



به نام خداوند جان و خرد  
کزین برتر اندیشه برنگذرد



شیمی نامه دهم  
علیرضا مدنی

## مقدمه

کتابی که در پیش رو دارید برای آمادگی در امتحانات تشریحی شیمی دهم تألیف شده است. روال مطالعه این کتاب به این صورت است که ابتدا براساس جلسات آموزشی این کتاب، صفحات مشخص شده در کتاب درسی را به طور دقیق خوانده و سپس مطالب جلسه مربوطه را مطالعه می‌کنید. پس از آن نوبت به پاسخگویی سوالات این کتاب می‌شود که از آسان به سخت مرتب شده‌اند و عبارتند از: ۱- پرسش‌های سردوراهی ۲- پرسش‌های پر کردنی ۳- پرسش‌های از این ستون به اون ستون ۴- پرسش‌های درست یا نادرست ۵- پرسش‌های شرح دادنی ۶- پرسش‌های محاسباتی. در ضمن بیست آزمون ترم و پایانی در سه سطح ساده، متوسط و سخت طراحی شده که برای دوره و تمرین در شب‌های امتحانی به کار آمده و معلمان عزیز می‌توانند از این آزمون‌ها در کلاس‌های خود استفاده کنند.



در هر جلسه آموزشی خواهر و برادری دو قلو و بحث‌های آموزشی را به همراه معلم خود دنبال کرده و با سوالات خود خواننده را به اهداف آموزشی هر جلسه نزدیک‌تر می‌کنند.

پاسخ تشریحی تمامی پرسش‌های مطرح شده در انتهای کتاب آمده است و برای سوالات درجه سختی در نظر گرفته شده است نماد (S) برای سوالات متوسط نماد (M) برای سوالات سخت و سوالات ساده هیچ نمادی ندارد. در قسمت پرسش‌های شرح دادنی و محاسباتی تمام سوالات کتاب درسی آورده شده و پاسخ تشریحی آن نیز در قسمت پاسخنامه داده شده است.

## تشکرنامه

این کتاب با حمایت‌ها و راهنمایی‌های دوست و همکار عزیزم جناب آقای بهمن بازرگانی تألیف شده است. بدون شک ایشان یکی از ارکان آموزش مفهومی شیمی ایران بوده و بسیاری از داوطلبان کنکور و دانش‌آموزان از کتاب‌هایشان بهره‌مند شده‌اند. همکار گرامی سرکار خانم لیلا محمدی املشی پیش‌نویس این کتاب را مطالعه کرده و ایرادهای آن را به من گوشزد کرده‌اند که از ایشان کمال تشکر را دارم.

هنرمند گرامی جناب آقای مهدی فرد ترسیم طرح‌های کارتونی داخل کتاب و نیز طراحی جلد کتاب را بر عهده داشته‌اند.

دانش‌آموز عزیز خانم مهسا اسدی انار در بازخوانی و بررسی کتاب پیش از چاپ مرا یاری داده‌اند.

سرکار خانم معصومه عزیزی در تایپ و صفحه‌آرایی این کتاب سنگ تمام گذاشته‌اند.

سرکار خانم مینا غلام احمدی زحمات زیادی در رسم شکل‌ها و نمودارها متحمل شده‌اند.

خانم‌ها رضیه صفریان و سمانه ایمان فرد در تکمیل طرح پشت و روی جلد همکاری نموده‌اند.

در پایان از دبیران، اساتید شیمی و خوانندگان عزیز این کتاب تقاضا دارم از راه‌های زیر بنده را از نظرات و پیشنهادات خود بهره‌مند سازند.

علیرضا تمدنی

 Chemoba

 atamaddony

### فصل اول: کیهان زادگاه الفبای هستی

صفحه

- جلسه ۱ BigBang! (از صفحه یک تا صفحه ۴ کتاب درسی) ..... ۶
- جلسه ۲ مطالبی توپ درباره ایزوتوپ! (از صفحه ۵ تا صفحه ۹ کتاب درسی) ..... ۱۰
- جلسه ۳ عموا! (amu) (از صفحه ۹ تا صفحه ۱۵ کتاب درسی) ..... ۱۸
- جلسه ۴ عدد آووگادرو - مول - جرم مولی (از صفحه ۱۶ تا صفحه ۱۹ کتاب درسی) ..... ۲۶
- جلسه ۵ نور - نشر نور - طیف نشری (از صفحه ۱۹ تا صفحه ۲۳ کتاب درسی) ..... ۳۲
- جلسه ۶ مدل کوانتومی اتم (از صفحه ۲۴ تا صفحه ۲۷ کتاب درسی) ..... ۳۹
- جلسه ۷ همیشه زیر یک لایه، یک زیرلایه هست! (از صفحه ۲۷ تا صفحه ۳۰ کتاب درسی) ..... ۴۶
- جلسه ۸ آرایش الکترونی (از صفحه ۳۰ تا صفحه ۳۴ کتاب درسی) ..... ۵۰
- آزمون‌های میان ترم اول** (شامل ۵ آزمون ساده - متوسط - سخت) (از صفحه ۱ تا صفحه ۳۴ کتاب درسی) ..... ۵۸
- جلسه ۹ آرایش الکترون - نقطه‌ای (از صفحه ۳۴ تا صفحه ۳۸ کتاب درسی) ..... ۶۸
- جلسه ۱۰ پیوند یونی و پیوند کووالانسی (از صفحه ۳۸ تا صفحه ۴۱ کتاب درسی) ..... ۷۴

### فصل دوم: رَدپای گازها در زندگی

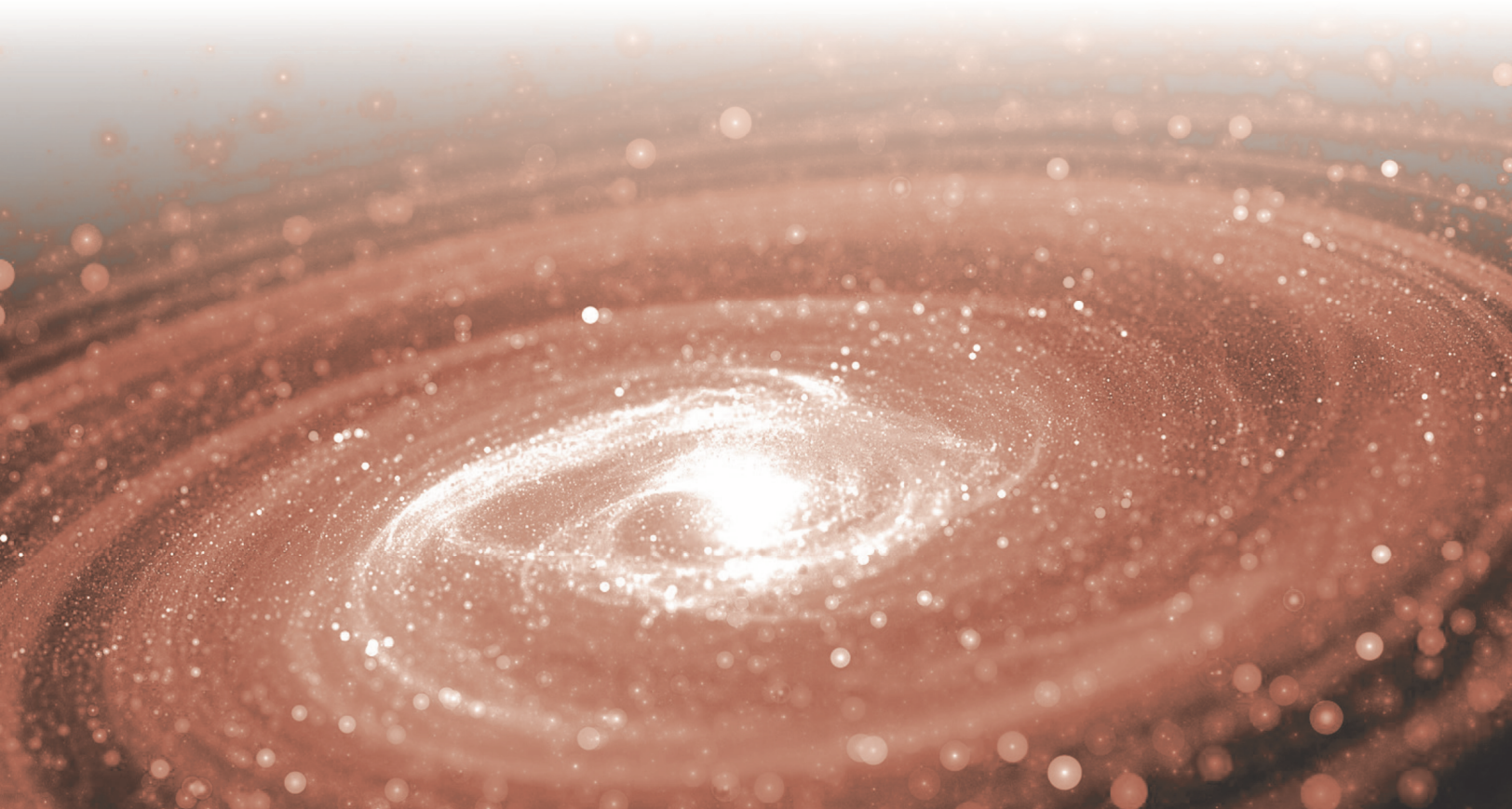
- جلسه ۱۱ ایستگاه اتمسفر! (از صفحه ۴۵ تا صفحه ۴۸ کتاب درسی) ..... ۸۶
- جلسه ۱۲ گازهای سازنده هوا (از صفحه ۴۸ تا صفحه ۵۱ کتاب درسی) ..... ۹۱
- جلسه ۱۳ ساختار لوویس (از صفحه ۵۲ تا صفحه ۵۶ کتاب درسی) ..... ۹۷
- جلسه ۱۴ رفتار اکسیدهای فلزی و نافلزی (از صفحه ۵۶ تا صفحه ۶۰ کتاب درسی) ..... ۱۰۴
- جلسه ۱۵ موازنه (از صفحه ۶۱ تا صفحه ۶۴ کتاب درسی) ..... ۱۱۰
- آزمون‌های پایان ترم اول** (شامل ۵ آزمون ساده - متوسط - سخت) (از صفحه ۱ تا صفحه ۶۴ کتاب درسی) ..... ۱۱۷
- جلسه ۱۶ CO<sub>2</sub> و گرمایش زمین (از صفحه ۶۴ تا صفحه ۶۹ کتاب درسی) ..... ۱۲۷
- جلسه ۱۷ توسعه پایدار با شیمی سبز (از صفحه ۷۰ تا صفحه ۷۳ کتاب درسی) ..... ۱۳۴
- جلسه ۱۸ دوری و دوستی! (از صفحه ۷۳ تا صفحه ۷۶ کتاب درسی) ..... ۱۳۸
- جلسه ۱۹ رفتار گازها (از صفحه ۷۷ تا صفحه ۸۰ کتاب درسی) ..... ۱۴۴
- جلسه ۲۰ استوکیومتری واکنش (از صفحه ۸۰ تا صفحه ۸۲ کتاب درسی) ..... ۱۵۰

