

فصل ۱

کیهان زادگاه الغبای هستی

«هُوَ الَّذِي خَلَقَ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضَ فِي سِتَّةِ أَيَّامٍ» آیه ۴، سوره حديد او کسی است که آسمان‌ها و زمین را در شش روز آفرید.

شاید شما هم یکی از شیفتگان آسمان پرستاره شبانگاهی باشید؛ سقفی زیبا و آکنده از اسرار و پرسش‌های بی‌شماری که از گذشته تاکنون ذهن کنجکاو انسان‌های هوشمند را مجدوب خویش ساخته است. در این فضای بی‌کران، ستارگان پر فروغ 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 سازنده 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 مطالعه خواص و رفتار ماده، همچنین برهم‌کنش نور با ماده در این راستا سهم بسزایی داشته‌اند.

آیا می‌دانید

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

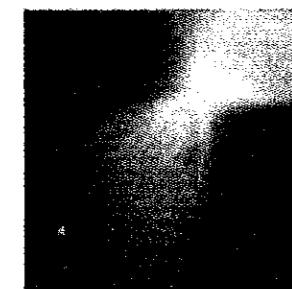
خود را بیازمایید

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



آیا می‌دانید

سحابی بوم‌نگ، سردرین مکان شناخته شده در جهان هستی با دمای -272°C است که حدود ۵۰۰۰ سال نوری از زمین فاصله دارد و در صورت فلکی سنتاروس (قنطروس) واقع شده است.

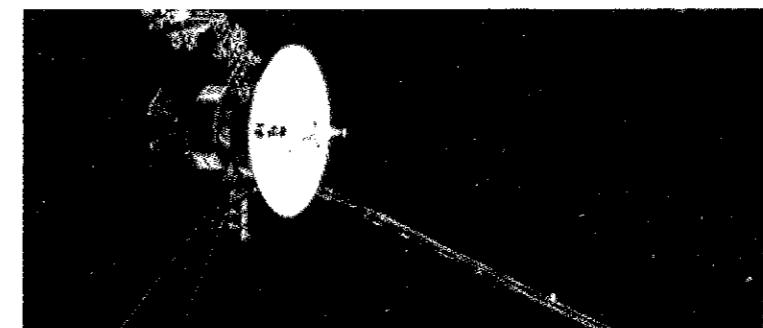


1 - Centaurus

- 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 سیاره مشتری بیشتر از جنس گاز است یا سنگ؟ چرا؟
ث) آیا به جز عنصرهای نشان داده شده در شکل، عنصرهای دیگری در زمین یافت می‌شود؟ چند نمونه نام ببرید.

انسان همواره با پرسش‌هایی از این دست که «هستی چگونه پدید آمده است؟ جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟ پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟» روبرو بوده و پیوسته تلاش کرده است برای این پرسش‌ها، پاسخ‌هایی قانع کننده بباید. مسلمًا پاسخ به اولین پرسش - که پرسشی بسیار بزرگ و بنیادی است - در قلمرو علم تجربی نمی‌گنجد و آدمی تنها با مراجعه به چارچوب اعتقادی و بینش خویش و در پرتو آموزه‌های حیاتی می‌تواند به پاسخی جامع دست یابد. اما پس از عبور از این قلمرو، علم تجربی تلاشی گسترده را برای یافتن پاسخ پرسش‌های دوم و سوم انجام داده است. این تلاش‌ها سبب شد تا دانش ما درباره جهان مادی افزایش یابد. امروزه ما درباره 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؛ در پی یافتن زندگی در دیگر سیاره‌ها هستیم و مسافت به مریخ را طراحی می‌کنیم. آشکار است که با گذشت زمان، انسان به پیشرفت‌هایی دست خواهد یافت که امروزه در ذهن ما نمی‌گنجد.

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

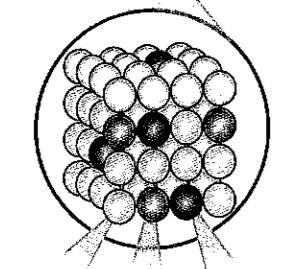
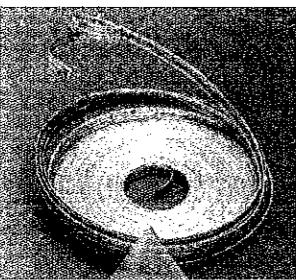


آیا می‌دانید

دانشمندان مسلمان علاقه زیاد به آسمان شب و مطالعه ستاره‌ها داشتند. عبدالرحمن صوفی یکی از ستاره‌شناسان ایرانی است که برای اولین بار گزارشی درباره کهکشان آندرودما را 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.

عنصرها چگونه پدید آمدند؟

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



$^{24}_{12}\text{Mg}$ $^{25}_{12}\text{Mg}$ $^{26}_{12}\text{Mg}$

شکل ۳- ایزوتاپ‌های منیزیم در یک نمونه طبیعی از آن.

نماد E، حرف نخست واژه Element به معنای عنصر است.

آ) تجربه نشان داده است که در تبدیل هیدروژن به هلیم، ۰٪۲۴ گرم ماده به انرژی تبدیل می‌شود. حساب کنید در این واکنش هسته‌ای چند کیلوژول انرژی تولید می‌شود؟
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 نیاز است.)

آیا همه اتم‌های یک عنصر پایدارند؟

بررسی‌ها نشان می‌دهد که اغلب در یک نمونه طبیعی از عنصری معین، اتم‌های سازنده، جرم پکسانی ندارند. برای مثال بررسی یک نمونه منیزیم نشان می‌دهد که همه اتم‌های منیزیم در این نمونه یکسان نیست، بلکه مخلوطی از سه هم‌مکان (ایزوتاپ) است (شکل ۳).

خود را بیازمایید

۱- در علوم سال هشتم آموختید که هر عنصر را با نماد ویژه‌ای نشان می‌دهند. در این نماد، تعداد 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؟



نماد شیمیایی اتم آهن

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

تعداد نوترون	تعداد الکترون	Z	A	نام ایزوتاپ
۲۶	۲۶	۲۶	۵۶	

ایزوتاپ‌های یک عنصر دارای Z یکسان اما A متفاوت هستند. خواص شیمیایی اتم‌های هر عنصر به عدد اتمی (Z) آن وابسته است؛ از این‌رو اتم‌های منیزیم همگی خواص شیمیایی یکسانی دارند و در جدول دوره‌ای عنصرها تنها یک مکان را اشغال می‌کنند؛ این در حالی است که همین ایزوتاپ‌ها در خواص فیزیکی وابسته به جرم، مانند چگالی با یکدیگر تفاوت دارند.

