتمی **۲۱** تا **۳۰** به‌جز کروم، مس و روی، ده‌گان عدد اتمی توان **s** و یکان توان **d** است.

عدد اتمی **۲۶**: **۲** ← توان **s** و **۶** ← توان **d**. $_{26}Fe : [Ar]\ 4s^2\ 3d^6$

بدین ترتیب با دانستن دسته، لایه‌ی ظرفیت و الکترون ظرفیتی هر عنصر، می‌توانیم به موقعیت آن عنصر یعنی دوره و گروه آن در جدول تناوبی پی ببریم. در جدول زیر، اطلاعات قابل استخراج از آرایش الکترونی به‌صورت کاربردی دسته‌بندی شده‌اند:

دسته	الکترون‌های ظرفیت	شماره‌ی گروه	لایه‌ی ظرفیت و دوره
s	توان s	شمار الکترون‌های ظرفیت	شماره‌ی بزرگ‌ترین ضریب در آرایش الکترونی
d	مجموع توان s و d		
p	مجموع توان s و p	شمار الکترون‌های ظرفیت + ۱۰	

۳۳- اگر عنصر E از گروه ۱۵ با عنصر G که عدد اتمی آن برابر ۳۴ است، هم‌دوره باشد، عدد اتمی عنصر E کدام است و در بیرونی‌ترین زیرلایه‌ی الکترونی آن، چند الکترون وجود دارد؟ R۹۰

۱) ۳۳ – ۳ ۲) ۳۵ – ۳ ۳) ۳۳ – ۵ ۴) ۳۵ – ۵

۳۴- کدام موارد از مطالب زیر، درست‌اند؟ R'۹۸

آ) سومین لایه‌ی الکترونی اتم، زیرلایه‌های 3s ، 3p و 3d را در بر 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 ۳s ، ۳p از الکترون پر می‌شوند.

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

۳۵- درباره‌ی اتم $^{۶۰}_{۲۷}M$ کدام موارد از مطالب زیر درست است؟

R'۱۴۰۰ آ) یکی از ایزوتوپ‌های آن، اتم $^{۶۰}_{۲۸}A$ است.

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

پ) مجموع الکترون‌های دارای عددهای کوانتومی $l = ۰$ و $l = ۱$ در آن، برابر ۲۰ است.

ت) تفاوت شمار الکترون‌های زیرلایه‌ی d آن با شمار الکترون‌های زیرلایه‌ی d اتم ^{۲۴}X ، برابر ۳ است.

۱) آ، ب ۲) ب، پ ۳) ب، پ، ت ۴) آ، پ، ت

۳۶- چند مورد از مطالب زیر، درست است؟

R'۹۹
- در عنصرهای اصلی، به لایه‌ی آخر هر اتم، لایه‌ی ظرفیت گفته می‌شود.
- انرژی زیرلایه‌ی ۵d از زیرلایه‌ی ۶p کمتر و از زیرلایه‌ی ۴f بیش‌تر است.
- عنصری که اتم آن در لایه‌ی ظرفیت خود الکترون بیشتری دارد، واکنش‌پذیری بیشتری دارد.
- گنجایش الکترونی زیرلایه‌ی $l = ۴$ یک اتم، با شمار عنصرهای دوره‌ی پنجم جدول تناوبی، برابر است.
- دو یا چند عنصر که شمار الکترون‌های ظرفیتی آن‌ها برابر باشد، در یک گروه جدول تناوبی جای دارند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۷- اتم‌های موجود در یک مکعب به ابعاد ۴ سانتی‌متر از فلز منگنز، به‌تقریب دارای چند مول الکترون ظرفیتی است؟

R۱۴۰۰ (جرم هر سانتی‌متر مکعب از فلز منگنز را برابر ۷/۵ گرم در نظر بگیرید، $^{۲۵}Mn = ۵۵g.mol^{-۱}$)

۱) ۵۷/۵ ۲) ۶۱/۱ ۳) ۶۵/۸ ۴) ۶۷/۲

آرایش الکترونی یون

۱- آرایش الکترونی کاتیون‌ها: برای نوشتن آرایش الکترونی کاتیون‌ها، به تعداد بار الکتریکی، از بیرونی‌ترین زیرلایه به‌ترتیب الکترون کم می‌کنیم. یعنی ابتدا تمام الکترون‌های بیرونی‌ترین زیرلایه را حذف می‌کنیم و سپس به سراغ زیرلایه‌ی داخلی‌تر می‌رویم.

آرایش یون‌های $Fe^{۲+}$ و $Fe^{۳+}$ به‌صورت زیر خواهد بود:

$$Fe : [Ar]\ ۳d^{۶}\ ۴s^{۲} \xrightarrow{-۲e} Fe^{۲+} : [Ar]\ ۳d^{۶} \xrightarrow{-e} Fe^{۳+} : [Ar]\ ۳d^{۵}$$

همان‌گونه که می‌بینیم، آرایش الکترونی یون‌های $Fe^{۲+}$ و $Fe^{۳+}$ همانند آرایش الکترونی هیچ گاز نجیبی نیست.

- آرایش الکترونی کاتیون‌ها لزوماً به آرایش الکترونی گاز نجیب نمی‌رسند.

۳۸- در بالاترین لایه‌ی اشغال شده‌ی کدام یون گازی، هشت الکترون وجود دارد؟

R'۹۶ ۱) $^{۳۳}As^{+}$ ۲) $^{۲۲}Ti^{۲+}$ ۳) $^{۳۰}Zn^{۲+}$ ۴) $^{۳۴}Se^{۲-}$

۳۹- آرایش الکترونی کاتیون در $CoCl_3$، کدام است؟ (کبالت در دوره‌ی ۴ و گروه ۹ جدول تناوبی جای دارد.)

R۹۱ ۱) $[_{18}Ar]\ 3d^7$ ۲) $[_{18}Ar]\ 3d^6$ ۳) $[_{18}Ar]\ 4s^2\ 4p^4$ ۴) $[_{18}Ar]\ 4s^2\ 4p^5$

۴۰- آرایش الکترونی $[_{18}Ar]\ 3d^8\ 4s^2$ به ..... تعلق دارد که یک ..... و در گروه ..... جدول تناوبی قرار دارد.

R'۹۲ ۱) $_{28}Ni$ - عنصر واسطه - ۱۰ ۲) $_{29}Cu^{2+}$ - کاتیون عنصر واسطه - ۱۲

۳) $_{28}Ni$ - عنصر واسطه - ۱۸ ۴) $_{29}Cu^{2+}$ - کاتیون عنصر واسطه - ۹

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

R'۹۴ ۱) $_{27}^{60}Co^{2+}$ ، $_{32}Ge^{2+}$ ۲) $_{29}^{64}Cu^{+}$ ، $_{32}Ge^{2+}$ ۳) $_{27}^{60}Co^{2+}$ ، $_{31}Ga^{3+}$ ۴) $_{29}^{64}Cu^{+}$ ، $_{31}Ga^{3+}$

۴۲- اگر تفاوت شمار الکترون‌ها با نوترون‌ها در یون پایدار $_{A}^{75}A^{3-}$ برابر ۶ باشد، عنصر A، ..... از گروه ..... و دوره‌ی ..... در جدول تناوبی است و می‌تواند با کلر ترکیبی با فرمول ..... تشکیل دهد.

R'۹۲ ۱) شبه‌فلزی _ ۱۵ _ پنجم _ ACl_3 ۲) نافلزی _ ۱۶ _ چهارم _ ACl_5

۳) شبه‌فلزی _ ۱۵ _ چهارم _ ACl_5 ۴) نافلزی _ ۱۶ _ پنجم _ ACl_3

آ- آرایش الکترونی **کاتیون فلزهای واسطه**، اغلب به آرایش گاز نجیب نمی‌رسند و فقط آرایش الکترونی برخی از آن‌ها به گاز نجیب می‌رسد.

به‌عنوان مثال آرایش الکترونی $_{21}Sc^{3+}$ به گاز نجیب آرگون می‌رسد اما آرایش الکترونی $_{30}Zn^{2+}$ به آرایش الکترونی گاز نجیب نمی‌رسد.

$$_{23}V:[Ar]\ 3d^3\ 4s^2 \xrightarrow{-2e} {}_{23}V^{2+}:[Ar]\ 3d^3 \xrightarrow{-e} {}_{23}V^{3+}:[Ar]\ 3d^2$$

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

$$_{30}Zn:[Ar]\ 3d^{10}\ 4s^2 \xrightarrow{-2e} {}_{30}Zn^{2+}:[Ar]\ 3d^{10}$$

اسکاندیم نخستین فلز واسطه در جدول دوره‌ای است که در وسایل خانه مانند تلویزیون رنگی و برخی شیشه‌ها وجود دارد. کاتیون این فلز در ترکیب‌هایش، **+۳** است که به آرایش گاز نجیب آرگون می‌رسد. آرایش الکترون الکترونی اتم و یون پایدار اتم این عنصر را در زیر می‌بینیم.

$$_{21}Sc:[Ar]\ 3d^1\ 4s^2 \xrightarrow{-3e} {}_{21}Sc^{3+}:[Ar] \qquad _{39}Y:[Kr]\ 4d^1\ 5s^2 \xrightarrow{-3e} {}_{39}Y^{3+}:[Kr]$$

ب- آرایش الکترونی **کاتیون فلزهای اصلی**، اغلب به آرایش گاز نجیب می‌رسند و فقط آرایش الکترونی برخی از آن‌ها به گاز نجیب نمی‌رسد.

به‌عنوان مثال آرایش الکترونی $_{50}Sn^{2+}$ به آرایش الکترونی گاز نجیب نمی‌رسد اما آرایش الکترونی $_{13}Al^{3+}$ به گاز نجیب نئون می‌رسد.

$$_{3}Li:[He]\ 2s^1 \xrightarrow{-e} {}_{3}Li^{+}:[He]$$

$$_{13}Al:[Ne]\ 3s^2\ 3p^1 \xrightarrow{-3e} {}_{13}Al^{3+}:[Ne]$$

$$_{50}Sn:[Kr]\ 4d^{10}\ 5s^2\ 5p^2 \xrightarrow{-2e} {}_{50}Sn^{2+}:[Kr]\ 4d^{10}\ 5s^2$$

همان‌طورکه می‌بینیم، آرایش الکترونی کاتیون‌های فلزات واسطه‌ی روی، کروم و وانادیم، شبیه هیچ گاز نجیبی نیست. درحالی‌که کاتیون‌های فلزات اصلی لیتیم و آلومینیم به آرایش الکترونی گاز نجیب قبلی خود رسیده‌اند.

- به‌طور کلی اگر در آرایش الکترونی گونه‌ای، زیرلایه‌ی **d** به‌تنهایی دیده شود، قطعا آن گونه کاتیونی از فلزات دسته‌ی **p** یا **d** است.
- آرایش الکترونی برخی گونه‌ها یکسان است و گاهی یک آرایش الکترونی را می‌توان به چند گونه نسبت داد. به‌عنوان مثال، آرایش الکترونی $[Ar]\ 3d^3$ را می‌توان به کاتیون‌های $_{24}Cr^{3+}$ و $_{23}V^{2+}$، آرایش الکترونی $[Ar]\ 3d^5$ را می‌توان به کاتیون‌های $_{26}Fe^{3+}$ و $_{25}Mn^{2+}$ و آرایش الکترونی $[Ar]\ 3d^6$ را می‌توان به کاتیون‌های $_{27}Co^{3+}$ و $_{26}Fe^{2+}$ نسبت داد. بنابراین با دیدن آرایش الکترونی مربوط به کاتیون‌های واسطه، دقت بیش‌تری در پیدا کردن فلز مربوطه داشته باشید.

۴۳- 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؟ R'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 به‌صورت XA وجود داشته باشد.
ت) A، نافلزی هم‌گروه با عنصر $_{34}D$ و هم‌دوره با عنصر $_{13}E$ در جدول تناوبی است.

۱) آ، ب ۲) آ، ت ۳) ب، پ ۴) پ، ت

۴۴- در یون فلزی $_{65}M^{2+}$، تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها برابر ۷ است، کدام موارد از مطالب زیر، درباره‌ی عنصر M درست است؟ T۱۴۰۰

آ) اتم آن دارای ۸ الکترون با عدد کوانتومی $l = 0$ است.
ب) عنصری از گروه ۱۱ در دوره‌ی چهارم جدول تناوبی با عدد اتمی ۲۹ است.
پ) شمار الکترون‌های دارای $l = 1$ در اتم آن، ۱/۲ برابر شمار الکترون‌های دارای $l = 2$ است.
ت) شمار الکترون‌های آخرین زیرلایه‌ی اشغال شده‌ی 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

۲- آرایش الکترونی آنیون‌ها: برای نوشتن آرایش الکترونی آنیون‌ها، به تعداد بار الکتریکی به بیرونی‌ترین زیرلایه، الکترون اضافه می‌کنیم.

$$_8O: [He]\ 2s^2\ 2p^4 \xrightarrow{+2e} {}_8O^{2-}: [He]\ 2s^2\ 2p^6$$

$$_{15}P: [Ne]\ 3s^2\ 3p^3 \xrightarrow{+3e} {}_{15}P^{3-}: [Ne]\ 3s^2\ 3p^6$$

$$_{35}Br: [Ar]\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^5 \xrightarrow{+e} {}_{35}Br^{-}: [Ar]\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^6$$

- آرایش الکترونی آنیون‌ها حتما به آرایش الکترونی گاز نجیب بعد از خود می‌رسد.

ایزوالکترون: در نوشتن آرایش الکترونی، فقط تعداد الکترون مهم است. برخی گونه‌ها با از دست دادن الکترون و برخی دیگر با گرفتن الکترون، به آرایش الکترونی مشابه گاز نجیب رسیده و اصطلاحاً هم‌الکترون می‌شوند. برخی دیگر نیز با وجود از دست دادن الکترون، به آرایش گاز نجیب نمی‌رسند اما شمار الکترون‌های یکسانی دارند. به این گونه‌ها، هم‌الکترون (ایزوالکترون) می‌گویند.

۴۵- کدام سه گونه‌ی شیمیایی، آرایش الکترونی یکسانی دارند؟

T۹۲

۱) $_{۵۳}I^-$ ، $_{۵۴}Xe$ ، $_{۵۵}Cs^+$
۲) $_{۱۴}Si^{۴-}$ ، $_{۱۵}P^-$ ، $_{۱۶}S^{۲-}$
۳) $_{۱۱}Na^+$ ، $_{۱۹}K^+$ ، $_{۳۷}Rb^+$
۴) $_{۲۷}Co^{۳+}$ ، $_{۲۸}Ni^{۲+}$ ، $_{۲۹}Cu^+$

- آرایش الکترونی یک گاز نجیب را می‌توان هم به یک اتم خنثی، هم به یک آنیون و هم به یک کاتیون نسبت داد.

