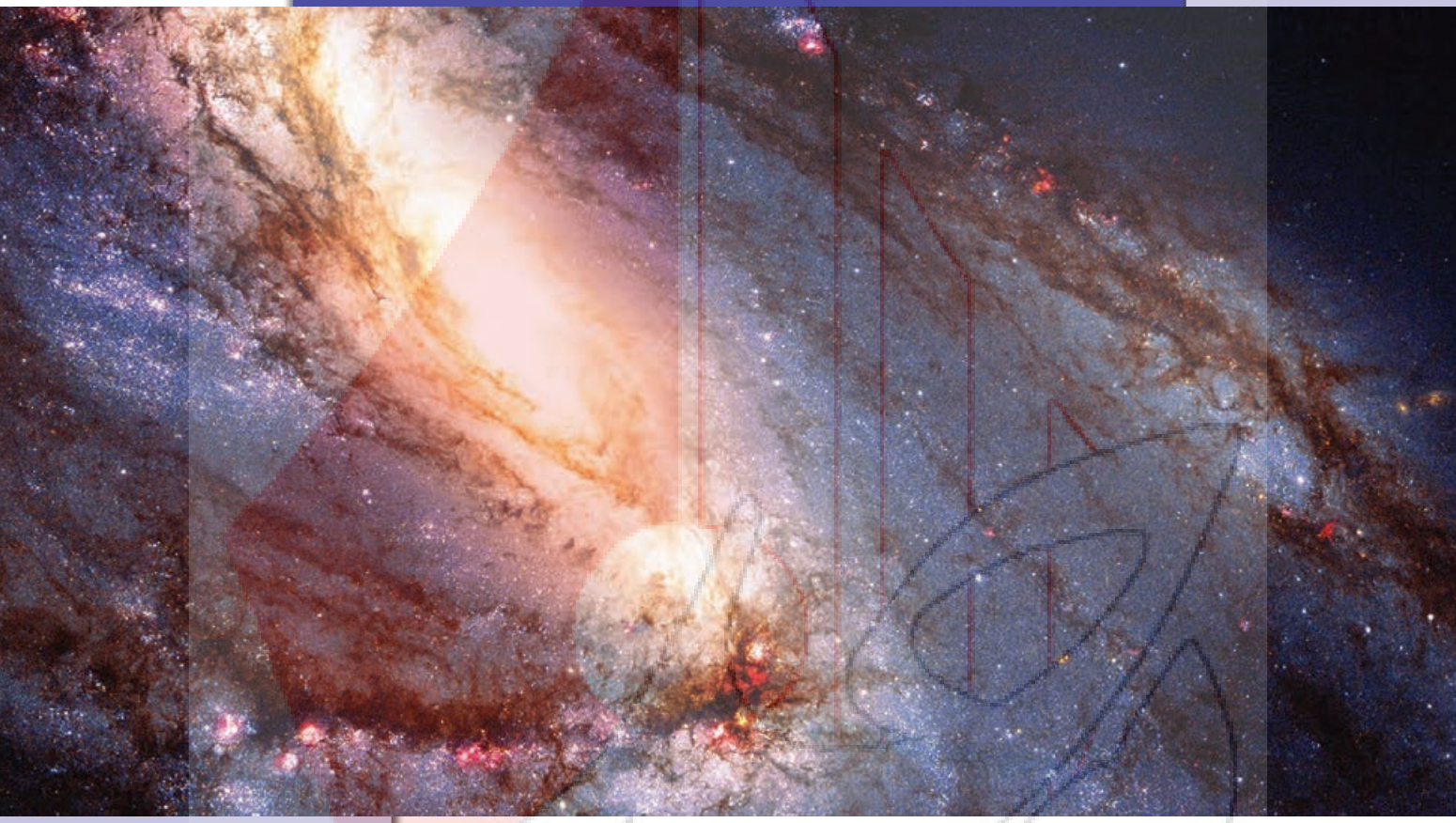
گروه آموزشی U235

شیمی دهم

همراه نکات تستی + تشریحی

گردآوری : استاد لشکری

فصل ۱ کیهان زادگاه الفبای هستی



«هوَ الَّـذی خَلَـقَ السَّمواتِ و الْاَرضَ فی سِتَّـةِ أیّـام» آیهٔ۴، سورهٔ حدید

او کسی است که آسمان‌ها و زمین را در شش روز آفرید.

شاید شما هم یکی از شیفتگان آسمان پرستارهٔ 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 سازندهٔ جهان هستی طی چه فرایندی و چگونه به وجود آمده‌اند؟ پرسش‌هایی که یافتن پاسخ آنها بسیار دشوار است.

زمین در برابر عظمت آفرینش همانند آزمایشگاه بسیار کوچکی است که دانشمندان با آزمایش‌های گوناگون در آن، در تلاش برای یافتن پاسخ این پرسش‌ها هستند. شیمی‌دان‌ها با مطالعهٔ خواص و رفتار ماده، همچنین برهم‌کنش نور با ماده در این راستا سهم بسزایی داشته‌اند.

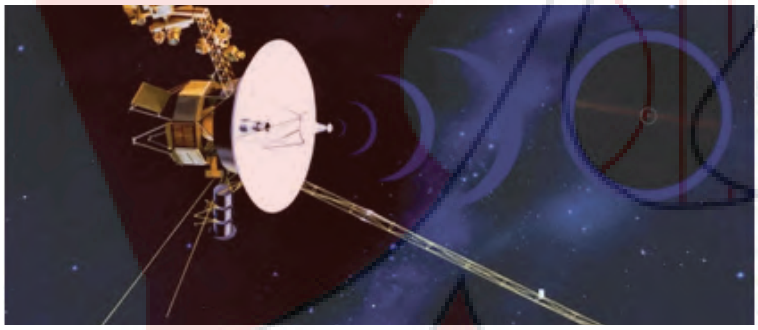
2

● شواهد تاریخی که از سنگ‌نبشته‌ها و نقاشی‌های دیوار غارها به‌دست آمده است نشان می‌دهد که انسان اولیه با نگاه به آسمان و مشاهدهٔ ستارگان در پی فهم نظام و قانونمندی در آسمان بوده است.

انسان همواره با پرسش‌هایی از این دست که «هستی چگونه پدید آمده است؟ جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟ پدیده‌های طبیعی چگونه و چرا رخ می‌دهند؟» روبه‌رو بوده و پیوسته تلاش کرده است برای این پرسش‌ها، پاسخ‌هایی قانع‌کننده بیابد. پاسخ به نخستین پرسش ـ که پرسشی بسیار بزرگ و بنیادی است ـ در قلمرو علم‌تجربی نمی‌گنجد و آدمی تنها با مراجعه به چارچوب اعتقادی و بینش خویش در پرتو آموزه‌های الهی می‌تواند به پاسخی جامع دست یابد.

اما پس از عبور از این قلمرو، علم‌تجربی تلاشی گسترده را برای یافتن پاسخ پرسش‌های دوم و سوم انجام داده است. این تلاش‌ها سبب شد تا دانش ما دربارهٔ جهان مادی افزایش یابد. امروزه ما دربارهٔ 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.

تلاش دانشمندان برای شناخت کیهان همچنان ادامه دارد. نمونه‌ای از آن، سفر طولانی و تاریخی دو فضاپیما به نام‌های **وویجر ۱ و ۲** در سال ۱۹۷۷ میلادی (۱۳۵۶ خورشیدی) برای شناخت بیشتر سامانهٔ خورشیدی است (شکل ۱).



شکل ۱ـ عکس کرهٔ زمین از فاصلهٔ تقریبی ۷ میلیارد کیلومتری؛ آخرین تصویری که وویجر ۱ پیش از خروج از سامانهٔ خورشیدی از زادگاه خود گرفت.

دو فضاپیما مأموریت داشتند با گذر از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون، شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی آنها را تهیه کنند و بفرستند. این شناسنامه‌ها می‌تواند حاوی اطلاعاتی مانند نوع عنصرهای سازنده، ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آنها و ترکیب درصد این مواد باشد.

عنصرها چگونه پدید آمدند؟

سؤال مهم

یکی از پرسش‌های مهمی که شیمی‌دان‌ها در پی یافتن پاسخ آن هستند، چگونگی پیدایش عنصرهاست. جالب است بدانید که مطالعهٔ کیهان به ویژه سامانهٔ خورشیدی برای پاسخ به این پرسش، کمک شایانی می‌کند؛ برای نمونه با بررسی نوع و مقدار عنصرهای سازندهٔ برخی سیاره‌های سامانهٔ خورشیدی و مقایسهٔ آن با عنصرهای سازندهٔ خورشید می‌توان به درک بهتری از چگونگی تشکیل عنصرها دست یافت.

نکات :

① برخی پرسش های بنیادی
- هستی چگونه بوجود آمده است؟ ← پاسخ در علم تجربی نیست
- جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟ ← پاسخ در علم و علم تجربی است
- پدیده های طبیعی چرا و چگونه رخ می دهند؟

② ویجر ۱ و ۲ برای شناخت بیشتر سامانه خورشیدی در سال ۱۹۷۷ به فضا پرتاب شده اند

③ ماموریت دو فضاپیما تهیه و ارسال شناسنامه فیزیکی و شیمیایی سیاره های مشتری زحل و اورانوس و نپتون بوده است.

④ چهار سیاره مشتری، زحل، اورانوس و نپتون جزء سیاره های گازی (بیرونی) سامانه خورشیدی است

⑤ برخی اطلاعات شناسنامه یک سیاره
- نوع عنصرهای سازنده
- ترکیب شیمیایی موجود در اتمسفر سیاره
- ترکیب درصد مواد موجود در اتمسفر سیاره

⑥ آخرین تصویری که ویجر ۱ پیش از خروج از سامانه خورشیدی از زمین گرفت از فاصله ۶ میلیارد کیلومتری بوده است.

نکات مربوط به مقایسه کره زمین و مشتری :

① مشتری نسبت به زمین در فاصله دورتری قرار دارد

② دمای سطح : زمین > مشتری

③ ترتیب عناصر در مشتری: (۹۰٪) H > He > C > O > N > S > Ar > Ne

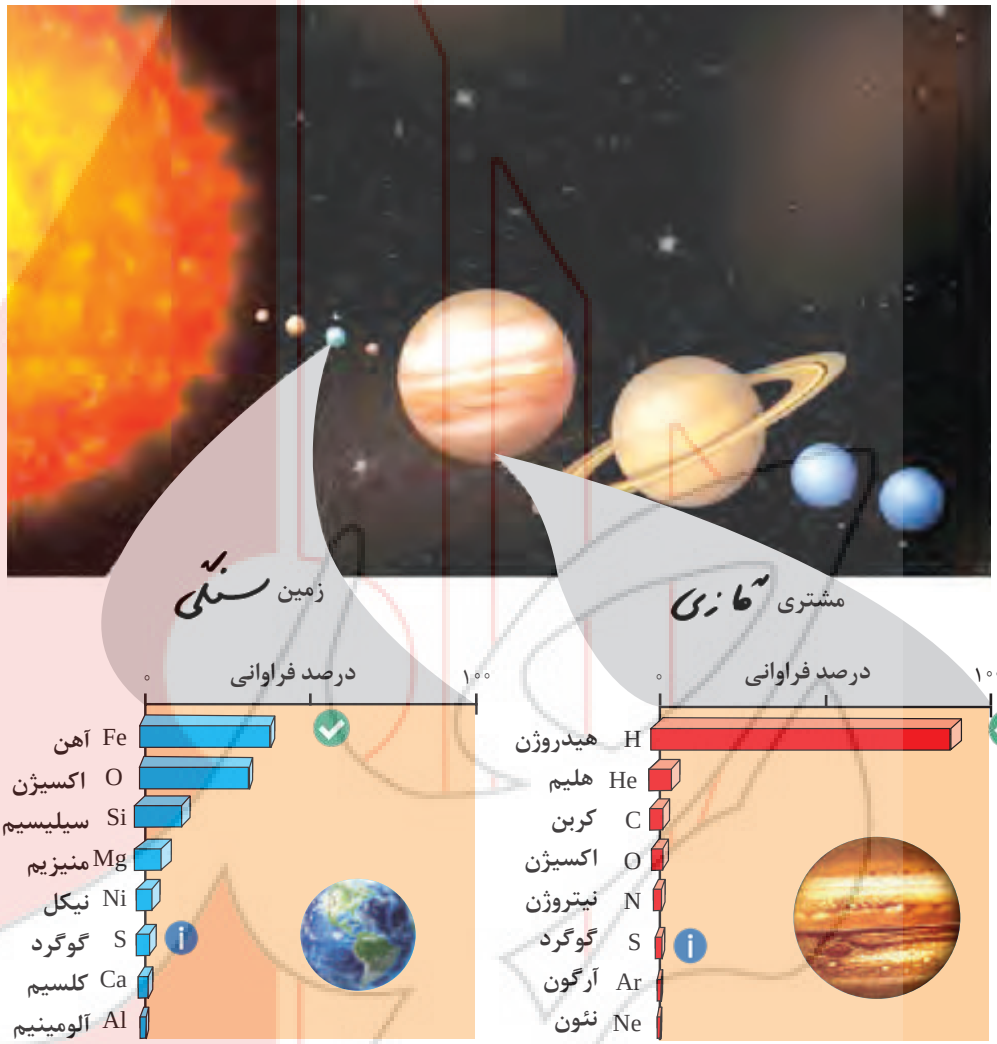
④ ترتیب عناصر در زمین : (۴۰٪) Fe > O > Si > Mg > Ni > S > Ca > Al

⑤ از عناصر فلزی در مشتری خبری نیست به همین دلیل مشتری بعد دست گاز است

و چگالی زمین بخاطر وجود فلزات بیشتر از مشتری می باشد

خود را بیازمایید

شکل زیر عنصرهای سازندهٔ دو سیارهٔ مشتری و زمین را نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.



آ) فراوان‌ترین عنصر در هر سیاره، کدام است؟

ب) عنصرهای مشترک در دو سیاره را نام ببرید.

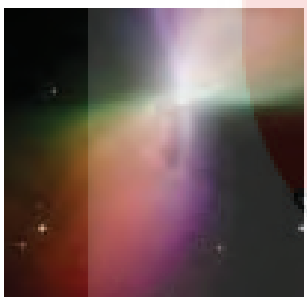
پ) در کدام سیاره، عنصر فلزی وجود ندارد؟

ت) پیش‌بینی کنید سیارهٔ مشتری بیشتر از جنس گاز است یا سنگ؟ چرا؟

ث) آیا به‌جز عنصرهای نشان داده شده در شکل، عنصرهای دیگری در زمین یافت می‌شود؟ چند نمونه نام ببرید.

آیا می‌دانید

سحابی بومرنگ، سردترین مکان شناخته شده در جهان هستی با دمای $-۲۷۲^{\circ}C$ است که حدود ۵۰۰۰ سال نوری از زمین فاصله دارد و در صورت فلکی **سنتاروس** (**قنطورس**)[۱] واقع شده است.



۱ – Centaurus

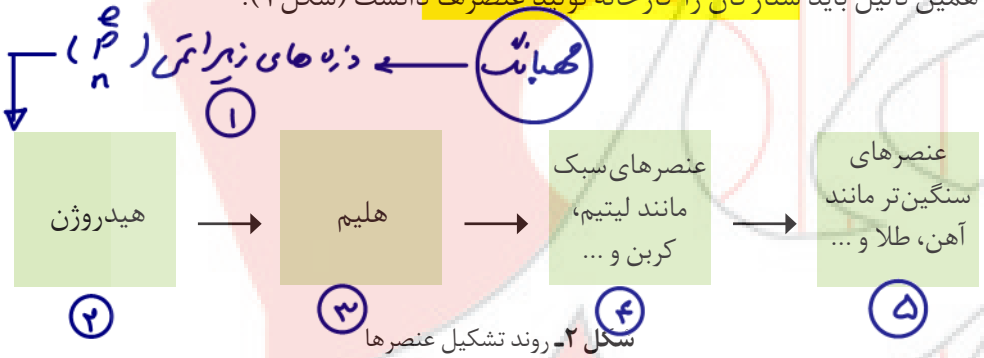
توجه

فراوان‌ترین عنصر پوسته زمین: O > Si > Al

فراوان‌ترین عنصر زمین: Fe > O > Si

دریافتید که نوع و میزان فراوانی عنصرها در دو سیارهٔ زمین و مشتری متفاوت است در حالی که عنصرهای مشترکی نیز در این دو سیاره هست. یافته‌هایی از این دست نشان می‌دهد که عنصرها به صورت ناهمگون در جهان هستی توزیع شده‌اند. این یافته‌ها باعث شد تا دانشمندان بتوانند چگونگی پیدایش عنصرها را توضیح دهند به‌طوری که برخی از آنها بر این باورند که سر آغاز کیهان با انفجاری مهیب (**مهبانگ**)[1] همراه بوده که طی آن انرژی عظیمی آزاد شده است. در آن شرایط پس از پدید آمدن ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، پروتون و نوترون، عنصرهای هیدروژن و هلیم پا به عرصهٔ جهان گذاشتند. با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیم تولید شده، متراکم شد و مجموعه‌های گازی به نام **سحابی**[2] ایجاد کرد. بعدها این سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شد.

درون ستاره‌ها همانند خورشید در دماهای بسیار بالا، واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد؛ واکنش‌هایی که در آنها از عنصرهای سبک‌تر، عنصرهای سنگین‌تر پدید می‌آیند. جالب است بدانید که **ستاره‌ها**[3] 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 شود. به همین دلیل باید ستارگان را کارخانهٔ تولید عنصرها دانست (شکل ۲).

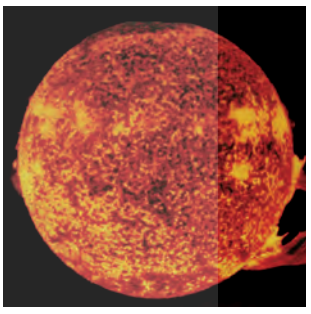


شکل ۲ـ روند تشکیل عنصرها

خورشید نزدیک‌ترین ستاره به زمین است که دمای بسیار بالایی دارد. انرژی گرمایی و نور خیره‌کنندهٔ خورشید به دلیل تبدیل هیدروژن به هلیم در واکنش‌های هسته‌ای است، واکنش‌هایی که در آنها انرژی هنگفتی آزاد می‌شود. انرژی آزاد شده در واکنش هسته‌ای آن‌قدر زیاد است که می‌تواند صدها میلیون تن فولاد را ذوب کند. البته توجه داشته باشید که در واکنش‌های شیمیایی که در پدیده‌های طبیعی پیرامون ما و در زندگی روزانه رخ می‌دهند، مقدار انرژی مبادله شده بسیار کمتر است.

آیا می‌دانید

دمای سطح خورشید به حدود ۶۰۰۰°C و دمای درون آن به حدود ۱۰۰۰۰۰۰۰°C می‌رسد. در این ستاره به دلیل انجام واکنش‌های هسته‌ای در هر ثانیه ۵۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰ کیلوگرم از جرم کاسته شده و به انرژی تبدیل می‌شود. آلبرت اینشتین رابطهٔ $E=mc^2$ را برای محاسبهٔ انرژی تولید شده در واکنش‌های هسته‌ای ارائه کرد. در این رابطه، m جرم ماده برحسب کیلوگرم، c سرعت نور برحسب متر بر ثانیه ($3\times10^8\ ms^{-1}$) و E، انرژی آزاد شده برحسب ژول است. بر این اساس اگر در یک واکنش هسته‌ای ۰/۰۰۲۴ گرم ماده به انرژی تبدیل شود، $2/16\times10^{11}$ ژول انرژی تولید خواهد شد. با این توصیف برآورد می‌شود که خورشید می‌تواند تا ۵۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰ سال دیگر نورافشانی کند.



ادامه نکات مشتری و زمین:

⑥ عناصر مشترک زمین و مشتری اکسیژن و کوئرد است.

⑦ ☉ در مشتری رتبه ۴ و در زمین رتبه ۲ دارد

⑧ کوئرد ☉ در مشتری و زمین رتبه ۶ دارد

نکات مربوط به مهبانگ:

① مهبانگ ← آزاد شدن انرژی زیاد
← تولید ذره‌های زیراتمی (e و p و n)

$He \xleftarrow[\text{هسته‌ای}]{\text{واکنش}} H \xleftarrow[\text{هسته‌ای}]{\text{واکنش}}$ (n و p و e)

② با گذشت زمان و سرد شدن ${}^{H}_{He}$ ← سحابی ← ستاره ← کهکشان

③ ستاره‌ها با تبدیل خورشید، در دماهای بسیار بالا $\xleftarrow[\text{هسته‌ای}]{\text{واکنش}}$ عنصرهای سبک $\{$ لیتیم، کربن $\xleftarrow[\text{هسته‌ای}]{\text{واکنش}}$ عنصرهای سنگین

آهن Fe، طلا Au

④ فرمول انیشتین: $E = m \cdot c^2$ ❤

E = انرژی ← J

m = جرم ← kg

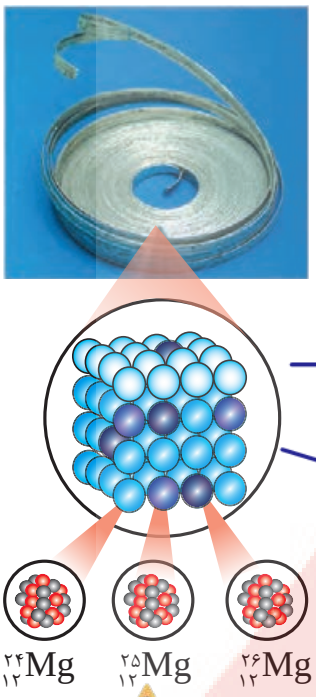
C = سرعت نور ← $3 \times 10^8 \ m/s$

مثال: از تبدیل ۱ g ماده به انرژی، چند ژول انرژی بدست می‌آید؟ جواب 9×10^{13} J

مثال: اگر برای ذوب ۱ g آهن ۲۴۳ J گرما لازم باشد، انرژی آزاد شده در واکنش هسته‌ای که در آن ۱ g ماده به انرژی تبدیل می‌شود، چند تن آهن را ذوب می‌کند؟

آیا همهٔ اتم‌های یک عنصر پایدارند؟

شیمی‌دان‌ها ماده‌ای را عنصر می‌نامند که از یک نوع اتم تشکیل شده باشد، برای نمونه منیزیم و هلیم عنصر به شمار می‌روند زیرا یک نمونه منیزیم حاوی اتم‌های منیزیم و یک نمونه هلیم حاوی اتم‌های هلیم است. جالب است بدانید بررسی‌ها نشان می‌دهد که اغلب در یک نمونهٔ طبیعی از عنصری معین، اتم‌های سازنده، جرم یکسانی ندارند. برای مثال بررسی یک نمونه منیزیم نشان می‌دهد که جرم همهٔ اتم‌های منیزیم در این نمونه یکسان نیست، بلکه مخلوطی از سه **هم‌مکان (ایزوتوپ)**[1] است (شکل ۳).



شکل ۳ـ ایزوتوپ‌های منیزیم در یک نمونهٔ طبیعی از آن.

● نماد E، حرف نخست واژهٔ Element به معنای عنصر است.

خود را بیازمایید

۱ـ می‌دانید که هر عنصر را با نماد ویژه‌ای نشان می‌دهند. در این نماد، شمار ذره‌های زیراتمی را نیز می‌توان مشخص کرد. هرگاه بدانید که اتمی از آهن ۲۶ پروتون و ۳۰ نوترون دارد، با توجه به الگوی زیر مشخص کنید که Z و A هر کدام، چه کمیتی را نشان می‌دهد؟

$^{56}_{26}Fe$ — نماد شیمیایی اتم آهن

$^{A}_{Z}E$ — نماد همگانی اتم‌ها

۲ـ با توجه به نماد ایزوتوپ‌های منیزیم (شکل ۳)، جدول زیر را کامل کنید.

ویژگی / نماد ایزوتوپ	A	Z	شمار الکترون	شمار نوترون

ایزوتوپ‌های یک عنصر دارای Z یکسان اما A متفاوت هستند، به دیگر سخن ایزوتوپ‌ها، اتم‌های یک عنصرند که در شمار نوترون‌ها با یکدیگر تفاوت دارند. از آنجا که خواص شیمیایی اتم‌های هر عنصر به عدد اتمی (Z) آن وابسته است؛ اتم‌های منیزیم همگی خواص شیمیایی یکسانی دارند و در جدول دوره ای عنصرها تنها یک مکان را اشغال می کنند؛ این در حالی است که همین ایزوتوپ‌ها در خواص فیزیکی وابسته به جرم، مانند چگالی با یکدیگر تفاوت دارند.

۱ – Isotope

$^{A}_{Z}X$ اتم خنثی
$n \geq P = e$

$^{A}_{Z}X^{2+}$ کاتیون
$n \geq P > e$

$^{A}_{Z}X^{2-}$ آنیون
$n \geq P$ و $P < e$
در آنیون رابطه n و e دو حالت دارد
$n > e$ یا $n < e$

با در نظر گرفتن $_{10}Ne^{21}$ و $_{9}F^{19-}$ کدام عبارت الزاماً درست است

۱- ذره‌ای که در هسته خود ۱۰ الکترون دارد اتم فلوئور است.
یک اتم از روی هر نوترون شناخته می‌شود

۲- ذره‌ای که در آخرین لایه خود ۸ الکترون و در مجموع دارای ۱۰ الکترون است اتم نئون است.

ذره با کوته شیمیایی هم می‌تواند اتم باشد و هم یون باشد $_{11}Na^{+}$ و $_{9}F^{-}$ و $_{8}O^{2-}$ و $_{10}Ne$

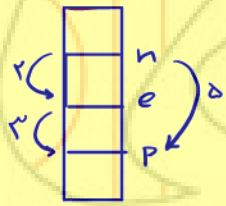
۳- ذره‌ای که در هسته خود ۱۰ پروتون و ۱۲ نوترون است اتم نئون نامیده می‌شود

۴- تعداد الکترون هر ذره جزء عدد اتمی است ذره می‌تواند یون باشد

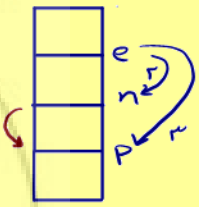
در یون پایدار A^{3-} اختلاف نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر ۲ واحد است این ذره دارای الکترون می‌باشد و عدد اتمی آن است.

$$\begin{cases} n+p=31 \\ e=p+3 \\ \begin{cases} n-e=2 \\ e-n=2 \end{cases} \end{cases}$$ دو حالت

①
$$\begin{cases} n+p=31 \\ e=p+3 \\ n-e=2 \end{cases}$$
$$\begin{cases} n+p=31 \\ n-p=5 \end{cases}$$
$$2n=36$$
$$n=18$$
$$p=13 \rightarrow Al^{3-}$$ ندارد



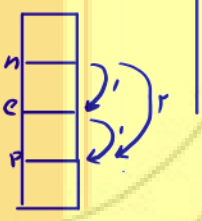
②
$$\begin{cases} n+p=31 \\ e=p+3 \\ e-n=2 \end{cases}$$
$$n+p=31$$
$$n-p=1$$
$$2n=32$$
$$n=16$$
$$p=15 \quad {}_{15}A^{3-} \rightarrow {}_{15}P^{3-}$$



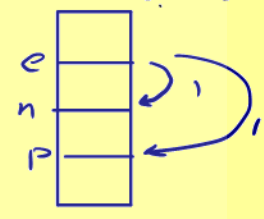
در یون پایدار B^{-} اختلاف نوترون و الکترون‌ها برابر ۱ واحد است در این صورت مجموع ذره‌های زیر اتمی چند است؟

$$\begin{cases} n+p=36 \\ e=p+1 \\ \begin{cases} n-e=1 \\ e-n=1 \end{cases} \end{cases}$$

①
$$\begin{cases} n+p=36 \\ e=p+1 \\ n-e=1 \end{cases}$$
$$n+p=36$$
$$n-p=2$$
$$2n=38$$
$$n=19$$
$$p=17 \rightarrow {}_{17}B^{-} \rightarrow {}_{17}Cl^{-}$$



$$\begin{cases} n+p=36 \\ e=p+1 \\ e-n=1 \end{cases}$$
$$n+p=36$$
$$n=p$$
$$2p=36$$
$$p=18 \rightarrow {}_{18}Ar^{-}$$ نداریم



? چنانچه به اتم $^{24}_{11}Na$ یک ذره زیراتمی X^{-1} اضافه شود به اتمی از سدیم (فیزیم) تبدیل می‌شود و اگر (کاتیونی)

یک ذره زیراتمی بصورت $^{0}_{-1}e$ اضافه شود $^{25}_{11}Na$ و اگر یک ذره زیراتمی بصورت $^{0}_{-1}e$ اضافه شود به $^{24}_{11}Na^{-}$ تبدیل می‌شود.

$$^{24}_{11}Na \begin{cases} ^{11}P \\ ^{11}e \\ ^{13}n \end{cases} + P \longrightarrow {}^{25}Mg^{+} \begin{cases} ^{12}P \\ ^{11}e \\ ^{13}n \end{cases}$$

$$^{24}_{11}Na + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{25}_{11}Na \qquad \text{و} \qquad {}^{24}_{11}Na + {}^{0}_{-1}e \longrightarrow {}^{24}_{11}Na^{-}$$

نکته دانش‌آموز عزیز، در حل این نمونه از سؤالات که مشاهده کردید باید سه معادله نوشته می‌شد و از حل آن به P یا عدد اتمی می‌رسیدیم ولی اگر دقت کرده باشید با کمک مزه‌بان ذره‌های زیراتمی به راحتی می‌توان $P - n$ را بدست آورد و با داشتن عدد جرمی $(P + n)$ می‌توان براحتی به P دست پیدا کرد.

خودتان حل کنید:

در یون پایدار $^{56}X^{+3}$ اختلاف نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر ۷ واحد است، در اینصورت این ذره دارای ذره زیراتمی باردار است. جواب ۲۳ + ۲۶

سؤال از مبحث بودن:

۱- با توجه به ۳ ایزوتوپ ^{1}H و ^{2}H و ^{3}H و ۳ ایزوتوپ ^{16}O و ^{17}O و ^{18}O چند نوع مولکول آب می‌توان داشت؟

۲- با توجه به ایزوتوپ‌های هیدروژن و اکسیژن، چند حالت H_2O با جرم متفاوت می‌توان بدست آورد؟

$(^{3}H\,^{3}H\,^{18}O) - (^{1}H\,^{1}H\,^{16}O)$

= سنگین‌ترین - سبک‌ترین

$24 - 18 = 6$ حالت $6 + 1 = 7$

با هم بیندیشیم

۱ـ داده‌های جدول زیر را به دقت بررسی کنید؛ سپس به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.

