شاید شما هم یکی از شیفتگان آسمان پرستاره‌ی شبانگاهی هستید. سقف زیبایی که مخزن پایان‌ناپذیر رازهای سر به مهر بسیاری است که هنوز هم چیز زیادی درباره‌ی آن‌ها نمی‌دانیم. ذهن کنجکاو بشر برای یافتن پاسخ پرسش‌های بی‌شمار خود پیرامون جهان هستی، سال‌ها کوشیده تا بتواند این سیه پهنه‌ی جواهر نشان را در نوردد و پرده از اسرار آشکار و پنهان آن بردارد. شاید یکی از مهم‌ترین این پرسش‌ها چگونگی پیدایش جهان هستی باشد. پرسشی که یافتن پاسخ آن بسیار دشوار و از گذشته‌های بسیار دور دل مشغولی عمده‌ی انسان‌های متفکر بوده است.

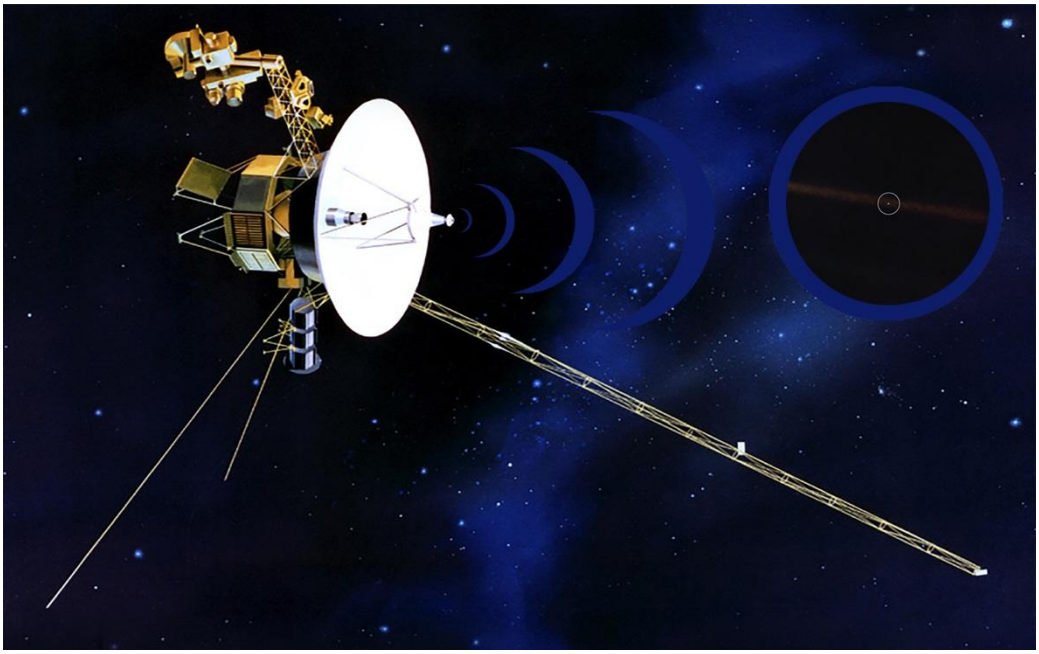
اما این ستارگان پرفروغ هستند که از آسمان با ما سخن می‌گوید. با نوری که بر ما می‌تابانند، پیوسته برای‌مان پیغام آگاه باش می‌فرستند. با زبانی، که باید بیاموزیم، از گذشته‌های دورِ دور روایت می‌کنند. از این که جهان هستی کی و چگونه به وجود آمده است و ذره‌های سازنده‌ی جهان مادی یعنی اتم ها و عنصرها طی چه فرایندی و چگونه ایجاد شده‌اند. در برابر عظمت آفرینش، کره‌ی زمین آزمایشگاه بی‌نهایت کوچکی است ولی دیر نیست که همراهی آن با ذهن فراخ(کنجکاو) و تلاش خستگی‌ناپذیر انسان‌های هوشمند و پرشور، اسرار هستی را یکایک بر همگان آشکار سازد. و چه خوش گفت حکیم فردوسی:

درخت تو گر بار دانش بگیرد به زیر آوری چرخ نیلوفری را

تمایل برای طرح پرسش هایی مانند "چگونه و چرا"، درباره پدیده های جهان هستی بخشی از ذات انسانی ماست. از این رو همواره انسان با پرسش هایی از قبیل این که "جهان هستی چگونه تشکیل شده است؟ پدیده های طبیعی چرا و چگونه رخ می دهند؟" روبه رو بوده است. از این رو انسان همواره تلاش کرده است برای این پرسش ها پاسخ هایی قانع کننده بیابد. این تلاش ها سبب شده است تا دانش ما درباره جهان مادی افزایش یابد. امروزه ما درباره کیهان و منشا آن اطلاعاتی داریم که نیاکانمان حتی نمی توانستند آن ها را تصور کنند. ما به فضا می رویم، در پی یافتن زندگی در کرات دیگر هستیم، .... و مسافرت به مریخ را طراحی می کنیم . با همه این پیشرفت ها، زمانی نیز خواهد آمد که نوادگان ما اطلاعاتی از کیهان به دست بیاورند که ما حتی نمی توانیم الان آن ها را تصور کنیم.

آسمان بالای سرمان، وجود خورشید در روز و ستارگان در شب برای انسان اولیه و همه ما همواره شگفت انگیز و پر رمز و راز بوده است. شواهد تاریخی که از سنگ نبشته ها و نقاشی های روی دیوار غارها بدست آمده است نشان می دهد که انسان اولیه با نگاه به آسمان و مشاهده ستارگان در پی فهم نظام و قانون مندی در آسمان بوده است.

تلاش دانشمندان برای شناخت کیهان هم چنان ادامه دارد. در همین راستا، دو فضاپیمای ویجر ۱ و ۲ در سال ۱۹۷۷ میلادی (۱۳۵۶ خورشیدی) برای شناخت بیش‌تر سامانه‌ی خورشیدی سفر طولانی و تاریخی خود را آغاز کردند، شکل ۱.



این فضاپیماها با سوخت هسته‌ای کار می‌کنند و پیش‌بینی می‌شود با کاهش توان تامین انرژی، تجهیزات آن‌ها تا سال ۲۰۲۵ از کار بیفتند. این در حالی است که انتظار می‌رود هم چنان به حرکت خود در فضای بی-پایان ادامه دهند.

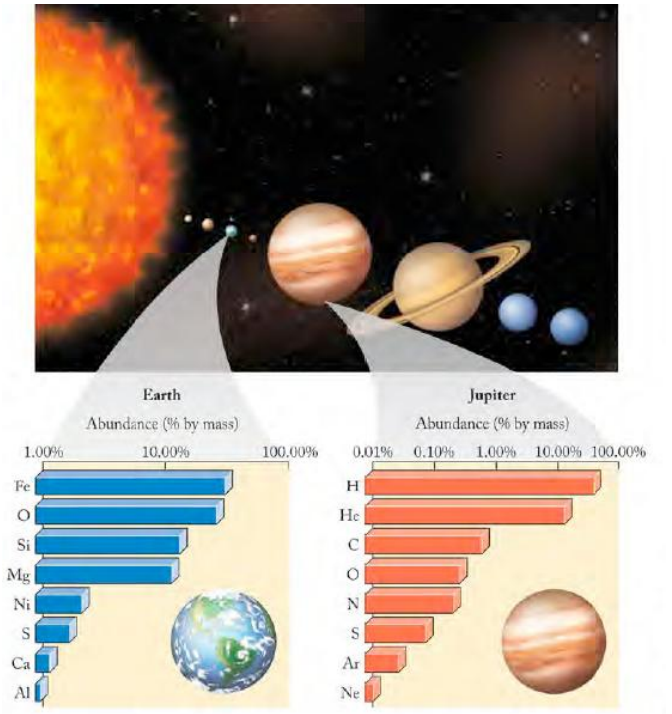
شکل ۱ عکس کره‌ی زمین از چهار میلیارد کیلومتری، آخرین تصویری است که ویجر۱ پیش از خروج از سامانه‌ی خورشیدی از زادگاه خود گرفت. شاید این عکس، آخرین نگاه ویجر۱ پیش از وداع با ما و ورود به فضای تاریک و ناشناخته‌تر بین ستاره‌ای باشد.

این دو ماموریت داشتند با عبور از کنار سیاره های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون شناسنامه فیزیکی و شیمیایی آن ها را تهیه و ارسال کنند. این شناسنامه می تواند حاوی اطلاعاتی مانند نوع عنصرهای سازنده، ترکیب های شیمیایی موجود در اتمسفر آن ها و ترکیب درصد این مواد باشد.

عنصرها چگونه پدید آمدند؟

دانشمندان با تلاش ها و پژوهش های خود توانسته اند درباره فرایندهایی که درون ستاره ها رخ می دهند و روند پیدایش عنصرها اطلاعاتی به دست آورند. اما با وجود همه این اطلاعات، از تعداد پرسش هایی که ما درباره کیهان داریم کاسته نشده است و هنوز پرسش های بسیار زیادی وجود دارد که بی پاسخ مانده اند.

در درس علوم آموختید که برخی سیاره های سامانه خورشیدی از جنس گاز و برخی از جنس سنگ هستند شکل ۲.



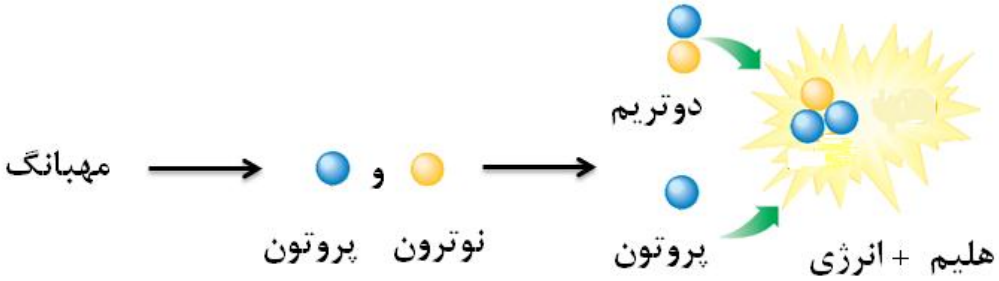
شکل۲. عنصرهای سازنده سیاره مشتری و زمین، عنصرهای سازنده این دوسیاره را با هم مقایسه کنید.

این دو کاوشگر بیش ازسه دهه است که سامانه‌ی خورشیدی را ترک کرده و به فضای بسیار تاریک و رمزآلود بین ستاره‌ای وارد شده اند. ولی تا سال ۲۰۰۰میلادی برای پژوهشگران روی زمین خبرهای دقیقی از مشاهده-های علمی خود گسیل می‌کردند. تلاشی که دوری مسافت رفته رفته از کیفیت آن کاسته است، به طوری که مدت‌هاست خبری از این دورترین دست-ساخته‌های بشری دریافت نشده است.

پروردگار عالم،
آن داناي كامل،
كيهان را با نظمي
وصف ناپذير
آفريده است.

هم چنین می‌دانید که کره زمین از عنصرها و ترکیب‌های آن‌ها ساخته شده است. تا کنون ۱۱۸ عنصر شناخته شده است که از این میان فقط ۹۲ عنصر آن در طبیعت یافت می‌شوند. اما این عنصرها چگونه پدید آمدند؟

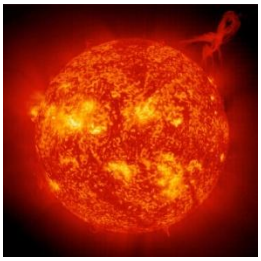
اینشتین فیزیکدان معروف قرن بیستم توانست یکی از رازهای هستی را کشف کند. وی پس از مطالعات و بررسی های فراوان دریافت که در شرایط ویژه انرژی می تواند به ماده و ماده هم می تواند به انرژی تبدیل شود. این کشف بزرگ پرده از اسرار پیدایش عنصرها بر می دارد. برخی دانشمندان معتقدند که سر آغاز کیهان با انفجاری مهیب (مهبانگ) همراه بوده که در طی آن انرژی عظیمی آزاد شده است. در آن شرایط پس از پدید آمدن ذره های زیر اتمی مانند الکترون، نوترون و پروتون، عنصرهای هیدروژن و هلیم و ایزوتوپ های آن ها ایجاد شدند شکل ۳.



شکل ۳. روند تشکیل عنصر هلیم. هسته ها با هم جوش می خورند و عنصرها را ایجاد می کنند.

خود را بسنجید

الف) پیش از این آموختید که هر عنصر را با نماد ویژه ای نشان می دهند. به طوری که در این نماد، تعداد ذره های زیر اتمی آن عنصر نیز مشخص می شود. هر گاه بدانید که اتمی از آهن ۲۶ الکترون و ۳۰ نوترون دارد. با توجه به شکل زیر مشخص کنید که Z, A هر کدام چه کمیتی را نشان می دهد؟



خورشید نزدیک‌ترین ستاره به ما است که مانند گلوله‌ای آتشین به دور خود می‌چرخد. دمای سطح خورشیدتقریبا برابر با $6000\ C^\circ$ و دمای داخل آن به $^\circ C$ ۱۰۰۰۰۰۰۰ می رسد. انرژی گرمایی و نورانی خیره کننده آن از واکنش های هم جوشی هسته های هیدروژن ایجاد می شود به طوری که در هر ثانیه در سطح خورشید ۷۰۰ میلیون تن هیدروژن به ۶۹۵ میلیون تن هلیم تبدیل می شود. تخمین زده می شود که خورشید تا ۵ میلیارد سال دیگر می تواند نورافشانی کند

$^{56}_{26}Fe$

نماد شیمیایی آهن

$^{A}_{Z}X$

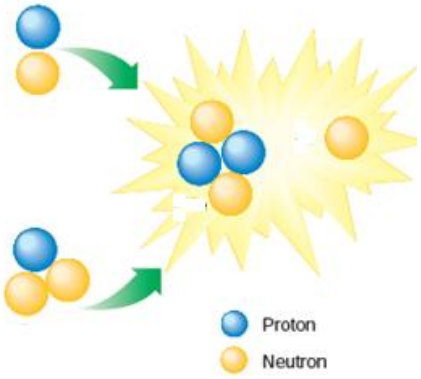
نماد همگاانی اتم ها

ب) تعداد الکترون، نوترون و پروتون های اتم آلومینیم را مشخص کنید. $^{27}_{13}Al$

پ) جدول زیر را کامل کنید.