۱- Isotope

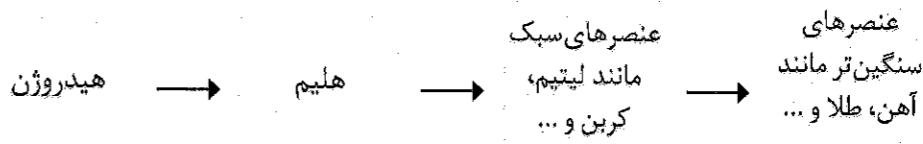
دریافتید که نوع و میزان فراوانی عنصرها در دو سیاره زمین و مشتری متفاوت است در حالی که عنصرهای مشترکی نیز در این دو سیاره هست. یافته‌هایی از این دست نشان می‌دهد که عنصرها به صورت ناهمگون در جهان هستی توزیع شده است. این یافته‌ها باعث شد تا داشمندان بتوانند چگونگی پیدایش عنصرها را توضیح دهند به طوری که برخی از آنها بر این باورند که سرآغاز کیهان با انفجاری مهیب (مهبانگ)^۱ همراه بوده که طی آن انرژی عظیمی آزاد شده است. در آن شرایط پس از پیدایش ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، نوترون و پروتون، عنصرهای هیدروژن و هلیم پا به عرصه جهان گذاشتند. با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیم تولید شده، متراکم شدو مجموعه‌های گازی به نام سحابی^۲ ایجاد کرد. بعدها این سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شد.

ستاره‌ها^۳ متولد می‌شوند؛ رشد می‌کنند و زمانی می‌میرند. مرگ ستاره با یک انفجار بزرگ

همراه است که سبب می‌شود عنصرهای تشکیل شده در آن در فضای پراکنده شود.

درون ستاره‌ها همانند خورشید در دهه‌های بسیار بالا و پیش‌تر، واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد؛ واکنش‌هایی که در آنها از عنصرهای سبک‌تر، عنصرهای سنگین تر پیدید می‌آید. جالب است بدانید که دما و اندازه هر ستاره تعیین می‌کند که چه عنصرهایی باید در آن ستاره ساخته شود. هرچه دمای ستاره بیشتر باشد، شرایط تشکیل عنصرهای سنگین تر فراهم می‌شود.

چنین ستارگانی پس از چندین میلیون سال نورافشانی و گرمابخشی، پایداری خود را از دست داده، در انفجاری مهیب متلاشی شده‌اند و اتم‌های سنگین درون آنها در سرتاسر گیتی پراکنده شده است. به همین دلیل باید ستارگان را کارخانه تولید عنصرها دانست (شکل ۲).



شکل ۲- روند تشکیل عنصرها

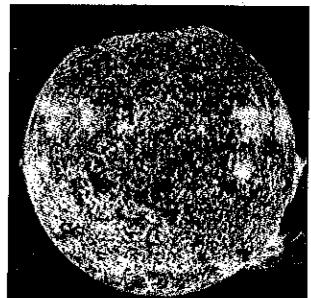


● سحابی عقاب یکی از مکان‌های زیاده ستاره‌های است. این تصویر به وسیله تلسکوپ هابل گرفته شده است.

آیا می‌دانید

خورشید نزدیک‌ترین ستاره به ما است که دمای سطح آن به حدود 6000°C و دمای درون آن به حدود 10000000°C می‌رسد.

انرژی گرمایی و نورانی خیره کننده آن، حاصل از واکنش‌های هسته‌ای است که در آن هیدروژن به هلیم تبدیل می‌شود به طوری که در هر ثانیه پنج میلیون تن از جرم خورشید کاسته می‌شود. بر این اساس برآورد می‌شود که خورشید تا پنج میلیارد سال دیگر می‌تواند نورافشانی کند.



پیوند با ریاضی

دریافتید که درون ستاره‌ها به دلیل انجام واکنش‌های هسته‌ای، انرژی بسیار زیادی آزاد می‌شود. اینشتین رابطه زیر را برای محاسبه انرژی تولید شده در این واکنش‌ها ارائه کرد:

$$E = mc^2$$

در این رابطه، m جرم ماده بر حسب کیلوگرم، c سرعت نور ($10^8 \text{ متر بر ثانیه}$) و E انرژی آزاد شده را بر حسب ژول نشان می‌دهد ($1 \text{ J} = 1 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2}$).

۱- Big Bang

۲- Nebular

۳- Stars

آیا می دانید

در میان ایزوتوپ‌های کربن، ^{14}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 سibirی 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 بینندیشیم

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

تعداد ایزوتوپ		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
نیم عمر	پایدار	پایدار	پایدار	پایدار	پایدار	پایدار	پایدار	پایدار
درصد فراوانی	۹۹/۹۸۸۵	۰/۰۱۱۴	۹۹/۹۸۸۵	۰/۰۱۱۴	۹۹/۹۸۸۵	۰/۰۱۱۴	۹۹/۹۸۸۵	۰/۰۱۱۴
در طبیعت	۱۲/۳۲	۱/۴×۱۰ ^{-۲۲}	۹/۱×۱۰ ^{-۲۲}	۲/۹×۱۰ ^{-۲۲}	۲/۳×۱۰ ^{-۲۲}	۲/۹×۱۰ ^{-۲۲}	۲/۳×۱۰ ^{-۲۲}	۲/۹×۱۰ ^{-۲۲}
(ساختگی)	(ساختگی)	(ساختگی)	(ساختگی)	(ساختگی)	(ساختگی)	(ساختگی)	(ساختگی)	(ساختگی)

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

ب) یک نمونه طبیعی از عنصر هیدروژن، محلولی از چند ایزوتوپ است؟

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

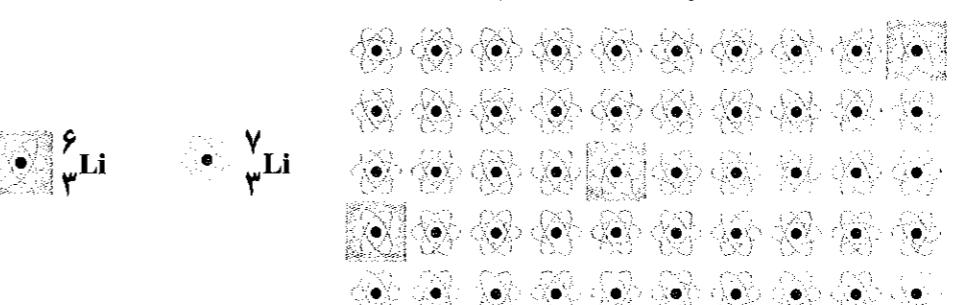
ت) هسته ایزوتوپ‌های ناپایدار، ماندگار نیست و با گذشت زمان متلاشی می‌شود. این ایزوتوپ‌ها پرتوزا هستند و اغلب بر اثر تلاشی افزون بر ذره‌های پرانرژی، مقدار زیادی انرژی نیز آزاد می‌کنند. انتظار دارید چند ایزوتوپ هیدروژن پرتوزا باشد؟