### فصل سوم: آب، آهنگ زندگی

- جلسه ۲۱ آب کره (از صفحه ۸۵ تا صفحه ۸۸ کتاب درسی) ..... ۱۶۰
- جلسه ۲۲ ترکیب‌های یونی چند اتمی (از صفحه ۸۹ تا صفحه ۹۲ کتاب درسی) ..... ۱۶۵
- آزمون‌های میان ترم دوم** (شامل ۵ آزمون ساده - متوسط - سخت) (از صفحه ۶۴ تا صفحه ۹۳ کتاب درسی) ..... ۱۷۴
- جلسه ۲۳ درصد جرمی و ppm (از صفحه ۹۳ تا صفحه ۹۷ کتاب درسی) ..... ۱۸۴
- جلسه ۲۴ غلظت مولار (از صفحه ۹۷ تا صفحه ۱۰۰ کتاب درسی) ..... ۱۹۰
- جلسه ۲۵ انحلال پذیری (از صفحه ۱۰۰ تا صفحه ۱۰۳ کتاب درسی) ..... ۱۹۸
- جلسه ۲۶ قطبی و ناقطبی (از صفحه ۱۰۳ تا صفحه ۱۰۵ کتاب درسی) ..... ۲۰۷
- جلسه ۲۷ پیوند هیدروژنی (از صفحه ۱۰۵ تا صفحه ۱۰۹ کتاب درسی) ..... ۲۱۳
- جلسه ۲۸ انحلال مولکولی، انحلال یونی (از صفحه ۱۰۹ تا صفحه ۱۱۳ کتاب درسی) ..... ۲۲۰
- جلسه ۲۹ انحلال پذیری گازها در آب (از صفحه ۱۱۳ تا صفحه ۱۱۶ کتاب درسی) ..... ۲۲۸
- جلسه ۳۰ روش‌های تصفیه آب (از صفحه ۱۱۶ تا صفحه ۱۱۹ کتاب درسی) ..... ۲۳۴
- آزمون‌های پایان سال** (شامل ۵ آزمون ساده - متوسط - سخت) (از کل کتاب درسی) ..... ۲۴۰
- پاسخ تشریحی سوالات ..... ۲۴۹

فصل اول

# کیهان زادگاه الفبای هستی





## Big Bang!<sup>۱</sup>

طبق نظر برخی دانشمندان کیهان از انفجاری مهیب به نام **مهبانگ** که هنوز کسی دلیل آن را نمی‌داند شکل گرفته است، این انفجار در کسری از ثانیه رخ داده است. پس از انفجار بزرگ یا همان مهبانگ، **الکترون‌ها، پروتون‌ها و نوترون‌ها** که ذرات زیراتمی نامیده می‌شوند به وجود آمده‌اند. نخستین عنصر کیهان یعنی **هیدروژن** از کنار هم قرار گرفتن الکترون و پروتون به وجود آمده است. از اتصال اتم‌های هیدروژن به هم، **هلیوم** به وجود آمده است. با گذشت زمان و با کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیوم فشرده شده و مجموعه‌های گازی به نام **سحابی** را ایجاد کردند. بعدها این سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شدند. درون سحابی‌ها، گازها فشرده و فشرده‌تر شده و یک هسته مرکزی سنگین تشکیل می‌شود. جاذبه هسته مرکزی سبب می‌شود که سایر گازها از جمله هیدروژن و هلیوم به دور آن چرخیده و با انجام واکنش‌های همجوشی هسته‌ای، نور و گرمای عظیمی تولید شده و **ستاره** متولد می‌شود.



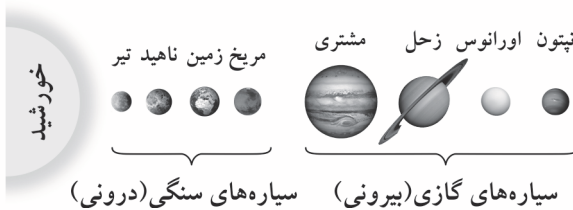
### پیششیدا منظور از واکنش‌های همجوشی هسته‌ای چیست؟!

ابتدا اجازه بدهید واکنش هسته‌ای را تعریف کنیم. واکنش هسته‌ای واکنشی است که در آن هسته اتم‌ها دچار تغییر می‌شوند. واکنش‌های هسته‌ای به دو صورت انجام می‌گیرند.

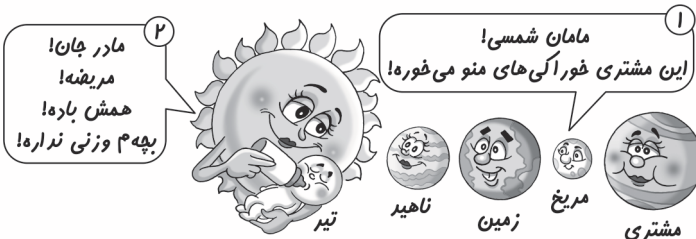
- ۱- **واکنش همجوشی هسته‌ای:** که در آن‌ها هسته‌های چند اتم سبک به هم جوش خورده و یک اتم سنگین‌تر را به وجود می‌آورند. مثلاً هسته چهار اتم هیدروژن به هم جوش خورده و اتم هلیوم به وجود آمده و مقدار زیادی انرژی آزاد می‌شود که آن را انرژی هسته‌ای می‌نامیم.
- ۲- **واکنش تلاشی (فروپاشی) هسته‌ای:** در این نوع واکنش‌ها هسته یک اتم سنگین‌تر شکافته شده و اتم‌های سبک‌تر به وجود می‌آیند که البته انرژی هسته‌ای زیادی نیز در این میان تولید می‌شود. مثلاً اورانیوم در اثر فروپاشی هسته‌ای به اتم‌های سبک‌تری تبدیل می‌شود. **فَب کجا بودیم؟** *بله داشتیم می‌گفتم که ستاره‌ها متولد شدند و رشد کردند و از واکنش‌های همجوشی آنها عناصر سنگین و سنگین‌تری تشکیل شدند.* با مرگ ستاره یک انفجار رخ داده و عناصر تشکیل دهنده آن در فضا پراکنده می‌شوند. *تصور کنید طلا و تهره است که در حال پخش شدن در فضا است.*

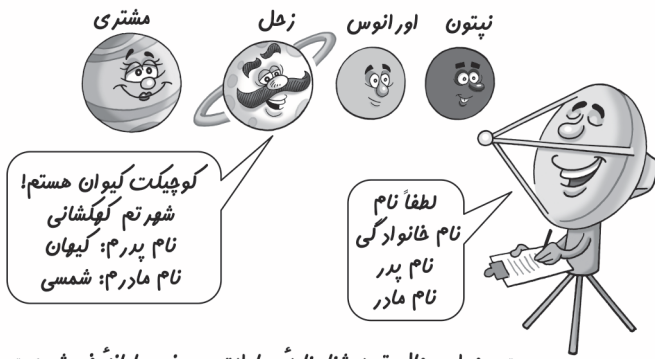


### عذر می‌خواهم! سیارات سامانه خورشیدی چگونه به وجود آمده‌اند؟



در علوم نهم خواندید که همه اعضای سامانه خورشیدی یا منظومه شمسی، از ابر عظیم و چرخانی متشکل از گاز و غبار به نام سحابی خورشیدی تشکیل شده‌اند. امروزه دانشمندان معتقدند که سیاره به جرمی گفته می‌شود که در مداری به دور خورشید می‌چرخد و دارای جرم کافی برای ایجاد شکل کروی و جذب اجرام کوچک‌تر اطراف مدار خود می‌باشد. منظومه شمسی شامل هشت سیاره است که به دو گروه سنگی و گازی تقسیم می‌شوند. گروه اول که شامل تیر (عطارد)، ناهید (زهره)، زمین (ارض) و بهرام (مریخ) است را سیاره‌های سنگی (درونی) می‌نامند و گروه دوم که شامل مشتری (برجیس)، کیوان (زحل)، اورانوس و نپتون است را سیاره‌های گازی (بیرونی) می‌نامند.





کوپیکت کیوان هستم!  
شهر تم ککشانی  
نام پدرم: کیهان  
نام مادرم: شمس

لطفاً نام  
نام خانوادگی  
نام پدر  
نام مادر

«وویجرا در حال تهیه شناسنامه سیارات پرونی سامانه خورشیدی»

اطلاعات فیزیکی سیارات مانند دما و فشار آن‌ها می‌باشد. اطلاعات شیمیایی مانند نوع عنصرهای سازنده، ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آن‌ها و ترکیب درصد این مواد می‌باشد.

پخشید! منظورمان از شناسنامه فیزیکی و شیمیایی (این سیاره‌ها) چیست؟



### پرسش‌های سر دو راهی

با توجه به عبارت داده شده گزینه مناسب را از بین دو گزینه داده شده انتخاب کنید.

- ۱- شیمی‌دان‌ها با مطالعه خواص و رفتار ماده و همچنین برهم‌کنش کدام مورد زیر با ماده سهم بسزایی در شناخت جهان هستی داشته‌اند؟  
(آ) جرم  
(ب) نور
- ۲- پاسخ پرسش «هستی چگونه پدید آمده است» در کدام قلمرو می‌گنجد؟  
(آ) علوم تجربی  
(ب) آموزه‌های الهی
- ۳- پاسخ پرسش «جهان کنونی چگونه شکل گرفته است» در کدام قلمرو می‌گنجد؟  
(آ) علوم تجربی  
(ب) آموزه‌های الهی
- ۴- تلاش‌های کدام علوم سبب شد تا دانش ما درباره جهان مادی افزایش یابد؟  
(آ) علوم انسانی  
(ب) علوم تجربی
- ۵- انسان اولیه با نگاه به آسمان و مشاهده چه چیزی در پی فهم نظام و قانونمندی در آسمان بوده است؟  
(آ) ستاره‌ها  
(ب) سیاره‌ها
- ۶- سفر طولانی و تاریخی دو فضایی‌م‌ویجر ۱ و ۲ برای شناخت بیشتر کدام یک از موارد زیر بوده است؟  
(آ) کهکشان راه شیری  
(ب) سامانه خورشیدی
- ۷- آخرین تصویری که وویجر ۱ از کره زمین گرفت از چه فاصله‌ای بوده است؟  
(آ) ۷ میلیارد کیلومتری زمین  
(ب) ۷ میلیون کیلومتری زمین
- ۸- مأموریت دو فضایی‌م‌ویجر، کسب اطلاعات از کدام سیاره‌ها بود؟  
(آ) مشتری، زحل، اورانوس، نپتون  
(ب) تیر، ناهید، مریخ
- ۹- یکی از پرسش‌های مهمی که شیمی‌دان‌ها در پی یافتن پاسخ آن هستند، چیست؟  
(آ) چگونگی پیدایش عنصرها  
(ب) چگونگی پیدایش کیهان
- ۱۰- فراوان‌ترین نافلز در سیاره زمین کدام است؟  
(آ) اکسیژن  
(ب) گوگرد
- ۱۱- یک عنصر مشترک در سیاره زمین و مشتری کدام است؟  
(آ) گوگرد  
(ب) هیدروژن
- ۱۲- جنس کدام سیاره زیر از گاز می‌باشد؟  
(آ) مریخ  
(ب) مشتری
- ۱۳- فراوان‌ترین فلز در سیاره زمین کدام است؟  
(آ) آهن  
(ب) کلسیم
- ۱۴- کدام سیاره زیر حجم بزرگ‌تری دارد؟  
(آ) مشتری  
(ب) زحل
- ۱۵- عناصر به چه صورتی در جهان هستی پخش شده‌اند؟  
(آ) همگون  
(ب) ناهمگون



