بسم الله الرحمن الرحیم

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰى مُحَمَّدٍ وَ آلِ مُحَمَّدٍ وَ عَجِّلْ فَرَجَهُمْ

شیمی (۱)

رشته‌های علوم تجربی ـ ریاضی و فیزیک

پایهٔ دهم

دوره دوم متوسطه

در به نام خدا

ذرات تشکیل دهنده اتم

هر اتم از سه ذره مختلف تشکیل شده است که عبارتند از:

۱- **الکترون:** دارای بار منفی است. جرم بسیار کمی دارد و در اطراف هسته اتم در حال چرخیدن است.

۲- **پروتون:** دارای بار مثبت است. جرم زیادی دارد و در داخل هسته قرار دارد.

۳- **نوترون:** بار الکتریکی ندارد. جرمش با پروتون برابر است و در داخل هسته قرار دارد.

نکته: در هر اتم در حالت عادی تعداد الکترون ها و تعداد پروتون ها با هم برابر است در نتیجه تعداد بار های مثبت و تعداد بار های منفی اتم برابر است به همین دلیل اتم ها در حالت عادی از نظر بار الکتریکی خنثی هستند.

نکته: بررسی ساختار اتم با کمک مشاهده غیر مستقیم انجام می شود چون مشاهده مستقیم ساختار اتم امکان پذیر نیست.

نکته: با وجود این که تعداد الکترون و پروتون در یک اتم برابر هستند ولی تعداد نوترونها همیشه وقت با پروتون ها برابر نیستند. در برخی از اتمها تعداد نوترونها با تعداد پروتون برابر است ولی در برخی اتمها تعداد نوترون از تعداد پروتون بیشتر است. (در پایان فصل بیشتر این مطلب را توضیح می دهیم)

نماد شیمیایی

نماد شیمیایی چیست: برای تشخیص اتم ها، آنها را با یک یا دو حرف لاتین نمایش می دهند که به آن نماد شیمیایی می گویند مثلا هیدروژن را با نماد H ،اکسیژن را با نماد O ، سدیم را با نماد Na و .... نمایش می دهند.

نکته: نماد شیمیایی برخی از عناصر از دو حرف و برخی از یک حرف تشکیل شده است. عناصری که حرف اول آنها مشابه است برای آنکه با هم اشتباه نشوند نمادشان را با دو حرف نمایش می دهیم. مثلا کربن و کلسیم هر دو با حرف C شروع می شوند به همین دلیل کربن را با نماد C و کلسیم را با نماد Ca نمایش می دهیم.

نکته: در عناصری که نماد شیمیایی آنها از دو حرف تشکیل می شود حرف اول را با حرف بزرگ و حرف دوم را با حرف کوچک نمایش می دهیم مانند Na (سدیم)

عدد اتمی و عدد جرمی

عدد اتمی: به تعداد پروتون های هر اتم عدد اتمی می گویند. عدد اتمی را در قسمت پایین سمت چپ نماد شیمیایی اتم می نویسند.

عدد جرمی: به مجموع تعداد پروتون ها و نوترون های یک اتم عدد جرمی می گویند و آن را در قسمت بالا سمت چپ نماد شیمیایی اتم می نویسند.

اگر X را نماد شیمیایی یک عنصر فرض کنیم خلاصه مطالب بالا به صورت زیر است.

$$X \quad \begin{matrix} \text{عدد جرمی (پروتون + نوترون)} \\ \text{عدداتمی پروتون} \end{matrix}$$

نکته: اگر عدد اتمی را از عدد جرمی کم کنیم تعداد نوترون ها به دست می آید.

چندمثال:

مدل اتمی بور

مدل اتمی بور شبیه منظومه شمسی است به این ترتیب که هر اتم دارای یک هسته است که پروتون ها و نوترون ها داخل آن قرار دارند و الکترون ها بر روی مدار های مشخصی در اطراف هسته در حال چرخیدن هستند.

نکته مهم: در مدل اتمی بور در هر یک از مدار های اطراف هسته تعداد مشخصی الکترون جای می گیرد مثلا مدار اول که نزدیک هسته قرار دارد فقط ۲ الکترون و مدار دوم و سوم هر کدام ۸ الکترون در خود جای می دهند.

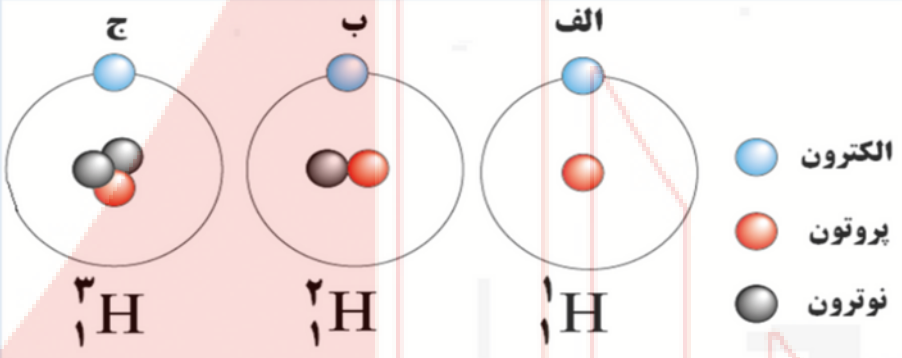
رسم مدل اتمی بور: برای رسم مدل اتمی بور برای یک اتم به این روش عمل می کنیم که ابتدا ۲ الکترون در اولین مدار (مدار نزدیک هسته) قرار می دهیم سپس الکترون های بعدی را در مدار دوم قرار می دهیم. مدار دوم حد اکثر ۸ الکترون در خود جای می دهد یعنی اگر باز هم الکترونی وجود داشت آنها را در مدار سوم قرار می دهیم.

چندمثال:

ایزوتوپها

منظور از ایزوتوپ چیست؟ ایزوتوپ ها در اصل شکل های متفاوت از یک عنصر هستند. یعنی این که تعداد پروتون هایشان برابر است ولی در تعداد نوترونها با هم تفاوت دارند. مثلا در طبیعت ۳ نوع اتم کربن وجود دارد. بعضی از کربن ها ۶ نوترون بعضی ۷ نوترون و بعضی ۸ نوترون دارند ولی هر سه نوع کربن فقط ۶ پروتون دارند. یا مثلا هیدروژن ۳ ایزوتوپ دارد

تصویر زیر ایزوتوپهای هیدروژن را نشان می دهد.



همانطور که در تصویر بالا می بینید اتمهای مختلف هیدروژن تعداد پروتون یکسانی دارند (هر سه اتم یک پروتون دارند) ولی تعداد نوترونهایشان یکسان نیست.

نکته: اگر هیدروژنی که عدد جرمی ۲ دارد با اکسیژن ترکیب شود آب سنگین تولید می شود.