نام ذره زیر اتمی ویژگی ذره	الکترون	پروتون	نوترون
بار الکتریکی نسبی	.....	.....	.....
جرم نسبی	۰	۱	۱
نماد شیمیایی	$^{0}_{-1}e$	.....	.....

ت) جاهای خالی را با عبارت مناسب پر کنید.



..... + ... ⟶ .....+ .....

ث) هم جوشی نوترون با پروتون (هسته هیدروژن)

$^{1}H + {}^{1}n \longrightarrow$ .....

ج) هم جوشی هسته دوتریم با هسته دوتریم

$^{2}H + {}^{2}H \longrightarrow$ .....

هم جوشی هسته ها نمونه ای از واکنش های هسته ای است. در واکنش هسته ای، هسته تغییر می کند یعنی این که تعداد نوترون ها و پروتون های هسته دستخوش تغییر می شوند. اما ایجاد تغییر در هسته آسان نیست و فقط در شرایط ویژه و در دماهای بسیار بالا امکان پذیر است. بدیهی است که نمی توان این واکنش ها را در آزمایشگاه انجام داد بلکه برای انجام آن ها به دستگاههای خاص، پیشرفته و ایمن نیاز است.

پیوند با ریاضی

آموختید که در واکنش های هسته ای جرم به انرژی تبدیل می شود. انیشتین رابطه زیر را برای این تبدیل به دست آورده است. در این رابطه، m جرم ماده بر حسب کیلوگرم و c سرعت نور بر حسب متر بر ثانیه و E انرژی آزاد شده را بر حسب ژول نشان می دهد. $E = mc^2$

تجربه نشان داده است که در همجوشی نوترون با پروتون، ۰/۰۰۲۴ گرم ماده به انرژی تبدیل می شود.

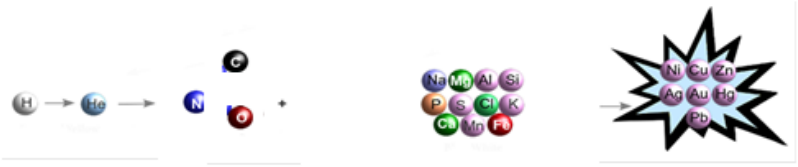
الف) حساب کنید در این واکنش هسته ای چند کیلوژول انرژی تولید می شود؟

ب)برای درک بزرگی میزان این انرژی، حساب کنید این مقدار انرژی چند گرم آهن را ذوب خواهد کرد؟ (برای ذوب شدن یک گرم آهن ۲۴۷ ژول انرژی لازم است)

تشکیل عنصرهای دیگر

در خلال انفجار عظیم، گازهای هیدورژن و هلیم تشکیل شده متراکم شدند و مجموعه گازی به نام سحابی را ایجاد کردند که سبب تولید ستاره ها و کهکشان ها شد. در طی واکنش های هسته ای دیگر عنصرهای سنگین تر مانند کربن، نیتروژن و .. ایجاد شدند. گویی ستارگان را می توان کارخانه های تولید عنصرها دانست.

دما و اندازه یک ستاره تعیین می کند که چه عنصرهایی در آن ستاره ساخته شوند. هر چه دمای ستاره بیش تر باشد شرایط تشکیل عنصرهای سنگین تر مانند طلا و اورانیم فراهم می شود. به این ترتیب ۹۲ عنصری که در طبیعت یافت می شوند پدید آمدند، شکل۴ .



شکل ۴. فرایند کلی تشکیل عنصرها در جهان

سحابی عقرب که محل زایش ستارها ست. این تصویر به وسیله تلسکوپ هابل گرفته شده است.

ستاره ها متولد مي شوند، رشد مي كنند و زماني مي ميرند. مرگ ستاره با يك انفجار بزرگ همراه است كه سبب مي شود عنصرهاي تشكيل شده در آن، در فضا پراكنده شود.

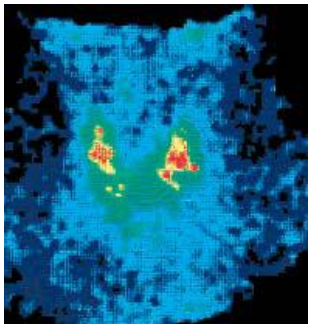
اکنون این پرسش مطرح می شود که ۲۶ عنصر دیگر چگونه ایجاد شدند؟

تکنسیم نخستین عنصر ساخت بشر

هر عنصر کاربرد ویژه ای دارد که به خوص آن بستگی دارد. برای نمونه بررسی ها نشان داده است که طلا واکنش پذیری کم، رسانای الکتریکی و گرمایی بالایی دارد و در دماهای بالا و پایین رسانایی الکتریکی خود را حفظ می کند. به همین دلیل این فلز در ساخت قطعات الکترونیکی کاربرد گسترده ای دارد. ایزوتوپ خاصت پرتوزایی دارد. این ویژگی اساس تخمین سن اشیای قدیمی و عتیقه هاست. برای نمونه پژوهشگران نخست می پنداشتند که کشور مصر مهد صنعت فرش بافی بوده است. اما با پیدایش فرشی به نام پازیریک در کوه های سیبری و تعیین قدمت آن با استفاده از مشخص شد که این فرش به ۲۵۰۰ سال پیش تعلق دارد و مهد آن ایران بوده است.

با تشخیص کاربرد های منحصر به فرد هر عنصر، انگیزه کافی برای کشف یا ساختن عنصرهای جدید در انسان ایجاد می شود. عنصرهایی که ویژگی ها و کاربردهای جدیدی دارند و می توانند گره گشای برخی مشکلات باشند. دیدید که در طی واکنش های هسته ای عنصرهای تازه ایجاد می شوند. در واکنش های هسته ای یا هسته ها شکافته می شوند یا با هم جوش می خورند. در هر دو واکنش انرژی هنگفتی آزاد می شود. دانشمندان با بهره گیری از این واکنش ها ، ۲۶ عنصر جدول را به طور مصنوعی ساخته اند. تکنسیم نخستین عنصری بود که در راکتور (واکنشگاه) هسته ای ساخته شد. این عنصر در تصویر برداری پزشکی اهمیت فوق العاده ای داردشکل ۶.

در سال ۱۹۹۹ هر یک گرم تکنسیم تقریبا ۴ برابر قیمت طلا بود. یک بیمارستان نسبتا بزرگ برای عکسبرادری به یک میکروگرم(۱)تکنسیم نیاز دارد.



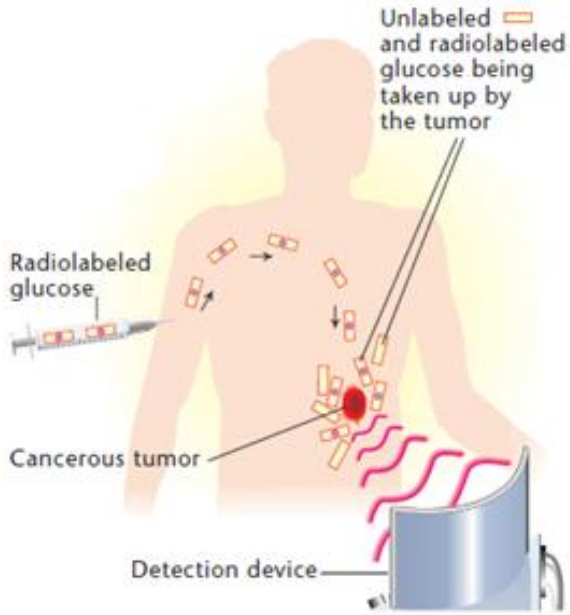
شکل۶. از تکنسیم برای تصویر برداری غده تیروئید استفاده می شود. زیرا یون یدید با یونی که حاوی تکنسیم است، اندازه مشابهی دارند و غده تیروئید هنگام جذب یدید، این یون را نیز جذب می کند. با افزایش مقدار این یون در غده تیروئید، امکان تصویر برداری فراهم می شود.

اگرچه همه تکنسیم موجود در جهان باید به طور مصنوعی و با استفاده از واکنش های هسته ای ساخته می شود. اما ساخت این عنصر خیلی دشوار نیست و می توان آن را با صرف هزینه های کم تر تهیه کرد. به طوری که این عنصر قیمت چندانی ندارد و دسترسی به آن در بیمارستانه ها نسبتا آسان است. البته معنی این جمله این نیست که ما می توانیم مقادیر زیادی از این عنصر را بسازیم و نگهداری کنیم. بلکه در هر جا که نیاز باشد آن را با یک مولد هسته ای تولید و مصرف می کنند.

کیمیاگری(تبدیل عنصرهای دیگر به طلا) آرزوی دیرینه بشر بوده است. با رشد علم شیمی و فیزیک انسان می تواند طلا را تولید کند اما هزینه تولید آن آن قدر زیاد است که نمی عنصرهای جدید را به مقدار انبوه تولید کرد

با هم بیاندیشیم

از پیش می دانیدکه توده های سرطانی، سلول هایی هستندکه رشد غیر عادی و سریع دارند. یکی از کاربردهای رادیو داروها تشخیص و درمان بیماری ها ست. شکل زیر اساس استفاده از رادیوایزوتوپ ها برای تشخیص توده سرطانی را نشان می دهد. با بررسی آن، فرایند تشخیص بیماری را توضیح دهید.



ما می توانیم

ایزوتوپ‌های پرتوزا اگرچه بسیار خطرناک به نظر می‌رسند اما پیشرفت دانش و فناوری، بشر را موفق به مهار و بهره‌گیری از آن‌ها کرده است. از این عنصرها به عنوان رادیودارو در پزشکی و مهم‌تر از آن به عنوان سوخت در نیروگاه‌های اتمی استفاده می‌شود. اورانیم شناخته شده ترین فلز پرتوزایی است که تنها یکی از ایزوتوپ‌های آن به عنوان سوخت راکتورهای اتمی به کار می رود شکل .

شکل . یکی از کاربردهای مواد پرتوزا، استفاده از آن ها در تولید انرژی الکتریکی است.

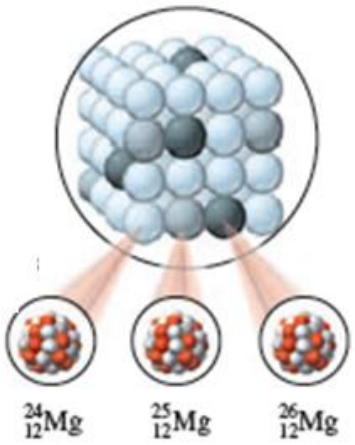
این ایزوتوپ که فراوانی آن در مخلوط طبیعی کم‌تر از ۰/۷ درصد است. دانشمندان هسته‌ای کشورمان با تلاش بسیار موفق شدند مقدار آن را افزایش داده و تا حدود ۲۰ درصد برسانند. به این فرایند **غنی‌سازی ایزوتوپی** گفته می‌شود. فرایند غنی‌سازی یکی از مراحل مهم چرخه تولید سوخت هسته‌ای است. با این کامیابی ستودنی نام ایران در فهرست ده‌گانه‌ی کشورهای هسته‌ای جهان ثبت شد، شکل ۷.

شکل ۷ نمایی از دو بخش مهم صنایع هسته‌ای کشور و شمار اندکی از پرتوداروهای تولیدی آن

پسماندهای راکتورهای اتمی هنوز خاصیت پرتوزایی دارند و خطرناک هستند. از این رو دفع آن ها از جمله چالش‌های صنایع هسته‌ای به شمار می‌آید.

ایزوتوپ ها

آموختید که ایزوتوپ ها، اتم های یک عنصر هستند که عدد اتمی آن ها یکسان ولی عدد جرمی آن ها متفاوت است. اغلب عنصرهای طبیعتی مخلوطی از چند ایزوتوپ هستند. برای مثال هنگامی که یک نمونه محتوی منیزیم را بررسی می کنید،در می یابید که همه اتم های منیزیم در این نمونه یکسان نیستند بلکه مخلوطی از سه ایزوتوپ هستند شکل۷ .



شکل ۷.ایزوتوپ ها ی منیزیم. تفاوت های ایزوتوپ های منیزیم را مشخص کنید.

خود را بسنجید

با توجه به شکل رو به رو زیر در صد فراوانی ایزوتوپ های لیتیم را مشخص کنید.

با هم بیندیشیم .....