$Al^{۳+}$ ،$Mg^{۲+}$ ،Na^+ ،**Ne** ،F^- ،$O^{۲-}$ ،$N^{۳-}$ → [He] $۲s^۲ ۲p^۶$

$Sc^{۳+}$ ،$Ca^{۲+}$ ،K^+ ،**Ar** و Cl^- ،$S^{۲-}$ ،$P^{۳-}$ → [Ne] $۳s^۲ ۳p^۶$

۴۶- کدام آرایش الکترونی را می‌توان هم به یک اتم خنثی، هم به یک کاتیون و هم به یک آنیون پایدار نسبت داد؟

T'۹۱

۱) $۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶$
۲) $۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۳$
۳) $۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶ ۳s^۲$
۴) $۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶ ۳s^۲ ۳p^۶ ۳d^{۱۰}$

۴۷- در کدام گزینه، آرایش الکترونی کاتیون و آنیون در هر دو ترکیب، مشابه آرایش الکترونی اتم گاز نجیب دوره‌ی سوم جدول تناوبی است؟

T'۹۵

۱) $CaBr_۲$ ،$Na_۲S$
۲) $CaCl_۲$ ،$K_۲S$
۳) $MgCl_۲$ ،$Na_۲S$
۴) $MgCl_۲$ ،KCl

۴۸- با توجه به داده‌های جدول زیر، کدام مطالب درست است؟ (عنصرهای X، E، D و A در دوره‌ی چهارم جدول تناوبی جای دارند.)

T'۱۴۰۰

ردیف	ویژگی‌ها	یون‌ها			
		$X^{۳+}$	$_{۳۳}E^{۳-}$	$_{۲۹}D^{۲+}$	A^-
۱	شمار الکترون‌های آخرین لایه‌ی اشغال شده	۱۴	۸	۱۷	۸
۲	شمار الکترون‌های دارای عدد کوانتومی $l = ۲$	۶	b	a	۱۰
۳	نسبت شمار الکترون‌های دارای عدد کوانتومی $l = ۱$ به $l = ۰$	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 هم دوره‌اش، برابر ۸ است.
- عنصر E در واکنش با عنصر $_{۱۳}M$ ، 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

تمرین مهم: آرایش الکترونی اتم‌ها و یون‌های زیر را بنویسید. در هر مورد، اطلاعات قابل استخراج از آرایش الکترونی را بنویسید.

$_{8}O$: $[_{2}He]\ 2s^2\ 2p^4$ ۱۶/۶/۲/۲/p	$_{25}Mn$: $[_{18}Ar]\ 3d^5\ 4s^2$ ۷/۷/۴/۴/d	$_{19}K$: $[_{18}Ar]\ 4s^1$ ۱/۱/۴/۴/s
$_{7}N$: $[_{2}He]\ 2s^2\ 2p^3$ ۱۵/۵/۲/۲/p	$_{16}S$: $[_{10}Ne]\ 3s^2\ 3p^4$ ۱۶/۶/۳/۳/p	$_{27}Co$: $[_{18}Ar]\ 3d^7\ 4s^2$ ۹/۹/۴/۴/d
$_{34}Se$: $[_{18}Ar]\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^4$ ۱۶/۶/۴/۴/p	$_{20}Ca$: $[_{18}Ar]\ 4s^2$ ۲/۲/۴/۴/s	$_{31}Ga$: $[_{18}Ar]\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^1$ ۱۳/۳/۴/۴/p
$_{18}Ar$: $[_{10}Ne]\ 3s^2\ 3p^6$ ۱۸/۸/۳/۳/p	$_{1}H$: $1s^1$ ۱/۱/۱/۱/s	$_{12}Mg$: $[_{10}Ne]\ 3s^2$ ۲/۲/۳/۳/s
$_{11}Na$: $[_{10}Ne]\ 3s^1$ ۱/۱/۳/۳/s	$_{26}Fe$: $[_{18}Ar]\ 3d^6\ 4s^2$ ۸/۸/۴/۴/d	$_{6}C$: $[_{2}He]\ 2s^2\ 2p^2$ ۱۴/۴/۲/۲/p
$_{33}As$: $[_{18}Ar]\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^3$ ۱۵/۵/۴/۴/p	$_{36}Kr$: $[_{18}Ar]\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^6$ ۱۸/۸/۴/۴/p	$_{24}Cr$: $[_{18}Ar]\ 3d^5\ 4s^1$ ۶/۶/۴/۴/d
$_{9}F$: $[_{2}He]\ 2s^2\ 2p^5$ ۱۷/۷/۲/۲/p	$_{14}Si$: $[_{10}Ne]\ 3s^2\ 3p^2$ ۱۴/۴/۳/۳/p	$_{32}Ge$: $[_{18}Ar]\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^2$ ۱۴/۴/۴/۴/p
$_{3}Li$: $[_{2}He]\ 2s^1$ ۱/۱/۲/۲/s	$_{10}Ne$: $[_{2}He]\ 2s^2\ 2p^6$ ۱۸/۸/۲/۲/p	$_{22}Ti$: $[_{18}Ar]\ 3d^2\ 4s^2$ ۴/۴/۴/۴/d
$_{13}Al$: $[_{10}Ne]\ 3s^2\ 3p^1$ ۱۳/۳/۳/۳/p	$_{21}Sc$: $[_{18}Ar]\ 3d^1\ 4s^2$ ۳/۳/۴/۴/d	$_{4}Be$: $[_{2}He]\ 2s^2$ ۲/۲/۲/۲/s
$_{35}Br$: $[_{18}Ar]\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^5$ ۱۷/۷/۴/۴/p	$_{23}V$: $[_{18}Ar]\ 3d^3\ 4s^2$ ۵/۵/۴/۴/d	$_{15}P$: $[_{10}Ne]\ 3s^2\ 3p^3$ ۱۵/۵/۳/۳/p
$_{29}Cu$: $[_{18}Ar]\ 3d^{10}\ 4s^1$ ۱۱/۱۱/۴/۴/d	$_{17}Cl$: $[_{10}Ne]\ 3s^2\ 3p^5$ ۱۷/۷/۳/۳/p	$_{28}Ni$: $[_{18}Ar]\ 3d^8\ 4s^2$ ۱۰/۱۰/۴/۴/d
$_{5}B$: $[_{2}He]\ 2s^2\ 2p^1$ ۱۳/۳/۲/۲/p	$_{53}I$: $[_{36}Kr]\ 4d^{10}\ 5s^2\ 5p^5$ ۱۷/۷/۵/۵/p	$_{30}Zn$: $[_{18}Ar]\ 3d^{10}\ 4s^2$ ۱۲/۱۲/۴/۴/d

$_{55}Cs$: $[_{54}Xe]\ 6s^1$ ۱/۱/۶/۶/s	$_{54}Xe$: $[_{36}Kr]\ 4d^{10}\ 5s^2\ 5p^6$ ۱۸/۸/۵/۵/p	$_{38}Sr$: $[_{36}Kr]\ 5s^2$ ۲/۲/۵/۵/s
$_{52}Te$: $[_{36}Kr]\ 4d^{10}\ 5s^2\ 5p^4$ ۱۶/۶/۵/۵/p	$_{37}Rb$: $[_{36}Kr]\ 5s^1$ ۱/۱/۵/۵/s	$_{47}Ag$: $[_{36}Kr]\ 4d^{10}\ 5s^1$ ۱۱/۱۱/۵/۵/d
$_{50}Sn$: $[_{36}Kr]\ 4d^{10}\ 5s^2\ 5p^2$ ۱۴/۴/۵/۵/p	$_{49}In$: $[_{36}Kr]\ 4d^{10}\ 5s^2\ 5p^1$ ۱۳/۳/۵/۵/p	$_{51}Sb$: $[_{36}Kr]\ 4d^{10}\ 5s^2\ 5p^3$ ۱۵/۵/۵/۵/p
$_{56}Ba$: $[_{54}Xe]\ 6s^2$ ۲/۲/۶/۶/s	$_{42}Mo$: $[_{36}Kr]\ 4d^5\ 5s^1$ ۶/۶/۵/۵/d	$_{43}Tc$: $[_{36}Kr]\ 4d^5\ 5s^2$ ۷/۷/۵/۵/d
$_{12}Mg^{2+}$	$_{7}N^{3-}$	$_{21}Sc^{3+}$
$_{24}Cr^{2+}$	$_{35}Br^{-}$	$_{16}S^{2-}$
$_{8}O^{2-}$	$_{17}Cl^{-}$	$_{19}K^{+}$
$_{26}Fe^{2+}$	$_{15}P^{3-}$	$_{24}Cr^{3+}$
$_{29}Cu^{+}$	$_{31}Ga^{3+}$	$_{33}As^{3-}$
$_{23}V^{3+}$	$_{30}Zn^{2+}$	$_{29}Cu^{2+}$
$_{28}Ni^{2+}$	$_{26}Fe^{3+}$	$_{25}Mn^{2+}$
$_{13}Al^{3+}$	$_{11}Na^{+}$	$_{3}Li^{+}$
$_{23}V^{2+}$	$_{9}F^{-}$	$_{20}Ca^{2+}$

@HadiShimi

این‌جا چی داریم؟

- **آشنایی با مفهوم پایداری و واکنش‌پذیری - آشنایی با آرایش هشتایی، به‌عنوان معیاری برای واکنش‌پذیری**
- **کسب مهارت نوشتن مدل الکترون – نقطه‌ای و تقویت آن**
- **آشنایی با راه‌های رسیدن به آرایش هشتایی از طریق تشکیل آنیون و کاتیون**
- **کسب مهارت نوشتن نماد یون پایدار برای برخی عنصرهای گروه‌های اصلی و تقویت آن**

ساختار اتم و رفتار آن (صفحات ۳۴ تا ۳۸ کتاب درسی)

از مدت‌ها پیش شیمی‌دان‌ها پی‌بردند که گازهای نجیب در طبیعت، به‌شکل تک‌اتمی یافت می‌شوند. این واقعیت بیان‌گر این است که این گازها واکنش‌ناپذیر بوده یا واکنش‌پذیری بسیار کمی دارند، از این‌رو پایدارند.

- البته ترکیباتی از کریپتون، زنون و رادون با عناصر واکنش‌پذیر، شناخته شده است.

میان آرایش الکترونی این اتم‌ها، پایداری و واکنش‌ناپذیری آن‌ها رابطه‌ای هست. آرایش الکترونی چهار گاز نجیب نخست را می‌بینیم:

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

در لایه‌ی ظرفیت این اتم‌ها هشت الکترون وجود دارد (به جز هلیم که در تنها لایه‌ی دارای الکترون خود، دو الکترون دارد). با این توصیف می‌توان نتیجه گرفت که بین پایداری و آرایش الکترونی لایه‌ی ظرفیت اتم‌ها باید رابطه‌ای باشد. به‌طوری‌که اگر لایه‌ی ظرفیت اتمی همانند آرایش الکترونی یک گاز نجیب بوده و هشتایی یا دوتایی (پر شده) باشد، آن اتم واکنش‌پذیری چندانی ندارد. به‌دیگر سخن اگر لایه‌ی ظرفیت اتمی چنین نباشد، آن اتم واکنش‌پذیر است.

- در میان گازهای نجیب، هلیم و نئون واکنش‌ناپذیر بوده و واکنش‌پذیری آرگون بسیار ناچیز است.

آرایش الکترون – نقطه‌ای

لوویس برای توضیح و پیش‌بینی رفتار اتم‌ها، آرایشی به‌نام آرایش الکترون – نقطه‌ای ارائه کرد. در این آرایش، الکترون‌های ظرفیت هر اتم پیرامون نماد شیمیایی آن با نقطه نمایش داده می‌شود. به‌این صورت که با توجه به تعداد الکترون‌های ظرفیت، ابتدا چهار طرف نماد عنصر را با تک نقطه پر کرده و سپس در صورت لزوم، تک نقطه‌ها را به جفت نقطه تبدیل می‌کنیم.

برای نمونه، آرایش الکترون – نقطه‌ای اتم‌های کربن، فسفر و آرگون به‌صورت $\cdot\dot{C}\cdot$ $\cdot\dot{P}\cdot$ $:\dot{\underset{\cdot\cdot}{Ar}}:$ می‌باشد.

- وجود تک الکترون در آرایش الکترون – نقطه‌ای، نشانه‌ای از تمایل آن اتم برای انجام واکنش شیمیایی است.

$_{18}Ar$ همانند سایر عنصرهای گروه **۱۸** (به‌جز هلیم) دارای چهار جفت الکترون در آرایش الکترون – نقطه‌ای خود است و تک الکترون ندارد. به‌همین دلیل واکنش‌پذیری آرگون بسیار ناچیز است. درحالی‌که **$_{15}P$** مانند سایر عنصرهای گروه **۱۵** دارای یک جفت الکترون سه تک الکترون در آرایش الکترون – نقطه‌ای خود است و تمایل دارد با گرفتن یا اشتراک گذاشتن سه الکترون، به آرایش پایدار گاز نجیب آرگون برسد.

@Hadishimi

- آرایش الکترون – نقطه‌ای عنصرهای یک گروه یکسان بوده و شمار نقطه‌ها پیرامون نماد شیمیایی آن‌ها یکسان است. زیرا الکترون‌های ظرفیت برابری دارند.
- آرایش الکترون – نقطه‌ای هلیم با سایر عناصر گروه **۱۸** یکسان نیست. زیرا هلیم دو الکترون و سایر عناصر گروه **۱۸**، هشت الکترون دارند.
- در عناصر گروه‌های **۱** و **۲**، شماره‌ی گروه با شمار الکترون‌های ظرفیت یا نقطه‌های پیرامون نماد شیمیایی برابر است.
- در عناصر گروه‌های **۱۳** تا **۱۸** (به‌جز **He**)، شمار الکترون‌های ظرفیت یا نقطه‌های پیرامون نماد شیمیایی ده عدد کم‌تر از شماره‌ی گروه است.