نماد ایزوتوپ / ویژگی ایزوتوپ	${}_{1}^{1}H$	${}_{1}^{2}H$	${}_{1}^{3}H$	${}_{1}^{4}H$	${}_{1}^{5}H$	${}_{1}^{6}H$	${}_{1}^{7}H$
نیم‌عمر	پایدار	پایدار	۱۲/۳۲ سال	$۱/۴\times۱۰^{-۲۳}$ ثانیه	$۹/۱\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۲/۹\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۲/۳\times۱۰^{-۲۳}$ ثانیه
درصد فراوانی در طبیعت	۹۹/۹۸۸۵	۰/۰۱۱۴	ناچیز	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)

آ) چه شباهت‌ها و چه تفاوت‌هایی میان این ایزوتوپ‌ها وجود دارد؟

ب) یک نمونهٔ طبیعی از عنصر هیدروژن، مخلوطی از چند ایزوتوپ است؟

پ) نیم‌عمر هر ایزوتوپ نشان می‌دهد که آن ایزوتوپ تا چه اندازه پایدار است. کدام ایزوتوپ هیدروژن از همه ناپایدارتر است؟

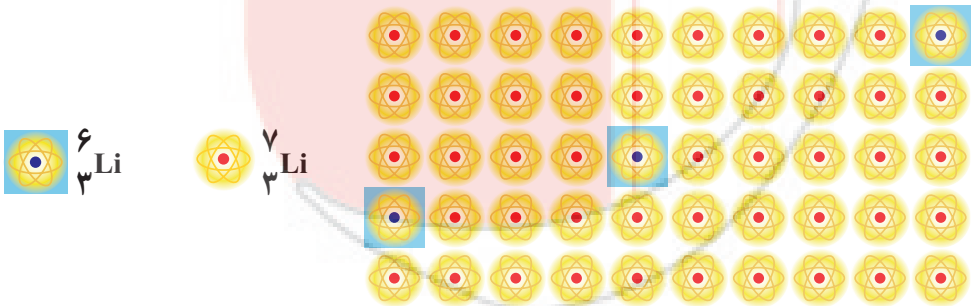
ت) هستهٔ ایزوتوپ‌های ناپایدار، ماندگار نیست و با گذشت زمان متلاشی می‌شود. این ایزوتوپ‌ها پرتوزا هستند و اغلب بر اثر تلاشی افزون بر ذره‌های پرانرژی، مقدار زیادی انرژی نیز آزاد می‌کنند. انتظار دارید چند ایزوتوپ هیدروژن پرتوزا باشد؟

ث) اغلب هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آنها برابر یا بیش از ۱/۵ باشد، ناپایدارند و با گذشت زمان متلاشی می‌شوند. چند ایزوتوپ هیدروژن دارای این ویژگی است؟

ج) اگر ایزوتوپ‌های پرتوزا و ناپایدار، **رادیوایزوتوپ**[۱] نامیده شود، چه تعداد از ایزوتوپ‌های هیدروژن، رادیوایزوتوپ به شمار می‌رود؟

چ) **درصد فراوانی**[۲] هر ایزوتوپ در طبیعت نشان‌دهندهٔ چیست؟ توضیح دهید.

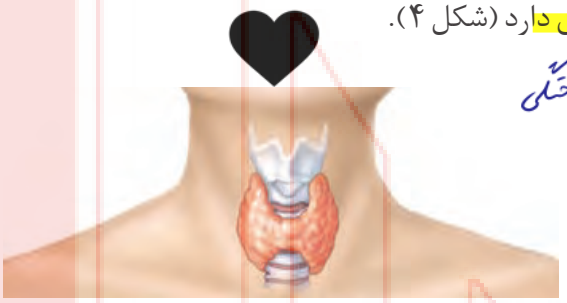
۲ـ شکل زیر شمار تقریبی اتم‌های لیتیم را در یک نمونه طبیعی از آن نشان می‌دهد. با توجه به آن، درصد فراوانی هر یک از ایزوتوپ‌های لیتیم را حساب کنید.



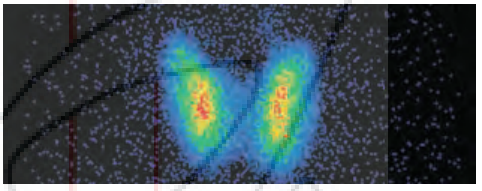
۱– Radioisotope
۲– Fractional Abundance

تکنسیم، نخستین عنصر ساخت بشر

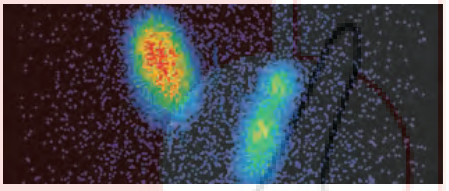
از ۱۱۸ عنصر شناخته شده، تنها ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می‌شود؛ این بدان معنا است که ۲۶ عنصر دیگر ساختگی است. شیمی‌دان‌ها همواره با یافتن کاربردهای منحصر به فرد هر عنصر، انگیزهٔ کافی برای ساختن عنصرهای جدید را داشته‌اند. تکنسیم ($^{99}_{43}Tc$) نخستین عنصری بود که در **واکنشگاه(راکتور)**[1] هسته‌ای ساخته شد. این رادیوایزوتوپ در تصویربرداری پزشکی کاربرد ویژه‌ای دارد (شکل ۴).



(آ)



(ب)



(پ)

شکل ۴ـ آ) غدهٔ پروانه‌ای‌شکل تیروئید در بدن انسان ب) تصویر غدهٔ تیروئید سالم
پ) تصویر غدهٔ تیروئید ناسالم

همهٔ ^{99}Tc موجود در جهان باید به‌طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته شود. از آنجا که نیم عمر آن کم است و نمی‌توان مقادیر زیادی از این عنصر را تهیه و برای مدت طولانی نگهداری کرد، بسته به نیاز، آن را با یک مولد هسته‌ای تولید و سپس مصرف می‌کنند.

● نمونه‌ای از یک مولد رادیو ایزوتوپ تکنسیم

● از تکنسیم ($^{99}_{43}Tc$) برای تصویربرداری غدهٔ تیروئید استفاده می‌شود زیرا یون یدید با یونی که‌حاوی $^{99}_{43}Tc$ است، اندازهٔ مشابهی دارد و غدهٔ تیروئید هنگام جذب یدید، این یون را نیز جذب می‌کند. با افزایش مقدار این یون در غدهٔ تیروئید، امکان تصویربرداری فراهم می‌شود.

ما می‌توانیم

رادیوایزوتوپ‌ها اگرچه بسیار خطرناک هستند، اما پیشرفت دانش و فناوری، بشر را موفق به مهار و بهره‌گیری از آنها کرده است، به طوری که از آنها در پزشکی، کشاورزی و سوخت در نیروگاه‌های اتمی استفاده می‌شود. اورانیم شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزایی است که یکی از ایزوتوپ‌های آن، اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود (شکل ۵).

شکل ۵ـ یکی از کاربردهای مواد پرتوزا، استفاده از آنها در تولید انرژی الکتریکی است.

● کیمیاگری (تبدیل عنصرهای دیگر به طلا) آرزوی دیرینهٔ بشر بوده است. با پیشرفت علم شیمی و فیزیک، انسان می‌تواند طلا تولید کند اما هزینهٔ تولید آن به‌اندازه‌ای زیاد است که صرفهٔ اقتصادی ندارد.

این ایزوتوپ، ^{235}U بوده که فراوانی آن در مخلوط طبیعی از ۰/۷ درصد کمتر است. دانشمندان هسته‌ای ایران با تلاش بسیار موفق شدند مقدار آن را در مخلوط ایزوتوپ‌های این عنصر افزایش دهند. به این فرایند، **غنی‌سازی ایزوتوپی**[1] گفته می‌شود؛ فرایندی که یکی از مراحل مهم چرخهٔ تولید سوخت هسته‌ای است. با این کامیابی ستودنی، نام ایران در فهرست ده‌گانهٔ کشورهای هسته‌ای جهان ثبت شد. با گسترش این صنعت می‌توان بخشی از انرژی الکتریکی مورد نیاز کشور را تأمین نمود (شکل ۶).

شکل ۶ـ برخی رادیوایزوتوپ‌های تولید شده در ایران

اما جالب است بدانید که پسماند راکتورهای اتمی هنوز خاصیت پرتوزایی دارد و خطرناک است؛ از این رو دفع آنها از جمله چالش‌های صنایع هسته‌ای به شمار می‌آید.

آیا می‌دانید

^{59}Fe یک رادیوایزوتوپ است و در تصویربرداری از دستگاه گردش خون به‌کار می‌رود زیرا یون‌های آن درساختار هموگلوبین وجود دارند.

با هم بیندیشیم

توده‌های سرطانی، یاخته‌هایی هستند که رشد غیرعادی و سریع‌تری دارند. شکل زیر اساس استفاده از رادیوایزوتوپ‌ها را برای تشخیص نوعی تودهٔ سرطانی نشان می‌دهد. با بررسی آن، فرایند تشخیص بیماری را توضیح دهید.

طبقه‌بندی عنصرها

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 شیوهٔ مناسبی سازماندهی می‌کنند تا بتوان سریع‌تر و آسان‌تر به اطلاعات دسترسی یافت. در درس علوم با اساس طبقه‌بندی عنصرها، مواد و جانداران آشنا شدید. شیمی‌دان‌ها نیز ۱۱۸ عنصر شناخته شده را براساس یک معیار و ملاک در جدولی با چیدمانی ویژه کنار هم قرار داده‌اند (شکل ۷). این جدول به آنها کمک می‌کند تا اطلاعات ارزشمندی از ویژگی‌های عنصرها را به دست آورند و براساس آن، رفتار عنصرهای گوناگون را پیش‌بینی کنند.

● به گلوکز حاوی اتم پرتوزا، گلوکز نشان‌دار می‌گویند.

● دود سیگار و قلیان، مقدار قابل‌توجهی مواد پرتوزا دارد. از این‌رو اغلب افرادی که به سرطان ریه دچار می‌شوند، سیگاری هستند.

آیا می‌دانید

پژوهش‌ها نشان می‌دهد که مقادیر بسیار کمی از مواد پرتوزا در همه جا یافت می‌شود. البته میزان پرتوهای تابش شده بسیار اندک است و به‌طور معمول بر سلامت ما اثری نمی‌گذارد. یکی از فراوان‌ترین مواد پرتوزا که در زندگی ما یافت می‌شود، گاز **رادون** است. رادون، گازی بی‌رنگ، بی‌بو، بی‌مزه و سنگین‌ترین گاز نجیب موجود در طبیعت است. این گاز پیوسته در لایه‌های زیرین زمین در واکنش‌های هسته‌ای تولید می‌شود و به دلیل دما و فشار زیاد در آن لایه‌ها به منافذ و ترک‌های موجود در سنگ‌های سازندهٔ پوستهٔ زمین نفوذ می‌کند.

نکات مربوط به ایزوتوپ ها :

① تعریف ایزوتوپ :

② شباهت ایزوتوپ ها :

عدد اتمی یکسان دارند.
P پروتون های یکسان دارند.
e الکترون های یکسان دارند.
آرایش الکترونی یکسان دارند.

دوره و گروه یکسان دارند
هم مکان (موقعیت در جدول تناوبی) یکسان
خواص شیمیایی یکسان دارند
جایگاه یکسان در طیف یکسان دارند.

③ تفاوت ایزوتوپ ها :

عدد جرمی
تعداد نوترون ها
خواص فیزیکی (چگالی - ذوب و ...)
نیمه عمر (برای ایزوتوپ های ناپایدار)

پایداری
ذره صدفراوانی
جرم نسبی

④ ایزوتوپ های هیدروژن

طبیعی ← $_1H^1$ و $_1H^2$ و $_1H^3$
ساختگی ← $_1H^4$ و $_1H^5$ و $_1H^6$ و $_1H^7$
فراوانی ایزوتوپ های طبیعی : $_1H^1 > _1H^2 > _1H^3$ (۹۹,۹۹ درصد) (۰.۱٪) (ناچیز)
تنها رادیو ایزوتوپ ← $_1H^3$
پایداری رادیو ایزوتوپ های طبیعی و مصنوعی $_1H^7 > _1H^4 > _1H^6 > _1H^5 > _1H^3$
پایداری همه ایزوتوپ ها $_1H^7 > _1H^4 > _1H^6 > _1H^5 > _1H^3 > _1H^2 > _1H^1$

تکنسیم $_{43}Tc^{99}$

اولین رادیو ایزوتوپ ساخته شدن توسط بشر
نیمه عمر کوتاه ← مصنوعی تهیه می شود و بلا فاصله باید مصرف شود
برای تصویر برداری در غده تیروئید کاربرد دارد. (غده تیروئید پروانه ای شکل است)
هنگام جذب یون یدید (I^-) توسط تیروئید یون یدید با یون حاوی $_{43}Tc^{99}$ اندازه مشابهی دارد، و تیروئید هر دو را جذب می کند.
$_{43}Tc^{99}$: $P=43$ و $A=99$ و $n=56$ و آرایش $5s^2 4d^5$ و $\frac{n}{P} = \frac{56}{43} = 1,3$

$^{235}_{92}U$

- شناخته شده ترین رادیو ایزوتوپ است
- در مخلوط طبیعی (^{235}U و ^{238}U) کمتر از ۷٪ درصد است
- غنی سازی شده و اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی استفاده می شود
- غنی سازی ایزوتوپی یکی از مراحل مهم تولید سوخت هسته ای می باشد و طی آن فراوانی ایزوتوپ را افزایش می دهند.
- می تواند انرژی الکتریکی کشور را تامین کند
- پسماند رادیواکتیوی هنوز خاصیت رادیواکتیوی دارد و خطرناک است.
- دفع پسماندهای رادیواکتیوی یکی از چالش های صنایع هسته ای است.

گلوکز نشاندار

- ترکیب گلوکز معمولی همراه با گلوکزی که دارای اتم نشاندار است.
- غده سرطانی احتیاج به مصرف قند زیاد دارد، قند معمولی و قند نشاندار وارد غده می شوند.
- پرتوزایی گلوکز نشاندار موجب عکس برداری و تشخیص می شود
- * گلوکز نشاندار دارویی درمانی نیست بلکه جنبه ی تشخیصی دارد

ایزوتوپ های منیزیم

- ایزوتوپ های طبیعی ← $^{24}_{12}Mg$ و $^{25}_{12}Mg$ و $^{26}_{12}Mg$
- فراوانی ← ^{24}Mg (۰/۷۹) > ^{26}Mg (۰/۱۱) > ^{25}Mg (۰/۱۰)
- پایداری ← $^{24}Mg > ^{26}Mg > ^{25}Mg$

ایزوتوپ های لیتیم

- ایزوتوپ طبیعی $^{6}_{3}Li$ و $^{7}_{3}Li$
- فراوانی: ^{7}Li (۰/۹۴) > ^{6}Li (۰/۶)
- پایداری: $^{7}Li > ^{6}Li$

ایزوتوپ های کلر

- $^{35}_{17}Cl$ ← ۰/۷۵
- $^{37}_{17}Cl$ ← ۰/۲۵

فراوانی:

نیم‌عمر $_{1}^{3}H$، ۱۲/۳۲ سال است. اگر یک نمونهٔ ۳۰ گرمی از این ایزوتوپ در اختیار داشته باشیم، پس از حدود ۴۹/۲۸ سال، چند گرم از آن باقی می‌ماند؟

اگر یک نمونه از یک ایزوتوپ پرتوزا در اختیار داشته باشیم که نیم‌عمر آن ۲۵ سال باشد، بعد از گذشت یک قرن چند درصد آن تجزیه می‌شود؟

چند روز زمان لازم است تا مقداری از ایزوتوپ پرتوزا X با نیم‌عمر ۱۱/۵ ماه به ۶/۲۵ درصد مقدار اولیه‌اش برسد؟ (هر ماه را ۳۰ روز فرض کنید.)

اگر مجموع شمار ذرات بنیادی یون X^{3+} برابر ۷۹ و اختلاف نوترون و الکترون برابر ۷ باشد، تعداد الکترون این یون کدام گزینه است؟

یون X^{-} دارای ۳۶ الکترون و تفاوت تعداد الکترون و نوترون در آن ۹ واحد است. عدد اتمی و عدد جرمی اتم X کدام گزینه است؟

اگر تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در یون تک اتمی $^{59}M^{3+}$ برابر ۸ باشد، عدد اتمی آن عنصر کدام است؟

اگر اختلاف تعداد پروتون و نوترون در ذرهٔ X برابر ۴ بوده و از طرفی مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های آن برابر ۵۶ باشد، این ذره با کدام‌یک از ذره‌های زیر هم‌مکان (ایزوتوپ) است؟

۱) $^{116}_{56}A$ ۲) $^{56}_{26}B$ ۳) $^{59}_{26}C$ ۴) $^{56}_{30}D$

17

اگر تعداد الکترون و نیز تعداد نوترون یون‌های فرضی $^{75}X^{3-}$ و Y^{2+} با هم برابر باشند، عدد جرمی عنصر Y کدام است؟

اگر تعداد الکترون‌های $^{n-2}X^{3+}$، ۲ برابر تعداد نوترون‌های $^{n}_{m}E^{-}$ باشد، تعداد نوترون‌های $^{4m-1}_{2n+2}Z$ کدام است؟

اگر بین شمار نوترون‌ها (n) و عدد اتمی یک عنصر (Z)، رابطهٔ $n = 2Z - 8$ برقرار باشد. عدد جرمی این عنصر برحسب n ،کدام است؟

۱) $\frac{3n}{2} - 4$ ۲) $\frac{3n}{2} - 8$ ۳) $\frac{3n}{2} + 4$ ۴) $\frac{3n}{2} + 8$

اگر رابطهٔ زیر بین عدد اتمی و عدد جرمی اتمی برقرار باشد و بدانیم که در هستهٔ آن ۶۸ ذرهٔ بدون بار وجود دارد، این اتم به کدام گروه از جدول دوره‌ای تعلق دارد؟ $A = 3Z - 32$

اگر تعداد الکترون‌های ذرهٔ A^{2-} برابر شمارهٔ آخرین گروه جدول تناوبی باشد، کدام‌یک از اتم‌های زیر می‌توانند ایزوتوپ اتم A باشند؟

$^{41}_{20}F$ $^{40}_{20}E$ $^{32}_{16}D$ $^{45}_{21}C$ $^{33}_{16}B$

اگر اختلاف شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در اتم خنثی X برابر شمارهٔ گروه عنصر $_{23}V$ باشد و بدانیم مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های آن برابر ۶۳ است، این عنصر به ترتیب از راست به چپ با کدام عنصر هم‌گروه و با کدام عنصر هم‌دوره است؟

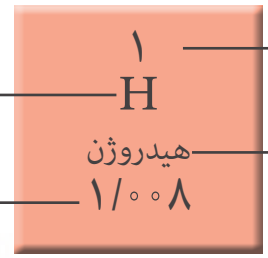
۱) $_{19}K - _{47}Ag$ ۲) $_{37}Rb - _{47}Ag$ ۳) $_{19}K - _{13}Al$ ۴) $_{37}Rb - _{13}Al$

جدول دوره‌ای عنصرها

۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
								۲ He هلیم ۴٫۰۰۳
			۵ B بور ۱۰٫۸۰	۶ C کربن ۱۲٫۰۱	۷ N نیتروژن ۱۴٫۰۱	۸ O اکسیژن ۱۶٫۰۰	۹ F فلوئور ۱۹٫۰۰	۱۰ Ne نئون ۲۰٫۱۸
			۱۳ Al آلومینیم ۲۶٫۹۸	۱۴ Si سیلیسیم ۲۸٫۰۹	۱۵ P فسفر ۳۰٫۹۷	۱۶ S گوگرد ۳۲٫۰۷	۱۷ Cl کلر ۳۵٫۴۵	۱۸ Ar آرگون ۳۹٫۹۵
۲۸ Ni نیکل ۵۸٫۶۹	۲۹ Cu مس ۶۳٫۵۵	۳۰ Zn روی ۶۵٫۳۹	۳۱ Ga گالیم ۶۹٫۷۲	۳۲ Ge ژرمانیم ۷۲٫۶۴	۳۳ As آرسنیک ۷۴٫۹۲	۳۴ Se سلنیم ۷۸٫۹۶	۳۵ Br برم ۷۹٫۹۰	۳۶ Kr کریپتون ۸۳٫۸۰
۴۶ Pd پالادیم ۱۰۶٫۴۰	۴۷ Ag نقره ۱۰۷٫۹۰	۴۸ Cd کادمیم ۱۱۲٫۴۰	۴۹ In ایندیم ۱۱۴٫۸۰	۵۰ Sn قلع ۱۱۸٫۷۰	۵۱ Sb آنتیموان ۱۲۱٫۸۰	۵۲ Te تلوریم ۱۲۷٫۶۰	۵۳ I ید ۱۲۶٫۹۰	۵۴ Xe زنون ۱۳۱٫۳۰
۷۸ Pt پلاتین ۱۹۵٫۱	۷۹ Au طلا ۱۹۷٫۰۰	۸۰ Hg جیوه ۲۰۰٫۶۰	۸۱ Tl تالیم ۲۰۴٫۳۰	۸۲ Pb سرب ۲۰۷٫۲۰	۸۳ Bi بیسموت ۲۰۹٫۰۰	۸۴ Po پولونیم [۲۰۹]	۸۵ At استاتین [۲۱۰]	۸۶ Rn رادون [۲۲۲]
۱۱۰ Ds دارمشتاتیم [۲۸۱]	۱۱۱ Rg رونتگنیم [۲۸۰]	۱۱۲ Cn کوپرنسیم [۲۷۷]	۱۱۳ Nh نیهونیم [۲۸۴]	۱۱۴ Fl فلرویم [۲۸۹]	۱۱۵ Mc مسکوویم [۲۸۸]	۱۱۶ Lv لیورموریم [۲۹۳]	۱۱۷ Ts تنسینه [۲۹۶]	۱۱۸ Og اوگانسون [۲۹۴]

۶۳ Eu اوروپیم ۱۵۲٫۰۰	۶۴ Gd گادولینیم ۱۵۷٫۳۰	۶۵ Tb تربیم ۱۵۸٫۹۰	۶۶ Dy دیسپروزیم ۱۶۲٫۵۰	۶۷ Ho هولمیم ۱۶۴٫۹۰	۶۸ Er اربیم ۱۶۷٫۳۰	۶۹ Tm تولیم ۱۶۸٫۹۰	۷۰ Yb ایتربیم ۱۷۳٫۰۰
۹۵ Am امریسیم [۲۴۳]	۹۶ Cm کوریم [۲۴۷]	۹۷ Bk برکلیم [۲۴۷]	۹۸ Cf کالیفرنیم [۲۵۱]	۹۹ Es اینشتینیم [۲۵۲]	۱۰۰ Fm فرمیم [۲۵۷]	۱۰۱ Md مندلیم [۲۵۸]	۱۰۲ No نوبلیم [۲۵۹]

شکل ۷ـ جدول دوره‌ای عنصرها. در این جدول هر عنصر با نماد یک یا دو حرفی نشان داده شده است. در هر نماد، حرف اول نام لاتین عنصر به‌صورت بزرگ نوشته می‌شود؛ برای نمونه نماد سه عنصر آلومینیم، آرگون و طلا به ترتیب Al، Ar و Au است که همگی با حرف A آغاز می‌شود.



	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
۱	۱ H هیدروژن ۱٫۰۰۸								
۲	۳ Li لیتیم ۶٫۹۴	۴ Be بریلیم ۹٫۰۱							
۳	۱۱ Na سدیم ۲۲٫۹۹	۱۲ Mg منیزیم ۲۴٫۳۱							
۴	۱۹ K پتاسیم ۳۹٫۱۰	۲۰ Ca کلسیم ۴۰٫۰۸	۲۱ Sc اسکاندیم ۴۴٫۹۶	۲۲ Ti تیتانیم ۴۷٫۸۷	۲۳ V وانادیم ۵۰٫۹۴	۲۴ Cr کروم ۵۲٫۰۰	۲۵ Mn منگنز ۵۴٫۹۴	۲۶ Fe آهن ۵۵٫۸۵	۲۷ Co کبالت ۵۸٫۹۳
۵	۳۷ Rb روبیدیم ۸۵٫۴۷	۳۸ Sr استرانسیم ۸۷٫۶۲	۳۹ Y ایتریم ۸۸٫۹۱	۴۰ Zr زیرکونیم ۹۱٫۲۲	۴۱ Nb نیوبیم ۹۲٫۹۱	۴۲ Mo مولیبدن ۹۵٫۹۴	۴۳ Tc تکنسیم –	۴۴ Ru روتنیم ۱۰۱٫۱	۴۵ Rh رودیم ۱۰۲٫۹۰
۶	۵۵ Cs سزیم ۱۳۲٫۹	۵۶ Ba باریم ۱۳۷٫۳	۷۱ Lu لوتسیم ۱۷۵/۰۰	۷۲ Hf هافنیم ۱۷۸٫۵	۷۳ Ta تانتال ۱۸۰٫۹۰	۷۴ W تنگستن ۱۸۳٫۸۰	۷۵ Re رنیم ۱۸۶٫۲۰	۷۶ Os اسمیم ۱۹۰٫۲۰	۷۷ Ir ایریدیم ۱۹۲٫۲۰
۷	۸۷ Fr فرانسیم [۲۲۳]	۸۸ Ra رادیم [۲۲۶]	۱۰۳ Lr لورنسیم [۲۶۲]	۱۰۴ Rf رادرفوردیم [۲۶۷]	۱۰۵ Db دابنیم [۲۶۸]	۱۰۶ Sg سیبورگیم [۲۷۱]	۱۰۷ Bh بوریم [۲۷۲]	۱۰۸ Hs هاسیم [۲۷۷]	۱۰۹ Mt مایتنریم [۲۷۶]

۵۷ La لانتان ۱۳۸٫۹۰	۵۸ Ce سریم ۱۴۰٫۱۰	۵۹ Pr پراسئودیمیم ۱۴۰٫۹۰	۶۰ Nd نئودیمیم ۱۴۴٫۲۰	۶۱ Pm پرومتیم [۱۴۵]	۶۲ Sm ساماریم ۱۵۰٫۴۰
۸۹ Ac اکتینیم [۲۲۷]	۹۰ Th توریم ۲۳۲٫۰۰	۹۱ Pa پروتاکتینیم ۲۳۱٫۰۰	۹۲ U اورانیم ۲۳۸٫۰۰	۹۳ Np نپتونیم [۲۳۷]	۹۴ Pu پلوتونیم [۲۴۴]

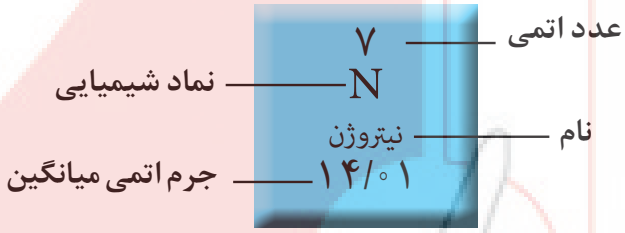
تمرین: از بین نمادهای چند نماد دیت است؟

$^{18}_{36}Kr$ و $^{244}_{94}Pu$ و $^{272}_{107}Bh$ و $^{59}_{27}Co$ و $^{164}_{83}Bi$

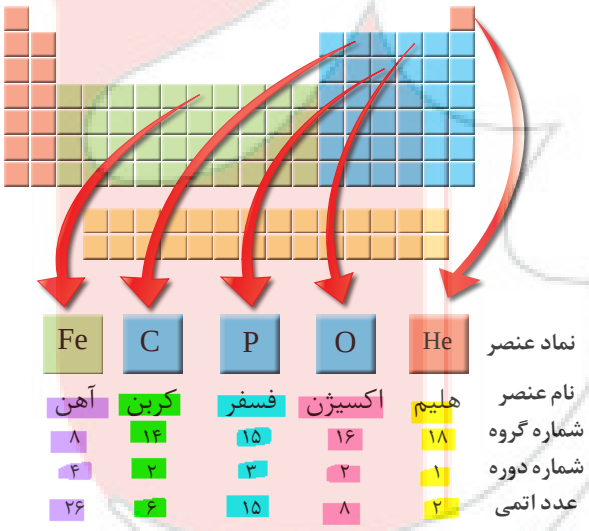
$^{18}_{36}Kr$ ✗ — سه حرفی غلط — دیت ✓ — حرف دوم کوچک Co ✗ — n باید از p بیشتر باشد

در **جدول دوره‌ای**[1] (تناوبی) امروزی، عنصرها بر اساس افزایش **عدد اتمی**[2] سازماندهی شده‌اند، به‌طوری که جدول دوره‌ای عنصرها از عنصر هیدروژن با عدد اتمی یک ($Z=1$) آغاز و به عنصر شمارهٔ ۱۱۸ ختم می‌شود. این جدول، **۷ دوره**[3] و **۱۸ گروه**[4] دارد. هر ردیف افقی جدول، که نشان دهندهٔ چیدمان عنصرها برحسب افزایش عدد اتمی است، دوره نام دارد؛ در حالی که هر ستون، شامل عنصرها با خواص شیمیایی مشابه است و گروه نامیده می‌شود. بدیهی است خواص شیمیایی عنصرهایی که در یک دوره از جدول جای دارند، متفاوت است. با پیمایش هر دوره از چپ به راست، خواص عنصرها به‌طور مشابه تکرار می‌شود؛ از این رو چنین جدولی را **جدول دوره‌ای (تناوبی) عنصرها** نامیده‌اند.

هر خانه از جدول به یک عنصر معین تعلق دارد و حاوی برخی اطلاعات شیمیایی آن عنصر است. برای نمونه خانهٔ شمارهٔ هفت به عنصر نیتروژن تعلق دارد که اطلاعات آن به صورت زیر است:



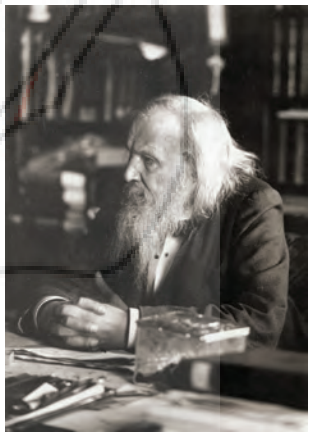
نمادها، داده‌های عددی و خلاصه‌نویسی‌ها در جدول دوره‌ای، اطلاعات مفیدی دربارهٔ عنصرها ارائه می‌کند. با استفاده از این نشانه‌ها و فراگیری مهارت استفاده از جدول می‌توان اطلاعاتی مانند شمارهٔ گروه، دوره، شمار ذره‌های زیراتمی و... را برای یک عنصر به‌دست آورد (شکل ۸).



شکل ۸ـ ارائهٔ اطلاعات برخی عنصرها با استفاده از جدول دوره‌ای و داده‌های آن

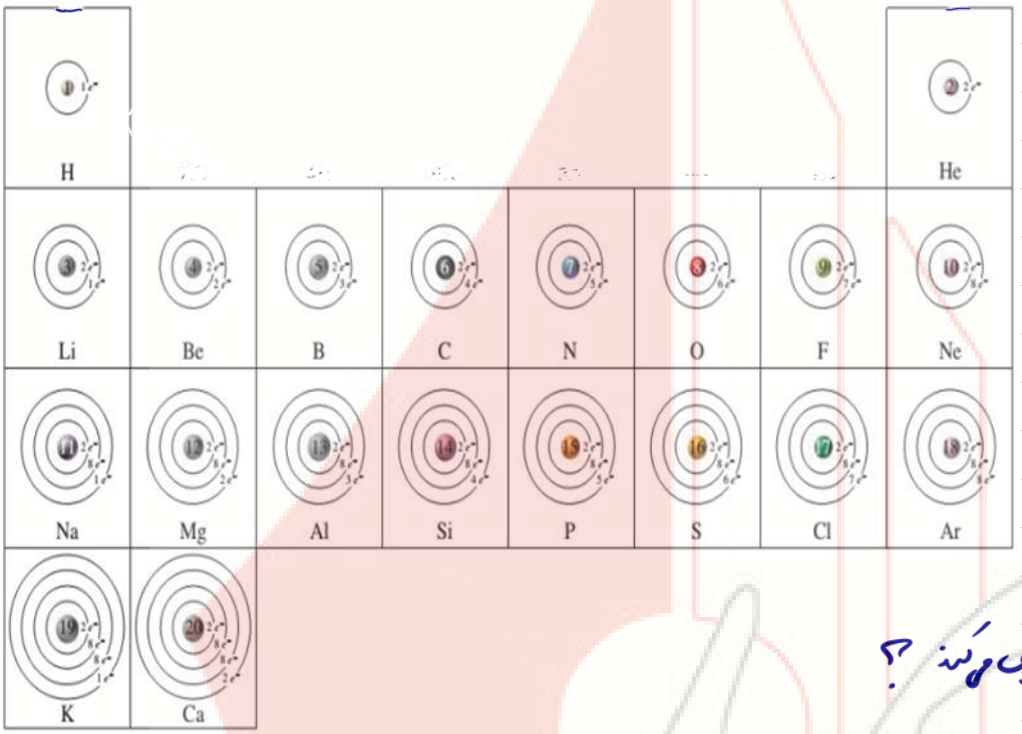
آیا می‌دانید

بزرگ‌ترین پیشرفت در زمینهٔ دسته‌بندی عنصرها با کارهای مندلیف (۱۹۰۷ـ۱۸۳۴ میلادی) به دست آمد. **مندلیف** یک معلم شیمی اهل روسیه بود که به وجود روند تناوبی میان عنصرها مشابه با شیوه‌ای که امروز می‌شناسیم، پی‌برد.