اتم‌های زیر را در نظر بگیرید:

اتم	$^{1}_{1}X$	$^{2}_{1}X$	$^{3}_{1}X$	$^{4}_{1}X$	$^{5}_{1}X$	$^{6}_{1}X$	$^{7}_{1}X$
زمان ماندگاری	پایدار	پایدار	۱۲/۳۲ سال	$۱/۴\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۹/۱\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۲/۹\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۲/۳\times۱۰^{-۲۳}$ ثانیه
جرم (واحد جرم اتمی)	۱/۰۰۷۸	۲/۰۱۴۱	۳/۰۱۶۰	۴/۰۲۷۸	۵/۰۳۵۳	۶/۰۴۴۹	۷/۰۵۲۸
فراوانی طبیعی (درصد)	۹۸/۹۸۸۵	۰/۰۱۱۵	ناچیز	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)

آ. چه شباهت و چه تفاوتی میان آن‌ها وجود دارد؟

ب. یک نمونه‌ی طبیعی از هر عنصر، مخلوطی از ایزوتوپ‌های مختلف آن است. چنین نمونه‌ای از عنصر X مخلوطی از چند ایزوتوپ آن است؟

پ. زمان ماندگاری هر ایزوتوپ نشان می دهد که ایزوتوپ یادشده تا چه اندازه پایدار است. کدام ایزوتوپ عنصر X از همه ناپایدارتر است؟

ت. هسته‌ی ایزوتوپ‌های ناپایدار ماندگار نیستند و با گذشت زمان متلاشی می‌شوند. این ایزوتوپ‌ها بر اثر تلاشی افزون بر ذره‌های پرانرژی مقدار زیادی انرژی آزاد می‌کنند. انتظار دارید چند ایزوتوپ عنصر X پرتوزا باشند؟

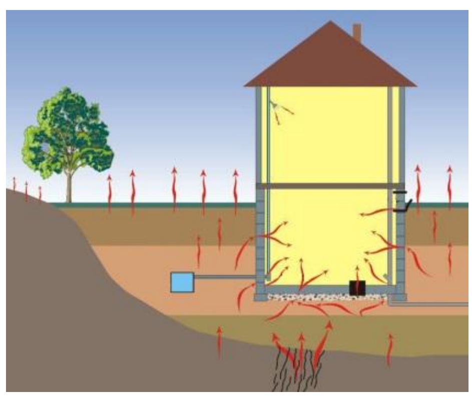
....

پیوند با زندگی*

نگاهی به اطراف خود بیاندازید. آیا در اطراف خود ماده پرتوزا می بینید؟. آیا در خانه شما مواد پرتو زا یافت می شوند؟ آیا دود سیگار و مواد غذایی پرتوزاهستند؟ آیا بدن ما ماده پرتوزا دارد؟ میزان مجاز پرتوهای تابش شده برای سلامتی بدن ما چقدر است؟

بررسی های تجربی نشان می دهند که مقادیر بسیار کمی از عنصرهای پرتوزا تقریبا در همه جا یافت می شوند. پرتوهای تولید شده توسط مواد پرتوزای موجود در کره زمین و هم چنین پرتوهای کیهانی که از خورشید و ستارگان دیگر نشر می شوند مرتبا کره زمین را بمباران می کنند. البته میزان پرتوهای تابش شده بسیار اندک است و به طور معمول روی سلامتی ما اثر نمی گذارد.

یکی از فراوان ترین مواد پرتو زا که در زندگی ما یافت می شود، گاز رادون است. رادون، گازی بی‌رنگ، بی‌بو و بی-مزه و سنگین‌ترین گاز نجیب موجود در طبیعت است . این گاز پیوسته در لایه‌های زیرین زمین از طریق واکنش های هسته ای تولید می‌شود و به دلیل دمای بالا و فشار زیاد در آن لایه‌ها، به منافذ و ترک‌های موجود در سنگ-های سازنده‌ی پوسته‌ی زمین نفوذ می‌کند. شکل



شکل. نشت گاز رادون از منافذ موجود در زمین و ورود آن به محیط زندگی. اگر مکان های زندگی از تهویه‌ی خوبی برخودار نباشند، گاز رادون درون آن‌ها جمع می‌شود و هوای آن جا را به مواد پرتوزا آلوده می‌کند.

امروزه با قراردادن حسگرهای رادون درون ساختمان‌ها میزان این گاز خطرناک را می توان اندازه‌گیری کرد. گفتنی است که رادون موجود در هواکره خطری برای تندرستی ما ندارد.

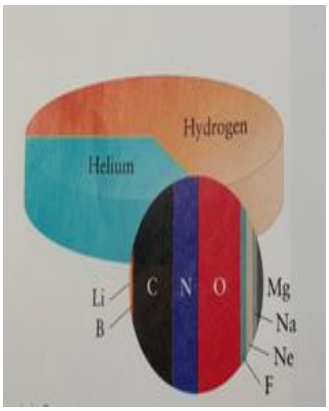
حسگر رادون

پیوند با صنعت .....

هلیم گازی بی‌رنگ، بی‌بو و بی مزه است که کاربرد های فراوانی در زندگی دارد شکل .

مجموع ذخاير هليم در جهان برابر با ۴۰ ميليارد متر مكعب براورد مي شود. بيش تر اين ذخاير در آمريكا، الجزاير، روسيه و قطر يافت مي شود. سالانه ۱۷۵ ميليون متر مكعب هليم در جهان توليد مي شود.

شکل از هلیم افزون بر پرکردن بالون‌های هواشناسی، تفریحی و تبلیغاتی در جوش کاری، کپسول غواصی و مهم تر از همه برای خنک کردن قطعات الکترونیکی در دستگاه‌های تصویر برداری مانند MRI نیز استفاده می‌شود.



هلیم پس از هیدروژن فراوان ترین عنصر در جهان هستی به شمار می‌آید. با وجود این، هلیم در کره‌ی زمین به مقدار خیلی کم یافت می شود. به طوری که به مقدار بسیار کمی از آن در هوا و مقدار بیش‌تری در لایه‌های زیرین پوسته‌ی زمین وجود دارد. از این رو منابع زمینی آن سرشارتر از هواکره هستند و برای تولید هلیم در مقیاس صنعتی مناسب ترند.

هلیم در ژرفای زمین از طریق فرایندهای هسته ای ایجاد می شود. این گاز پس از نفوذ در لایه های زمین، وارد میدان ها گاز ی می شود. یافته های تجربی نشان می دهند که حدود ۷ درصد مخلوط گاز طبیعی را هلیم تشکیل می دهد. البته مقدار هلیم در میدان های گازی گوناگون، متغیر و متفاوت است. ایران پس از روسیه دومین ذخایر گاز طبیعی جهان را دارد. از این رو کشور ما جز کشورهایی است که از ذخیره هلیم بالایی برخوردار است.

شکل. گاز طبیعی عمدتا در نیروگاهها و مرکز صنعتی به عنوان سوخت به کار می رود. هلیم موجود در گاز طبیعی نیز به همراه سایر فراورده های سوختن و بدون مصرف وارد هوا کره می شود.

هلیم را می توان از تقطیر جزء به جزء گاز طبیعی به دست آورد. البته جداسازی هلیم به این روش به دانش و فناوری بپیشرفته ای نیاز دارد. به همین دلیل تاکنون موفق به جداسازی و تهیه این گاز نشده‌ایم و آن را هم چنان از دیگر کشورها وارد می‌کنیم. امید است گسترش دانش علوم پایه، فنی و مهندسی سبب تربیت دانش آموختگان و متخصصانی شوند تا بتوانیم از منابع خدادی و ثروت های ملی بهره مناسبی ببریم.

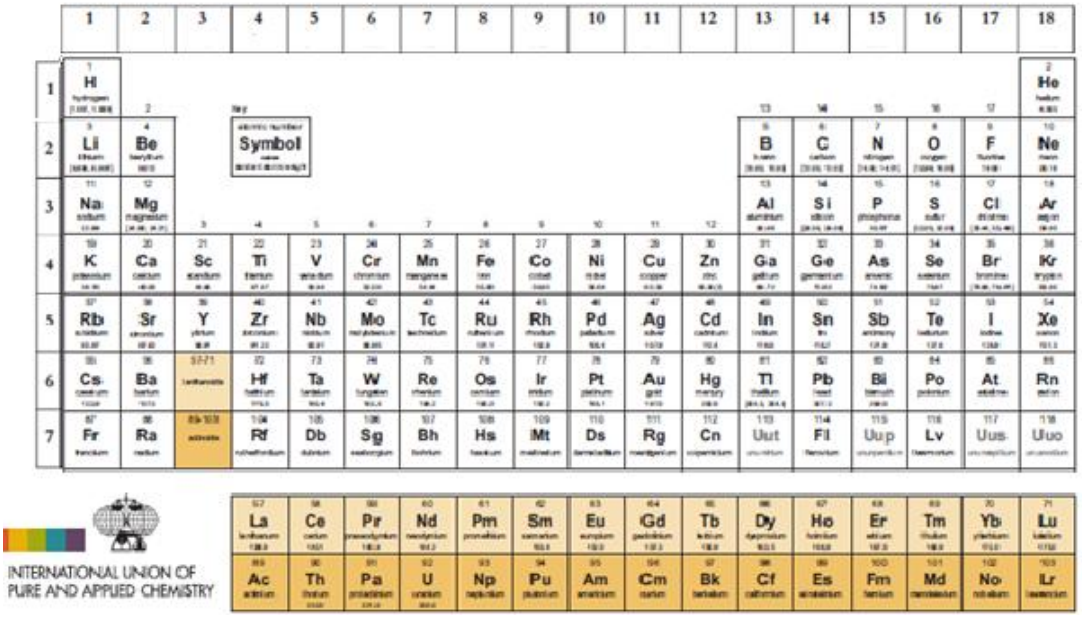
.....

طبقه بندی عنصرها

آیا تا کنون به بلیت قطار، هواپیما و اتوبوس دقت کرده اید؟ در برخی از این بلیت ها از علائم اختصاری و نشانه های گوناگونی استفاده می شود. اگر با این نشانه ها و علائم آشنا باشید، می توانید اطلاعات مفیدی از آن به دست آورید. هم چنین می دانید که طبقه بندی کردن یکی از مهارت های پایه در یادگیری مفاهیم است. طبقه بندی کمک می کند تا بتوان ۱۱۸عنصر شناخته شده را با توجه به یک معیار و ملاک در یک جدول با چیدمان خاصی کنار هم قرار داد شکل ۶. این چیدمان کمک می کند تا بتوان اطلاعات بسیار ارزشمندی درباره‌ی ویژگی های عنصرها به دست آورد و براساس آن رفتار عنصرهای گوناگون را پیش بینی کرد.

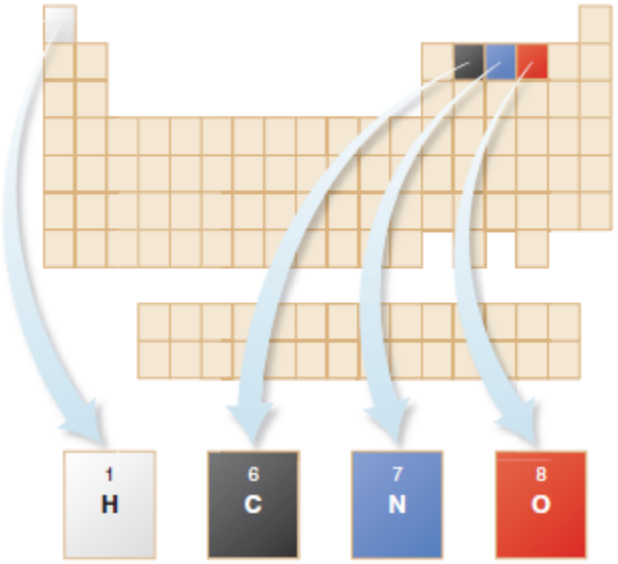
INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY

اتحاديه بين المللي شيمي محض و كاربردي با توجه به شواهد و مدارك موجود تعداد ۱۱۸ عنصر نشان داده شده در جدول را تایید كرده است.



شکل ۶ جدول دوره‌ای عنصرها. این جدول ۷ دوره و ۱۸ گروه دارد.

از روی جدول می توان به آسانی شماره گروه، دوره و تعداد ذره های زیر اتمی را برای یک عنصر به دست آورد. برای نمونه به شکل زیر توجه کنید.



نام عنصر	اکسیژن	نیتروژن	کربن	هیدروژن
شماره گروه	۱۶	۱۵	۱۴	۱
عدد اتمی	۸	۷	۶	۱
عدد جرمی	۱۶	۱۴	۱۲	۱
تعداد پروتون	۸	۷	۶	۱
تعداد الکترون	۸	۷	۶	۱
تعداد نوترون	۸	۷	۶	۰

در جدول تناوبی امروزی، عنصرها براساس افزایش عدد اتمی سازماندهی می شوند. به طوری که جدول دوره ای عنصرها، از عنصر هیدروژن با عدد اتمی یک آغاز و به عنصر شماره ۱۱۸ ختم می شود. در این جدول، خواص عنصرهایی که در یک گروه قرار دارند بسیار شبیه به هم است به طوری که با پیمایش هر دوره از چپ به راست، خواص عنصرها به طور تقریباً مشابهی تکرار می‌شود. از این رو آن را **جدول دوره‌ای عنصرها** نامیده‌اند.

با دقت به جدول دوره ای عنصرها نگاه کنید، هر عنصر با نماد شیمیایی ویژه‌ای نشان داده شده که یک، دو یا سه حرفی است. برای نمونه فلز آلومینیم را با نماد Al و گاز آرگون را با Ar نشان می‌دهند. چند عنصر دیگر را می-توانید در جدول بیابید که نماد شیمیایی آن ها با حرف A آغاز می‌شود؟

درمیان تارها

با مراجعه به منابع معتبر اینترنتی" مانند وبگاه انجمن شیمی ایران و وبگاه آیوپاك" درباره دسته بندی عنصرها به روش های دیگر اطلاعاتی جمع آوری کنید و نتایج خود را به کلاس گزارش کنید.

خود را بسنجید

با توجه به جدول:

۱- شماره دوره و گروه، عدد اتمی و عدد جرمی کلسیم (Ca) و سلنیم(Se) را مشخص کنید.