- ۱۶- سرآغاز کیهان با انفجاری مهیب همراه بوده و طی آن انرژی عظیمی ..... شده است.  
 (آ) جذب (ب) آزاد
- ۱۷- ابتدا کدام یک از موارد زیر پا به عرصهٔ جهان گذاشتند؟  
 (آ) الکترون، پروتون و نوترون (ب) هیدروژن و هلیوم
- ۱۸- سحابی‌ها، مجموعه‌های گازی هستند که از گازهای هیدروژن و هلیوم با گذشت زمان و ..... به وجود آمده‌اند.  
 (آ) افزایش دما (ب) کاهش دما
- ۱۹- کدام مورد زیر سبب پیدایش کهکشان‌ها بوده است؟  
 (آ) سحابی‌ها (ب) ستاره‌ها
- ۲۰- مرگ ستاره با چه چیزی همراه است؟  
 (آ) انفجار بزرگ و پراکنده شدن عنصرها در فضا (ب) سرد شدن ستاره و کوچک‌تر شدن آن
- ۲۱- واکنش‌های هسته‌ای درون خورشید سبب چه چیزی می‌شود؟  
 (آ) تبدیل عنصرهای سبک‌تر به عنصرهای سنگین‌تر (ب) تبدیل عناصر سنگین‌تر به عناصر سبک‌تر
- ۲۲- کدام مورد زیر کارخانهٔ تولید عنصرهاست؟  
 (آ) ستارگان (ب) سیارات

**پرسش‌های پرکردنی**

به کمک واژه‌های داده شده جاهای خالی را در میان جملات زیر کامل کنید. (برخی واژه‌ها اضافی هستند)

اتم‌سفر - خاک - تجربی - انسانی - سحابی‌ها - هسته‌ای - خورشید - مه‌بانگ - کهکشان‌ها - شیمیایی - ذرات اتمی - فلزی - ذرات زیراتمی - زمین - نافلزی - شیمیایی -

- ۲۳- علوم ..... چرایی و چگونگی پدیده‌های طبیعی را پاسخگوست.
- ۲۴- فضاپیماهای وویجر ۱ و ۲ مأموریت داشتند اطلاعاتی را از ..... سیارات سامانهٔ خورشیدی تهیه کنند.
- ۲۵- سیارهٔ مشتری عنصر ..... ندارد.
- ۲۶- یکی از مکان‌های پیدایش ستاره‌ها ..... می‌باشد.
- ۲۷- درون ستاره‌ها در دماهای بسیار بالا واکنش‌های ..... رخ می‌دهد.
- ۲۸- سرآغاز کیهان با انفجاری مهیب به نام ..... همراه بوده است.
- ۲۹- با بررسی نوع و مقدار عناصر سازندهٔ سیارات سامانهٔ خورشیدی و مقایسهٔ آن با عناصر سازندهٔ ..... به درک بهتری از چگونگی تشکیل عنصرها دست پیدا می‌کنیم.
- ۳۰- الکترون، پروتون و نوترون ..... نامیده می‌شوند.

**پرسش‌های از این ستون به اون ستون**

۳۱- هریک از موارد ستون A با یک مورد از ستون B در ارتباط است. این ارتباط را مشخص کنید. (برخی موارد در ستون B اضافه هستند.)

ستون B
a (خورشید)
b (سیاره‌ها)
c (هیدروژن)
□ (تبدیل هیدروژن به هلیوم)
e (سحابی)
□ (ماه)
g (اکسیژن)
h (ستاره‌ها)
□ (تبدیل هلیوم به هیدروژن)

ستون A
(آ) فراوان‌ترین عنصر در سیارهٔ مشتری
(ب) مجموعه‌های گازی متراکم شده
(پ) عنصر مشترک بین زمین و مشتری
(ت) نزدیک‌ترین ستاره به زمین
(ث) کارخانهٔ تولید عناصر
(ج) دلیل انرژی گرمایی و نور خورشید



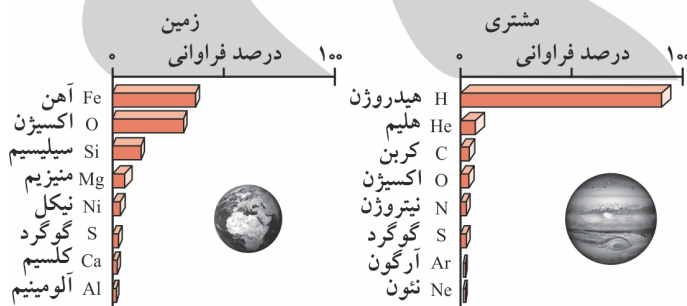
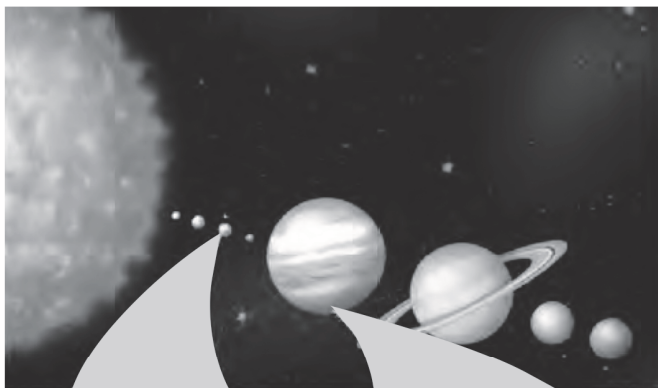
### پرسش‌های درست - نادرست

درستی یا نادرستی هر یک از عبارات‌های داده شده را بررسی کرده و در صورت نادرستی شکل درست عبارت را بنویسید.

- ۳۲- دو فضاپیمای وویجر ۱ و ۲ در دو سال متوالی به فضا فرستاده شدند.
- ۳۳- درون ستاره‌ها به دلیل انجام واکنش‌های هسته‌ای، انرژی بسیار زیادی جذب می‌شود.
- ۳۴- هلیوم، دومین عنصری بود که پس از مهبانگ در کیهان به وجود آمد.
- ۳۵- بزرگ‌ترین سیاره سامانه خورشیدی، زحل است.
- ۳۶- نور تابیده شده از ستارگان پرفروغ، مشخص می‌کند ذره‌های سازنده جهان هستی چگونه به وجود آمده‌اند.
- ۳۷- عناصر سازنده زمین بیش‌تر از جنس فلزات و عناصر سازنده مشتری از جنس نافلزات می‌باشد.
- ۳۸- سحابی‌ها، مجموعه‌های گازی هستند که سیارات و کهکشان‌ها را به وجود آورده‌اند.
- ۳۹- در سرآغاز هستی، با گذشت زمان و افزایش دما، گازهای هیدروژن و هلیوم تولید شده و متراکم گردیده و مجموعه‌های گازی به نام سحابی را ایجاد کردند.
- ۴۰- آخرین تصویری که وویجر ۱ از زمین پس از خروج از سامانه خورشیدی گرفت از فاصله تقریبی ۷ میلیارد کیلومتری بود.



### پرسش‌های شرح دادنی



۴۱- شکل مقابل عنصرهای سازنده دو سیاره مشتری و زمین را

نشان می‌دهد، با توجه به شکل به پرسش‌های مطرح شده

پاسخ دهید. (خود را پیازمایید صفحه ۳ کتاب درسی)

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

۴۲- انسان امروزی چگونه متوجه شد که انسان‌های اولیه

در پی فهم نظام و قانونمندی در آسمان بودند؟

۴۳- در مورد مأموریت فضاپیماهای وویجر به پرسش‌های

مطرح شده پاسخ دهید:

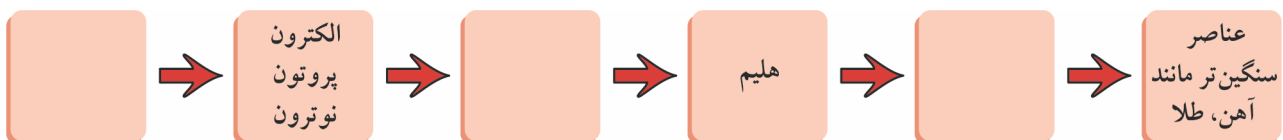
آ) این دو فضاپیما مأموریت داشتند از کدام سیاره‌ها

اطلاعاتی به دست آورند؟

ب) مأموریت فضاپیماهای وویجر ۱ و ۲ چه بود؟

پ) شناسنامه‌های تهیه شده توسط فضاپیماهای وویجر ۱ و ۲ چه اطلاعاتی دارد؟

۴۴- هر یک از جاهای خالی را در کادرهای زیر پر کنید.







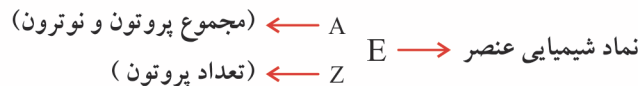
### مطالبی توپ درباره ایزوتوپ!

**عنصر:** ماده‌ای عنصر نامیده می‌شود که از یک نوع اتم تشکیل شده باشد. به طور مثال منیزیم یک عنصر است زیرا یک نمونه منیزیم حاوی اتم‌های منیزیم می‌باشد.

**ذره‌های زیراتمی:** به الکترون، پروتون و نوترون ذره‌های زیراتمی می‌گویند. پروتون را با نماد (p)، الکترون با نماد (e) و نوترون را با نماد (n) نمایش می‌دهند. پروتون و نوترون در هسته اتم قرار دارند و الکترون در اطراف هسته اتم در حال چرخش است. بار الکترون منفی بوده و بار پروتون مثبت است و نوترون نیز بدون بار است.