با توجه به جدول داده شده پاسخ دهید ؟

۱- در یک گروه چه چیزی تغییر نمی کند؟ چرا ؟



۲- در یک دوره چه چیز تغییر نمی کند؟ چرا ؟

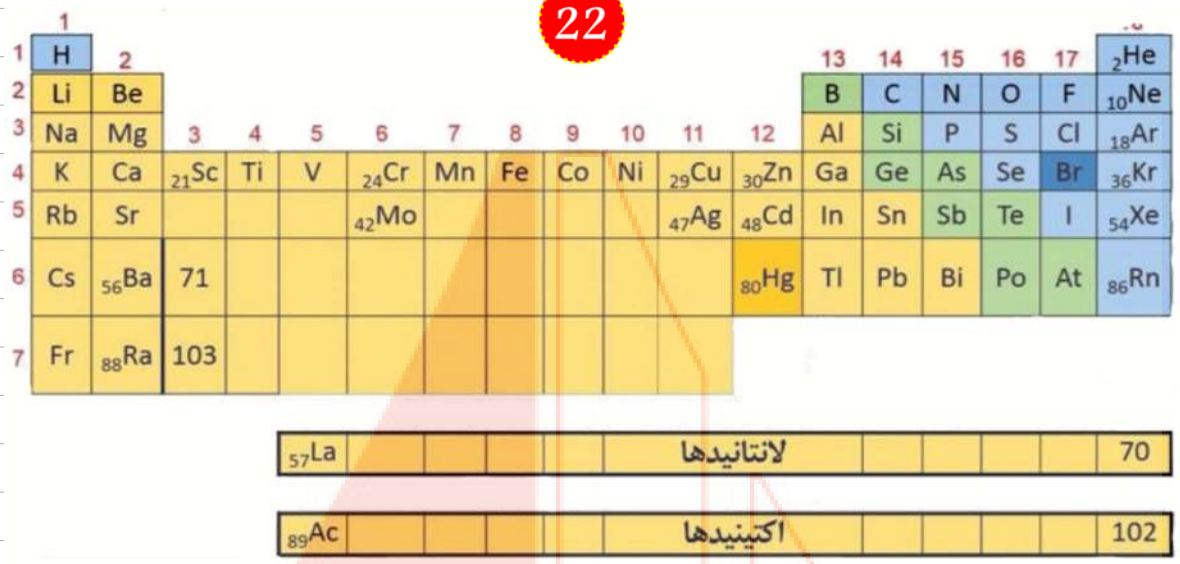
۳- آیا دوره با تناوب فرق می کند ؟

٤- شبیه ترین عنصر به کلر کدام است چرا ؟

٥- در واکنش سدیم با اکسیژن چه اتفاقی می افتد ؟

٦- شعاع اتمی و واکنش پذیری کدام فلز از بقیه بیشتر است چرا ؟

۷- در یک دوره کدام عنصر فلزتر و کدام عنصر نافلزتر است ؟



	1	2											13	14	15	16	17	2
1	H																	$_{2}$He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	$_{10}$Ne
3	Na	Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Al	Si	P	S	Cl	$_{18}$Ar
4	K	Ca	$_{21}$Sc	Ti	V	$_{24}$Cr	Mn	Fe	Co	Ni	$_{29}$Cu	$_{30}$Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	$_{36}$Kr
5	Rb	Sr				$_{42}$Mo					$_{47}$Ag	$_{48}$Cd	In	Sn	Sb	Te	I	$_{54}$Xe
6	Cs	$_{56}$Ba	71									$_{80}$Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	$_{86}$Rn
7	Fr	$_{88}$Ra	103															

$_{57}$La	لانتانیدها	70
$_{89}$Ac	اکتینیدها	102

با توجه به جدول بالا پاسخ دهید

۱- دوره و گروه عناصر کلسیم و کلر و آهن را معلوم کنید.

۲- در دوره سوم چند عنصر دو حرفی وجود دارد؟

۳- حالت فیزیکی کدام عنصر با بقیه تفاوت دارد؟ (S و Br و Ca و Zn) چرا؟

۴- حالت فیزیکی کدام دو عنصر یکسان می باشد؟ (Kr و Br و S و Hg)

۵- چرا عناصر گروه هجدهم را گاز نجیب می نامند؟

۶- واکنش پذیرترین فلز و واکنش پذیرترین نافلز کدامند؟

۷- مشابه هر عنصر را در جدول پیدا کنید؟

آ) Mg ب) S پ) Ne ت) Fe

● آیا تاکنون به اطلاعات داده شده در بلیت قطار، هواپیما، اتوبوس یا تابلوی نمایش زمان حرکت آنها دقت کرده‌اید؟ در هر یک از آنها، برخی از نمادها، خلاصه‌نویسی‌ها، واژه‌های مخفف و مجموعه‌ای از شناسه‌ها به کار رفته است. اگر با این نشانه‌ها آشنا نباشید، برای یافتن اطلاعات مفید سردرگم خواهید شد.

خود را بیازمایید

۱ـ با استفاده از جدول دوره‌ای، موقعیت (دوره و گروه) عنصرهای آلومینیم ($_{13}Al$)، کلسیم($_{20}Ca$)، منگنز ($_{25}Mn$) و سلنیم($_{34}Se$) را تعیین کنید.

۲ـ هلیم ($_{2}He$)، عنصری است که تمایل به انجام واکنش‌شیمیایی ندارد. پیش‌بینی کنید کدام یک از عنصرهای زیر رفتاری مشابه با آن دارد؟ چرا؟

آ) $_{18}Ar$ ب) $_{6}C$ پ) $_{16}S$

۳ـ اتم فلوئور($_{9}F$) در ترکیب با فلزها به یون فلوئورید (F^-) تبدیل می‌شود. اتم کدام یک از عنصرهای زیر می‌تواند آنیونی با بار الکتریکی همانند یون فلوئورید تشکیل دهد؟ چرا؟

آ) $_{37}Rb$ ب) $_{35}Br$ پ) $_{15}P$

۴ـ از اتم آلومینیم($_{13}Al$)، یون پایدار Al^{3+} شناخته شده است. پیش‌بینی کنید اتم کدام یک از عنصرهای زیر می‌تواند به کاتیونی مشابه Al^{3+} در ترکیب‌ها تبدیل شود؟

آ) $_{19}K$ ب) $_{31}Ga$ پ) $_{7}N$

کدام عبارت نادرست است؟

۱) شمارهٔ گروه $_{25}Mn$ برابر با عدد اتمی عنصری است که در گروه ۱۵ و دوره دوم جدول دوره‌ای قرار دارد.

۲) خواص شیمیایی عنصر ۹ ام جدول دوره‌ای بسیار به اتم عنصر ۱۷ام شباهت دارد.

۳) اتم عنصری در دورهٔ ۵ ام و گروه ۱۵ ام که دارای ۷۰ نوترون است عدد جرمی ۱۲۰ دارد.

۴) $_{31}Ga$ می‌تواند کاتیونی با ۳ بار مثبت مشابه $_{13}Al^{3+}$ ایجاد کند.

چه تعداد از عبارت‌های زیر صحیح است؟

آ) عناصر گروه ۱۸ تمایل زیادی به انجام واکنش ندارند.

ب) عنصری با عدد اتمی ۳۵ همانند $_{9}F$ تشکیل آنیونی با بار ۱- می‌دهد.

پ) خواص شیمیایی عناصری که در یک دوره قرار می‌گیرند مشابه یکدیگر است.

ت) می‌توان پیش‌بینی کرد دو عنصر ۱۴ و ۳۲ جدول دوره‌ای خواص بسیار مشابهی به هم داشته باشند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

اگر تفاوت شمار الکترون‌ها با شمار نوترون‌ها در یون تک اتمی $^{75}X^{3-}$ برابر ۶ باشد، عدد اتمی این عنصر، کدام است و در کدام تناوب جای دارد؟

۱) ۳۹ و پنجم ۲) ۳۴ و پنجم ۳) ۳۳ و چهارم ۴) ۳۶ و چهارم

کربن در تناوب ..... و در رأس گروه ..... جایی میان فلز فعال ..... در گروه اول در سمت چپ جدول و نافلز بسیار فعال ..... در گروه هفدهم در سمت راست جدول قرار گرفته است.

۱) سوم- چهار - لیتیم- کلر ۲) دوم- چهارده- لیتیم- فلوئور

۳) سوم- چهار- سدیم- کلر ۴) دوم- چهارده- سدیم- فلوئور

عدد جرمی عنصری ۴۵ و تفاوت تعداد پروتون و نوترون آن برابر ۳ می‌باشد. این عنصر متعلق به گروه ..... و دورهٔ ..... جدول تناوبی است. (گزینه‌ها از راست به چپ خوانده شود.)

۱) سوم- چهارم ۲) چهارم- چهارم ۳) سوم- سوم ۴) چهارم- سوم

اگر تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون تک اتمی $^{211}M^{3+}$ برابر ۴۶ باشد، کدام مطلب در مورد اتم M درست است؟

۱) در گروه ۱۶ و دورهٔ ۵ جدول تناوبی قرار دارد.

۲) نسبت $\frac{P}{N}$ تقریباً برابر ۱/۵ است.

۳) بر اثر واکنش‌های تلاشی هسته‌ای به هستهٔ پایدار تبدیل می‌شود.

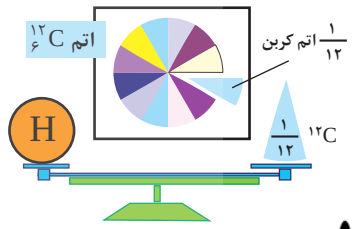
۴) عدد اتمی آن ۵۲ است.

جرم اتمی عنصرها

می‌دانید که جرم اجسام گوناگون را بسته به اندازه و نوع آنها با ترازوهای متفاوتی اندازه‌گیری می‌کنند (شکل ۹).

شکل ۹- جرم یک کامیون را با باسکول و یکای تن، جرم هندوانه را با ترازوی معمولی و یکای کیلوگرم و جرم طلا را با ترازوهای دقیق‌تر و یکای گرم می‌سنجند.

با این توصیف، ترازوهایی که برای اندازه‌گیری جرم مواد گوناگون به کار می‌رود، دقت اندازه‌گیری متفاوتی دارند؛ برای نمونه، دقت باسکول‌های تنی تا یک‌صدم تن و دقت ترازوی زرگری تا یک‌صدم گرم است. با استفاده از باسکول چند تنی نمی‌توان جرم یک هندوانه را اندازه‌گیری کرد؛ زیرا جرم هندوانه از دقت اندازه‌گیری این ترازو کمتر است. آیا می‌توان جرم یک دانهٔ برنج را با ترازوی معمولی اندازه‌گیری کرد؟



الگویی دیگر برای نمایش amu

دانشمندان برای اینکه بتوانند خواص فیزیکی و شیمیایی هر ماده را در محیطی مانند بدن انسان، محیط‌زیست، محیط آزمایش و... بررسی 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 درپی‌یافتن **سنجه‌ای مناسب** و در دسترس برای اندازه‌گیری جرم اتم‌ها بوده‌اند.

اتم‌ها بسیار ریزند به طوری که نمی‌توان آنها را به طور مستقیم مشاهده و جرم آنها را اندازه‌گیری کرد؛ به همین دلیل دانشمندان مقیاس جرم نسبی را برای تعیین جرم اتم‌ها به کار می‌برند. مطابق این مقیاس، جرم اتم‌ها را با وزنه‌ای می‌سنجند که جرم آن $\frac{1}{12}$ جرم ایزوتوپ کربن ـ۱۲ است (شکل ۱۰). به‌این وزنه، **یکای جرم اتمی**[1] (amu) می‌گویند.

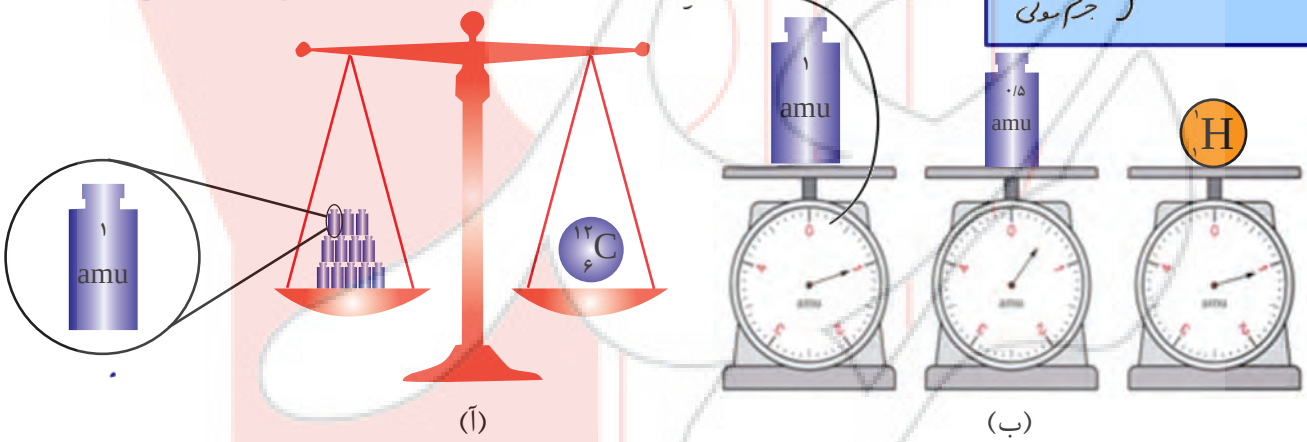
$1amu = 1u = \frac{1}{12}{}^{12}C$

$1amu = \frac{1}{N_A}g$

$1amu \simeq 1p \simeq 1n$

برحسب amu بیان می‌شود جرم اتمی

برحسب g بیان می‌شود جرم مولی



(آ) (ب)

شکل ۱۰ـ آ) اگر جرم یک ایزوتوپ کربن ـ۱۲ را برابر با عدد ۱۲ در نظر بگیریم، سپس این عدد را به ۱۲ بخش یکسان تقسیم کنیم، هر بخش را ۱ amu می‌نامند؛ به‌این ترتیب مقیاسی به‌دست می‌آید که به کمک آن می‌توان جرم همهٔ اتم‌ها را اندازه‌گیری کرد. ب) اگر در این ترازوی فرضی به جای ایزوتوپ کربن ـ۱۲، اتم هیدروژن قرار گیرد، جرم ۱/۰۰۸ amu به دست می‌آید.

یکای جرم اتمی را با نماد u نیز نشان می‌دهند. برای نمونه جرم اتمی میانگین هیدروژن برابر با ۱/۰۰۸ amu یا ۱/۰۰۸u است.

مهم

⚠ با تعریف amu، شیمی‌دان‌ها موفق شدند جرم اتمی دیگر عنصرها و همچنین جرم ذره‌های زیراتمی را اندازه‌گیری کنند. در این مقیاس جرم پروتون و نوترون در حدود ۱ amu بوده در حالی که جرم الکترون ناچیز و در حدود $\frac{1}{2000}$ amu است (جدول ۱).

تمرین: آیا با ترازوی (ب) جرم ۲۰e را می‌توان اندازه گیری کرد؟

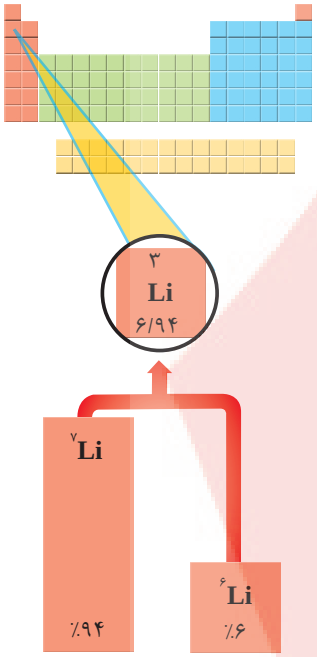
$20e \times \frac{1}{2000} amu = 0/01 amu$ خیر زیرا دقت ترازو کم است

خیلی مهم

جدول ۱ـ برخی ویژگی‌های ذره‌های زیراتمی #

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

* در این نماد، عددهای سمت چپ از بالا به پایین به ترتیب جرم نسبی و بار نسبی ذره را مشخص می‌کند.



با این توصیف جرم اتم ${}^{7}_{3}Li$ را می‌توان ۷amu در نظر گرفت. اکنون با مراجعه به جدول، جرم اتمی لیتیم را مشخص کنید. آیا تفاوتی مشاهده می‌کنید؟ به نظر شما علت این تفاوت چیست؟

با هم بیندیشیم

۱ـ با توجه به شکل به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

آ) جدول زیر را کامل کنید.

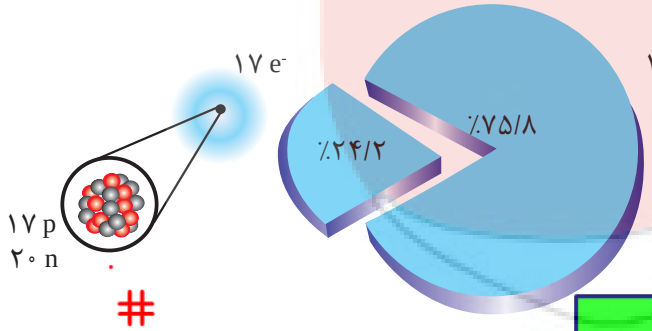
نماد ایزوتوپ	درصد فراوانی در طبیعت	عدد جرمی (A)	جرم اتمی میانگین

ب) جرم اتمی میانگین هر عنصر همان جرم نشان داده شده در جدول دوره‌ای عنصرهاست. رابطه‌ای بین **جرم اتمی میانگین**، درصد فراوانی و جرم اتمی ایزوتوپ‌ها بنویسید.

۲ـ شکل روبه‌رو ایزوتوپ‌های کلر را نشان می‌دهد.

آ) جرم اتمی میانگین کلر را حساب کنید.

ب) جرم اتمی میانگین به‌دست آمده را با جرم اتمی کلر در جدول دوره‌ای مقایسه کنید.



#

$$\bar{M} = M_1 + (M_2 - M_1)\frac{F_2}{100} + (M_3 - M_1)\frac{F_3}{100} + \dots$$

$$\bar{M} = 35 + (37 - 35)\frac{24/2}{100} = 35 + 2(/242) = 35/48$$

جرم اتمی میانگین

چون اتم ها در طبیعت دارای ایزوتوپ های مختلفی می باشند، برای بدست آوردن جرم یک عنصر، از جرم ایزوتوپهای آن میانگین می گیریم و این جرم اتمی میانگین را به عنوان جرم عنصر در نظر می گیریم. جرم اتمی متوسط به صورت زیر بدست می آید، استفاده

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{(\text{درصد ایزوتوپ دوم} \times \text{جرم ایزوتوپ دوم}) + (\text{درصد ایزوتوپ اول} \times \text{جرم ایزوتوپ اول})}{۱۰۰}$$

-M جرم اتمی میانگین

-m جرم ایزوتوپ

-F درصد فراوانی

$$M = \frac{m_1F_1 + m_2F_2}{F_1 + F_2}$$

نکته: اگر فراوانی ایزوتوپ ها را به جای درصد بر حسب تعداد آنها بیان کنند با استفاده از رابطه ی زیر می توان جرم اتمی میانگین را محاسبه نمود:

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{(\text{تعداد ایزوتوپ دوم} \times \text{جرم ایزوتوپ دوم}) + (\text{تعداد ایزوتوپ اول} \times \text{جرم ایزوتوپ اول})}{\text{تعداد کل}}$$

نکته: هر چه فراوانی یک ایزوتوپ بیشتر باشد، نشان دهنده پایدارتر بودن آن است.

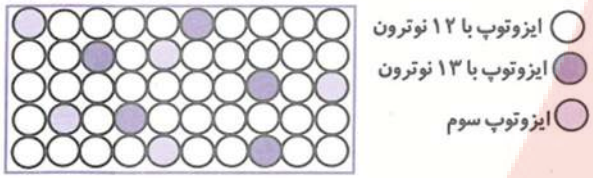
رابطه ای مهم و تستی برای بدست آوردن جرم اتمی میانگین: ابتدا ایزوتوپ ها را از سبک به سنگین مرتب کنید

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \text{جرم ایزوتوپ سبکتر} + \left[\text{اختلاف جرم ایزوتوپ دوم با سبکتر} \times \frac{\text{درصد ایزوتوپ دوم}}{۱۰۰}\right] + \left[\text{اختلاف جرم ایزوتوپ سوم با سبکتر} \times \frac{\text{درصد ایزوتوپ سوم}}{۱۰۰}\right] + \cdots$$

عنصر مس دارای دو نوع ایزوتوپ در طبیعت می‌باشد با فرض این‌که جرم اتمی یکی از این ایزوتوپ‌ها **۶۶amu** و دیگری **۶۴amu** باشد و میزان فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر دو برابر فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر باشد، جرم اتمی میانگین اتم مس تقریباً چند **amu** است؟

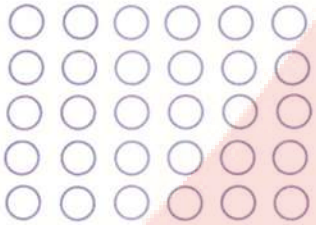
عنصر فرضی **X** دارای دو ایزوتوپ سبک و سنگین با جرم‌های **۱۴amu** و **۱۶amu** و جرم اتمی میانگین **۱۴/۲amu** است. نسبت شمار اتم‌های ایزوتوپ سنگین به سبک، در آن کدام است؟

یون X^{2+} دارای ۱۰ الکترون است. اگر عنصر X با جرم اتمی میانگین ۲۴/۳amu، سه ایزوتوپ طبیعی داشته باشد که یکی از آن‌ها دارای ۱۲ نوترون و دیگری دارای ۱۳ نوترون باشد، تعداد نوترون‌های ایزوتوپ سوم کدام است؟ (شکل زیر نمایش بخشی از یک نمونه طبیعی عنصر X است.)



۱) ۱۱
۲) ۱۵
۳) ۱۶
۴) ۱۴

عنصر فرضی X دارای دو ایزوتوپ با جرم اتمی ۲۴amu و ۲۷amu است که در شکل زیر باید به‌ترتیب با دایره‌های سفید و سیاه رنگ نشان داده شوند. اگر جرم اتمی میانگین این عنصر برابر ۲۶/۷amu باشد، چند دایره در شکل زیر باید سیاه رنگ باشد، تا فراوانی ایزوتوپ‌ها را به‌درستی نشان دهد؟



۱) ۱۶
۲) ۱۹
۳) ۲۲
۴) ۲۷

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

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

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؟

۱) ۶۱/۸۶
۲) ۶۲/۲۸
۳) ۶۴/۱۲
۴) ۶۶/۴۵

شمارش ذره‌ها از روی جرم آنها

اگر بخواهید دانه‌های خاکشیر یا برنج موجود در یک نمونهٔ کوچک از آنها را بشمارید، به نظر شما این تلاش چقدر وقت می‌گیرد؟ پس از شمردن دانه‌ها تا چه اندازه به نتیجهٔ شمارش خود اطمینان دارید؟ برای اینکه بتوانید دانه‌های برنج یا خاکشیر در یک کیسه از این مواد را بشمارید (شکل ۱۱)، چه راهکاری پیشنهاد می‌کنید؟

شکل ۱۱ـ شمارش تک‌تک دانه‌های خاکشیر، برنج و موادی که اندازهٔ دانه‌های آنها بسیار ریز است، کاری دشوار، وقت‌گیر و اغلب، نشدنی است.

● اگر جرم هر مهره به‌طور میانگین ۴/۲۹ گرم باشد، برآورد کنید در این ظرف چند مهره وجود دارد؟ (جرم ظرف خالی برابر با ۴۵۰/۰۳ گرم است).

با هم بیندیشیم

آ) جدول زیر را کامل کنید.

ماده	جرم ۱۰۰۰ عدد (گرم)	جرم ۵۰ عدد (گرم)	جرم ۱ عدد (گرم)
کاغذ A۴	۴۵۰۰	.....	.....
عدس	۵۶	.....	.....
برنج	۲۲	.....	.....
خاکشیر	۲	.....	.....

● برآورد کنید در یک کیسهٔ ۴۰ کیلویی برنج چند دانهٔ برنج وجود دارد؟

ب) به نظر شما جرم یک عدد از کدام ماده را می‌توان با ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری کرد؟ چرا؟

پ) روشی برای اندازه‌گیری جرم یک دانه خاکشیر ارائه کنید.

ت) آیا جرم هر یک از دانه‌های برنج موجود در نمونه با جرم به دست آمده در ستون چهارم جدول برابر است؟ توضیح دهید.

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

پیوند با ریاضی

۱ـ اگر بدانید که میانگین جرم هر اتم هیدروژن $1amu = 1/66 \times 10^{-24}\ g$ است، حساب کنید نمونهٔ یک گرمی از عنصر هیدروژن، چند اتم دارد؟

$1amu = \frac{1}{N_A}\ g$

۲ـ به عدد $6/02 \times 10^{23}$ که در پرسش ۱ به‌دست آمد، **عدد آووگادرو**[1] می‌گویند و آن را با N_A نشان می‌دهند. اگر N_A اتم هیدروژن در یک نمونه موجود باشد، جرم نمونه چند گرم است؟

در زندگی روزانه نیز برای بیان شمارش از یکاهای گوناگونی استفاده می‌شود، برای نمونه استفاده از شانه برای تخم‌مرغ و دست برای قاشق و چنگال، شمارش و محاسبه را آسان‌تر می‌کند (شکل ۱۲).

(آ) (ب)

شکل ۱۲ـ آ) یک شانه تخم‌مرغ و ب) یک دست قاشق و چنگال

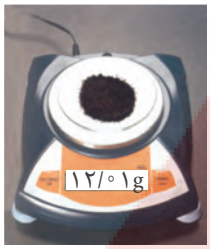
نقش N_A در شیمی مانند نقش شانه در شمارش تخم‌مرغ‌هاست با این تفاوت چشمگیر که عدد آووگادرو، عدد بسیار بزرگی است. شیمی‌دان‌ها به $6/02 \times 10^{23}$ از هر ذره، **یک مول** از آن ذره می‌گویند به طوری که جرم یک مول ذره بر حسب گرم، **جرم مولی** آن نامیده می‌شود (شکل ۱۳).

$$mol = \frac{g}{\text{جرم مولی}} = \frac{\text{تعداد ذره}}{N_A}$$

گرم، رایج‌ترین یکای اندازه‌گیری جرم در آزمایشگاه شناخته می‌شود؛ این در حالی است که یکای جرم اتمی، یکای بسیار کوچکی برای جرم به شمار می‌آید و کار با آن در آزمایشگاه دور از عمل ناممکن است.

$= ۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ atom Fe

۱ mol Fe = ۵۵/۸۵ g Fe



$= ۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ atom C

۱ mol C = ۱۲/۰۱ g C

شکل ۱۳ـ جرم و شمار اتم‌های یک مول آهن و کربن

آیا می‌دانید

اگر $۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ دانهٔ برف در سطح ایران ببارد، لایه‌ای از برف به ارتفاع قلهٔ دنا ($\simeq ۴۵۰۰$ m) همهٔ کشور را می‌پوشاند.

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

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

از این عامل‌ها می‌توان در تبدیل متر به سانتی‌متر و برعکس استفاده کرد؛ برای نمونه به تبدیل ۰/۱۵ متر به سانتی‌متر توجه کنید:

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

به همین ترتیب برای $۱\,mol\,C = ۱۲/۰۱\,g\,C$، می‌توان دو عامل تبدیل به صورت زیر نوشت:

$$\frac{۱۲/۰۱\,g\,C}{۱\,mol\,C} \quad \text{و} \quad \frac{۱\,mol\,C}{۱۲/۰۱\,g\,C}$$

بنابراین برای تبدیل جرم ۰/۶ گرم کربن به مول‌های آن می‌توان نوشت:

$$?\,mol\,C = ۰/۶\,g\,C \times \frac{۱\,mol\,C}{۱۲/۰۱\,g\,C} = ۰/۰۵\,mol\,C$$

$mol = \frac{\text{مولکول}}{N_A} \Rightarrow ۵ = \frac{x}{N_A} \Rightarrow x = ۵N_A$ ۵ mol آب چند مولکول دارد؟

$mol = \frac{\text{اتم}}{N_A \times \text{تعداد اتم}} \Rightarrow ۵ = \frac{x}{N_A \times ۳} \Rightarrow x = ۱۵N_A$ ۵ mol آب چند اتم دارد؟

خود را بیازمایید

۱ـ با استفاده از $1\,mol\,Al = 27\,g\,Al$ و $1\,mol\,S = 32\,g\,S$ حساب کنید:

آ) ۵ مول آلومینیم، چند گرم جرم دارد؟

ب) ۰/۰۸ گرم گوگرد، چند مول گوگرد است؟

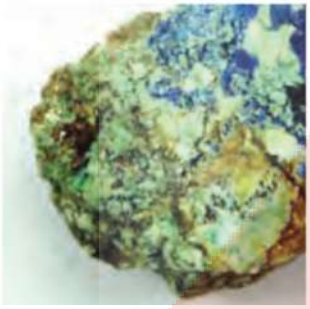
۲ـ دانش‌آموزی برای تعیین شمار اتم‌های موجود در ۰/۲ مول فلز روی، محاسبهٔ زیر را به درستی انجام داده است. هر یک از جاهای خالی را پر کنید.

$$?\,atom\,Zn = 0/2\,mol\,Zn \times \frac{\ldots\ldots atom\,Zn}{\ldots\ldots mol\,Zn} = 1/204 \times 10^{23}\,atom\,Zn$$

۳ـ حساب کنید $9/03 \times 10^{20}$ اتم مس، چند مول و چند گرم مس است؟

آیا می‌دانید

فلز مس گاهی در طبیعت به حالت آزاد یافت می‌شود. این عنصر اغلب به شکل ترکیب‌های گوناگون وجود دارد. حدود هفت هزار سال پیش، انسان توانست با گرم کردن سنگ معدن مس همراه با زغال سنگ، فلز مس را به شکل مذاب استخراج کند.