۲- هلیم گازی با واکنش پذیری شیمیایی بسیار ناچیز است به طوری که می توان گفت واکنش ناپذیر است. پیش بینی کنید کدام یک از عنصرهای زیر رفتاری مشابه با این گاز دارد؟

الف) $_{18}Ar$ ب) $_{۶}C$ ج) $_{16}S$

۳- اتم کلر در ترکیب های خود با فلزها به شکل یون کلرید (Cl^-) یافت می شود. کدام یک از عنصرهای زیر مانند کلر یون تک اتمی با یک بار منفی تشکیل می دهد؟

الف) $_{37}Rb$ ب) $_{35}Br$

۴- از اتم آلومینیم، یون پایدار Al^{3+} مشاهده شده است. پیش کنید کدام یک از عنصرهای زیر می توانند پون پایدار با ۳ بار مثبت ایجاد کنند؟

الف) ^{39}K ب) ^{31}Ga

جرم اتمی عنصرها

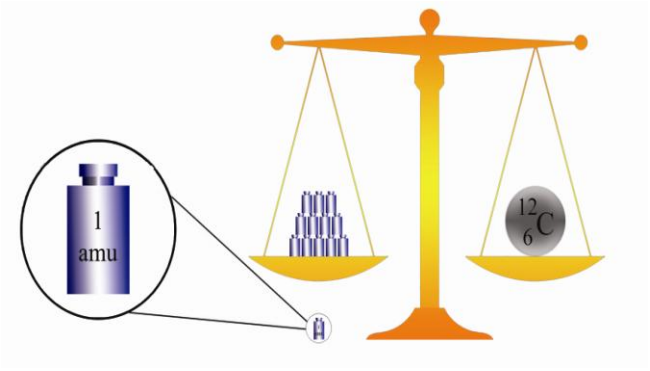
می دانید که جرم اجسام گوناگون را بسته به اندازه و نوع آن ها با استفاده از ترازوهای متفاوتی اندازه می گیرند شکل.

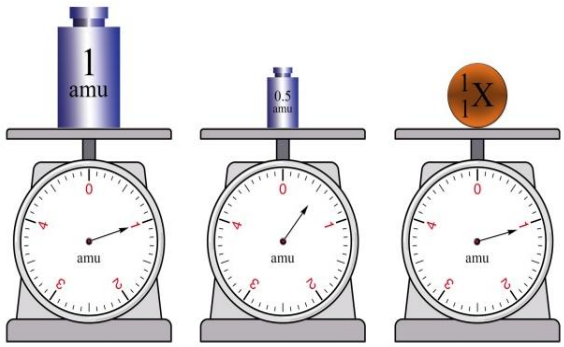
شکل

شکل. جرم وسایل بزرگ آهنی را با باسکول های بزرگ و با یکای تن، طلا را با ترازوهای کوچک با یکای گرم و هندوانه را با ترازوی معمولی یا یکای کیلوگرم می سنجند.

دیدید ترازویی که برای اندازه گیری جرم مواد گوناگون به کار می رود، متفاوت است و دقت اندازه گیری آن ها یکسان نیست. برای نمونه دقت باسکول های تنی برابر با یک دهم تن و دقت ترازوی زرگری برابر با یک صدم گرم است. با استفاده از باسکول چند تنی نمی توان جرم یک هندوانه را اندازه گرفت زیرا جرم هندوانه کم تر از دقت اندازه گیری این ترازو است (چرا؟). آیا می توان جرم یک دانه برنج را با ترازوی معمولی اندازه گرفت؟

دانشمندان برای این که بتوانند خواص فیزیکی و شیمیایی یک ماده را در محیطی مانند بدن انسان بررسی و اثر آن را گزارش کنند باید بدانند که چه جرمی از اتم ها یا مولکول های آن ماده وارد بدن شده است. از این رو، دانشمندان همواره در پی یافتن سنجه‌ای مناسب و در دسترس برای جرم اتم ها بوده اند. می دانید که اتم ها بسیار ریزند به طوری که نمی توان آن ها را دید و جرم آن ها را اندازه گیری کرد. به همین دلیل دانشمندان مقیاس جرم نسبی را برای تعیین جرم اتم ها به کار می برند. مطابق این مقیاس جرم اتم‌ها را با وزنه‌ای می‌سنجند که جرم آن ۱/۱۲ جرم ایزوتوپ کربن-۱۲ است، شکل. به این وزنه **یکای جرم اتمی** (amu) می‌گویند.





شکل الف . اگر جرم یک ایزوتوپ کربن-۱۲ را برابر با عدد ۱۲ بگیریم. سپس این عدد را به ۱۲ بخش یکسان تقسیم کنیم ، می‌توان هر بخش را amu ۱ نامید. به این ترتیب مقیاسی به دست می‌آید که با کمک آن می‌توان جرم همه‌ی اتم ها را اندازه گیری کرد. ب) اگر در ترازوی فرضی بالا به جای ایزوتوپ کربن-۱۲ ایزوتوپ $^{1}_{1}H$ را قرار می در این صورت جرم amu ۱/۰۰۸ به دست می آید.

با تعریف جرم اتمی نسبی ،دانشمندان موفق شدند جرم اتم همه عنصرهای جدول دوره ای را اندازه گیری کنند جدول. برای نمونه جرم $^{7}_{3}Li$ با amu۷ است (زیرا جرم پروتون و نوترون تقریبا با هم برابر و حدودا" مساوی با amu ۱ است. اکنون با مراجعه به جدول ، جرم اتمی لیتیم را مشخص کنید. آیا تفاوتی مشاهده می کنید؟ به نظر شما این تفاوت را چگونه می توان توضیح داد؟

خود را بسنجید

الف)با توجه به شکل، جدول زیر را کامل کنید.

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

شکل

ب) برداشت خود را از تصویر زیر یادداشت کنید

پ) جرم اتمی میانگین هر عنصر همان جرم نشان داده شده در جدول دوره ای عنصرهاست . رابطه ای بین جرم اتمی میانگین ، درصد فراوانی و جرم اتمی ایزوتوپ ها بنویسید.
۲- جرم اتمی میانگین منیزیم را با توجه به داده های زیر حساب کنید.

شکل

شمارش ذره ها از روی جرم آن ها

آیا تا به حال تلاش کرده اید تعداد دانه های موجود در خاک شیر یا برنج در یک کاسه کوچک را بشمارید؟به نظر شما این تلاش چقدر وقت می گیرد؟پس از شمارش دانه ها، تا چه اندازه به نتیجه شمارش خود اطمینان دارید؟ برای این که بتوان تعداد دانه های برنج یا خاک شیر موجود در یک گونی از این مواد را بشمارید، چه راهکاری پیشنهاد می کنید؟

شکل. شمردن تک تک ذره های خاک شیر و برنج و موادی که اندازه ی دانه های آن ها بسیار ریز است، کار دشوار و اکثر مواقع نشدنی است.

در يك گوني ۱۰ كيلويي برنج تقريبا چند عدد برنج وجود دارد؟

خود را بسنجید

الف) جدول زیر را کامل کنید.

ماده	جرم ۱۰۰۰ عدد(گرم)	جرم ۱۰ عدد(گرم)	جرم ۱ عدد(گرم)
دانه های برنج	۲۲	.....	.....
دانه های خاک شیر	۸	.....	.....
برگه های کاغذ	۴۵۰۰	.....	.....
دانه های عدس	۵۶	.....	.....

ب) از داده های جدول چه نتیجه ای می گیرید؟

پ) جرم هایی را که در ستون چهارم جدول بالا به دست آورید تا چه اندازه دقیق هستند؟

می دانید که اتم ها به طور باور نکردنی ریز هستند و نمی توان با هیچ دستگاهی با شمارش تک تک آن ها تعداد اتم ها را به دست آورد. اما مشاهده کردید که با توجه به جرم مواد می توان تعداد ذره های سازنده را شمارش کرد.اکنون به نظر شما چگونه می توان تعداد اتم های یک عنصر را شمرد؟

پیوند با ریاضی .....

آ. دانشمندان با استفاده از دستگاهی به نام طیف سنج جرمی،جرم اتم ها با دقت زیاد اندازه گیری کرده اند. حال اگر بدانید که جرم ۱ اتم هیدروژن برابر با $1\ amu = ۱/۶۶۷\times۱۰^{-۲۴} g$ است. حساب کنید در یک گرم از عنصر هیدروژن چند اتم هیدروژن وجود دارد؟

ب. به عدد به دست آمده در قسمت الف ، **عدد آووگادرو** گفته می‌شود، که آن را با N_A نشان می دهند. اکنون مشخص کنید N_A تا اتم هیدروژن چند گرم است؟

ت. در شیمی این تعداد از هر ذره‌ای را یک **مول** از آن ذره می‌گویند. به جرم یک مول ذره، جرم مولی آن ذره گفته می‌شود. درباره شکل های زیر گفت و گو کنید و جای خالی را روی ترازوی دوم پر کنید.

اگرجرم هر مهره ۴,۳۰ گرم باشد، در این ظرف چند مهره وجود دارد(جرم ظرف برابر با ۵۰۰ گرم است).

گرم، رایج‌ترین یکای اندازه-گیری 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 در عمل غیر ممکن است

ث) جدول زیر را کامل کنید.

مقدار ماده (گرم)	مقدار ماده (مول)	تعداد اتم ها (بر حسب عدد آووگادرو)
۱۲ گرم کربن		
۲۴ گرم کربن		
۱ گرم هیدروژن		
۲ گرم هیدروژن		

ج) از این فعالیت چه نتیجه ای می گیرید؟

.....

برای بیان شمار مواد مختلف از یکاهای گوناگونی استفاده می شود، برای نمونه یک دوجین برای بیان دو تا از یک ماده و یک جین برای بیان ۱۲ تا از آن ماده به کار می رود. شکل.

شکل. استفاده از شانه برای شمارش تخم مرغ ها و استفاده از جین و ... برای شمارش مواد دیگر کار را اسان تر می کند.

نقش عدد آووگادرو (N_A) در شیمی مانند نقش شانه، دست و برای شمارش ذره های سازنده یک ماده است. با این تفاوت چشم‌گیر که عدد آووگادرو عدد بسیار بزرگی است. شیمیدان ها برای بیان تعداد ذره های سازنده یک ماده یکای مول را تعریف می کنند. مطابق تعریف یک مول ماده برابر با N_A تا از ذره های سازنده آن ماده است.

با هم بیندیشیم

برای درک بزرگی عدد آووگادرو طرح آموزشی زیر را بررسی و درباره آن گفت و گو کنید.

نور کلیدی برای شناخت جهان

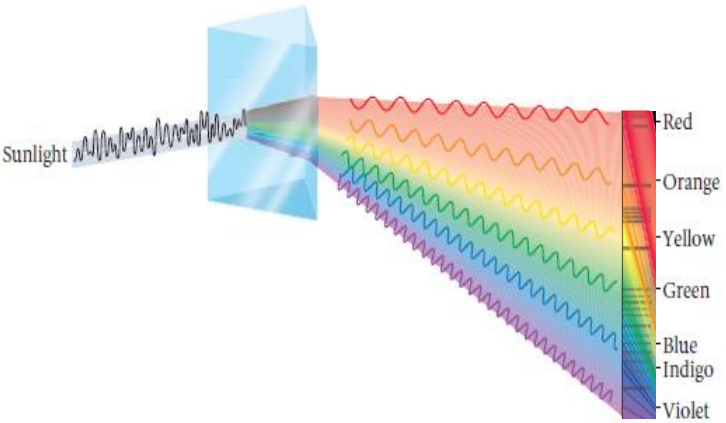
آیا تا کنون با خود اندیشیده اید، چگونه می توان به اجزای سازنده خورشید و ستاره ها پی برد؟ یا چگونه دمای خورشید را اندازه گرفت؟ شاید پاسخ شما این باشد که با دماسنج می توان دمای خورشید را اندازه گیری کرد، اما این کار غیر ممکن است. (چرا)؟

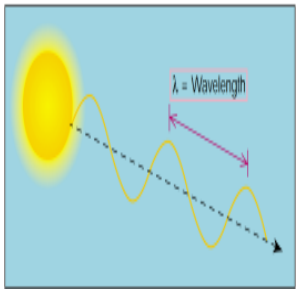
به طور کلی ویژگی‌های خورشید و اجرام آسمانی دیگر به دلیل این که بسیار دور از ما هستند را نمی توان به طور مستقیم اندازه گیری کرد. هم چنین دمای اجسامی که را که بسیار داغ هستند، را نیز نمی توان با ابزاری مانند دماسنج اندازه کیری کرد زیرا دماسنج در دماهای بالا ذوب می شود. اینک می پرسید چگونه می توان دمای خورشید ، اجزای سازنده آن و دمای شعله هایی که بسیار داغ هستند را تعیین کرد و اطلاعات ارزشمندی درباره آن ها به دست آورد؟

پاسخ این است که، **نور** چنین امکانی را برای ما فراهم می‌آورد. نوری که از ستاره یا سیاره‌ها به ما می‌رسد، به ما می‌گوید که آن ستاره یا سیاره از چه ساخته شده، دمای آن چه قدر است. به طوری دانشمندان با استفاده از دستگاهی به نام طیف سنج می توانند از نورهای نشر شده از مواد گوناگون اطلاعات ارزشمندی درباره آن ها به دست بیاورند. این که نور چیست؟ چگونه تولید می‌شود؟ و حامل چه اطلاعاتی است؟ پرسش‌های مهمی هستند که در ادامه پاسخ آن‌ها را خواهید یافت.

نور کلیدی است که با استفاده از آن می‌توان رازهای خلقت را رمزگشایی کرد و شاید بتوان گفت که نور کلیدی برای قفل صندوقچه اسرار جهان است.