نکته: هیدروژنی که عدد اتمی ۳ دارد یک اتم پایدار نیست و خاصیت پرتوزایی دارد.

نکته: به اتمهایی که خاصیت پرتو زایی دارند پرتوزا یا رادیواکتیو گفته می شود.

نکته مهم: اگر در یک عنصر تعداد نوترون ها از یک و نیم برابر تعداد پروتون ها بیشتر باشد آن عنصر ناپایدار است و به آن رادیو اکتیو یا پرتوزا می گویند. عناصر رادیو اکتیو از خود پرتو های خطرناکی تولید می کنند. البته از این خاصیت پرتو زایی به صورت کنترل شده در مواردی مثل رادیولوژی استفاده می شود.

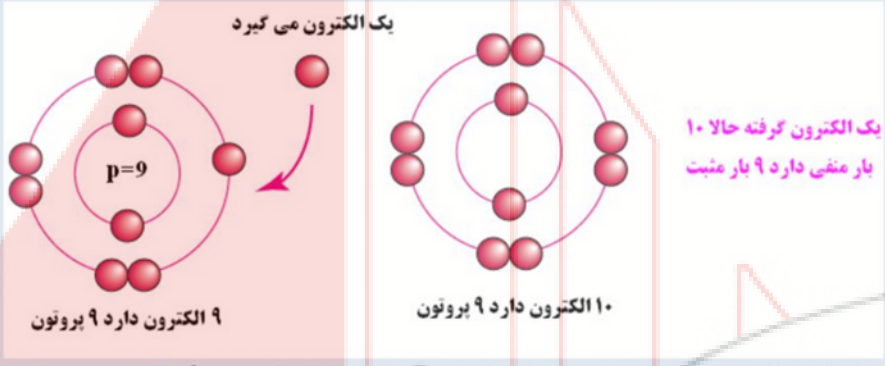
نکته مهم: ایزوتوپ ها عدد اتمی یکسان دارند (چون تعداد پروتونهایشان با هم یکسان است). به همین دلیل خواص شیمیایی یکسانی هم دارند.

نکته مهم: ایزوتوپ ها عدد جرمی متفاوتی دارند (چون تعداد نوترون هایشان با هم برابر نیست). به همین دلیل در برخی خواص فیزیکی مانند جرم با هم فرق دارند.

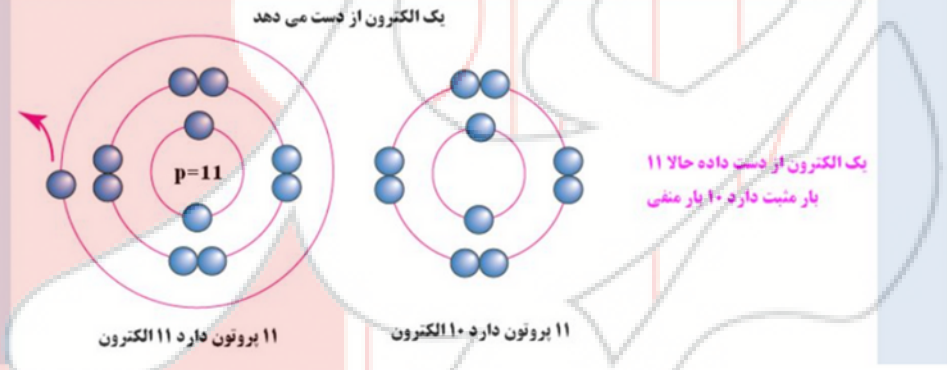
یون

یون چیست و چگونه درست می شود؟ اگر اتمی الکترون بگیرد یا الکترون از دست بدهد به یک ذره بار دار تبدیل می شود که به این ذره باردار یون می گوییم.

چرا یونها باردار هستند؟ اگر اتمی الکترون بگیرد تعداد الکترونهای اتم نسبت به تعداد پروتون هایش افزایش می یابد در نتیجه تعداد بار های منفی اتم از تعداد بارهای مثبت آن بیشتر می شود در نتیجه بار اتم منفی می شود که به آن یون منفی می گوییم.(تصویر زیر)



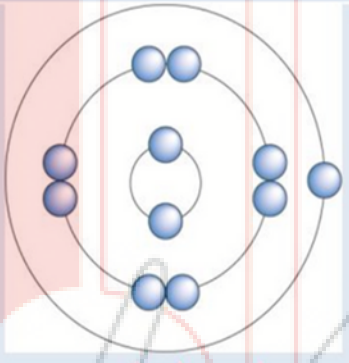
در مقابل اگر اتمی الکترون از دست بدهد تعداد بار های منفی اتم از تعداد بارهای مثبت آن کمتر می شود در نتیجه بار اتم مثبت می شود که به آن یون مثبت می گوییم.



نکته مهم: برخی دانش آموزان فکر می کنند یونهای مثبت پروتون گرفته اند و مثبت شده اند. خیر چنین چیزی امکان ندارد چون پروتون ها در داخل هسته هستند و هیچ وقت جا به جا نمی شوند. تشکیل یون فقط با جا به جایی الکترون انجام می شود چون فقط الکترون می تواند کم یا زیاد شود.

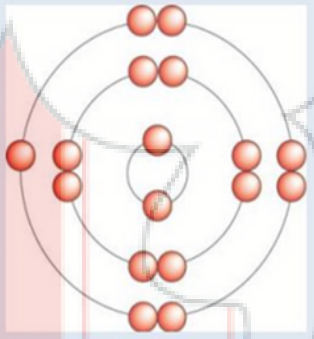
سوال مهم: احتمالا این سوال در ذهن شما وجود دارد که اصلا چرا برخی اتمها تمایل دارند الکترون بگیرند و به یون منفی تبدیل شوند و برخی اتمها تمایل دارند الکترون بدهند و به یون مثبت تبدیل شوند؟

سدیم: سدیم دارای عدد اتمی ۱۱ است یعنی ۱۱ الکترون دارد. ۲ الکترون در مدار اول ۸ الکترون در مدار دوم و فقط ۱ الکترون در مدار سوم. همانطور که می بینید سدیم شبیه تاکسی دوم است چون در مدار آخر فقط یک الکترون دارد و بقیه مدار آخرش خالی است (شکل زیر) می دانید که مدار سوم مانند مدار دوم می تواند ۸ الکترون داشته باشد.