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؟

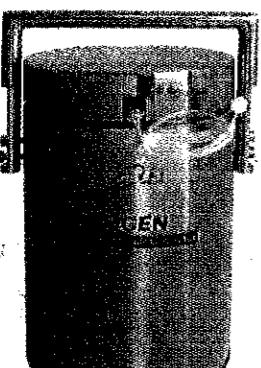
ج) درصد فراوانی^۲ هر ایزوتوپ در طبیعت نشان‌دهنده چیست؟ توضیح دهید.

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

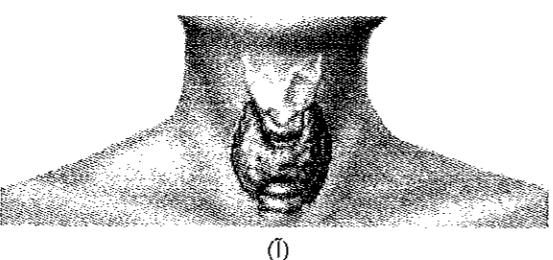


۱- Radioisotope

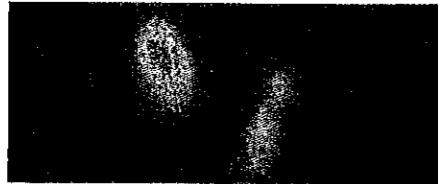
۲- Fractional Abundance



نمونه‌ای از یک مولد رادیوایزوتوپ مس



(۱)



(۲)



(۳)

شکل ۴- (۱) غده پروانه‌ای شکل تیروئید در بدن انسان (۲) تصویر غده تیروئید سالم

(۳) تصویر غده تیروئید ناسالم

● از تکنسیم (^{90}Tc) برای تصویربرداری غده تیروئید استفاده می‌شود زیرا یون یدید با یونی که حاوی ^{99}Tc است، اندازه مشابهی دارد و غده تیروئید هنگام جذب یید، این یون را نیز جذب می‌کند. با افزایش مقدار این یون در غده تیروئید، امکان تصویربرداری فراهم می‌شود.

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

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 شناخته شده‌ترین فلز پرتوزا ای است که یکی از ایزوتوپ‌های آن، اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود (شکل ۵).

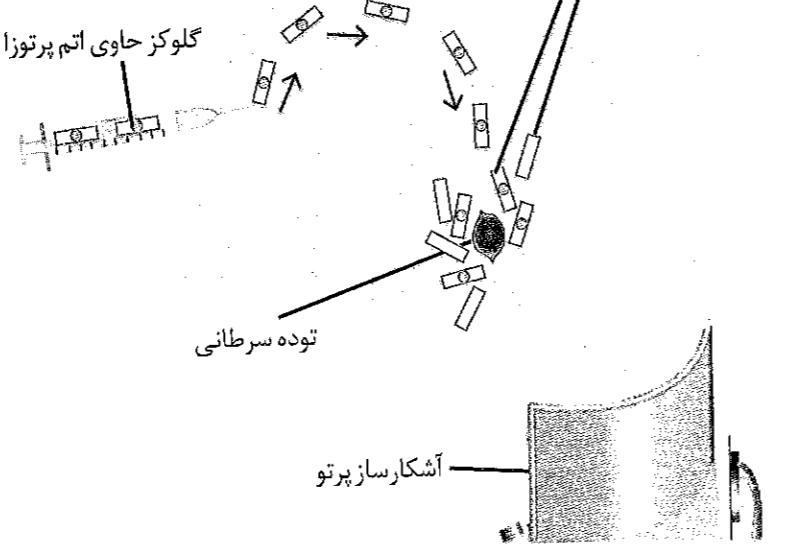
۱- Reactor



● به گلوکر حاوی اتم پرتوزا، گلوکر نشان دار می‌گویند.



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



آیا می‌دانید

پژوهش‌های نشان می‌دهد که مقادیر بسیار کمی از مواد پرتوزا در همه جا یافت می‌شود.

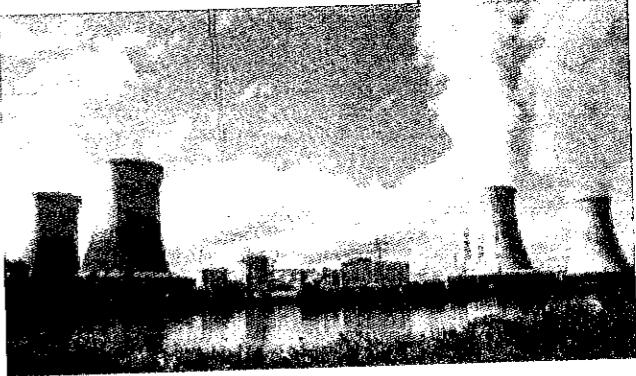
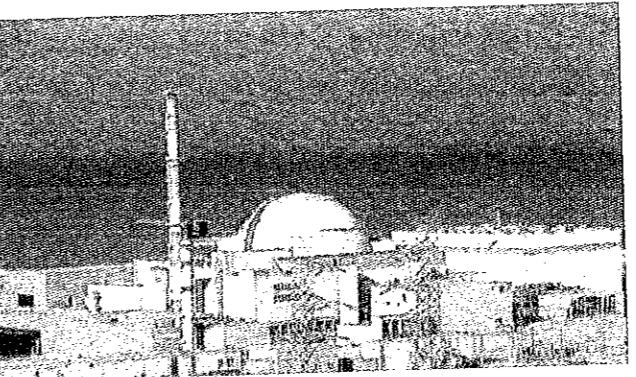
البته میزان پرتوها تایش شده بسیار آندک است و به طور معمول بر سلامت ما اثری نمی‌گذارد. یکی از فراوانترین مواد پرتوزا که در زندگی ما یافتد می‌شود، گاز رادون است. رادون، گازی بی‌رنگ، بی‌بو، بی‌مزه و سنگین‌ترین گاز نجیب موجود در طبیعت است. این گاز را بیوسته در لایه‌های زیرین زمین در واکنش‌های هسته‌ای تولید می‌شود و به دلیل دما و فشار زیاد در آن لایه‌ها به منافذ و ترک‌های موجود در سنگ‌های سازندۀ پوسته زمین نفوذ می‌کند.