بدست آوردن تعداد ذرات

اتم ها به قدری ریز هستند که با هیچ دستگاهی نمی شود آنها را شمارش کرد. بنابراین برای بدست آوردن تعداد اتم ها، جرم کل اتم ها را به جرم یک اتم تقسیم می کنیم. جرم یک اتم را می توان با دقت زیادی بوسیله دستگاه طیف سنج جرمی بدست آورد.

$$\text{تعداد ذرات} = \frac{\text{جرم کل ذرات}}{\text{جرم یک ذره}}$$

نکته: ممکن است به جای تعداد ذرات، جرم یک ذره مجهول باشد. در این حالت جرم کل را به تعداد ذرات تقسیم می کنیم تا جرم یک ذره بدست آید.

$$\text{جرم یک ذره} = \frac{\text{جرم کل ذرات}}{\text{تعداد ذرات}}$$

نکته: گرم، رایج ترین یکای اندازه گیری جرم در آزمایشگاه شناخته می شود؛ این در حالی است که یکای جرم اتمی، یکای بسیار کوچکی برای جرم به شمار می آید و کار با آن در آزمایشگاه در عمل ناممکن است.

تعداد ذرات را در هر یک از گزینه های زیر بدست آورید.

الف) یک کیسه برنج ۱۰۰ کیلوگرمی. فرض کنید هر دانه برنج به طور متوسط جرمی معادل ۰/۰۲۲ گرم دارد.

ب) یک بسته ۱۰۰ گرمی خاک شیر. فرض کنید هر دانه خاک شیر به طور متوسط جرمی معادل ۰/۰۰۲ گرم دارد.

پ) یک کیسه عدس ۱۰ کیلوگرمی. فرض کنید هر دانه عدس به طور متوسط جرمی معادل ۰/۰۵۶ گرم دارد.

مثال ۲) هر اتم هیدروژن جرمی معادل $1\,amu = 1.66 \times 10^{-24}$ گرم دارد. ۱ گرم اتم هیدروژن چند اتم هیدروژن است.

تعاریف مول، جرم مولی، حجم مولی گاز در شرایط استاندارد و حجم گاز در شرایط غیر استاندارد

مول: به تعداد $6/022\times10^{23}$ ذره از هر ماده یک مول گویند و عدد $6/022\times10^{23}$ را عدد آووگادرو گویند.

$$\frac{\text{عدد } ۶/۰۲۲\times ۱۰^{۲۳}}{۱\,\text{mol ماده}} \text{ یا } \frac{۱\,\text{mol ماده}}{\text{عدد } ۶/۰۲۲\times ۱۰^{۲۳}}$$

جرم مولی: به جرم یک مول ذره (اتم یا مولکول) بر حسب گرم گفته می‌شود و واحد آن $gmol^{-1}$ است. برای بدست آوردن جرم مولی یک مولکول، جرم مولی تک تک اتم های آن را جمع می کنیم. مثال:

$H_2SO_4 = 1+1+32+16+16+16+16=98\ \frac{g}{mol}$ ⟹ $\frac{1\,mol\,H_2SO_4}{98\,g\,H_2SO_4}$ یا $\frac{98\,g\,H_2SO_4}{1\,mol\,H_2SO_4}$

$Al_2(SO_4)_3 = 27+27+(32\times3)+(16\times12)=342\ \frac{g}{mol}$ ⟹ $\frac{1\,mol\,Al_2(SO_4)_3}{342\,g\,Al_2(SO_4)_3}$ یا $\frac{342\,g\,Al_2(SO_4)_3}{1\,mol\,Al_2(SO_4)_3}$

نکته: اگر ذره مورد نظر اتم باشد می توانیم به جای واژه جرم مولی اتم از واژه **اتم گرم** و اگر ذره مورد نظر مولکول باشد می توانیم به جای واژه جرم مولی مولکول از واژه **مولکول گرم** استفاده کرد.

حجم مولی گازها درشرایط استاندارد(STP): در شرایط استاندارد (دمای صفر درجه و فشار یک اتمسفر)، هر مول گاز، حجمی معادل ۲۲/۴ لیتر دارد.

$$\frac{۱\,\text{mol گاز}}{۲۲/۴\,L} \text{ یا } \frac{۲۲/۴\,L}{۱\,\text{mol گاز}}$$

حجم مولی گازها درشرایط غیراستاندارد: در شرایط غیر استاندارد، دیگر حجم یک مول گاز ۲۲.۴ L نیست و باید از چگالی در محاسبه حجم گاز استفاده کرد.

? جرم مولی ترکیبات زیر را پیدا کنید.

۱) $Ca(NO_3)_2$

۲) $Fe_2(PO_4)_3$

۳) $NaAl(OH)_4$

$Ca = ۴۰$
$N = ۱۴$
$O = ۱۶$
$Fe = ۵۶$
$P = ۳۱$
$Na = ۲۳$
$Al = ۲۷$
$H = ۱$

? ۱. حجم مولی گاز O_2 (حجم یک مول گاز) را هم در شرایط استاند و هم در شرایط غیر استاندارد حساب کنید. در شرایط غیر استاندارد چگالی گاز اکسیژن برابر $1/2\frac{g}{L}$ می باشد. ($O=16\ g.mol^{-1}$)

روابط بین مول، تعداد، حجم و جرم یک ترکیب

رابطه بین مول و تعداد: گاهی لازم است مول و تعداد یک ماده را به هم تبدیل کرد. به کمک رابطه زیر این کار را انجام دهیم.

$$\frac{\text{کسر مول}}{\frac{\text{تعداد مول ماده}}{1\,mol}} = \frac{\text{کسر تعداد}}{\frac{\text{تعداد ذرات ماده}}{6/022\times 10^{23}}}$$

مثال) ۱۰ مول سدیم، چه تعداد اتم سدیم است؟

رابطه بین مول و جرم: گاهی لازم است مول و جرم یک ماده را به هم تبدیل کرد. به کمک رابطه زیر این کار را انجام دهیم.

$$\frac{\text{کسر مول}}{\frac{\text{تعداد مول ماده}}{1\,mol}} = \frac{\text{کسر جرم}}{\frac{\text{جرم ماده}}{\text{جرم مولی ماده}}} =$$

مثال) ۲ مول آهن، چند گرم است؟ $(Fe=56\ g.mol^{-1})$

رابطه بین تعداد و جرم: گاهی وقتها لازم است تعداد و جرم یک ماده را به هم تبدیل کرد. به کمک رابطه زیر این کار را انجام دهیم.

$$\frac{\text{کسر جرم}}{\frac{\text{جرم ماده}}{\text{جرم مولی ماده}}} = \frac{\text{کسر تعداد}}{\frac{\text{تعداد ذرات ماده}}{6/022\times 10^{23}}}$$

مثال) ۵۶۰ گرم آهن، چندتا اتم است؟ $(Fe=56\ g.mol^{-1})$

رابطه بین مول و حجم در شرایط استاندارد: گاهی لازم است مول و حجم یک ماده را به هم تبدیل کرد. به کمک رابطه زیر این کار را انجام دهیم.

$$\frac{\text{کسر مول}}{\frac{\text{تعداد مول ماده}}{1\,mol}} = \frac{\text{کسر حجم در شرایط استاندارد}}{\frac{\text{حجم ماده}}{22/4\ L}}$$

مثال) ۱۰ مول گرم گاز اکسیژن، چند لیتر حجم دارد؟

رابطه بین مول و حجم در شرایط غیراستاندارد: گاهی لازم است مول و حجم یک ماده را به هم تبدیل کرد. به کمک رابطه زیر این کار را انجام دهیم.

$$\frac{\text{کسر مول}}{\frac{\text{تعداد مول ماده}}{1\,mol}} = \frac{\text{کسر حجم در شرایط غیراستاندارد}}{\frac{\text{چگالی}\times\text{حجم}}{\text{جرم مولی ماده}}}$$

مثال) ۰/۸ لیتر گاز اکسیژن (O_2) با چگالی $1/2\frac{g}{L}$ چند مول است؟ $(O=16 gmol^{-1})$

تذکر: در تبدیلات مربوط به تعداد، مول، حجم و می‌توان از قاعده‌ی کلی زیر استفاده نمود.

$$\frac{\text{کسر مول}}{\frac{\text{تعداد مول ماده}}{1\,mol}} = \frac{\text{کسر جرم}}{\frac{\text{جرم ماده}}{\text{جرم مولی ماده}}} = \frac{\text{کسر تعداد}}{\frac{\text{تعداد ذرات ماده}}{6/022\times 10^{23}}} = \frac{\text{کسر حجم در شرایط استاندارد}}{\frac{\text{حجم ماده}}{22/4\ L}} = \frac{\text{کسر حجم در شرایط غیراستاندارد}}{\frac{\text{چگالی}\times\text{حجم}}{\text{جرم مولی ماده}}}$$

کدام گزینه مطلب درستی را بیان نمی‌کند؟

۱) جرم یک دانه برنج را نمی‌توان با ترازوی دیجیتالی (با دقت ۰/۱ گرم) اندازه گرفت.

۲) دقت ترازوی اندازه‌گیری تا یک صدم گرم است.

۳) تعداد اتم‌های هیدروژن موجود در یک نمونهٔ ۱ گرمی اتم هیدروژن برابر با عدد آووگادرو است.

۴) با آن که اتم‌ها به‌طور باور نکردنی ریز هستند اما می‌توان با دستگاه‌های بخصوصی به شمارش تک تک آن‌ها پرداخت.

چه تعداد از موارد زیر به‌درستی بیان نشده‌اند؟

آ) از شانه و دست به ترتیب برای شمارش تخم‌مرغ و مداد استفاده می‌شود.

ب) از روی جرم یک نمونه ماده می‌توان شمار ذره‌های سازندهٔ آن را شمارش کرد.

پ) یکای جرم اتمی رایج‌ترین یکای اندازه‌گیری جرم در آزمایشگاه‌ها شناخته می‌شود.

ت) جرم یک هندوانه با یکای گرم و جرم طلا را با یکای کیلوگرم می‌سنجند.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

تعداد اتم‌های موجود در ۶۰ گرم $^{12}_{6}C$ چند برابر تعداد اتم‌های موجود در ۷۰ گرم اتم کلری است که در هستهٔ آن ۱۸ نوترون وجود دارد و اختلاف تعداد نوترون و پروتون آن ۱ واحد است؟ (تعداد نوترون‌ها را بیشتر از پروتون‌ها در نظر بگیرید.) (جرم اتمی تقریباً برابر با عدد جرمی است.)

شمار مولکول‌های موجود در ۴/۴g کربن‌دی‌اکسید (CO_2) برابر شمار مولکول‌های موجود در چند گرم آب است؟ (جرم‌های اتمی کربن، اکسیژن و هیدروژن به ترتیب برابر ۱۲amu، ۱۶amu و ۱amu است.)

۱) ۲ ۲) ۱/۶ ۳) ۱/۸ ۴) ۰/۹

اگر تعداد اتم‌های هیدروژن در نمونه‌ای از C_2H_6 برابر تعداد اتم‌های کربن در نمونه‌ای از $C_6H_{12}O_6$ باشد، نسبت جرم نمونه C_2H_6 به جرم نمونه $C_6H_{12}O_6$ کدام است؟ ($C=12, H=1, O=16 : g.mol^{-1}$)

اگر $3/01\times10^{23}$ مولکول XF_6 جرمی معادل ۱۲۲/۵ گرم داشته باشد، جرم مولی X چند گرم بر مول است؟ $(F=19 g.mol^{-1})$

در کدام گزینه تعداد اتم‌ها ۴ برابر تعداد مولکول‌های ۳۴ گرم NH_3 است؟ $(O=16 , N=14 , C=12, H=1 g:mol^{-1})$

۱) $6/02\times10^{23}$ مولکول CH_4

۲) ۱۱۲ گرم CO

۳) ۸۸ گرم CO_2

۴) ۲ مول H_2O

شمار مولکول‌های موجود در ۴/۴g کربن‌دی‌اکسید (CO_2) برابر شمار مولکول‌های موجود در چند گرم آب است؟ (جرم‌های اتمی کربن، اکسیژن و هیدروژن به ترتیب برابر ۱۲amu، ۱۶amu و ۱amu است.)

۱) ۲

۲) ۱/۶

۳) ۱/۸

۴) ۰/۹

در ۰/۰۰۹ میلی‌گرم آب، $3/01\times10^{n}$ عدد مولکول آب وجود دارد. n کدام عدد است؟ $(H=1, O=16 amu)$

شعاع یک اتم در حدود 2×10^{-10} متر می‌باشد، در یک سطح مربعی به طول ۱۶ سانتی‌متر، حداکثر چند اتم به صورت مسطح می‌توانند قرار گیرد؟

۱) 4×10^{8}

۲) 16×10^{16}

۳) 4×10^{16}

۴) 10^{8}

کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟ $(Na=23 , O=16 , C=12 , H=1 : g.mol^{-1})$

۱) ۰/۲ مول اتان (C_2H_6)، ۶ گرم جرم دارد.

۲) ۲۳۰ گرم Na^+ دارای $6/02\times10^{24}$ ذرهٔ از این یون است.

۳) در ۴/۵ گرم از مادهٔ $C_6H_{12}O_6$، $1/505\times10^{22}$ اتم هیدروژن وجود دارد.

۴) ۰/۱۶ مول آب (H_2O) و ۰/۱۸ مول متان (CH_4) دارای جرم‌های برابری هستند.

تعداد اتم‌های موجود در کدام یک از گونه‌های زیر، بیش‌تر است؟ $(H=1, N=14, O=16, Al=27 g.mol^{-1})$

۱) ۰/۵ مول آب

۲) ۱۱/۴mL آلومینیم (با چگالی $2/7 \frac{g}{mL}$)

۳) $3/01 \times 10^{23}$ اتم کبالت

۴) ۱/۵ گرم NO

ترکیبی از فسفر و کلر به فرمول PCl_x داریم. اگر جرم $6/02 \times 10^{20}$ مولکول از آن برابر ۰/۲۰۸۵g باشد، مقدار x کدام است؟ $(Cl=35/5, P=31 : g.mol^{-1})$

تعداد اتم‌های موجود در ۵۵ گرم فریون-۱۱ ($CFCl_3$) با تعداد اتم‌های موجود در چند گرم اوزون (O_3) برابر است؟ $(O=16, C=12, F=19, Cl=35/5 : g.mol^{-1})$

۱) ۳۲

۲) ۱۶

۳) ۴۸

۴) ۸

تعداد مولکول‌های موجود در ۰/۴ گرم گاز متان (CH_4)، با تعداد اتم‌های موجود در چند مول گاز آمونیاک (NH_3) برابر است؟ $(H=1 g.mol^{-1}$ و $C=12 g.mol^{-1})$

۱) $\frac{1}{160}$

۲) $\frac{1}{40}$

۳) $\frac{1}{120}$

۴) $\frac{1}{80}$

فرمول مولکولی ترکیبی با جرم مولی $78 g.mol^{-1}$ که شامل ۹۲/۳۱٪ کربن و ۷/۶۹٪ هیدروژن است، کدام است؟ $(C=12, H=1 : g.mol^{-1})$

۱) C_2H_4

۲) C_6H_6

۳) C_2H_2

۴) C_6H_{10}

عنصر A با فلوئور، ترکیب AF_3 را تشکیل می‌دهد، اگر این ترکیب شامل ۸۴٪ فلوئور باشد، جرم اتمی A تقریباً چند گرم بر مول است؟ $(F=19 g.mol^{-1})$

۱) ۱۶

۲) ۱۰

۳) ۱۰/۸۵

۴) ۹/۱۲

اگر درصد جرمی اکسیژن در ترکیب MO برابر ۲۲/۲۲ درصد باشد، درصد جرمی M در M_2O_3 تقریباً کدام است؟ $(O=16 g.mol^{-1})$

(درصد جرمی به صورت میزان جرم یک ماده بر جرم کل ترکیب که شامل آن ماده است تعریف می‌شود.)

۱) ۲۲/۲۲ درصد ۲) ۷۷/۷۸ درصد ۳) ۷۰ درصد ۴) ۳۰ درصد

جرم مولی یک ترکیب آلی با فرمول $C_{16}H_{32}O_2$ برابر با $288 g.mol^{-1}$ است. در ۰/۵ مول از این مولکول چند اتم هیدروژن وجود دارد؟

$(H=1, C=12, O=16 : g.mol^{-1})$

۱) $24/08\times10^{23}$ ۲) $48/17\times10^{23}$ ۳) $96/32\times10^{23}$ ۴) $192/70\times10^{23}$

محاسبات در شیمی :

۱ـ اعداد طلایی : ❤

عدد طلایی ۶,۰۲ : این عدد را در عدد آووگادرو می‌بینیم ، وقتی مسائل آووگادرو را حل می‌کنید به احتمال زیاد یکی از اعداد قابل ساده کردن مانند اعداد زیر در سئوال رو جرد می‌شوید

۶,۰۲ ×۲ ۱۲,۰۴ ×۲ ۲۴,۰۸ ×۲ ۴۸,۱۶

۶,۰۲ ÷۲ ۳,۰۱ ÷۲ ۱,۵۰۵

عدد طلایی ۲۲,۴ : این عدد را برای گازها در شرایط STP می‌بینیم و اعداد زائیده شده از آن عبارتند از:

۲۲,۴ ×۲ ۴۴,۸ ×۲ ۸۹,۶ ×۲ ۱۷۹,۲

۲۲,۴ ÷۲ ۱۱,۲ ÷۲ ۵,۶ ÷۲ ۲,۸ ÷۲ ۱,۴ ÷۲ ٪۷

اعداد طلایی جرم مولی : ببینید وقتی در مسئله ای صحبت از جرم ماده می‌آید حتما اعدادی که در صورت مسئله داده می‌شود به عدد جرم مولی قابل تقسیم می‌باشد بنابراین ما بهتر است جرم مولی موادی که زیاد در مسائل مطرح می‌باشد حفظ باشیم و یا خودمان در لحظه حل متوجه نکته بشویم

CO_2 ← جرم مولی ۴۴ ×۲ ۸۸ ×۲ ۱۷۶ ×۲ ۳۵۲

۴۴ ÷۲ ۲۲ ÷۲ ۱۱ ÷۲ ۵/۵

H_2O ⇐ جرم مولی ۱۸ ← (×۲) ۳۶ ← (×۲) ۷۲ ← (×۲) ۱۴۴

۱۸ ← (÷۲) ۹ ← (÷۲) ۴٫۵ ← (÷۲) ۲٫۲۵

C_2H_5OH ⇐ جرم مولی ۴۶ ← (×۲) ۹۲ ← ۱۸۴

۴۶ ← (÷۲) ۲۳ ← ۱۱٫۵

تمرین کنید: جرم مولی H_2SO_4 برابر ۹۸ و جرم مولی KNO_3 برابر ۱۰۱ و جرم مولی متان CH_4 برابر ۱۶ گرم است. اعداد حاصل از آنها که قابل تقسیم می باشند بدست آورید؟

۲- ساده کردن کسرها: ❤

$$\frac{۹\times۱۲٫۲۵\times٪۶۶\times۳۴}{۹۸\times۵۱}=\frac{\overbrace{۹}^{۳\times۳}\times۱۲٫۲۵\times\overbrace{٪۶۶}^{\frac{۲}{۳}}\times\overbrace{۳۴}^{۱۷\times۲}}{۹۸\times\underbrace{۱۷\times۳}_{۵۱}}=\frac{۱۲٫۲۵\times۲\times۲}{۹۸}=\frac{۴۹}{۹۸}=\frac{۱}{۲}$$

عدد طلایی

$$\frac{۶٫۰۲\times۱۰^{۲۳}\times۳۳۶\times\overbrace{٪۰۰۲}^{۲\times۱۰^{-۴}}}{\underbrace{۲۲٫۴\times۱۰^{-۱}}_{\text{عدد طلایی}}\times\underbrace{۳٫۰۱\times۱۰^{۲۰}}_{\text{عدد طلایی}}}=\frac{۶٫۰۲\times۱۰^{۲۳}\times۲\times۱۰^{-۴}\times۳۳۶}{۳٫۰۱\times۱۰^{۲۰}\times۲۲۴\times۱۰^{-۱}}$$

$$\frac{۲\times۱۰^{۲۳}\times۲\times۱۰^{-۴}\times۱٫۵}{۱\times۱۰^{۲۰}\times۱\times۱۰^{-۱}}=\frac{۲\times۲\times۱٫۵}{۱۰^{-۱}}=۶۰$$

۳- دو بلا سیون: ❤

اگر دو عدد در هم ضرب می شوند برای راحتی کار می توان یکی را در دو ضرب و دیگری را در ۲ تقسیم کنیم

۹۸ = ۴۹ × ۲ ← ۲۴٫۵ × ۴ ← ۱۲٫۲۵ × ۸ ← ۶٫۱۲۵ × ۱۶

۴- نیم سیون: ✔ اگر دو عدد در هم ضرب شوند، می توان یکی از آنها را کوچکتر و دیگری را بزرگتر کرد به گونه ای که عدد بزرگتر با همین میزان بیشتری تغییر یکند.

مثلاً

$۳,۸۹ \times ۱۲۳,۵ = ۴ \times ۱۲۰ = ۴۸۰$

اگر دو عدد بهم تقسیم شوند می‌توان هر دوی آن‌ها را کوچکتر یا هر دو را بزرگتر کنیم.

عدد طلایی

$$\frac{۲۴ \times ۶,۰۲ \times ۱۰^{۲۳}}{۳۹۲ \times ۳,۰۱ \times ۱۰^{۲۰}} = \frac{۲۵ \times ۲ \times ۱۰^{۳}}{۴۰۰ \times ۱} = \frac{۱ \times ۲ \times ۱۰^{۳}}{۱۶} = \frac{۱}{۸} \times ۱۰^{۳} = ۱۲۵$$

سه رقمی کنیم

۵- اعشار زدایی: گاهی با اعداد اعشاری روبرو می‌شویم که محاسبات را سخت می‌کند به همین دلیل آن‌ها را بصورت کسری می‌نویسیم تا راحت‌تر ساده شود.

اعشار: ٪۲۵ ← ٪۵ ← ٪۷۵ ← ٪۱۲۵ ← ٪۶۲۵

کسر: $\frac{۱}{۴} \leftarrow \frac{۱}{۲} \leftarrow \frac{۳}{۴} \leftarrow \frac{۱}{۸} \leftarrow \frac{۱}{۱۶}$

اعشار: ٪۶۶ ← ٪۳۳ ← ٪۱۱ ← ٪۹

کسر: $\frac{۲}{۳} \leftarrow \frac{۱}{۳} \leftarrow \frac{۱}{۹} \leftarrow \frac{۱}{۱۱}$

چند مثال:

$$\frac{۴۲}{٪۶۲۵} = ۴۲ \div \frac{۱}{۱۶} = ۴۲ \times ۱۶ \xrightarrow{\text{دوبلاسیون}} ۸۴ \times ۸ \xrightarrow{\text{دوبلاسیون}} ۱۶۸ \times ۴ \xrightarrow{\text{دوبلاسیون}} ۳۳۶ \times ۲ = ۶۷۲$$

$$۲۲,۴ \times ٪۶۲۵ = ۲۲,۴ \times \frac{۱}{۱۶} = ۱۱,۲ \times \frac{۱}{۸} = ۵,۶ \times \frac{۱}{۴} = ۲,۸ \times \frac{۱}{۲} = ۱,۷$$

۶- تخمین زدن:

$$\frac{۹,۰۶ \times ٪۱۲۵}{۳} = ۳ \times \frac{۱}{۸} = \frac{۳}{۸} = ٪۳۷۵$$

کمی بیشتر از ۳ ← کمی بیشتر از ۳/۸ ← ۱/۳ بیشتر و به ۱/۴ خیلی نزدیک است

جواب کمی کمتر از عدد ۸۵ است: $\frac{۸۵}{۱,۰۴} =$

جواب کمی بیشتر از ۸۵ می‌شود: $\frac{۸۵}{٪۹۸} =$

۷ ـ فیتیلاسیون :

ضرب اعداد در عدد ۲۵ ← عدد را ۲ بار نصف و عدد در ۱۰۰ ضرب می‌کنیم

تقسیم اعداد بر عدد ۲۵ ← عدد را ۲ بار دوبل و عدد تقسیم بر ۱۰۰ می‌کنیم

ضرب اعداد در ۵ ← عدد را نصف و عدد در ۱۰ ضرب می‌کنیم

تقسیم اعداد بر ۵ ← عدد را دوبل کن و عدد در ۱۰ تقسیم کنید

ضرب اعداد در ۱۲۵ ← عدد را ۳ بار نصف کنید و عدد در ۱۰۰۰ ضرب کنید

تقسیم اعداد بر ۱۲۵ ← عدد را ۳ بار دوبر اور کنید و عدد بر ۱۰۰۰ تقسیم کنید

ضرب اعداد در ۶۲۵ ← عدد را ۴ بار نصف و عدد در ۱۰۰۰۰ ضرب می‌کنیم

نور، کلید شناخت جهان

آیا تاکنون با خود اندیشیده‌اید، چگونه می‌توان به اجزای سازندهٔ خورشید و ستاره‌ها پی برد؟ چگونه می‌توان دمای خورشید را اندازه‌گیری کرد؟ آیا با دماسنج‌های معمولی می‌توان دمای خورشید را اندازه‌گیری کرد؟

غیر مستقیم غلط

به دلیل اینکه خورشید و دیگر اجرام آسمانی (۱) از ما بسیار دور هستند، ویژگی‌های آنها را نمی‌توان به طور مستقیم اندازه‌گیری کرد. همچنین دمای اجسام بسیار داغ (۲) را نمی‌توان با ابزاری مانند دماسنج تعیین کرد؛ زیرا دماسنج در این دماها ذوب می‌شود؛ با این توصیف چگونه می‌توان دمای خورشید، اجزای سازندهٔ آن و دمای شعله‌های بسیار داغ را تعیین کرد و اطلاعات ارزشمندی از آنها به دست آورد؟

نور[1]، امکان یافتن پاسخ این پرسش‌ها را فراهم می‌آورد. نوری که از ستاره یا سیاره‌ای به ما می‌رسد، نشان می‌دهد که آن ستاره یا سیاره از چه ساخته شده و دمای آن چقدر است؟ دانشمندان با دستگاهی به نام **طیف سنج**[2] می‌توانند از پرتوهای گسیل شده از مواد گوناگون، اطلاعات ارزشمندی دربارهٔ آنها به‌دست آورند. اینکه نور چیست؟ چگونه تولید می‌شود؟ حامل چه اطلاعاتی است؟ پرسش‌های مهمی است که در ادامه، پاسخ آنها را خواهید یافت.

با طیف سنج می‌توان دما و عنصرهای سازنده ستاره‌ها را تعیین کرد.

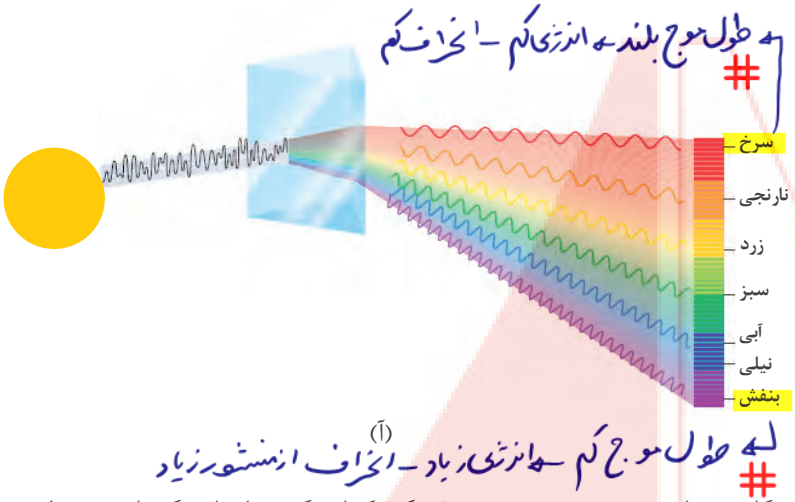
جذب شده غلط

نور خورشید، اگرچه سفید به نظر 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 گسترهٔ رنگی، شامل بی‌نهایت طول موج از رنگ‌های گوناگون است (شکل ۱۴).

گسسته غلط

مرئی

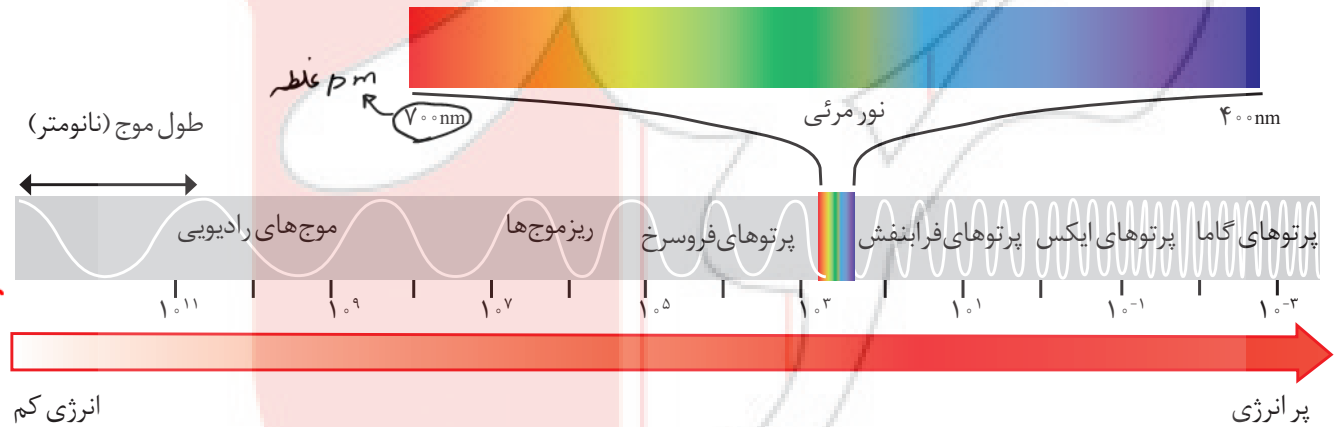
● نور کلیدی است که با استفاده از آن می‌توان رازهای آفرینش را رمزگشایی کرد و شاید بتوان گفت که نور، کلید قفل صندوقچه رازهای جهان است.



(آ)

شکل ۱۴ـ آ) نور خورشید هنگام عبور از منشور تجزیه می‌شود. ب) رنگین کمان، گستره‌ای از رنگ‌های سرخ تا بنفش را در برمی‌گیرد.

چشم ما تنها می‌تواند گسترهٔ محدودی از نور را ببیند. به‌این گستره که رنگ‌های سرخ، نارنجی، زرد، سبز، آبی، نیلی و بنفش را در برمی‌گیرد، **گسترهٔ مرئی**[1] می‌گویند (شکل ۱۵). بررسی‌ها نشان می‌دهد که نور خورشید شامل گسترهٔ بسیار بزرگ‌تری از این پرتوهاست. پرتوهایی که از نوع پرتوهای الکترومغناطیسی است و با خود انرژی حمل می‌کند به طوری که هر چه طول موج آن کوتاه‌تر باشد، انرژی بیشتری با خود حمل می‌کند؛ برای نمونه انرژی نور آبی از نور سرخ بیشتر است (شکل ۱۵).



شکل ۱۵ـ نور مرئی تنها بخش کوچکی از گسترهٔ پرتوهای الکترومغناطیسی است. یکی از ویژگی‌های موج، **طول موج**[2] است که آن را با λ نشان می‌دهند. با توجه به شکل آن را تعریف کنید.

خود را بیازمایید

مشاهده کردید که پرتوهای گوناگون، طول موج‌های متفاوتی دارند. با توجه به‌این ویژگی به نظر شما هریک از دماهای داده شده به کدام شکل مربوط است؟ چرا؟

آ) ۱۷۵۰ °C (قرمز)　　ب) ۲۷۵۰ °C (زرد)　　پ) ۸۰۰ °C (آبی)

طول موج : قرمز > زرد > آبی

دما : قرمز < زرد < آبی

کاوش کنید

دربارهٔ اینکه «**آیا دیگر پرتوهای الکترومغناطیس را می‌توان مشاهده کرد؟**» کاوش کنید.