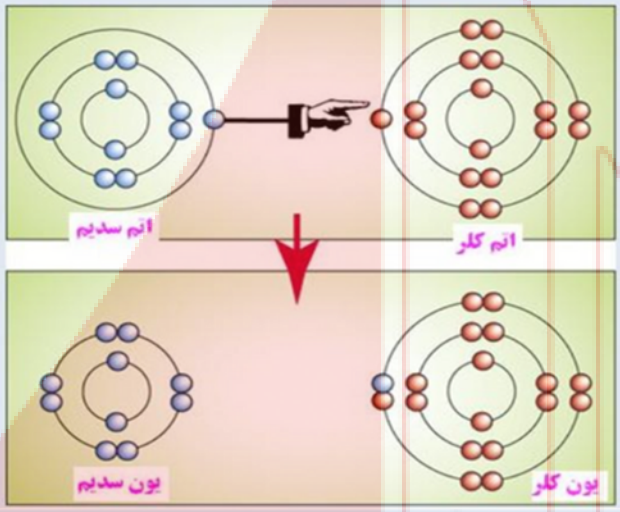
مدل بور برای اتم سدیم

کلر: کلر دارای عدد اتمی ۱۷ است. ۲ الکترون در مدار اول ۸ الکترون در مدار دوم و ۷ الکترون در مدار سوم. همانطور که می بینید کلر مانند تاکسی اول است چون در مدار آخر فقط یک جای خالی دارد.(شکل زیر)



مدل بور برای اتم کلر

حالا به نظر شما این دو اتم چه کاری انجام می دهند؟ بله درست حدس زدید سدیم و کلر مانند همان دو تاکسی الکترونهایشان را جا به جا می کنند یعنی سدیم که در مدار آخر فقط یک الکترون دارد همان یک الکترون را به کلر می دهد و به یون مثبت تبدیل می شود در عوض کلر یک الکترون می گیرد و به یون منفی تبدیل می شود به تصویر زیر توجه کنید.



آرایش الکترونی سدیم و کلر قبل از جا به جایی الکترون

آرایش الکترونی سدیم و کلر بعد از جابه جایی الکترون

نکته: برخی ار عناصر که در مدار آخرشان ۲ الکترون دارد هر دو الکترونشان را از دست می دهند و به یون دو بار مثبت تبدیل شوند مانند Mg^{2+} یا Ca^{2+} و .....

حالا بیاید یک تمرین با هم حل کنیم

سوال: در یون مقابل تعداد الکترون پروتون و نوترون را مشخص کنید. $^{30}_{14}X^{2+}$

جواب: ابتدا بدون در نظر گرفتن بار اتم تعداد الکترون پروتون و نوترون را حساب می کنیم.

تعداد پروتون: عدد اتمی عنصر ۱۴ است پس تعداد پروتون برابر است با ۱۴

تعداد الکترون: تعداد الکترون با تعداد پروتون برابر است پس تعداد الکترون هم برابر است با ۱۴

تعداد نوترون: گفتیم که اگر عدد اتمی را از عدد جرمی کم کنیم تعداد پروتون به دست می آید یعنی در این اتم تعداد پروتون برابر است با ۱۶

ولی این اتم یک اتم خنثی نیست بلکه یک یون است با ۲ بار مثبت یعنی ۲ الکترون از دست داده است پس باید ۲ الکترون از الکترونها کم کنیم پس تعداد الکترونهای این یون ۱۴ است

۱ عبارت های درست و نادرست را مشخص کنید.

الف– اختلاف عدد اتمی و عدد جرمی برابر است با تعداد نوترونها . درست نادرست

ب– تمام اتمهای یک عنصر تعداد پروتون های یکسانی دارند. درست نادرست

ج– اگر تعداد الکترونهای یک اتم از تعداد نوترون ها کمتر باشد آن اتم یون مثبت است. درست نادرست

۲ کلمه یا کلمات درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

الف– تغییر در تعداد پروتون ها باعث ایجاد (یون / ایزوتوپ / اتم جدید) می شود.

ب– اگر کربن– ۱۲، شش پروتون داشته باشد کربن–۱۴ (شش / هفت / هشت) پروتون خواهد داشت.

ج– تمام یون ها و تمام ایزوتوپ های یک اتم در تعداد (الکترون / پروتون / نوترون) با هم برابرند.

۳ در یون فرضی مقابل تعداد الکترونها و نوترونها به ترتیب چقدر است؟

$^{33}_{16}X^{2-}$

الف– ۱۷ و ۱۸ ب– ۱۸ و ۱۷ ج– ۱۸ و ۱۶ د– ۱۶ و ۱۷

۴ اگر عدد اتمی را با A و عدد جرمی را با Z نمایش دهیم کدام گزینه زیر صحیح است؟

الف– $p + n = A$ ب– $p + e = A$

ج– $A - Z = n$ د– $A - Z = p$

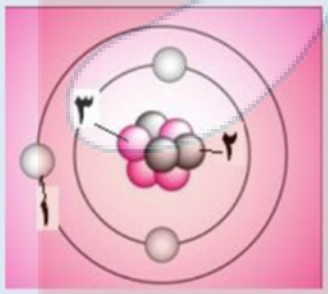
۵ تعداد مدارهای الکترونی یک اتم در اثر از دست دادن یک الکترون از ۲ مدار به یک مدار کاهش یافته است. عدد اتمی این اتم چند است؟

الف– ۲ ب– ۳ ج– ۴ د– ۵

۶ در ایزوتوپی از هیدروژن که خاصیت پر توزایی دارد تعداد نوترون ها چند برابر تعداد پروتون ها است؟

الف– دو برابر ب– سه برابر ج– یک و نیم برابر د– با هم مساوی هستند

۷ شکل مقابل مدل اتمی بور برای عنصر لیتیوم را نشان می دهد. با توجه به شکل عبارت های زیر را تکمیل کنید.



الف– ذره شماره ۱ (الکترون / پروتون / نوترون) است چون :

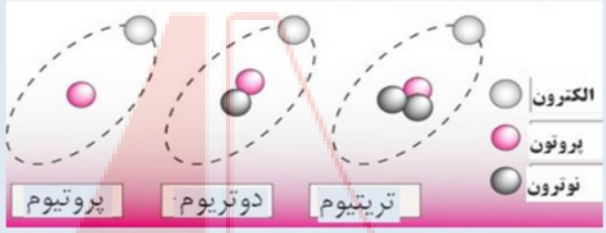
ب– ذره شماره ۲ (الکترون / پروتون / نوترون) است چون:

ج– ذره شماره ۳ (الکترون / پروتون / نوترون) است چون:

د– بار الکتریکی این اتم (مثبت / منفی / خنثی) است چون:

۸

تصویر زیر سه شکل متفاوت از اتم هیدروژن را نشان می دهد.



الف- این اشکال متفاوت از یک عنصر چه نامیده می شوند؟

ب- عدد جرمی هر کدام را محاسبه کنید.