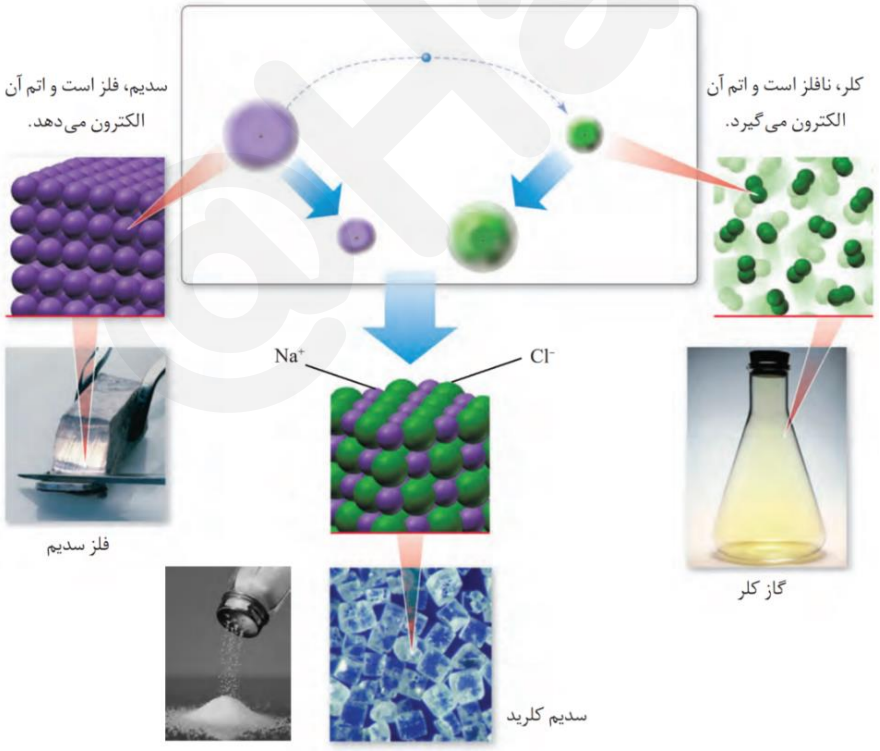
۴۹- شمار الکترون‌های جفت نشده در اتم $_{16}S$ با شمار الکترون‌های جفت نشده در کدام اتم، برابر است؟ R۹۷

۱) $_{24}Cr$ ۲) $_{26}Fe$ ۳) $_{28}Ni$ ۴) $_{31}Ga$

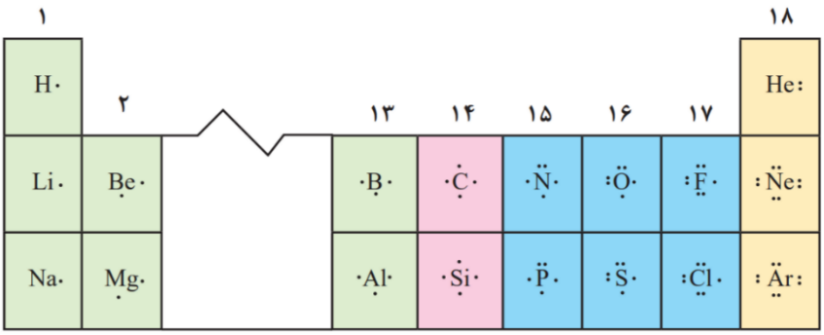
رفتار شیمیایی اتم‌ها

از دست دادن، گرفتن یا به اشتراک گذاشتن الکترون نشانه‌ای از رفتار شیمیایی اتم است. رفتار شیمیایی هر اتم به شمار الکترون‌های ظرفیت آن بستگی دارد. به‌طوری‌که می‌توان دست‌یابی به آرایش گاز نجیب را مبنای رفتار آن‌ها دانست. در واقع اتم‌ها می‌توانند با دادن الکترون، گرفتن الکترون و نیز به اشتراک گذاشتن آن به آرایش یک گاز نجیب برسند و هشتایی یا دوتایی شوند تا پایدارتر گردند.

مطابق شکل زیر هرگاه اتم‌های نقره‌ای رنگ سدیم (**Na**) و گاز زرد رنگ کلر (**Cl_2**) کنار یک‌دیگر قرار گیرند، اتم‌های سدیم با از دست دادن یک الکترون به یون سدیم (**Na^+**) تبدیل شده و به آرایش پایدار گاز نجیب پیش از خود (نئون) می‌رسند. اتم‌های کلر نیز با گرفتن یک الکترون به یون کلرید (**Cl^-**) تبدیل شده و به آرایش پایدار گاز نجیب هم‌دوره‌ی خود (آرگون) می‌رسند. طی این واکنش، ترکیب یونی سدیم کلرید یا همان نمک خوراکی تولید می‌شود.



در جدول زیر با مقایسه‌ی آرایش الکترون – نقطه‌ای اتم‌ها با آرایش الکترون – نقطه‌ای اتم گازهای نجیب، در می‌یابیم که برخی اتم‌ها تمایل دارند با از دست دادن الکترون به آرایش گاز نجیب پیش از خود برسند و برخی اتم‌ها تمایل دارند با گرفتن الکترون به آرایش گاز نجیب پس از خود برسند تا پایدار شوند.



همان‌طور که گفته شد، وجود تک الکترون در آرایش الکترون – نقطه‌ای یک اتم، نشانه‌ای از تمایل آن اتم برای انجام واکنش شیمیایی می‌باشد. عنصر هلیم همانند عنصرهای گروه **۲**، دارای **۲** الکترون ظرفیتی است. اما عنصرهای گروه **۲** در آرایش الکترون – نقطه‌ای خود دارای **۲** نقطه یا تک الکترون هستند. درحالی‌که عنصر هلیم در آرایش الکترون – نقطه‌ای خود یک جفت الکترون دارد.

- وجود دو تک الکترون در اطراف نماد شیمیایی عنصرهای گروه **۲** نشان از تمایل آن‌ها برای انجام واکنش شیمیایی دارد و وجود یک جفت الکترون در اطراف نماد شیمیایی عنصر هلیم، نشان‌دهنده‌ی عدم تمایل اتم این عنصر برای شرکت در واکنش شیمیایی است. بنابراین طبق پیش‌بینی، عنصر هلیم واکنش‌ناپذیر است.

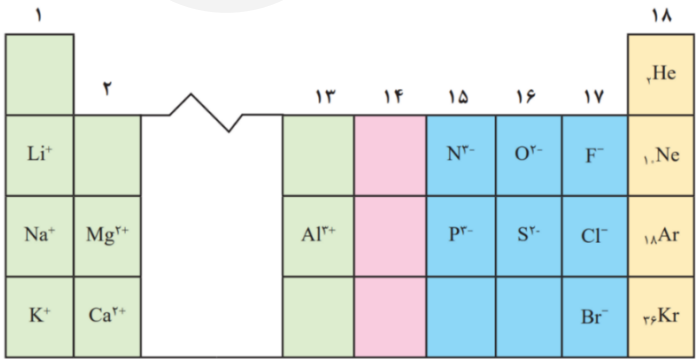
۱- انتظار می‌رود عناصر گروه‌های **۲**،**۱** و **۱۳** به‌ترتیب با از دست دادن **۲**،**۱** و **۳** الکترون به کاتیون تبدیل شوند و به آرایش گاز نجیب دوره‌ی پیش از خود برسند.

۲- درحالی‌که انتظار می‌رود عناصر گروه‌های **۱۵**، **۱۶** و **۱۷** به‌ترتیب با به‌دست آوردن **۳**، **۲** و **۱** الکترون به آنیون تبدیل شوند و به آرایش الکترونی گاز نجیب پس از خود در همان دوره برسند.

۳- انتظار می‌رود عناصر گروه **۱۴** با به‌درست آوردن یا از دست دادن **۴** الکترون به آرایش گاز نجیب قبل یا بعد از خود برسند. اما سریع قضاوت نکنید! بررسی‌ها نشان می‌دهد که اغلب این اتم‌ها، در طبیعت به‌صورت یون در ترکیب‌های گوناگون یافت می‌شوند.

جدول زیر، یون‌های شناخته شده از این اتم‌ها را نشان می‌دهد.

- برخی از عنصرها مانند بور، کربن، سیلیسیم و گازهای نجیب یون شناخته شده ندارد. در واقع این عنصرها هرگز به یون تبدیل نمی‌شوند.



با دقت در جدول بالا، می‌توانیم جمله‌های مهم زیر را نتیجه‌گیری کنیم:

- اگر تعداد الکترون‌های ظرفیت اتمی، کم‌تر یا برابر با سه باشد، آن اتم در شرایط مناسب تمایل دارد که همه‌ی الکترون‌های ظرفیت خود را از دست بدهد و به کاتیون تبدیل شود.
- اغلب اتم عنصرهای گروه **۱** و **۲** و آلومینیم از گروه **۱۳**، در شرایط مناسب با از دست دادن الکترون، به کاتیون تبدیل می‌شوند و به آرایشی همانند آرایش الکترونی گاز نجیب پیش از خود (دوره‌ی قبل) می‌رسند.
- اغلب اتم عنصرهای گروه **۱۵**، **۱۶** و **۱۷**، در شرایط مناسب با به‌دست آوردن الکترون، به آنیون تبدیل می‌شوند و به آرایشی همانند آرایش الکترونی گاز نجیب پس از خود در همان دوره می‌رسند.
- کربن و سیلیسیم از گروه **۱۴**، هیچ یون تک‌اتمی تشکیل نمی‌دهند (یون چند اتمی از کربن و سیلیسیم داریم). یعنی تمایلی برای داد و ستد الکترون ندارند و الکترون به اشتراک می‌گذارند.
- گازهای نجیب نیز همانند کربن و سیلیسیم هیچ یونی تشکیل نمی‌دهند و تمایلی برای داد و ستد الکترون ندارند.

جدول صفحه‌ی بعد، بسیار جامع، مهم و حیاتی است!

@HadiShimi

عنصر	آرایش الکترونی فشرده	دسته	لایه‌ی ظرفیت	الکترون ظرفیتی	گروه	آرایش الکترون - نقطه‌ای	یون پایدار
هیدروژن	$_{1}H : 1s^{1}$	s	۱	۱		H •	H^{+}
هلیم	$_{2}He : 1s^{2}$			۲	۱۸	He:	He
لیتیم	$_{3}Li : [He]\ 2s^{1}$		۲	۱		Li •	Li^{+}
برلیم	$_{4}Be : [He]\ 2s^{2}$			۲		•Be•	Be^{2+}
بور	$_{5}B : [He]\ 2s^{2}\ 2p^{1}$	p		۳	۱۳	• B •	B
کربن	$_{6}C : [He]\ 2s^{2}\ 2p^{2}$			۴	۱۴	• C •	C
نیتروژن	$_{7}N : [He]\ 2s^{2}\ 2p^{3}$			۵	۱۵	• N •	N^{3-}
اکسیژن	$_{8}O : [He]\ 2s^{2}\ 2p^{4}$			۶	۱۶	: O •	O^{2-}
فلوئور	$_{9}F : [He]\ 2s^{2}\ 2p^{5}$			۷	۱۷	: F •	F^{-}
نئون	$_{10}Ne : [He]\ 2s^{2}\ 2p^{6}$			۸	۱۸	:Ne:	Ne
سدیم	$_{11}Na : [Ne]\ 3s^{1}$	s	۳	۱		Na•	Na^{+}
منیزیم	$_{12}Mg : [Ne]\ 3s^{2}$			۲		•Mg•	Mg^{2+}
آلومینیم	$_{13}Al : [Ne]\ 3s^{2}\ 3p^{1}$	p		۳	۱۳	•Al•	Al^{3+}
سیلیسیم	$_{14}Si : [Ne]\ 3s^{2}\ 3p^{2}$			۴	۱۴	•Si•	Si
فسفر	$_{15}P : [Ne]\ 3s^{2}\ 3p^{3}$			۵	۱۵	•P•	P^{3-}
گوگرد	$_{16}S : [Ne]\ 3s^{2}\ 3p^{4}$			۶	۱۶	:S•	S^{2-}
کلر	$_{17}Cl : [Ne]\ 3s^{2}\ 3p^{5}$			۷	۱۷	:Cl•	Cl^{-}
آرگون	$_{18}Ar : [Ne]\ 3s^{2}\ 3p^{6}$			۸	۱۸	:Ar:	Ar
پتاسیم	$_{19}K : [Ar]\ 4s^{1}$	s	۴	۱		K •	K^{+}
کلسیم	$_{20}Ca : [Ar]\ 4s^{2}$			۲		•Ca•	Ca^{2+}
اسکاندیم	$_{21}Sc : [Ar]\ 3d^{1}\ 4s^{2}$	d		۳		–	Sc^{3+}
تیتانیم	$_{22}Ti : [Ar]\ 3d^{2}\ 4s^{2}$			۴			Ti^{2+} - Ti^{4+}
وانادیم	$_{23}V : [Ar]\ 3d^{3}\ 4s^{2}$			۵			V^{2+} - V^{3+}
کروم	$_{24}Cr : [Ar]\ 3d^{5}\ 4s^{1}$			۶			Cr^{2+} - Cr^{3+}
منگنز	$_{25}Mn : [Ar]\ 3d^{5}\ 4s^{2}$			۷			Mn^{2+} - Mn^{4+}
آهن	$_{26}Fe : [Ar]\ 3d^{6}\ 4s^{2}$			۸			Fe^{2+} - Fe^{3+}
کبالت	$_{27}Co : [Ar]\ 3d^{7}\ 4s^{2}$			۹			Co^{2+} - Co^{3+}
نیکل	$_{28}Ni : [Ar]\ 3d^{8}\ 4s^{1}$			۱۰			Ni^{2+} - Ni^{3+}
مس	$_{29}Cu : [Ar]\ 3d^{10}\ 4s^{1}$			۱۱			Cu^{+} - Cu^{2+}
روی	$_{30}Zn : [Ar]\ 3d^{10}\ 4s^{2}$			۱۲			Zn^{2+}
گالیم	$_{31}Ga : [Ar]\ 3d^{10}\ 4s^{2}\ 4p^{1}$	p		۳	۱۳	•Ga•	Ga^{3+}
ژرمانیم	$_{32}Ge : [Ar]\ 3d^{10}\ 4s^{2}\ 4p^{2}$			۴	۱۴	•Ge•	Ge^{4+}
آرسنیک	$_{33}As : [Ar]\ 3d^{10}\ 4s^{2}\ 4p^{3}$			۵	۱۵	•As•	As^{3-}
سلنیم	$_{34}Se : [Ar]\ 3d^{10}\ 4s^{2}\ 4p^{4}$			۶	۱۶	:Se•	Se^{2-}
برم	$_{35}Br : [Ar]\ 3d^{10}\ 4s^{2}\ 4p^{5}$			۷	۱۷	:Br•	Br^{-}
کریپتون	$_{36}Kr : [Ar]\ 3d^{10}\ 4s^{2}\ 4p^{6}$			۸	۱۸	:Kr:	Kr

۵۰- با توجه به این‌که $_{56}Ba$ در دوره‌ی ششم و گروه ۲ جدول تناوبی جای دارد، عدد اتمی نخستین عنصر دسته‌ی p دوره‌ی ششم، کدام است؟ TQ۹۸

۱) ۸۲ ۲) ۸۱ ۳) ۸۰ ۴) ۷۹

۵۱- آرایش الکترونی لایه‌ی آخر اتم کدام عنصر، مشابه با آرایش الکترونی لایه‌ی ظرفیت اتم $_{19}K$ است؟ R۹۸

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

۵۲- اگر عنصر $_{32}A$ با عنصر X از گروه ۱۵ جدول تناوبی هم‌دوره باشد، عنصر A در کدام گروه جدول تناوبی جای دارد و عدد اتمی عنصر X کدام است؟ T۹۵