طبقه‌بندی عناصر

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 شیوه مناسبی سازماندهی می‌کنند تا بتوان سریع‌تر و آسان‌تر به اطلاعات دسترسی یافت. در علوم سال نهم با اساس طبقه‌بندی عناصر، مواد و جانداران آشنا شدید. شیمی‌دان‌ها نیز ۱۸ 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 عناصر را به دست آورند و براساس آن، رفتار عناصر را پیش‌بینی کنند.

با هم بینندی‌شیمی

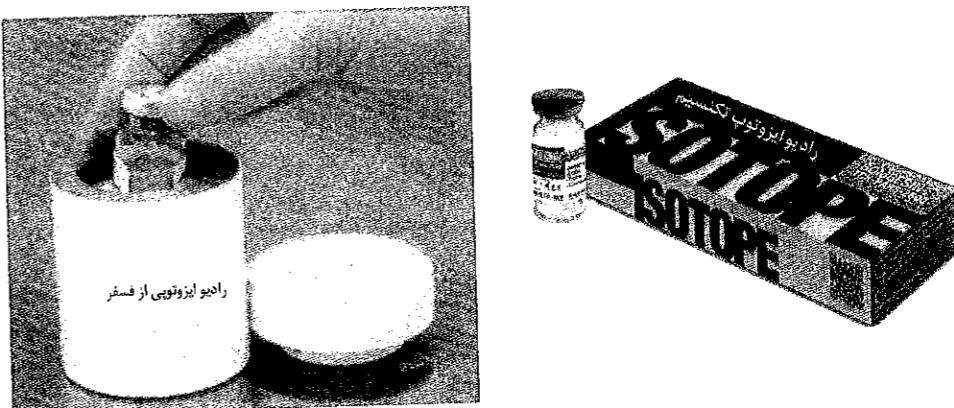
توده‌های سرطانی، یاخته‌هایی هستند که رشد غیرعادی و سریع دارند. شکل زیر اساس استفاده از رادیوایزوتوپ‌ها را برای تشخیص توده سرطانی نشان می‌دهد. با بررسی آن، فرایند تشخیص بیماری را توضیح دهد.



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

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

این ایزوتوپ، ^{235}U بوده که فراوانی آن در مخلوط طبیعی از 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 چرخه تولید سوخت هسته‌ای است. با این کامیابی ستودنی، نام ایران در فهرست ده گانه کشورهای هسته‌ای جهان ثبت شد. با گسترش این صنعت می‌توان بخشی از انرژی الکتریکی مورد نیاز کشور را تأمین نمود (شکل ۶).



شکل ۶- برخی رادیوایزوتوپ‌های تولید شده در ایران

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

آیا می‌دانید

^{56}Fe یک رادیوایزوتوپ است و در تصویربرداری از دستگاه گردش خون به کار می‌رود زیرا یون‌های آن در ساختار هموگلوبین وجود دارند.



جدول دوره‌ای عنصرها

عدد اتمی -

— ۱۳ —

حرب اتمی میانگین

ماد شیمیا بی

۵۷ La لانتان ۱۳۸,۹۰	۵۸ Ce سریم ۱۴۰,۱۰	۵۹ Pr پراسیلوڈیمیم ۱۴۰,۹۰	۶۰ Nd نکودیمیم ۱۴۴,۲۰	۶۱ Pm پرمتھم [۱۴۵]	۶۲ Sm ساماریم ۱۵۰,۴۰
۸۹ Ac اکتینیم [۲۲۷]	۹۰ Th توبرمیم ۲۲۲,۱۰	۹۱ Pa پروتاکتینیم ۲۳۱,۰۰	۹۲ U اورانیم ۲۳۸,۰۰	۹۳ Np لپتوتینیم [۲۳۷]	۹۴ Pu پلوتونیم [۲۴۲]

۶۳ Eu اوریونیم ۱۵۲,۰	۶۴ Gd گادولینیم ۱۵۷,۲	۶۵ Tb تریپتیم ۱۵۸,۹	۶۶ Dy دیسپروزیم ۱۶۲,۵	۶۷ Ho هولیمیم ۱۶۴,۹	۶۸ Er اریزیم ۱۶۷,۳	۶۹ Tm تولیمیم ۱۶۸,۹	۷۰ Yb ایتریم ۱۷۳,۰
۹۵ Am امرسیم [۲۴۳]	۹۶ Cm کوریم [۲۴۷]	۹۷ Bk برکلیم [۲۴۷]	۹۸ Cf کالیفرنیم [۲۵۱]	۹۹ Es ایشتشنیم [۲۵۲]	۱۰۰ Fm فرمنیم [۲۵۷]	۱۰۱ Md مندلیم [۲۵۸]	۱۰۲ No نوبلیم [۲۵۹]

شکل ۷- جدول دوره‌ای عناصرها. در این جدول هر عنصر با نماد یک یا دو حرفی نشان داده شده است. در هر نماد، حرف اول نام لاتین عنصر به صورت 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.

● آیا تاکنون به اطلاعات داده شده در بلیت قطار، هوابیما، اتوبوس یا تابلوی نمایش زمان حرکت آنها دقت کرده‌اید؟ در دسته‌بندی عنصرها به روش‌های دیگر، اطلاعاتی جمع‌آوری و نتایج خود را به کلاس گزارش کنید.

و مجموعه‌ای از شناسه‌ها به کار رفته است. اگر با این نشانه‌ها آشنا نباشید، برای یافتن اطلاعات مفید سردرگم خواهید شد.

در میان تارنماها

با مراجعه به منابع علمی معتبر مانند وبگاه «انجمن شیمی ایران» و وبگاه «آیوپاک» درباره دسته‌بندی عنصرها به روش‌های دیگر، اطلاعاتی جمع‌آوری و نتایج خود را به کلاس گزارش کنید.

خلاصه‌نویسی‌ها، واژه‌های مخفف و مجموعه‌ای از شناسه‌ها به کار رفته است. اگر با این نشانه‌ها آشنا نباشید، برای یافتن اطلاعات مفید

سردرگم خواهید شد.