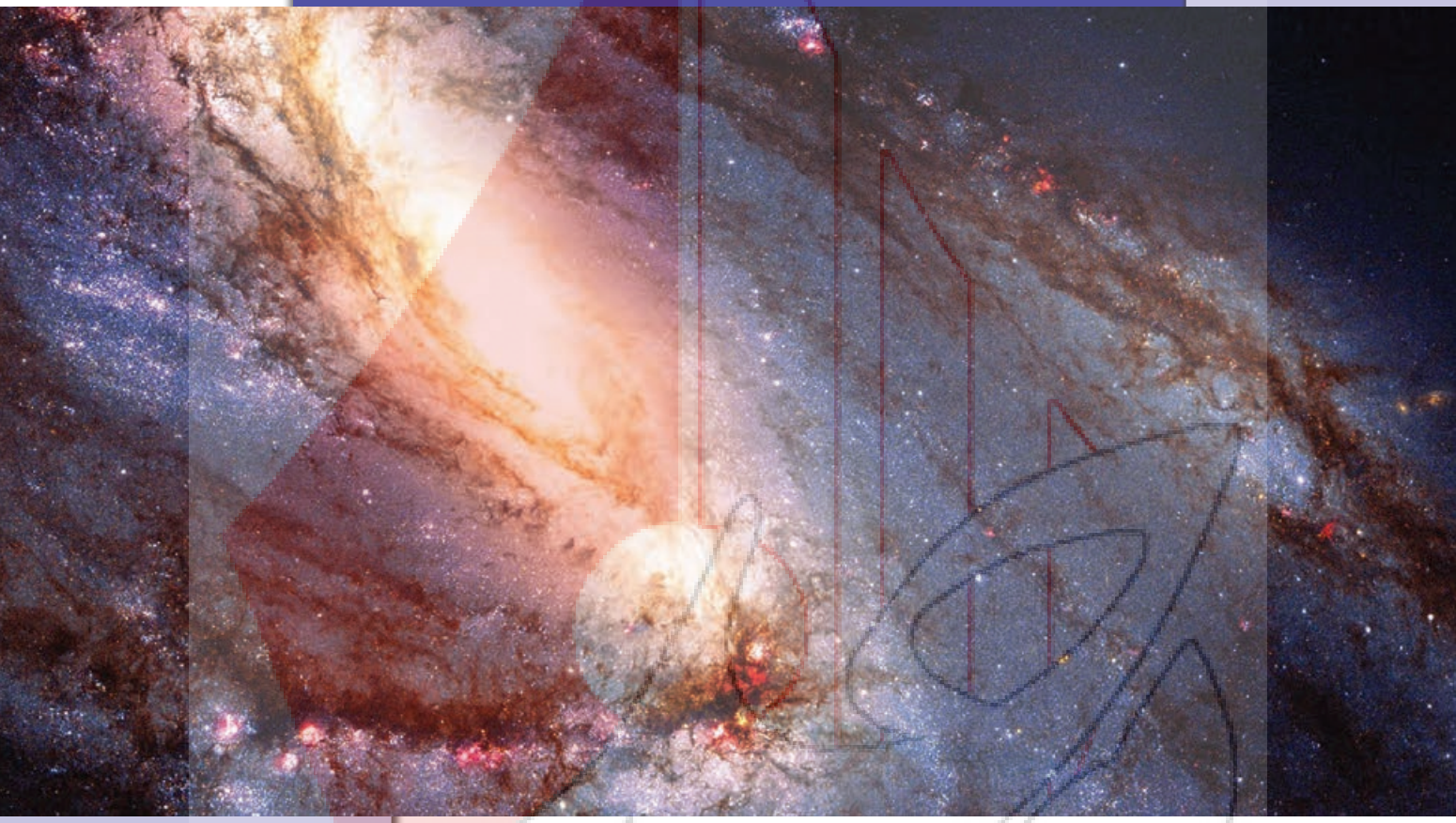
ج- نماد هر کدام را همراه با عدد اتمی و عدد جرمی نمایش دهید.

د- کدام یک خاصیت پرتو زایی دارد؟ چرا؟

چند مثال دیگر:

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.

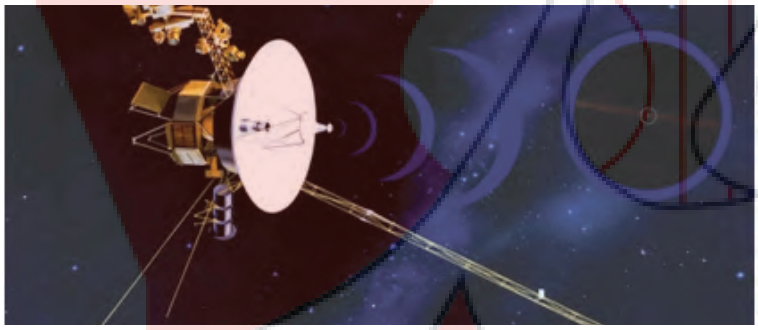
شاید شما هم یکی از شیفتگان آسمان پرستارهٔ شبانگاهی باشید؛ سقفی زیبا و آکنده از اسرار و پرسش‌های بی‌شماری که از گذشته تاکنون ذهن کنجکاو انسان‌های هوشمند را مجذوب خویش ساخته است. در این فضای بی‌کران، ستارگان پرفروغ با نوری که می‌تابانند، پیوسته با ما سخن می‌گویند و پیام آگاه‌باش می‌فرستند؛ پیامی که از 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.

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؟

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.

● 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.

آیا می‌دانید

دانشمندان مسلمان علاقه زیاد به آسمان شب و مطالعه ستاره‌ها داشتند. **عبدالرحمٰن صوفی** یکی از ستاره‌شناسان ایرانی است که برای اولین بار گزارشی درباره کهکشان «آندرومدا» ارائه داده است. این کهکشان نزدیک‌ترین همسایه به سامانه خورشیدی است. او همچنین درباره موقعیت ستاره‌ها، اندازه و رنگ آنها در صورت‌های فلکی اطلاعات معتبری ارائه داده است.

آیا می‌دانید

اخترشیمی، یکی از شاخه‌های جذاب شیمی است و به مطالعهٔ مولکول‌هایی می‌پردازد که در فضاهای بین ستاره‌ای یافت می‌شود. اخترشیمی‌دان‌ها توانسته‌اند وجود مولکول‌های گوناگونی را در مکان‌هایی بسیار دور ثابت کنند که تاکنون پای هیچ انسانی به آنجا نرسیده است.

