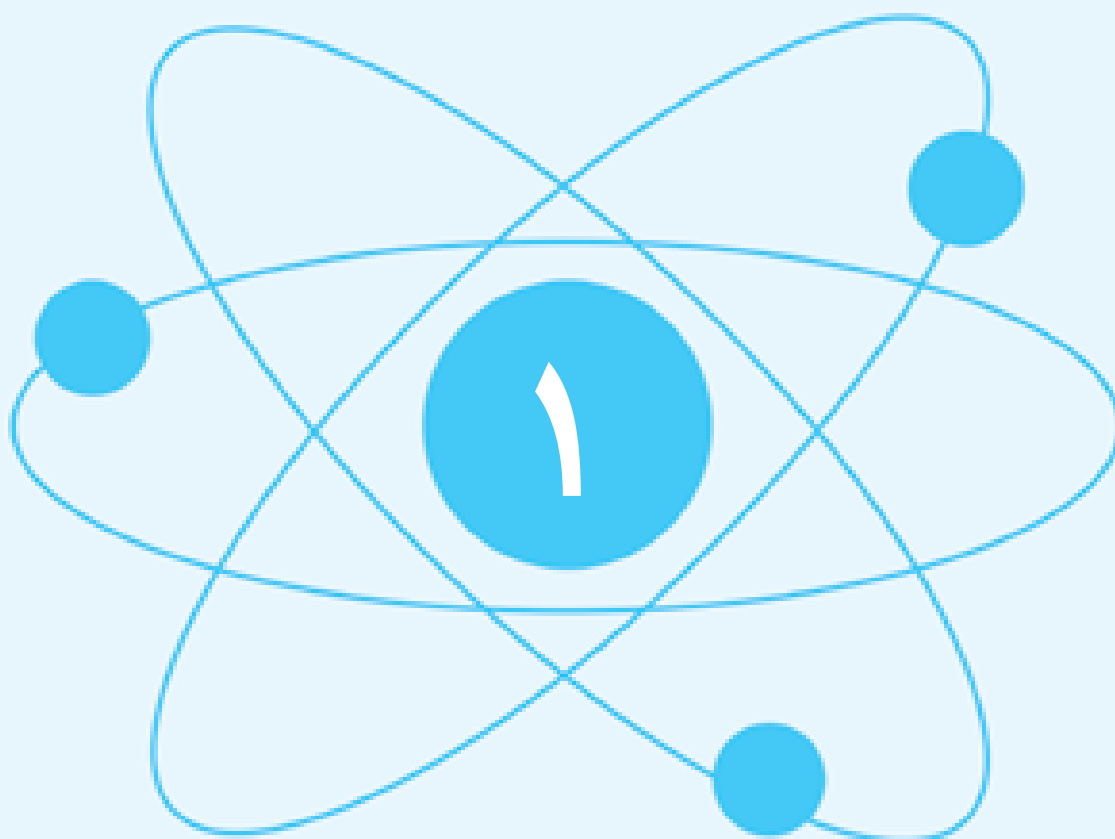


فصل اول

# کیهان زادگاه الفبای هستی



# فصل اول کیهان زادگاه الفبای هستی



## شناخت کیهان

۱-

کدام یک از عبارات زیر، نادرست است؟

- (۱) تلاش انسان برای یافتن پاسخ‌های قانع کننده برای پرسش‌هایش، سبب شده تا دانش ما درباره جهان مادی افزایش یابد.
- (۲) دانشمندان برای شناخت کیهان، دو فضاپیمای وویجر ۱ و ۲ را در سال ۱۳۵۶ شمسی به فضا فرستادند.
- (۳) عکس کره زمین از فاصله تقریبی هفت میلیارد کیلومتری؛ آخرین تصویری است که وویجر ۱ پیش از خروج از سامانه خورشیدی از زمین گرفته است.
- (۴) وویجر ۱ و ۲ برای شناخت بیش‌تر فضای تاریک و ناشناخته بین ستاره‌ای سفر خود را آغاز نموده‌اند.

۲-

شکل روبه‌رو آخرین تصویری است که ..... پیش از خروج از سامانه خورشیدی از زمین گرفت و .....



- (۱) وویجر ۲- این فضاپیما در سال ۱۹۷۷ میلادی به فضا پرتاب شد.
- (۲) وویجر ۱- پس از آن با عبور از سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون شناسنامه فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را تهیه و ارسال نمود.
- (۳) وویجر ۲- کره زمین در فاصله هفت میلیارد کیلومتری از آن قرار دارد.
- (۴) وویجر ۱- ارسال این کاوشگر تلاشی در جهت شناخت بیش‌تر کیهان است.

۳-

کدام یک از عبارات زیر نادرست هستند؟

- (۱) شواهد تاریخی حاصل از سنگ‌نبشته‌ها و نقاشی‌های دیواره غارها نشان می‌دهد که انسان اولیه در پی فهم قانون‌مندی در آسمان‌ها از طریق نگاه به آسمان و مشاهده ستارگان بوده است.
- (۲) عبدالرحمن صوفی، ستاره‌شناس ایرانی است که برای اولین بار گزارشی درباره کهکشان آندرومدا ارائه داد.
- (۳) کهکشان آندرومدا، نزدیک‌ترین همسایه به سامانه خورشیدی است که اطلاعاتی درباره رنگ ستاره‌ها در صورت‌های فلکی آن در دسترس نیست.
- (۴) براساس اطلاعات به‌دست آمده از فضاپیمای وویجر ۱ و ۲، می‌توان به ترکیب شیمیایی اتمسفر سیاره‌های گازی شکل سامانه خورشیدی پی برد.

۴-

در میان عبارات زیر کدام‌ها درست هستند؟

- الف) آخرین تصویر ارسالی از وویجر ۱، مربوط به کره زمین از فاصله تقریبی هفت میلیارد کیلومتری است.
- ب) وویجر ۱ و ۲ با عبور از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون شناسنامه فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را تهیه کردند.
- پ) براساس نور تابیده شده از ستارگان پرفروغ می‌توان به چگونگی تشکیل ذره‌های سازنده جهان هستی پی برد.
- ت) شناسنامه فیزیکی و شیمیایی سیاره زحل، می‌تواند حاوی اطلاعاتی مانند نوع عنصرهای سازنده، ترکیب‌های شیمیایی موجود در سطح آن‌ها و ترکیب درصد این مواد باشد.

(۱) (پ) و (ت) (۲) (ب) و (پ) (۳) (الف)، (ب) و (پ) (۴) همه موارد

۵-

کدام یک از عبارات داده شده نادرست است؟

- (۱) ستارگان، اطلاعاتی درباره «چگونگی پیدایش جهان هستی» در بردارند که فهم آن، از گذشته‌های دور دل‌مشغولی عمده انسان‌های متفکر بوده است.
- (۲) نقاشی‌های روی دیوار غارها نشان می‌دهد که انسان اولیه در پی فهم نظام و قانون‌مندی آسمان از طریق مشاهده ستارگان بوده است.
- (۳) زمین در برابر عظمت آفرینش همانند آزمایشگاهی بسیار بزرگ برای دانشمندان است.
- (۴) از جمله اهداف پرتاب فضاپیمای وویجر ۱ و ۲، یافتن اطلاعاتی درباره عنصرها و ترکیب‌های موجود در اتمسفر بعضی از سیارات است.

## ۶- کدام گزینه به درستی بیان شده است؟

- ۱) ستارگان برخلاف فرایندهای ایجاد اتم‌ها و عناصرها در جهان هستی، هیچ گونه اطلاعاتی را در اختیار ما قرار نمی‌دهد.
- ۲) انسان همواره با پرسش‌هایی هم‌چون «پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟»، روبه‌رو بوده است؛ اما تلاشی برای یافتن پاسخ‌های قانع کننده صورت نگرفته است.
- ۳) آخرین تصویری که فضایی‌های وویجر ۲ پیش از خروج از سامانه خورشیدی، از زمین تهیه کرده، در فاصله هفت میلیارد کیلومتری است.
- ۴) پاسخ به این پرسش بنیادی و بزرگ که «هستی چگونه پدید آمد؟» در قلمرو علوم تجربی نمی‌گنجد و پاسخ آن با مراجعه به آموزه‌های وحیانی به دست می‌آید.

## عناصرها چگونه پدید آمدند؟



- ۷- با توجه به نمودارهای داده شده که مربوط به عناصرهای سازنده دو سیاره A و B است؛ چه تعداد از موارد زیر، درست است؟  
 الف) فاصله سیاره A از خورشید کم‌تر از فاصله سیاره B از خورشید است.  
 ب) تهیه و ارسال شناسنامه فیزیکی و شیمیایی سیاره B از جمله مأموریت‌های فضایی‌های وویجر ۱ و ۲ بود.  
 پ) سیاره A ابعاد بزرگ‌تری نسبت به سیاره B دارد.  
 ت) هر دوی این سیاره‌ها در سامانه خورشیدی قرار گرفته‌اند که در آن برخی سیاره‌ها مثل B از جنس گاز و برخی دیگر مثل A از جنس سنگ هستند.

- ۱ (۱)
- ۲ (۲)
- ۳ (۳)
- ۴ (۴)

## ۸- در میان عناصرهای سازنده سیاره .....، عنصر ..... پس از ..... بیش‌ترین فراوانی را دارد.

- ۱) مشتری - نیتروژن - اکسیژن
- ۲) زمین - منیزیم - نیکل
- ۳) مشتری - هلیوم - هیدروژن
- ۴) زمین - سیلیسیم - آهن

## ۹- سیاره مشتری نسبت به کره زمین، .....:

- ۱) قطر بیش‌تر و فاصله کم‌تری از خورشید دارد.
- ۲) دمای کم‌تر و شعاع یکسان دارد.
- ۳) بزرگ‌تر است و فاقد عناصرهای کربن و سیلیسیم است.
- ۴) چگالی کم‌تری دارد و در میان عناصر سازنده آن، هیدروژن بیش‌ترین فراوانی را دارد.