۱ـ یک کنترل تلویزیون را که باتری آن سالم است، بردارید و از یکی از دوستان خود بخواهید که کلید روشن و خاموش آن را فشار دهد. شما هم به چشمی کنترل نگاه کنید. چه مشاهده می‌کنید؟

۲ـ قسمت ۱ را تکرار کنید؛ اما این بار با دوربین یک موبایل به چشمی کنترل نگاه کنید. چه مشاهده می‌کنید؟ آن را توصیف کنید.

۳ـ آزمایش را با فشردن دیگر دکمه‌ها تکرار و مشاهده‌های خود را یادداشت نمایید. چه تفاوتی مشاهده می‌کنید؟ توضیح دهید.

۴ـ از این مشاهده‌ها چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

دوربین موبایل طول موج نور خارج شده از کنترل TV را کاهش می‌دهد تا مرئی شود به‌عبارتی فرستنده را به مرئی تبدیل می‌کند

نکته : **طول موج** (λ) با **انرژی موج** (E) **نسبت عکس** دارد. به عبارت دیگر هرچه **طول موج مربوط به یک پرتو بیشتر** باشد، **انرژی آن کمتر** است.

نکته : **تمامی پرتوها بر حسب محدوده طول موج وانرژی آن ها (به ترتیب) می بایست حفظ شود.**

نکته : با توجه به طیف مرئی و رنگ های مربوط به آن می توان به این نکته پی برد که **نوربنفش وآبی** نسبت به **نور زرد و قرمز** از **انرژی بیشتری** برخوردار می باشند، بنابراین **دمای سطح** اجسامی که دارای رنگ آبی یا بنفش می باشند نسبت به **دمای سطح** اجسامی که رنگ قرمز یا زرد از خود نشر می دهند **بیشتر** خواهد بود.

جاهای خالی را تکمیل نمایید.

آ) در تجزیه ی نور مرئی بیش ترین انحراف مربوط به رنگ ..... است که بیش ترین ..... را دارد.

ب) رنگ شعله ی نمک های لیتیم و مس به ترتیب ..... و ..... است.

پ) هر چه طول موج بلندتر باشد انرژی آن ..... می گردد.

درستی یا نادرستی جملات زیر را مشخص کنید.

آ) علت دیده شدن نور چشمی کنترل تلویزیون در دوربین موبایل به طول موج ایجاد شده مربوط است.

ب) در نور خورشید بینهایت طول موج وجود دارد.

پ) می توانیم از روی رنگ شعله به وجود عنصرهای فلزی در یک نمک پی ببریم.

ت) همه ی نمک ها شعله ی رنگی دارند و با پاشیدن محلول این نمک ها به شعله رنگ آن تغییر می کند.

چگونه از نشر نور برای شناسایی عنصرها استفاده می شود؟

نور زرد لامپ آزاد راه ها و به دلیل وجود چه ماده ای اس؟

پرانرژی ترین پرتوهای الکترومغناطیسی را نام ببرید. (سه مورد)

کم انرژی ترین پرتوهای الکترومغناطیسی را نام ببرید. (سه مورد)

نشر نور و طیف نشری

آتش‌بازی با مواد شیمیایی، نورهای رنگی زیبا، چشم نواز و شادی بخشی در آسمان ایجاد می‌کند که از آن در جشن‌های ملی و رویدادهای جهانی مانند بازی‌های المپیک استفاده می‌شود (شکل ۱۶).

شکل ۱۶ـ هر یک از این جرقه‌های زیبا، ناشی از وجود یک مادهٔ شیمیایی معین در مواد آتش‌زاست.

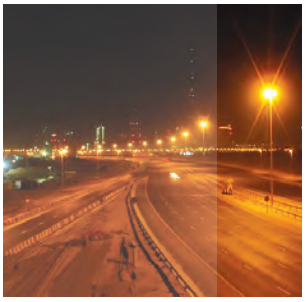
کدام جزء از یک ترکیب شیمیایی، این رنگ‌ها را ایجاد می‌کند؟ تجربه نشان می‌دهد که بسیاری از نمک‌ها شعلهٔ رنگی دارند، به طوری که اگر مقداری از محلول نمک را با افشانه روی شعله بپاشیم، رنگ شعله تغییر می‌کند؛ برای نمونه رنگ شعلهٔ فلز سدیم و ترکیب‌های گوناگون آن مشابه و زرد رنگ، درحالی که رنگ شعلهٔ فلز مس و ترکیب‌های گوناگون آن مشابه و سبز رنگ است (جدول ۲).

جدول ۲- رنگ شعله برخی فلزها و نمک‌های آنها

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

با تغییر آنیون تغییری در رنگ ایجاد نمی‌شود

غلط (s) ← زرد $Na_{(g)}$



● نور زرد لامپ‌هایی که شب‌هنگام، آزادراه‌ها، بزرگراه‌ها و خیابان‌ها را روشن می‌سازد، به دلیل وجود بخار سدیم در آنهاست.

سرخ ← $Ne_{(g)}$

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

● شعلهٔ ترکیب‌های سدیم، لیتیم و مس هر یک رنگ منحصر به فردی دارد و رنگ نشر شده از هر یک، فقط باریکهٔ بسیار کوتاهی از گسترهٔ طیف مرئی را دربرمی‌گیرد.

مطابق جدول، رنگ شعلهٔ فلز لیتیم و همهٔ ترکیب‌های آن به رنگ سرخ است؛ از این رو می‌توان نتیجه گرفت که رنگ سرخ ایجاد شده در یک شعله می‌تواند، نشان‌دهندهٔ وجود عنصر لیتیم در آن باشد. در واقع از روی تغییر رنگ شعله می‌توان به وجود عنصرفلزی در آن پی برد.

شیمی‌دان‌ها به فرایندی که در آن یک مادهٔ شیمیایی با جذب انرژی، از خود پرتوهای الکترومغناطیس گسیل می‌دارد، **نشر**[1] می‌گویند. اگر نور نشر شده از یک ترکیب لیتیم‌دار در شعله را از یک منشور عبور دهیم، الگویی مانند شکل زیر به دست می‌آید که به آن **طیف نشری خطی لیتیم**[2] می‌گویند (شکل ۱۷).

شکل ۱۷- طیف نشری خطی لیتیم

از آنجاکه طیف نشری خطی لیتیم در گسترهٔ مرئی، تنها شامل چهار خط یا طول موج رنگی است به آن طیف خطی می‌گویند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که هر عنصر، طیف نشری خطی ویژهٔ خود را دارد و مانند اثر انگشت ما، می‌توان از آن طیف برای شناسایی عنصر استفاده کرد.

خود را بیازمایید

طیف نشری خطی زیر از یک عنصر تهیه شده است.

با بررسی طیف‌های نشان داده شده در شکل زیر، مشخص کنید که طیف نشری بالا به کدام عنصر تعلق دارد؟ چرا؟

● کاربرد طیف‌های نشری خطی از برخی جنبه‌ها مانند کاربرد **خط نماد (بارکد)**[3] روی جعبه یا بستهٔ مواد غذایی و بسیاری کالاهاست. هر نوع کالا، خط نماد ویژهٔ خود را دارد. با خواندن آن به وسیلهٔ دستگاه لیزری ویژه‌ای که به رایانه متصل است، نوع و قیمت کالا به سرعت روی صفحه نمایشگر ظاهر می‌شود.

آیا می‌دانید

میلادی هنگام بررسی طیف نشری یک نمونه از آب معدنی، دو خط آبی رنگ در طیف مشاهده کردند که با هیچ نشری تا آن زمان همخوانی نداشت. آن‌ها حدس زدند که این خطوط طیفی مربوط به عنصر جدیدی موجود در ماده معدنی است که هلیم نام گرفت (واژهٔ یونانی به معنی خورشید). در سال ۱۸۹۴ میلادی، ویلیام رمزی و لرد رایلی، با جداسازی گاز نجیب آرگون از هوا، طیف نشری آن را مشاهده کردند. در سال ۱۸۹۸ میلادی، مادام کوری و پیر کوری، با بررسی طیف نشری خطی کانی پیچ‌بلند، عنصر جدیدی به نام رادیم را کشف کردند. در سال ۱۹۰۰ میلادی، پل ویلارد، با بررسی طیف نشری خطی گازهای حاصل از تابش پرتوهای کاتدی، گاز نئون را کشف کرد. در سال ۱۹۰۱ میلادی، یوجین دمارسه، با بررسی طیف نشری خطی کانی سماریم، عنصر جدیدی به نام سماریم را کشف کرد. در سال ۱۹۰۲ میلادی، ویلیام رمزی و مورس ترورس، با بررسی طیف نشری خطی گازهای حاصل از تبخیر کانی پیچ‌بلند، گازهای کریپتون و زنون را کشف کردند. در سال ۱۹۰۳ میلادی، ویلیام رمزی و فردریک سودی، با بررسی طیف نشری خطی گازهای حاصل از تابش پرتوهای رادیم، گاز رادن را کشف کردند. در سال ۱۹۰۷ میلادی، ویلیام رمزی و مورس ترورس، با بررسی طیف نشری خطی گازهای حاصل از تبخیر کانی پیچ‌بلند، گاز هلیم را کشف کردند. در سال ۱۹۱۳ میلادی، هنری موزلی، با بررسی طیف نشری خطی عناصر مختلف، رابطه‌ای بین طول موج خطوط طیفی و عدد اتمی عناصر پیدا کرد. در سال ۱۹۱۳ میلادی، نیلز بور، با بررسی طیف نشری خطی گاز هیدروژن، مدل اتمی خود را ارائه کرد. در سال ۱۹۱۳ میلادی، فردریک سودی، با بررسی طیف نشری خطی گازهای حاصل از تابش پرتوهای رادیم، گاز رادن را کشف کرد. در سال ۱۹۱۳ میلادی، ویلیام رمزی و مورس ترورس، با بررسی طیف نشری خطی گازهای حاصل از تبخیر کانی پیچ‌بلند، گاز هلیم را کشف کردند. در سال ۱۹۱۳ میلادی، هنری موزلی، با بررسی طیف نشری خطی عناصر مختلف، رابطه‌ای بین طول موج خطوط طیفی و عدد اتمی عناصر پیدا کرد. در سال ۱۹۱۳ میلادی، نیلز بور، با بررسی طیف نشری خطی گاز هیدروژن، مدل اتمی خود را ارائه کرد.

1- Emission
2- Linear Emission Spectra of Lithium
3- Barcode

47

در یون A^{2+} مجموع تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها برابر ۳۷ و تفاوت آن‌ها برابر ۳ است. رنگ شعلهٔ عنصر B و ترکیباتش که با A در یک گروه از جدول قرار گرفته‌اند و در دورهٔ سوم قرار دارد چه رنگی است؟

۱) سبز ۲) زرد ۳) سرخ ۴) نارنجی

کدام گزینه نادرست است؟

۱) نور زرد لامپ‌هایی که آزادراه‌ها، بزرگراه‌ها و خیابان‌ها را روشن می‌سازد، به دلیل وجود سدیم در آن‌ها است.
۲) لامپ‌های نئون لامپ‌هایی با رنگ سرخ فام می‌باشند و رنگی شبیه به رنگ شعلهٔ لیتیم نیترات دارند.
۳) هریک از جرقه‌های موجود در آتش‌بازی ناشی از وجود یک مادهٔ شیمیایی معین در مواد آتش‌زاست.
۴) تمامی نمک‌ها دارای شعلهٔ رنگی می‌باشند.

چه تعداد از جملات زیر به‌درستی بیان شده‌اند؟

آ) رنگ نشر شده از شعلهٔ هر فلز گسترهٔ وسیعی از طول موج‌ها را همراه خود دارد.
ب) از روی تغییر رنگ شعله می‌توان به وجود هر عنصری در آن پی برد.
پ) طیف نشری عناصر به صورت پیوسته است و هر عنصر طیف مخصوص به خود را دارد.
ت) برای به‌دست آوردن طیف نشری خطی نور منتشر شده از شعلهٔ یک ترکیب، باید توسط یک منشور تجزیه شود.

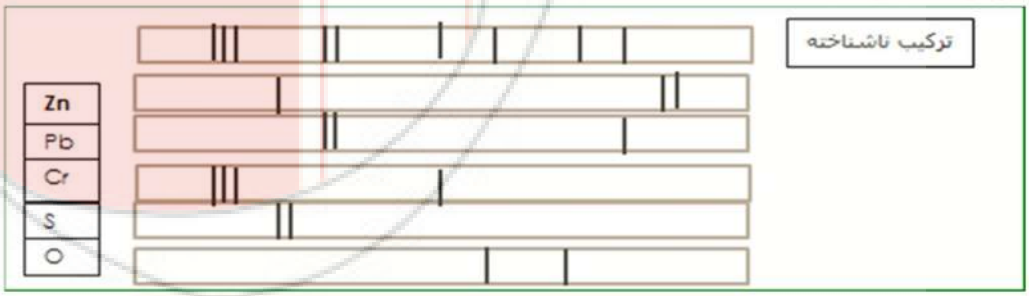
۱ (۱ ۲ (۲ ۳ (۳ ۴ (۴

چه تعداد از عبارت‌های زیر صحیح است؟

آ) در ناحیهٔ مرئی تعداد خطوط طیف نشری خطی هلیم بیشتر از عنصر لیتیم است.
ب) در طیف نشری خطی لیتیم، خطی به رنگ شعلهٔ فلز سدیم یافت می‌شود.
پ) تعداد خطوط هیدروژن در ناحیهٔ مرئی نصف تعداد خطوط عنصر نئون در این گستره می‌باشد.
ت) طیف نشری خطی عنصرها پیوسته بوده و هر خط دارای طول موج مشخصی است.

۱ (۱ ۲ (۲ ۳ (۳ ۴ (۴

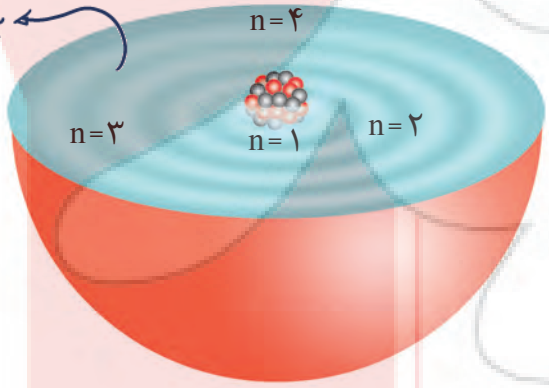
طیف نشری خطی یک ترکیب ناشناخته به صورت زیر است به نظرشما با توجه به طیف های خطی شاهد،چه عنصرهایی در این ترکیب وجود دارد؟



ساختار اتم

اتم هیدروژن به عنوان ساده‌ترین اتم، تنها دارای یک پروتون در هسته و یک الکترون پیرامون آن است. در گسترهٔ مرئی از طیف نشری خطی به‌دست آمده از اتم‌های آن، وجود چهار خط یا نوار رنگی با طول موج و انرژی معین، تأیید شده است. از آنجاکه هر نوار رنگی در طیف نشری خطی، نوری با طول موج و انرژی معین را نشان می‌دهد، **نیلز بور** بر این باور بود که از بررسی تعداد و جایگاه آنها، می‌توان اطلاعات ارزشمندی از ساختار اتم هیدروژن به دست آورد. او پس از پژوهش‌های بسیار، توانست مدلی برای اتم هیدروژن ارائه کند. اگرچه مدل بور با موفقیت توانست طیف نشری خطی هیدروژن را توجیه کند اما توانایی توجیه طیف نشری خطی دیگر عنصرها را نداشت.

دانشمندان به دنبال توجیه و علت ایجاد طیف نشری خطی دیگر عنصرها و نیز چگونگی نشر نور از اتم‌ها، ساختاری لایه‌ای برای اتم ارائه کردند (شکل ۱۸). در این مدل، اتم را کره‌ای درنظر می‌گیرند که هسته در فضایی بسیار کوچک و در مرکز آن جای دارد و الکترون‌ها در فضایی بسیار بزرگ‌تر و در لایه‌هایی پیرامون هسته توزیع می‌شوند. این لایه‌ها را از هسته به سمت بیرون شماره‌گذاری می‌کنند و شمارهٔ هر لایه را با n نمایش می‌دهند. n، **عدد کوانتومی اصلی**[۱] نامیده می‌شود که برای لایهٔ اول n=۱، برای لایهٔ دوم n= ۲ ، ... و برای لایهٔ هفتم n = ۷ است.



شکل ۱۸ـ ساختار لایه‌ای اتم

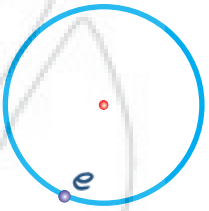
در ساختار لایه‌ای اتم مطابق شکل ۱۸، هر بخش پررنگ، مهم‌ترین بخش از یک لایهٔ الکترونی را نشان می‌دهد. بخشی که الکترون‌های آن لایه، بیشتر وقت خود را در آن فاصله از هسته سپری می‌کنند به این معنا که الکترون در هر لایه‌ای که باشد در همهٔ نقاط پیرامون هسته حضور می‌یابد اما در محدودهٔ یاد شده احتمال حضور بیشتری دارد.

۱– Principal Quantum Number

آیا می‌دانید

نیلز بور (۱۹۶۲-۱۸۸۵ میلادی) فیزیک‌دان دانمارکی در سال ۱۹۲۲ جایزه نوبل در فیزیک را از آن خود کرد.

وی با در نظر گرفتن اینکه الکترون در اتم هیدروژن انرژی معینی دارد، مدلی را برای اتم هیدروژن ارائه کرد.



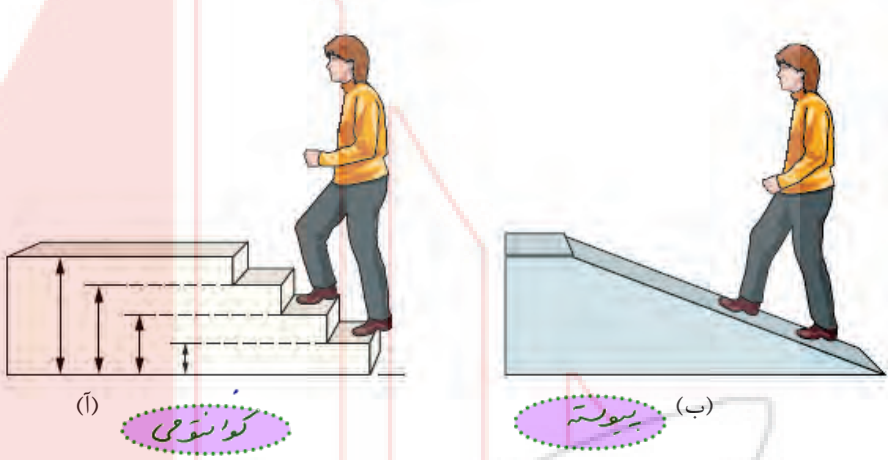
اتم هیدروژن در مدل بور

وی موفق شد با این مدل، طیف نشری هیدروژن را به خوبی توضیح دهد. مدل اتمی وی اگرچه عمر زیادی نداشت ولی گام بسیار مهمی برای بهبود نگرش دانشمندان نسبت به ساختار اتم بود.

وجود طیف پیوسته برای عناصر ایده کوانتومی بودن انرژی را به ذهن دانشمندان رساند

مدل‌ها برای مدل کوانتومی

نکتهٔ مهم و جالب توجه در این مدل، **کوانتومی بودن دادوستد انرژی**[1] هنگام انتقال الکترون از یک لایه به لایهٔ دیگر است. در واقع الکترون هنگام انتقال از یک لایه به لایهٔ دیگر، انرژی را به صورت پیمانه‌ای یا بسته‌های معین، جذب یا نشر می‌کند. برای درک بهتر مفهوم کوانتومی بودن انرژی، تصور کنید برای رسیدن به بالای یک بلندی دو راه وجود دارد، (شکل ۱۹).



شکل ۱۹ـ مقایسهٔ مصرف انرژی به صورت (آ) کوانتومی و (ب) پیوسته

در راه اول می‌توان از پلکان بالا رفت. بدیهی است که برای بالا رفتن از پلکان، باید پا روی هر پله گذاشت و با صرف انرژی از یک پله به پلهٔ 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 را از آن پله به پلهٔ بعدی بالا بکشد؛ زیرا اگر انرژی به کار رفته کمتر از این مقدار انرژی باشد، دیگر نمی‌توان به پلهٔ بالاتر رسید (شکل ۱۹ـ آ). در راه دوم برای رسیدن به بالای این سربالایی، باید از یک مسیر هموار بالا رفت. در این راه، 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 (شکل ۱۹ـ ب)؛ با این توصیف در میان این دو راه، هنگام بالا رفتن از پلکان محدودیت آشکاری وجود دارد.

الکترون‌ها در اتم نیز برای گرفتن یا از دست‌دادن انرژی هنگام انتقال بین لایه‌ها با محدودیت مشابهی همانند بالا رفتن از پلکان روبه‌رو هستند؛ برای نمونه، هنگامی که به اتم‌های گازی یک عنصر با تابش نور یا گرم کردن، انرژی داده می‌شود، الکترون‌ها با جذب انرژی معین از لایه‌ای به لایهٔ بالاتر انتقال می‌یابند. از سوی دیگر هر چه مقدار انرژی جذب‌شده بیشتر باشد، الکترون‌ها به لایه‌های بالاتری انتقال می‌یابند (شکل ۲۰).

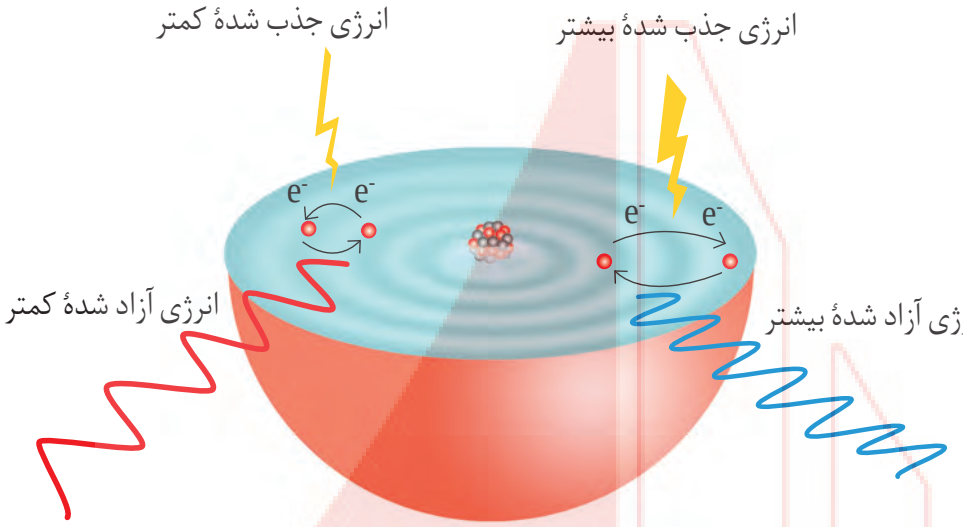
خرمن گندم از دور به‌شکل توده‌ای یکپارچه، زردرنگ و زیباست؛ اما دیدن آن از نزدیک دانه‌های جدا از هم را نشان می‌دهد. پیوستگی تودهٔ ماده در نگاه ماکروسکوپی و کوانتومی بودن آن در نگاه میکروسکوپی در این مثال روشن است. انرژی نیز همانند ماده در نگاه ماکروسکوپی، پیوسته اما در نگاه میکروسکوپی، گسسته یا کوانتومی است.

انرژی الکترون در یک اتم میکروسکوپی و کوانتومی است و نمی‌تواند هر مقداری انرژی داشته باشد

هر مقدار غلط

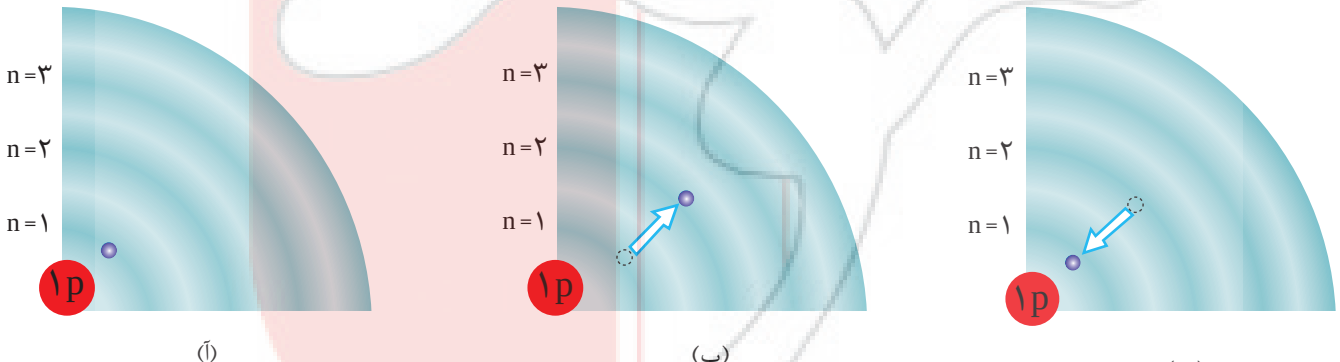
[1]– Quantization of Energy Transmission

● هیچ کس نمی تواند جایی میان پله‌های این نردبان بایستد، همان‌گونه که الکترون‌ها میان دو لایه، انرژی معین و تعریف شده‌ای ندارند. این شیوهٔ نردبانی دریافت یا از دست‌دادن انرژی را شیوهٔ کوانتومی می‌نامند.



شکل ۲۰ـ در نتیجهٔ جابه‌جایی الکترون بین لایه‌ها، انرژی با طول موج معین جذب یا نشر می‌شود.

با این توصیف انرژی دادوستد شده هنگام انتقال الکترون‌ها در اتم، کوانتومی است و انرژی در پیمانه‌های معینی، جذب یا نشر می‌شود؛ به‌همین دلیل، چنین ساختاری را برای اتم، **مدل کوانتومی اتم**[1] نامیده‌اند. براساس این مدل، الکترون‌ها در هر لایه، آرایش و انرژی معینی دارند و اتم از پایداری نسبی برخوردار است به‌طوری که گفته می‌شود اتم در **حالت پایه** قرار دارد. در این ساختار، انرژی الکترون‌ها در اتم با افزایش فاصله از هسته فزونی می‌یابد. حال اگر به اتم‌ها در حالت پایه انرژی داده شود، الکترون‌های آنها با جذب انرژی به لایه‌های بالاتر انتقال می‌یابد. به اتم‌ها در چنین حالتی، **اتم‌های برانگیخته**[2] می گویند (شکل ۲۱).



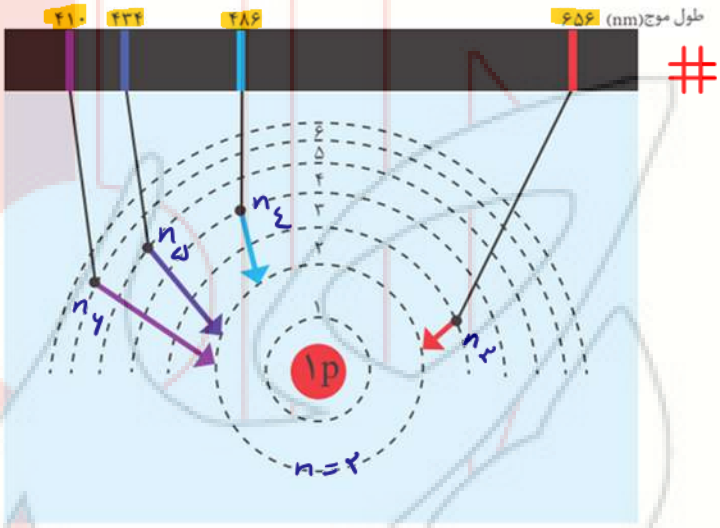
شکل ۲۱ـ آ) الکترون در حالت پایهٔ اتم هیدروژن، ب) الکترون در حالت برانگیخته از اتم هیدروژن و پ) بازگشت الکترون به حالت پایه

۱- Quantum Model
۲- Excited Atoms

به طور کلی جایگاه اصلی e در هر لایه حالت پایه محسوب می‌شود. فقط در اتم H حالت پایه $n=1$ می‌باشد.

اتم‌های برانگیخته پرانرژی و ناپایدارند؛ از این‌رو تمایل دارند دوباره با از دست دادن انرژی به حالت پایدارتر و در نهایت به حالت پایه برگردند. 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 می کنند.

اینک می‌توان گفت هر نوار رنگی در طیف نشری خطی هر عنصر، پرتوهای نشر شده هنگام بازگشت الکترون‌ها را از لایه‌های بالاتر به لایه‌های پایین‌تر نشان می‌دهد. از آنجاکه انرژی لایه‌های الکترونی پیرامون هستهٔ هر اتم ویژهٔ همان اتم بوده و به عدد اتمی آن وابسته است، پس انرژی لایه‌ها و تفاوت انرژی میان آنها در اتم عنصرهای گوناگون، متفاوت است و انتظار می‌رود هر عنصر، طیف نشری خطی منحصر به فردی ایجاد کند (شکل ۲۲).



شکل ۲۲ـ چگونگی ایجاد چهار نوار رنگی ناحیهٔ مرئی طیف نشری خطی اتم‌های هیدروژن

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

۱- انرژی لایه‌های الکترونی هر اتم ویژه همان اتم و به عددی از آن وابسته است و نه به لایه خواص و جرم و ...

۲- سقوط e به n_2 نوری و به n_1 فرابنفش و به n_3 پرتوی فروسرخ می‌دهد

۳- انرژی لایه‌ها با دور شدن از هسته بیشتر ولی تفاوت انرژی لایه‌ها با دور شدن از هسته کاهش می‌یابد

$E: n_4 \to n_3 < n_3 \to n_2$

$\lambda: n_4 \to n_3 > n_3 \to n_2$

۴-

$n_3 \to n_2$ سرخ

$n_4 \to n_2$ سبز

$n_5 \to n_2$ آبی

$n_6 \to n_2$ بنفش

جاهای خالی را تکمیل نمایید.

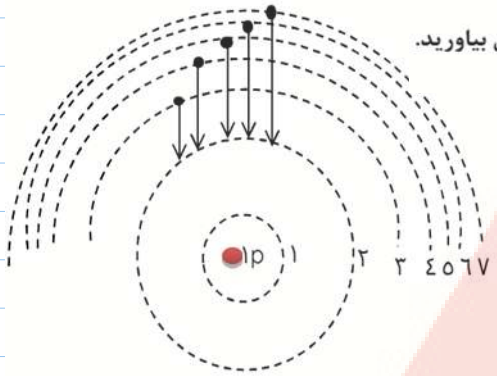
آ) الکترون در حالت ..... ناپایدار است. بنابراین انرژی خود را از دست می دهد و به حالت ..... می رسد.

ب) شماره هر لایه را با ..... نشان می دهیم و آن را ..... می نامیم.

پ) بور با مطالعه ی طیف نشری خطی ..... در ناحیه ی ..... توانست مدل اتمی خود را ارائه دهد.

ت) هر لایه می تواند ..... یا ..... الکترون با ظرفیت مشخص بپذیرد.

با توجه به شکل مقابل پاسخ مناسب دهید.



آ) این شکل بر اساس کدام مدل اتمی رسم شده است؟

ب) کدام یک از انتقال های الکترونی فوق در محدودهٔ فرابنفس است؟

ج) هریک از طول موج های زیر مربوط به کدام انتقال الکترونی فوق است؟برای انتخاب خود دلیل بیاورید.