۱) ۱۳، ۳۱ ۲) ۱۳، ۳۳ ۳) ۱۴، ۳۱ ۴) ۱۴، ۳۳

۵۳- با توجه به ارتباط آرایش الکترونی اتم عنصرها با موقعیت آن‌ها در جدول تناوبی، آرایش الکترونی لایه‌ی ظرفیت عنصری که هم‌گروه با $_{51}Sb$ است و در دوره‌ی چهارم جای دارد، کدام است؟ T۹۰

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

۵۴- عنصر $_{52}A$ با عنصر ..... در جدول تناوبی هم‌گروه است و آخرین زیرلایه‌ی اشغال‌شده‌ی اتم آن، ..... است. R۹۳

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

۵۵- عنصر واسطه‌ای که شمار الکترون‌های زیرلایه‌ی 3d با 4s در اتم آن برابر است، در کدام گروه جدول تناوبی جای دارد؟ R'۹۴

۱) ۴ ۲) ۵ ۳) ۶ ۴) ۸

۵۶- در حالت پایه‌ی اتم $_{33}As$، به‌ترتیب از راست به چپ، چند الکترون با عدد کوانتومی $l = 1$ و چند الکترون با عدد کوانتومی $n = 4$ موجود است؟ R'۹۱

۱) ۱۵ و ۸ ۲) ۱۵ و ۵ ۳) ۱۷ و ۸ ۴) ۱۷ و ۵

۵۷- کدام سه عنصر در زیرلایه‌ی p بالاترین لایه‌ی اشغال شده‌ی اتم خود، الکترون ندارد؟ T۹۷

۱) $_{27}A$ ، $_{30}X$ ، $_{39}G$ ۲) $_{27}A$ ، $_{31}Z$ ، $_{39}G$ ۳) $_{21}M$ ، $_{30}X$ ، $_{36}E$ ۴) $_{21}M$ ، $_{31}Z$ ، $_{36}E$

۵۸- عنصری در دوره‌ی چهارم و گروه ۱۷ جدول تناوبی جای دارد. به‌ترتیب از راست به چپ، چند الکترون با عدد کوانتومی $l = 1$ دارد و چند الکترون در آخرین زیرلایه‌ی اشغال شده‌ی آن جای دارد؟ T'۹۲

۱) ۱۵ ، ۳ ۲) ۱۵ ، ۵ ۳) ۱۷ ، ۳ ۴) ۱۷ ، ۵

۵۹- عنصری که آخرین لایه‌ی الکترونی اشغال شده‌ی اتم آن $4s^2 4p^3$ است، در کدام گروه و کدام دوره‌ی جدول تناوبی جای دارد؟ R۹۶

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

۶۰- اگر اتم عنصری دارای ۱۷ الکترون با عدد کوانتومی $l = 1$ باشد، آخرین زیرلایه‌ی اشغال شده‌ی اتم آن دارای ..... الکترون است و این عنصر در دوره‌ی ..... و گروه ..... جدول تناوبی جای دارد. (به‌ترتیب از راست به چپ) T'۹۱

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

۶۱- اگر تفاوت شمار الکترون‌ها با نوترون‌های یون تک اتمی $^{79}X^{3-}$ برابر ۱۰ باشد، در بیرونی‌ترین زیرلایه‌ی اتم آن ..... الکترون جای دارد و عدد اتمی عنصر X، برابر ..... است. R'۹۷

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

۶۲- شمار پروتون‌های یون $^{72}M^{2+}$ برابر ۰/۸ شمار نوترون‌های آن است. عنصر M با کدام عنصر در جدول تناوبی هم‌دوره است و در این یون، چند لایه از الکترون پر شده است؟ R۹۹

۱) $_{36}A$ ، ۳ ۲) $_{36}A$ ، ۴ ۳) $_{16}D$ ، ۳ ۴) $_{16}D$ ، ۴

۶۳- کدام بیان درباره‌ی عنصر $_{34}M$ نادرست است؟ T۹۱

۱) عنصری اصلی است و در گروه ۱۶ جای دارد.
۲) آرایش الکترونی لایه‌ی ظرفیت اتم آن $4s^2 4p^2$ است.
۳) با عنصر $_{19}X$ در یک دوره از جدول تناوبی جای دارد.
۴) اتم آن ۱۰ الکترون با عدد کوانتومی $l = 2$ دارد.

۶۴- آرایش الکترونی کدام اتم نادرست است، اما شماره‌ی دوره و گروه آن در جدول تناوبی، درست بیان شده است؟ R'۹۱

۱) $_{24}Cr : [_{18}Ar] 3d^5 4s^1$ – چهارم – ۶
۲) $_{29}Cu : [_{18}Ar] 3d^{10} 4s^1$ – سوم – ۱۱
۳) $_{17}Cl : [_{10}Ne] 3s^2 3p^3$ – پنجم – ۱۷
۴) $_{32}Ge : [_{18}Ar] 3d^{10} 4s^2 4p^4$ – چهارم – ۱۴

۶۵- در اتم کدام عنصر، شمار الکترون‌های دارای عدد کوانتومی $l = 1$، برابر مجموع شمار الکترون‌های دارای عددهای کوانتومی $l = 0$ و $l = 2$ است و شمار الکترون‌های ظرفیتی این عنصر، با شمار الکترون‌های لایه‌ی ظرفیت اتم کدام عنصر، برابر است؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.) T'۹۹

۱) $_{24}M$ ، $_{16}X$ ۲) $_{24}M$ ، $_{14}D$ ۳) $_{28}A$ ، $_{14}D$ ۴) $_{28}A$ ، $_{16}X$

۶۶- در اتم کدام عنصر (به‌ترتیب از راست به چپ)، شمار الکترون‌های زیرلایه‌های 3d و 3p برابر و در اتم کدام عنصر، شمار الکترون‌های زیرلایه‌ی 3d با شمار الکترون‌های زیرلایه‌ی 4s برابر است؟ R'۹۵

۱) $_{26}Fe$ ، $_{22}Ti$ ۲) $_{26}Fe$ ، $_{24}Cr$ ۳) $_{24}Cr$ ، $_{25}Mn$ ۴) $_{24}Cr$ ، $_{22}Ti$

۶۷- اگر شمار الکترون‌های زیرلایه‌ی 4s اتم عنصر A دو برابر شمار الکترون‌های این زیرلایه در اتم عنصر B و شمار الکترون‌های زیرلایه‌ی 3d اتم آن، نصف شمار الکترون‌های این زیرلایه در اتم B باشد، A و B به‌ترتیب از راست به چپ، کدام دو عنصر هستند؟ R۹۲

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

این‌جا چی داریم؟

- **آشنایی با مفهوم پیوند یونی - توضیح تعداد کاتیون و آنیون، با توجه به اصل خنثی بودن ترکیب‌های یونی**
- **درک مفهوم ترکیب یونی دوتایی - کسب مهارت فرمول‌نویسی و نام‌گذاری ترکیب‌های یونی دوتایی و تقویت آن**

تبدیل اتم‌ها به یون (صفحات ۳۸ و ۳۹ کتاب درسی)

دیدیم که برخی اتم‌ها، تمایل دارند تا با از دست دادن الکترون، به آرایش گاز نجیب برسند و برخی اتم‌ها نیز تمایل دارند تا با گرفتن الکترون، به آرایش گاز نجیب برسند.

اتم اکسیژن برای رسیدن به آرایش گاز نجیب پس از خود باید دو الکترون بگیرد. درحالی‌که اتم کلسیم باید دو الکترون ظرفیت خود را از دست بدهد تا به آرایش پایدار گاز نجیب پیش از خود برسد. به‌دیگر سخن هرگاه اتم‌های این دو عنصر در شرایط مناسب کنار هم قرار گیرند، با داد و ستد الکترون با هم واکنش می‌دهند و به یون‌های تک‌اتمی O^{2-} و Ca^{2+} تبدیل می‌شوند.

یون تک‌اتمی، کاتیون یا آنیونی است که تنها از یک اتم تشکیل شده است. مانند Na^{+}، N^{3-}، Al^{3+} و ... .

ترکیب حاصل از واکنش یون‌های تک‌اتمیِ O^{2-} و Ca^{2+} کلسیم اکسید نام دارد که آن را با فرمول شیمیایی **CaO** نشان می‌دهند. این فرمول شیمیایی نشان می‌دهد که کلسیم و اکسیژن دو عنصر سازنده‌ی این ترکیب‌اند و نسبت یون‌های سازنده‌ی آن **۱** به **۱** است.

میان یون‌های تولید شده به‌دلیل وجود بارهای الکتریکی ناهمنام، نیروی جاذبه‌ای بسیار قوی برقرار می‌شود که **پیوند یونی** نامیده می‌شود و ترکیب‌هایی از این دست که ذره‌های سازنده‌ی آن‌ها یون است و از آنیون و کاتیون تشکیل شده‌اند، **ترکیب یونی** نام دارند. به انتقال الکترون میان اکسیژن و کلسیم در شکل مقابل دقت کنید:

ترکیب یونی دوتایی و یون‌های چندتایی

هر ترکیب یونی که تنها از دو عنصر ساخته شده باشد، **ترکیب یونی دوتایی** نامیده می‌شود. ترکیب یونی دوتایی ممکن است دو یا بیش از دو اتم داشته باشد. این ترکیب‌ها می‌توانند مانند ترکیب یونی دوتایی سه‌اتمی کلسیم کلرید ($CaCl_2$) از واکنش فلز با نافلز پدید آیند و یا می‌توانند مانند $(NH_4)_3N$ و NH_4N_3 حاصل از نافلزات باشند. NH_4^+ موجود در $(NH_4)_3N$، یونی چندتایی است.

یون‌های چندتایی بیش‌تر از یک اتم دارند که فرمول شیمیایی و نام برخی از آن‌ها را در جدول زیر می‌بینیم:

SiO_4^{4-} یون سیلیکات	PO_4^{3-} یون فسفات	SO_4^{2-} یون سولفات	SO_3^{2-} یون سولفیت	CO_3^{2-} یون کربنات	MnO_4^- یون پرمنگنات	HCO_3^- یون هیدروژن کربنات
NO_3^- یون نیترات	CN^- یون سیانید	O_2^{2-} یون پراکسید	C_2^{2-} یون کاربید	OH^- یون هیدروکسید	NH_4^+ یون آمونیوم	H_3O^+ یون هیدرونیوم

- بار یون چندتایی به اتم خاصی تعلق نداشته و مربوط به کل یون می‌باشد.

- اغلب ترکیب‌های یونی دوتایی فاقد یون چندتایی هستند و برخی نیز یون چندتایی دارند. مثلاً $(NH_4)_3N$ و NH_4N_3 یون چندتایی دارند اما فقط از دو عنصر **H** و **N** تشکیل شده‌اند و ترکیب یونی دوتایی هستند.
- یون‌های O_2^-، O_2^{2-}، C_2^{2-}، N_3^-، Hg_2^{2+} از یک عنصر تشکیل شده‌اند اما بیش از یک اتم دارند و یون چندتایی محسوب می‌شوند.

یون‌های تک ظرفیتی و چند ظرفیتی

اغلب یون‌ها مانند تمام آنیون‌های تک‌اتمی، کاتیون فلزات گروه **۱** و **۲**، کاتیون برخی فلزات مانند Al^{3+}، Zn^{2+}، Ag^+، Sc^{3+} و ... ، تنها یک ظرفیت یا بار تشکیل می‌دهند و به‌عبارتی **تک‌ظرفیتی** محسوب می‌شوند.

اما برخی فلزات مانند مانند تیتانیم، وانادیم، کروم، منگنز، آهن، مس و ...، بیش از یک نوع یون تشکیل می‌دهند و **چند ظرفیتی** هستند.

- یون‌های Ti^{2+}، Mn^{2+}، Cu^+ Cu^{2+}، Fe^{2+} Fe^{3+}، Cr^{2+} Cr^{3+} و V^{2+} V^{3+} کاتیون‌های مربوط به فلزات چند ظرفیتی هستند.
- فقط برخی فلزات می‌توانند کاتیون‌هایی با چند ظرفیت داشته باشند و آنیون چند ظرفیتی نداریم.

۶۸- اگر آرایش الکترونی اتم عنصری به $3d^5 4s^1$ ختم می‌شود. چند مورد از مطالب زیر، درباره‌ی آن درست است؟

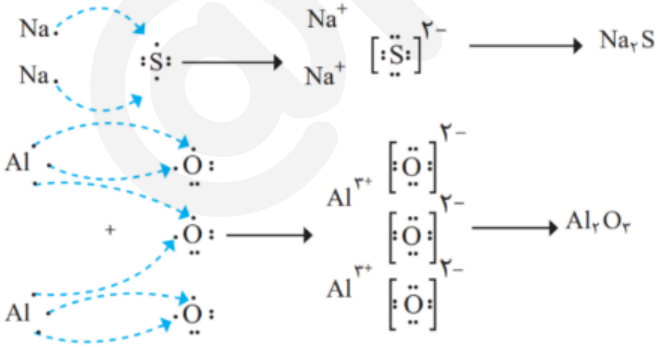
R'۱۴۰۰

- **اغلب به‌صورت کاتیون با بار +۲ یا +۳ در ترکیب‌های خود شرکت دارد.**
- **شمار الکترون‌های ظرفیتی اتم آن با شمار الکترون‌های ظرفیتی اتم $_{16}X$ برابر است.**
- **با جدا شدن ۶ الکترون، اتم آن به یونی با آرایش الکترونی اتم گاز نجیب، مبدل می‌شود.**
- **آرایش الکترونی لایه‌ی ظرفیت اتم آن، مشابه آرایش الکترونی لایه‌ی ظرفیت اتم $_{25}Z$ است.**

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

فرمول‌نویسی ترکیبات یونی دوتایی

هر ترکیب یونی از لحاظ بار الکتریکی خنثی است. زیرا مجموع بار الکتریکی کاتیون‌ها با مجموع بار الکتریکی آنیون‌ها برابر است. از این ویژگی می‌توان برای نوشتن فرمول شیمیایی ترکیب‌های یونی دوتایی بهره برد. برای نمونه به چگونگی تشکیل سدیم سولفید و آلومینیم اکسید و نوشتن فرمول شیمیایی آن‌ها توجه کنید.



برای نوشتن فرمول شیمیایی یک ترکیب یونی، کاتیون را سمت چپ و آنیون را سمت راست قرار می‌دهیم. بدون در نظر گرفتن علامت بار الکتریکی، بار کاتیون را زیروند آنیون و بار آنیون را زیروند کاتیون قرار می‌دهیم.

- فرمول شیمیایی هر ترکیب یونی، ساده‌ترین نسبت کاتیون‌ها و آنیون‌های سازنده‌ی آن را نشان می‌دهد. بنابراین در صورت ساده شدن زیروندها، آن‌ها را ساده می‌کنیم.
- اگر یون چندتایی باشد، زیروند آن تحت هیچ شرایطی تغییر نمی‌کند. مثلاً در پتاسیم پراکسید (K_2O_2) یا سدیم سیلیکات (Na_4SiO_4) هرگز نباید زیروندها ساده شوند. زیرا این زیروندها متعلق به خود یون چندتایی هستند.