نور شکلی از انرژی است که به صورت موج منتشر می شود. نور خورشید گرچه سفید به نظر می رسد اما با عبور از قطره های آب موجود در هوا که پس از بارش هنوز در هوا پراکنده اند، تجزیه می شود و گستره ای پیوسته از رنگ ها را ایجاد می کند. این گستره رنگی ،شامل بی نهایت موج رنگی است.

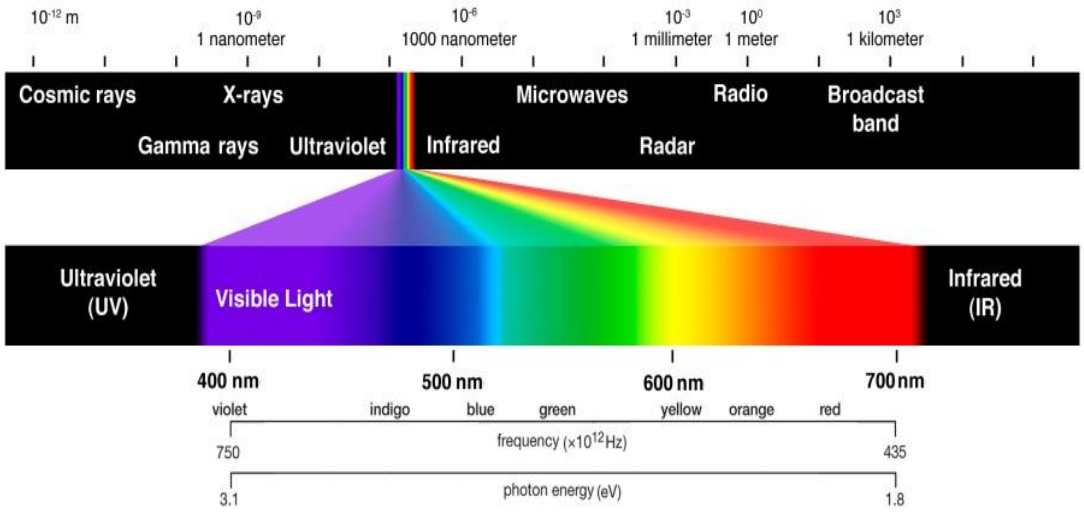




شکل.الف) نور خورشید هم چنین هنگام عبور از منشور تجزیه می شود. ب) رنگین کمان گستره ای از رنگ های سرخ تا بنفش است.

چشم ما تنها می‌تواند گستره‌ی محدودی از نور را ببیند. به این گستره که از رنگ‌های سرخ، نارنجی و زرد گرفته تا سبز، آبی و بنفش را در بر می‌گیرد، **طیف مریی** می‌گویند، شکل ۸. بررسی ها نشان می دهد که نور خورشید شامل گستره بسیار بزرگ تری از امواج گوناگون است. این امواج از نوع الکترومغناطیسی هستند و با خود انرژی حمل می کنند. به طوری که هر چه طول موج کوتاه تر باشد، انرژی آن بیش تر است. برای نمونه انرژی نور آبی از نور قرمز بیش تر است. شکل.

مواد را به رنگ نوري كه از آن ها به چشم ما مي رسد، مي بينيم. براي نمونه محلول پتاسيم پرمنگنات به رنگ بنفش و زغال به رنگ سياه است. چرا؟



شکل ۸ آ) نور مریی تنها بخش کوچکی از گستره پرتوهای الکترومغناطیسی است. یکی از ویژگی‌های موج، **طول موج** است و آن را با حرف یونانی (λ) نشان می‌دهند. با توجه به شکل آن را چه تعریف می‌کنید؟ آیا می‌توانید آن را به گونه‌ای دیگر هم تعریف کنید؟

کاوشگری

درباره این که "آیا امواج الکترومغناطیس را می توان دید؟" (نور خورشید شامل چه پرتوهایی است؟") کاوش کنید.

۱- در يك ظرف تا نيمه آب بريزيد و سپس يك آينه درون آن قرار دهيد.
۲- آينه را رو به خورشيد بگيريد و آن قدر بچرخانيد تا نور تجزيه شود و هفت رنگ آن روي ديوار تشكيل شود.
۳- هفت رنگ تشكيل شده را با استفاده از مداد نقاشي روي كاغذ رسم كنيد.
۴- اكنون يك كنترل تلويزيون كه باتري آن سالم است را برداريد و از يكي از دوستان خود بخواهيد كه كه كليد روشن و خاموش آن را فشار دهد. شما هم به چشمي كنترل نگاه كنيد. چه چيزي مشاهده مي كنيد؟

۵- قسمت ۴ را تكرار كنيد اما اين بار با دوربين يك موبايل به چشمي كنترل نگاه كنيد. چه چيزي مشاهده مي كنيد. آن را رسم كنيد.

۶- آزمايش را با فشردن دكمه هاي ديگر(شماره كانال ياب) تكرار و مشاهدات خود را يادداشت كنيد. آيا تفاوتي مشاهده كنيد.

- از اين مشاهدات چه نتيجه اي مي گيريد؟
- آيا امواج نامرئي طيف الكترومغناطيسي را مي توان مشاهده كرد؟ چگونه؟
- آيا نوري كه از جسمي مي تابد درباره آن جسم به ما اطلاعاتي مي دهد؟

تصویری از خورشید که با استفاده از دوربین های حساس به پرتوهای فرابنفش گرفته شده است.

در میان تارها .....

با مراجعه به وبگاه های معتبر درباره ستاره شناسی می توانید عکس‌هایی از خورشید را ببینید که روزانه و با دوربین‌های حساس به پرتوهای گاما، ایکس، فرابنفش یا فروسرخ گرفته شده است. در این باره اطلاعاتی را جمع آوری و در کلاس گزارش کنید.

.....

نشر نور و طیف نشری

آتش بازی با مواد شیمیایی نورهای رنگی زیبا، چشم نواز و شادی بخشی را در آسمان ایجاد می کند که از آن در جشن های ملی، و رویدادهای جهانی مانند بازی های المپیک استفاده می شود. شکل.

شکل. آتش‌بازی بیش از هزار سال قدمت دارد و از جمله بخش مهمی از فرهنگ کشور چین به شمار می‌آید. هر یک از این جرقه های زیبا ناشی از وجود یک ماده شیمیایی در مواد اتش بازی است

کدام جز از یک ترکیب شیمیایی این رنگ ها را ایجاد می‌کند؟ تجربه نشان می‌دهد که بسیاری از نمک ها شعله رنگی دارند، به طوری که اگر مقداری از محلول آن ها را روی یک شعله با آبفشان بپاشیم، رنگ شعله تغییر میکند. رنگ شعله فلز سدیم و ترکیب های گوناگون آن شبیه هم و به رنگ زرد متمایل به نارنجی در حالی‌که رنگ شعله فلز مس و ترکیبهای گوناگون آن شبیه هم و به رنگ سبز است جدول.

Red	Orange	Yellow-orange	Blue-green
lithium nitrate $LiNO_3$	calcium nitrate $Ca(NO_3)_2$	sodium nitrate $NaNO_3$	copper nitrate $Cu(NO_3)_2$
lithium chloride LiCl	calcium chloride $CaCl_2$	sodium chloride NaCl	copper chloride $CuCl_2$
lithium sulfate Li_2SO_4	calcium sulfate $CaSO_4$	sodium sulfate Na_2SO_4	copper sulfate $CuSO_4$
lithium Li	calcium Ca	sodium Na	copper wire Cu

از لامپ نئون در ساخت تابلوهای تبلیغاتی به منظور ایجاد نوشته‌های نورانی سرخ فام استفاده می شود.

جدول. رنگی شعله ترکیب های سدیم، کلسیم، لیتیم و مس رنگ های منحصر به فردی دارند. همان طور که مشاهده می کنید رنگ نشر شده از هر یون،فقط باریکه بسیار کوتاهی از گستره طیف مرئی را دربرمی گیرد.

مطابق جدول، رنگ شعله فلز لیتیم و همه ترکیب‌های آن به رنگ سرخ(لاکی) است، از این رو می‌توان نتیجه گرفت که رنگ قرمز موجود در یک شعله نشان دهنده وجود عنصر لیتیم در آن است. در واقع از روی رنگ شعله می‌توان به وجود عنصرفلزی در آن پی برد.
شیمیدان ها به فرایندی که در آن یک ترکیب شیمیایی در شعله تغییر رنگ ایجاد می کند، نشر نور می گویند. به طوری که اگر نور نشر شده از ترکیب لیتیم دار را از یک منشور عبور دهیم الگویی مانند شکل به دست می آید. که به آن طیف نشری خطی لیتیم می گویند.

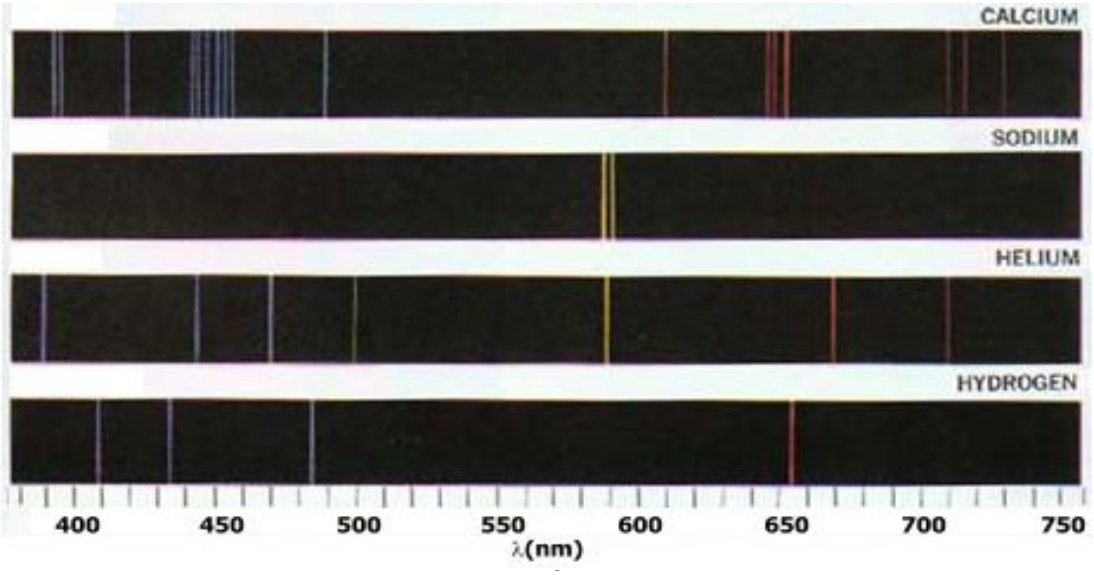
شکل. طیف نشری خطی لیتیم

همان طور که می بینید این طیف فقط شامل چهار موج رنگی است در حالی که طیف مرئی بی نهایت خطوط رنگی دارد. از این رو به آن ، طیف خطی می گویند. بررسی های بیش تر توسط دانشمندان نشان داد که هر فلز طیف نشری خطی ویژه خود را دارد که مانند اثر انگشت می توان از این طیف ها برای شناسایی فلزها استفاده کرد.

خود را بسنجید

طیف نشری خطی زیر از یک عنصر تهیه شده است

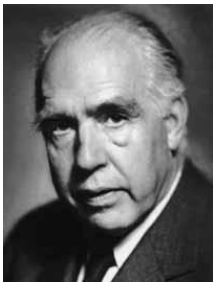
با بررسی طیف های نشان داده شده در زیر مشخص کنید که طیف نشری به کدام عنصر تعلق دارد؟ چرا؟



کاربرد طيف هاي نشري خطي از برخي جنبه ها مانند کاربرد خط نماد (بار کد) روي جعبه يا بسته مواد غذايي و بسياري از کالا ها ست. هر نوع کالايي خط نماد خاص خود را دارد و با خواندن خط نماد با استفاده از دستگاه ليزري ويژه اي که به رايانه متصل است، نوع و قيمت کالا به سرعت روي صفحه نمايشگر ظاهر مي شود.

کشف ساختار اتم

هر خط یا نوار رنگی موجود در طیف نشری، نوری با طول موج و انرژی معینی را نشان می دهد به طوری که با مطالعه‌ی تعداد و جایگاه خط‌ها یا نوارهای رنگی در طیف نشری خطی می‌توان اطلاعات ارزشمندی از ساختار اتم هر عنصر به دست آورد. نیلز بور با مطالعه‌ی طیف نشری خطی گاز هیدروژن و با کمک طول‌موج خط‌های مشاهده شده در ناحیه‌مریی این عنصر، توانست در زمان خود یکی از بهترین مدل‌ها را برای ساختار اتم ارایه دهد.



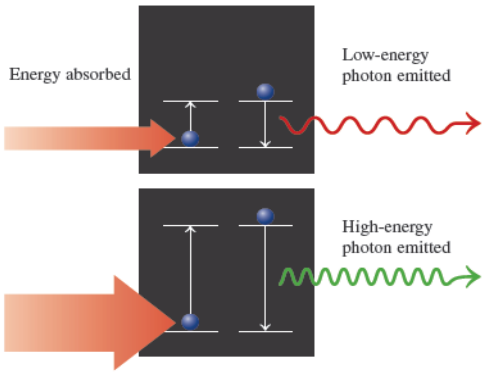
نیلز بور(۱۹۶۲-۱۸۸۵) فیزیکدان دانمارکی که در سال ۱۹۲۲ جایزه نوبل در فیزیک را از آن خود کرد، موفق شد طیف نشری هیدروژن را با کمک مدلی نظری برای اتم هیدروژن به خوبی توضیح دهد. مدل اتمی وی اگرچه عمر زیادی نداشت ولی گام بسیار مهمی برای بهبود نگرش دانشمندان نسبت به ساختار اتم بود.