نکات:

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

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 هستند

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 بیش به زمین در فاصله دورتری قرار دارد

② دمای سطح: زمین > مشتری

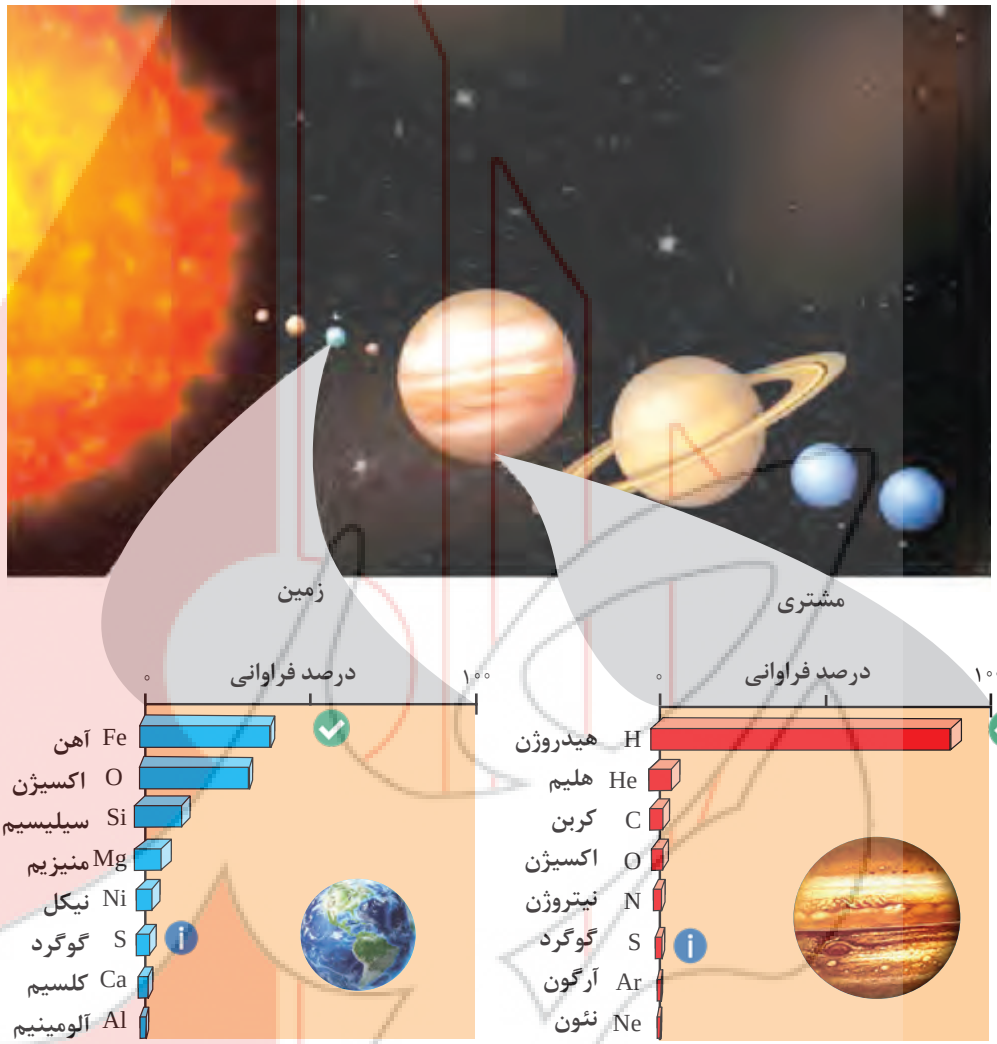
③ ترتیب عناصر در مشتری: (۹۰٪) H > He > C > O > N > S > Ar > Ne

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 نسبت گازی 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.

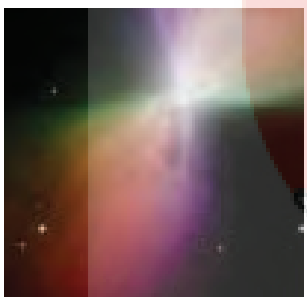
پ) در کدام سیاره، عنصر فلزی وجود ندارد؟

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

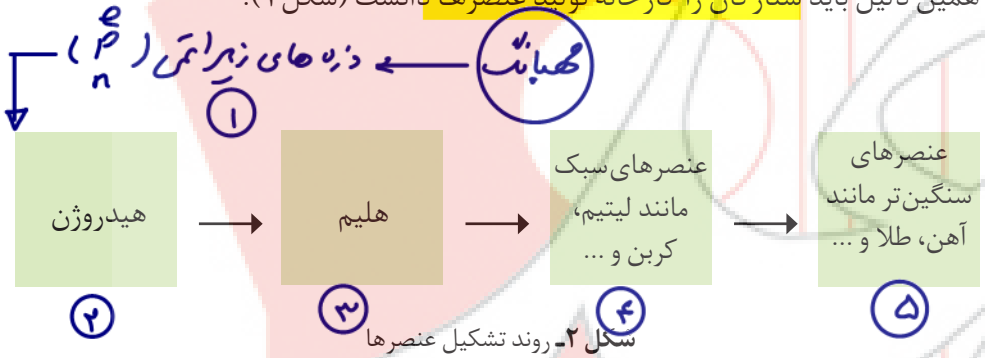
سحابی بومرنگ، سردترین مکان شناخته شده در جهان هستی با دمای ۲۷۲°C- است که حدود ۵۰۰۰ سال نوری از زمین فاصله دارد و در صورت فلکی **سنتاروس** (**قنطورس**)[۱] واقع شده است.



۱ – Centaurus

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**)[۱] 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**[۲] 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**[۳] 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).

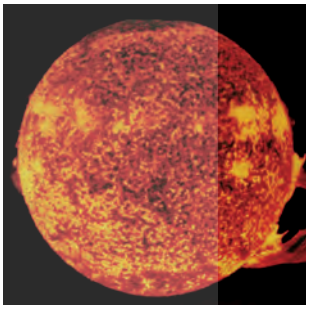


شکل ۲ـ روند تشکیل عنصرها

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.



۱- Big Bang ۲- Nebular ۳- Stars

ادامه نکات مشتری و زمین:

⑥ عناصر مشترک زمین و مشتری اکسیژن و کوئرد است.