**عدد اتمی (Z):** به تعداد پروتون‌های هسته اتم گفته می‌شود. اگر اتمی خنثی باشد تعداد پروتون‌ها و تعداد الکترون‌های آن با هم برابرند. مثلاً اتم اکسیژن که ۸ پروتون در هسته خود دارد، ۸ الکترون نیز در اطراف هسته در حال وره‌وره! هستند.

**عدد جرمی (A):** به مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های یک اتم عدد جرمی می‌گویند. اگر عنصر را با نماد E که اولین حرف واژه Element است نشان دهیم، عدد اتمی یا Z را پایین سمت چپ و عدد جرمی یا A را در بالا و سمت چپ عنصر نشان می‌دهند.



$$A = Z + N$$

بچه‌ها به خاطر داشته باشید که! بین A و Z و N (تعداد نوترون‌ها) رابطه‌ی مقابل برقرار است.

**یون:** اگر اتم خنثی الکترون از دست بدهد یا الکترون بگیرد تبدیل به یون می‌شود.

**کاتیون (یون مثبت):** به اتمی که الکترون از دست داده باشد کاتیون می‌گویند. به تعداد الکترون‌هایی که یک اتم از دست می‌دهد، بار مثبت پیدا می‌کند. مثلاً اگر اتم X یک الکترون از دست بدهد تبدیل به  $X^+$ ، اگر ۲ الکترون از دست بدهد به  $X^{2+}$  و به طور کلی اگر n الکترون از دست بدهد به  $X^{n+}$  تبدیل خواهد شد.

**آنیون (یون منفی):** به اتمی که الکترون بگیرد، آنیون می‌گویند. به تعداد الکترون‌هایی که یک اتم می‌گیرد، بار منفی پیدا می‌کند، به طور مثال اگر اتم Y یک الکترون بگیرد تبدیل به  $Y^-$  و اگر ۲ الکترون بگیرد به  $Y^{2-}$  و به طور کلی اگر n الکترون بگیرد تبدیل به  $Y^{n-}$  خواهد شد.

**نکته:** در یون‌های مثبت و منفی یعنی کاتیون‌ها و آنیون‌ها رابطه‌ی مقابل برقرار است.

**نکته:** با تبدیل یک اتم به یون مثبت یا منفی فقط تعداد الکترون‌ها تغییر می‌کند و تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هسته اتم ثابت باقی می‌ماند. **ایزوتوپ** که هم مکان<sup>۱</sup> ترجمه شده است، اتم‌های یک عنصر را می‌گویند که تعداد پروتون یکسان ولی تعداد نوترون متفاوت دارند. یا به عبارتی، اتم‌های یک عنصر که در شمار نوترون‌ها با یکدیگر تفاوت دارند ایزوتوپ نامیده می‌شوند.

برای نشان دادن ایزوتوپ‌های یک عنصر، از نماد و عدد جرمی استفاده می‌کنند. مثلاً  $^{14}_6C$  یعنی ایزوتوپی از کربن که عدد جرمی آن ۱۴ است و خوانده می‌شود کربن - ۱۴.

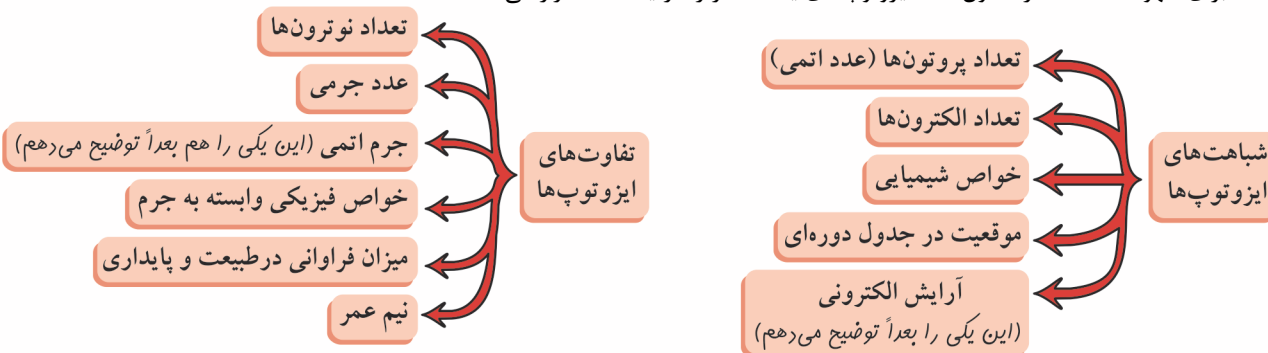
خواص شیمیایی اتم‌های یک عنصر به عدد اتمی (Z) عنصر وابسته است، پس اتم‌های یک عنصر همگی خواص شیمیایی یکسانی دارند. به طور مثال هر سه اتم  $^{24}_{12}Mg$ ،  $^{25}_{12}Mg$  و  $^{26}_{12}Mg$  خواص شیمیایی یکسانی دارند. مثلاً سوختن آنها مشابه هم بوده و یا هر سه ایزوتوپ طبیعی منیزیم در واکنش با هیدروکلریک اسید رفتار یکسانی دارند و گاز هیدروژن تولید می‌کنند. خواص فیزیکی ایزوتوپ‌های یک عنصر با یکدیگر تفاوت دارد. مثلاً همین سه اتم منیزیم فورمان! جرم‌های متفاوت، چگالی‌های متفاوت و نقطه ذوب و جوش متفاوت، دارند.

عذر می‌خواهم! من معنی عبارت هم مکان را متوجه نمی‌شوم!

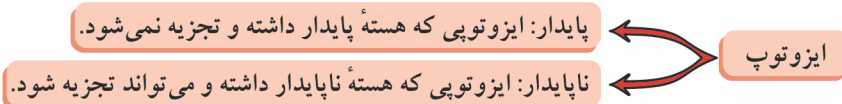


چون رفتار و خواص شیمیایی ایزوتوپ‌های یک عنصر با یکدیگر یکسان است و قرار دادن ایزوتوپ‌های آنها در چند خانه جدول دوره‌ای، جدول را بزرگ کرده و استفاده از جدول را مشکل می‌کند، بنابراین همه ایزوتوپ‌های یک عنصر را در یک خانه قرار می‌دهند.


شما فکر کنید اتمی مثل قلع ده ایزوتوپ طبیعی دارد حال اگر ده خانه برای قلع در نظر گرفته شود چه جدولی می‌دهد و پیکری خواهد شد. پس نتیجه این که برای سهولت استفاده از جدول همه ایزوتوپ‌های یک عنصر را در یک خانه قرار می‌دهند.



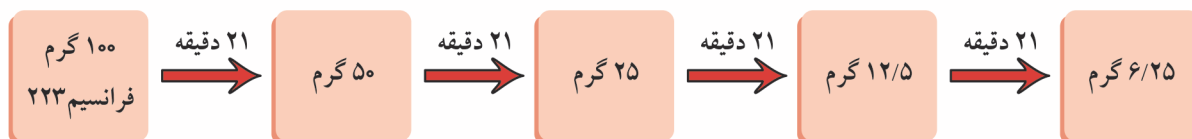
**پایداری ایزوتوپ‌ها:** اگر هسته یک ایزوتوپ با گذشت زمان تغییر نکند ایزوتوپ مورد نظر **طبیعی** و پایدار است و به قوی و قوی زنگانی می‌کند! ولی چنانچه هسته ایزوتوپی با گذشت زمان تغییر کند آن ایزوتوپ ناپایدار بوده و شروع به فروپاشی، یعنی تغییراتی در هسته خود می‌کند. این تغییرات ذره‌های پرانرژی مانند آلفا ( $\alpha$ ) و بتا ( $\beta$ ) و مقدار زیادی انرژی مانند پرتوی گاما ( $\gamma$ ) آزاد کرده و در نتیجه ایزوتوپ ناپایدار مقدار زیادی انرژی از دست داده و تبدیل به هسته‌ای پایدار می‌شود.



دانشمندان برای بیان پایداری ایزوتوپ‌ها از واژه **نیم‌عمر** استفاده می‌کنند. **نیم عمر** مدت زمانی است که جرم ماده پرتوزا به نصف جرم اولیه خود می‌رسد.


**ببخشید! یعنی اینکه نصف جرم آن به انرژی تبدیل می‌شود؟! **

فیر، نصف جرم آن به انرژی تبدیل نمی‌شود، بلکه نصف جرم آن به یک هسته پایدار تبدیل می‌شود. رادیو ایزوتوپ فرانسیم ( $^{223}\text{Fr}$ ) نیم‌عمری معادل ۲۱ دقیقه دارد، حال اگر ۱۰۰ گرم از این ایزوتوپ داشته باشیم چند دقیقه طول می‌کشد تا این رادیوایزوتوپ ۶/۲۵ گرم شود؟



نُب ۴ تا ۲۱ دقیقه داریم که می‌شود ۸۴ دقیقه! یعنی در عرض ۸۴ دقیقه فرانسیم از ۱۰۰ گرم به ۶/۲۵ گرم می‌رسد که جرم کاهش یافته تبدیل به ایزوتوپ پایدار فرانسیم شده است.

**نکته:** هر چقدر نیم‌عمر یک ایزوتوپ کم‌تر باشد آن ایزوتوپ ناپایدارتر است.

**عذر می‌خواهم! شما از واژه رادیوایزوتوپ استفاده کردید، ممکن است رادیوایزوتوپ را توضیح بدهید؟! **

ایزوتوپ‌های پرتوزا و ناپایدار را **رادیوایزوتوپ** می‌گویند. رادیو به معنی پرتو است، مثلاً منظور از رادیوگرافی عکسبرداری از اعضای بدن به وسیله اشعه X برای تشخیص بیماری است که آن را پرتونگاری ترجمه کرده‌اند و یا رادیودارو به دارویی می‌گویند که در ساختار آن یک رادیوایزوتوپ وجود داشته باشد.

**درصد فراوانی:** به درصد یک ایزوتوپ خاص در مخلوطی از ایزوتوپ‌های طبیعی آن درصد فراوانی می‌گویند. درصد فراوانی را می‌توان از فرمول مقابل به دست آورد.

$$\text{درصد فراوانی ایزوتوپ} = \frac{\text{تعداد ایزوتوپ}}{\text{تعداد کل}} \times 100$$

**نکته مهم:** هر چقدر فراوانی یک ایزوتوپ در طبیعت بیشتر باشد، ایزوتوپ یاد شده پایداری بیشتر خواهد داشت. معمولاً ایزوتوپ‌های سبک‌تر، پایدارتر می‌باشند ولی همواره این طور نیست. به طور مثال همان‌طور که در کتاب درسی نیز آمده است  $^6\text{Li}$  از  $^7\text{Li}$  پایدارتر است زیرا فراوانی بیشتری دارد.