طول موج ها(nm): ۶۵۶ - ۴۱۰ - ۴۳۴ - ۴۸۶

به سوالات زیر پاسخ کوتاه دهید.

آ) چرا بور مطالعه ی خود را روی گاز هیدروژن انجام داد؟

ب) الکترون ها مجاز هستند در کدام یک از هفت لایه حضور یابند؟

پ) در چه صورتی در طیف نشری خطی هیدروژن، نور مرئی مشاهده می شود؟

در اثر تحریک اتم های هیدروژن توسط قوس الکتریکی، امواج الکترومغناطیس با طول موج های ۴۱۰nm و ۴۳۴nm و ۴۸۶nm و ۶۵۶nm در ناحیه ی مرئی منتشر می شود. با بیان دلیل مشخص کنید که هر یک از این طول موج ها را به کدام انتقالات الکترونی در شکل می توان نسبت داد؟ چرا؟

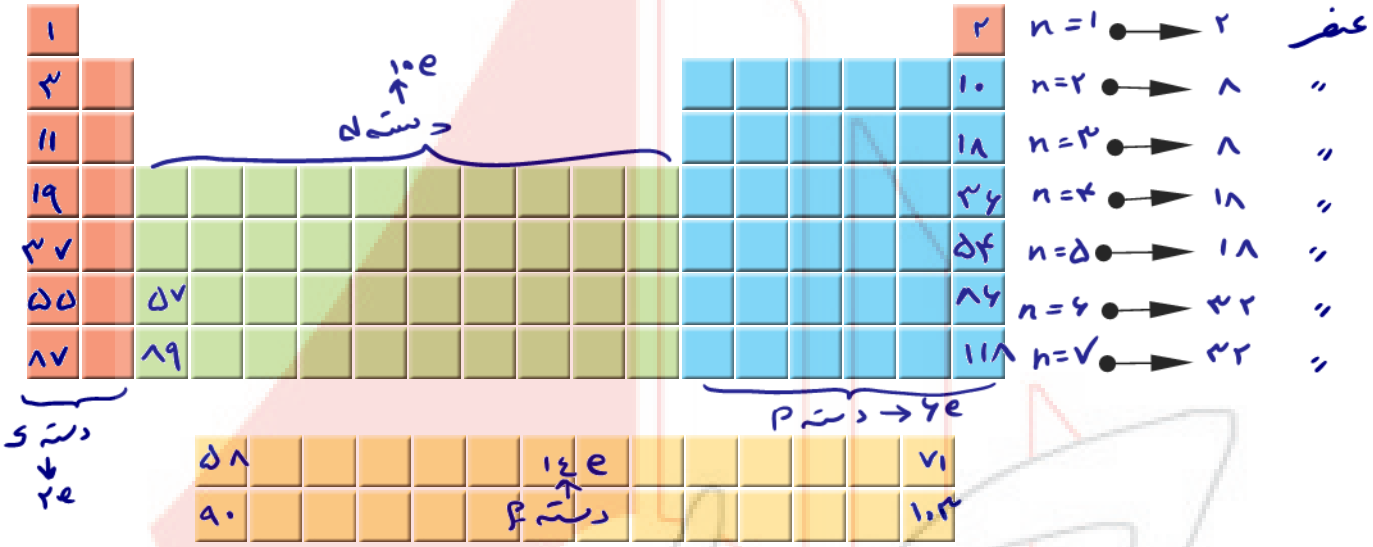
اگر در اتمی حداکثر چهار سطح انرژی وجود داشته باشد پس از برانگیخته شدن الکترون حداکثر چند خط طیفی مشاهده می شود؟

توزیع الکترون‌ها در لایه‌ها و زیرلایه‌ها

عنصرها در جدول دوره‌ای برمبنای عدد اتمی یا شمار الکترون‌های اتم خود، چیده شده‌اند. به‌طوری که اتم هیدروژن با یک الکترون و اتم هلیم با دو الکترون به ترتیب نخستین و دومین عنصرجدول است. این روند تا عنصر ۱۱۸ جدول دوره‌ای ادامه می‌یابد و اتم هر عنصر نسبت به اتم عنصر پیش از خود، یک الکترون بیشتر دارد.

هر عنصر در جدول نسبت به عنصر پیش از خود دوازده ذره باردار بیشتر دارد.

از سوی دیگر اتم، ساختار لایه‌ای دارد و الکترون‌ها در لایه‌های پیرامون هسته با نظم ویژه‌ای حضور دارند به گونه‌ای که در اتم عنصرهای ردیف اول، لایهٔ الکترونی اول و در عنصرهای دورهٔ دوم، لایهٔ دوم از الکترون پر می‌شود. آیا به نظر شما میان شمار عنصرهای موجود در هر دوره و گنجایش لایه‌های الکترونی رابطه‌ای هست؟



همان‌گونه که در جدول مشاهده می‌کنید در دورهٔ اول فقط ۲ عنصر (هیدورژن و هلیم) وجود دارد که در اتم آنها، لایهٔ الکترونی اول (n = ۱) در حال پرشدن است. این لایه، نزدیک‌ترین لایه به هسته است و تنها می‌تواند ۲ الکترون را در خود جای دهد. از آنجا که لایهٔ اول حداکثر ۲ الکترون گنجایش دارد، شاید بتوان گفت به همین دلیل در دورهٔ اول فقط ۲ عنصر وجود دارد؛ اما اتم عنصرهای دورهٔ دوم، دارای دو لایهٔ الکترونی است (n = ۲). در اتم این عنصرها، هر دو لایه دارای الکترون بوده به‌طوری که لایهٔ اول پر شده و لایهٔ دوم در حال پرشدن است؛ با این توصیف لایهٔ دوم حداکثر با ۸ الکترون پرمی‌شود (چرا؟). آیا می‌توان بین چیدمان ۸ عنصر دورهٔ دوم در جدول و شیوهٔ پر شدن لایهٔ دوم در اتم آنها ارتباطی یافت؟ آیا لایهٔ الکترونی دوم، لایه‌ای یکپارچه است یا از چند بخش تشکیل شده است؟

با هم بیندیشیم

۱ـ یک دانشجوی رشتهٔ شیمی، جدول دوره‌ای را به دقت بررسی و عنصرهای هر دوره را شمارش کرد. او میان شمار عنصرهای یک دوره و شیوهٔ پرشدن لایه‌های الکترونی در اتم عنصرها، ارتباطی کشف کرد. او نخست عنصرها را در چهار دسته قرار داد و هر یک را با رنگی شخص کرد؛ سپس فرض نمود که هر لایه، خود از بخش‌های کوچک‌تری تشکیل شده است

به‌طوری که میان شمار عنصرها درهر دستهٔ رنگی از هر ردیف (مطابق جدول صفحه قبل) با گنجایش الکترونی هر یک از این بخش‌های کوچک‌تر، رابطه‌ای منطقی برقرار است.

آ) در هر دسته از عنصرهای نشان داده شده با رنگ‌های نارنجی، سبز، آبی و زرد در هر ردیف به ترتیب چند عنصر وجود دارد؟

ب) لایهٔ دوم از چند بخش تشکیل شده است؟ گنجایش هر یک از این بخش‌ها چند الکترون است؟

پ) او هر یک از این بخش‌ها را یک **زیرلایه**[1] نامید؛ با این توصیف در اتم چند نوع زیرلایه وجود دارد و هر یک چند الکترون گنجایش دارد؟

۲ـ او گنجایش الکترونی زیرلایه‌ها را به‌عنوان چهار جملهٔ نخست یک **دنباله** به‌صورت زیر در نظر گرفت:

$$۲, ۶, ۱۰, ۱۴, ..., ۱۸, ...$$

آ) **جملهٔ عمومی** (a_l) این دنباله را به دست آورید. ($l \geq ۰$)

ب) مقدار مجاز l را برای هر زیر لایه تعیین و جدول زیر را کامل کنید.

زیر لایه	۲ الکترونی	۶ الکترونی	۱۰ الکترونی	۱۴ الکترونی
مقدار مجاز l				

۳ـ در مدل کوانتومی اتم به هر نوع زیرلایه یک عدد کوانتومی نسبت می‌دهند. این عدد کوانتومی با نماد l نشان داده شده و **عدد کوانتومی فرعی**[2] نامیده می‌شود. مقادیر معین و مجاز آن به صورت زیر است:

$$l = ۰, ۱, ۲, ۳, \ldots, n-۱$$

آ) با این توصیف، جدول زیر را کامل کنید.

نماد زیر لایه	s	p	d	f
حداکثر گنجایش زیر لایه				۱۴
مقدار مجاز l	۰			

ب) پیش‌بینی کنید پنجمین نوع زیرلایهٔ یک اتم، ظرفیت پذیرش حداکثر چند الکترون را خواهد داشت؟

۱- Suoshell
۲- Azimuthal Quantum Number

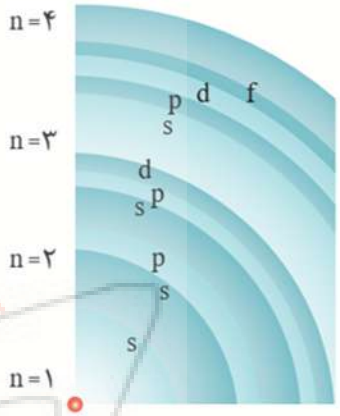
● برای رمزگشایی از آنچه خدا آفریده است، دانشمندان علوم تجربی، مفاهیم علمی را کشف و روابط بین آنها را فرمول‌بندی می‌کنند تا از آنها بهره گیرند. گاهی از روی روابط و فرمول‌های ریاضی، برخی مفاهیم جدید را پیش‌بینی می‌کنند.

● نماد هر زیرلایهٔ معین با دو عدد کوانتومی مشخص می‌شود؛ به دیگر سخن هر زیرلایه را می‌توان با نماد nl نمایش داد؛ برای نمونه در زیر لایهٔ 2p، $n = ۲$ و $l = ۱$ است.

اتم را می‌توان کره‌ای درنظر گرفت که هستهٔ بسیار کوچک و سنگینی در مرکز آن جای دارد و محل تمرکز پروتون‌ها و نوترون‌هاست. پیرامون هسته، الکترون‌ها در لایه‌های الکترونی حضور دارند. هر لایه، خود از زیرلایه‌های متفاوتی تشکیل شده است به‌گونه‌ای که لایهٔ اول دارای یک زیرلایه از نوع s با گنجایش ۲ الکترون، لایهٔ دوم دارای دو زیرلایه از نوع s و p با گنجایش ۲ و ۶ الکترون ، لایهٔ سوم دارای سه زیرلایه از نوع s ، p و d با گنجایش ۲، ۶ و ۱۰ الکترون است (جدول ۳).

جدول ۳ـ مقدار n و l برای زیر لایه‌ها در سه لایهٔ الکترونی نخست

عدد کوانتومی اصلی	شمار زیرلایه‌ها	عدد کوانتومی فرعی	نماد زیرلایه
$n=1$	۱	$l=0$	۱s
$n=2$	۲	$l=0$	۲s
		$l=1$	۲p
$n=3$	۳	$l=0$	۳s
		$l=1$	۳p
		$l=2$	۳d



● زیرلایه‌های موجود در چهار لایهٔ الکترونی

نکته: **نماد هر زیر لایه** بر اساس شماره لایه اصلی که در آن قرار دارد به صورت nl نوشته می شود، به عنوان مثال زیر لایه s در لایه دوم به صورت 2s نوشته می شود.

نکته: **زیرلایه های** s، p، d و f در **هر لایه ای** که باشند با **عدد کوانتومی فرعی (به ترتیب)** $l=0$، $l=1$، $l=2$ و $l=3$ مشخص می شوند.

نکته: **حداکثر ظرفیت زیرلایه های** s، p، d و f در **هر لایه ای** که باشند **به ترتیب برابر** ۲، ۶، ۱۰ و۱۴ الکترون می باشد.

نکته: **به طور کلی در ۱۱۸ عنصر جدول تناوبی تنها ۴ زیرلایه** s، p، d و f از الکترون اشغال می شود.

نکته: **در هر لایه اصلی حداکثر به تعداد** $2n^2$ **الکترون وجود دارد.**

نکته: **در هر زیرلایه (لایه فرعی) حداکثر به تعداد** $4l+2$ **الکترون وجود دارد.**

نکته: **در هر لایه اصلی (سطح انرژی اصلی)، ترتیب انرژی زیرلایه ها** به صورت زیر می باشد:

ترتیب انرژی زیرلایه ها در یک لایه معین: $s < p < d < f$

آرایش الکترونی اتم

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.

هنگام پرشدن اتم از الکترون، نخست زیرلایهٔ 1s و سپس زیرلایه‌های 2s و 2p از الکترون پر می‌شود؛ با این توصیف باید در اتم عنصرهای دورهٔ سوم زیرلایه‌های 3s، 3p و 3d پرشود. از این‌رو انتظار می‌رود که این دوره شامل ۱۸ عنصر باشد؛ اما دورهٔ سوم دارای ۸ عنصر است. در واقع در این اتم‌ها تنها دو زیرلایهٔ 3s و 3p در حال پرشدن است و زیرلایهٔ 3d در دورهٔ بعد شروع به پر شدن می کند. این روند نشان می‌دهد که پر شدن زیرلایه‌ها تنها به عدد کوانتومی اصلی (n) وابسته نیست بلکه از یک قاعدهٔ کلی به نام **قاعدهٔ آفبا**[1] پیروی می کند.

aufbau واژه‌ای آلمانی به معنای ساختن یا افزایش گام به گام است.

قاعدهٔ آفبا ترتیب پرشدن زیرلایه‌ها را در اتم‌های گوناگون نشان می‌دهد. مطابق این قاعده، هنگام افزودن الکترون به زیرلایه‌ها، نخست زیرلایه‌های نزدیک‌تر به هسته پر می‌شوند که دارای انرژی کمتری هستند و سپس زیر لایه‌های بالاتر پر خواهند شد (شکل ۲۳).

۱- Aufbau Principle

آیا زیرلایه های موجود در هر ردیف انرژی یکسانی دارند؟ خیر

2s و 2P

n+l n+l

2+0=2 2+1=3

- انرژی زیرلایه‌ها به n و n+l وابسته است به‌طوری که اگر n+l برای دو یا چند زیرلایه یکسان باشد، زیرلایه با n بزرگ‌تر، انرژی بیشتری دارد.

مجموع اعداد کوانتومی زیر لایه های نشان داده شده در شکل برابر چند است؟

8(s) + 6(p) +

4(d) + 2(f) =

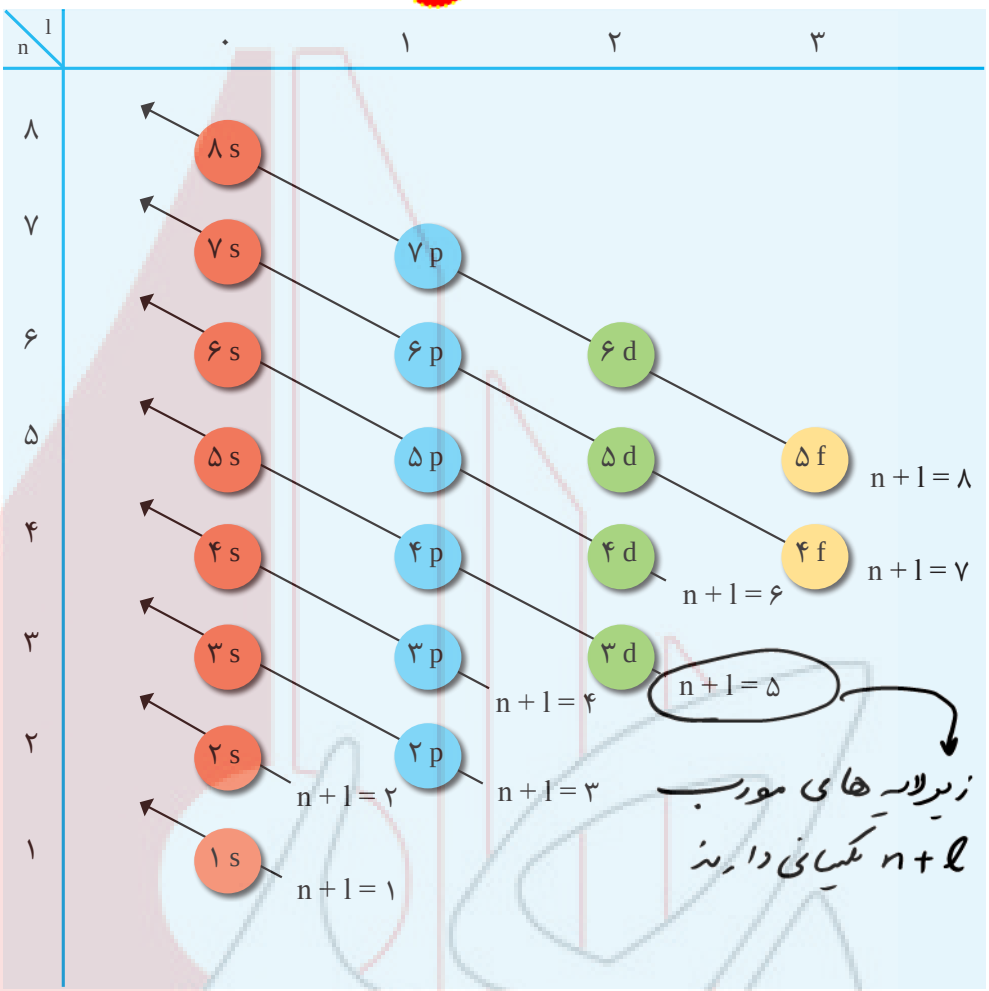
8(0) + 6(1) +

4(2) + 2(3) = 20

آیا زیرلایه هایی که در یک ردیف قرار دارند سطح انرژی یکسانی دارند؟

فقط n یکسانی دارند

4s 4p 4d 4f



شکل ۲۳ـ قاعدهٔ آفبا، ترتیب پر شدن زیرلایه‌های الکترونی در اتم را نشان می‌دهد. انرژی هر زیرلایه به n + l وابسته است.

بر این اساس، آرایش الکترونی اتم بریلیم (Z = ۴)، اتم سدیم (Z = ۱۱)، اتم فسفر (Z = ۱۵)، اتم کلسیم (Z = ۲۰) و اتم تیتانیم (Z = ۲۲) به‌صورت زیر خواهد بود:

$_{4}Be: 1s^2\ 2s^2$

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

$_{15}P: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^3$

$_{20}Ca: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2$

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

خود را بیازمایید

۱ـ آرایش الکترونی اتم‌های داده شده را در جدول زیر بنویسید.

نماد شیمیایی عنصر	آرایش الکترونی
$_{8}O$	
$_{18}Ar$	
$_{20}Ca$	
$_{33}As$	
$_{34}Se$	

● گفتنی است که قاعدهٔ آفبا آرایش الکترونی اتم اغلب عنصرها را به‌درستی پیش‌بینی می‌کند؛ اما برای اتم برخی عنصرهای جدول نارسایی دارد. امروزه به کمک روش‌های طیف‌سنجی پیشرفته، آرایش الکترونی چنین اتم‌هایی را با دقت تعیین می‌کنند.

۲ـ داده‌های طیف‌سنجی نشان می‌دهد که آرایش الکترونی برخی اتم‌ها از قاعدهٔ آفبا پیروی نمی‌کند؛ برای نمونه هر یک از اتم‌های **کروم** و **مس** در بیرونی‌ترین زیر لایهٔ خود تنها یک الکترون دارد. آرایش الکترونی این دو اتم را رسم کنید.

آرایش الکترونی اتم‌ها را به شیوهٔ دیگری نیز می‌توان نوشت که **آرایش الکترونی فشرده**[1] خوانده می‌شود؛ برای نمونه آرایش الکترونی فشرده برای اتم سدیم به صورت زیر خواهد بود:

$$_{11}Na: [Ne]\ 3s^1$$

همان‌گونه که مشاهده می‌شود در این آرایش الکترونی از نماد گاز نجیب استفاده شده است. برای دستیابی به آرایش فشرده، نخست آرایش اتم موردنظر به‌صورت گسترده نوشته می‌شود؛ سپس بخشی از آرایش الکترونی که همانند آرایش الکترونی یک گاز نجیب است با عبارت [**نماد شیمیایی گاز نجیب**] جایگزین می‌شود.

$_{11}Na: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

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

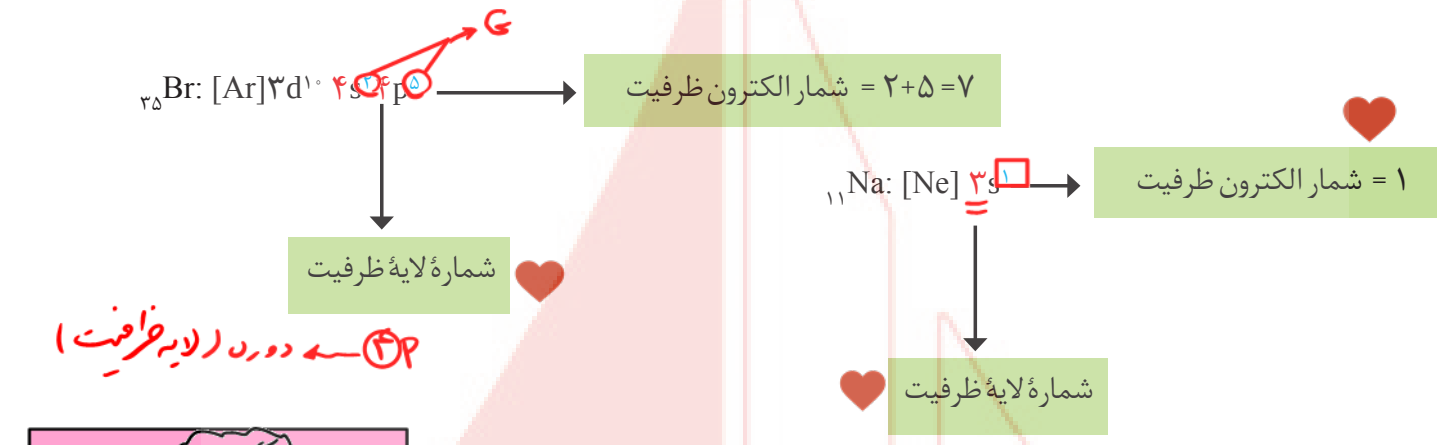
$\Rightarrow\ _{11}Na: [Ne]\ 3s^1$

اهمیت آرایش الکترونی فشرده به دلیل نمایش آرایش الکترون‌ها در بیرونی‌ترین لایه به نام لایهٔ ظرفیت اتم است. **لایهٔ ظرفیت**[2] یک اتم، لایه‌ای است که الکترون‌های آن رفتار شیمیایی

۱- Comperesed Electron Configuration

۲- Valence Shell

اتم را تعیین می کند. به الکترون‌های این لایه، **الکترون‌های ظرفیت اتم** می گویند (شکل ۲۴).



شکل ۲۴ـ آرایش الکترونی و تعیین الکترون‌های ظرفیت در اتم سدیم و برم

خود را بیازمایید

۱ـ آ) با مراجعه به جدول دوره‌ای عنصرها، جدول زیر را کامل کنید.

نماد عنصر	$_3Li$	$_8O$	$_{10}Ne$	$_{14}Si$	$_{20}Ca$	$_{27}Co$	$_{35}Br$
شمارهٔ گروه							
شمارهٔ دوره							

ب) جدول زیر را کامل کنید.

نماد عنصر	آرایش الکترونی فشرده	شماره بیرونی‌ترین لایه	شمار الکترون‌های ظرفیت
$_3Li$			
$_8O$			
$_{10}Ne$			
$_{14}Si$			
$_{20}Ca$	$[Ar]\,4s^2$	$n=4$	۲
$_{27}Co$			
$_{35}Br$			

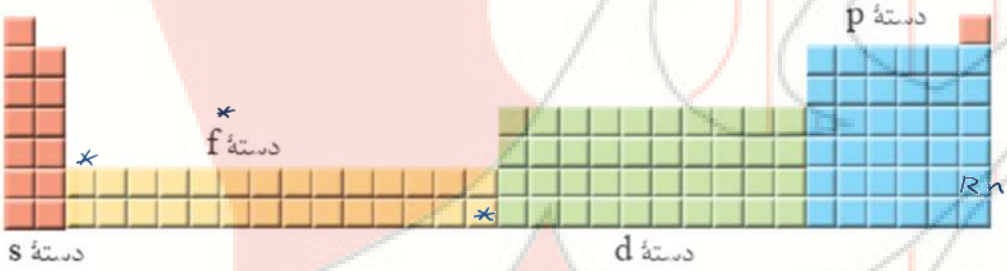
● در عنصرهای دستهٔ d از دورهٔ چهارم، الکترون‌های ظرفیت شامل الکترون‌ها در زیرلایه‌های 4s و 3d است.

پ) از روی آرایش الکترونی اتم هر عنصر می‌توان موقعیت آن را در جدول تعیین کرد، برای این منظور:

- شمارهٔ بیرونی‌ترین لایه را با شمارهٔ دوره این عنصرها مقایسه کنید. از این مقایسه چه نتیجه‌ای می گیرید؟
- شمارهٔ گروه کدام عنصرها با شمار الکترون‌های ظرفیت آنها برابر است؟
- شمارهٔ گروه کدام عنصرها با شمار الکترون‌های ظرفیت آنها برابر نیست؟ در این حالت بین شمارهٔ گروه و شمار الکترون‌های ظرفیت چه رابطه‌ای هست؟ توضیح دهید.
- برای عنصرهای دستهٔ d، شمارهٔ دوره و گروه را چگونه می‌توان از روی آرایش الکترونی به‌دست آورد؟ توضیح دهید.

۲ـ موقعیت عنصرهای کربن($_{6}C$)، آلومینیم ($_{13}Al$) ، آهن ($_{26}Fe$) و روی ($_{30}Zn$) را در جدول دوره‌ای عنصرها تعیین کنید.

۳ـ عنصرهای جدول دوره‌ای را می‌توان در چهار دسته به‌صورت زیر جای داد، اساس این دسته‌بندی را توضیح دهید.



۱- در عناصر گروه ۱ تا ۱۲ شماره گروه با تعداد الکترون ظرفیت برابر است

۲- در عناصر گروه ۱۳ تا ۱۸ الکترون لایه ظرفیت کمان شماره گروه است

۳- تمام دوره های جدول تناوبی به دسته p ختم نمی شوند. (He)

۴- تمام گروه های جدول تناوبی آرایش ظرفیت یکسانی ندارند (He)

۵- عناصر دسته p بین دسته s و d است و هیچ لایه ۳ = l در حال پر شدن دارد.

۶- بین اولین عنصر p تا آخرین عنصر آن تنها نافلز گاز Rn ۸۶ وجود دارد.

نکته : برای **تعیین تناوب و گروه** یک عنصر لازم است **گازهای نجیب به همراه عدد اتمی** هر کدام از آن ها را به ترتیب از بالا به پایین به خاطر بسپاریم. بدین ترتیب که برای **تعیین گروه** هر عنصر کافی است عدد اتمی مربوط به گاز نجیب قبل از آن را از عدد اتمی آن عنصر کم کنیم تا شماره گروه آن عنصر بدست آید. همچنین برای **تعیین تناوب** هر عنصر می بایست یک واحد به تناوب گاز نجیب قبل از آن عنصر اضافه کنیم. به عنوان مثال عنصر نقره $_{47}Ag$ با عدد اتمی ۴۷ را در نظر بگیرید. با توجه به عدد اتمی نقره، گاز نجیب قبل از آن کریپتون $_{36}Kr$ با عدد اتمی ۳۶ می باشد، بنابراین شماره گروه نقره $_{47}Ag$ برابر ۱۱ = ۳۶ – ۴۷ می باشد. همچنین کریپتون در تناوب ۴ قرار دارد بنابراین عنصر نقره $_{47}Ag$ با عدد اتمی ۴۷ در تناوب ۵ میبایست قرار داشته باشد. بنابراین عنصر نقره $_{47}Ag$ در **تناوب ۵ و گروه ۱۱** قرار دارد.

نکته : عنصرهای ۵۷ تا ۷۱ با نام **لانتانیدها** و ۸۹ تا ۱۰۳ با نام **اکتینیدها** در **گروه ۳** و به ترتیب در **تناوب های ۶ و ۷** قرار دارند. در واقع این دو دسته هرکدام شامل ۱۵ عنصر می باشند که در یک خانه قرار می گیرند.

نکته : با توجه به نکته قبل، برای تعیین شماره گروه عناصری که عدد اتمی آن ها بیشتر از ۵۴ می باشد می بایست این نکته را در نظر داشته باشیم که اگر عدد اتمی آن ها در محدوده ۵۷ تا ۷۱ و یا ۸۹ تا ۱۰۳ قرار داشت، این عناصر مربوط به گروه ۳ جدول تناوبی می باشند.

61

نکته : برای تعیین شماره گروه عناصری که عدد اتمی آن ها بیشتر از ۷۱ از تناوب ۶ و بیشتر از ۱۰۳ از تناوب ۷ باشد می بایست علاوه برکم کردن عدد اتمی مربوط به گاز نجیب قبل از آن از عدد اتمی آن عنصر، ۱۴ واحد دیگر نیز کم کنیم تا شماره گروه صحیح بدست آید. به عنوان مثال عنصر تالیم $_{81}Tl$ با عدد اتمی ۸۱، در گروه ۱۳ = ۱۴ - ۵۴ - ۸۱ قرار دارد.

نکته : **طولانی ترین گروه**، گروه ۳ می باشد با تعداد ۳۲ عنصر و **طولانی ترین تناوب**، تناوب های ۶ و ۷ می باشند با ۳۲ عنصر.

در رسم آرایش الکترونی از :

$_{2}He$ $1s^2$ / $_{10}Ne$ $1s^2 2s^2 2p^6$ / $_{18}Ar$ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ / $_{36}Kr$ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6$ / $_{54}Xe$ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6$ / $_{86}Rn$ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6$ / $_{118}Og$ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6 7s^2 5f^{14} 6d^{10} 7p^6$

آرایش الکترونی $_{31}Ga$ را به صورت گسترده بنویسید و به سوالات زیر پاسخ دهید :

آ) چند الکترون در این عنصر با L=۰ دارد ؟

ب) چند الکترون در n=۲ در این عنصر وجود دارد ؟

پ) چند زیر لایه از الکترون پر شده است ؟

ت) لایه ظرفیت این عنصر شامل کدام زیر لایه ها است ؟

با توجه به آرایش الکترونی عنصرهای داده شده به پرسش های زیر پاسخ دهید:

$[Ar]3d^{10}4s^24p^5$ $[Ar]4s^2$ $[Ne]3s^23p^2$ $[Ar]3d^44s^2$

آ) آرایش الکترونی کدام عنصر درست نوشته نشده است؟ صحیح آن را بنویسید.

ب) کدام یک جزء عناصر واسطه است؟

پ) کدام عناصر در یک دوره اند؟ عدد اتمی سر گروه عنصر D را بنویسید.

آرایش الکترونی $_{25}Mn$ را با استفاده از آرایش گاز نجیب رسم کنید.

آ) این عنصر جزء کدام دسته از عناصر است؟

ب) الکترون های لایه ظرفیت آن را مشخص کنید.

پ) این عنصر فلز است یا نافلز؟

عنصر X هر گروه با عنصری می باشد که آرایش لایه ظرفیت آن به ns^2np^3 ختم می شود و این عنصر در تناوب سوم جا دارد.

آرایش الکترونی یون پایدار X را بنویسید.