## ۱۰- کدام یک از عبارات‌های زیر نادرست است؟

- ۱) عناصر آهن، سیلیسیم و آلومینیم در تشکیل سیاره زمین برخلاف سیاره مشتری، دخالتی ندارند.
- ۲) در تشکیل سیاره مشتری، سه عنصر هلیوم، نئون و آرگون شرکت دارند.
- ۳) درباره درصد فراوانی عناصر سازنده کره زمین می‌توان گفت:  $Fe > O > Si > Mg > Ni > S > Ca > Al$
- ۴) درصد فراوانی عنصر هیدروژن در سیاره مشتری، از درصد فراوانی عنصر آهن در سیاره زمین بیش‌تر است.

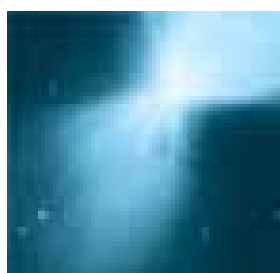
## ۱۱- همه عبارات‌های زیر صحیح هستند، به جز:

- ۱) اختر شیمی یکی از شاخه‌های علم شیمی است که به بررسی و مطالعه در سطح مولکولی می‌پردازد.
- ۲) اختر شیمی به مطالعه مولکول‌هایی می‌پردازد که در فضای بین ستاره‌ای یافت می‌شوند.
- ۳) دانشمندان به کمک علم اختر شیمی توانسته‌اند وجود مولکول‌هایی را در مکان‌های بسیار دور که پای هیچ انسانی نرسیده است، ثابت کنند.
- ۴) به کمک علم اختر شیمی می‌توان روی مولکول‌های سازنده سیاره مشتری تحقیق و بررسی انجام داد.



### ۱۲- در رابطه با شکل روبه‌رو کدام عبارت زیر نادرست است؟

- (۱) می‌توان گفت سیاره مشتری برخلاف کره زمین، بیش‌تر از جنس گاز است.
- (۲) علت گازی بودن سیاراتی مانند مشتری، دور بودن آن‌ها از خورشید است.
- (۳) علاوه بر عناصر نشان داده شده در شکل روبه‌رو، عناصر دیگری نیز در زمین یافت می‌شوند.
- (۴) در میان هشت عنصر فراوان موجود در سیاره مشتری که بزرگ‌ترین سیاره سامانه خورشیدی است، هیچ عنصر فلزی یافت نمی‌شود.



### ۱۳- کدام یک از جمله‌های زیر درباره سحابی شکل روبه‌رو نادرست است؟

- (الف) شکل، سحابی بوم رنگ را نشان می‌دهد که سردترین مکان شناخته شده در سامانه خورشیدی است.
- (ب) دمای این سحابی حدود  $-272^{\circ}\text{C}$  است و همانند سحابی عقاب محل پیدایش برخی ستاره‌ها است.
- (پ) این سحابی، در فاصله ۵۰۰۰ سال نوری از زمین قرار دارد که در صورت فلکی سنتا روس (قنطورس) واقع شده است.
- (ت) دمای این سحابی ۶۲۷۲ درجه سلسیوس از دمای درون خورشید پایین‌تر است و سردترین مکان شناخته شده در جهان است.

(الف) و (ب) (۱) (۲) (ب) و (ت) (۲) (الف) و (ت) (۳) (پ) و (ت) (۴)

### ۱۴- چند مورد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

- (الف) نوع و میزان فراوانی عنصرها در دو سیاره زمین و مشتری متفاوت است در حالی که دارای عنصرهای مشترکی نیز می‌باشند.
- (ب) دانشمندان به کمک این موضوع که عناصر به‌صورت ناهمگون در جهان توزیع شده‌اند، توانستند چگونگی پیدایش عنصرها را توضیح دهند.
- (پ) طی مه‌بانگ انرژی بسیار عظیمی آزاد شده است که باعث پیدایش ذرات زیراتمی و سپس هیدروژن و هلیوم شده است.
- (ت) پس از مه‌بانگ با گذشت زمان و افزایش دما، گازهای هیدروژن و هلیوم متراکم شدند و سحابی‌ها را ایجاد کردند.

(الف) (۱) (۲) (۲) (۳) (۴) (۴)

### ۱۵- در رابطه با شکل روبه‌رو کدام عبارت زیر نادرست است؟

- (۱) شکل روبه‌رو سحابی عقاب را نشان می‌دهد که محل زایش ستاره‌ها است.
- (۲) این تصویر، توسط تلسکوپ هابل گرفته شده است که یک مجموعه گازی شکل است.
- (۳) شکل روبه‌رو بر اثر گذشت زمان و کاهش دما، از تراکم گازهای هیدروژن و هلیوم پدید آمده است.
- (۴) در سحابی‌هایی مانند سحابی شکل روبه‌رو، امکان وقوع واکنش‌های هسته‌ای برای تولید عناصر سنگین‌تر وجود ندارد.

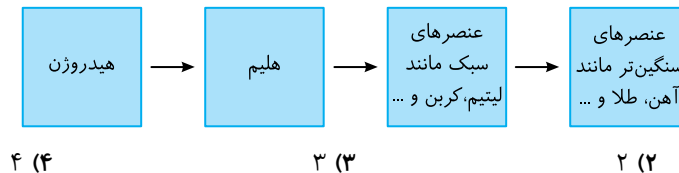


### ۱۶- کدام یک از عبارت‌های زیر درباره ستاره‌ها صحیح نیست؟

- (۱) ستاره‌ها در سحابی‌ها متولد می‌شوند، رشد می‌کنند و سرانجام با یک انفجار بزرگ می‌میرند.
- (۲) مرگ یک ستاره همراه با یک انفجار بزرگ در ستاره است که سبب می‌شود عنصرهای سبک و سنگین تولید شده در آن ستاره، در فضا پراکنده شوند.
- (۳) درون ستاره‌ها همانند خورشید، در دماهای بالا و شرایط ویژه، عناصر سنگین طی واکنش‌های هسته‌ای از عناصر سبک‌تر پدید می‌آیند.
- (۴) دمای یک ستاره برخلاف اندازه آن، تعیین می‌کند که چه عنصرهایی باید در آن ستاره ساخته شوند.

۱۷- چند مورد از جملات زیر درست هستند؟

- (الف) هر چه دمای ستاره‌ای بیش‌تر باشد، شرایط برای تشکیل عناصر سنگین‌تر مثل طلا و آهن مساعدتر خواهد بود.  
 (ب) ستاره‌های تولید شده در سحابی‌های مختلف، در زمانی که رشد می‌کنند علاوه بر نورافشانی، گرما نیز تولید می‌کنند.  
 (پ) در هنگام مرگ یک ستاره، ستاره پایداری خود را از دست داده و اتم‌های سنگین درون آن در سرتاسر گیتی پراکنده می‌شوند.  
 (ت) ستارگان که کارخانه تولید عناصر هستند، روند تشکیل عناصر مطابق شکل زیر است.



۱۸- کدام یک از عبارات‌های زیر، جمله «سرآغاز کیهان با انفجاری مهیب (مهبانگ) همراه بوده که در آن شرایط، .....» را به‌درستی تکمیل نمی‌کند؟

- ۱) ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، نوترون و پروتون ایجاد شدند.  
 ۲) واکنش‌های هسته‌ای رخ داد و انرژی عظیمی آزاد شد.  
 ۳) پس از تشکیل ذره‌های زیراتمی، عنصرهای هیدروژن و هلیوم با به عرصه وجود گذاشتند.  
 ۴) از واکنش عنصرهای هلیوم و هیدروژن و تراکم آن‌ها عنصرهای سبک مثل لیتیم، کربن و آهن ایجاد شدند.

۱۹- چه تعداد از عبارات‌های زیر، نادرست هستند؟

- (الف) با بررسی و مقایسه نوع و درصد فراوانی عناصر سازنده سیارات و خورشید می‌توان به درک بهتری از چگونگی تشکیل عنصرها دست یافت.  
 (ب) اکسیژن و گوگرد، از جمله عنصرهای مشترک سازنده سیاره زمین و مشتری هستند.  
 (پ) میزان درصد فراوانی عنصر آهن در کره زمین با درصد فراوانی هلیوم در سیاره مشتری مساوی است.  
 (ت) ترتیب ایجاد مواد پس از مهبانگ، به‌صورت «هیدروژن ← هلیوم ← عنصرهای سبک ← عنصرهای سنگین» بوده است.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۲۰- در خورشید که فاصله ..... تری نسبت به دیگر ستارگان با ما دارد، دمای همه بخش‌ها یکسان ..... و انرژی گرمایی و نورانی آن از واکنش هسته‌های ..... تأمین می‌شود. به‌طور تخمینی، این ستاره تا ..... سال دیگر می‌تواند نورافشانی کند.

- ۱) کم- نیست- هیدروژن - ۵ میلیون  
 ۲) زیاد- نیست- هلیوم - ۵ میلیون  
 ۳) کم- نیست- هیدروژن - ۵ میلیارد  
 ۴) کم- است- هلیوم - ۵ میلیارد

۲۱- کدام عبارت در مورد خورشید صحیح است؟

- ۱) دمای سطح آن از داخل آن بیش‌تر است و حدود ۱۶۶۷ برابر آن است.  
 ۲) انرژی گرمایی و نورانی خیره کننده آن از واکنش‌های هسته‌ای هیدروژن و هلیوم ایجاد می‌شود.  
 ۳) در هر ثانیه ۵ میلیون تن به جرم خورشید اضافه می‌شود و انرژی تولید می‌کند.  
 ۴) نزدیک‌ترین ستاره به ماست که تخمین زده می‌شود که تا ۵ میلیارد سال دیگر می‌تواند نورافشانی کند.

۲۲- کدام یک از عبارات‌های زیر نادرست است؟

- ۱) سحابی مجموعه‌ای گازی است که سبب تولید ستاره‌ها و کهکشان‌ها می‌شود.  
 ۲) در خلال انفجار عظیم و تراکم گازهای هیدروژن و هلیوم سحابی به‌وجود می‌آید.  
 ۳) با انجام واکنش‌های هسته‌ای در ستاره‌ها، عنصرهای سنگین‌تر مانند طلا، آهن و ... ایجاد می‌شود.  
 ۴) فرایند ایجاد عنصرهای سنگین‌تر، از عنصرهای سبک‌تر، با صرف مقدار زیادی انرژی همراه است.