او هر خط یا نوار رنگی موجود در طیف نشری خطی هیدروژن را به یک انتقال (جابه جایی) الکترون نسبت داد. به طوری که الکترون اتم هیدورژن هنگام بازگشت از یک حالت پرانرژی‌تر با از دست دادن مقدار معینی انرژی به حالت کم انرژی‌تر می‌رسد و نور نشر می کند.

اینک می‌پرسید حالت پرانرژی‌تر و حالت کم‌انرژی‌تر چیست؟ چرا هنگام انتقال الکترون از حالت پرانرژی‌تر و حالت کم‌انرژی‌تر، نور نشر می‌شود؟

می‌دانید که اتم هر عنصر تعداد معینی الکترون دارد. این تعداد را عدد اتمی عنصر مشخص می‌کند. کمیتی که تعداد پروتون‌های موجود در هسته‌ی اتم را نشان می‌دهد. الکترون‌های موجود در یک اتم پیرامون هسته به گونه‌ی ویژه‌ای توزیع می‌شوند. توزیعی که **آرایش الکترونی اتم** نامیده می‌شود. هر اتم با آرایش الکترونی ویژه‌ی خود دارای انرژی معینی بوده و از پایداری ویژه‌ای برخوردار است. به این حالت اتم، **حالت پایه** می‌گویند.

تجربه نشان می‌دهد که با گرما یا تابش نور (با انرژی معین) می‌توان آرایش الکترونی اتم را برای لحظه‌ای تغییر داد. در این شرایط اتم از حالت پایه به **حالت برانگیخته** می‌رود. شکل .

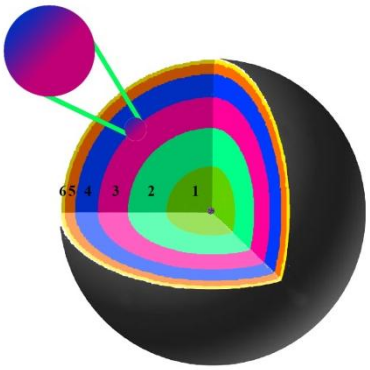


شکل. اتم در هر حالتی انرژی معینی دارد که با داد و ستد مقدار معینی انرژی می تواند میان این حالت ها جابه جا شود. این مقدار معین انرژی هم ارز با تفاوت انرژی میان دو حالت است.

مطابق شکل اتمِ برانگیخته انرژی بیش‌تری نسب به حالت پایه دارد از این رو اتم در این حالت ناپایدارتر است. در این شرایط اتم برانگیخته برای بازیابی آرایش الکترونی پایدار خود، انرژی دریافت کرده را به صورت نور با طول موج معین نشر می‌کند.

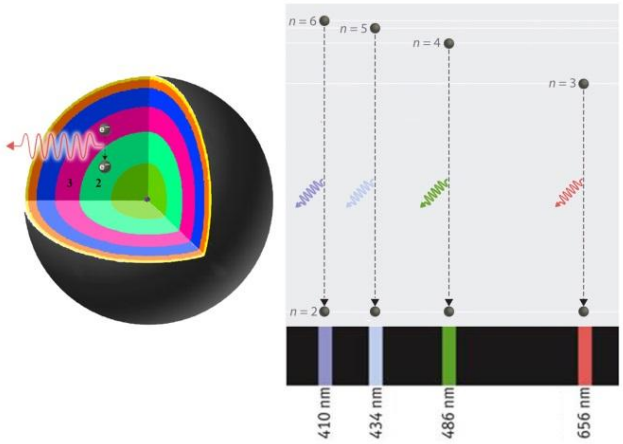
مدل کوانتومی اتم

برای توجیه علت ایجاد طیف نشری عنصرها و چگونگی نشر نور از اتم‌ها ساختاری لایه‌ای برای اتم ارایه شده است، شکل ۱۳. مطابق این مدل، پیرامون هر اتم دست‌کم هفت لایه وجود دارد. این لایه‌ها را از هسته به بیرون از ۱ تا ۷ شماره گذاری می‌کنند. شماره‌ی هر لایه را با n (عدد کوانتومی اصلی) نشان می‌دهند. هرلایه می‌تواند یک یا تعداد بیش‌تری الکترون را بپذیرد.



شکل ۱۳ در ساختار لایه‌ای اتم، هسته در فضایی بسیار کوچک و در مرکز آن قرار دارد و الکترون‌ها در فضایی بسیار بزرگ و در لایه‌هایی پیرامون هسته توزیع می‌شوند. در این شکل هر رنگ مهم‌ترین بخش از یک لایه‌ی الکترونی را نشان می‌دهد. بخشی که الکترون‌های موجود در آن لایه، بیش‌تر وقت خود را در آن فاصله از هسته سپری می‌کنند. به این معنا که الکترون‌ها در هر لایه‌ای که باشند در همه‌ی نقاط پیرامون هسته حضور می‌یابند اما در محدوده‌ی یادشده احتمال حضور بیش‌تری دارند. لایه‌ی هفتم در این شکل به چه رنگی نشان داده شده است؟

الکترون‌ها در هر لایه انرژی معینی دارند. مقدار این انرژی با افزایش فاصله‌ی الکترون از هسته فزونی می‌یابد. با توجه به شکل ۵ آیا می‌توان نتیجه گرفت که انرژی الکترون‌ها با افزایش فاصله‌ی از هسته به هم نزدیک‌تر می‌شود؟ با گرما یا تابش نور به اتم‌های سازنده‌ی یک عنصر در حالت گازی، الکترون‌ها با جذب انرژی از لایه‌ای به لایه‌ی دیگر جابه‌جا می‌شوند و به این ترتیب آرایش الکترونی اتم تغییر می‌کند. هر خط یا نوار رنگی در طیف نشری خطی یک عنصر، تابش‌های گسیل شده بر اثر بازگشت اتم به آرایش الکترونی اول است. از آن جا که لایه‌های انرژی پیرامون هسته‌ی هر اتم ویژه‌ی همان اتم است، عنصر مربوط نیز طیف نشری خطی ویژه، اما متفاوتی ایجاد می‌کنند، شکل ۱۴.



آ ب

شکل ۱۴ آ) بازگشت الکترون از لایه‌ی ۳ به لایه‌ی ۲ در اتم هیدروژن برانگیخته و گسیل تابشی با طول موج معین، ب) چگونگی ایجاد چهار نوار اصلی ناحیه‌ی مریی طیف نشری اتم هیدروژن

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

انرژی الکترون‌ها در اتم کوانتومی است

تصور کنید که برای بالا رفتن از یک نردبان، بایستی پای خود را روی پله‌های آن گذاشته و از یک پله به پله‌ی بعدی بروید. بدیهی است که هرگز نمی‌توان جایی میان دو پله بایستید. هم چنین برای بالا رفتن از نردبان باید انرژی **معین** و **کافی** صرف کنید تا بدن خود را از پله‌ای به پله‌ای دیگر بالا بکشید. اگر انرژی ما کم‌تر از این مقدار انرژی باشد دیگر نمی‌توانیم از نردبان بالا برویم. (چرا؟) این در حالی است که به هنگام بالا رفتن از یک تپه با چنین مشکلی روبه‌رو نیستیم. در هر لحظه و به هر مقداری می‌توانیم مستقیم یا زیگزاگ، بالا یا پایین برویم. هر جایی که دوست داریم بایستیم یا هر مقدار انرژی که می‌خواهیم مصرف کنیم. ولی در بالا رفتن از نردبان محدودیت بسیاری داریم.

الکترون‌ها در اتم نیز برای گرفتن یا از دست دادن انرژی هنگام جابه‌جایی بین لایه‌ها با محدودیت‌های مشابهی همانند بالا رفتن ما از نردبان مواجه‌اند(هرچند که تفاوت‌هایی با هم دارند).

دانشمندان این شیوه‌ی نردبانی دریافت یا پرداخت انرژی را کوانتومی نامیده‌اند. به دیگر سخن، انرژی الکترون-ها در اتم کوانتومی است. از این رو، ساختار پیشنهاد شده برای اتم به **مدل کوانتومی اتم** شناخته می شود.

آرایش الکترونی اتم

با دقت به جدول دوره‌ای عنصرها نگاه کنید، شکل ۳. در این جدول عنصرها بر مبنای عدد اتمی (یا تعداد الکترون‌های اتم خود) چیده شده‌اند. از اتم هیدروژن آغاز کنید و تا اتم سدیم ادامه دهید. با افزایش چند الکترون شاهد تغییر دوره هستید؟ آیا میان تعداد عنصرهای هر دوره و گنجایش لایه‌های الکترونی رابطه‌ای وجود دارد؟

لایه‌ی نخست حداکثر چند الکترون می‌پذیرد؟ لایه‌ی دوم چند الکترون؟ برای عنصرهای شناخته شده، چند لایه‌ی الکترونی پیرامون هسته شناسایی شده است؟
داده‌های جدول ۱ را با دقت نگاه کنید.

جدول ۱ تعداد عنصرهای هر دوره‌ی جدول دوره‌ای عنصرها

دوره	تعداد عنصرهای هر دوره	تعداد عنصرهای دوره‌ی قبل به علاوه‌ی تفاوت آن با تعداد عنصرهای دوره
۱	۲	۲
۲	۸	۲+۶
۳	۸	۲+۶
۴	۱۸	۲+۶+۱۰
۵	۱۸	۲+۶+۱۰
۶	۳۲	۲+۶+۱۰+۱۴
۷	۳۲	۲+۶+۱۰+۱۴

داده‌های ستون سوم جدول ۱ (تکرار عددهای ۲، ۶، ۱۰ و ۱۴) نشان می‌دهد که تعداد عنصرهای هر دوره به تعداد معینی تغییر می‌کند. به دیگر سخن این عددها نشان می‌دهند که هر لایه مانند خانه‌ای است و می‌تواند یک یا چند اتاق با گنجایش‌های مختلف داشته باشد. یک اتاق دونفره، یک اتاق شش نفره و .... این چند بخشی بودن، نشان می‌دهد که هر لایه خود از زیر لایه‌هایی تشکیل شده است. زیرلایه‌هایی که هر یک به ترتیب ۲، ۶، ۱۰ و ۱۴ الکترون را پذیرا هستند. برای نمونه، لایه‌ی دوم دارای دو زیرلایه است. یک زیرلایه، دو الکترون و دیگری، ظرفیت پذیرش شش الکترون را دارد. در مجموع لایه‌ی دوم با هشت الکترون کامل می‌شود.

پیوند با ریاضی .....

دانش‌آموزی هر یک از عددهای ۲، ۶، ۱۰ و ۱۴ را چهار عبارت نخست یک دنباله فرض کرد و فرمول کلی $4l+2$ را به عنوان جمله‌ی عمومی این دنباله به دست آورد.

$$2, 6, 10, 14, \ldots$$

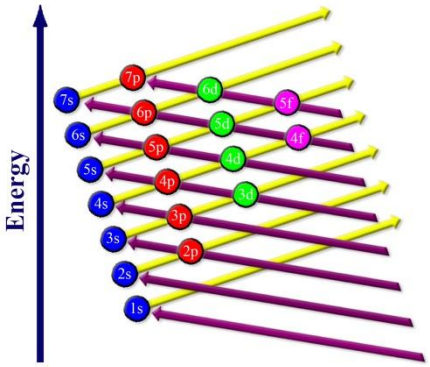
آ) درستی این رابطه را نشان دهید.

ب) مقدار مجاز l برای جمله‌ی چهارم چیست؟

پ) با توجه به این فرمول، زیرلایه‌ی پنجمِ یک اتم ظرفیت پذیرش حداکثر چند الکترون را خواهد داشت؟
ت) اگر جدول دوره‌ای عنصرها می‌توانست هشت ردیف داشته باشد، پیش‌بینی می‌کنید چند عنصر در این ردیف قرار می‌گرفت؟ جدول ۱ را نگاه کنید.

.....

دیدید که هر یک از زیرلایه‌های یک لایه را با نماد s، p، d و f نشان می‌دهند. این زیرلایه‌ها به ترتیب می‌توانند حداکثر ۲، ۶، ۱۰ و ۱۴ الکترون را بپذیرند. ترتیب پرشدن الکترون‌ها در اتم را می‌توان با **اصل آفبا** بهتر درک کرد، aufbau واژه‌ای آلمانی به معنای ساختن است، شکل ۱۵. بر طبق این اصل که قاعده‌ی آفبا نیز خوانده می‌شود، برای ساختن اتم یک عنصر فرضی، به هنگام افزودن الکترون پیرامون هسته، الکترون‌ها ابتدا زیرلایه‌های نزدیک‌تر به هسته که دارای انرژی پایین‌تری هستند را پرمی‌کنند و سپس به زیرلایه‌های بالاتر راه می‌یابند.



شکل ۱۵ قاعده‌ی آفبا شیوه‌ی پر شدن زیرلایه‌های الکترونی (مسیر پیکان‌های بنفش) را شرح می‌دهد. در این روش اولویت پرشدن با زیرلایه‌ای است که انرژی کم‌تری دارد. این ترتیب پرشدن را می‌توان به صورت $1s2s2p3s3p4s3d4p5s4d5p6s4f5d6p7s5f6d7p$ نیز نشان داد. آیا زیرلایه‌های یک لایه هم انرژی هستند؟ آیا همواره الکترون‌ها پس از پر کردن یک لایه به لایه‌ی دیگر می‌روند؟ پیکان‌های زرد لایه‌های الکترونی را نشان می‌دهند.