برای نوشتن آرایش الکترونی کاتیون ابتدا اتم خنثی را می نویسیم سپس بصورت کاتیون در می آوریم برای آنیون تعداد کل الکترون ها را محاسبه کرده و سپس آرایش آنیون را می نویسیم

عنصری از دورهٔ چهارم که آخرین الکترون آن در $l=1$ قرار می گیرد و تعداد الکترون های لایهٔ ظرفیت آن برابر با ۵ است :

آ) آرایش الکترونی آن را رسم کنید.

ب)در اتم آن عنصر چند زیر لایه با $l=0$ از الکترون اشغال شده است؟

اگر عدد جرمی عنصری M برابر ۱۰۶ و تفاوت شمار نوترون و پروتون آن ۱۴ باشد عدد اتمی این عنصر و شمار الکترون های بیرونی ترین زیر لایه یون M^{2+} چند است؟

اگر تفاوت شمار الکترون ها و نوترون ها در یون تک اتمی $^{62}X^{5+}$ برابر ۱۶ باشد، عدد اتمی و دوره این عنصر کدام است؟

اگر آرایش الکترون ذره ای به p^6 ختم شده باشد این ذره می تواند گاز بی اثر یا کاتیون و یا آنیون پایدار باشد

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

$_{11}Na^+: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6$

$_{8}O^{2-}: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6$

ساختار اتم و رفتار آن

از مدت‌ها پیش شیمیدان‌ها پی بردند که گازهای نجیب در طبیعت به شکل تک‌اتمی یافت می‌شوند. این واقعیت بیانگر این است که این گازها واکنش‌ناپذیر بوده یا واکنش‌پذیری بسیار کمی دارند، از این‌رو پایدارند. به نظر شما آیا بین آرایش الکترونی این اتم‌ها، پایداری و واکنش‌ناپذیری آنها رابطه‌ای هست؟ برای یافتن پاسخ این پرسش به آرایش الکترونی چهار گاز نجیب توجه کنید:

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

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

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

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

در نمایش آرایش الکترونی فشرده الکترون هایی که پس از گازهای نجیب نوشته می شوند لزوما الکترون های ظرفیت نیستند !!!

در لایهٔ ظرفیت این اتم‌ها، هشت الکترون وجود دارد (به جز هلیم که در تنها لایهٔ الکترونی خود، دو الکترون دارد)؛ با این توصیف می‌توان نتیجه گرفت که بین پایداری و آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت اتم‌ها باید رابطه‌ای باشد به‌طوری که اگر لایهٔ ظرفیت اتمی، همانند آرایش الکترونی یک گاز نجیب بوده یا **هشت‌تایی**[1] باشد، آن اتم واکنش‌پذیری چندانی ندارد؛ به دیگر سخن اگر لایهٔ ظرفیت اتمی چنین نباشد، آن اتم واکنش‌پذیر است.

لوویس برای توضیح و پیش‌بینی رفتار اتم‌ها، آرایشی به نام آرایش **الکترون-نقطه‌ای**[2] ارائه کرد که در آن الکترون‌های ظرفیت هر اتم، پیرامون نماد شیمیایی آن با نقطه نمایش داده می‌شود؛ برای نمونه، آرایش الکترون - نقطه‌ای سدیم به‌صورت $\dot{Na}.$ است.

برای رسم آرایش الکترون ـ نقطه‌ای هر اتم، می‌توان نقطه‌گذاری را از یک سمت مانند سمت راست نماد شیمیایی عنصر آغاز کرد و نقطه‌های بعدی را در زیر، سمت چپ و بالای آن قرار داد. الکترون پنجم و پس از آن را باید طوری پیرامون نماد شیمیایی عنصر قرار داد که هر یک به‌صورت جفت نقطه درآید؛ برای نمونه آرایش الکترون ـ نقطه‌ای اتم‌های کربن، فسفر و آرگون به‌صورت زیر است:

$\cdot\dot{\underset{\cdot}{C}}\cdot$ $\quad\cdot\dot{\underset{\cdot}{P}}\cdot$ $\quad:\dot{\underset{:}{Ar}}:$

خود را بیازمایید

آ) جدول زیر را کامل کنید.

عنصر	۳Li	۴Be	۵B	۶C	۷N	۸O	۹F	۱۰Ne
آرایش الکترونی فشرده								
شمار الکترون ظرفیت								
آرایش الکترون ـ نقطه‌ای								
عنصر	۱۱Na	۱۲Mg	۱۳Al	۱۴Si	۱۵P	۱۶S	۱۷Cl	۱۸Ar
آرایش الکترونی فشرده								
شمار الکترون ظرفیت								
آرایش الکترون ـ نقطه‌ای	$\dot{Na}.$							

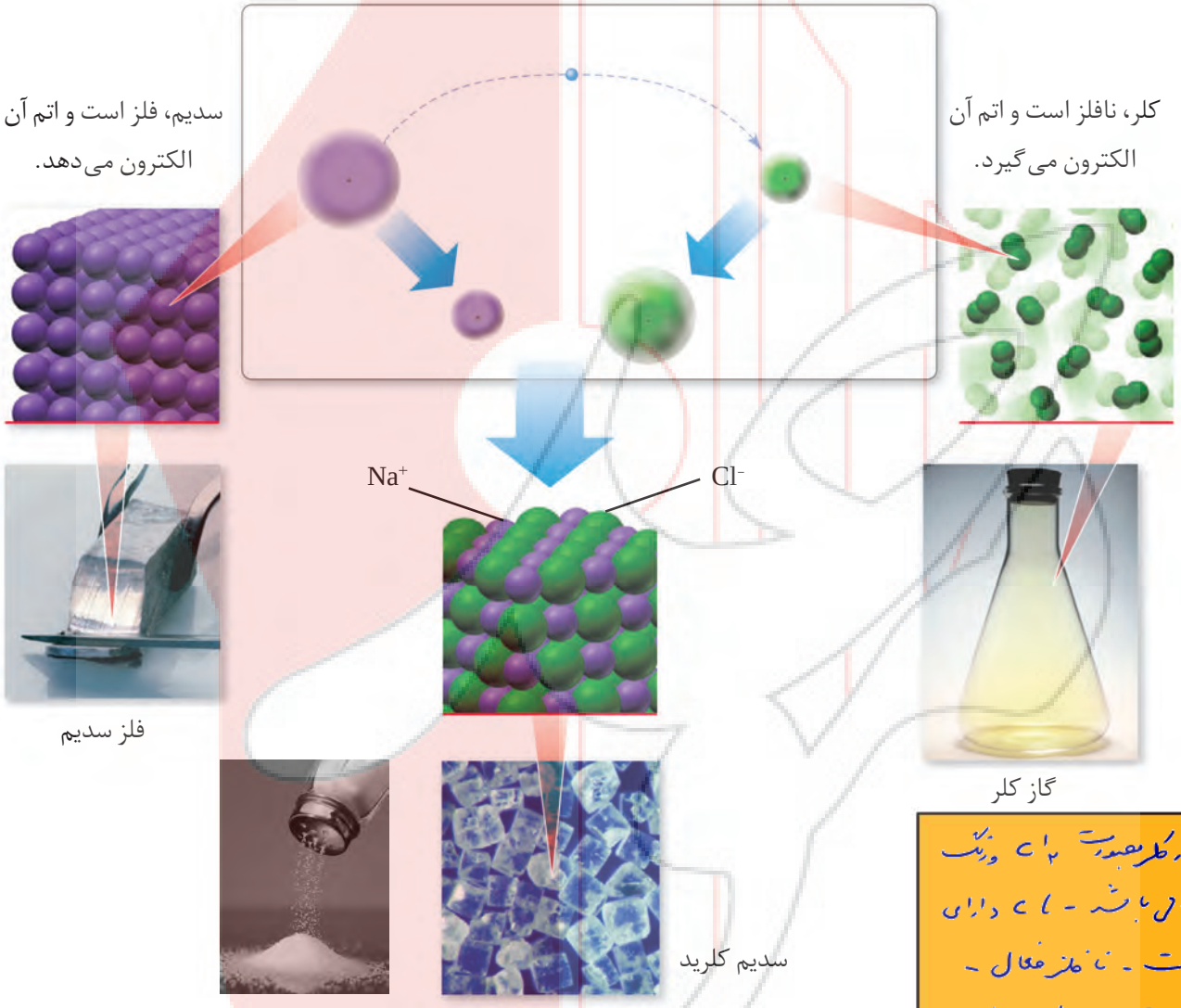
ب) آرایش الکترون ـ نقطه‌ای اتم عنصرهای یک گروه چه شباهتی دارد؟ توضیح دهید.

پ) بین شمارهٔ گروه و آرایش الکترون ـ نقطه‌ای چه رابطه‌ای هست؟ توضیح دهید.

۱- Octet ۲- Electron-Dot Symbol

● 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 به‌طوری که 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 یا هشت‌تایی شوند تا پایدارتر گردند. در درس علوم آموختید که هرگاه اتم‌های سدیم و کلر کنار یکدیگر قرار گیرند، اتم سدیم با از دست دادن یک الکترون به یون سدیم و اتم کلر با گرفتن یک الکترون به یون کلرید تبدیل شده و در این واکنش سدیم کلرید (نمک خوراکی) تولید می‌شود (شکل ۲۵).



شکل ۲۵ـ واکنش اتم‌های سدیم با کلر، دادوستد الکترون و تشکیل سدیم کلرید

شکل نشان می‌دهد که اتم‌های سدیم با از دست دادن الکترون به آرایش پایدار گاز نجیب پیش از خود (نئون) و اتم‌های کلر با گرفتن الکترون به آرایش پایدار گاز نجیب هم دورهٔ خود (آرگون) می‌رسند.

با هم بیندیشیم

۱ـ جدول زیر را در نظر بگیرید:

۱							۱۸
H·	۲			۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	He: (غلط . He·)
Li·	Be·			·B·	·C·	·N·	:O·	:F·	:Ne:
Na·	Mg·			·Al·	·Si·	·P·	:S·	:Cl·	:Ar:

(خیلی مهم)

آ) آرایش الکترون ـ نقطه‌ای اتم‌های داده شده را با اتم گازهای نجیب، مقایسه و پیش‌بینی کنید هر یک از این اتم‌ها در واکنش‌های شیمیایی چه رفتاری خواهد داشت؟

ب) بررسی‌ها نشان می‌دهد که اغلب این اتم‌ها در طبیعت به‌صورت یون در ترکیب‌های گوناگون یافت می‌شود. جدول زیر یون‌های شناخته شده از این اتم‌ها را نشان می‌دهد. اکنون با توجه به آن، درستی پیش‌بینی‌های خود را بررسی کنید.

۱							۱۸
	۲			۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	${}_{2}He$
Li^{+}						N^{3-}	O^{2-}	F^{-}	${}_{10}Ne$
Na^{+}	Mg^{2+}			Al^{3+}		P^{3-}	S^{2-}	Cl^{-}	${}_{18}Ar$
K^{+}	Ca^{2+}							Br^{-}	${}_{36}Kr$

(خیلی مهم)

۲ـ با توجه به جدول در هر مورد با خط‌زدن واژهٔ نادرست، عبارت داده شده را کامل کنید.

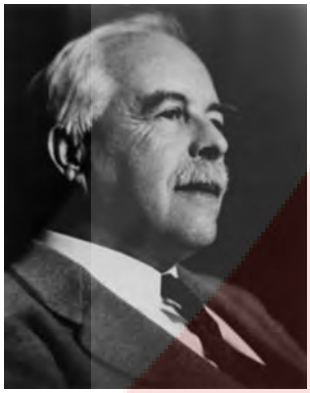
آ) اگر شمار الکترون‌های ظرفیت اتمی کمتر یا برابر با سه / چهار باشد، آن اتم در شرایط مناسب تمایل دارد که شماری از / همهٔ الکترون‌های ظرفیت خود را از دست بدهد و به کاتیون / آنیون تبدیل شود.

ب) اتم عنصرهای گروه ۱ و ۲ در شرایط مناسب با از دست دادن / گرفتن الکترون به کاتیون / آنیون تبدیل می‌شوند که آرایشی همانند آرایش الکترونی گاز نجیب پیش / پس از خود را دارند.

آیا می‌دانید

گیلبرت نیوتن لوویس
(۱۸۷۵-۱۹۴۶)

یکی از پیشتازان دانش شیمی و بنیان‌گذار نظریهٔ تشکیل پیوند شیمیایی و نظریهٔ الکترونی اسید-باز بود. او واژهٔ فوتون را برای ذره‌های سازندهٔ نور پیشنهاد کرد.



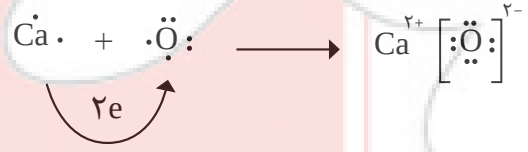
این شیمی فیزیک‌دان امریکایی ۳۵ بار نامزد دریافت جایزهٔ نوبل شد اما هیچ‌گاه این جایزه را دریافت نکرد. این ناکامی هیچ‌چیز از ارزشمندی، ماندگاری و تأثیرگذاری کارهای علمی لوویس کم نمی‌کند.

پ) اتم عنصرهای گروه ۱۵، ۱۶ و ۱۷ در شرایط مناسب با $\frac{\text{از دست دادن}}{\text{به‌دست آوردن}}$ الکترون به $\frac{\text{کاتیون}}{\text{آنیون}}$ هایی تبدیل می‌شوند که آرایشی همانند آرایش الکترونی گاز نجیب هم دوره خود را دارد.

۳ـ پیش‌بینی کنید اتم هریک از عنصرهایی که به ترتیب در خانه‌های شمارهٔ ۷ و ۱۲ جدول دوره‌ای جای دارد، در شرایط مناسب به چه یونی تبدیل می‌شود؟

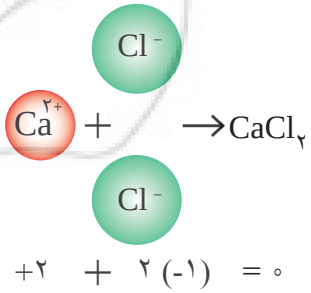
تبدیل اتم‌ها به یون‌ها

اتم اکسیژن برای رسیدن به آرایش گاز نجیب پس از خود باید دو الکترون بگیرد درحالی که اتم کلسیم باید دو الکترون ظرفیت خود را از دست بدهد تا به آرایش پایدار گاز نجیب پیش از خود برسد؛ به دیگر سخن هرگاه اتم‌های این دو عنصر در شرایط مناسب، کنار هم قرار گیرند، با هم واکنش می‌دهند به‌طوری که با دادوستد الکترون به یون‌های Ca^{2+} و O^{2-} تبدیل می‌شوند. میان یون‌های تولید شده به دلیل وجود بارهای الکتریکی ناهمنام، نیروی جاذبهٔ بسیار قوی برقرار می‌شود؛ نیروی جاذبه‌ای که **پیوند یونی**[1] نامیده می‌شود. ترکیب حاصل از این واکنش، کلسیم اکسید نام دارد که آن را با فرمول شیمیایی CaO نشان می‌دهند. این فرمول شیمیایی نشان می‌دهد که کلسیم و اکسیژن دو عنصر سازندهٔ این ترکیب‌اند و نسبت یون‌های سازندهٔ آن ۱ به ۱ است. ترکیب‌هایی از این دست که ذره‌های سازندهٔ آنها یون است، **ترکیب یونی**[2] نام دارند.



● **یون تک اتمی**، کاتیون یا آنیونی است که تنها از یک اتم تشکیل شده است؛ برای نمونه هریک از یون‌های Na^+ و Cl^-، تک اتمی هستند.

● هر ترکیب یونی که تنها از دو عنصر ساخته شده، **ترکیب یونی دوتایی** نامیده می‌شود. این ترکیب‌ها می‌توانند از واکنش فلزها با نافلزها پدید آیند.



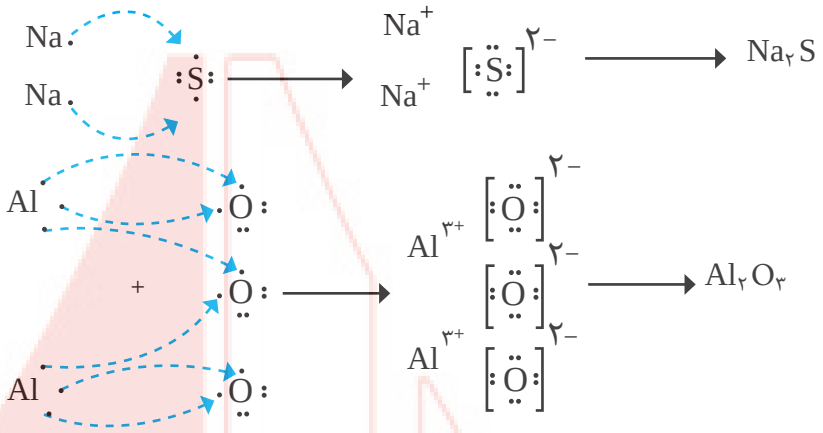
● فرمول شیمیایی کلسیم کلرید نشان می‌دهد که نسبت کاتیون به آنیون سازندهٔ آن، ۱ به ۲ است.

با هم بیندیشیم

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.

۱- Ionic Bond ۲- Ionic Compound

محاسبه الکترون مبادله شده Al_2O_3 که ۲ × ۳ = بار × اندیس کاتیون



۱ـ روشی برای نوشتن فرمول شیمیایی ترکیب‌های یونی دوتایی ارائه کنید.

۲ـ فرمول شیمیایی هر یک از ترکیب‌های زیر را بنویسید.

آ) کلسیم برمید　　ب) پتاسیم نیترید

پ) منیزیم سولفید　　ت) آلومینیم فلوئورید

۳ـ با توجه به داده‌های جدول (آ)، شیوهٔ نام‌گذاری ترکیب‌های یونی دوتایی را مشخص و سپس جدول (ب) را کامل کنید.

جدول (آ)

نام و نماد شیمیایی کاتیون		نام و نماد شیمیایی آنیون	
یون لیتیم	Li^+	یون برمید	Br^-
یون پتاسیم	K^+	یون یدید	I^-
یون منیزیم	Mg^{2+}	یون نیترید	N^{3-}
یون کلسیم	Ca^{2+}	یون سولفید	S^{2-}
یون آلومینیم	Al^{3+}	یون فلوئورید	F^-

جدول (ب)

فرمول شیمیایی	نماد یون‌های سازنده	نام ترکیب یونی
MgO	O^{2-} , Mg^{2+}	
$CaCl_2$	Cl^-, Ca^{2+}	
K_2O	K^+, O^{2-}	
Na_3P	Na^+, P^{3-}	سدیم فسفید
LiBr	Li^+, Br^-	

در نگ‌های جدول بالا، اعداد الکترون‌ها (هم الکترون) همچنین نسبت آنیون به کاتیون و مقدار الکترون‌های مبادله شده را بررسی کنید.

نماد شیمیایی کاتیون	نام کاتیون
H^+	هیدروژن
Li^+	لیتیم
Na^+	سدیم
K^+	پتاسیم
Rb^+	روبیدیم
Cs^+	سزیم
NH_4^+	آمونیوم
Cu^+	مس (I)
Ag^+	نقره
Hg_2^{2+}	جیوه (I)
Mg_2^+	منیزیم
Ca^{2+}	کلسیم
Sr^{2+}	استرانسیم
Ba^{2+}	باریم
Ti^{2+}	تیتانیم (II)
Cr^{2+}	کروم (II)
Mn^{2+}	منگنز (II)
Fe^{2+}	آهن (II)
Co^{2+}	کبالت (II)
Ni^{2+}	نیکل (II)
Cu^{2+}	مس (II)
Zn^{2+}	روی
Sn^{2+}	قلع (II)
Pb^{2+}	سرب (II)
Cd^{2+}	کادمیم
Hg^{2+}	جیوه (II)
Sc^{3+}	اسکاندیم
V^{3+}	وانادیم
Cr^{3+}	کروم (III)
Mn^{3+}	منگنز (III)
Fe^{3+}	آهن (III)
Co^{3+}	کبالت (III)
Al^{3+}	آلومینیم
Ga^{3+}	گالیم
Bi^{3+}	بیسموت
Sn^{4+}	قلع (IV)
Pb^{4+}	سرب (IV)

عبارت درست را انتخاب کنید

آ)عنصری باعدد اتمی ۲۰ با (گرفتن – ازدست دادن)الکترون به (کاتیون – آنیون)تبدیل می شود وبه آرایشی شبیه گاز نجیب (پیش – پس)از خود می رسد.

ب) اتم های نافلزها با هم، در شرایط مناسب با تشکیل پیوندهای (اشتراکی- یونی) می توانند (مولکول - ترکیب یونی) رابسازند.

پ) در مولکول CS_2 ، تعداد (یک - دو) پیوند دوگانه و (دو – چهار)جفت ناپیوندی وجود دارد .

ت)گازهای نجیب در طبیعت به صورت گاز (تک اتمی- دو اتمی) وجود دارند.

ث) کلر (فلز- نافلز) و سدیم (فلز- نافلز) است. اولی یک الکترون (می گیرد- می دهد) و دومی یک الکترون (می گیرد- می دهد) تا به هشتایی پایدار برسد.

درستی یا نادرستی عبارت های زیر را مشخص کرده و شکل درست عبارت های نادرست را بنویسید.

آ) فرمول کلی یون پایدار عنصرهای گروه ۱۶، E^{2+} است.

ب) در مولکول آب(H_2O) هر اتم هیدروژن با دو پیوند کووالانسی به اتم اکسیژن متصل است.

پ) در مولکول نیتروژن،هر اتم نیتروژن سه الکترون به اشتراک می گذارد.

ت) در آرایش الکترون – نقطه ای اتم،الکترونهای ظرفیت آن نشان داده می شود.

ث)هر گاه ساختار الکترون نقطه ای دو عنصر شبیه به هم باشد، همواره ما می توانیم آن ها را متعلق به یک گروه در نظر بگیریم.

ج) اتم ها همواره برای رسیدن به قاعده ی هشت تایی به یون تبدیل می شوند.

چ) همواره بین دو اتم یکسان یک پیوند کووالانسی ساده تشکیل می شود.

ح)اتم عنصرهایی که در ساختار الکترون- نقطه ای کم تر از ۸ الکترون دارند، به حالت آزاد در طبیعت وجود ندارند.

خ) بین یونهای مثبت ومنفی نیروی جاذبه بسیار قوی برقرار می شود که (پیوند یونی –پیوند کوالانسی) نامیده می شود

د)ترکیب های یونی که تنها از دو(عنصر – اتم) تشکیل شده است ترکیب یونی دوتایی نامیده می شود

ذ)اتم اکسیژن برای رسیدن به آرایش گاز نجیب دوالکترون (می گیرد – ازدست میدهد) درحالیکه کلسیم دو الکترون (می گیرد – ازدست می دهد)

ر) گاز نجیبی که لایه ظرفیت آن با دو الکترون پر شده است؟ (He یا Ne)

ز) در ترکیب یونی MBr_2، کاتیون M کدام یک می تواند باشد؟ (Ba^{2+} یا K^+)

به سوالات زیر پاسخ کوتاه بدهید.

آ) چرا ساختار الکترون- نقطه ای عنصرهای یک گروه معمولا شبیه به هم است؟

ب) ساختار الکترون- نقطه ای عنصر He شبیه به کدام گروه از جدول می باشد؟ چرا؟

پ)اتم ها از چه راه هایی می توانند لایه ی ظرفیت خود را هشت الکترونی کنند؟

ث)اگر یون A^{2+} با B^{3-} ترکیب یونی تشکیل دهد، فرمول حاصل از آن ها را بنویسید.

ج)پرتوهای کیهانی چه تاثیری روی مولکول های مورد مطالعه دارند؟

در ترکیب یونی X_2Y_3 ،

آ)اتم X به کاتیون تبدیل شده است یا آنیون؟

ب)بار کاتیون و آنیون را تعیین کنید.

پ)اتم Y به کدام گروه از جدول دوره ای تعلق دارد؟

با توجه به فرمول دو ترکیب MgO و Na_3P پاسخ دهید:

($_{11}Na$ $_{8}O$ و $_{15}P$ و $_{12}Mg$)

آ) یون های سازنده ترکیب Na_3P را مشخص کنید.

ب) با توجه به فرمول شیمیایی این دوترکیب فرمول شیمیایی منیزیم فسفید را بنویسید

آ)عنصر X با سدیم ترکیب یونی Na_2X را ایجاد می کند عنصر X به کدام گروه از جدول تناوبی تعلق دارد (برای پاسخ خود دلیل بنویسید)

ب)کدامیک از ترکیب های زیر یونی است ؟ چرا ؟(CH_4 , CU_2O , N_2O)

آرایش الکترونی عنصر A به صورت $[Ne]3S^2\ 3P^3$ و عنصر B به صورت $[Ar]\ 4S^2$ است فرمول شیمیایی ترکیب حاصل از این دو عنصر را بنویسید.

با توجه به جدول داده شده به سوالات پاسخ دهید :

عنصر	A	B	C	D	E	F
آرایش آخرین زیر لایه	$2P^3$	$1S^1$	$2P^2$	$3P^4$	$2P^4$	$3P^3$

الف)مدل الکترون نقطه ای اتم E را بنویسید

ب) فرمول شیمیایی حاصل از ترکیب B با F را بنویسید

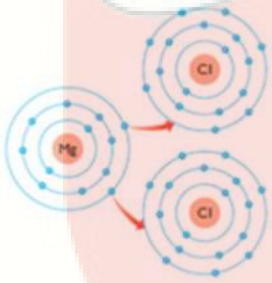
پ)نماد شیمیایی یون پایدار D را بنویسید

ت) عنصر C فلز است یا نافلز ؟

تعیین کنید در کدام یک از ترکیب های زیر آنیون و کاتیون به آرایش هشتایی رسیده است ؟ (با ذکر دلیل) ($_{11}Na$ و $_{9}f$ و $_{17}Cl$ و $_{26}Fe$)

NaF $FeCl_2$

شکل زیر چگونگی مبادلهٔ الکترون بین اتم منیزیم و کلر در تشکیل ترکیب یونی منیزیم کلرید را نشان می دهد. با توجه به شکل به پرسش ها پاسخ دهید.



آ)نماد کاتیون و آنیون این ترکیب را بنویسید.

ب)کاتیون و آنیون این ترکیب تک اتمی اند یا چنداتمی؟

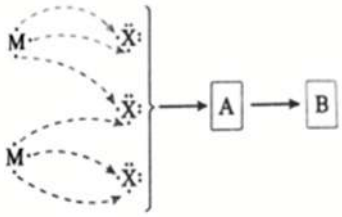
پ)فرمول این ترکیب یونی را بنویسید.

ت)آیا این ترکیب از نظر بار الکتریکی خنثی است؟ چرا؟

با توجه به شکل به سوالات زیر پاسخ دهید:

الف) در قسمت A چند کاتیون و چند آنیون وجود دارد؟ بار آنیون و بار کاتیون ها را تعیین نمایید.

ب) نماد شیمیایی ترکیب B رابنویسید.



پ) اتمی با عدد اتمی ۱۶ ،هم گروه با کدام ذره ی X یا M می باشد؟ چرا؟

ت) اگر بدانیم ذره ی M به دسته ی p تعلق دارد ، آرایش الکترونی لایه ی آخر آنرا نوشته و شما

با توجه به جدول زیر به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید:

آ-اتم های AوX تشکیل چه پیوندی را می دهند؟

ب-فرمول شیمیایی ترکیب حاصل از اتم های Bو N را بنویسید ؟

پ-ساختار یون پایدار اتمی که با اتم M هم گروه و با اتم C هم ردیف باشد را بنویسید.

ت)اتم E با هیدروژن ترکیب شده طریقه تشکیل آن را با رسم آرایش الکترونی توضیح دهید.

۱											۱۸
	۲					۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	
A							E	M	N		
	C					D				X	Y
	B	عناصر واسطه									

کاتیون / آنیون	فلوئورید F^-	برمید Br^-	کلرید CL^-	یدید I^-	اکسید O^{2-}	سولفید S^{2-}	نیترید N^{3-}	فسفید P^{3-}	هیدرید H^-
Li^+ لیتیم									
Na^+ سدیم					Na_2O سدیم اکسید				
K^+ پتاسیم									KH پتاسیم هیدرید
Mg^{2+} منیزیم									
Ca^{2+} کلسیم							Ca_3N_2 کلسیم نیترید		
Ba^{2+} باریم									
Fe^{2+} آهن(II)				FeI_2 آهن(II) یدید					
Cr^{2+} کروم(II)			$CrCl_2$ کروم(II) کلرید						
Cu^+ مس(I)									
Al^{3+} آلومینیم									
H^+ هیدروژن									

تبدیل اتم‌ها به مولکول‌ها

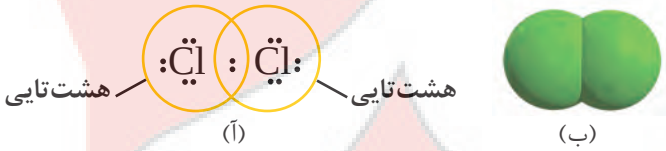
آیا همهٔ اتم‌ها هنگام ترکیب با یکدیگر، الکترون دادوستد می‌کنند؟ در درس علوم آموختید که بسیاری از ترکیب‌های شیمیایی در ساختار خود هیچ یونی ندارند و ذره‌های سازندهٔ آنها مولکول‌ها هستند. حال این پرسش مطرح است که رفتار کدام اتم‌ها سبب تشکیل مولکول‌ها خواهد شد؟ آیا در تشکیل مولکول‌ها رسیدن به آرایش هشت‌تایی ملاکی برای رفتار اتم‌هاست؟ برای یافتن پاسخ این پرسش‌ها به آرایش الکترون ـ نقطه‌ای اتم کلر توجه کنید.

$$:\ddot{Cl}\cdot$$

گاز کلر که خاصیت رنگ‌بری و گندزدایی دارد از مولکول‌های دو اتمی (Cl_2) تشکیل شده است. با توجه به آرایش الکترون – نقطه‌ای اتم کلر می‌توان تشکیل این مولکول را به‌صورت زیر نشان داد:

$$:\ddot{Cl}\cdot \ + \ \cdot\ddot{Cl}: \longrightarrow :\ddot{Cl}:\ddot{Cl}: \quad \text{یا} \quad :\ddot{Cl}-\ddot{Cl}:$$

با این توصیف هر اتم کلر، تک الکترون خود را با دیگری به اشتراک می‌گذارد به‌طوری که دو الکترون موجود بین دو اتم در آرایش الکترون ـ نقطه‌ای به هر دوی آنها تعلق دارد. در این وضعیت هر یک از اتم‌ها به آرایش هشت‌تایی رسیده است (شکل ۲۶).



شکل ۲۶ـ نمایش مولکول کلر آ) آرایش هشت‌تایی اتم‌ها در مولکول و ب) مدل فضا پرکن

جفت الکترون اشتراکی میان دو اتم کلر در مولکول Cl_2، نشان‌دهندهٔ یک پیوند **اشتراکی (کووالانسی)**[1] است؛ پیوندی که سبب اتصال دو اتم به یکدیگر در مولکول شده است؛ به دیگر سخن اتم نافلزها در شرایط مناسب با تشکیل پیوندهای اشتراکی می‌توانند مولکول‌های دو یا چند اتمی را بسازند (جدول ۴).