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

⑧ کوئرد ۵ 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 شدن خورشید، در دماهای بسیار بالا $\xleftarrow[\text{هسته‌ای}]{\text{واکنش}}$ عنصرهای سبک $\{$ لیتیم / تریتیم $\xleftarrow[\text{هسته‌ای}]{\text{واکنش}}$ عنصرهای سنگین

آهن Fe — طلا Au

④ فرمول انیشتین: $E = m \cdot c^2$ ❤

E = انرژی ← J

m = جرم ← kg

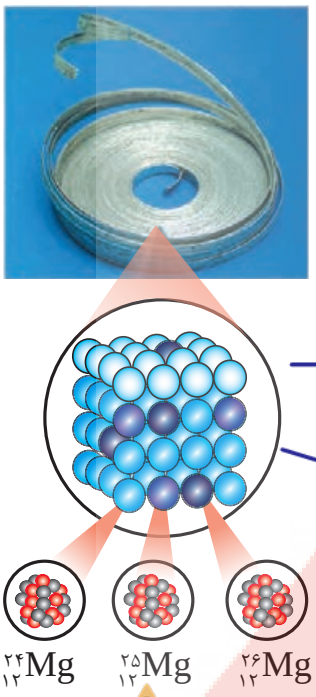
C = سرعت نور ← $3 \times 10^8 \ m/s$

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

آیا می‌دانید

در میان ایزوتوپ‌های کربن، $^{14}_{6}C$ خاصیت پرتوزایی دارد و با استفاده از آن سن اشیای قدیمی و عتیقه‌ها را تخمین می‌زنند؛ برای نمونه پژوهشگران می‌پنداشتند که کشور مصر مهد صنعت فرش‌بافی بوده است؛ اما با پیدا شدن فرشی به نام پازیریک (Pazyryk) در کوه‌های سیبری و تعیین قدمت آن با استفاده از ^{14}C، مشخص شد که این فرش به ۲۵۰۰ سال پیش تعلق دارد و مهد آن ایران بوده است.

با هم بیندیشیم

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

نماد ایزوتوپ / ویژگی ایزوتوپ	$^{1}_{1}H$	$^{2}_{1}H$	$^{3}_{1}H$	$^{4}_{1}H$	$^{5}_{1}H$	$^{6}_{1}H$	$^{7}_{1}H$
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.

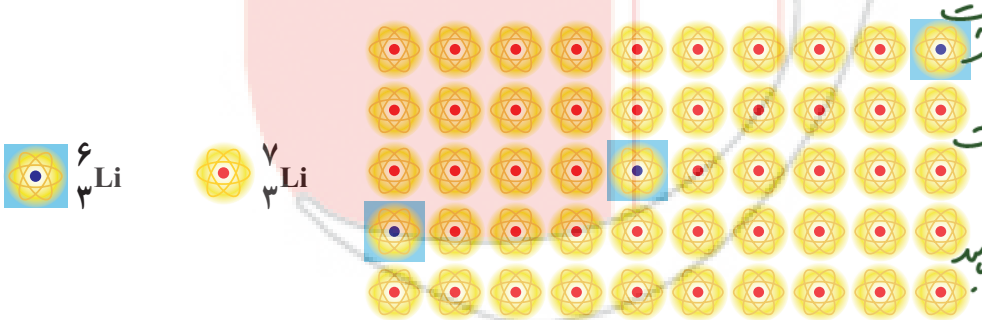
۲ـ شکل زیر شمار تقریبی اتم‌های لیتیم را در یک نمونه طبیعی از آن نشان می‌دهد. با توجه به آن، درصد فراوانی هر یک از ایزوتوپ‌های لیتیم را حساب کنید.

ایزوتوپ های لیتیم:

۱) فراوانی و پایداری $^{7}_{3}Li$ بیشتر است

۲) فراوانی و پایداری $^{6}_{3}Li$ کمتر است

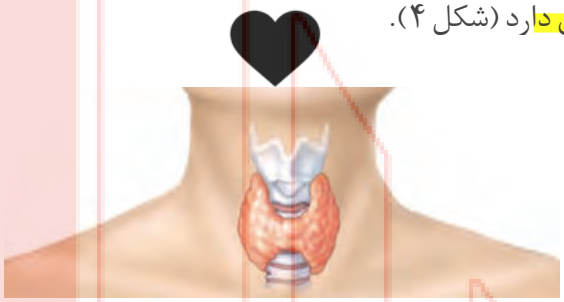
۳) جرم میانگین ۶.۹۴ می‌شود



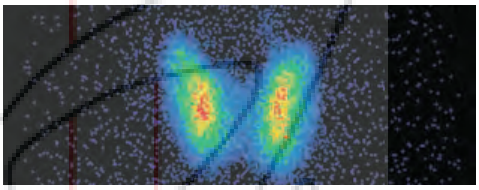
۱- Radioisotope
۲- Fractional Abundance

تکنسیم، نخستین عنصر ساخت بشر

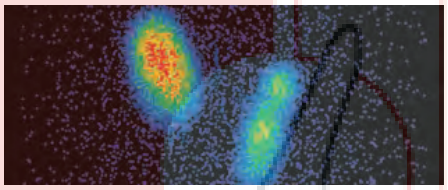
از ۱۱۸ عنصر شناخته شده، تنها ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می‌شود؛ این بدان معنا است که ۲۶ عنصر دیگر ساختگی است. شیمی‌دان‌ها همواره با یافتن کاربردهای منحصر به فرد هر عنصر، انگیزهٔ کافی برای ساختن عنصرهای جدید را داشته‌اند. تکنسیم ($^{99}_{43}Tc$) نخستین عنصری بود که در **واکنشگاه(راکتور)**[1] هسته‌ای ساخته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

● نمونه‌ای از یک مولد رادیو ایزوتوپ تکنسیم

● از تکنسیم ($^{99}_{43}Tc$) برای تصویربرداری غدهٔ تیروئید استفاده می‌شود زیرا یون پرتکنتات (TcO_4^-) حاوی $^{99}_{43}Tc$ است، اندازهٔ مشابهی دارد و غدهٔ تیروئید هنگام جذب ید، 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).

۱- Reactor

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**[۱] 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

آیا می‌دانید

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

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.

۱– Isotopic Enrichment

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.

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.

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.

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 نشری خطی 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 $_1H^3 > {}_1H^5 > {}_1H^6 > {}_1H^4 > {}_1H^7$
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 $\frac{n}{p}=\frac{56}{43}=1.3$ و آرایش $5s^2 4d^5$

- شناخته شده ترین رادیوایزوتوپ است
- ^{235}U در مخلوط طبیعی (^{235}U و ^{238}U) کمتر از ۷٪ درصد است
- ^{235}U غنی سازی کرده 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.

^{235}U

- 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.