خود را بیازمایید

۱- با استفاده از جدول دوره‌ای، موقعیت (دوره و گروه) عنصرهای آلومینیم (Al_{13}), کلسیم (Ca_2)، منگنز (Mn_{25}) و سلنیم (Se_{44}) را تعیین کنید.

۲- هلیم (He_1) عنصری است که تمایل به انجام واکنش شیمیایی ندارد. پیش‌بینی کنید کدام یک از عنصرهای زیر، رفتاری مشابه با آن دارد؟ چرا؟

(آ) Ar_{18} (ب) C_{14} (پ) S_{16}

۳- اتم فلور (F_9) در ترکیب با فلزها به یون فلورید (F^-) تبدیل می‌شود. اتم کدام یک از عنصرهای زیر، می‌تواند آنیونی با بار الکتریکی همانند یون فلورید تشکیل دهد؟ چرا؟

(آ) Rb_{37} (ب) Br_{35} (پ) P_{15}

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

(آ) K_{19} (ب) Ga_{31} (پ) N_{7}

آیا می‌دانید

آیوپاک (IUPAC)، اتحادیه بین‌المللی شیمی محض و کاربردی است که یکاهای، نمادهای، قراردادهای قواعد فرمول‌نویسی و نام‌گذاری و... را ارائه می‌کند. جدول دوره‌ای عنصرها نیز به تأیید آیوپاک رسیده است.

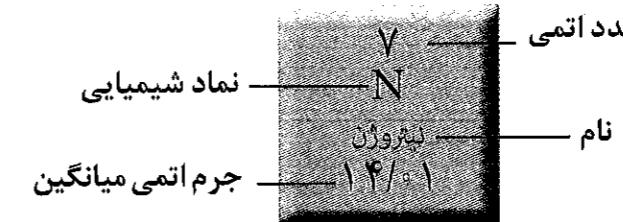


شکل ۹- جرم یک کامیون را با باسکول و یکای تن، جرم هندوانه را با ترازوی معمولی و یکای کیلوگرم و جرم طلا را با ترازوهای دقیق‌تر و یکای گرم می‌سنجند.

در جدول دوره‌ای^۱ (تناوبی) امروزی، عنصرها بر اساس افزایش عدد اتمی^۲ سازماندهی شده‌اند، به طوری که جدول دوره‌ای عنصرها از عنصر هیدروژن با عدد اتمی یک ($Z=1$) آغاز و به عنصر شماره ۱۱۸ ختم می‌شود. این جدول، ۷ دوره، ۷ گروه^۳ و ۱۸ گروه^۴ دارد. هر رده‌یافی در جدول، که نشان دهنده چیدمان عنصرها بر حسب 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.

آیا می‌دانید

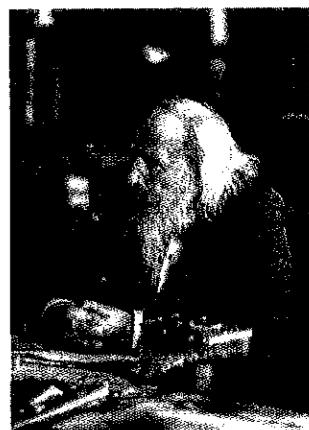
هر خانه از جدول به یک عنصر معین تعلق دارد و حاوی برخی اطلاعات شیمیایی آن عنصر است. برای نمونه خانه شماره هفت به عنصر نیتروژن تعلق دارد که اطلاعات آن به صورت زیر است:



بزرگ‌ترین پیشرفت در زمینه دسته‌بندی عنصرها با کارهای مندلیف (۱۸۰۷-۱۸۳۴ میلادی) به دست آمد. مندلیف یک معلم شیمی‌اهل روسیه بود که به وجود روند تناوبی میان عنصرها مشابه با شیوه‌ای که اموز می‌شناسیم، پی‌برد.

نمادهای عددی و خلاصه‌نویسی‌های در جدول دوره‌ای، اطلاعات مفیدی درباره عنصرها ارائه می‌کند. با استفاده از این نشانه‌ها و فراگیری مهارت استفاده از جدول می‌توان اطلاعاتی مانند شماره گروه، دوره، شماره ذره‌های زیراتمی و... را برای یک عنصر به دست آورد (شکل ۸).

نماد عنصر	نام عنصر	شماره گروه	شماره دوره	عدد اتمی
Fe	آهن	۱۴	۴	۲۶
C	کربن	۶	۲	۶
P	فسفر	۵	۳	۱۵
O	اکسیژن	۶	۲	۸
He	هلیم	۱	۲	۲



شکل ۸- ارائه اطلاعات برخی عنصرها با استفاده از جدول دوره‌ای و داده‌های آن

۱- Periodic Table

۲- Atomic Number

۳- Period

۴- Group

جدول ۱- برخی ویژگی‌های ذره‌های زیراتومی

نام ذره	نامه	جرم (amu)	بار الکتریکی (سیمی)
الکترون	۰	۰/۰۰۰۵	۱/۱۵
پروتون	۱	۱/۰۰۷۳	۱/۱۴
نوترون	۰	۱/۰۰۸۷	۰