طرز تشخیص ترکیبات یونی از ترکیبات مولکولی:

یونی‌ها:

۱ـ گروه ۱ دارند، بجز H

۲ـ گروه ۲ دارند، به جز Be

۳ـ Al دارند همراه با F و O

۴ـ واسطه دارند

۵ـ NH_4^+ (آمونیوم) دارند

کلمه مولکول برای یک ترکیب یونی بکار نمی‌رود

در یک ترکیب مولکولی بین اتم‌ها درون مولکول فقط پیوند کووالانسی وجود دارد مانند CO_2 و H_2O

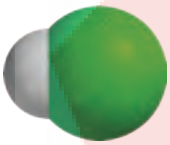
در یک ترکیب یونی و بای مانند NaCl و Al_2O_3 فقط پیوند یونی وجود دارد ولی در یک ترکیب یونی که آنیون چند اتمی دارد هم پیوند کووالانسی وهم پیوند یونی وجود دارد مانند $NaNO_3$ NH_4NO_3

● مواد شیمیایی خالصی که در ساختار خود مولکول دارند، **مواد مولکولی** نامیده می‌شوند.

جدول ۴ـ چگونگی تشکیل و نمایش مولکول‌های اکسیژن و آب

تشکیل مولکول از اتم‌ها	$H\cdot + \cdot\ddot{O}\cdot + \cdot H$ ⟶ $H:\ddot{O}:H$ یا $H-\ddot{O}-H$	$:\ddot{O}\cdot + \cdot\ddot{O}: \longrightarrow :\ddot{O}::\ddot{O}:$ یا $:\ddot{O}=\ddot{O}:$
آرایش الکترون ـ نقطه‌ای مولکول	H :Ö: H — دوتایی، هشت‌تایی، دوتایی	:Ö :: Ö: — هشت‌تایی، هشت‌تایی
مدل فضاپرکن		
فرمول مولکولی	H_2O	O_2

به فرمول شیمیایی که افزون بر نوع عنصرهای سازنده، شمار اتم‌های هر عنصر را در مولکول نشان می‌دهد، **فرمول مولکولی** می‌گویند.



(HCl)

(NH_3)

(CH_4)

مدل فضاپرکن برای برخی مولکول‌ها

خود را بیازمایید

۱ـ آرایش الکترون ـ نقطه‌ای را برای هر یک از مولکول‌های زیر رسم کنید.

آ) هیدروژن کلرید (HCl)

ب) آمونیاک (NH_3)

پ) متان (CH_4)

۲ـ جرم مولی هر یک از ترکیب‌های داده شده در پرسش بالا را با استفاده از داده‌های جدول دوره‌ای به‌دست آورید.

راهنمایی: جرم مولی یک ماده با مجموع جرم مولی اتم‌های سازندهٔ آن برابر است. برای نمونه، جرم مولی آب برابر است با: $(۲\times ۱/۰۰۸)+۱۶/۰۰=۱۸/۰۱۶\ g\ mol^{-1}$

ترکیبات مولکولی

ترکیبات مولکولی معمولا از دو نافلز ساخته شده اند و با اشتراک گذاشتن الکترون و تشکیل پیوند کوالانسی بوجود می آیند. برای رسم ساختار ترکیبات مولکولی از روش لوویس (ساختار الکترون نقطه ای) استفاده می شود.

نکته: Be ، B و بعضی از ترکیبات Al پیوند کوالانسی تشکیل می دهند.

نام‌گذاری ترکیبات مولکولی:

(تعداد نافلز سمت چپ با پیشوندهای یونانی + نام نافلز سمت چپ) + (تعداد نافلز سمت راست با پیشوندهای یونانی + نام نافلز سمت راست) + ید

نکته: برای نوشتن تعداد نافلز می‌توان از پیشوندهای یونانی استفاده نمود.

تعداد نافلز	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
پیشوند یونانی	مونو	دی	تری	ترا	پنتا	هگزا	هپتا	اوکتا	نونا	دکا

تذکر: اگر تعداد نافلز سمت چپ برابر ۱ باشد از نوشتن مونو خودداری می‌کنیم. ولی برای نافلز دوم، مونو را می نویسیم. مانند کربن مونواکسید(CO)

مثال۱۱) نام یا فرمول ترکیبات کوالانسی زیر را به روش پیشوند بنویسید

فرمول						NO	CF_4	SO_3	IF_7	P_4O_{10}	Cl_2O_7	SF_4	NCl_3
نام	گوگرد دی اکسید	فسفر پنتا برمید	برم هپتا فلوئورید	دی نیتروژن مونو اکسید	دی نیتروژن تری اکسید								

رسم ساختار ترکیبات مولکولی

برای رسم ساختار ترکیبات مولکولی از روشی به نام روش لوویس یا ساختار الکترون نقطه ای استفاده می شود.

مثال) ساختار لوییس CH_3Cl را رسم کنید. ($_1H$, $_6C$, $_{17}Cl$)

مراحل رسم:

۱- پیدا کردن اتم مرکزی:

۲- چیدن اتم های مجاور دور اتم مرکزی:

۳- محاسبه تعداد الکترون موجود همه اتم ها (e_m):

۴- محاسبه الکترون های لازم برای کامل شدن لایه آخر اتم ها (e_L):

۵- محاسبه تعداد پیوند: $\text{تعداد پیوند} = \frac{e_L - e_m}{۲}$

۶- اتصال اتم ها به اتم مرکزی و قرار دادن الکترون های ناپیوندی

ساختار های نکته دار

نکته: هالوژنها و H فقط پیوند یگانه می گیرند.

نکته: زمانی که یک مولکول دارای چند ساختار لوییس باشد (مانند N_2O و N_3^-) ، ساختاری قابل قبول است که بار قراردادی روی اتم های آن کمتر باشد و بار منفی روی عنصر نافلز تر باشد. بار قراردادی باری است که بر روی تک تک اتم های یک مولکول قرار دارد و با فرمول زیر می توانیم برای اتم های مولکول آن را حساب کنیم.

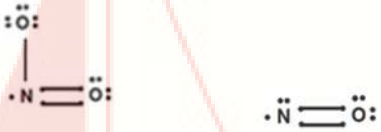
تعداد الکترونهای اطراف اتم – الکترونهای لایه ظرفیت اتم = بار اتم در ملکول

رسم ساختار لوئیس اکسیدهای کلر

اکسیدهای کلر ترکیباتی هستند که از اکسیژن و کلر تشکیل شده اند. مانند Cl_2O , Cl_2O_3 , Cl_2O_5 , Cl_2O_7. در رسم ساختار لوویس این ملکولها یکی از اکسیژن ها را در وسط قرار می دهیم و دو اتم کلر را با پیوند یگانه به آن متصل می کنیم و بقیه اکسیژنها را با پیوند یگانه به کلرها متصل می کنیم. در آخر با قرار دادن الکترونها به صورت نقطه، همه اتم ها را ۸ تایی می کنیم.

رسم ساختار لوییس اکسیدهای نیتروژن

اکسیدهای نیتروژن ترکیباتی هستند که از اکسیژن و نیتروژن تشکیل شده اند. مانند NO_2,NO N_2O_3, N_2O_4 N_2O_5. برای رسم ساختار لوییس اکسیدهای نیتروژن، ابتدا ساختار لوییس NO_2 و NO را به صورت زیر رسم می کنید.



N_2O_3= NO+NO_2

N_2O_4=NO_2+NO_2

رسم ساختار اسید های اکسیژن دار

نکته: در اسید های اکسیژن دار هر اتمی به غیر H و O اتم مرکزی است.

نکته: در رسم ساختار لوویس اسید های اکسیژن دار (بجز اسیدهای اکسیژن دار فسفر)، ابتدا هیدروژن را به اکسیژن وصل کرده سپس O-H– تولید شده از طرف O به اتم مرکزی متصل می شود.

نکته: اکسیژن O-H– هیچ وقت پیوند دوگانه نمی گیرد.

نکته: در رسم اسیدهای اکسیژن دار فسفر، یکی از O ها، اتم H نمی گیرد در حالی که بقیه Oها می توانند H بگیرند و O-H– تولید کنند و O-H– های تولید شده به اتم مرکزی P متصل می شوند. اگر هیدروژنی بدون O باقی ماند، مستقیما به اتم مرکزی P متصل می شود.

ساختار لوویس مولکولهایی که اتم مرکزی از قاعده اکتت پیروی نمی کنند

این مولکول ها به دو دسته تقسیم می شوند. در دسته اول اتم مرکزی کمتر از ۸ الکترون دارد و در دسته دوم اتم مرکزی بیش از ۸ الکترون دارد.

نکته: در مولکول هایی که اتم مرکزی آنها Be و B و Al است اتم مرکزی کمتر از ۸ الکترون دارد. این مولکول ها شامل:

$BX_3(X=H,F,Cl,Br,I)$ و AlX_3

$BeX_2(X=H,F,Cl,Br,I)$

نکته: در دو مولکول NO و NO_2 اتم مرکزی N دارای ۷ الکترون می باشد.

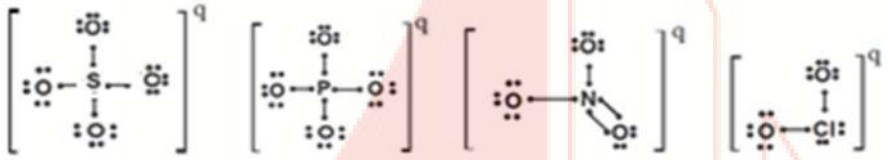
نکته: ساختار لوویس مولکولهایی که اتم مرکزی بیش از ۸ الکترون دارند شامل: XeF4 و BrF5 و IF7 و ClF3 و PCl_5 و SF_4

در این مولکولها نمی توان از روش گفته شده برای رسم ساختار لوویس استفاده کرد و باید هر ساختار را جداگانه یاد بگیرید این نوع مولکولها به دو دسته تقسیم می شوند.

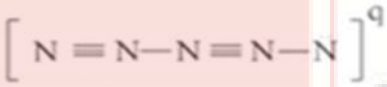
نکته: برای به‌دست آوردن باریون یا شماره گروه یک ساختار لوییس از رابطه‌ی زیر استفاده می‌کنیم:

$$\text{تعداد پیوند کوالانسی} = \frac{\text{بار یون به همراه علامتش} + \text{مجموع الکترون های مورد نیاز برای پایدار شدن همه اتم ها}}{۲}$$

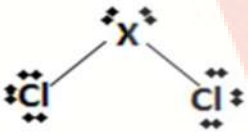
با توجه به این‌که در یون زیر همه‌ی اتم‌ها از قاعده‌ی اوکتت پیروی می‌کنند مقدار بار یون این ترکیب را به‌دست آورید.

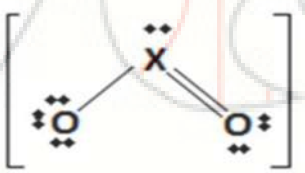


با توجه به این‌که در یون زیر همه‌ی اتم‌ها از قاعده‌ی اوکتت پیروی می‌کنند مقدار بار یون این ترکیب را به‌دست آورید.

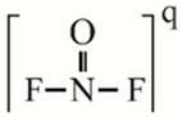


شماره گروه عنصر X را در هر یک از ترکیبات زیر بدست آورید.



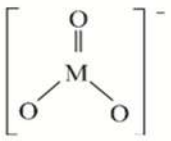


با توجه به این‌که در یون همه اتم‌ها از قاعده‌ی هشتایی پیروی می‌کنند بار الکتریکی این یون(q) کدام است؟



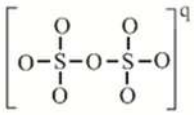
۱) -۱
۲) -۲
۳) +۱
۴) +۲

با توجه به ساختار یون مقابل که همه اتم‌ها از قاعده اکتت پیروی می‌کنند اتم **M** جزء کدام گروه است؟



۱) ۱۴
۲) ۱۵
۳) ۱۶
۴) ۱۷

اگر در ساختار لوویس مقابل هم اتم‌ها از قاعده اکتت پیروی کنند مقدار q کدام است؟



۱) +۱
۲) +۲
۳) -۱
۴) -۲

تمرین‌های دوره‌ای

۱ـ بررسی نمونه‌ای از یک شهاب‌سنگ نشان داد که در این شهاب‌سنگ ایزوتوپ‌های ^{54}Fe, ^{56}Fe, ^{57}Fe وجود دارد.

آ) آرایش الکترونی $_{26}Fe$ را رسم کنید.

ب) موقعیت آهن را در جدول دوره‌ای عنصرها مشخص کنید.

پ) آهن به کدام دسته از عنصرهای جدول تعلق دارد؟

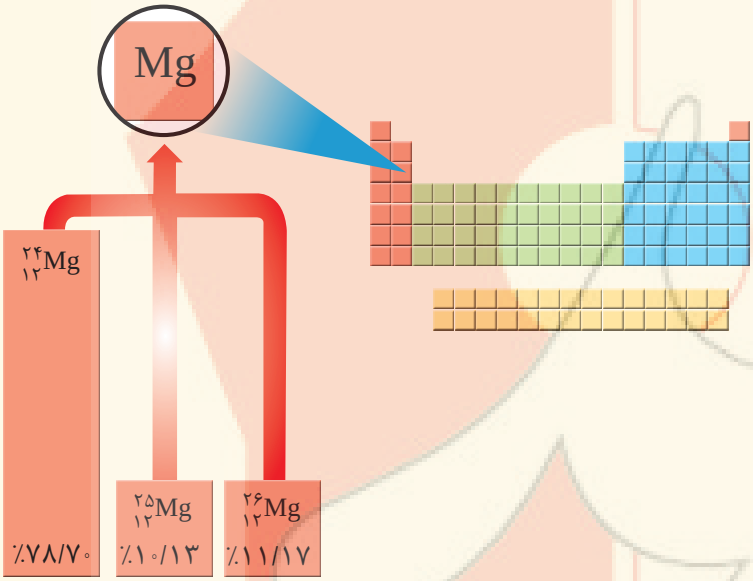
ت) آیا آرایش الکترونی ایزوتوپ‌های آهن یکسان است؟ چرا؟

۲ـ با استفاده از آرایش الکترون – نقطه‌ای اتم‌ها در هر مورد، روند تشکیل، نام و فرمول شیمیایی ترکیب یونی حاصل از واکنش اتم‌های داده شده را مشخص کنید.

آ) $_{19}K$ با $_{9}F$ ب) $_{20}Ca$ با $_{7}N$ پ) $_{13}Al$ با $_{9}F$

۳ـ با توجه به شکل:

آ) جرم اتمی میانگین منیزیم را به‌دست آورید.



ب) مفهوم هم‌مکانی را توضیح دهید.

۴ـ هرگاه یک جریان الکتریکی متناوب و ۱۱۰ ولتی به یک خیار شور اعمال شود، خیارشور مانند شکل زیر شروع به درخشیدن می‌کند. علت ایجاد نور رنگی را توضیح دهید.

● این آزمایش توسط یک شیمی‌دان در شرایط ایمن و درون آزمایشگاه انجام شده است، از انجام چنین آزمایش‌هایی در بیرون از آزمایشگاه و در نبود معلم، خودداری کنید.

۵ـ آرایش الکترونی اتم‌های باریم و ید به شما داده شده است؛ با توجه به آن:

$_{56}Ba : [Xe]\ 6s^2$

$_{53}I : [Kr]\ 4d^{10}5s^25p^5$

آ) پیش‌بینی کنید که هر یک از اتم‌های باریم و ید در شرایط مناسب به چه یونی تبدیل می‌شود؟ چرا؟
ب) فرمول شیمیایی ترکیب یونی حاصل از واکنش باریم با یُد را بنویسید.

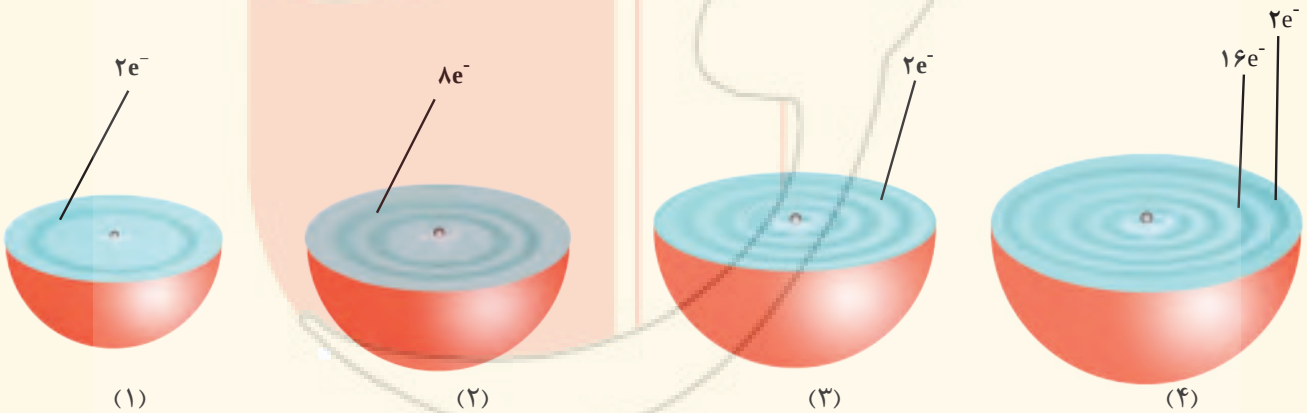
۶ـ اگر میانگین جرم هر اتم بور ($_5B$)، در حدود $1/794 \times 10^{-23}g$ باشد، جرم مولی آن را حساب و با جدول دوره‌ای مقایسه کنید.

۷ـ گرافیت دگر شکلی از کربن است. در سدهٔ شانزدهم میلادی تکهٔ بزرگی از گرافیت خالص کشف شد که بسیار نرم بود. به‌دلیل شکل ظاهری آن، مردم می‌پنداشتند که گرافیت از سرب تشکیل شده است. امروزه با آنکه می‌دانیم مغز مداد از جنس گرافیت است، اما این ماده همچنان به سرب مداد معروف است. در ۰/۳۶ گرم گرافیت خالص، چند مول کربن و چند اتم کربن وجوددارد؟

۸ـ در جدول روبه‌رو عنصرهایی نشان داده شده است که در دما و فشار اتاق به شکل ماده مولکولی با مولکول‌های دو اتمی وجود دارند. با استفاده از آرایش الکترون‌ـنقطه‌ای، ساختار این مولکول‌ها را رسم کنید.

۱							
۱ H هیدروژن				۱۵	۱۶	۱۷	
				۷ N نیتروژن	۸ O اکسیژن	۹ F فلوئور	
						۱۷ Cl کلر	
						۳۵ Br برم	
						۵۳ I ید	

۹ـ هر یک از شکل‌های زیر برشی از اتم یک عنصر را نشان می‌دهد؛ با توجه به آن:



آ) موقعیت هر عنصر را در جدول دوره‌ای تعیین کنید.

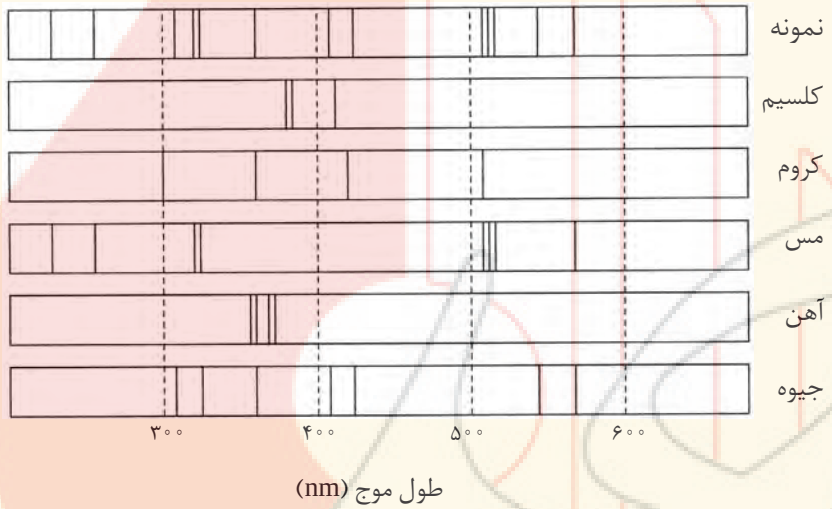
ب) کدام اتم(ها) تمایلی به انجام واکنش و ترکیب شدن ندارد؟ چرا؟

پ) آرایش الکترون – نقطه‌ای (۲) و (۳) را رسم و پیش‌بینی کنید هر یک از این اتم‌ها در واکنش با فلوئور چه رفتاری دارد؟

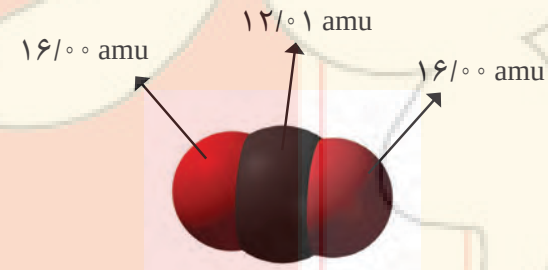
ت) در اتم (۴) چند زیر لایه به‌طور کامل از الکترون‌ها پر شده است؟ توضیح دهید.

۱۰ـ پژوهشگران در حفاری یک شهر قدیمی، تکه‌ای از یک ظرف سفالی پیدا کردند. آنها برای یافتن نوع عنصرهای فلزی آن به آزمایشگاه شیمی مراجعه کردند و از این نمونه طیف نشری گرفتند. شکل زیر الگویی از طیف نشری خطی این سفال و چند عنصر فلزی را نشان می‌دهد. با توجه به آن پیش‌بینی کنید چه فلزهایی در این سفال وجود دارد؟

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



۱۱ـ دانش‌آموزی با استفاده از مدل فضاپرکن کربن دی‌اکسید مطابق شکل زیر توانست، جرم یک مولکول از آن را برحسب amu به‌درستی محاسبه کند.



آ) روش کار او را توضیح دهید.

ب) جرم یک مول از مولکول نشان داده شده چند گرم است؟ چرا؟

پ) جرم مولی کربن دی‌اکسید را با استفاده از داده‌ها در جدول دوره‌ای به‌دست آورید.

ت) با استفاده از داده‌های جدول دوره‌ای عنصرها، جرم مولی هریک از ترکیب‌های زیر را برحسب $g\,mol^{-1}$ به‌دست آورید.

Cl_2 ، HCl ، $NaCl$، CaF_2 ، SO_3 ، Al_2O_3

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

۱) $^{60}_{27}Co^{2+}$, $^{72}_{32}Ge^{2+}$
۲) $^{64}_{29}Cu^{+}$, $^{72}_{32}Ge^{2+}$
۳) $^{60}_{27}Co^{2+}$, $^{69}_{31}Ga^{3+}$
۴) $^{64}_{29}Cu^{+}$, $^{69}_{31}Ga^{3+}$

در اتم کدام دو عنصر دو اوربیتال نیم پر وجود دارد؟

۱) $_{26}Fe$ ، $_{32}Ge$
۲) $_{28}Ni$ ، $_{34}Se$
۳) $_{20}Ca$ ، $_{36}Kr$
۴) $_{14}Si$ ، $_{37}Rb$

آرایش الکترونی کدام گونه شیمیایی با آرایش الکترونی هر یک از سه گونه دیگر تفاوت دارد؟

۱) $_{28}Ni^{2+}$
۲) $_{29}Cu^{+}$
۳) $_{30}Zn^{2+}$
۴) $_{31}Ga^{3+}$

در چند اتم عنصر های واسطه تناوب چهارم، زیر لایه 3d به ترتیب، نیم پر و پرشده است؟

۱) ۲ ، ۲
۲) ۳ ، ۲
۳) ۲ ، ۲
۴) ۱ ،۱

در عنصری با عدد اتمی ۲۴ چند الکترون با عدد کوانتومی l=0 و چند الکترون با عدد کوانتومی n=3,l=2 وجود دارد؟ (عددهای گزینه ها را از راست به چپ بخوانید.)

۱) ۸ و ۶
۲) ۸ و ۴
۳) ۷ و ۵
۴) ۷ و ۴

اگر تفاوت شمار پروتون ها و نوترون ها در یون تک اتمی $^{45}M^{+3}$ برابر ۳ باشد، کدام گزینه به ترتیب نشان دهنده ی تعداد زیرلایه ها و اوربیتال های اتم M است که از الکترون اشغال شده است؟

۱) ۴ و ۱۱
۲) ۴ و ۱۵
۳) ۷ و ۱۱
۴) ۷ و ۱۵

اگر عنصر A از گروه هالوژن ها با عنصر B که عدد اتمی آن برابر ۲۸ است، هم دوره باشد، عدد اتمی گاز نجیب هم دوره A کدام است و در بیرونی ترین زیرلایه الکترونی A، چند الکترون وجود دارد؟(از راست به چپ)

۱) ۱۸ – ۵
۲) ۳۶ – ۵
۳) ۱۸ – ۷
۴) ۳۶ – ۷

اگر عنصر E از گروه ۱۵ با عنصر G که عدد اتمی ان ها برابر ۳۴ است، هم دوره باشد، عدد اتمی عنصر E کدام است و در بیرونی ترین زیر لایه الکترونی آن، چند الکترون وجود دارد؟

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

اگر تفاوت شما الکترون ها و نوترون ها در یون تک اتمی $^{207}M^{2+}$ برابر ۴۵ باشد ، عنصرM در کدام دوره و کدام گروه جدول تناوبی جای دارد؟

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

اگر عدد جرمی عنصر M، برابر ۱۰۶و تفاوت شمار نوترون های آن با شمار پروتون های آن برابر ۱۴باشد، عدد اتمی این عنصر و شمار الکترون های بیرونی ترین لایه یون M^{2+} کدامند؟(عددها را از راست به چپ بخوانید.)

۱) ۴۸ - ۸ ۲) ۴۶ - ۶ ۳) ۴۶ - ۸ ۴) ۴۸ - ۶

اگر تفاوت شمار الکترون ها با شمار نوترون ها در یون تک اتمی $^{93}X^{5+}_{(g)}$ برابر۱۶ باشد، عدد اتمی عنصر، کدام است و در کدام تناوب جای دارد؟

۱) ۵۱ - ششم ۲) ۵۲ - ششم ۳) ۴۱ - پنجم ۴) ۴۳ - پنجم

کدام مطلب نادرست است؟

۱) در یون $^{64}_{29}Cu^{2+}$ اختلاف شمار نوترون ها و الکترون ها برابر ۸ است.

۲) در اتم $_{22}Ti$ هفت زیرلایه از الکترون اشغال شده است.

۳) لایه ی الکترونی سوم در یون $_{24}Cr^{2+}$ دارای دوازده الکترون است.

۴) در یون $^{45}_{21}Sc^{3+}$ ده اوربیتال جفت الکترونی وجود دارد.

کدام مطلب درست است؟

۱) در اتم هیدروژن انتقال الکترون از n=7 به n=1 موجب تولید نور مرئی با بیشترین انرژی و کمترین طول موج می شود.

۲) عنصرهای $_{31}C$ و $_{20}B$ و $_{24}A$ به ترتیب عنصرهای دسته ی p,s,d هستند.

۳) هریک از عنصرهای ۴۰ و۳۰ دارای ۱۰ الکترون در زیرلایه ی d خود هستند.

۴) در اتم گوگرد $(_{16}S)$، ۶ الکترون دارای مجموعه عددهای کوانتومی $l = 0, n = 2$ هستند.

شمار الکترون های پیوندی در مولکول نیتروژن تری فلوئورید ..... شمار الکترون های پیوندی در یون سیانید و شمار الکترون های ناپیوندی لایه بیرونی اتم ها در آن ..... برابرشمار الکترون های ناپیوندی لایه بیرونی اتم ها در یون سیانید است.

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

در ساختار روبه‌رو همه‌ی اتم‌های X از قاعده‌ی هشتایی(اوکتت) پیروی می‌کنند. چند مورد از عبارت‌های زیر در مورد آن نادرست است؟

$[X \equiv X - X - X \equiv X]^{+1}$

آ) اتم X متعلق به گروه ۱۵ جدول تناوبی است.

پ) دو اتم در این ساختار فاقد الکترون ناپیوندی هستند.

ث) شمار جفت الکترون‌های پیوندی در این یون، ۲ برابر جفت الکترون‌های ناپیوندی است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۰

در ساختار لوویس مولکول ..... مانند مولکول ..... یک پیوند کووالانسی ..... گانه وجود دارد؟

۱) اتن - فرمالدهید - سه
۲) کربن دی‌اکسید - نیتروژن - دو
۳) اتین - کربن مونوکسید - سه
۴) گوگرد دی اکسید - اتان - دو

چه تعداد از مطالب زیر ، درست اند؟

آ) در گونه های SCO, HCN, N_2O اتم مرکزی فاقد جفت الکترون ناپیوندی است

ب) در هر یک از گونه های NO_2^+ و CS_2 تعداد الکترون های پیوندی و ناپیوندی برابر است

پ) گونه های SO_3 ، CO_3^{2-} ، NO_3^- ، از نظر شمار جفت الکترون های ناپیوندی روی اتم های پیرامون اتم مرکزی مشابه می باشند.

ت) در دوگونه SO_4^{2-} ، $AlCl_4^-$ تعداد الکترون های پیوندی با هم برابر است.

۱) ۱ ۲) ۴ ۳) ۲ ۴) ۳

مولکول NO_2Cl مانند مولکول ..... دارای ..... پیوند کووالانسی است و ..... پیوند در میان آنها از نوع دوگانه است.

۱) نیتروژن دی اکسید - سه - دو
۲) گوگرد دی اکسید - سه - یک
۳) متانال - چهار - یک
۴) کربن دی اکسید - چهار - دو

در کدام گونه شمار جفت الکترون های پیوندی و ناپیوندی برابر است؟

۱) فرمالدهید ($HCOH$)
۲) کلرومتان (CH_3Cl)
۳) یون هیدروژن کربنات (HCO_3^-)
۴) دی نیتروژن مونواکسید (N_2O)

الکترون غیر پیوندی کدام دو ترکیب با هم برابر است؟

الف) CH_2O , CH_3I
ب) N_2 , HCN
ج) CH_4 , CH_3OH
د) O_3 , CH_2Cl_2

87

مولکول‌های CH_2O ، HCN ، CO_2 از کدام نظر همگی مانند یکدیگرند.

۱) شمار پیوندها
۲) شمار الکترون‌های لایه‌ی ظرفیت اتم‌ها
۳) ساختار لوویس
۴) تعداد پیوند دوگانه

در کدام مولکول شش جفت الکترون ناپیوندی در لایه‌ی ظرفیت اتم‌ها وجود دارد؟

۱) CO_2
۲) HCN
۳) OF_2
۴) SO_2

در کدام ملکول اتم مرکزی اکتت نیست؟

۱) N_2O_5
۲) NO_2
۳) N_2O_4
۴) N_2O_3

اتم مرکزی در کدام اتم از قاعده اکتت پیروی می کند ؟

۱) NO
۲) SF_4
۳) PCl_5
۴) SO_2

کدام نمونه الکترون جفت نشده دارد؟

۱) NO^+
۲) NO_2^+
۳) NO_2
۴) NO_2Cl

در چند مورد از گونه های، $PO_4^{3-}, SnCl_2, PF_4^+, H_3O^+, NO_2^+$ ، اتم مرکزی از قاعده هشتایی پیروی می کند.

۱) ۲
۲) ۳
۳) ۴
۴) ۵

در مولکول کدام ترکیب نسب شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی لایه ظرفیت اتم‌ها به شمار جفت الکترون‌های پیوندی از سه ترکیب دیگر بیشتر است؟

۱) گوگرد تترا فلوئورید
۲) نیتروژن‌تری فلوئورید
۳) گوگردتری اکسید
۴) کربن دی سولفید

دوازدهم

یازدهم

دهم

بهترین و قویترین جزوات
همه نکات تستی و تشریحی

فیزیک

شیمی

ریاضی

برای تهیه جزوات با ۰۹۱۹۰۰۹۰۰۳۲ تماس بگیرید.