**قاعده پایداری ایزوتوپها:** بر طبق یک قاعده کلی اغلب هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن‌ها برابر یا بیش‌تر از  $1/5$

$$\frac{n}{p} \geq 1/5$$

باشد، ناپایدار بوده و با گذشت زمان متلاشی می‌شوند. به بیان دیگر می‌توان نوشت:

**عذر می‌خواهم! چرا از واژه اقلی در این تعریف استفاده کردید؟!**



زیرا قاعده فوق کلی است و برای همه رادیوایزوتوپ‌ها صدق نمی‌کند. به همین خاطر از واژه اغلب استفاده می‌کنیم. به‌طور مثال برای  $^{99}_{43}\text{Tc}$  این نسبت را محاسبه می‌کنیم.

$$99 - 43 = 56 = \text{تعداد نوترون‌ها}$$

$$43 = \text{تعداد پروتون‌ها}$$

$$\frac{n}{p} = \frac{56}{43} = 1/3 < 1/5$$

پس طبق این قاعده  $^{99}\text{Tc}$  نباید پرتوزا و ناپایدار باشد ولی  $^{99}\text{Tc}$  همان‌طور که در کتاب درسی آمده است ناپایدار است.

**بیخشید! پس تکلیف چیست و ما چگونه باید متوجه این مطلب شویم؟!**



در مواردی که این نسبت کم‌تر از  $1/5$  است و ایزوتوپ پرتوزاست باید طراح سوال راهنمایی لازم را کرده باشد. اجازه بدهید یک مثال دیگر بزنم.  $^{238}\text{U}$  پایدارترین شکل ایزوتوپ اورانیم است که تا  $4/5$  میلیارد سال پایدار است ولی نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌ها در هسته آن برابر  $1/58$  است.

$$238 - 92 = 146 = \text{تعداد نوترون‌ها}$$

$$92 = \text{تعداد پروتون‌ها}$$

$$\frac{n}{p} = \frac{146}{92} = 1/58$$

با این‌که این نسبت بیش‌تر از  $1/5$  شد ولی می‌بینیم که این ایزوتوپ اورانیم پایداری زیادی دارد  $4/5$  میلیارد سال یعنی تقریباً به اندازه عمر زمین! در محدوده کتاب درسی تعداد ایزوتوپ‌های پایدار عناصر زیر را حفظ کنید.

عنصر	هیدروژن	متیزیم	کلر	لیتیم
تعداد ایزوتوپ‌های پایدار	۲	۳	۲	۲

### مطالب حفظی درباره ایزوتوپ‌ها

- ۱- هیدروژن ۷ ایزوتوپ دارد که ۳ ایزوتوپ آن طبیعی و ۴ ایزوتوپ ساختگی است و هیدروژن به‌طور کلی ۵ رادیوایزوتوپ دارد.
- ۲- تنها اتمی که نوترون ندارد  $^1\text{H}$  است. در سایر اتم‌ها تعداد نوترون یا مساوی پروتون و یا بیش‌تر از آن است.
- ۳- از ۱۱۸ عنصر شناخته شده، تنها ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می‌شوند و ۲۶ عنصر دیگر ساختگی یا مصنوعی هستند، یعنی به دست انسان ساخته شده‌اند.
- ۴- نخستین عنصری که در واکنشگاه (راکتور) هسته‌ای ساخته شد تکنسیم ( $^{99}\text{Tc}$ ) بود. این رادیوایزوتوپ در تصویربرداری پزشکی کاربرد ویژه دارد. از  $^{99}\text{Tc}$  برای تصویربرداری غده تیروئید استفاده می‌شود.
- ۵- از رادیوایزوتوپ‌ها در پزشکی، کشاورزی و سوخت در نیروگاه‌های اتمی استفاده می‌شود.
- ۶- اورانیم دو ایزوتوپ  $^{235}\text{U}$  و  $^{238}\text{U}$  دارد که اورانیم  $^{235}\text{U}$  فراوانی کم‌تر از  $0/7\%$  درصد در مخلوط طبیعی دارد و در فرایند غنی‌سازی ایزوتوپی که یکی از مراحل مهم چرخه تولید سوخت هسته‌ای است مقدار  $^{235}\text{U}$  را در مخلوط ایزوتوپ‌های این عنصر افزایش می‌دهند.

هاجی! عجب دو سببی  
بارگذاشته. سیگار و  
بی‌شیال شو!  
قلیونو بپسب!



دانش فرار کن!  
این مهل آلوده به  
مواد پرتوزاست.

«دور سیگار و قلیان، مقدار قابل  
توجهی مواد پرتوزا دارد.»

۷- یکی از کاربردهای رادیوایزوتوپ‌ها، تشخیص توده‌های سرطانی است. توده‌هایی که رشد غیرعادی و سریع دارند. دانشمندان با نشان‌دار کردن گلوکز توسط اتم‌های پرتوزا (به‌طور مثال  $^{18}\text{F}$  که نیم عمر کوتاهی دارد و جایگزین اتم  $\text{H}$  در مولکول گلوکز شده است) گلوکز نشان‌دار تولید کرده و با تزریق آن به بدن بیماران سرطانی گلوکز نشان‌دار در اطراف توده سرطانی تجمع پیدا کرده و سپس توسط یک دستگاه آشکار ساز پرتو، محل تجمع آن مشخص شده و پزشکان اقدامات درمانی را انجام می‌دهند.

۸- در ایران رادیوایزوتوپ تکنسیم ( $^{99}\text{Tc}$ ) و رادیوایزوتوپ فسفر تولید می‌شود.



### چالش پرسش‌های سر دو راهی

با توجه به عبارت داده شده گزینه مناسب را از بین دو گزینه داده شده انتخاب کنید.

- ۱- «هم‌مکان» نام فارسی کدام یک از واژه‌های زیر است؟  
 (آ) ایزوتوپ  
 (ب) آلوتروپ
- ۲- عدد پایین در زیروند سمت چپ عنصر  ${}^{56}_{26}\text{Fe}$  نشان دهنده چه چیزی است؟  
 (آ) عدد اتمی  
 (ب) عدد جرمی
- ۳- چند نمونه طبیعی از ایزوتوپ‌های منیزیم در طبیعت یافت می‌شود؟  
 (آ) دو  
 (ب) سه
- ۴- خواص شیمیایی اتم‌های هر عنصر به کدام مورد زیر وابسته است؟  
 (آ) Z  
 (ب) A
- ۵- ایزوتوپ‌ها در کدام خاصیت زیر با یکدیگر تفاوت دارند؟  
 (آ) شیمیایی  
 (ب) فیزیکی
- ۶- میزان پایداری هر ایزوتوپ را کدام ویژگی زیر مشخص می‌کند؟  
 (آ) نسبت  $\frac{n}{p}$   
 (ب) نیم‌عمر
- ۷- چند ایزوتوپ هیدروژن ناپایدار می‌باشند؟  
 (آ) ۴  
 (ب) ۵
- ۸- ایزوتوپ‌های پرتوزا و ناپایدار را چه می‌نامند؟  
 (آ) رادیوایزوتوپ  
 (ب) ایزوتوپ‌های نشان‌دار
- ۹- چند عنصر موجود در طبیعت، به صورت طبیعی وجود دارند؟  
 (آ) ۱۱۸  
 (ب) ۹۲
- ۱۰- نخستین عنصری که در واکنشگاه (راکتور) هسته‌ای ساخته شد، کدام عنصر زیر است؟  
 (آ) تکنسیم  
 (ب) اورانیم
- ۱۱- از تکنسیم برای تصویربرداری کدام مورد زیر استفاده می‌شود؟  
 (آ) غده تیروئید  
 (ب) دستگاه گردش خون
- ۱۲- شناخته شده‌ترین فلز پرتوزا کدام است؟  
 (آ) تکنسیم  
 (ب) اورانیم
- ۱۳- تکنسیم را به کمک کدام دستگاه زیر تولید می‌کنند؟  
 (آ) مولد هسته‌ای  
 (ب) راکتور
- ۱۴- فراوانی  ${}^{235}\text{U}$  در مخلوط طبیعی چقدر است؟  
 (آ) کمتر از ۰/۷ درصد  
 (ب) کمتر از ۷ درصد
- ۱۵- فرایند افزایش رادیوایزوتوپ‌های اورانیم چه نامیده می‌شود؟  
 (آ) هم‌جوشی هسته‌ای  
 (ب) غنی‌سازی
- ۱۶- کدام رادیوایزوتوپ زیر در ایران تولید می‌شود؟  
 (آ) فسفر  
 (ب) طلا
- ۱۷- به گلوکز حاوی اتم‌های پرتوزا چه می‌گویند؟  
 (آ) گلوکز نشان‌دار  
 (ب) گلوکز پرتوزا
- ۱۸- کیمیاگری تبدیل عناصر به چه عنصری می‌باشد؟  
 (آ) طلا  
 (ب) نقره



### پرسش‌های پرکردنی

به کمک واژه‌های داده شده، جاهای خالی را در میان جملات زیر کامل کنید. (برخی واژه‌ها اضافه هستند)

اورانیوم - انرژی الکتریکی - خواص فیزیکی - ۹۲ - هم‌مکان (ایزوتوپ) - اتم پرتوزا - هسته - مصنوعی - جرم - ذره‌های پایدار - یون پرتوزا - ۸۹ - ذره‌های پرانرژی - تکنسیم - حجم - دفع - آلوتروپ انرژی هسته‌ای - خواص شیمیایی - طبیعی - جذب

- ۱۹- در یک نمونه طبیعی منیزیم همه اتم‌های منیزیم یکسان نبوده و مخلوطی از سه ..... هستند.
- ۲۰- اتم‌های منیزیم همگی ..... یکسانی دارند و در جدول دوره‌ای عنصرها تنها یک مکان را اشغال می‌کنند.
- ۲۱- چگالی، یک خاصیت فیزیکی وابسته به ..... است.
- ۲۲- ..... ایزوتوپ‌های ناپایدار، ماندگار نیست و با گذشت زمان متلاشی می‌شود.
- ۲۳- در اثر تلاشی هسته ایزوتوپ‌های ناپایدار افزون بر ..... مقدار زیادی انرژی نیز آزاد می‌شود.
- ۲۴- از ۱۱۸ عنصر شناخته شده، تنها ..... عنصر در طبیعت یافت می‌شود.
- ۲۵- همه  $^{99}\text{Tc}$  موجود در جهان باید به‌طور ..... و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته شود.
- ۲۶- شناخته شده‌ترین فلز پرتوزا ..... است که ایزوتوپ  $^{235}\text{U}$  اغلب به عنوان سوخت در راکتور استفاده می‌شود.
- ۲۷- یکی از کاربردهای مواد پرتوزا، استفاده از آن‌ها در تولید ..... است.
- ۲۸- یکی از چالش‌های صنایع هسته‌ای ..... پسماند راکتورهای اتمی است.
- ۲۹- به گلوکز حاوی ..... گلوکز نشان‌دار می‌گویند.