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

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

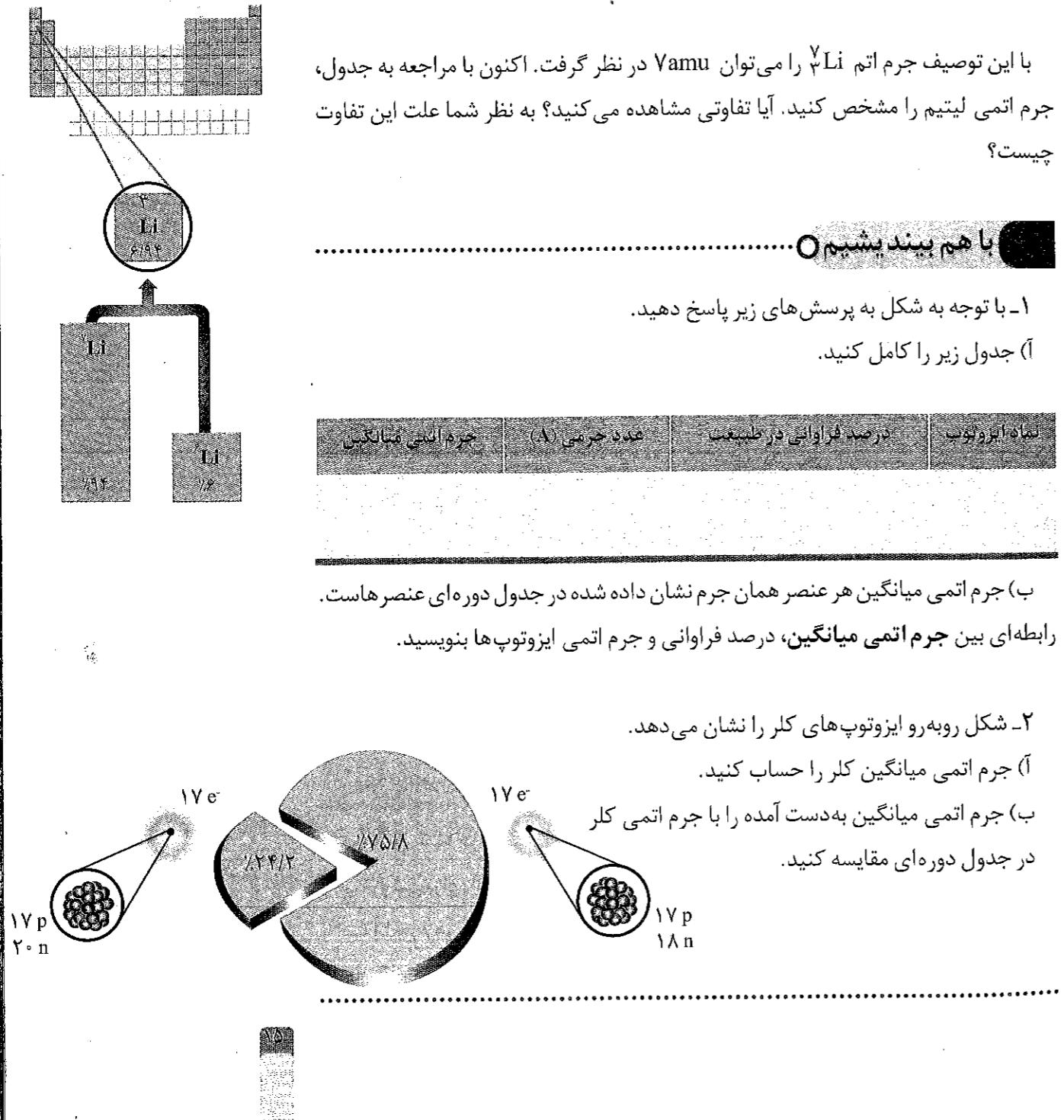
با هم بینند بشیم

- ۱- با توجه به شکل به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.
 آ) جدول زیر را کامل کنید.

نامه ایزوتوپ	درصد فراوانی در طبیعت	جرم اتمی میانگین
H_1	۹۹%	۱/۰۰۸ amu
H_2	۱%	۲/۰۱۶ amu
H_3	۰%	۰

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

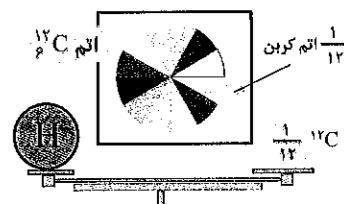
- ۲- شکل رو به رو ایزوتوپ‌های کلر را نشان می‌دهد.
 آ) جرم اتمی میانگین کلر را حساب کنید.
 ب) جرم اتمی میانگین به دست آمده را با جرم اتمی کلر در جدول دوره‌ای مقایسه کنید.



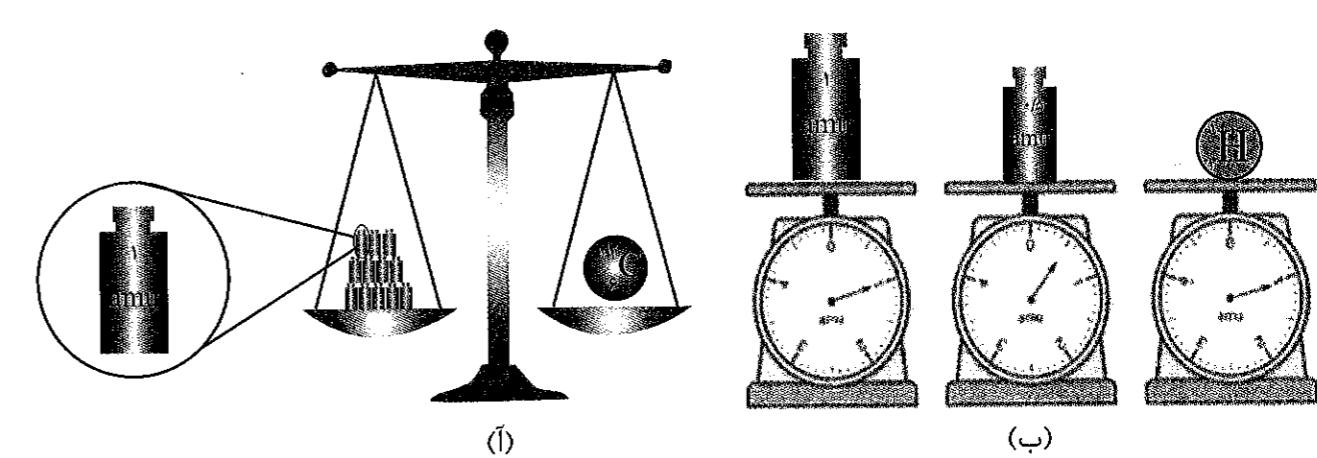
با این توصیف، ترازوهایی که برای اندازه‌گیری جرم مواد گوناگون به کار می‌رود، دقت اندازه‌گیری متفاوتی دارد؛ برای نمونه، دقت باسکول‌های تنی تا یک دهم تن و دقت ترازوی زرگری تا یک صدم گرم است. با استفاده از باسکول چند تنی نمی‌توان جرم یک هندوانه را اندازه‌گیری کرد؛ زیرا جرم هندوانه از دقت اندازه‌گیری این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

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

اتم‌ها بسیار ریزند به طوری که نمی‌توان آنها را به طور مستقیم مشاهده و جرم آنها را اندازه‌گیری کرد؛ به همین دلیل دانشمندان مقیاس جرم نسبی را برای تعیین جرم اتم‌ها به کار می‌برند. مطابق این مقیاس، جرم اتم‌ها را با وزنه‌ای می‌سنجند که جرم آن $\frac{1}{12}$ جرم ایزوتوپ کربن -12 است (شکل ۱۰-۱۲). به این وزنه، یکای جرم اتمی^۱ (amu) می‌گویند.