۲۳- کدام یک از عبارات‌های زیر درست است؟

- ۱) انتشار عنصرهای سنگین در فضا سبب انفجار و مرگ ستارگان می‌شود.  
 ۲) هر اندازه دمای یک ستاره بیش‌تر باشد، عنصرهای ساخته شده در آن سنگین‌تر خواهد بود.  
 ۳) طلا و آهن از جمله عنصرهایی هستند که امکان تشکیل آن‌ها در ستاره‌ها وجود ندارد.  
 ۴) ۹۲ عنصری که در طبیعت یافت می‌شوند، حاصل فرایندهای هسته‌ای در ستارگان نیستند.

## رابطهٔ اینشتین (پیوند با ریاضی)

- ۲۴- کدام عبارت درست است؟
- (۱) انرژی آزاد شده در واکنش‌های هسته‌ای، با جرم ماده تبدیل شده به انرژی رابطهٔ عکس دارد.
  - (۲) در واکنش هسته‌ای تبدیل هیدروژن به هلیوم، انرژی به ماده تبدیل می‌شود.
  - (۳) در واکنش‌های هسته‌ای، با دانستن جرم مواد اولیه و نهایی می‌توان مقدار انرژی آزاد شده را محاسبه کرد.
  - (۴) در رابطهٔ اینشتین، اگر سرعت نور بر حسب کیلومتر بر ساعت در نظر گرفته شود، انرژی بر حسب ژول به‌دست خواهد آمد.
- ۲۵- در واکنش هسته‌ای تبدیل هیدروژن به هلیوم، ..... گرم ..... به ..... تبدیل می‌شود که طی آن ..... کیلوژول انرژی تولید می‌شود. این مقدار انرژی، ..... گرم فلز X را ذوب خواهد کرد. ( $\frac{m}{s} \times 10^8 \approx 3$  سرعت نور، برای ذوب شدن هر گرم فلز X،  $10^8$  J انرژی لازم است).
- (۱)  $2 \times 10^6 - 2/4 \times 10^{14}$  - ماده - انرژی
  - (۲)  $2 \times 10^9 - 2/4 \times 10^8$  - ماده - انرژی
  - (۳)  $2 \times 10^9 - 2/16 \times 10^{11}$  - ماده - انرژی
  - (۴)  $2 \times 10^{11} - 2/16 \times 10^8$  - ماده - انرژی
- ۲۶- چه تعداد از عبارت‌های زیر، درست هستند؟
- (الف) اگر در رابطهٔ اینشتین، سرعت نور بر حسب متر بر ثانیه و جرم ماده بر حسب گرم قرار گیرد، انرژی آزاد شده، بر حسب کیلوژول به‌دست خواهد آمد.
  - (ب) در رابطهٔ اینشتین،  $m$  نشان‌دهندهٔ جرم مادهٔ فراورده طی واکنش‌های هسته‌ای است.
  - (پ) درون ستاره‌ها به‌دلیل انجام واکنش‌های هسته‌ای، انرژی بسیار زیادی مصرف می‌شود.
  - (ت) اگر در دنیای خیالی، سرعت نور نصف سرعت آن در دنیای واقعی باشد، به‌صورت تئوری می‌توان گفت انرژی آزاد شده از تبدیل ماده به انرژی،  $\frac{1}{4}$  دنیای واقعی خواهد شد.
- (۱) ۴
  - (۲) ۳
  - (۳) ۲
  - (۴) ۱
- ۲۷- میزان کاهش جرم ماده در سطح خورشید در طی یک سال برابر چند میلیون تن می‌باشد؟ اگر تمام این جرم ماده در این ستاره، طی واکنش‌های هسته‌ای به انرژی تبدیل شود، به وسیلهٔ این انرژی چند میلیون تن آهن را می‌توان ذوب کرد؟ (برای ذوب هر گرم آهن  $247$  ژول انرژی نیاز است).
- (۱)  $5/75 \times 10^{19} - 15/77 \times 10^6$
  - (۲)  $5/75 \times 10^{25} - 15/77 \times 10^6$
  - (۳)  $5/75 \times 10^{25} - 15/77 \times 10^7$
  - (۴)  $5/75 \times 10^{19} - 15/77 \times 10^6$
- ۲۸- انرژی آزاد شده از واکنش هسته‌ای که در آن  $1/08 \times 10^{-1}$  گرم ماده به انرژی تبدیل می‌شود، چند گرم از فلزی را ذوب خواهد کرد که برای ذوب هر یک گرم از آن،  $180$  J انرژی لازم است؟
- (۱)  $9/72 \times 10^{12}$
  - (۲)  $5/4 \times 10^8$
  - (۳)  $5/4 \times 10^{10}$
  - (۴)  $9/72 \times 10^{10}$
- ۲۹- اگر برای افزایش دمای یک کیلوگرم آب به اندازهٔ  $75^\circ\text{C}$ ،  $315$  کیلوژول انرژی مصرف شود و از واکنش هسته‌ای دوتریم ( $^2\text{H}$ ) و تریتم ( $^3\text{H}$ )،  $18/8$  میلی گرم ماده به انرژی تبدیل شود، مقدار انرژی حاصل قدر است دمای چند کیلوگرم آب را به اندازهٔ  $75^\circ\text{C}$  افزایش دهد؟
- (۱)  $5/36 \times 10^6$
  - (۲)  $8/68 \times 10^9$
  - (۳)  $8/7 \times 10^6$
  - (۴)  $5/36 \times 10^9$
- ۳۰- خورشید نزدیک‌ترین ستاره به زمین است و انرژی نورانی و گرمایی آن از واکنش‌های هسته‌ای هیدروژن و تبدیل آن‌ها به هلیوم ایجاد می‌شود. حال اگر خورشید با سرعت  $3/6 \times 10^{23}$  کیلوژول بر ثانیه انرژی از دست بدهد، سرعت کاهش جرم آن چند کیلوگرم بر ثانیه است؟
- (۱)  $1/2 \times 10^{10}$
  - (۲)  $4 \times 10^9$
  - (۳)  $1/2 \times 10^7$
  - (۴)  $4 \times 10^6$
- ۳۱- اگر گرمای حاصل از سوختن یک گرم گاز طبیعی برابر  $56/7$  کیلوژول باشد، گرمای حاصل از واکنش هسته‌ای یک گرم از هسته‌های ایزوتوپ هیدروژن ( $^2\text{H}$ ) و تولید  $0/99364$  گرم هستهٔ هلیوم، معادل سوختن چند کیلوگرم گاز طبیعی است؟
- (۱)  $100/95$
  - (۲)  $5047$
  - (۳)  $10095$
  - (۴)  $12700$
- ۳۲- اگر یک کارخانهٔ صنعتی روزانه  $1/8 \times 10^8$  کیلوژول انرژی مصرف کند، برای تأمین انرژی مورد نیاز یک هفتهٔ این کارخانه، چند گرم ماده طی یک واکنش هسته‌ای، به انرژی تبدیل می‌شود؟ ( $\frac{m}{s} \times 10^8 \approx 3$  سرعت نور)
- (۱)  $1/4 \times 10^{-5}$
  - (۲)  $2 \times 10^{-6}$
  - (۳)  $2 \times 10^{-3}$
  - (۴)  $1/4 \times 10^{-2}$

۳۳- خورشید روزانه  $10^{22}$  ژول انرژی گسیل می‌دارد. بر این اساس مقدار انرژی‌ای که خورشید طی یک سال گسیل می‌دارد، چند کیلوژول است؟

اگر انرژی تولید شده در خورشید از رابطه  $E = mc^2$  به دست آید، سالانه چند گرم از جرم خورشید کاسته می‌شود؟

$$(1) \quad 4/05 \times 10^{21} - 3/65 \times 10^{24} \quad (2) \quad 4/05 \times 10^{24} - 3/65 \times 10^{21}$$

$$(3) \quad 4/05 \times 10^{21} - 3/65 \times 10^{24} \quad (4) \quad 4/05 \times 10^{24} - 3/65 \times 10^{21}$$

۳۴- یک ستاره در سحابی عقاب روزانه حدود  $10^{25}$  کیلوژول انرژی به اطراف خود گسیل می‌کند. این ستاره در طی یک سال معادل چند سال

خورشید انرژی تولید می‌کند؟ همچنین در طی دو سال حدود چند تن از جرم این ستاره کاسته می‌شود؟ (خورشید روزانه حدود  $10^{23}$  ژول انرژی به اطراف آزاد می‌کند.)

$$(1) \quad 1000000 \text{ سال} - 81/1 \times 10^{12} \quad (2) \quad 100 \text{ سال} - 81/1 \times 10^{12}$$

$$(3) \quad 1000000 \text{ سال} - 81/1 \times 10^9 \quad (4) \quad 100 \text{ سال} - 81/1 \times 10^9$$



### سؤالات ترکیبی

۳۵- کدام عبارت‌ها نادرست هستند؟

(الف) با توجه به نوری که از ستارگان به زمین تابیده می‌شود، می‌توان فهمید که ذره‌های سازنده جهان مادی طی چه فرایندی و چگونه ایجاد شده‌اند.

(ب) مأموریت وویجر ۱ و ۲ این بود که با عبور از کنار سیاره‌های گازی، شناسنامه فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را تهیه و ارسال کنند.

(پ) درصد فراوانی عنصر گوگرد (S) در سیاره مشتری بیش‌تر از سیاره زمین است.

(ت) سرآغاز کیهان با مه‌بانگ همراه بوده که طی آن ذره‌های زیراتمی با دریافت انرژی، عنصرهای هیدروژن، هلیوم و ایزوتوپ‌های آن‌ها را ایجاد کردند.

(۱) (الف) و (ب) (۲) (الف) و (ت) (۳) (پ) و (ت) (۴) (الف)، (پ) و (ت)

۳۶- کدام عبارت‌ها درست هستند؟

(الف) به منظور شناخت بیش‌تر فضای بین ستاره‌ای، دو فضاپیمای وویجر ۱ و ۲ در سال ۱۳۵۶ خورشیدی به فضا فرستاده شدند.