### پرسش‌های از این ستون به اون ستون

۳۰- هر یک از موارد ستون A با یک مورد از ستون B در ارتباط است. این ارتباط را مشخص کنید. (برخی موارد در ستون B اضافه هستند.)

ستون B	ستون A
a) کیمیاگری	آ) هم‌مکان
b) ایزوتوپ	ب) عدد جرمی
c) عنصر	پ) تبدیل عنصرها به طلا
d) آشکارساز پرتو	ت) یکی از مراحل مهم چرخه تولید سوخت هسته‌ای
e) غنی‌سازی	ث) یکی از رادیوایزوتوپ‌های تولید شده در ایران
f) A	ج) دستگاهی برای مشخص کردن توده سرطانی
g) مس	چ) ماده‌ای که از یک نوع اتم تشکیل شده
h) مولد رادیوایزوتوپ	
i) Z	
j) مولکول	
k) فسفر	



### پرسش‌های درست - نادرست

- درستی یا نادرستی هر یک از عبارات‌های داده شده را بررسی کرده و در صورت نادرستی شکل درست عبارت را بنویسید.
- ۳۱- از روی عددجرمی می‌توان فقط تعداد پروتون و نوترون را مشخص کرد.
  - ۳۲- ایزوتوپ‌های یک عنصر اتم‌های یک عنصرند که در شمار نوترون‌ها با یکدیگر تفاوت دارند.
  - ۳۳- در یک نمونه ساختگی از ایزوتوپ‌های منیزیم، سه ایزوتوپ  $^{24}\text{Mg}$ ،  $^{25}\text{Mg}$  و  $^{26}\text{Mg}$  وجود دارد.
  - ۳۴- رادیوایزوتوپ‌ها، ایزوتوپ‌های بسیار بی‌ضرر هستند، به طوری که از آن‌ها در پزشکی، کشاورزی و سوخت در نیروگاه‌های اتمی استفاده می‌شود.
  - ۳۵- اورانیم شناخته شده‌ترین نافلز پرتوزایی است که یکی از ایزوتوپ‌های آن، به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود.
  - ۳۶- از تکنسیم  $^{99}\text{Tc}$  برای تصویربرداری غده تیروئید استفاده می‌شود.
  - ۳۷- همه هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن‌ها برابر یا بیشتر از ۱/۵ باشد، ناپایدارند.



۳۸- شباهت ایزوتوپها در داشتن خواص شیمیایی یکسان و تفاوت آنها در خواص فیزیکی وابسته به جرم است.

۳۹- دانشمندان هسته‌ای ایران با غنی‌سازی ایزوتوپ  $^{235}\text{Tc}$  توانستند سوخت هسته‌ای تهیه کنند.

۴۰- دو اتم  $^3\text{Li}$  و  $^7\text{Li}$  هر دو در آب واکنش‌پذیری یکسانی دارند ولی جرم آنها متفاوت است.

۴۱- در یک اتم خنثی مجموع الکترون‌ها و نوترون‌ها برابر با عددجرمی است.

۴۲- اگر نسبت پروتون به نوترون در یک ایزوتوپ کوچک‌تر یا مساوی  $0/66$  باشد آن ایزوتوپ ناپایدار است.

۴۳- عنصر هیدروژن یک رادیوایزوتوپ طبیعی دارد.

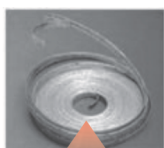


### پرسش‌های شرح دادنی

۴۴- 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 می‌دهند؟

(خود را پیازم‌پید ۵ صفحه ۵ کتاب درسی)



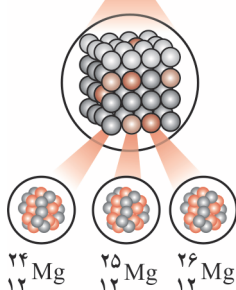
نماد شیمیایی اتم آهن



نماد همگانی اتم‌ها

۴۵- با توجه به نماد ایزوتوپ‌های منیزیم که در شکل مقابل آورده شده است جدول زیر را کامل کنید.

(خود را پیازم‌پید ۲ صفحه ۵ کتاب درسی)



شمار نوترون	شمار الکترون	Z	A	ویژگی نماد ایزوتوپ

۴۶- داده‌های جدول زیر را به دقت بررسی کنید، سپس به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید. (با هم پیوندیشیم ۶ صفحه ۶ کتاب درسی)

نماد ایزوتوپ ویژگی ایزوتوپ	$^1_1\text{H}$	$^2_1\text{H}$	$^3_1\text{H}$	$^4_1\text{H}$	$^5_1\text{H}$	$^6_1\text{H}$	$^7_1\text{H}$
نیم‌عمر	پایدار	پایدار	۱۲/۳۲ سال	$1/4 \times 10^{-22}$ ثانیه	$9/1 \times 10^{-22}$ ثانیه	$2/9 \times 10^{-22}$ ثانیه	$2/3 \times 10^{-23}$ 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 نمونه 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) 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 بیش‌تر از  $1/5$  باشد، ناپایدارند و با گذشت زمان متلاشی می‌شوند. چند ایزوتوپ هیدروژن دارای این ویژگی است؟

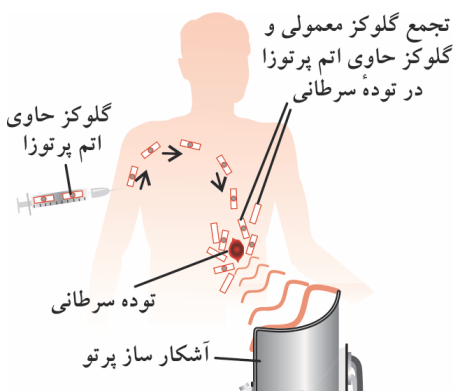
(ج) اگر ایزوتوپ‌های پرتوزا و ناپایدار، رادیوایزوتوپ نامیده شود، چه تعداد از ایزوتوپ‌های هیدروژن، رادیوایزوتوپ به شمار می‌رود؟

(چ) درصد فراوانی هر ایزوتوپ در طبیعت نشان دهنده چیست؟ توضیح دهید.

۴۷- توده‌های سرطانی، یاخته‌هایی هستند که رشد غیرعادی و سریع‌تری دارند.

شکل روبه‌رو اساس استفاده از رادیوایزوتوپ‌ها را برای تشخیص نوعی توده سرطانی نشان می‌دهد. با بررسی آن، فرایند تشخیص بیماری را توضیح دهید.

(با هم پیوندیشیم ۹ صفحه ۹ کتاب درسی)





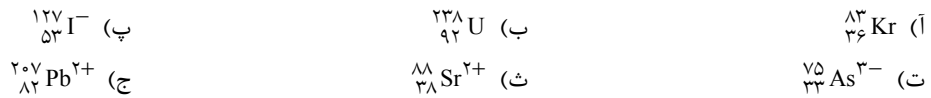
۴۸- نماد شیمیایی گونه‌های داده شده را بنویسید.

(ب) یون روی ۲ بار مثبت با ۲۸ الکترون و ۳۵ ذره خنثی در هسته  
 (آ) اتم برلییم با ۴ پروتون و ۵ نوترون  
 (پ) یون گوگرد ۲ بار منفی با ۱۸ الکترون و عددجرمی ۳۲

۴۹- جاهای خالی جدول زیر را کامل کنید.

شمار الکترون	شمار نوترون	تعداد پروتون	عدداتمی	عددجرمی	نشانه شیمیایی
۸۶	۱۳۶				Rn
۵۴				۱۲۷	Te <sup>۲-</sup>
	۱۲۰	۸۰			Hg <sup>۲+</sup>

۵۰- در هر یک از گونه‌های زیر شمار ذرات زیراتمی را مشخص کنید.



۵۱- هسته چهار اتم فرضی در شکل زیر نشان داده شده است. براساس شکل جدول را کامل کنید.

● پروتون  
 ● نوترون

A: 3 protons, 3 neutrons  
 B: 4 protons, 4 neutrons  
 C: 5 protons, 5 neutrons  
 D: 6 protons, 6 neutrons

عنصر	نماد عنصر	عدداتمی	عددجرمی	پایداری یا ناپایداری
A	${}_{2}^{5}\text{A}$			
B				
C				
D				

۵۲- با توجه به گونه‌های روبه‌رو به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:  
 ${}_{2}^{4}\text{A} - {}_{17}^{35}\text{B}^{-} - {}_{19}^{39}\text{C} - {}_{18}^{40}\text{D} - {}_{20}^{42}\text{E}^{2+}$

(آ) کدام گونه‌ها تعداد نوترون‌های یکسانی دارند؟  
 (پ) کدام گونه‌ها ایزوتوپ یکدیگرند؟

۵۳- به گونه  ${}_{11}^{23}\text{E}^{2-}$ ، سه نوترون اضافه کرده و یک الکترون آن را کم می‌کنیم، نماد ذره به دست آمده را مشخص کرده و آیا ذره جدید ایزوتوپ گونه قبلی می‌باشد؟

۵۴- قلع (Sn) دارای ۱۰ ایزوتوپ پایدار و ۲۹ ایزوتوپ ناپایدار و پرتوزا می‌باشد. در این میان ۳ ایزوتوپ ناپایدار قلع  ${}_{50}^{137}\text{Sn}$ ،  ${}_{50}^{129}\text{Sn}$  و  ${}_{50}^{111}\text{Sn}$  به ترتیب نیم‌عمری معادل ۱۹۰ میلی ثانیه، ۲/۲۳ دقیقه و ۳۵/۶ دقیقه دارند. این سه ایزوتوپ را به ترتیب افزایش پایداری مرتب کنید.

۵۵- با توجه به جدول داده شده در زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.

نماد ایزوتوپ / ویژگی ایزوتوپ	${}_{1}^1\text{H}$	${}_{1}^2\text{H}$	${}_{1}^3\text{H}$	${}_{1}^4\text{H}$	${}_{1}^5\text{H}$	${}_{1}^6\text{H}$	${}_{1}^7\text{H}$
نیم‌عمر	پایدار	پایدار	۱۲/۳۲ سال	$1/4 \times 10^{-22}$ ثانیه	$9/1 \times 10^{-22}$ ثانیه	$2/9 \times 10^{-22}$ ثانیه	$2/3 \times 10^{-23}$ ثانیه
درصد فراوانی در طبیعت	۹۹/۹۸۸۵	۰/۰۱۱۴	ناچیز	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)

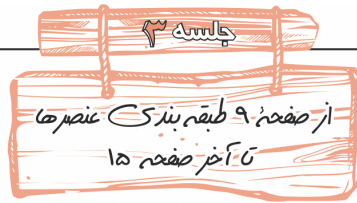
(آ) ترتیب پایداری ایزوتوپ‌های هیدروژن را بنویسید.