نام‌گذاری ترکیبات یونی دوتایی

برای نام‌گذاری ترکیبات یونی دوتایی، ابتدا باید نام‌گذاری کاتیون و آنیون تک‌اتمی را فرا بگیریم.

نام کاتیون تک‌اتمی: پیشوند "یون" + نام عنصر **نام آنیون تک‌اتمی:** پیشوند "یون" + نام عنصر + پسوند "ید"

حال برای نوشتن نام ترکیب یونی دوتایی، ابتدا نام کاتیون و سپس نام آنیون را بدون پیشوند "یون" و به‌صورت زیر می‌نویسیم:

نام ترکیب یونی دوتایی: نام کاتیون + نام آنیون.

نام و فرمول کاتیون‌ها، آنیون‌ها و ترکیبات یونی حاصل از آن‌ها را در جدول زیر می‌بینیم:

کاتیون		آنیون		ترکیب یونی دوتایی	
نام کاتیون	نماد کاتیون	نام آنیون	نماد آنیون	نام ترکیب یونی	فرمول شیمیایی
یون لیتیم	Li^+	یون کلرید	Cl^-	لیتیم کلرید	$LiCl$
یون سدیم	Na^+	یون سولفید	S^{2-}	سدیم سولفید	Na_2S
یون پتاسیم	K^+	یون فسفید	P^{3-}	پتاسیم فسفید	K_3P
یون کلسیم	Ca^{2+}	یون نیترید	N^{3-}	کلسیم نیترید	Ca_3N_2
یون آلومینیم	Al^{3+}	یون فلوئورید	F^-	آلومینیم فلوئورید	AlF_3
یون منیزیم	Mg^{2+}	یون اکسید	O^{2-}	منیزیم اکسید	MgO
یون پتاسیم	K^+	یون یدید	I^-	پتاسیم یدید	KI
یون لیتیم	Li^+	یون برمید	Br^-	لیتیم برمید	$LiBr$

- در نام‌گذاری ترکیبات یونی حاصل از یون‌های چندتایی، همانند قبل از قاعده‌ی "نام کاتیون + نام آنیون" استفاده می‌شود. با این تفاوت که هر یون، نام خاص خود را دارد. به‌عنوان مثال نام آمونیوم به یون NH_4^+ و نام سولفات به یون SO_4^{2-} تعلق دارند.

به‌عنوان مثال ترکیب یونی $(NH_4)_2SO_4$، آمونیوم سولفات نام دارد.

- در نام‌گذاری کاتیون‌های چند ظرفیتی، بعد از نام عنصر، تعداد بار یون به‌صورت یونانی داخل پرانتز نوشته می‌شود. مثلاً:

Fe^{2+}: یون آهن (II) Cu^+: یون مس (I) Sn^{4+}: یون قلع (IV) Cr^{3+}: یون کروم (III) V^{3+}: یون وانادیم (III)

می‌بینیم که در نام‌گذاری کاتیون فلزهای چند ظرفیتی، بار یون به‌صورت یونانی پس از نام یون نوشته می‌شود. اما در نام‌گذاری کاتیون فلزهای تک ظرفیتی، خبری از نوشتن بار یون به‌صورت یونانی در نام یون نیست. اما چرا در نام‌گذاری کاتیون فلزهای چند ظرفیتی، بار یون به‌صورت

یونانی پس از نام یون نوشته می‌شود؟ با توجه به این‌که کاتیون فلزهای چند ظرفیتی بیش از یک نوع کاتیون تشکیل می‌دهند، برای این‌که مشخص شود کدام‌یک از کاتیون‌ها در ترکیب شرکت کرده‌اند، لازم است بار کاتیون‌ها با استفاده از عدد یونانی مشخص شود.

مثلاً اگر نام ترکیبی از آهن و اکسیژن به‌صورت "آهن اکسید" نوشته شود، مشخص نیست کدام کاتیون از آهن مدنظر است. اما با قرار دادن تعداد بار کاتیون شرکت کرده در ترکیب، این ابهام برطرف می‌شود.

۶۹- فرمول شیمیایی چند ترکیب یونی زیر، درست است؟

R۱۴۰۰

- منیزیم نیترید: Mg_3N_2
- گالیم کلرید: $GaCl_2$
- مس (II) سولفید: Cu_2S
- کبالت (III) سولفات: $CO_2(SO_4)_3$
- باریم سیانید: $Ba(CN)_2$
- روی فسفات: $Zn_3(PO_4)_2$

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۶

۷۰- نسبت شمار آنیون به کاتیون در چند ترکیب زیر، برابر نسبت شمار آنیون به کاتیون در کروم (III) سولفید است؟

R۱۴۰۰

- کلسیم فسفات
- اسکاندیم اکسید
- آلومینیم سولفات
- گالیم کربنات
- روی سیلیکات
- آهن (III) نیترات

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۷۱- در واکنش مخلوطی از ایزوتوپ‌های ^{16}O و ^{18}O ایزوتوپ‌های ^{24}Mg و ^{25}Mg امکان تشکیل چند اکسید با جرم‌های مولی متفاوت وجود دارد و نسبت جرم مولی سنگین‌ترین این اکسیدها به جرم مولی سبک‌ترین آن‌ها، کدام است؟

R۹۶

۱) ۱/۰۷۵ ، ۶ ۲) ۱/۰۲۵ ، ۴ ۳) ۱/۰۷۵ ، ۴ ۴) ۱/۰۲۵ ، ۶

۷۲- منیزیم طبیعی دارای سه ایزوتوپ ^{24}Mg با جرم اتمی ۲۳.۹۹amu و فراوانی ۷۹ درصد، ^{25}Mg با جرم اتمی ۲۴.۹۹amu و فراوانی ۱۰ درصد، ^{26}Mg با جرم اتمی ۲۵.۹۸amu و فراوانی ۱۱ درصد، و فلوئور تنها به‌صورت ^{19}F با جرم اتمی ۱۸.۹۹amu وجود دارد. جرم مولی منیزیم فلوئورید طبیعی برابر چند گرم است؟

T'۹۹

۱) ۶۱.۸۶ ۲) ۶۲.۲۸ ۳) ۶۴.۱۲ ۴) ۶۶.۴۵

۷۳- با توجه به این‌که فرمول شیمیایی کادمیم کربنات به‌صورت $CdCO_3$ است، در فرمول شیمیایی سولفیت آن، در مجموع چند اتم وجود دارد؟

T۹۷

۱) ۵ ۲) ۶ ۳) ۷ ۴) ۹

۷۴- اگر فرمول نیترید فلز اصلی M به‌صورت MN باشد، فرمول سولفات و نیترات آن کدام است؟

R۹۰

۱) MNO_3 ، MSO_4 ۲) $M(NO_2)_2$ ، $M(SO_4)_2$ ۳) $M(NO_2)_3$ ، M_2SO_4 ۴) $M(NO_3)_3$ ، $M_2(SO_4)_3$

۷۵- اگر فرمول شیمیایی فسفات فلزی به‌صورت $X_3(PO_4)_2$ باشد، فرمول شیمیایی سولفید و نیترید آن، به‌ترتیب از راست به چپ کدام‌اند و این فلز در کدام گروه جدول تناوبی ممکن است جای داشته باشد؟
R۹۹

۱) XSO_4، $X(NO_2)_3$، ۸
۲) XS، X_3N_2، ۸
۳) XS، $X(SO_4)_2$، ۲
۴) XS، X_3N_2، ۲

۷۶- در کروم (II) نیترات، در بالاترین لایه‌ی اشغال شده‌ی اتم‌های موجود در فرمول شیمیایی، در مجموع چند الکترون وجود دارند؟ (عدد اتمی کروم ۲۴ است.)
R'۹۵

۱) ۴۸
۲) ۴۷
۳) ۲۴
۴) ۲۵

۷۷- شمار اتم‌های اکسیژن در فرمول شیمیایی کدام دو ترکیب، برابر است؟
R۹۶

۱) آهن (II) اکسید، هیدروژن پراکسید
۲) پتاسیم پرمنگنات، منیزیم فسفات
۳) مس (I) سولفات، سدیم سیلیکات
۴) آمونیوم نیترات، کلسیم هیدروژن کربنات

۷۸- مجموع شمار اتم‌ها در فرمول شیمیایی کدام ترکیب، بیش‌تر است؟
RQ'۹۸

۱) باریم پرمنگنات
۲) آلومینیم کربنات
۳) کلسیم نیترات
۴) آهن (III) سولفات

۷۹- نسبت شمار اتم‌های سازنده‌ی هر مول آمونیوم پرمنگنات به‌شمار اتم‌های سازنده‌ی هر مول باریم کربنات کدام است؟
R'۹۷

۱) ۲
۲) ۲/۴
۳) ۲/۵
۴) ۲/۶

۸۰- مجموع شمار الکترون‌های لایه‌ی ظرفیت اتم‌ها در فسفر تری‌کلرید با مجموع شمار الکترون‌های لایه‌ی ظرفیت اتم‌ها در کدام یون، برابر است؟ (عدد اتمی عنصرها $_1H$، $_6C$، $_7N$، $_{15}P$، $_{16}S$ و $_{17}Cl$)
T'۹۷

۱) نیترات
۲) سولفیت
۳) کربنات
۴) سیلیکات

۸۱- جمع جبری بارهای الکتریکی یون‌های سیانید، نیترات، فسفات، کربنات و پرمنگنات، با شمار اتم‌های اکسیژن در فرمول شیمیایی این یون‌ها، کدام است؟
R۹۷

۱) ۵
۲) ۶
۳) ۷
۴) ۸

۸۲- نسبت شمار کاتیون به آنیون در ردیف ..... از ستون II، با نسبت شمار آنیون به کاتیون در ردیف ..... از ستون I جدول زیر، برابر است. (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید)
T'۹۲

/	II	I
۱	روی سولفید	منیزیم نیترید
۲	آهن (III) اکسید	سدیم فسفات
۳	کلسیم پرمنگنات	آلومینیم فسفید

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

۸۳- کدام گزینه، با توجه به موقعیت عنصرهای A، X، D و E در جدول تناوبی زیر، درست است؟
T'۹۴

	۱۷	۱۶	۱۵	۱۴	۱۳	۲
۲	E					
۳			D			
۴					X	A

۱) اتم عنصر X دارای ۱ الکترون با عدد کوانتومی $l = 1$ می‌باشد.
۲) E و D با A ترکیب‌های یونی با فرمول AE_2 و AD تشکیل می‌دهند.
۳) X و D با هم واکنش داده و ترکیب یونی با فرمول X_2D_2 تشکیل می‌دهند.
۴) اکسید A با CO_2، ماده‌ای معدنی حاوی یک یون چنداتمی تشکیل می‌دهند.

۸۴- اگر عنصری در گروه ۱۴ و دوره‌ی ۶ جدول تناوبی جای داشته باشد، چند مورد از مطالب زیر درباره‌ی آن درست است؟
T'۹۴
- با عنصر $_{۳۳}Y$ هم گروه است.
- ترکیبی با فرمول $XSO_۴$ می‌تواند تشکیل دهد.
- در آخرین زیرلایه‌ی اشغال شده‌ی اتم آن، چهار الکترون وجود دارد.
- الکترونی با عددهای کوانتومی $l = ۳$ و $n = ۳$ در اتم آن وجود دارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸۵- شمار یون‌های موجود در ۸۴ گرم منیزیم سولفید، چند برابر شمار یون‌های مثبت موجود در ۱۶.۶ گرم سدیم نیترید است؟ $(S = ۳۲ , Mg = ۲۴ , Na = ۲۳ , N = ۱۴ : g.mol^{-۱})$
R'۹۹
۱) ۰.۲۷ ۲) ۲.۵ ۳) ۳.۷۵ ۴) ۵

۸۶- اگر آلومینیم در واکنش با هر یک از گازهای اکسیژن و فلوئور، $۳/۰۱ \times ۱۰^{۲۴}$ الکترون از دست بدهد، نسبت جرم آلومینیم فلوئورید تولید شده به جرم آلومینیم اکسید تولید شده، به‌تقریب کدام است؟
R۹۹
$(Al = ۲۷ , F = ۱۹ , O = ۱۶ : g.mol^{-۱})$

۱) ۱/۵۶ ۲) ۱/۶۵ ۳) ۲/۳۵ ۴) ۳/۲۵

۸۷- فرمول شیمیایی مس (I) اکسید، مشابه فرمول شیمیایی کدام اکسید است و نسبت جرم اکسیژن به جرم مس در آن، کدام است؟ $(O = ۱۶ , Cu = ۶۴ : g.mol^{-۱})$
R'۱۴۰۰
۱) ۰/۱۲۵ ،$Ag_۲O$ ۲) ۰/۱۲۵ ،FeO ۳) ۰/۲۵ ،$Ag_۲O$ ۴) ۰/۲۵ ،FeO

می‌بینیم که در فرمول‌نویسی ترکیبات یونی حاوی یون چنداتمی، زیروند مربوط به یون چنداتمی در داخل پرانتز قرار گرفته است. این بدین معنی است که زیروند قرار داده شده مربوط به کل یون چنداتمی است. مثلاً در ترکیب یونی $(NH_۴)_۲CO_۳$ یون آمونیوم داخل پرانتز زیروند **۲** دارد. این بدین معناست که دو یون آمونیوم در این ترکیب یونی حضور دارند و زیروند **۲** مربوط به کل $NH_۴^+$ می‌باشد.

همان‌طور که گفته شد، زیروندِ مربوط به خود یون چنداتمی، هرگز تغییر نمی‌کند. مثلاً فرمول شیمیایی کلسیم سیلیکات به‌صورت $Ca_۲SiO_۴$ می‌باشد و نوشتن آن به‌صورت $CaSiO_۲$ اشتباه است. چراکه زیروند **۴** در $SiO_۴$ مربوط به خود یون چنداتمی است و نباید تغییر کند.

مثال مهم: در جدول زیر نحوه‌ی تشکیل **۳۱** ترکیب یونی حاوی یون‌های تک ظرفیتی، چند ظرفیتی، تک‌اتمی و چنداتمی را می‌بینیم.