(ب) همه دانشمندان معتقدند که سرآغاز جهان با انفجاری مهیب (مه‌بانگ) همراه بوده است.

(پ) در واکنش‌های هسته‌ای تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هسته دستخوش تغییر می‌شود و انرژی زیادی آزاد می‌شود.

(ت) در هر ثانیه در سطح خورشید به علت وقوع واکنش‌های هسته‌ای حدود ۵ میلیون تن از جرم خورشید کاسته می‌شود.

(۱) (الف) و (ب) (۲) (ب) و (ت) (۳) (پ) و (ت) (۴) (ب)، (پ) و (ت)

### آیا همه اتم‌های یک عنصر پایدارند؟

۳۷- تفاوت تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها در کدام یک از گونه‌های زیر کم‌تر است؟



۳۸- کدام مطلب در مورد عنصر فرضی X با عدد اتمی Z و عدد جرمی A صحیح است؟

(۱) نحوه قرار گرفتن عدد اتمی و عدد جرمی برای این عنصر به صورت  ${}^Z_A\text{X}$  است.

(۲) مجموع ذرات زیراتمی عنصر X برابر با A است.

(۳) تفاوت تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها برابر A-Z است.

(۴) مجموع تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها برابر A است.

۳۹- در اتم  ${}^{11}\text{A}$ ، اختلاف شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها برابر ۱۱ است. عدد اتمی این عنصر کدام است؟

$$(1) \quad 35 \quad (2) \quad 46 \quad (3) \quad 37 \quad (4) \quad 44$$

۴۰- در اتم  ${}^{140}\text{M}$ ، شمار نوترون‌ها، ۱/۵ برابر شمار پروتون‌ها است. در یون  $\text{M}^{2+}$  چند الکترون وجود دارد؟

$$(1) \quad 56 \quad (2) \quad 54 \quad (3) \quad 82 \quad (4) \quad 84$$

۴۱- در یون  $\text{M}^{4+}$ ، عدد جرمی برابر ۱۲۰ و اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر ۲۴ است. عدد اتمی عنصر M کدام است؟

$$(1) \quad 50 \quad (2) \quad 46 \quad (3) \quad 54 \quad (4) \quad 48$$

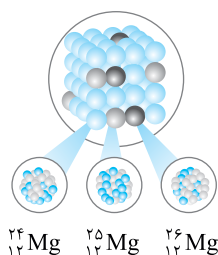
۴۲- در مورد عنصرهای  $^{12}_6A$  و  $^{37}_{17}B$  می‌توان گفت:

- (۱) اختلاف تعداد پروتون‌های اتم B و تعداد نوترون‌های اتم A با اختلاف تعداد الکترون‌های اتم B و تعداد پروتون‌های اتم A برابر است.
- (۲) تعداد ذرات زیراتمی با بار منفی در اتم خنثی A، نصف تعداد این ذرات زیراتمی در اتم خنثی B است.
- (۳) تعداد نوترون‌ها در اتم A، دو برابر تعداد پروتون‌ها در این اتم است.
- (۴) عدد اتمی عنصرهای A و B به ترتیب ۶ و ۲۰ برابر تعداد پروتون‌های  $^2_1H$  است.

۴۳- گزینه درست کدام است؟

- (۱) ایزوتوپ‌ها، اتم‌های یک عنصر هستند که عدد اتمی یکسان ولی عدد جرمی متفاوت دارند.
- (۲) همهٔ عنصرهای طبیعی مانند منیزیم مخلوطی از چند ایزوتوپ هستند.
- (۳) همهٔ اتم‌های یک عنصر مشابه یک‌دیگر هستند.
- (۴) لیتیم دارای دو ایزوتوپ است و ایزوتوپ سبک‌تر فراوانی بیش‌تری نسبت به ایزوتوپ سنگین‌تر دارد.

۴۴- با توجه به شکل روبه‌رو، در میان ایزوتوپ‌های اتم منیزیم با عدد اتمی .....، ایزوتوپ ..... بیش‌ترین درصد فراوانی در طبیعت را داراست و عمدهٔ یک نمونهٔ طبیعی از این عنصر را، ایزوتویی با ..... نوترون تشکیل می‌دهد.



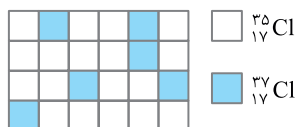
(۱)  $^{24}_{12}Mg - 14$

(۲)  $^{26}_{12}Mg - 14$

(۳)  $^{24}_{12}Mg - 12$

(۴)  $^{25}_{12}Mg - 13$

۴۵- با توجه به شکل روبه‌رو که نشان‌دهندهٔ پراکندگی ایزوتوپ‌های اتم کلر در طبیعت است، درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر کدام است؟

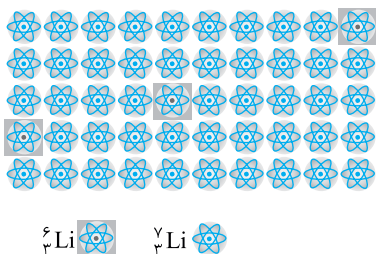


(۱) ۷۵٪   (۲) ۱۵٪

(۳) ۲۵٪   (۴) ۸۵٪

۴۶- با توجه به شکل روبه‌رو کدام عبارت، نادرست است؟

- (۱) در یک نمونهٔ طبیعی از عنصر لیتیم، ۲ نوع ایزوتوپ یافت می‌شود.
- (۲) درصد فراوانی لیتیم با تعداد نوترون‌های کم‌تر، از لیتیم با تعداد نوترون‌های بیش‌تر، کم‌تر می‌باشد.
- (۳) درصد فراوانی  $^7Li$  بیش از ۱۵ برابر درصد فراوانی  $^6Li$  می‌باشد.
- (۴) در ایزوتوپ فراوان‌تر لیتیم، تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر است.



۴۷- با توجه به جدول داده شده، چه تعداد از عبارت‌های زیر، درست هستند؟

اتم	$^1_1H$	$^3_1H$	$^4_2He$
نیم‌عمر	پایدار	۱۲/۳۲ سال	تانه $1.4 \times 10^{-22}$
درصد فراوانی در طبیعت	۹۹/۹۸۸۵	ناچیز	صفر (ساختگی)

الف) ایزوتوپ‌های طبیعی، میزان پایداری بیش‌تری نسبت به ایزوتوپ‌های ساختگی دارند.

ب) ایزوتویی از هیدروژن که دو نوترون دارد، از جمله ایزوتوپ‌های پایدار این عنصر به‌شمار می‌رود.

پ) در یک نمونهٔ طبیعی از عنصر H (هیدروژن)، ایزوتویی که فاقد نوترون در هستهٔ خود است، بیش‌ترین فراوانی را دارد.

ت) دانشمندان توانسته‌اند ایزوتوپ‌های سنگین‌تری نسبت به ایزوتوپ‌های طبیعی این عنصر بسازند.

(۱) ۴   (۲) ۳   (۳) ۲   (۴) ۱



۴۸- عبارت کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) اتم هیدروژن دارای هفت ایزوتوپ است که چهار عدد از آن‌ها ساختگی هستند.
- (۲) ۵ عدد از ایزوتوپ‌های هیدروژن دارای زمان ماندگاری محدود (نیم‌عمر) هستند.
- (۳) هسته‌های ایزوتوپ‌های ساختگی ماندگار نیستند و با گذشت زمان متلاشی می‌شوند.
- (۴) ترتیب پایداری تعدادی از ایزوتوپ‌های هیدروژن به صورت  ${}^1_1\text{H} > {}^2_1\text{H} > {}^3_1\text{H}$  است.

۴۹- چند مورد از عبارت‌های زیر دربارهٔ هفت ایزوتوپ عنصر هیدروژن صحیح است؟

- (الف) دو اتم  ${}^1_1\text{H}$  و  ${}^2_1\text{H}$  هسته‌های پایدار دارند.
  - (ب) در میان ایزوتوپ‌های هیدروژن، با افزایش عدد جرمی، از زمان ماندگاری کاسته می‌شود.
  - (پ) کم‌ترین میزان پایداری به عنصر  ${}^3_1\text{H}$  مربوط است.
  - (ت) از لحاظ فراوانی ایزوتوپ‌ها، ایزوتوپ‌های  ${}^1_1\text{H}$  و  ${}^2_1\text{H}$  بیش‌ترین فراوانی را دارد.
  - (ث) عنصرهایی با عدد جرمی ۳ تا ۷، همگی ساختگی و درصد فراوانی آن‌ها صفر است.
- (۱) ۱      (۲) ۳      (۳) ۴      (۴) ۲

۵۰- کدام عبارت، مطلب درستی را بیان نمی‌کند؟

- (۱) نیم‌عمر هر ایزوتوپ نشان می‌دهد که ایزوتوپ یادشده، تا چه حد پایدار است.
- (۲) هستهٔ ایزوتوپ ناپایدار، ماندگار نبوده و با گذشت زمان متلاشی می‌شود.
- (۳) ایزوتوپ‌های ناپایدار بر اثر شکافت هسته‌ای، افزون بر ذرات پر انرژی، مقدار زیادی انرژی آزاد می‌کنند.
- (۴) در میان ایزوتوپ‌های هیدروژن، هر چه نسبت نوترون به پروتون بیش‌تر باشد، پایداری بیش‌تر است.