(ب) کدام ایزوتوپ هیدروژن نوترون ندارد؟

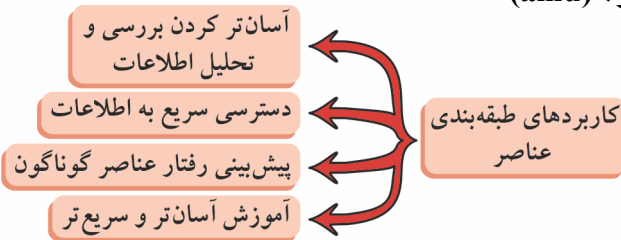
(پ) اگر از ایزوتوپ  ${}_{1}^3\text{H}$  در طبیعت ۱۰۰۰ گرم داشته باشیم، پس از گذشت چند سال مقدار آن به ۱۵/۶۲۵ گرم می‌رسد؟







عموماً! (amu)



شیمی دان‌ها ۱۱۸ عنصر شناخته شده را براساس معیار و ملاک ویژه‌ای در کنار هم قرار داده‌اند. این چیدن عناصر به سبک خاص کنار هم سبب می‌شود تا اطلاعات ارزشمندی از ویژگی عناصر به دست آمده و براساس آن رفتار عناصر گوناگون را پیش‌بینی کنند.

در جدول دوره‌ای هر عنصر را با نماد یک یا دو حرفی نشان می‌دهند. در هر نماد، حرف اول نام لاتین عنصر به صورت بزرگ نوشته می‌شود و حرف دوم حتماً باید به صورت کوچک باشد. مثلاً منیزیم را به صورت Mg می‌نویسند نه mg. کلر را به صورت Cl می‌نویسند نه cL و کبالت را به صورت Co نمایش می‌دهند نه CO (CO کربن مونوکسید است). جدول دوره‌ای را جدول تناوبی نیز می‌گویند. در جدول دوره‌ای، عناصرها براساس افزایش عدداتی سازماندهی می‌شوند. این جدول از عنصر هیدروژن (H) با عدداتی یک آغاز شده و به عنصر شماره ۱۱۸ به نام اوگانسون (Og) ختم می‌شود.

جدول دوره‌ای دارای ۷ دوره و ۱۸ گروه است. ردیف‌های افقی جدول، دوره یا تناوب نامیده می‌شود. هر ستون که شامل عناصر با خواص شیمیایی مشابه است گروه یا خانواده نامیده می‌شود. مثلاً خواص Li با عناصر هم گروه خود مثل Na مشابه است ولی Li خواص مشابهی با N و F که با هم در یک دوره قرار گرفته‌اند، ندارد.

هنگامی که موقعیت یک عنصر را از ما می‌خواهند یعنی باید دوره و گروه آن را در جدول مشخص کنیم تا جای آن یا موقعیت آن در جدول دوره‌ای مشخص شود.

پیش‌شیدا! چرا این جدول را دوره‌ای یا تناوبی نامیده‌اند؟

چون خواص شیمیایی عنصرهایی که در یک دوره از جدول جای دارند، متفاوت است و با پیمایش هر دوره از چپ به راست، خواص عنصرها به طور مشابه تکرار می‌شود.

هر خانه در جدول به عنصر معینی تعلق داشته و حاوی برخی اطلاعات شیمیایی آن عنصر است. به طور مثال اطلاعاتی که برای هیدروژن و ایزوتوپ‌های آن در جدول آورده‌اند به صورت مقابل می‌باشد.



با استفاده از جدول دوره‌ای، عدداتی، شماره گروه، شماره دوره، تعداد پروتون‌ها و تعداد الکترون‌های یک عنصر و جرم اتمی میانگین عنصر مشخص می‌شود.

عذر می‌خواهم! چند عنصر از جدول را باید حفظ باشیم و آیا لازم است عدداتی و جرم اتمی میانگین هر عنصر را حفظ کنیم؟

۱	H هیدروژن																	He هلیوم
۲	Li لیتیم	Be بریلیم											B بور	C کربن	N نیتروژن	O اکسیژن	F فلور	Ne نون
۳	Na سدیم	Mg منیزیم											Al آلومینیم	Si سیلیسیم	P فسفر	S گوگرد	Cl کلر	Ar آرگون
۴	K پتاسیم	Ca کلسیم	Sc اسکاندیم	Ti تیتانیوم	V وانادیم	Cr کروم	Mn منگنز	Fe آهن	Co کوبالت	Ni نیکل	Cu مس	Zn روی	Ga گالیم	Ge ژرمانیم	As آرسنیک	Se سلنیوم	Br برم	Kr کریپتون
۵	Rb روبیدیم	Sr استرانسیم	Y یتریم	Zr زیرکونیم	Nb نیوبیم	Mo مولیبدن	Tc تکنسیم	Ru روتنیم	Rh رودیم	Pd پالادیم	Ag نقره	Cd کادمیم	In ایندیم	Sn فلز سفید	Sb آنتیموان	Te تلوریم	I ید	Xe زنون
۶	Cs سزیم	Ba باریم	Lu لوئسیوم	Hf هافنیم	Ta تانال	W تنگستن	Re رنیم	Os اوسمیم	Ir ایریدیم	Pt پلاتین	Au طلا	Hg جیوه	Tl تالیم	Pb سرب	Bi بیسوت	Po پلونیوم	At استانتین	Rn رادون
۷	Fr فرانسیم	Ra رادیوم	Lr لورنسیوم	Rf رفروردیم	Db دانبیم	Sg سیورگیوم	Bh بوریم	Hs هاسیم	Mt مایتنریم	Ds دارمشادیم	Rg روتنگیوم	Cn کوپرنیوم	Nh نیهونیم	Fl فلرویوم	Mc مکسکوویوم	Lv لووروریم	Ts تسیته	Og اوگانسون
	La لانان	Ce سرمیم	Pr پرازودیوم	Nd نئودیمیم	Pm پرومتیم	Sm ساماریوم	Eu اروپیم	Gd گادولینیم	Tb تریبیم	Dy دی‌پرودیوم	Ho هولیمیم	Er اریوم	Tm تولیم	Yb ایتربیوم				
	Ac اکتیوم	Th توریم	Pa پروتکتینیم	U اورانیم	Np نپتونیم	Pu پلوتونیوم	Am امرسیوم	Cm کوریوم	Bk برکلیم	Cf کالیفرنیم	Es ایشتینیم	Fm فرمیوم	Md مندلیوم	No نوبلیوم				

حفظ کردن اعداد اتمی و جرم اتمی میانگین عناصر لازم نیست. ولی نام و نماد شیمیایی عناصری که در جدول مقابل به صورت رنگی آمده است را باید حفظ کنید چرا که امسال و سال‌های بعد به آن‌ها نیاز پیدا خواهید کرد.

## جرم اتمی

جرم اجسام گوناگون، بسته به اندازه و نوع آن‌ها با ترازوهای متفاوتی اندازه‌گیری می‌شود. مثلاً جرم کامیون را با باسکول و یکای تن و با دقت ۰/۰۱ تن و جرم هندوانه را با ترازوی معمولی و یکای کیلوگرم و جرم طلا را با ترازوهای دقیق زرگری و یکای گرم و با دقت ۰/۰۱ گرم می‌سنجند. جرم یک هندوانه ۵ کیلوگرمی را با یک باسکول نمی‌توان اندازه گرفت. زیرا یک باسکول با دقت حداقل ۰/۰۱ تن به عبارتی ۱۰ کیلوگرم، وزنه‌ای به جرم حداقل ۱۰ کیلوگرم را اندازه می‌گیرد و هندوانه ۵ کیلوگرمی است.

من یک amu بیشتر از این کیک کربنی نمی‌خورم!



**نکته:** جرم یک جسم همواره باید مساوی با دقت اندازه‌گیری ترازو و یا بیشتر از آن باشد.

جرم اتم‌ها را نمی‌توان با ترازو اندازه گرفت، زیرا اتم‌ها بسیار ریزند و نمی‌توان آن‌ها را به طور مستقیم مشاهده کرد و جرم‌شان را اندازه‌گیری کرد. برای این منظور دانشمندان **مقیاس جرم نسبی** را برای تعیین جرم اتم‌ها به کار می‌برند. آن‌ها یعنی دانشمندان اتم کربن - ۱۲ را به عنوان مقیاس انتخاب کردند و آن را مثل یک کیک تولد! به ۱۲ قسمت مساوی تقسیم کردند و یک قسمت آن را که  $\frac{1}{12}$  اتم کربن - ۱۲ می‌شود یک amu (یکای جرم اتمی) نامیده و از آن به بعد جرم اتم‌ها را با این وزنه می‌سنجند.

«دانشمندان  $\frac{1}{12}$  کربن - ۱۲ را یک amu نامیدند.»

با تعریف amu شیمی‌دان‌ها جرم اتمی سایر عناصر و همچنین ذره‌های زیراتمی را اندازه‌گیری کردند.

$$1p^+ = 1/0073 \text{ amu} \approx 1 \text{ amu}$$

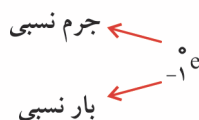
$$1n = 1/0087 \text{ amu} \approx 1 \text{ amu}$$

$$1e^- = 0/0005 \text{ amu} = \frac{1}{2000} \text{ amu}$$

**توجه:** یکای جرم اتمی (amu) را با نماد u نیز نشان می‌دهند. مثلاً جرم اتمی میانگین هیدروژن برابر با  $1/008 \text{ amu}$  یا  $1/008 \text{ u}$  می‌باشد.

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

جدول مقابل برخی ویژگی‌های ذره‌های زیراتمی را مشخص می‌کند.



عذر می‌خواهم! اتم  ${}_{12}C$  که دقیقاً  $12 \text{ amu}$  نمی‌شود. آخه ما ۶ پروتون و ۶ نوترون و ۶ الکترون داریم که مجموع آن‌ها پیش‌تر از  $12 \text{ amu}$  می‌شود!

$$6p \times 1/0073 \text{ amu} = 6/0438 \text{ amu}$$

$$6n \times 1/0087 \text{ amu} = 6/0522 \text{ amu}$$

$$6e \times 0/0005 \text{ amu} = 0/003 \text{ amu}$$

$$\text{جمع کل} = 12/099 \text{ amu}$$

همان‌طور که مشاهده می‌کنید جرم  ${}_{12}C$  دقیقاً برابر  $12 \text{ amu}$  نیست، ولی واقعیت این است که هنگام کنار هم قرار گرفتن پروتون‌ها و نوترون‌ها در هسته اتم، مقداری از جرم اتم مطابق معادله  $E = mc^2$  به انرژی تبدیل می‌شود که از جرم کل اتم کاسته می‌شود. در این‌جا  $0/099 \text{ amu}$  از جرم اتم کاسته شده و به انرژی تبدیل می‌شود که این انرژی را **انرژی بستگی هسته** می‌نامند. در نهایت اتم  ${}_{12}C$  با جرمی

معادل دقیقاً  $12 \text{ amu}$  به دست می‌آید که دانشمندان  $\frac{1}{12}$  آن را به عنوان  $1 \text{ amu}$  به عنوان مقیاسی برای سنجش سایر اتم‌ها در نظر می‌گیرند.