بر این اساس، آرایش الکترونی اتم سدیم با عدد اتمی ۱۱ به شکل زیر خواهد بود:

$$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$$

در این شیوه‌ی نمایش عددهای پیش از حروف، شماره‌ی لایه و توان‌ها تعداد الکترون‌های موجود در زیرلایه را مشخص می‌کند. سدیم به کدام ردیف جدول دوره‌ای عنصرها تعلق دارد؟

آرایش الکترونی سدیم را به صورت زیر نیز می توان رسم کرد:

$$[Ne]\ 3s^1$$

زیرا سه جمله‌ی نخست یادآور آرایش الکترونی پایدار گاز نجیبِ پیش از سدیم یعنی اتم نئون (Ne) با عدد اتمی ۱۰ است.

$$Ne: 1s^2 2s^2 2p^6$$

در این شیوه که آرایش الکترونی به صورت فشرده‌تری رسم می‌شود، تاکید بر نمایش **لایه‌ی ظرفیت** اتم است. لایه‌ی ظرفیت یک اتم لایه‌ای است که الکترون‌های موجود در آن رفتار اتم در واکنش‌های شیمیایی را تعیین می-

کنند. به الکترون‌های موجود در این لایه **الکترون ظرفیتی** اتم می‌گویند. سدیم چند الکترون ظرفیتی دارد؟
مجموع الکترون‌های ظرفیتی یک اتم شماره‌ی ستونی از جدول دوره‌ای عنصرها را مشخص می‌کند که عنصر مربوط در آن قرار گرفته است. سدیم در کدام ستون جدول قرار دارد؟
شماره‌ی بالاترین لایه‌ای که الکترون در آن حضور یافته است، ردیفی از جدول دوره‌ای عنصرها را نشان می‌دهد که عنصر در آن قرار گرفته است. سدیم در کدام دوره قرار دارد؟
گفتنی است که قاعده آفبا آرایش الکترونی ۳۶ عنصر نخست را به خوبی پیش‌بینی می‌کند، ولی برای برخی عنصرهای باقی‌مانده از جمله عنصرهای سنگین جدول دوره‌ای با مشکل روبه رو است. امروزه با کمک روش‌های پیچیده‌ی طیف‌سنجی آرایش الکترونی اتم‌ها را با دقت تعیین می‌کنند.

خود را بسنجید .....

آ) آرایش الکترونی اتم وانادیم (V) را به دو شیوه‌ی گفته شده (گسترده و فشرده) رسم کنید.
برای این کار با مراجعه به جدول دوره‌ای عنصرها عدد اتمی آن را بیابید. عدد اتمی وانادیم ۲۳ است. بنابراین لازم است ۲۳ الکترون را مطابق قاعده‌ی آفبا، در لایه‌های الکترونی پیرامون هسته‌ی اتم وانادیم وارد کرد. بنابراین:

$$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^3$$

آرایش الکترونی وانادیم به صورت فشرده چنین می‌شود:

$$[Ar]\ 4s^2 3d^3$$

زیرا پنج جمله‌ی نخست یادآور آرایش الکترونی پایدار گاز نجیب پیش از وانادیم یعنی اتم آرگون (Ar) با عدد اتمی ۱۸ است.

$$Ar: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$$

در ضمن تعداد الکترون‌های ظرفیتی وانادیم ۵ است. بنابراین در ستون پنجم جدول دوره‌ای عنصرها قرار دارد.
همان طور که دیده می‌شود، در اتم وانادیم الکترون‌ها در چهار لایه‌ی الکترونی حضور یافته‌اند. به دلیل وجود الکترون در لایه‌ی چهارم، این عنصر در ردیف چهارم جدول دوره‌ای عنصرها قرار گرفته است.

ب) آرایش الکترونی اتم فلوئور (F) را رسم کنید.
برای این کار با مراجعه به جدول دوره‌ای عنصرها عدد اتمی آن را بیابید. عدد اتمی فلوئور ۹ است. بنابراین ۹ الکترون در آرایش الکترونی اتم این عنصر وجود دارد. با توجه به قاعده‌ی آفبا آرایش الکترونی آن چنین است.

$$1s^2 2s^2 2p^5$$

آرایش الکترونی فلوئور به صورت فشرده چنین می‌شود:

$$[He]\ 2s^2 2p^5$$

زیرا جمله‌ی نخست یادآور آرایش الکترونی گاز نجیب پیش از آن یعنی اتم هلیم (He) با عدد اتمی ۲ است.

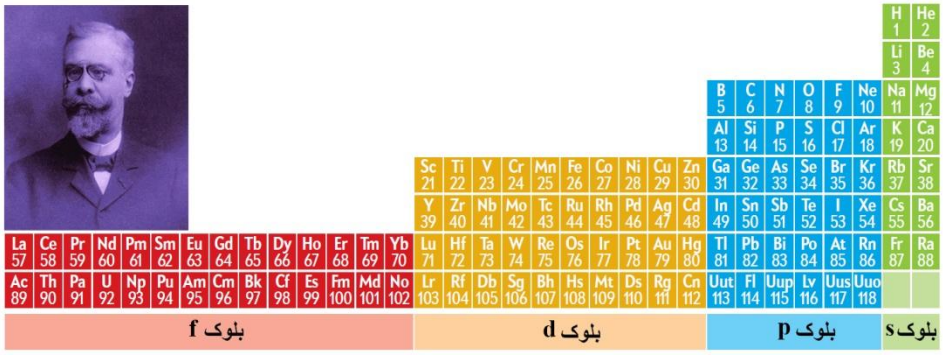
$$He: 1s^2$$

این عنصر متعلق به ردیف دوم جدول دوره‌ای است. برای تعیین ستونی که این عنصر در آن قرار گرفته است، بایستی مجموع الکترون‌های ظرفیتی را به علاوه‌ی ۱۰ کرد. بنابراین فلوئور در گروه ۱۷ جدول دوره‌ای عنصرها قرار دارد. این قاعده هنگامی به کار می‌رود که زیرلایه‌ی در حال پرشدن اتم، زیرلایه‌ی p باشد.

پ) آرایش الکترونی اتم‌های کلسیم (Ca)، سیلیسیم (Si)، روی (Zn)، آهن (Fe) و برم (Br) را به هر دو شکل گفته شده رسم کنید. هر عنصر به کدام ستون و ردیف جدول دوره‌ای عنصرها تعلق دارد؟

.....

اگر عنصرها بر مبنای زیرلایه‌های در حال پرشدن آن‌ها دسته بندی شود، در این صورت با چهار دسته عنصر سروکار خواهیم داشت، شکل ۱۶. دسته‌ای که زیرلایه‌ی s آن‌ها در حال پرشدن است و **عنصرهای بلوک- s** شناخته می‌شوند. اتم سدیم را در نظر بگیرید. آرایش الکترونی آن به $3s^1$ پایان می‌یابد. در واقع آخرین الکترون به زیرلایه‌ی s اتم سدیم وارد شده است. از این رو، سدیم از عنصرهای بلوک-s به شمار می‌آید. چون زیرلایه‌ی s دو الکترون بیش‌تر گنجایش ندارد، بنابراین می‌تواند حداکثر دسته‌ای دو ستونی در جدول دوره‌ای عنصرها ایجاد کند. به همین روش بلوک‌های p، d وf نیز تعریف می‌شوند که به ترتیب دسته‌هایی ۶، ۱۰ و ۱۴ ستونی ایجاد می‌کنند. (چرا؟)



شکل ۱۶ جدول دوره‌ای ژانت برای عنصرها؛

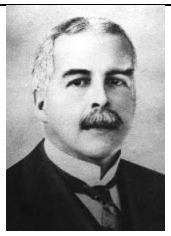
شارل ژانت (۱۹۳۲-۱۸۴۹) دانشمند فرانسوی در سال ۱۹۲۷ با کنار هم چیدن عنصرهای شناخته شده در زمان خود، الگویی ارایه داد که با ویژگی‌های مدل کوانتومی اتم بسیار سازگار بود. با کمک این جدول او پیش‌بینی کرد که عنصری با عدد اتمی بزرگ‌تر از ۱۲۰ پیدا نخواهد شد. اکنون و پس از گذشت حدود نود سال و علی رغم ساخته شدن عنصر ۱۱۸ هنوز این پیش‌بینی به قوت خود باقی است. از دید ژانت عنصر ۱۲۰ در صورت شناخته شدن عضو کدام دسته یا بلوک از عنصرها خواهد؟

ساختار الکترون-نقطه‌ی اتم

الکترون‌های لایه‌ی آخر هر عنصر را الکترون‌های لایه‌ی ظرفیت (الکترون‌های ظرفیتی) آن عنصر می‌نامند. اتم سدیم چند الکترون ظرفیتی دارد؟ لوویس برای نمایش ظرفیت اتم‌ها، در کنار نماد شیمیایی هر عنصر تعداد الکترون‌های ظرفیتی آن‌ها را به شکل نقطه قرارداد و آن را **ساختار الکترون-نقطه‌ای** آن اتم نامید. برای سدیم این ساختار را می‌توان به شکل زیر نوشت:

Na.

برای رسم ساختار الکترون-نقطه بایستی نقطه‌گذاری را از سمت راست نماد شیمیایی عنصر آغاز کنید و نقطه‌های بعدی را به ترتیب در زیر، سمت چپ و بالای آن بگذارید. از الکترون پنجم به بعد هم به همین طریق عمل می‌شود تا نقطه‌ها جفت شود.

لوویس یکی از پیشتازان دانش شیمی و بنیانگذار نظریه‌ی تشکیل پیوند شیمیایی و نظریه‌ی الکترونی اسید-باز بود. او واژه‌ی فوتون را برای ذره‌های سازنده‌ی نور پیشنهاد کرد. این شیمی‌فیزیک‌دان آمریکایی ۳۵ بار نامزد دریافت جایزه‌ی نوبل شد اما هیچ‌گاه این جایزه را دریافت نکرد. با این حال این ناکامی هیچ‌چیز از ارزشمندی، ماندگاری و تاثیرگذاری کارهای علمی لوویس کم نمی‌کند.	 گیلبرت نیوتن لوویس (۱۸۷۵-۱۹۴۶)

خود را بسنجید .....

آ) جدول زیر را برای عنصرهای دوره‌ی دوم جدول دوره‌ای عنصرها کامل کنید.

عنصر	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
عدد اتمی	۳		۵			۸		۱۰
آرایش الکترونی	1s 2s	$1s^2 2s^2 2p^2$	1s 2s 2p	1s 2s 2p	1s 2s 2p	$1s^2 2s^2 2p^4$	1s 2s 2p	1s 2s 2p
آرایش الکترونی فشرده							$[He]2s^2 2p^5$	
تعداد الکترون‌های ظرفیتی	۱			۴				
ساختار الکترون-نقطه	Li·		·B·		·N:	·O:		

ب) مانند جدول بالا، جدول زیر را برای عنصرهای دوره‌ی سوم جدول دوره‌ای عنصرها کامل کنید.

عنصر	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
عدد اتمی								
آرایش الکترونی								
آرایش الکترونی فشرده								

تعداد الکترون‌های ظرفیتی								
ساختار الکترون-نقطه								

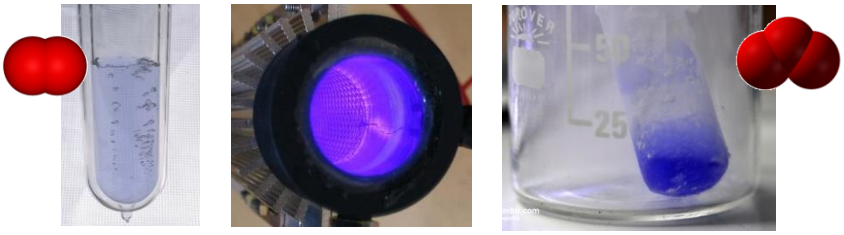
پ) از مقایسه‌ی عنصرهای متعلق به یک ستون یا گروه جدول دوره‌ای عنصرها چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

ث) آیا میان تعداد الکترون‌های لایه‌ی ظرفیت عنصر و شماره‌ی گروهی که عنصر در آن دسته‌بندی شده است، رابطه‌ای وجود دارد؟

.....

آرایش الکترونی پایدار

تجربه نشان می‌دهد که عنصرهای گروه ۱۸ جدول دوره‌ای عنصرها که به گازهای نجیب یا بی‌اثر شهرت یافته‌اند، به صورت اتمی در طبیعت یافت می‌شوند و تمایلی برای انجام واکنش شیمیایی و ایجاد ترکیب با عنصرهای دیگر نشان نمی‌دهند. این در حالی است که اتم بقیه‌ی عنصرها چنین رفتاری ندارند. بیش‌تر آن‌ها علاقه‌مند هستند به یک یا چند اتم خودی یا اتم‌های دیگر متصل شده، به شکل مولکول در آیند. می‌دانید که مولکول ساختار واحدی است که از اتصال دو یا چند اتم یکسان یا متفاوت ایجاد می‌شود. برای مثال اتم اکسیژن (O) در طبیعت به حالت آزاد یافت نمی‌شود ولی به فراوانی به شکل مولکول‌های دو اتمی (دی‌اکسیژن، O_2) و به مقدار بسیار کم‌تری به شکل مولکول‌های سه اتمی (تری‌اکسیژن، O_3) در طبیعت یافت می‌شود. در واقع گاز اکسیژن که تنفس می‌کنیم از مولکول‌های O_2 و گاز اوزون که برای گندزدایی میوه‌ها و سبزی‌ها در صنعت به کار می‌رود از مولکول‌های O_3 تشکیل شده است، شکل ۱۷. این که یک عنصر بتواند به شکل‌های گوناگون وجود داشته باشد، **دگرشکلی** گفته می‌شود. گاز اکسیژن و اوزون دو **دگرشکل** عنصر اکسیژن به شمار می‌آیند.