۵۱- بر اثر شکافت هستهٔ ایزوتوپ‌های ناپایدار یک عنصر، کدام یک از موارد زیر صورت نمی‌گیرد؟

- (۱) آزادسازی مقدار زیادی انرژی
- (۲) پدیدهٔ پرتوزایی
- (۳) افزایش درصد فراوانی ایزوتوپ‌های ناپایدار
- (۴) تولید ذرات پرانرژی

۵۲- کدام عبارت، به درستی بیان شده است؟

- (۱) شکافت هستهٔ برخی ایزوتوپ‌ها که پایدار نیستند، با مصرف میزان بسیار زیادی انرژی همراه است.
- (۲) همهٔ هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن‌ها برابر یا بیش از ۱/۵ باشد ناپایدار هستند و با گذشت زمان متلاشی می‌شوند.
- (۳) ایزوتوپ‌هایی که درصد فراوانی آن‌ها در طبیعت برابر با صفر است، معمولاً نسبت به دیگر ایزوتوپ‌ها، زمان نیم‌عمر بلندتری دارند.
- (۴) دو ذرهٔ  ${}^a_b\text{X}$  و  ${}^c_d\text{Y}$  در صورت برقراری رابطه‌های  $a - c = 2$  و  $b(2 + c) = ad$ ، ایزوتوپ یک‌دیگر هستند.

۵۳- چند مورد از جملات زیر صحیح است؟

- (الف) همواره در یک نمونهٔ طبیعی از عنصری معین، اتم‌های سازنده جرم یکسانی ندارند.
- (ب) در یک نمونه منیزیم همهٔ اتم‌ها یکسان نیستند و هر نمونه مخلوطی از سه هم‌مکان می‌باشد.
- (پ) عنصر منیزیم که به شکل ورقهٔ نواری نقره‌ای رنگ در می‌آید، دارای ۳ ایزوتوپ با عدهای جرمی ۲۴، ۲۵ و ۲۶ می‌باشد.
- (ت) با استفاده از نماد شیمیایی ویژه هر عنصر، می‌توان تعداد ذره‌های زیراتمی آن را تعیین کرد.
- (ث) کلمهٔ Element به معنای عنصر می‌باشد و نماد همگانی اتم‌ها به صورت  ${}^A_Z\text{E}$  نمایش داده می‌شود.

- (۱) ۲      (۲) ۳      (۳) ۴      (۴) ۵

۵۴- همهٔ عبارت‌های زیر صحیح هستند به جز:

- (۱) خواص شیمیایی اتم‌های هر عنصر به عدد اتمی (Z) وابسته است و تمام ایزوتوپ‌های یک عنصر خواص شیمیایی یکسانی دارند.
- (۲) هر سه نوع ایزوتوپ عنصر منیزیم در جدول دوره‌ای عناصر، فقط یک خانه را اشغال می‌کنند.
- (۳) ایزوتوپ‌های یک عنصر در همهٔ خواص فیزیکی وابسته به جرم مثل چگالی با هم تفاوت دارند.
- (۴) علت تفاوت در خواص فیزیکی وابسته به جرم در ایزوتوپ‌های عنصر لیتیم، تفاوت در تعداد ذرات زیراتمی خنثی آن‌ها است.

۵۵- در مورد ایزوتوپ‌های عنصر هیدروژن به عنوان اولین عنصر جدول دوره‌ای، چه تعداد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

- (الف) در نمونهٔ طبیعی از این عنصر حداکثر سه نوع ایزوتوپ مختلف یافت می‌شود.
  - (ب) ایزوتوپی که کم‌ترین نیم‌عمر را دارد، از سایر ایزوتوپ‌ها ناپایدارتر است.
  - (پ) به ایزوتوپ‌های پرتوزا و ناپایدار، رادیوایزوتوپ گفته می‌شود که این عنصر دارای ۵ رادیوایزوتوپ می‌باشد.
  - (ت) درصد فراوانی هر ایزوتوپ در طبیعت، نشان‌دهندهٔ میزان پایداری و نیم‌عمر آن ایزوتوپ می‌باشد.
- (۱) ۱      (۲) ۲      (۳) ۳      (۴) ۴

## ۵۶- کدام گزینه صحیح نمی‌باشد؟

- (۱) با استفاده از خاصیت پرتوزایی مشخص شد، فرش پازیریک به ۲۵۰۰ سال پیش تعلق دارد.  
 (۲) با کشف فرش پازیریک در کوه‌های سیبری، مشخص شد مهد صنعت فرش، ایران بوده است.  
 (۳) از یکی از ایزوتوپ‌های کربن که خاصیت پرتوزایی دارد، به‌منظور تخمین سن اشیای قدیمی و عتیقه مثل فرش پازیریک استفاده می‌شود.  
 (۴) در ایزوتوبی از کربن که برای تعیین قدمت اشیاء استفاده می‌شود، همانند  ${}^4_1\text{H}$ ، نسبت نوترون به پروتون بیش‌تر از ۱/۵ می‌باشد و هر دو ناپایدارند.

## تکنسیم نخستین عنصر ساخت بشر

۵۷- چند مورد از موارد زیر دربارهٔ عنصر تکنسیم ( ${}^{99}_{43}\text{Tc}$ ) صحیح است؟

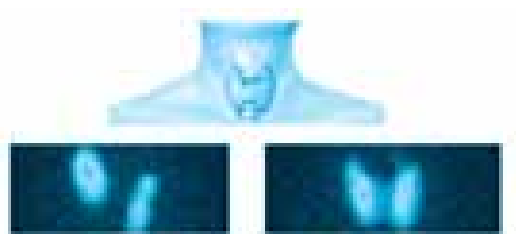
- (الف) نخستین عنصر ساخت بشر است که در واکنشگاه‌های هسته‌ای طی واکنش‌های هسته‌ای تولید شده است.  
 (ب) این عنصر اندازه‌ای مشابه یون یدید دارد و به هر میزان توسط غدهٔ تیروئید جذب می‌شود.  
 (پ) عنصر تکنسیم یک رادیوایزوتوپ است که در تصویربرداری پزشکی کاربرد ویژه‌ای دارد.  
 (ت) نسبت شمار نوترون به پروتون در این عنصر، تقریباً برابر ۱/۳ می‌باشد.  
 (ث) مقدار اندکی از عنصر تکنسیم موجود در جهان، از طریق معادن به‌دست می‌آید.

(۱) ۲ (۲) ۴ (۳) ۳ (۴) ۵

## ۵۸-

در رابطه با عنصری که در تصویربرداری غدهٔ روبه‌رو نقش دارد، کدام گزینه صحیح نیست؟

- (۱) جزو ۲۶ عنصری است که دانشمندان آن را با واکنش هسته‌ای به‌طور مصنوعی ساخته‌اند.  
 (۲) به‌دلیل این که زمان ماندگاری این عنصر کم است، نمی‌توان مقادیر زیادی از این عنصر را تهیه و برای مدت طولانی نگهداری کرد.  
 (۳) این عنصر در مکان‌های مورد نیاز، توسط مولد هسته‌ای تولید و سپس مصرف می‌شود.  
 (۴) از خاصیت پرتوزایی این عنصر برای تعیین قدمت فرش پازیریک استفاده شد.



## ۵۹- چه تعداد از عبارات‌های زیر نادرست هستند؟

- (الف) دانشمندان با بهره‌گیری از واکنش‌های هسته‌ای، تنها می‌توانند ۲۶ عنصر جدول را به‌طور مصنوعی بسازند.  
 (ب) تکنسیم نخستین عنصر از ۲۶ عنصری است که طی واکنش‌های هسته‌ای به‌صورت مصنوعی ساخته شده است.  
 (پ) در تمامی واکنش‌های هسته‌ای مقدار زیادی انرژی آزاد می‌شود.  
 (ت) با رشد علم شیمی و فیزیک، تبدیل عنصرهای دیگر به طلا (کیمیاگری) امکان‌پذیر شد.  
 (ث) ۸۰ درصد عناصری که تاکنون شناخته شده‌اند در طبیعت یافت می‌شوند.

(۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۱

## ۶۰- چه تعداد از عبارات‌های زیر درست است؟

- (الف) شیمی‌دان‌ها همواره با یافتن کاربردهای منحصر به فرد هر عنصر، انگیزهٔ کافی برای ساختن عنصرهای جدید را دارند.  
 (ب) تکنسیم را نمی‌توان به مقدار زیاد تهیه کرد و آن را نگهداری نمود.  
 (پ) تیروئید غده‌ای پروانه‌ای شکل است که در زیر گلو قرار دارد.  
 (ت) اکنون انسان می‌تواند طلا تولید کند، اما هزینهٔ آن به قدری زیاد است که نمی‌توان آن را به مقدار انبوه تولید کرد.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

## ۶۱- همهٔ عبارات‌های زیر صحیح هستند به‌جز:

- (۱) از ۱۱۸ عنصر شناخته شده، فقط ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می‌شوند و ۲۶ عنصر دیگر همگی ساختگی هستند.  
 (۲) عنصر فلزی مس، دارای رادیوایزوتوبی پرتوزا و ناپایدار است که توسط یک مولد هسته‌ای می‌توان آن را تولید کرد.  
 (۳) تبدیل عناصر دیگر به طلا (کیمیاگری) آرزوی دیرینه بشر بوده است که با پیشرفت علم فیزیک و شیمی، تحقق یافته است.  
 (۴) با افزایش مقدار اتم تکنسیم در غدهٔ تیروئید، امکان تصویربرداری از آن فراهم می‌شود.

## ۶۲- همه عبارت‌های زیر صحیح هستند، به جز:

- ۱) از ایزوتوپ‌های پرتوزا فقط به عنوان سوخت در نیروگاه‌های اتمی استفاده می‌شود.
- ۲) اورانیم شناخته شده‌ترین فلز پرتوزا است که چندین ایزوتوپ دارد.
- ۳) فراوانی ایزوتوپی از اورانیم که به عنوان سوخت راکتور اتمی به کار می‌رود در مخلوط طبیعی کم‌تر از ۷٪ درصد است.
- ۴) دانشمندان هسته‌ای کشورهای توانمند فراوانی ایزوتوپ اورانیم قابل استفاده در نیروگاه‌های هسته‌ای را در مخلوط طبیعی از این عنصر به کمک غنی‌سازی ایزوتوپی افزایش دهند.

## ۶۳- چه تعداد از موارد داده شده، عبارت زیر را به درستی کامل نمی‌کند؟

«غنی‌سازی ایزوتوپی .....»

- یکی از مراحل مهم چرخه تولید سوخت هسته‌ای است.
- فرایندی است که طی آن مقدار و خلوص یک ایزوتوپ در یک نمونه افزایش می‌یابد.
- تنها در ۱۰ کشور هسته‌ای جهان در حال انجام است.
- دانشمندان کشور ما را قادر ساخته است تا با گسترش این صنعت بخشی از انرژی الکتریکی مورد نیاز کشور را تأمین کند.