یعنی در واقع کوچک‌ترین وزنه آن‌ها برای سنجش اتم‌ها  $1 \text{ amu}$  یعنی  $\frac{1}{12}$  جرم اتم  ${}_{12}C$  می‌باشد.

## جرم اتمی میانگین

اگر به جدول دوره‌ای نگاه کنید جرم اتم  ${}^7Li$  برابر  $6/94$  گزارش شده است در صورتی که باید  $7 \text{ amu}$  باشد. دلیل آن این است که لیتیم ۲ ایزوتوپ طبیعی دارد  ${}^6Li$  و  ${}^7Li$ . فراوانی ایزوتوپ  ${}^6Li$  ۶٪ و فراوانی ایزوتوپ  ${}^7Li$  ۹۴٪ است. آیا می‌توان از ایزوتوپ با فراوانی کمتر صرف نظر کرد و آن را نادیده گرفت؟ پاسخ این است که خیر. دانشمندان رابطه‌ای بین درصد فراوانی و جرم اتمی ایزوتوپ‌ها در نظر گرفتند و جرم اتمی میانگین را تعریف کردند. جرم اتمی میانگین به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$+++ \dots = \text{جرم اتمی ایزوتوپ دوم} \times \text{فراوانی ایزوتوپ دوم} + (\text{جرم اتمی ایزوتوپ اول} \times \text{فراوانی ایزوتوپ اول}) = \text{جرم اتمی میانگین مجموع فراوانی‌ها}$$



### پبخشید! چرا در صورت کسر نقطه چین گذاشتید؟!

اگر ایزوتوپ‌های یک عنصر از دو تا بیش تر بود به تعداد ایزوتوپ‌ها، فراوانی و جرم اتمی داریم مثلاً برای محاسبه جرم اتمی میانگین منیزیم که ۳ ایزوتوپ دارد فرمول به صورت زیر در می‌آید:

$$\text{جرم اتمی ایزوتوپ سوم} \times \text{فراوانی ایزوتوپ سوم} + (\text{جرم اتمی ایزوتوپ دوم} \times \text{فراوانی ایزوتوپ دوم}) + (\text{جرم اتمی ایزوتوپ اول} \times \text{فراوانی ایزوتوپ اول}) = \text{جرم اتمی میانگین منیزیم}$$

مجموع فراوانی‌ها



### پبخشید! خیلی طولانی شد! فرمولی برای این قسمت ندارید که نوشتن آن راحت‌تر شود؟

برای جلوگیری از نوشتن فرمول فوق که طولانی و خسته کننده است رابطه زیر پیشنهاد می‌شود:

$$\bar{M} = \frac{F_1 M_1 + F_2 M_2 + \dots}{F_1 + F_2 + \dots}$$

$F_1$ : فراوانی ایزوتوپ اول

$\bar{M}$ : جرم اتمی میانگین بر حسب amu

$F_2$ : فراوانی ایزوتوپ دوم

$M_1$ : جرم اتمی ایزوتوپ اول بر حسب amu

$M_2$ : جرم اتمی ایزوتوپ دوم بر حسب amu

بدین ترتیب جرم اتمی میانگین  $Li$  به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$\bar{M} = \frac{F_1 M_1 + F_2 M_2}{F_1 + F_2} \Rightarrow \bar{M} = \frac{(94 \times 7) + (6 \times 6)}{94 + 6} = 6/94 \text{ amu}$$

**نکته ۱:** جرم اتمی میانگین، همان جرمی است که در جدول دوره‌ای عناصر آورده شده است.

**نکته ۲:** جرم اتمی میانگین به عدد جرمی ایزوتوپ با درصد فراوانی بیش‌تر، نزدیک‌تر است.



### عذر می‌خواهم! عدد جرمی چه تفاوتی با جرم اتمی دارد؟

عدد جرمی مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌هاست که یکا ندارد ولی جرم اتمی مجموع جرم پروتون‌ها و نوترون‌ها بر حسب amu است. البته از جرم الکترون‌ها به خاطر ناچیز بودن آن صرف‌نظر می‌شود.

بگذارید مثالی بزنم. عدد جرمی  $Li$  برابر ۷ است زیرا این عنصر ۳ پروتون و ۴ نوترون دارد که در مجموع ۷ می‌شود. ولی اگر جرم اتمی این عنصر را بخواهیم حساب کنیم به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$${}^1_0p = 1/0073 \text{ amu}$$

$${}^1_0n = 1/0087 \text{ amu}$$

$${}^7_3Li = (3 \times 1/0073) + (4 \times 1/0087) = 3/0219 + 4/0348 = 7/0567 \text{ amu}$$

حال اگر بخواهیم جرم الکترون‌ها را هم حساب کنیم خواهیم داشت.

$$3 \times 0/0005 = 0/0015 \text{ amu} \Rightarrow 7/0567 + 0/0015 = 7/0582 \text{ amu}$$

همان‌طور که می‌بینید ۷/۰۵۶۷ با ۷/۰۵۸۲ تا دو رقم بعد از اعشار یکسان است که چنانچه بخواهیم هر دو را به صورت تقریبی بیان کنیم به عدد ۷/۰۶ amu خواهیم رسید که تفاوتی با یکدیگر ندارد. به طور کلی اگر هر یک پروتون و یک نوترون را معادل ۱ amu در نظر بگیریم و از جرم الکترون صرف‌نظر کنیم، عدد جرمی و جرم اتمی یکسان خواهند شد.



### پرسش‌های سر دوراهی

با توجه به عبارت داده شده گزینه مناسب را از بین دو گزینه داده شده انتخاب کنید.

۱- یکی از مهارت‌های پایه در یادگیری مفاهیم علمی است که بررسی و تحلیل را آسان‌تر می‌کند.

(ب) فرضیه‌سازی

(آ) طبقه‌بندی

۲- برای دسترسی ..... به اطلاعات، با استفاده از طبقه‌بندی، یافته‌ها و داده‌ها را به شیوه مناسبی سازماندهی می‌کنند.

(ب) سریع‌تر و آسان‌تر

(آ) غیرمستقیم

۳- علت چیدمان ویژه عناصر در جدول دوره‌ای چیست؟

(آ) دسترسی آسان به اطلاعات عناصر

(ب) پیش‌بینی رفتار عناصر گوناگون



- ۴- نماد عنصر طلا کدام مورد زیر است؟  
 (آ) Au  
 (ب) Tl
- ۵- در نماد هر عنصر حرف اول نام عنصر براساس چه زبانی نوشته می‌شود؟  
 (آ) لاتین  
 (ب) انگلیسی
- ۶- نماد عنصر قلع چیست؟  
 (آ) Sn  
 (ب) Ga
- ۷- Pb نماد چه عنصری می‌باشد؟  
 (آ) سرب  
 (ب) پولونیم
- ۸- در جدول دوره‌های نماد چند عنصر یک حرفی می‌باشد؟  
 (آ) ۱۴  
 (ب) ۱۸
- ۹- کدام ویژگی همراه با عدد اتمی در خانه‌های جدول دوره‌های نوشته می‌شود؟  
 (آ) جرم اتمی میانگین  
 (ب) عددجرمی
- ۱۰- جدول دوره‌های امروزی بر چه اساسی سازماندهی شده است؟  
 (آ) عدداتمی  
 (ب) جرم اتمی
- ۱۱- ردیف‌های افقی جدول دوره‌های و ستون‌های عمودی به ترتیب چه نامیده می‌شود؟  
 (آ) دوره - گروه  
 (ب) گروه - دوره
- ۱۲- خواص شیمیایی عناصر در هر ..... با یکدیگر مشابه است.  
 (آ) ردیف  
 (ب) گروه
- ۱۳- به کمک جدول دوره‌های و داده‌های آن کدام مورد را نمی‌توان به دست آورد؟  
 (آ) تعداد ایزوتوپ‌های یک عنصر  
 (ب) شماره دوره و گروه یک عنصر
- ۱۴- به کمک جدول دوره‌های مشخص کنید کدام عنصر زیر مانند I<sup>-</sup> یون I<sup>-</sup> تشکیل می‌دهد؟  
 (آ) S  
 (ب) F
- ۱۵- به کمک جدول دوره‌های مشخص کنید کدام عنصر با <sup>۲۴</sup>Mg رفتاری مشابه دارد؟  
 (آ) <sup>۳۹</sup>K  
 (ب) <sup>۲۰</sup>Ca
- ۱۶- به کمک جدول دوره‌های مشخص کنید کدام عنصر داده شده با <sup>۵۴</sup>Xe در یک دوره قرار دارد؟  
 (آ) <sup>۵۵</sup>Cs  
 (ب) <sup>۵۳</sup>I
- ۱۷- به کمک جدول دوره‌های مشخص کنید کدام یون زیر، کاتیونی مشابه با <sup>۱۱</sup>Na<sup>+</sup> تشکیل می‌دهد؟  
 (آ) <sup>۳۷</sup>Rb  
 (ب) <sup>۳۵</sup>Br
- ۱۸- دانشمندان چه مقیاسی را برای تعیین جرم اتم‌ها به کار می‌برند؟  
 (آ) مقیاس جرم نسبی  
 (ب) مقیاس جرم مطلق
- ۱۹- یکای جرم اتمی را با چه نمادی نمایش می‌دهند؟  
 (آ) amw  
 (ب) u
- ۲۰- اگر در مقیاس جرم نسبی به جای  $\frac{1}{12}$  ایزوتوپ کربن -۱۲، ایزوتوپ <sup>1</sup>H قرار بگیرد، چه جرمی را بر حسب amu نشان می‌دهد؟  
 (آ) ۱  
 (ب) ۱/۰۰۸
- ۲۱- جرم الکترون بر حسب amu چقدر است؟  
 (آ) ۰/۰۰۰۵  
 (ب) ۱/۰۰۷۳
- ۲۲- جرم کدام ذره زیر بر حسب amu بیشتر است؟  
 (آ) پروتون  
 (ب) نوترون
- ۲۳- در نماد <sup>۱۰</sup>e<sub>-</sub> عددهای سمت چپ از بالا به پایین چه چیزی را مشخص می‌کند؟  
 (آ) جرم نسبی - بار نسبی  
 (ب) بار نسبی - جرم نسبی
- ۲۴- جدول دوره‌های چه جرمی از اتم را نشان می‌دهد؟  
 (آ) جرم اتمی میانگین  
 (ب) جرم نسبی