● الگویی دیگر برای نمایش amu



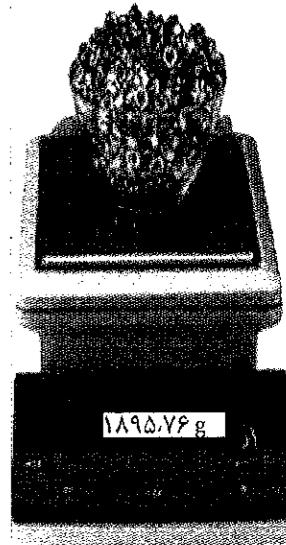
شکل ۱۰-۱۲) اگر جرم یک ایزوتوپ کربن -12 را برابر با عدد 12 در نظر بگیریم، سپس این عدد را به 12 بخش یکسان تقسیم کنیم، هر بخش را 1amu می‌نامند؛ به این ترتیب مقیاسی به دست می‌آید که به کمک آن می‌توان جرم همه اتم‌ها را اندازه‌گیری کرد. ب) اگر در این ترازوی فرضی به جای ایزوتوپ کربن -12 ، ایزوتوپ H_3 قرار گیرد، جرم $1/008\text{ amu}$ به دست می‌آید.

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

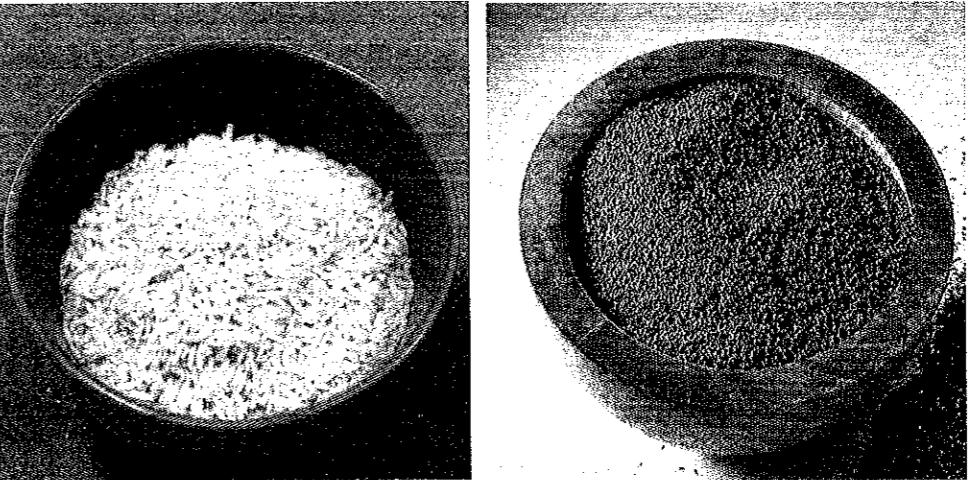
● یکای جرم اتمی را با نماد u نیز نشان می‌دهند. برای نمونه جرم اتمی هیدروژن برابر است با $1/008\text{ amu}$.

شمارش ذره‌ها از روی جرم آنها

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



اگر جرم هر مهره به طور میانگین ۴/۲۹ گرم باشد، برآورده کنید در این ظرف چند مهره وجود دارد؟ (جرم ظرف برابر با ۴۵۰۰ گرم است).



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

با هم بینندیشیم

(آ) جدول زیر را کامل کنید.

دانه	حجم ۱ عدد (گرم)	حجم ۰۵ عدد (گرم)	حجم ۰۱ عدد (گرم)
کاغذ آف	۴۵۰
عدس	۵۶
برنج	۲۲
خاکشیر	۲

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

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

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



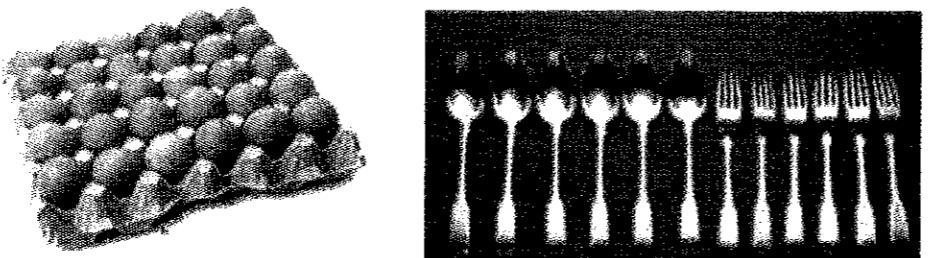
برنج ایرانی
وزن: ۴۰.۴۹
پارکد
۱۴۲۶۰۰۷۹ ص

آیا می‌دانید

برخی فضایی‌ها با خود طیفسنج جرمی حمل می‌کنند و از آن برای شناسایی عنصرهای ناقاط گوناگون فضایی‌ها می‌گیرند.

- ۱- دانشمندان با استفاده از دستگاهی به نام طیفسنج جرمی^۱، جرم اتم‌های را بدقت زیاد اندازه‌گیری می‌کنند. اگر بدانید که جرم یک اتم هیدروژن برابر با $1\text{ amu} = 1/66 \times 10^{-24} \text{ g}$ است، حساب کنید در نمونه یک گرمی از عنصر هیدروژن، چند اتم هیدروژن وجود دارد؟
- ۲- به عدد به دست آمده در پرسش ۱، عدد آووگادرو^۲ می‌گویند و آن را با N_A نشان می‌دهند. اکنون مشخص کنید اگر به تعداد N_A اتم هیدروژن در یک نمونه موجود باشد، جرم آن چند گرم است؟

در زندگی روزانه نیز برای بیان شمارش از یکاهای گوناگونی استفاده می‌شود (شکل ۱۲).



آیا می‌دانید

هر کهکشان در جهان هستی در حدود ۴۰۰ میلیارد ستاره در خود دارد. همچنین تعداد کهکشان‌های جهان هستی حدود ۱۳۰ میلیارد برآورد می‌شود، در این صورت در جهان هستی حدود ۰/۰۸ مول ستاره وجود دارد (چرا؟).

شکل ۱۲- استفاده از شانه و دست به ترتیب برای شمارش تخم مرغ و قاشق و چنگال محاسبه را آسان تر می‌کند.

نقش N_A در شیمی مانند نقش شانه در شمارش تعداد تخم مرغ هاست با این تفاوت چشمگیر که عدد آووگادرو، عدد بسیار بزرگی است. شیمی‌دان‌ها به $10^{23} \times 6/02$ از هر

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

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

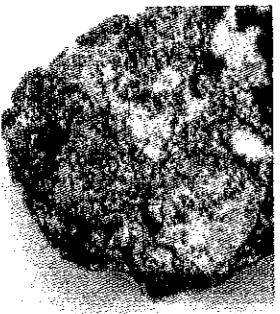
ت) آیا جرم هر یک از دانه‌های برنج موجود در نمونه با جرم به دست آمده در ستون چهارم جدول برابر است؟ توضیح دهید.