- ترکیب گلوکز معمولی همراه با گلوکزی که دارای اتم نشاندار است.
- غده سرطانی احتیاج به سوخت قند زیاد دارد، قند معمولی و قند نشاندار وارد غده می شوند.
- پرتوزایی گلوکز نشاندار موجب عکس برداری و تشخیص می شود

گلوکز نشاندار

* گلوکز نشاندار داروی 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 (۰/۰۶)
- پایداری: $^{6}Li < ^{7}Li$

ایزوتوپ های کلر

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

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^{2+} 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 $^{59}M^{2+}$ 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) $^{56}_{30}D$

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؟

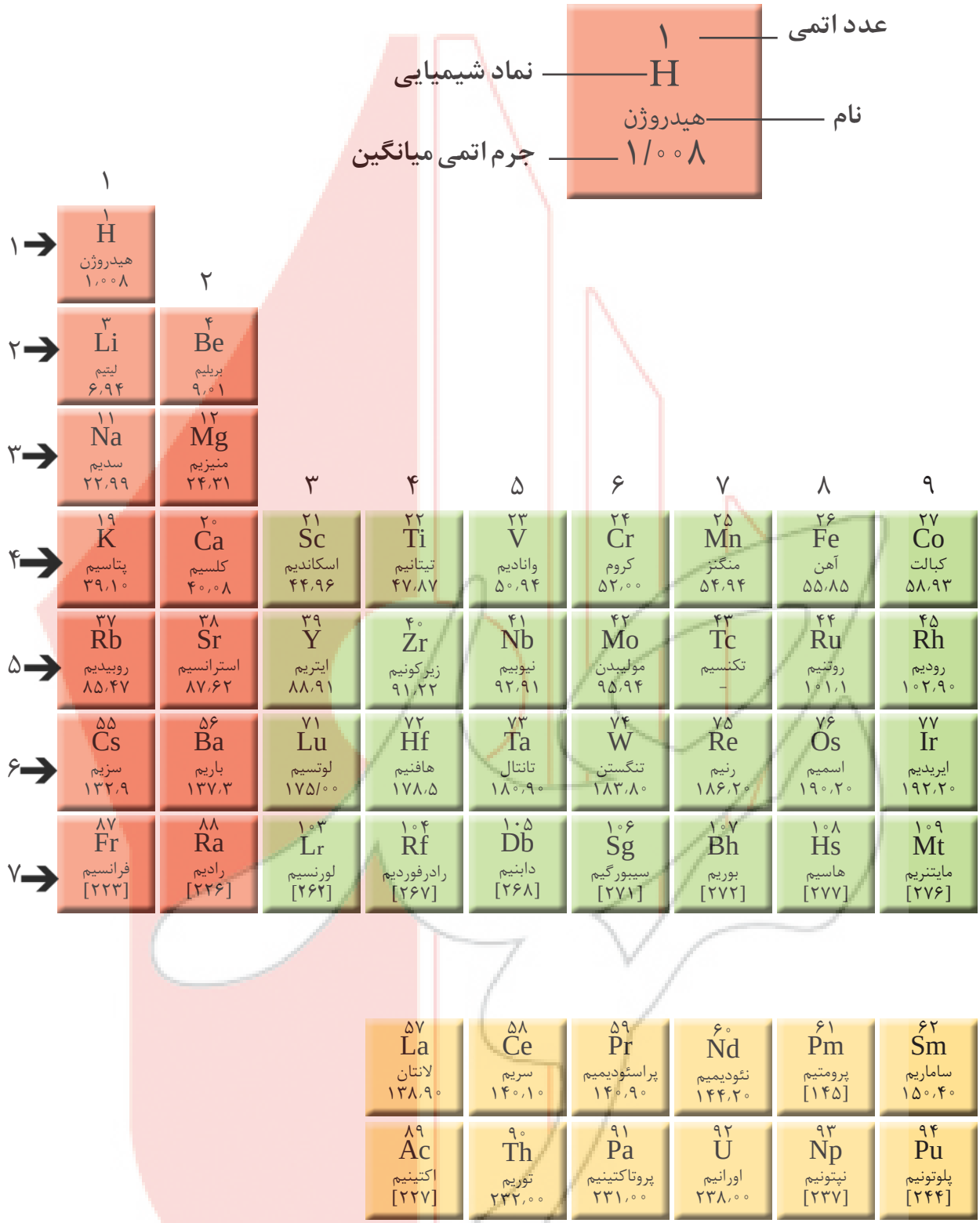
۱) $_{19}K - _{47}Ag$ ۲) $_{37}Rb - _{47}Ag$ ۳) $_{19}K - _{13}Al$ ۴) $_{37}Rb - _{13}Al$

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 تنسیئه [۲۹۶]	۱۱۸ Og اوگانسون [۲۹۴]

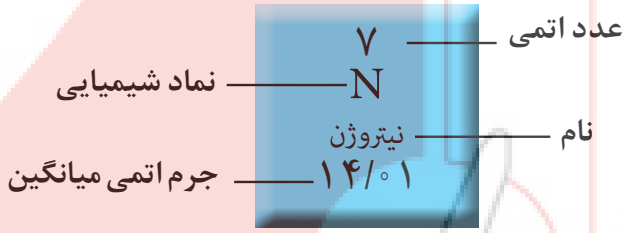
۶۳ Eu اوروپیم ۱۵۲٫۰۰	۶۴ Gd گادولینیم ۱۵۷٫۳۰	۶۵ Tb تربیم ۱۵۸٫۹۰	۶۶ Dy دیسپروزیم ۱۶۲٫۵۰	۶۷ Ho هولمیم ۱۶۴٫۹۰	۶۸ Er اربیم ۱۶۷٫۳۰	۶۹ Tm تولیم ۱۶۸٫۹۰	۷۰ Yb ایتربیم ۱۷۳٫۰۰
۹۵ Am امریسیم [۲۴۳]	۹۶ Cm کوریم [۲۴۷]	۹۷ Bk برکلیم [۲۴۷]	۹۸ Cf کالیفرنیم [۲۵۱]	۹۹ Es اینشتینیم [۲۵۲]	۱۰۰ Fm فرمیم [۲۵۷]	۱۰۱ Md مندلیم [۲۵۸]	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.

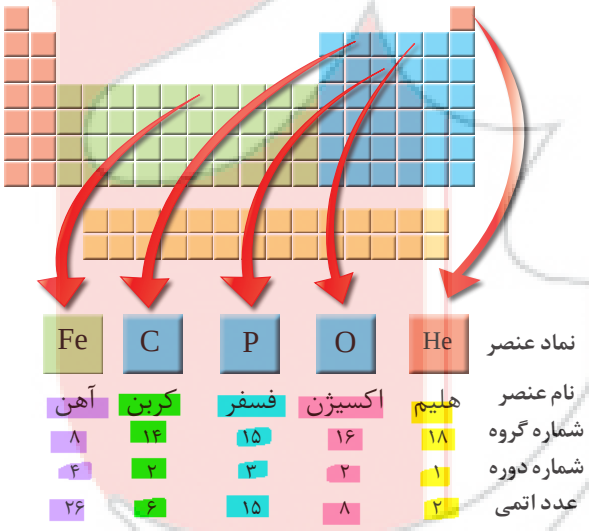

عدد اتمی
۱
نماد شیمیایی
H
نام
هیدروژن
جرم اتمی میانگین
۱/۰۰۸
۱
۲
۳
۴
۵
۶
۷
۱
۲
۳
۴
۵
۶
۷
۸
۹
۱ H هیدروژن ۱٫۰۰۸
۳ Li لیتیم ۶٫۹۴
۴ Be بریلیم ۹٫۰۱
۱۱ Na سدیم ۲۲٫۹۹
۱۲ Mg منیزیم ۲۴٫۳۱
۱۹ K پتاسیم ۳۹٫۱۰
۲۰ Ca کلسیم ۴۰٫۰۸
۲۱ Sc اسکاندیم ۴۴٫۹۶
۲۲ Ti تیتانیم ۴۷٫۸۷
۲۳ V وانادیم ۵۰٫۹۴
۲۴ Cr کروم ۵۲٫۰۰
۲۵ Mn منگنز ۵۴٫۹۴
۲۶ Fe آهن ۵۵٫۸۵
۲۷ Co کبالت ۵۸٫۹۳
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
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
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]