۳ (۱) ۲ (۲) ۱ (۳) ۴ (۴) صفر

## ۶۴- پسماندهای راکتورهای اتمی، خاصیت ..... و ..... از این رو ..... .

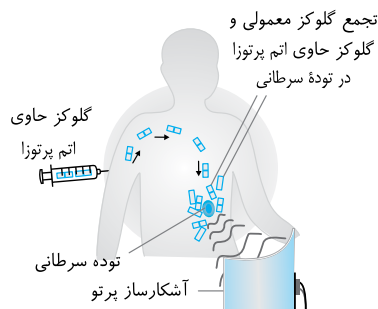
- ۱) پرتوزایی خود را از دست داده‌اند - خطرناک نیستند - دفع آن‌ها به آسانی صورت می‌گیرد.
- ۲) تابش پرتو ندارند - با این وجود خطرناک هستند - دفع آن‌ها از جمله مشکلات صنایع هسته‌ای است.
- ۳) پرتوزایی دارند - خطرناک هستند - دفع آن‌ها از چالش‌های صنایع هسته‌ای به شمار می‌آید.
- ۴) پرتوزایی خود را از دست داده‌اند - از دسته مواد خطرناک هستند - برای دفع آن‌ها، روش‌های بسیار مناسب و آسانی یافت شده است.

## ۶۵- کدام یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟

- ۱) توده‌های سرطانی، یاخته‌هایی هستند که رشد غیر عادی و سریع دارند.
- ۲) یکی از کاربردهای رادیوایزوتوپ‌ها تشخیص و درمان بیماری‌ها می‌باشد.
- ۳) ایزوتوپ‌های پرتوزا، بسیار خطرناک هستند و بشر هنوز موفق به بهره‌گیری و استفاده از آن نشده است.
- ۴) از رادیوایزوتوپ‌ها در پزشکی و مهم‌تر از آن به عنوان سوخت در نیروگاه‌های اتمی استفاده می‌شود.

## ۶۶- در رابطه با شکل مقابل کدام مورد صحیح نیست؟

- ۱) برای شناسایی توده سرطانی از گلوکز نشان‌دار استفاده می‌شود.
- ۲) گلوکز حاوی اتم پرتوزا از طریق جریان خون به مناطق مختلف بدن از جمله توده سرطانی می‌رود.
- ۳) توده سرطانی برخلاف سلول‌های غیرسرطانی فقط از گلوکز نشان‌دار استفاده می‌کند.
- ۴) پرتوهای منتشر شده از گلوکزهای نشان‌دار، به وسیله دستگاه آشکارساز، بررسی می‌شوند.



## ۶۷- کدام یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

- ۱) اتم آهن ( $A=59$ ) یک رادیوایزوتوپ است، که با قرارگیری یون‌های آن در ساختار هموگلوبین، تصویربرداری از دستگاه گردش خون را ممکن می‌سازد.
- ۲) دود سیگار و قلیان، مقادیر قابل توجهی مواد پرتوزا دارد، به همین دلیل همه مبتلایان به سرطان ریه، سیگاری هستند.
- ۳) به مولکول گلوکز دارای اتم پرتوزا، گلوکز نشان‌دار گفته می‌شود که پس از تزریق به بدن در توده‌های سرطانی تجمع می‌یابد.
- ۴) عنصر فسفر همانند عنصر آهن دارای ایزوتوپ‌های ناپایدار و پرتوزا می‌باشد.

## ۶۸- کدام گزینه مطلب درستی را بیان نمی‌کند؟

- ۱) پژوهش‌ها و بررسی‌های تجربی نشان می‌دهند که مقادیر بسیار کمی از مواد پرتوزا همه‌جا یافت می‌شوند.
- ۲) میزان پرتوهای تابش شده از مواد پرتوزای موجود در زمین، بسیار اندک است و به‌طور معمول بر سلامت ما اثر نمی‌گذارد.
- ۳) گاز رادون، گازی نارنجی رنگ، بی‌بو و بی‌مزه است که سنگین‌ترین گاز نجیب موجود در طبیعت به شمار می‌آید.
- ۴) گاز پرتوزای رادون به‌طور پیوسته، طی واکنش‌های هسته‌ای در لایه‌های زیرین زمین تولید می‌شود و به منافذ و ترک‌های پوسته زمین نفوذ می‌کند.

## ۶۹- چند مورد از موارد زیر صحیح هستند؟

- الف) یکی از فراوان‌ترین مواد پرتوزایی که در کره زمین یافت می‌شود، گاز رادون است.  
 ب) رادون، گازی بی‌رنگ، بی‌مزه و با بویی تند است و سنگین‌ترین گاز نجیب موجود در طبیعت است.  
 پ) گاز رادون طی واکنش‌های هسته‌ای، پیوسته در لایه‌های زیرین زمین تولید می‌شود.  
 ت) در لایه‌های زیرین زمین، به علت دمای زیاد و فشار کم، گاز رادون به منافذ و ترک‌های موجود در پوسته زمین نفوذ می‌کند.

(۴) ۴

(۳) ۳

(۲) ۲

(۱) ۱



## سؤالات ترکیبی

## ۷۰- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

- الف) تصویر کره زمین از چهار میلیارد کیلومتری، آخرین تصویری بود که وویجر ۱ از زادگاه خود گرفت.  
 ب) دانشمندان تاکنون نتوانسته‌اند درباره فرایندهایی که درون ستاره‌ها رخ می‌دهند و روند پیدایش عناصرها اطلاعاتی به‌دست آورند.  
 پ) تاکنون ۱۱۸ عنصر شناخته شده که از این میان فقط ۲۶ عنصر در طبیعت یافت نمی‌شود.  
 ت) تعداد ذره‌های زیراتمی یک عنصر را به سادگی می‌توان از روی نماد شیمیایی آن عنصر معین کرد.  
 ث) سرعت مصرف عنصر هیدروژن برای تولید انرژی در سطح خورشید، حدود ۳۰۰ میلیون تن بر دقیقه است.

(۴) ۴

(۳) ۳

(۲) ۲

(۱) ۱

## ۷۱- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

- الف) طبق بررسی‌های اینشتین، درون ستاره‌ها برای تولید انرژی، ماده می‌تواند مطابق رابطه  $E = mc^2$  به انرژی تبدیل شود.  
 ب) عنصری که از آن برای تصویربرداری غده تیروئید استفاده می‌شود، نخستین عنصر ساخت بشر است.  
 پ) سلول‌های بدن تفاوت میان گلوکز نشان‌دار شده و گلوکز معمولی را تشخیص نمی‌دهند.  
 ت) فراوانی ایزوتوپی از فلز اورانیم که به‌عنوان سوخت راکتورهای اتمی به کار می‌رود، در طبیعت حدود ۷ درصد است.

(۴) ۴

(۳) ۳

(۲) ۲

(۱) ۱

## ۷۲- توضیح‌های مربوط به کدام گونه‌ها به‌درستی بیان شده است؟

- الف) کربن - ۱۳: از آن برای تخمین سن اشیای قدیمی و عتیقه استفاده می‌شود.  
 ب) تکنسیم: یون حاوی آن هم‌اندازه یون یدید است و در پزشکی برای تصویربرداری از غده تیروئید کاربرد دارد.  
 پ) اتم  $^{56}\text{Fe}$ : یک رادیوایزوتوپ است که با قرارگیری در ساختار هموگلوبین در تصویربرداری دستگاه گردش خون نقش دارد.  
 ت) اورانیم: دانشمندان کشور ما با فرایند غنی‌سازی ایزوتوپی توانسته‌اند فراوانی یکی از ایزوتوپ‌های آن را در مخلوط ایزوتوپ‌های آن عنصر افزایش دهند.

(۴) (الف)، (ب) و (ت)

(۳) (پ) و (ت)

(۲) (الف) و (ب)

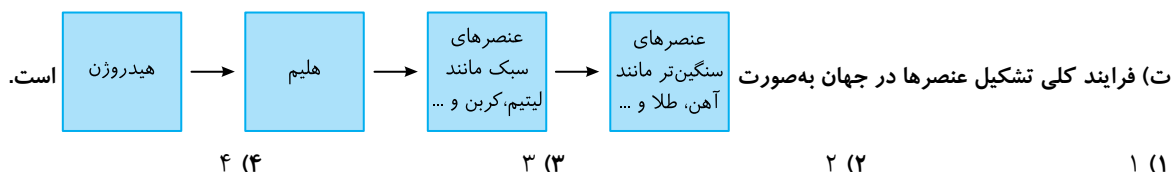
(۱) (ب) و (ت)

## ۷۳- کدام یک از عبارت‌های زیر در مورد عنصرهای طلا و آهن نادرست است؟

- ۱) هر دو عنصر، در ستاره‌های با دمای بالا تشکیل می‌شوند.  
 ۲) هر دو جزو ۹۲ عنصری هستند که در طبیعت یافت می‌شوند.  
 ۳) از ایزوتوپ پرتوزای آهن می‌تواند به‌عنوان رادیودارو برای تصویربرداری از دستگاه گردش خون استفاده کرد.  
 ۴) با پیشرفت علم شیمی و فیزیک هزینه تولید طلا مانند تکنسیم کاهش یافت.

## ۷۴- چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

- الف) در خلال مه‌بانگ، از تراکم گازهای هیدروژن و هلیوم، سحابی عقاب ایجاد شد که محل زایش ستاره‌ها است.  
 ب) عنصر فسفر دارای رادیوایزوتوپی برای شناسایی سرطان است که می‌تواند یک یون با ۲ بار منفی ایجاد کند.  
 پ) یکی از کاربردهای رادیو داروها، تشخیص توده‌های سلولی است که رشد غیر عادی و سریع دارند.