● گرم، رایج ترین پکای اندازه‌گیری
جرم در آزمایشگاه شناخته می‌شود؛
این در حالی است که پکای جرم
اتمی، پکای بسیار کوچکی برای
جرم به شمار می‌آید و کار با آن در
آزمایشگاه در عمل ناممکن است.

ذره، یک مول از آن ذره می‌گویند به طوری که جرم یک مول ذره بر حسب گرم، جرم مولی آن
نامیده می‌شود (شکل ۱۳).

آیا می‌دانید

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



خود را بیازمایید

- ۱- با استفاده از $1 \text{ mol Al} = 27 \text{ g Al}$ و عامل‌های تبدیل مناسب حساب
کنید:
ا) ۵ مول آلومینیم چند گرم جرم دارد؟
ب) ۰.۸ گرم گوگرد چند مول گوگرد است؟
۲- دانش‌آموزی برای تعیین تعداد اتم‌های موجود در 2×10^{-23} مول فلز روی، محاسبه زیر را به
درستی انجام داده است. هر یک از جاهای خالی را پر کنید.

$$? \text{ atom Zn} = 0 / 2 \text{ mol Zn} \times \frac{\dots \text{ atom Zn}}{\dots \text{ mol Zn}} = 1 / 2 \times 10^{23} \text{ atom Zn}$$

۳- حساب کنید $10^{-3} \times 10^{-20}$ اتم مس، چند مول و چند گرم مس است؟

نور، کلید شناخت جهان

آیاتاکنون با خود اندیشیده‌اید، چگونه می‌توان به اجزای سازنده خورشید و ستاره‌ها پرورد؟
چگونه می‌توان دمای خورشید را اندازه‌گیری کرد؟ آیا با دماسنجهای معمولی می‌توان دمای
خورشید را اندازه‌گیری کرد؟

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

به دلیل اینکه خورشید و دیگر اجرام آسمانی از ما بسیار دور هستند، ویژگی‌های آنها را

نمی‌توان به طور مستقیم اندازه‌گیری کرد. همچنین دمای اجسام بسیار داغ را نمی‌توان با
ابزاری مانند دماسنجه تعیین کرد؛ زیرا دماسنجه در این دماها ذوب می‌شود؛ با این توصیف
چگونه می‌توان دمای خورشید، اجزای سازنده آن و دمای شعله‌های بسیار داغ را تعیین کرد
و اطلاعات ارزشمندی از آنها به دست آورد؟

نور، امکان یافتن پاسخ این پرسش‌ها را فراهم می‌آورد. نوری که از ستاره یا سیاره‌ای به
ما می‌رسد، نشان می‌دهد که آن ستاره یا سیاره از چه ساخته شده و دمای آن چقدر است؟
دانشمندان با دستگاهی به نام طیف‌سنج 10^{-23} می‌توانند از پرتوهای گسیل شده از مواد گوناگون،
اطلاعات ارزشمندی درباره آنها به دست آورند. اینکه نور چیست؟ چگونه تولید می‌شود؟
حمل چه اطلاعاتی است؟ پرسش‌های مهمی است که در ادامه، پاسخ آنها را خواهید یافت.

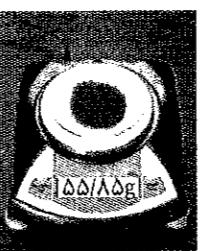
نور خورشید، اگرچه سفید به نظر می‌رسد اما با عبور از قطره‌های آب موجود در هوا، که
پس از بارش هنوز در هوا پراکنده است، تجزیه می‌شود و گستره‌ای پیوسته از رنگ‌ها را ایجاد
می‌کند. این گستره رنگی، شامل بی‌نهایت طول موج از رنگ‌های گوناگون است (شکل ۱۴).

۱- Light

۲- Spectrometer

آیا می‌دانید

آمدلو آووگادرو ۱۸۵۶-۱۷۷۶
میلادی شیمی‌دان پرآوازه‌ایتالیایی
که به افتخار او شمار ذره‌های موجود
در یک مول ماده، عدد آووگادرو
نام‌گذاری شده است.



$$= 6 \times 10^{23} \text{ atom Fe}$$

$$1 \text{ mol Fe} = 55/85 \text{ g Fe}$$



$$= 6 \times 10^{23} \text{ atom C}$$

$$1 \text{ mol C} = 12/01 \text{ g C}$$

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

با استفاده از هم‌ارزی میان کمیت‌ها می‌توان آنها را به یکدیگر تبدیل کرد به طوری که
برای هر هم‌ارزی می‌توان دو عامل (کسر) تبدیل^۱ نوشت. در این عامل‌ها، صورت و مخرج هر
یک شامل عددی همراه با یکاست؛ برای نمونه از هم‌ارزی $1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$ می‌توان این دو

عامل تبدیل را نوشت:

$$\frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} \quad \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}}$$

از این عامل‌ها می‌توان در تبدیل متر به سانتی‌متر و برعکس استفاده کرد؛ برای نمونه به

$$? \text{ cm} = 0 / 1 \text{ m} \times \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} = 100 \text{ cm}$$

به همین ترتیب برای $C = 12/01 \text{ g}$ می‌توان دو عامل تبدیل به صورت زیر
نوشت:

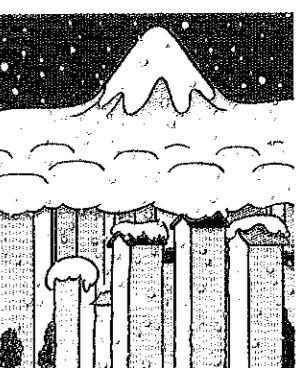
$$\frac{1 \text{ mol C}}{12/01 \text{ g C}} \quad \frac{12/01 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}}$$

بنابراین برای تبدیل جرم 6 g کربن به مول‌های آن می‌توان نوشت:

$$? \text{ mol C} = 0 / 1 \text{ g C} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12/01 \text{ g C}} = 0.05 \text{ mol C}$$

آیا می‌دانید

اگر 6×10^{23} دانه برف در سطح
ایران بیارد، لایه‌ای از برف به ارتفاع
قله دنا (4500 m) = همه کشور را
می‌پوشاند.



۱- Conversion Factor