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:



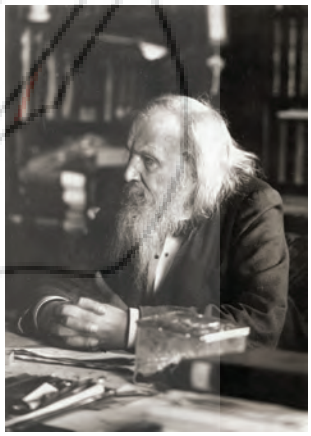
نمادها، داده‌های عددی و خلاصه‌نویسی‌ها در جدول دوره‌ای، اطلاعات مفیدی دربارهٔ عنصرها ارائه می‌کند. با استفاده از این نشانه‌ها و فراگیری مهارت استفاده از جدول می‌توان اطلاعاتی مانند شمارهٔ گروه، دوره، شمار ذره‌های زیراتمی و... را برای یک عنصر به‌دست آورد (شکل ۸).



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.

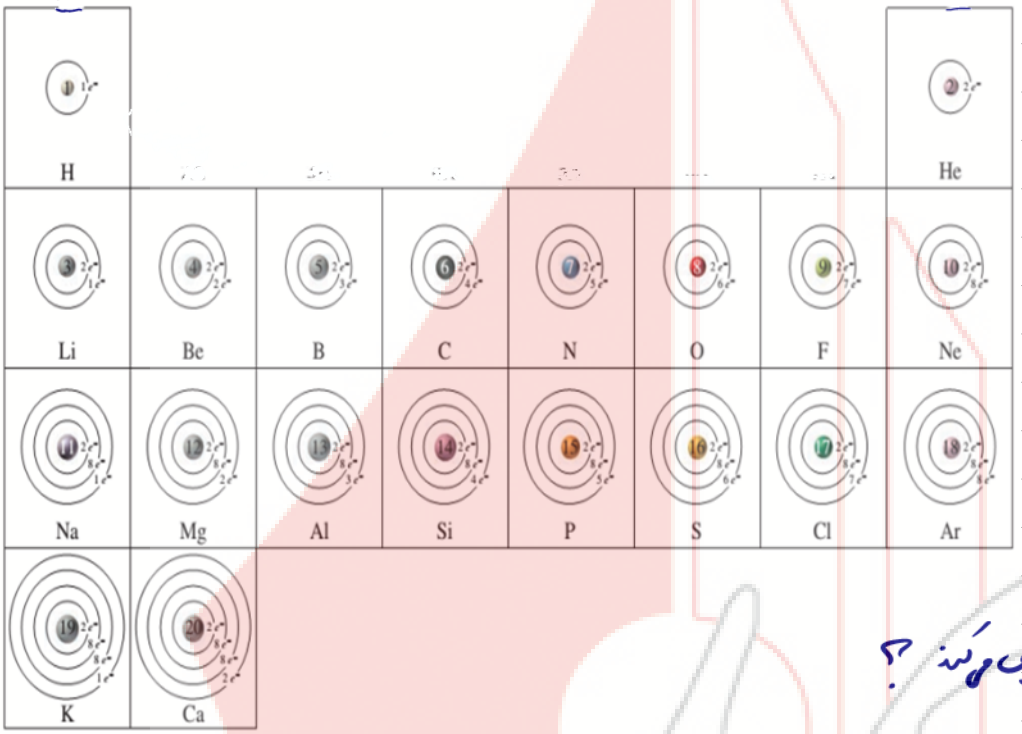


۱– Periodic Table ۲– Atomic Number ۳– Period ۴– Group

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 ؟



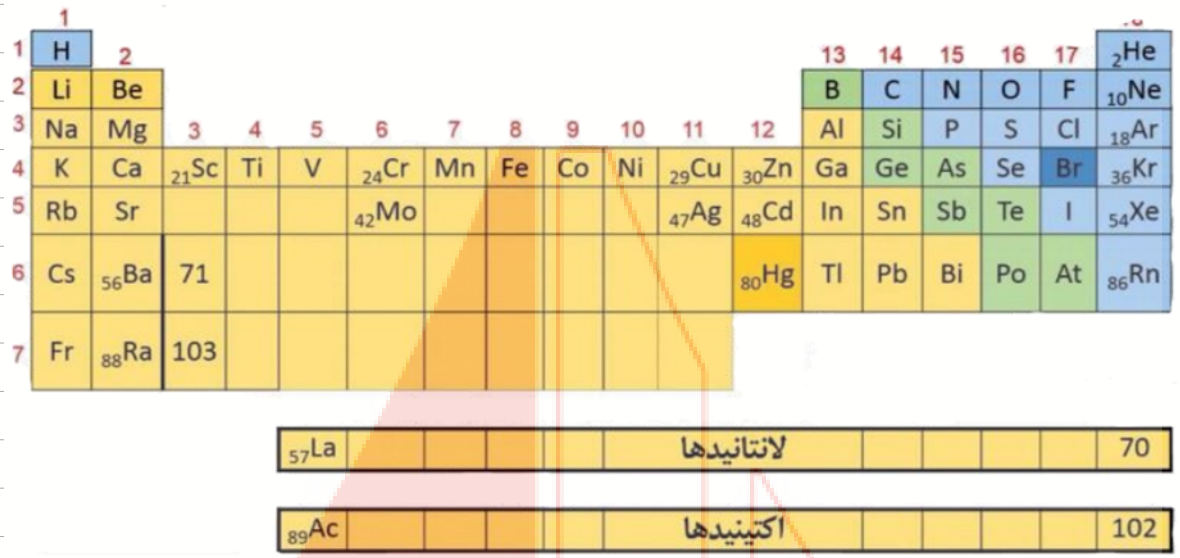
۳- آیا دوره با تناوب فرق می کند ؟

۴- شبیه ترین عنصر به کلر کدام است چرا ؟

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

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

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



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؟

Mg (آ S (ب Ne (پ Fe (ت