## ۷۵- عبارت کدام گزینه درست نیست؟

- ۱) ۶ درصد ایزوتوپ‌های لیتیم را ایزوتوپ سبک‌تر آن تشکیل می‌دهد.
- ۲) ایران جزو فهرست ده‌گانه کشورهای در جهان است که قابلیت فرایند غنی‌سازی ایزوتوپی اورانیم را به‌عنوان مهم‌ترین مرحله چرخه تولید سوخت هسته‌ای پیدا کرده است.
- ۳) یکی از فراوان‌ترین مواد پرتوزا که در زندگی ما یافت می‌شود، گاز رادون است.
- ۴) ایزوتوپ‌ها، اتم‌های یک عنصر هستند که عدد جرمی متفاوتی دارند و همه عناصرهای طبیعی مخلوطی از چند ایزوتوپ هستند.

## طبقه‌بندی عناصرها

### ۷۶- کدام جمله به شکل درستی بیان نشده است؟

- ۱) طبقه‌بندی کردن، یکی از مهارت‌های پایه در یادگیری مفاهیم علمی است.
- ۲) طبقه‌بندی به ما کمک می‌کند تا ۱۱۸ عنصر شناخته شده را در جدول با چیدمان خاصی قرار دهیم.
- ۳) عناصرها در جدول دوره‌ای با معیار و ملاک خاصی کنار هم قرار گرفته‌اند.
- ۴) چیدمان عناصرها در جدول، اطلاعات ارزشمندی درباره ویژگی‌های عناصرها برخلاف رفتار آن‌ها به ما می‌دهد.

### ۷۷- همه موارد صحیح هستند، به جز:

- ۱) IUPAC، همان اتحادیه بین‌المللی شیمی محض و کاربردی است.
- ۲) IUPAC بر اساس شواهد و مدارک، تعداد ۱۱۸ عنصر را در جدول دوره‌ای عناصرها تأیید کرده است.
- ۳) در جدول دوره‌ای عناصرها، ۹ دوره و ۱۸ گروه وجود دارد.
- ۴) از روی جدول دوره‌ای عناصرها، می‌توان به تعداد ذره‌های زیراتمی یک عنصر پی برد.

### ۷۸- چند مورد از عبارت‌های زیر درباره جدول دوره‌ای عناصرها، نادرست است؟

- الف) اولین دوره جدول دوره‌ای، کوتاه‌ترین دوره بوده و فقط شامل دو عنصر H و He است.
- ب) تعداد عناصرهای موجود در دوره دوم، ۲ تا بیش‌تر از عناصرهای گروه دوم جدول است.
- پ) دوره ششم، طولانی‌ترین دوره جدول دوره‌ای است.
- ت) دوره ششم همانند دوره هفتم ۳۲ عنصر دارد.

۱) صفر (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۴ (۴)

### ۷۹- کدام جمله درست است؟

- ۱) تعداد عناصرهای موجود در گروه‌های ۲، ۱۳، ۱۴ و ۱۷ با هم برابر بوده و شامل ۷ عنصر است.
- ۲) عناصرهای گروه‌های ۴ تا ۱۲ در دوره‌های ۴ تا ۶ جدول دوره‌ای قرار دارند.
- ۳) در عنصر نیتروژن جرم اتمی میانگین حدود دو برابر عدد اتمی است و تعداد ذرات باردار و خنثی در هسته این اتم با هم برابر است.
- ۴) جدول دوره‌ای امروزی، عناصرها را براساس افزایش عدد جرمی سازماندهی کرده است.

### ۸۰- چند مورد از موارد زیر درست است؟

- الف) جدول دوره‌ای عناصرها، از عنصر هیدروژن با عدد اتمی یک آغاز و به عنصر شماره ۱۱۸ ختم می‌شود.
- ب) خواص شیمیایی عناصرهای موجود در یک گروه، بسیار شبیه یکدیگر است.
- پ) هر عنصر را با نماد ویژه‌ای نشان می‌دهند که می‌تواند یک یا دو حرفی باشد.
- ت) هر خانه از جدول دوره‌ای به یک عنصر معین تعلق دارد و حاوی همه اطلاعات شیمیایی آن عنصر می‌باشد.
- ث) گروه‌های ۱۴ و ۱۶ جدول دوره‌ای برخلاف گروه‌های ۱۳، ۱۵ و ۱۷ دارای ۶ عنصر می‌باشند.

۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵ (۴)

### ۸۱- کدام عبارت زیر نادرست است؟

- ۱) در جدول دوره‌ای عناصرها، با پیمایش هر دوره از چپ به راست، خواص عناصرها به‌طور مشابهی تکرار می‌شود.
- ۲) عنصر آلومینیم را با نماد AL و عنصر طلا را با نماد Au نشان می‌دهند.
- ۳) هلیوم عنصری گازی شکل با عدد اتمی ۲ است که تمایل به انجام واکنش شیمیایی ندارد.
- ۴) می‌توان گفت گاز  $^{18}\text{Ar}$  رفتاری مشابه  $^4\text{He}$  دارد و هر دو واکنش‌پذیری ناچیزی دارند.

### ۸۲- کدام عبارت درست است؟

- ۱) اتم فلوئور در ترکیب‌های خود با همه عناصرها به شکل یون فلوئورید یافت می‌شود.
- ۲) یون فلوئورید یک یون تک اتمی با یک بار منفی است.
- ۳) عنصر  $^{87}\text{Rb}$ ، یک یون تک اتمی با یک بار منفی تشکیل می‌دهد.
- ۴) عنصر  $^{80}\text{Br}$  در ترکیب‌های خود با فلزها به شکل یون تک اتمی  $\text{Br}^{2-}$  یافت می‌شود.

۸۳- چه تعداد از عبارتهای زیر، جمله زیر را تکمیل نمی‌کند؟

« در جدول دوره‌ای امروزی ..... »

(الف) عناصرها براساس افزایش عدد اتمی سازماندهی می‌شوند.

(ب) در هر دوره، از چپ به راست، خواص عناصرها به‌طور مشابهی تکرار می‌شود.

(پ) ۱۸ گروه و ۷ دوره وجود دارد.

(ت) خواص شیمیایی عناصرهایی که در یک گروه قرار دارند، بسیار شبیه به هم است.

(۱) صفر (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳

۸۴- در جدول دوره‌ای، عناصرها براساس ..... با نظم خاصی در کنار یک‌دیگر قرار گرفته‌اند. در این جدول، عناصرهایی که در یک ..... قرار دارند، خواص شیمیایی مشابهی دارند.

(۱) کاهش عدد اتمی - گروه (۲) افزایش عدد اتمی - گروه (۳) افزایش عدد جرمی - دوره (۴) افزایش عدد جرمی - گروه

۸۵- با توجه به جدول دوره‌ای، چند مورد از عبارتهای زیر مطالب صحیحی را بیان نمی‌کنند؟

(الف) بار یون پایداری که در گروه سیزدهم و دوره چهارم قرار دارد، سه برابر بار یون پایدار اتم  $\Delta^3\text{I}$  است.

(ب) اختلاف تعداد عناصرهای گروه ۳ با تعداد عناصرهای دوره ۷ جدول، صفر است.

(پ) عدد اتمی عنصر اول گروه ۱۸، بیش‌تر از عدد اتمی عنصر اول گروه ۱۴ است.

(ت) از آن‌جا که آرگون و رادون هم گروه هستند، می‌توان نتیجه گرفت که آرگون همانند رادون پرتوزا است.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۸۶- با توجه به جدول دوره‌ای، چه تعداد از عبارتهای زیر درست هستند؟

(الف) مجموع تعداد عناصرهای موجود در گروه‌های ۱۳ تا ۱۷ از تعداد عناصرهای گروه ۳ کم‌تر است.

(ب) دانستن جایگاه یک عنصر در جدول به ما کمک می‌کند تا بتوانیم رفتار و خواص آن عنصر را پیش‌بینی کنیم.

(پ) در جدول دوره‌ای عناصر، ۳ اتم می‌توان یافت که دارای عدد اتمی ۱۲ باشند.

(ت) در جدول دوره‌ای، ۷ گاز نجیب وجود دارد که به‌صورت تک اتمی یافت می‌شوند.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۸۷- در جدول دوره‌ای عناصرها، ..... گروه و ..... دوره وجود دارد که بیش‌ترین تعداد عنصر در گروه ..... و کم‌ترین تعداد عنصر در دوره ..... وجود دارد.

(۱) ۱ - ۳ - ۱۸ - ۷ (۲) ۱ - ۷ - ۷ - ۱۸ (۳) ۱ - ۳ - ۷ - ۱۸ (۴) ۲ - ۱ - ۷ - ۱۸

## ۸۸- همه موارد زیر صحیح هستند به جز:

- (۱) خواص شیمیایی عنصرهایی که در یک دوره از جدول دوره‌ای قرار دارند، متفاوت است.
- (۲) تمام عنصرهایی که در یک ستون جدول دوره‌ای قرار می‌گیرند، مشابه یک‌دیگر هستند.
- (۳) بزرگ‌ترین پیشرفت در زمینه دسته‌بندی عناصر، بر اثر کارهای مندلیف به‌دست آمد.
- (۴) آیوپاک (IUPAC)، یکاها و نمادها، قراردادهای قواعد فرمول‌نویسی و نام‌گذاری عناصر را ارائه می‌کند.

## جرم اتمی عنصرها

### ۸۹- کدام عبارت، جمله نادرستی را بیان می‌کند؟

- (۱) جرم اجسام گوناگون را براساس اندازه و نوع آن‌ها، با استفاده از ترازوهای متفاوتی اندازه‌گیری می‌کنند.
- (۲) جرم کامیون‌ها را با باسکول‌های تنی و با یکای کیلوگرم اندازه‌گیری می‌کنند.
- (۳) جرم طلا را با ترازوهای دقیق و یکای گرم اندازه‌گیری می‌کنند.
- (۴) برای اندازه‌گیری جرم هندوانه از ترازوهای معمولی و از یکای کیلوگرم استفاده می‌شود.