کاتیون		آنیون		ترکیب یونی	
نام کاتیون	نماد کاتیون	نام آنیون	نماد آنیون	نام ترکیب یونی	فرمول شیمیایی
یون آمونیوم	NH_4^+	یون کربنات	CO_3^{2-}	آمونیوم کربنات	$(NH_4)_2CO_3$
یون سدیم	Na^+	یون هیدروژن کربنات	HCO_3^-	سدیم هیدروژن کربنات	$NaHCO_3$
یون مس (I)	Cu^+	یون اکسید	O^{2-}	مس (I) اکسید	Cu_2O
یون کلسیم	Ca^{2+}	یون کربنات	CO_3^{2-}	کلسیم کربنات	$CaCO_3$
یون کروم (III)	Cr^{3+}	یون اکسید	O^{2-}	کروم (III) اکسید	Cr_2O_3
یون کلسیم	Ca^{2+}	یون سیلیکات	SiO_4^{4-}	کلسیم سیلیکات	Ca_2SiO_4
یون آمونیوم	NH_4^+	یون هیدروکسید	OH^-	آمونیوم هیدروکسید	NH_4OH
یون منگنز (II)	Mn^{2+}	یون کربنات	CO_3^{2-}	منگنز (II) کربنات	$MnCO_3$
یون منیزیم	Mg^{2+}	یون هیدروکسید	OH^-	منیزیم هیدروکسید	$Mg(OH)_2$
یون آهن (III)	Fe^{3+}	یون کلرید	Cl^-	آهن (III) کلرید	$FeCl_3$
یون نقره	Ag^+	یون نیترات	NO_3^-	نقره نیترات	$AgNO_3$
یون کلسیم	Ca^{2+}	یون سولفات	SO_4^{2-}	کلسیم سولفات	$CaSO_4$
یون آلومینیم	Al^{3+}	یون نیترات	NO_3^-	آلومینیم نیترات	$Al(NO_3)_3$
یون لیتیم	Li^+	یون سولفات	SO_4^{2-}	لیتیم سولفات	Li_2SO_4
یون سدیم	Na^+	یون هیدروکسید	OH^-	سدیم هیدروکسید	$NaOH$
یون سدیم	Na^+	یون سیلیکات	SiO_4^{4-}	سدیم سیلیکات	Na_4SiO_4
یون آهن (III)	Fe^{3+}	یون هیدروکسید	OH^-	آهن (III) هیدروکسید	$Fe(OH)_3$
یون آهن (II)	Fe^{2+}	یون سولفات	SO_4^{2-}	آهن (II) سولفات	$FeSO_4$
یون پتاسیم	K^+	یون پرمنگنات	MnO_4^-	پتاسیم پرمنگنات	$KMnO_4$
یون اسکاندیم	Sc^{3+}	یون اکسید	O^{2-}	اسکاندیم اکسید	Sc_2O_3
یون کلسیم	Ca^{2+}	یون فسفات	PO_4^{3-}	کلسیم فسفات	$Ca_3(PO_4)_2$
یون وانادیم (III)	V^{3+}	یون برمید	Br^-	وانادیم (III) برمید	VBr_3
یون کلسیم	Ca^{2+}	یون سولفیت	SO_3^{2-}	کلسیم سولفیت	$CaSO_3$
یون روی	Zn^{2+}	یون سولفات	SO_4^{2-}	روی سولفات	$ZnSO_4$
یون آهن (II)	Fe^{2+}	یون هیدروکسید	OH^-	آهن (II) هیدروکسید	$Fe(OH)_2$
یون آمونیوم	NH_4^+	یون نیترات	NO_3^-	آمونیوم نیترات	NH_4NO_3
یون پتاسیم	K^+	یون هیدروکسید	OH^-	پتاسیم هیدروکسید	KOH
یون مس (II)	Cu^{2+}	سولفات	SO_4^{2-}	مس (II) سولفات	$CuSO_4$
یون کروم (II)	Cr^{2+}	یون کلرید	Cl^-	کروم (II) کلرید	$CrCl_2$
یون نقره	Ag^+	یون کلرید	Cl^-	نقره کلرید	$AgCl$
یون باریم	Ba^{2+}	یون سولفات	SO_4^{2-}	باریم سولفات	$BaSO_4$

این‌ها چی داریم؟

- **آشنایی با شرایط تشکیل پیوند کووالانسی - آشنایی با چگونگی تشکیل پیوند کووالانسی، با استفاده از مدل الکترون – نقطه‌ای**
- **کسب مهارت نوشتن مدل الکترون – نقطه‌ای برخی مولکول‌ها و تقویت آن - درک مفهوم فرمول مولکولی**

تبدیل اتم‌ها به مولکول‌ها *(صفحات ۴۰ و ۴۱ کتاب درسی)*

همه‌ی اتم‌ها هنگام ترکیب با یک‌دیگر، الکترون داد و ستد نمی‌کنند. در درس علوم آموختید که بسیاری از ترکیب‌های شیمیایی، مانند ترکیبات حاوی عنصرهای بور، کربن، سیلیسیم و گازهای نجیب، در ساختار خود هیچ یونی ندارند و ذره‌های سازنده‌ی آن‌ها مولکول‌ها هستند. حال این پرسش مطرح است که رفتار کدام اتم‌ها سبب تشکیل مولکول‌ها خواهد شد؟ آیا در تشکیل مولکول‌ها، رسیدن به آرایش هشتایی ملاکی برای رفتار اتم‌هاست؟ برای یافتن پاسخ این پرسش‌ها به آرایش الکترون – نقطه‌ای اتم کلر توجه کنید. $:\ddot{Cl}\cdot$

گاز زرد رنگ **کلر** که خاصیت رنگ‌بری و گندزدایی دارد، از مولکول‌های دو اتمی (Cl_2) تشکیل شده است. با توجه به آرایش الکترون – نقطه‌ی اتم کلر، می‌توان تشکیل این مولکول را به‌صورت مقابل نشان داد: $:\ddot{Cl}\cdot + \cdot\ddot{Cl}: \longrightarrow :\ddot{Cl}:\ddot{Cl}:$ یا $:\ddot{Cl}-\ddot{Cl}:$

با این توصیف هر اتم کلر تک الکترون خود را با اتم کلر دیگر به اشتراک می‌گذارد. به‌طوری‌که در آرایش الکترون – نقطه‌ای، دو الکترون موجود بین دو اتم به هر دوی آن‌ها تعلق دارد. در این وضعیت هر یک از اتم‌ها به آرایش هشتایی گاز نجیب آرگون رسیده و پایدار شده‌اند.

پیوند اشتراکی (کووالانسی) و مواد مولکولی

جفت الکترون اشتراکی میان دو اتم کلر در مولکول Cl_2، نشان‌دهنده‌ی یک **پیوند اشتراکی** (کووالانسی) است. پیوندی که میان گونه‌هایی با تمایل برای جذب الکترون برقرار می‌شود و سبب اتصال دو اتم به یک‌دیگر در مولکول می‌گردد.

- اتم نافلزها در شرایط مناسب با تشکیل پیوندهای اشتراکی، می‌توانند مولکول‌های دو یا چنداتمی را بسازند.
- پیوند میان همه‌ی نافلزات از نوع کووالانسی است. اما پیوند کووالانسی لزوماً میان نافلزات تشکیل نمی‌شود. در برخی موارد مانند MnO_4^- و BeF_2، میان فلز و نافلز و در برخی موارد نیز مانند SiO_4^{4-} یا GeH_4، میان شبه‌فلز و نافلز پیوند کووالانسی دیده می‌شود.

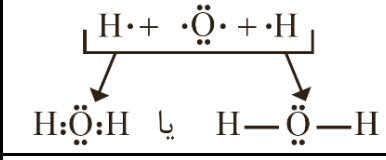
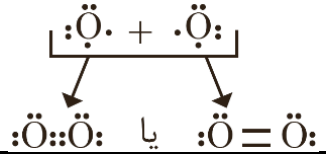
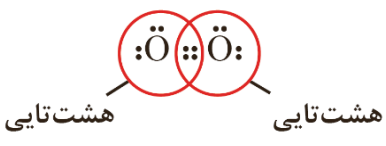
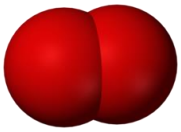
مواد شیمیایی خالص حاصل از پیوند کوالانسی میان اتم‌ها که در ساختار خود مولکول‌های مجزا دارند، **مواد مولکولی** نامیده می‌شوند. فرمول شیمیایی مواد مولکولی که نوع عنصرهای سازنده و شمار اتم‌های هر عنصر را نشان می‌دهد، **فرمول مولکولی** نامیده می‌شود.

ساده‌ترین مولکول‌ها، مولکول‌هایی با دو اتم یکسان می‌باشند. ژن‌دارها یعنی هالوژن‌ها (F_2، Cl_2، Br_2 و I_2)، H_2، N_2 و O_2 که در آخر نامشان "ژن" دارند، در دما و فشار اتاق مولکول‌هایی دو اتمی با دو اتم یکسان تشکیل می‌دهند. آرایش الکترون – نقطه‌ای این مولکول‌ها را می‌بینیم:

$$H-H \qquad :N\equiv N: \qquad :\ddot{O}=\ddot{O}: \qquad :\ddot{F}-\ddot{F}: \qquad :\ddot{Cl}-\ddot{Cl}: \qquad :\ddot{Br}-\ddot{Br}: \qquad :\ddot{I}-\ddot{I}:$$

مدل فضا پرکن، روشی برای نمایش سه‌بعدی مولکول‌ها می‌باشد که در آن اتم‌ها به‌صورت کره‌ای شکل نمایش داده می‌شود. شکل و اندازه‌ی اتم‌ها و پیوند بین اتم‌ها در این مدل رعایت می‌شود. اما نمایش تعداد و وضعیت قرارگیری پیوندها در این مدل امکان‌پذیر نیست.

در جدول زیر، چگونگی تشکیل، آرایش الکترون – نقطه‌ای و مدل فضا پرکن مولکول‌های اکسیژن و آب را می‌بینیم:

تشکیل مولکول‌ها از اتم		
آرایش الکترون – نقطه‌ای مولکول (ساختار لوویس)		
مدل فضا پرکن		
فرمول مولکولی	H_2O	O_2

جرم مولی یک ماده، با مجموع جرم مولی اتم‌های سازنده‌ی آن برابر است. برای محاسبه‌ی جرم مولی ترکیبات زیر، ابتدا با مراجعه به جدول تناوبی، جرم مولی هر عنصر را از یادداشت می‌کنیم و سپس با توجه به تعداد هر اتم، جرم مولی ماده را به‌دست می‌آوریم.

CH_4: ۱۲ + ۴(۱) = ۱۶g.mol^{-1} NH_3: ۱۴ + ۳(۱) = ۱۷g.mol^{-1} HCl: ۱ + ۳۵/۵ = ۳۶/۵g.mol^{-1}

SO_4^{2-}: ۳۲ + ۴(۱۶) = ۹۶g.mol^{-1} $C_6H_{12}O_6$: ۶(۱۲) + ۱۲(۱) + ۶(۱۶) = ۱۸۰g.mol^{-1}

فرمول‌نویسی و نام‌گذاری ترکیبات مولکولی دوتایی

ترکیبات مولکولی حاصل واکنش دو گونه‌ی الکترون‌خواه هستند. گونه‌هایی که تمایل به جذب الکترون دارند و چون گونه‌ی الکترون‌ده در برابر آن‌ها قرار نگرفته است، به‌ناچار الکترون به اشتراک می‌گذارند و پیوند کووالانسی تشکیل می‌دهند. هر ترکیب مولکولی که تنها از دو عنصر ساخته شده باشد، **ترکیب مولکولی دوتایی** نامیده می‌شود. ترکیبات مولکولی دوتایی اغلب حاصل دو نافلز هستند. درحالی‌که برخی از این ترکیبات می‌توانند مانند $SiCl_4$، BF_3 و SiO_2 حاصل شبه‌فلز و نافلز و یا مانند BeF_2 و $AlCl_3$ حاصل فلز و نافلز باشند.

- کتاب درسی به‌اشتباه پیوند میان Al و Cl را یونی و $AlCl_3$ را ترکیبی یونی درنظر گرفته است که جای تأمل دارد! ما هم به‌اشتباه این ترکیب را یونی در نظر می‌گیریم.

در **نام‌گذاری ترکیبات مولکولی** دوتایی ابتدا تعداد و نام عنصر سمت چپ فرمول شیمیایی و سپس تعداد و نام عنصر سمت راست فرمول شیمیایی ترکیب مولکولی را می‌نویسیم. برای نوشتن تعداد عنصر در نام‌گذاری ترکیب مولکولی، از پیشوندهای تعداد زیر استفاده می‌کنیم.

تعداد در ترکیب مولکولی: مونو (۱)، دی (۲)، تری (۳)، تترا (۴)، پنتا (۵)، هگزا (۶)، هپتا (۷)، اوکتا (۸)، نونا (۹) و دکا (۱۰).

مثلاً در نام‌گذاری N_2O_4 به‌صورت زیر عمل می‌کنیم. به تطبیق رنگ‌ها در فرمول مولکولی و نام N_2O_4 دقت کنید.

N_2O_4
دی نیتروژن تترا اکسید

- اگر در فرمول مولکولی یک ترکیب، تنها یک اتم از عنصر سمت چپ وجود داشته باشد، از به‌کار بردن پیشوند "مونو" پیش از نام این عنصر چشم‌پوشی می‌کنیم. به‌عنوان مثال در مولکول **CO**، نیازی نیست نام آن به‌صورت مونوکربن مونوکسید نوشته شود و پیش از نام کربن پیشوند مونو قرار دهیم. بهتر است نام آن به‌صورت کربن مونوکسید نوشته شود.

ترکیب مولکولی حاصل از دو عنصر می‌تواند متنوع باشد و اتم‌ها می‌توانند به شکل‌های مختلفی با یک‌دیگر پیوند بدهند. به‌همین دلیل باید مشخص گردد که چه تعداد از هر عنصر در ترکیب حضور دارد. به‌عنوان مثال ترکیبات اکسیژن و نیتروژن تنوع بالایی دارند. **NO**، **NO_2**، **N_2O**، **N_2O_3**، **N_2O_4** و **N_2O_5** بخشی از اکسیدهای نیتروژن‌دار هستند که در هر ترکیب، تعداد اکسیژن و نیتروژن تغییر می‌کند. به‌همین دلیل اگر نام ترکیبی را به‌صورت "نیتروژن اکسید" را بنویسیم، مشخص نیست کدام اکسید نیتروژن مدنظر است. بنابراین در ترکیبات مولکولی با استفاده از پیشوند مناسب، باید تعداد هر عنصر باید مشخص شود.

نکته‌ی مهم: برای تشخیص ترکیبات یونی و مولکولی در سطح کنکور، دو نکته‌ی کلیدی زیر بسیار کمک‌کننده خواهد بود:

۱- اگر در فرمول شیمیایی ترکیبی کاتیون دیدیم، قطعا یونی است. در غیر این صورت آن ترکیب مولکولی است.

به‌طور کلی فلزات کاتیون و نافلزات آنیون تشکیل می‌دهند. اما برای دسته‌بندی ذهنی بهتر، کلیه‌ی کاتیون‌ها و آنیون‌ها را در زیر می‌بینیم.

- **کل کاتیون‌های کنکور:** NH_4^+، H_2O^+، Al^{3+}۱۳ و عناصر گروه‌های ۱ تا ۱۲ به جز H۱ و Be۴، در ترکیبات به‌صورت کاتیون و الکترون‌ده شرکت می‌کنند.