آ ب پ

شکل ۱۷ آ) اکسیژن مایع، ب) دستگاه تولیدکننده‌ی گاز اوزون در حجم زیاد، پ) اوزون مایع؛ دگرشکل‌های اکسیژن به حالت مایع چه رنگی هستند؟

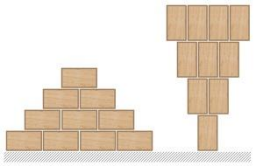
در میان تارها .....

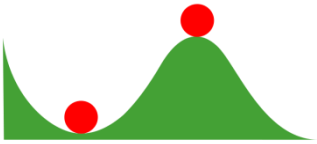
برای عنصر کربن دگرشکل‌های گوناگونی یافت شده است. دوده، الماس، گرافیت، گرافن، فولرن‌ها و نانو لوله‌های کربنی شناخته شده‌ترین دگرشکل‌های کربن هستند. با جست و جوی کلیدواژه‌های allotrope و carbon در وب، هم چنین مراجعه به وبگاه زیر در مورد ساختار، خواص و کاربردهای دگرشکل‌های کربن تحقیق کنید و نتیجه را در کلاس ارایه دهید.

www.nanoscienceworks.org/nanopedia/carbon-allotropes

.....

این که اتم اکسیژن مانند اتم گازهای نجیب نمی‌تواند به صورت تکی ماندگار باشد، به این معنا است که اتم اکسیژن **ناپایدار** است، شکل ۱۸. این در حالی است که اکسیژن به صورت مولکولی به ماندگاری یا پایداری می‌رسد.





۲ ۱ ۲ ۱

آ ب پ

شکل ۱۸ آ) به نظر شما کشیدن کدام قطعه(ها) می‌تواند به فرو ریختن ستون نشان داده شده بینجامد؟ چرا؟ ب) حدس می‌زنید کدام چینش آجرها ماندگار باشد؟ پ) اگر ماندگاری به معنای ثبات و پایداری باشد، در این صورت کدام گوی در موقعیتی **پایدار** قرار دارد؟ کدام گوی پس از وارد شدن ضربه‌ای به آن دوباره می‌تواند به موقعیت نخست خود برگردد؟

اما چرا گازهای نجیب به چنین پایداری ویژه‌ای دست یافته‌اند؟ پاسخ این پرسش را باید در ساختار اتم آن‌ها یافت.

با هم بیندیشیم .....

با توجه به داده‌های دو جدول کامل شده در تمرین قبل، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

۱. جدول زیر را با توجه به ساختار الکترون-نقطه‌ای اتم هر عنصر کامل کنید.

عنصر	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
تعداد الکترون‌های تکی								
عنصر	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
تعداد الکترون‌های تکی								

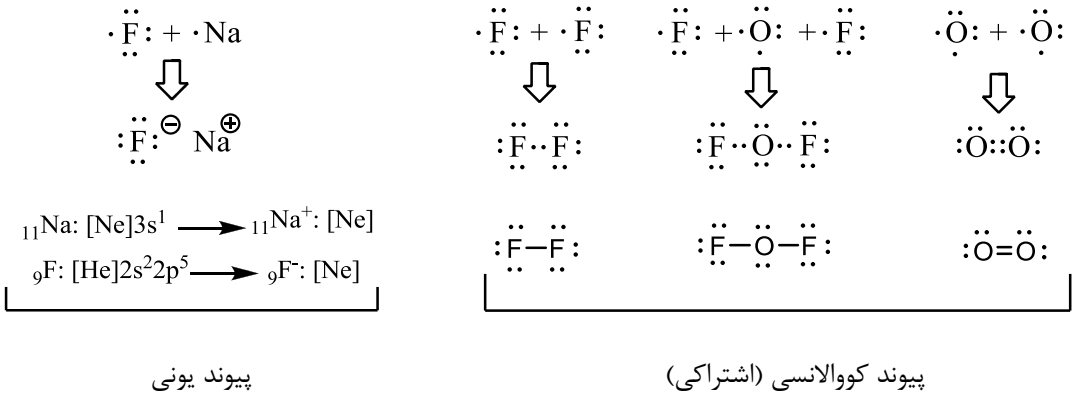
۲. عنصرهای دوره‌های دوم و سوم جدول دوره‌ای از نظر تعداد الکترون‌های تک چه شباهتی با هم دارند؟

۳. کدام اتم‌ها الکترون تکی ندارند؟ این اتم‌ها چند الکترون ظرفیتی دارند؟

۴. اتم سدیم (Na) ناپایدار است، از این رو تمایل دارد که با از دست دادن تنها الکترون لایه‌ی ظرفیت خود، به ذره‌ای با بار الکتریکی مثبت تبدیل شود. به این ذره بسیار پایدار که با نماد Na^+ نشان داده می‌شود **یون سدیم** می‌گویند. آرایش الکترونی یون سدیم را رسم کنید.
۵. اتم فلوئور(F) بسیار ناپایدار است، از این رو تمایل دارد که با گرفتن یک الکترون به ذره‌ی بسیار پایداری تبدیل شود که **یون فلوئورید** خوانده می‌شود. ذره‌ای با بار الکتریکی منفی که با نماد F^- نشان داده می‌شود. آرایش الکترونی یون فلوئورید را رسم کنید.
۶. آرایش الکترونی یون سدیم و یون فلوئورید را با هم مقایسه کنید. چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟ آرایش الکترونی آن‌ها مانند کدام عنصر شده است؟
۷. از این شباهت چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

.....

آرایش الکترونی پایدار گازهای نجیب دلیل خوبی برای توجیه پایداری این عنصرها و تلاش برای دستیابی به این آرایش الکترونی توسط اتم عنصرهای دیگر، ابزار خوبی برای توجیه واکنش‌پذیری آن‌ها است. بر این اساس قاعده‌ای معرفی شده است که به **قاعده‌ی اوکتت** یا **هشتایی** معروف است. بر طبق این قاعده اتم‌ها نهایت تلاش خود را می‌کنند تا به هر شیوه‌ی ممکن از جمله با مبادله‌ی (گرفتن یا از دست دادن) الکترون یا از طریق به اشتراک گذاشتن الکترون با اتم یا اتم‌های دیگر، آرایش الکترونی لایه‌ی ظرفیت خود را به هشتایی برسانند.
به دقت به ساختار الکترون- نقطه‌ای گونه‌های نشان داده شده در شکل ۱۹ آشکار می‌شود که دو اتم فلوئور یا اکسیژن که هر یک تا هشتایی شدن به ترتیب یک و دو الکترون کم‌تر دارند، به هم می‌پیوندند و به ترتیب مولکول‌های دو اتمی F_2 و O_2 را ایجاد می‌کنند. در مخلوطی از اتم‌های فلوئور و اکسیژن، اگر قرار باشد همه‌ی اتم‌ها هشتایی شوند در این صورت به ازای یک اتم اکسیژن به دو اتم فلوئور نیاز است تا مولکول سه اتمی OF_2 تشکیل شود، (چرا؟).



شکل ۱۹ قاعده هشتایی و تشکیل پیوند یونی و کووالانسی؛ دو الکترون مشترک میان نماد شیمیایی دو اتم با یک خط نمایش داده می‌شود. این پیوند اشتراکی را پیوند کووالانسی می‌گویند.

اتم فلوئور تا رسیدن به آرایش گاز نجیب پس از خود به گرفتن یک الکترون نیاز دارد. این اتم از برخی اتم‌ها از جمله اتم سدیم، تک الکترون مورد نیاز خود را می‌گیرد و به آنیون فلوئورید تبدیل می‌شود. اتم سدیم هم که تنها

با ازدست دادن یک الکترون می‌تواند به آرایش هشتایی گاز نجیب پیش از خود برسد، بی‌درنگ چنین می‌کند و به کاتیون پایدار سدیم تبدیل می‌شود. میان دو یون حاصل (F^- و Na^+) که بار الکتریکی ناهم‌نامی دارند، نیروی جاذبه‌ی بسیار قدرتمندی برقرار می‌شود که از آن با عنوان **پیوند یونی** یاد می‌شود. ماده حاصل از این واکنش سدیم فلوئورید نامیده می‌شود. این ترکیب را با فرمول شیمیایی NaF نشان می‌دهند. فرمول شیمیایی نشان می-دهد که سدیم و فلوئور دو عنصر سازنده‌ی این ترکیب هستند و نسبت یون‌های سازنده‌ی آن ۱:۱ است. ترکیب-هایی از این دست که ذره‌های سازنده‌ی آن‌ها یون هستند **ترکیب یونی** نامیده شده‌اند. ترکیب‌هایی از این دست که از دو عنصر ساخته شده‌اند را ترکیب‌های دوتایی می‌نامند.برای نامگذاری این ترکیب‌ها ابتدا نام کاتیون و سپس نام آنیون نوشته می‌شود. نام و فرمول برخی یون‌ها در جدول زیر آمده است. با دقت در نام یون‌ها مشاهده می‌شود که تنها نام آنیون است که با افزودن پسوند "ید" تغییر کرده است. برای نوشتن فرمول شیمیایی ترکیب‌های دوتایی ابتدا نماد شیمیایی کاتیون نوشته می‌شود و سپس نماد شیمیایی آنیون می‌آید. از آن جا که ترکیب‌های شیمیایی بایستی خنثی باشند، از هر یون به تعدادی انتخاب می‌شود که جمع بار الکتریکی آن‌ها برابر صفر شود. برای نمونه، فرمول شیمیایی آلومینیم اکسید به صورت Al_2O_3 نوشته می‌شود. اگر این فرمول را به شکل $(Al^{3+})_2(O^{2-})_3$ بنویسیم در این صورت آشکار می‌شود که پایین‌وندهای ۲ و ۳ به ترتیب به گونه‌ای انتخاب شده اند که بار الکتریکی دو یون با هم برابر شود.

تمرین:

آ) فرمول شیمیایی یک ترکیب یونی به صورت $CaBr_2$ است . با توجه به شکل زیر پاسخ دهید:

برای برقراری تعادل چند یون برم باید داشته باشیم ؟

ب) شکل روبرو نشان دهنده ی عدم برقراری تعادل میان بارها است یا تعداد ذره ها ؟ چرا؟

پ) با توجه به شکل روبرو فرمول شیمیایی ترکیب حاصل را بنویسید

ت) آیا برای ترکیب های یونی می توان فرمول A_nB_m را پیشنهاد کرد که در آن n ظرفیت B و m ظرفیت A باشد؟

ث) آرایش الکترونی منیزیم $_{12}Mg$ و $_9F$ را رسم کنید و نحوه تشکیل پیوند یونی بین این اتم ها را نشان دهید.

آنیون		کاتیون	
لیتیم	Li^+	کلرید	Cl^-
پتاسیم	K^+	برمید	Br^-
منیزیم	Mg^{2+}	یدید	I^-
کلسیم	Ca^{2+}	اکسید	O^{2-}
آلومینیم	Al^{3+}	نیترید	N^{3-}

خود رابسنجید .....

۱. تشکیل پیوند یونی میان اتم فلوئور و اتم منیزیم را نشان دهید. فرمول شیمیایی ترکیب یونی حاصل را بنویسید. در این ترکیب نسبت یون‌های سازنده چگونه است؟ نام این ترکیب چیست؟

۲. ترکیب‌های زیر را نامگذاری کنید.

$AlBr_3$, $CaCl_2$, K_2O, LiI, MgO, AlN

۳. فرمول شیمیایی ترکیب‌های یونی زیر بنویسید.

کلیسم اکسید، پتاسیم نیترید، منیزیم یدید، آلومینیم برمید، لیتیم اکسید

.....

اتم فلوئور در برابر برخی اتم‌ها از جمله خودش و اتم اکسیژن به جای گرفتن الکترون چاره‌ای ندارد جز این که از طریق به اشتراک گذاشتن الکترون به آرایش هشتایی دست یابد. در این شرایط با ایجاد **پیوند کووالانسی (اشتراکی)** واحدهایی دو یا چند اتمی به وجود می‌آید که **مولکول** گفته می‌شوند. F_2، O_2 و OF_2 نمونه‌هایی از مولکول‌ها هستند. به این فرمول‌های شیمیایی که افزون بر عنصرهای سازنده، شمار دقیق اتم‌های موجود در ساختار یک مولکول را نشان می‌دهد، **فرمول مولکولی** می‌گویند.

خود رابسنجید .....

آرایش الکترون-نقطه را برای مولکول کربن دی‌اکسید رسم کنید.

.....

اختر شیمیِ یکی از شاخه‌های جذاب شیمی است که به مطالعه‌ی مولکول‌هایی می‌پردازد که در فضاهای بین ستاره‌ای یافت می‌شوند. اخترشیمی‌دان‌ها توانسته‌اند وجود مولکول‌های گوناگونی را در جای بسیار دوری که تاکنون پا هیچ انسانی به آن جا نرسیده است، ثابت کنند. طیف‌سنجی دانشی است که کمک شایانی به این مطالعات کرده است.

تاکنون بیش از ۱۲۰ مولکول در فضاهای بین ستاره‌ای شناخته شده است. این مولکول‌ها از دو اتم تا چندین اتم دارند. مولکول‌های یادشده بر اثر تابش پرتوهای کیهانی از جمله تابش فرابنفش به یون‌های مثبت تبدیل می‌شوند. بنابراین افزون بر مولکول‌های خنثی، مولکول‌هایی با بارالکتریکی مثبت نیز در فضاهای بین ستاره‌ای وجود دارد. بسیاری از مولکول‌های یافت شده در زمین نیز وجود دارد، اما مولکول‌هایی هم شناخته شده است که در زمین وجود ندارند.