❄ در **$AlCl_3$** به‌دلیل وجود فلز آلومینیم و نافلز کلرید، انتظار می‌رود این ترکیب یونی باشد. درحالی‌که ترکیبی مولکولی است و پیوند بین اتم‌های آلومینیم و کلرید، کووالانسی است. اما همان‌طورکه اشاره شد، کتاب درسی به‌اشتباه این ترکیب را یونی در نظر گرفته است. آلومینیم فقط با اکسیژن، فلوئور و آنیون‌های چنداتمی ترکیب یونی تشکیل می‌دهد.

- **کل آنیون‌های کنکور:** برخی عناصر گروه‌های ۱۵، ۱۶ و ۱۷ جدول تناوبی (N^{3-}، P^{3-}، As^{3-}، O^{2-}، S^{2-}، F^-، Cl^-، Br^- و I^-) و آنیون‌های چنداتمی ذکر شده در صفحات قبلی، در ترکیبات به‌صورت آنیون و الکترون‌خواه شرکت می‌کنند.

۲- اگر در نام یک ترکیب، پیشوندهای مونو، دی، تری و ... را دیدیم، قطعا آن ترکیب مولکولی است. در غیر این صورت ترکیب یونی است.

مثال مهم: در جدول زیر، نام و فرمول شیمیایی **۲۰** ترکیب مولکولی را می‌بینیم.

فرمول مولکولی	نام ترکیب مولکولی	فرمول مولکولی	نام ترکیب مولکولی
SO_2	گوگرد دی‌اکسید	CS_2	کربن دی‌سولفید
$SiBr_4$	سیلیسیم تترابرمید	CO_2	کربن دی‌اکسید
PCl_3	فسفر تری‌کلرید	SO_3	گوگرد تری‌اکسید
N_2O_5	دی‌نیتروژن پنتااکسید	Cl_2O_7	دی کلرو هپتااکسید
CO	کربن مونوکسید	CH_4	متان
NO_2	نیتروژن دی‌اکسید	NH_3	آمونیاک
CF_4	کربن تترافلوئورید	SCO	کربونیل سولفید
PBr_5	فسفر پنتابرمید	O_3	اوزون
NO	نیتروژن مونوکسید	$CHCl_3$	کلروفرم یا تری‌کلرو متان
HCl	هیدروژن کلرید (g) هیدروکلریک اسید (aq)	CCl_4	کربن تترا کلرید تترا کلرو متان (متان با ۴ کلر)

۸۸- نام کدام ترکیب، درست بیان شده است؟ T'۹۷

۱) Na_2O ، دی‌سدیم اکسید
۲) BaH_2 ، باریم هیدروکسید
۳) Cu_2SO_4 ، مس (I) سولفات
۴) $Zn(NO_3)_2$ ، روی (II) نیترات

۸۹- عنصر A با عدد اتمی ۳۸ به‌احتمال زیاد با عنصر X با عدد اتمی ..... واکنش داده و ترکیب ..... با فرمول ..... تشکیل می‌دهد. T۹۳

۱) ۳۵، مولکولی، A_2X
۲) ۳۵، یونی، AX_2
۳) ۱۶، مولکولی، AX_2
۴) ۱۶، یونی، A_2X

۹۰- در کدام موارد، فرمول شیمیایی هر دو ترکیب داده شده، درست است؟ T'۹۴

آ) فسفر پنتاکلرید PCl_5، آمونیوم هیدروژن کربنات $(NH_4)_2HCO_3$
ب) جیوه (II) سیانید $HgCN$، پروپانوئیک اسید C_2H_5COOH
پ) دی‌نیتروژن پنتااکسید N_2O_5، پتاسیم پرمنگنات $KMnO_4$
ت) باریم سیلیکات Ba_2SiO_4، منگنز (IV) اکسید MnO_2

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

۹۱- نام ترکیب‌های زیر به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ R'۹۹

N_2O_3 , Cr_2O_3 , Cu_2O , NF_3 , Mg_3N_2

۱) منیزیم نیترید، نیتروژن تری‌فلوئورید، مس (II) اکسید، دی‌کروم تری‌اکسید، نیتروژن اکسید
۲) تری‌منیزیم دی‌نیترید، نیتروژن فلوئورید، مس (II) اکسید، کروم (III) اکسید، نیتروژن اکسید
۳) منیزیم نیترید، نیتروژن تری‌فلوئورید، مس (I) اکسید، کروم (III) اکسید، دی‌نیتروژن تری‌اکسید
۴) دی‌منیزیم تری‌نیترید، نیتروژن فلوئورید، مس (I) اکسید، دی‌کروم تری‌اکسید، دی‌نیتروژن تری‌اکسید

۹۲- با توجه به جایگاه عنصرهای $_{8}A$ ، $_{15}M$ ، $_{21}E$ و $_{35}X$ در جدول تناوبی و آرایش الکترونی اتم آن‌ها، در کدام گزینه تشکیل هر دو ترکیب، ناممکن است؟ R۱۴۰۰

۱) E_2A_3 و MX_5 ۲) MX_2 و EA ۳) M_2A_5 و EX_3 ۴) EM و X_2A_3

۹۳- در کدام ردیف‌های جدول زیر، نام شیمیایی ترکیب‌ها درست نوشته شده است؟ T۱۴۰۰

۱	CuO ، NO_2 ، Na_3N	مس (I) اکسید، نیتروژن دی‌اکسید، سدیم نیترید
۲	Li_2CO_3 ، CS_2 ، $CaSO_4$	لیتیم کربنات، کربن دی‌سولفید، کلسیم سولفات
۳	PCl_5 ، CrF_2 ، MnO	فسفر پنتاکلرید، کروم دی‌فلوئورید، منگنز (II) اکسید
۴	SiO_2 ، BaI_2 ، $COCl_2$	سیلیسیم دی‌اکسید، باریم یدید، کربونیل کلرید

۱) ۱، ۳ ۲) ۱، ۴ ۳) ۲، ۳ ۴) ۲، ۴

ساختار لوویس

نحوه‌ی اتصال اتم‌ها در یک ترکیب مولکولی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. چراکه رفتار هر ماده به ساختار آن وابسته است. به‌همین دلیل، لازم است آرایش اتم‌ها و نحوه‌ی اتصال آن‌ها در یک ترکیب مولکولی را فرا بگیریم.

با آرایش الکترون – نقطه‌ای هر عنصر در قسمت‌های قبلی آشنا شدیم. در این قسمت به‌سراغ آرایش الکترون – نقطه‌ای مولکول‌ها می‌رویم که به ساختار لوویس معروف است. با استفاده این ساختار، چینش اتم‌ها در یک مولکول و نحوه‌ی اتصال آن‌ها به‌یک‌دیگر را فرا می‌گیریم.

در ساختار لوویس، دو اصطلاح الکترون پیوندی و ناپیوندی بسیار به‌چشم می‌خورند. **الکترون‌های ناپیوندی**، الکترون‌هایی هستند که در ایجاد پیوند کووالانسی شرکت نمی‌کنند و **الکترون‌های پیوندی**، الکترون‌هایی هستند که در پیوند کووالانسی شرکت می‌کنند. الکتروون‌های پیوندی همواره به‌صورت جفت الکترون (دو الکترون) در یک گونه ظاهر می‌شوند و هر یک جفت الکترون پیوندی، نشان‌دهنده‌ی یک پیوند کووالانسی است که در ساختار لوویس آن‌ها را با خط متصل بین دو اتم نشان می‌دهیم.

- بسته به آرایش الکترون – نقطه‌ای اتم، اتصال میان دو اتم در ساختار لوویس ممکن است با یک، دو یا سه خط نمایش داده شود که به‌ترتیب به آن‌ها پیوند یگانه، دوگانه و سه‌گانه می‌گوییم.

اما الکترون‌های ناپیوندی ممکن است به‌صورت تک یا جفت الکترون در اطراف نماد اتم قرار گیرند. بنابراین می‌توان گفت که ساختار لوویس، روش پیشنهادی لوویس برای نمایش ساختار مولکول‌ها و یون‌های چنداتمی است که در آن چگونگی اتصال اتم‌ها، الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی نشان داده می‌شود. بنابراین ساختار لوویس فقط به مولکول‌ها محدود نشده به گونه‌هایی مربوط می‌شود که در آن‌ها، پیوند کووالانسی میان اتم‌ها به‌چشم می‌خورد.

قاعده‌ی هشتایی: در ساختار لوویس، الکترون‌های لایه‌ی ظرفیت اتم‌ها طوری کنار آن‌ها چیده می‌شوند که مجموع الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی اتم‌ها به عدد هشت برسد و همه‌ی اتم‌ها از **قاعده‌ی هشتایی** پیروی کنند (به‌جز اتم هیدروژن که همواره دوتایی می‌شود). اکثر اتم‌ها تمایل دارند با رسیدن به آرایش گاز نجیب، هشتایی یا دوتایی شده و پایدار شوند. اما بعضی از اتم‌ها در برخی از ترکیب‌های خود هشتایی

نمی‌شوند. در این اتم‌ها مجموع الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی کم‌تر یا بیش‌تر از هشت الکترون خواهد بود و از قاعده‌ی هشتایی پیروی نمی‌کنند. مثلاً اتم‌های **Be**، **B**، **P**، **S**، **As**، **Br** و **I** در اغلب ترکیب‌ها از قاعده‌ی هشتایی پیروی می‌کنند و در برخی پیروی نمی‌کنند که در ادامه با این ترکیبات بیش‌تر آشنا می‌شویم.

- هیدروژن با اشتراک‌گذاری تک الکترون خود، با رسیدن به آرایش گاز نجیب هلیم، همواره دوتایی شده و هیچ‌گاه هشتایی نمی‌شود.

رسم ساختار لوویس به‌روش کتاب درسی

۱- شمار کل الکترون‌های لایه‌ی ظرفیت اتم‌های سازنده را حساب می‌کنیم. برای این کار، شمار الکترون‌های لایه‌ی ظرفیت اتم‌های سازنده را با هم جمع می‌کنیم.

۲- ساختارهای ممکن که در آن‌ها، اتم‌های کربن و اکسیژن با یک، دو یا سه پیوند اشتراکی به‌هم متصل شده‌اند به‌صورت زیر است:

$$O=C=O \qquad O=C-O$$

$$O\equiv C-O \qquad O-C-O$$

۳- الکترون‌های ناپیوندی روی اتم‌ها را با جفت نقطه نشان می‌دهیم، طوری‌که پیرامون هر اتم در مجموع، هشت الکترون "پیوندی + ناپیوندی" وجود داشته باشد.

۴- از میان ساختارهایی که رسم کرده‌ایم، آن‌که ویژگی‌های زیر را دارد، ساختار لوویس درست ترکیب را نشان می‌دهد:

آ) مجموع الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی در مولکول، برابر با مجموع الکترون‌های لایه‌ی ظرفیت اتم‌های سازنده‌ی آن باشد.

ب) همه‌ی اتم‌ها به آرایش گاز نجیب (هشتایی یا دوتایی) رسیده باشند.

رسم سریع‌تر ساختار لوویس

۱- **انتخاب اتم مرکزی:** اتم مرکزی همان‌طور که از نامش مشخص است، اتمی است که در مرکز قرار می‌گیرد و سایر اتم‌ها به آن متصل می‌شوند. طبق قاعده، اتم سمت چپ به جز اتم هیدروژن را به‌عنوان اتم مرکزی انتخاب می‌کنیم (هیدروژن همواره اتم جانبی است). دقت کنید که در مولکول‌های دو اتمی، یا عنصرهای دارای بیش از یک اتم مانند ژن‌دارها، هیدروژن هالیدها، **SO**، **CO**، **NO**، O_3، P_4، S_8 و ... اتم مرکزی نداریم و محل قرارگیری هر اتم، اهمیتی ندارد.

۲- **تک الکترون‌ها به‌سمت هم:** الکترون‌های ظرفیتی اتم مرکزی را در اطراف نماد آن قرار داده و اتم‌های جانبی را طوری اطراف اتم مرکزی قرار می‌دهیم که تک‌الکترون‌های آن‌ها به‌سمت هم باشد.

۳- **برقراری پیوند میان تک الکترون‌ها:** با پیوند یگانه، دوگانه یا سه‌گانه اتم‌ها را به یک‌دیگر متصل می‌کنیم و الکترون‌های ناپیوندی هر اتم را به‌نحوی در اطرافش قرار می‌دهیم که همگی از قاعده‌ی هشتایی یا دوتایی پیروی کنند.

پیوند میان اتم‌ها به این صورت است که:

- اگر دو تک الکترون در برابر هم قرار گیرند، پیوند یگانه تشکیل می‌شود. مانند H_2
- اگر دو تک الکترون در برابر دو تک الکترون قرار گیرند، پیوند دوگانه تشکیل می‌شود. مانند O_2
- اگر سه تک الکترون در برابر سه تک الکترون قرار گیرند، پیوند سه‌گانه تشکیل می‌شود. مانند N_2
- هنگامی‌که اتم‌های یکسانی به اتم مرکزی متصل‌اند، پیوند یگانه بر پیوند دوگانه و و دوگانه بر سه‌گانه مقدم‌تر است.
- چون اتم هیدروژن و هالوژن‌ها تنها یک تک الکترون دارند، فقط با یک پیوند یگانه در ترکیب‌ها شرکت می‌کنند.

ساختار لوویس برخی گونه‌ها از قواعد فوق پیروی نمی‌کنند و برای رسم ساختار آن‌ها، باید روند متفاوتی طی شود. به قواعد زیر دقت کنید.

آ- اگر شمار اتم‌های جانبی، از شمار تک الکترون‌های اتم مرکزی بیش‌تر بوده و اتم جانبی هالوژن باشد، اتم مرکزی **برانگیخته** شده است. در اتم برانگیخته، جفت الکترون‌های ناپیوندی به تعداد مورد نیاز جدا شده و به تک الکترون تبدیل می‌شوند. مثال: PCl_5، IF_7، $BrCl_5$ و SF_4

- به‌طور کلی اتم‌های برانگیخته، رادیکال‌های آزاد و ترکیبات خنثی از **B** و **Be** (BF_3 و BeF_2) از قاعده‌ی هشتایی پیروی نمی‌کنند.
- هیدروژن در همه‌ی ترکیب‌های مولکولی و یون‌های چندتایی، همواره اتم جانبی است. هالوژن‌ها نیز اغلب به‌عنوان اتم جانبی قرار می‌گیرند.
- هالوژن‌ها در ترکیب با هالوژن واکنش‌پذیرتر، اتم مرکزی قرار گرفته و برانگیخته می‌شوند و در سایر موارد اتم جانبی هستند.

  به‌عنوان مثال در ترکیب فلوئور و ید در IF_7، فلوئور واکنش‌پذیرتر بوده و ید اتم مرکزی قرار می‌گیرد.

ب- اگر تعداد اتم‌های جانبی، از تعداد تک الکترون‌های اتم مرکزی بیش‌تر بوده و اتم جانبی هالوژن نباشد، اتم جانبی را با یک پیوند یگانه به اتم مرکزی متصل کرده و آن را هشتایی می‌کنیم.

- اکسیژن با دو تک الکترون پیوند دوگانه می‌دهد و با یک جفت الکترون پیوند یگانه می‌دهد. مانند SO_2، SO_3، $POCl_3$
- پیوند بین اتم‌ها در یون‌های چندتایی از نوع کووالانسی است. لذا در ترکیب یونی حاوی یون‌های چندتایی، هم‌زمان پیوند یونی و کووالانسی داریم.
- در یون‌های چندتایی، بار منفی را به اتم جانبی و بار مثبت را به اتم مرکزی نسبت داده و سپس ساختار را داخل کروشه قرار می‌دهیم.
- هیدروژن همواره به‌عنوان اتمی جانبی قرار می‌گیرد اما بار مثبت به آن نسبت داده می‌شود.
- کروشه‌ی رسم شده در ساختار یون‌های چندتایی، به‌این معناست که بار یون به اتم خاصی تعلق نداشته و به کل اتم‌ها نسبت داده می‌شود.
- در ترکیبات یونی حاوی یون‌های چندتایی، آنیون‌ها و کاتیون‌ها جداگانه رسم می‌شوند.

@Hadishimi

تمرین مهم: ساختار لوویس ۱۰۰ گونه را در جدول زیر می‌بینیم.

$H_2 - F_2 - Cl_2 - Br_2 - I_2$	HF	HCl	HBr
HI	O_2	SO	N_2
H_2O	H_2S	H_2Se	OF_2
OCl_2	SF_2	SCl_2	BeF_2
BF_3	NH_3	NF_3	NCl_3
PCl_3	CH_4	CF_4	CCl_4

@HadiShimi

$SiCl_4$	$SiBr_4$	GeH_4	$CHCl_3$
CO_2	CS_2	SCO	CH_2O
$COCl_2$	NOF	NOCl	PCl_5
NF_5	$AsCl_5$	SF_4	SF_6
ICl_5	IF_5	ICl_7	IF_7
BrF_7	SO_2	O_3	SO_3

@HadiShimi

$POCl_3$	$SOCl_2$	SO_2Cl_2	NO_2Cl
PO_2Cl	NO	NO_2	CH_3
CO	OH^-	C_2^{2-}	O_2^{2-}
CN^-	NH_2^-	NO_2^-	NO_3^-
CO_3^{2-}	SO_3^{2-}	SO_4^{2-}	PO_4^{3-}
SiO_4^{4-}	BF_4^-	HCO_3^-	NCS^-

@HadiShimi

NH_4^+	NO_2^+	H_3O^+	NO^+
C_2H_6	C_2H_5Cl	$C_2H_4Cl_2$	$C_2H_4Br_2$
C_2H_2	C_2H_4	C_2F_4	C_2H_3Cl
C_2H_3CN	$C_2H_3CH_3$	$C_2H_3C_6H_5$	C_6H_{12}
C_6H_6	$C_{10}H_8$	CH_3OH	C_2H_5OH
CH_3OCH_3	$HCOOH$	CH_3COOH	CH_3COCH_3

@HadiShimi

۹۴- با توجه به قاعده‌ی هشتایی، ساختار لوویس کدام مولکول‌های زیر، درست است؟ R۱۴۰۰

آ) $:\ddot{S}=C=\ddot{O}:$

ب) $:\ddot{O}=C(:\ddot{Cl}:)(:\ddot{Cl}:)$

پ) $:\ddot{O}(-S(:\ddot{O}:)(:\ddot{O}:))$

ت) $H-C(=:O:)-H$

۱) آ، ب ۲) ب، پ ۳) آ، ت ۴) پ، ت

۹۵- نام کدام ترکیب شیمیایی درست نوشته شده و در ساختار لوویس آنیون آن، تفاوت شمار الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی، نسبت به آنیون‌های دیگر، کم‌تر است؟ T′۱۴۰۰

۱) Cu_2CO_3: مس کربنات ۲) $Ba_3(PO_4)_2$: باریم فسفات

۳) Li_2SO_4: لیتیم سولفات ۴) NH_4OH: آمونیوم هیدروکسید

۹۶- ساختار لوویس یون سولفیت (SO_3^{2-}) به ساختار لوویس کدام گونه، شبیه است؟ R′۹۶

۱) آمونیاک ۲) یون کربنات ۳) BF_4^- ۴) NO_2

۹۷- کدام گونه، ساختار لوویس متفاوتی با سه گونه‌ی دیگر دارد؟ R′۹۴

۱) NO_2Cl ۲) PCl_4^+ ۳) SO_2F_2 ۴) BeF_4^{2-}

۹۸- نسبت شمار الکترون‌های پیوندی به شمار الکترون‌های ناپیوندی در مولکول گلوکز ($C_6H_{12}O_6$)، کدام است؟ R۹۵

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲/۵ ۴) ۲

۹۹- شمار الکترون‌های پیوندی در مولکول کدام دو گونه، نابرابر است؟ R۹۷

۱) $SO_3 - HCN$ ۲) $SF_4 - NO_3^-$ ۳) $HCOOH - CH_3OH$ ۴) $SiO_4^{4-} - NO_2$

۱۰۰- شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی اتم مرکزی در کدام گونه، با شمار آن‌ها در اتم مرکزی یون BrO_3^-، برابر است؟ R۹۷

۱) NCS^- ۲) NO_3^- ۳) PCl_3 ۴) BF_3

۱۰۱- در ساختار لوویس یون $Al(OH)_4^-$، نسبت شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی کل یون به شمار جفت الکترون‌های پیوندی اتم مرکزی، کدام است؟ T′۹۶

۱) ۱ ۲) ۱/۵ ۳) ۲ ۴) ۲/۵

۱۰۲- شمار الکترون‌های پیوندی در مولکول نیتروژن تری‌فلوئورید ..... شمار الکترون‌های پیوندی در یون سیانید و شمار الکترون‌های ناپیوندی لایه‌ی بیرونی اتم‌ها در آن، ..... برابر شمار الکترون‌های ناپیوندی لایه‌ی بیرونی اتم‌ها در یون سیانید است. T۹۷

۱) نصف – دو ۲) نصف – پنج ۳) برابر – دو ۴) برابر – پنج

۱۰۳- در مولکول کدام ترکیب، نسبت شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی لایه‌ی ظرفیت اتم‌ها به‌شمار جفت الکترون‌های پیوندی، از سه ترکیب دیگر بیش‌تر است؟ R۹۳

۱) گوگرد تترافلوئورید ۲) نیتروژن تری‌فلوئورید ۳) گوگرد تری‌اکسید ۴) کربن دی‌سولفید

۱۰۳- در مولکول SO_2Cl_2، اتم ..... اتم مرکزی بوده، شمار پیوندهای آن برابر شمار پیوندهای مولکول ..... است و مجموع شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی لایه‌ی ظرفیت اتم‌ها در I_3^-، ..... از مجموع شمار الکترون‌های ناپیوندی لایه‌ی ظرفیت اتم‌ها در مولکول SO_2Cl_2 است.
R'۹۳

۱) S – $POCl_3$ – کم‌تر ۲) S – NCl_3 – بیش‌تر ۳) O – $POCl_3$ – کم‌تر ۴) O – NCl_3 – بیش‌تر

۱۰۴- شمار جفت الکترون‌های پیوندی در چند گونه‌ی زیر، با هم برابر است و در ساختار چند ترکیب، پیوند سه‌گانه وجود دارد؟
R'۹۹

- اتین
- گوگرد تری‌اکسید
- کربن دی‌سولفید
- هیدروژن سیانید
- کربن‌مونوکسید
- یون فسفات

۱) ۴ ، ۳ ۲) ۴ ، ۴ ۳) ۳ ، ۳ ۴) ۳ ، ۴

۱۰۵- تفاوت مجموع شمار اتم‌ها در فرمول شیمیایی مس (I) سولفات و کروم (II) کربنات کدام است؟
T۹۴

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۰۶- تفاوت شمار اتم‌های سازنده‌ی هر مول آمونیوم سولفات با شمار اتم‌های هر مول آمونیوم فسفات، برابر تفاوت شمار اتم‌های یک مول از کدام دو ترکیب است؟
T'۹۶

۱) باریم کربنات – اسکاندیم نیترات ۲) روی سولفات – پتاسیم پرمنگنات
۳) آلومینیم هیدروژن کربنات – آمونیوم هیدروکسید ۴) کروم (III) سولفات – آمونیوم پراکسید

۱۰۷- آهن (III) فسفات و آهن (II) نیترات در چند مورد از خواص زیر مشابه‌اند؟ ($_7N$، $_8O$، $_{15}P$ و $_{56}Fe$)
T'۹۴

- شمار کاتیون‌ها در فرمول شیمیایی
- شمار الکترون‌ها در لایه‌ی سوم کاتیون
- شمار اتم‌های اطراف اتم مرکزی آنیون
- شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی در اتم مرکزی آنیون

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۰۸- مجموع تعداد الکترون‌های با $l = 2$ در کاتیون و شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی آنیون در کدام دو ترکیب داده شده برابر است؟
T۹۴

۱) $CrCO_3$، $V(NO_3)_2$ ۲) $FePO_4$، $MnSO_4$
۳) $CuMnO_4$، $Co(CN)_2$ ۴) Ni_2SiO_4، $ZnSO_4$

۱۰۹- در چند مورد از گونه‌های، NO_2، H_3O^+، PF_4^+، $BeCl_2$ و PO_3^{3-}، اتم مرکزی از قاعده‌ی هشتایی پیروی می‌کند؟
T۹۴

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۱۰- اتم کدام عنصر در ترکیب‌های خود (به‌عنوان اتم مرکزی)، می‌تواند بیش از ۸ الکترون در لایه‌ی ظرفیت، داشته باشد؟
R'۹۷

۱) $_{37}Rb$ ۲) $_{15}P$ ۳) $_{12}Mg$ ۴) $_9F$

@hadishimi

۱۱۱- اگر آرایش الکترونی گونه‌ای به $1s^2$ ختم شود، چند مورد از مطالب زیر درباره‌ی آن درست است؟

R۹۵

- عنصر مربوط، تنها در تناوب اول جدول تناوبی قرار دارد.
- عنصر مربوط، می‌تواند در گروه اول جدول تناوبی قرار گیرد.
- چنین گونه‌ای می‌تواند آنیون متصل به کاتیون فلزهای قلیایی باشد.
- چنین گونه‌ای نمی‌تواند هشتایی باشد.

۱.) ۱ ۲.) ۲ ۳.) ۳ ۴.) ۴

۱۱۲- در کدام ردیف‌های جدول زیر، داده‌های مربوط به ترکیب، درست است؟ (منظور از p.e، جفت الکترون‌های پیوندی و n.e، جفت الکترون‌های ناپیوندی بین اتم‌ها است.)

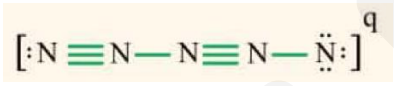
T۹۹

۱.) ۱ ، ۳
۲.) ۲ ، ۴
۳.) ۲ ، ۳
۴.) ۱ ، ۴

ردیف	نام ترکیب	فرمول شیمیایی	شمار p.e	$\frac{p.e}{n.e}$
۱	هیدروژن سیانید	HCN	۴	۴
۲	سیلیسیم تترافلوئورید	SiF_4	۴	$\frac{۱}{۱۲}$
۳	نیتروژن دی‌اکسید	N_2O	۳	$\frac{۲}{۳}$
۴	آرسنیک تری‌برمید	$AsBr_3$	۳	$\frac{۳}{۱۰}$

تعیین بار یک گونه

q = (مجموع الکترون‌های لایه‌ی ظرفیت اتم‌ها) − (مجموع الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی موجود در ساختار لوویس)



برای مثال بالا داریم:

$q = [۵(۵)] - [۴(۲) + ۸(۲)] = ۲۵ - ۲۴ = +۱$

پاسخ‌نامه‌ی کلیدی

سوال	گزینه
۱	۲
۲	۲
۳	۳
۴	۲
۵	۴
۶	۲
۷	۴
۸	۲
۹	۴
۱۰	۱
۱۱	۲
۱۲	۱
۱۳	۱
۱۴	۴
۱۵	۲
۱۶	۲
۱۷	۴
۱۸	۲
۱۹	۲
۲۰	۲
۲۱	۳
۲۲	۲
۲۳	۴
۲۴	۳
۲۵	۴

سوال	گزینه
۲۶	۴
۲۷	۳
۲۸	۴
۲۹	۳
۳۰	۱
۳۱	۳
۳۲	۱
۳۳	۱
۳۴	۱
۳۵	۲
۳۶	۳
۳۷	۲
۳۸	۴
۳۹	۲
۴۰	۱
۴۱	۴
۴۲	۳
۴۳	۴
۴۴	۴
۴۵	۱
۴۶	۱
۴۷	۲
۴۸	۳
۴۹	۳
۵۰	۲

سوال	گزینه
۵۱	۱
۵۲	۴
۵۳	۲
۵۴	۳
۵۵	۱
۵۶	۲
۵۷	۱
۵۸	۴
۵۹	۳
۶۰	۱
۶۱	۲
۶۲	۱
۶۳	۲
۶۴	۴
۶۵	۱
۶۶	۱
۶۷	۲
۶۸	۳
۶۹	۱
۷۰	۲
۷۱	۳
۷۲	۲
۷۳	۱
۷۴	۴
۷۵	۴

سوال	گزینه
۷۶	۲
۷۷	۳
۷۸	۴
۷۹	۱
۸۰	۲
۸۱	۲
۸۲	۱
۸۳	۴
۸۴	۲
۸۵	۴
۸۶	۲
۸۷	۱
۸۸	۳
۸۹	۲
۹۰	۲
۹۱	۳
۹۲	۲
۹۳	۴
۹۴	۳
۹۵	۴
۹۶	۱
۹۷	۱
۹۸	۴
۹۹	۴
۱۰۰	۳

سوال	گزینه
۱۰۱	۱
۱۰۲	۴
۱۰۳	۲
۱۰۴	۱
۱۰۵	۲
۱۰۶	۱
۱۰۷	۱
۱۰۸	۲
۱۰۹	۲
۱۱۰	۲
۱۱۱	۳
۱۱۲	۴
۱۱۳	
۱۱۴	
۱۱۵	
۱۱۶	
۱۱۷	
۱۱۸	
۱۱۹	
۱۲۰	
۱۲۱	
۱۲۲	
۱۲۳	
۱۲۴	
۱۲۵	

جمع‌بندی فصل ۱ شیمی دهم

@HadiShimi

@HadiShimi

@HadiShimi