### ۹۰- همه موارد زیر درست هستند، به جز:

- (۱) ترازویی که برای اندازه‌گیری جرم مواد گوناگون به کار می‌رود، متفاوت است و دقت اندازه‌گیری آن‌ها یکسان نیست.
- (۲) دقت باسکول‌های اندازه‌گیری کننده جرم کامیون‌ها، یک تن است.
- (۳) دقت ترازوی زرگری برای اندازه‌گیری جرم طلا، یک صدم گرم است.
- (۴) دقت اندازه‌گیری ترازوی لازم برای اندازه‌گیری جرم اجسام کوچک و با چگالی کم، از اجسام بزرگ و با چگالی زیاد، کوچک‌تر است.

### ۹۱- کدام جمله در مورد دقت اندازه‌گیری وسایل اندازه‌گیری درست است؟

- (۱) با استفاده از باسکول‌های چند تنی، می‌توان جرم یک هندوانه را اندازه‌گیری کرد.
- (۲) با استفاده از ترازوهای معمولی، می‌توان جرم وسایل بزرگ آهنی را اندازه‌گیری کرد.
- (۳) اگر جرم یک جسم از دقت اندازه‌گیری ترازو کم‌تر باشد، نمی‌توان جرم جسم را با آن ترازو اندازه‌گیری کرد.
- (۴) دقت اندازه‌گیری ترازوی زرگری،  $0/001$  دقت اندازه‌گیری باسکول‌های چند تنی است.

### ۹۲- چند مورد از موارد زیر به‌درستی بیان شده است؟

(الف) دانشمندان برای بررسی خواص فیزیکی و شیمیایی یک ماده و اثر آن در بدن، باید جرم اتم یا مولکول وارد شده از آن ماده به بدن را اندازه‌گیری کنند.

(ب) اتم‌ها بسیار ریز هستند، به‌طوری که قابل مشاهده نیستند و می‌توان جرم آن‌ها را به‌طور مستقیم با سنج‌های مناسب اندازه‌گیری کرد.

(پ) چون جرم اتم‌ها قابل اندازه‌گیری نیست، دانشمندان از مقیاس جرم نسبی برای تعیین جرم استفاده می‌کنند.

(ت) جرم وزنه سنجش، در مقیاس جرم نسبی اتم‌ها برابر یک دوازدهم جرم ایزوتوپ کربن - ۱۲ است.

(ث) یکای جرم اتمی، برابر با یک دوازدهم جرم ایزوتوپ کربن - ۱۲ است.

(۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵

### ۹۳- با توجه به جدول، اطلاعات مربوط به کدام ذره‌های زیراتمی به‌درستی تعیین شده است؟

نام ذره زیراتمی	ویژگی ذره	جرم (amu)	بار الکتریکی نسبی	نماد شیمیایی
الکترون		$0/0005$	۱	${}_{-1}^0\text{e}$
نوترون		$1/0087$	۰	${}_0^1\text{n}$
پروتون		$1/0073$	+۱	${}_{+1}^1\text{p}$

(۱) الکترون (۲) نوترون (۳) پروتون (۴) نوترون - پروتون

### ۹۴- کدام عبارت درست نیست؟

- (۱) جرم یک اتم  ${}^{12}_6\text{C}$  برابر با  $12\text{amu}$  است.
- (۲) مقیاس جرم نسبی (amu) برابر یک دوازدهم جرم ناپایدارترین ایزوتوپ کربن است.
- (۳) می‌توان گفت  $1\text{amu}$  برابر است با جرم هسته یک اتم هیدروژن  ${}^1_1\text{H}$ .
- (۴) جرم ایزوتوپ هیدروژن  ${}^2_1\text{H}$  به‌ترتیب برابر با  $2\text{amu}$  است.



۹۵- جرم عنصر  ${}^7\text{Li}$  در واحد جرم اتمی نسبی برابر  $\gamma\text{amu}$  است اما هنگام مراجعه به جدول متوجه می‌شویم که جرم اتمی ذکر شده در جدول دوره‌ای با مقدار به‌دست آمده از طریق واحد جرم اتمی نسبی متفاوت است. به نظر شما کدام علت صحیح‌تر است؟

- (۱) این تفاوت به علت عدم محاسبه جرم اندک الکترون‌ها در روش واحد جرم اتمی است.
- (۲) در روش واحد جرم اتمی، خطای اندازه‌گیری رخ داده است، اما جرم اتمی جدول بسیار دقیق اندازه‌گیری شده است.
- (۳) عنصر لیتیم دارای دو ایزوتوپ ۶ و ۷ است و در جدول دوره‌ای عناصرها، میانگین جرم اتمی تمام ایزوتوپ‌های عنصر قرار داده شده است نه فقط یک ایزوتوپ.
- (۴) این تفاوت به علت تفاوت اندک جرم نوترون و پروتون است که در روش محاسبه جرم بر حسب واحد جرم اتمی نسبی به آن توجهی نشده است.

۹۶- شکل روبه‌رو، فراوانی ایزوتوپ‌های بور را نشان می‌دهد. جرم اتمی میانگین اتم بور چند amu است؟



(۱) ۱۰/۶

(۲) ۱۰/۴

(۳) ۱۰/۵

(۴) ۱۰/۸

۹۷- اگر از هر ۴ اتم منیزیم، ۳ اتم مربوط به  ${}^{24}\text{Mg}$  و یک اتم دیگر مربوط به  ${}^{26}\text{Mg}$  باشد، کدام گزینه جرم اتمی منیزیم را به‌درستی نشان می‌دهد؟

(۴) ۲۴/۸

(۳) ۲۵/۵

(۲) ۲۴/۵

(۱) ۲۵

۹۸- اگر عنصری در طبیعت دارای سه ایزوتوپ با جرم‌های اتمی ۶ amu، ۷ amu و ۷ amu باشد که نسبت فراوانی آن‌ها به ترتیب ۲، ۳ و ۵ است، جرم اتمی این عنصر چند amu است؟

(۴) ۶/۸

(۳) ۷/۴۵

(۲) ۷/۵

(۱) ۷/۳

۹۹- اتم A دارای سه ایزوتوپ  ${}^a\text{A}$ ،  ${}^{a+2}\text{A}$  و  ${}^{a+4}\text{A}$  است که درصد فراوانی آن‌ها به ترتیب ۳۰، ۳۰ و ۴۰ است. اگر جرم اتمی میانگین این عنصر برابر ۲۴/۲ amu باشد، مقدار a چقدر است؟

(۴) ۲۶

(۳) ۲۴

(۲) ۲۲

(۱) ۲۰

۱۰۰- کدام گزینه به ترتیب مقدار X و Y را در جدول زیر به‌درستی نشان می‌دهد؟

درصد فراوانی	جرم	ایزوتوپ
X	۶۳	${}^{63}\text{Cu}$
Y	۶۵	${}^{65}\text{Cu}$
جرم اتمی میانگین = ۶۳/۵ amu		

(۴) ۴۰ - ۶۰

(۳) ۵۰ - ۵۰

(۲) ۷۵ - ۲۵

(۱) ۲۵ - ۷۵

۱۰۱- نئون دارای سه ایزوتوپ  ${}^{20}\text{Ne}$ ،  ${}^{21}\text{Ne}$  و  ${}^{22}\text{Ne}$  است. اگر جرم اتمی میانگین آن برابر ۲۰/۵ amu و فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ ۷۰ درصد باشد، درصد فراوانی سنگین‌ترین ایزوتوپ چقدر است؟

(۴) ۲۰

(۳) ۱۵

(۲) ۱۰

(۱) ۵

۱۰۲- اتم A دارای دو ایزوتوپ است و جرم اتمی میانگین آن برابر ۴۱/۶ amu می‌باشد. اگر جرم اتمی ایزوتوپ سبک ۴۰ amu باشد و فراوانی ایزوتوپ سنگین، ۲۰ درصد کم‌تر از فراوانی ایزوتوپ سبک باشد، جرم اتمی ایزوتوپ سنگین کدام است؟

(۴) ۴۵

(۳) ۴۴

(۲) ۴۳

(۱) ۴۲

۱۰۳- اتم فرضی X دارای سه ایزوتوپ با جرم‌های ۳۰، ۳۲ و ۳۴ است. اگر جرم اتمی میانگین آن ۳۲/۲ amu و فراوانی ایزوتوپ سنگین دو برابر ایزوتوپ سبک باشد، فراوانی ایزوتوپ با جرم اتمی ۳۴ amu چند درصد است؟

(۴) ۲۰

(۳) ۷۰

(۲) ۱۰

(۱) ۸۰

۱۰۴- جرم اتمی میانگین عنصری برابر ۱۲۸/۸ amu است. اگر این عنصر دارای دو ایزوتوپ با جرم‌های اتمی ۱۲۸ amu و ۱۳۰ amu باشد، نسبت فراوانی ایزوتوپ سنگین به سبک به ترتیب چقدر است؟

(۴) ۰/۶۷

(۳) ۱/۵

(۲) ۰/۵

(۱) ۱

۱۰۵- اگر در یک نمونه از عنصر A، سه ایزوتوپ  ${}^{16}\text{A}$ ،  ${}^{17}\text{A}$  و  ${}^{18}\text{A}$  موجود باشد و درصد فراوانی آن‌ها به ترتیب ۷۸، ۱۰ و ۱۲ درصد باشد، جرم اتمی میانگین عنصر A کدام است؟

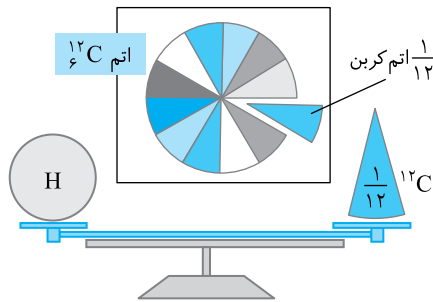
(۴) ۱۷/۳۴

(۳) ۱۷/۲۷

(۲) ۱۶/۳۴

(۱) ۱۶/۲۷





۱۰۶- شکل روبه‌رو برای توضیح کدام یک از مفاهیم زیر کاربرد بیش‌تری دارد؟

- (۱) جرم اتمی میانگین
- (۲) پدیده ایزوتوپی یا هم‌مکانی
- (۳) یکای جرم اتمی
- (۴) بررسی جرم اتمی عنصر  $^{12}_6\text{C}$

۱۰۷- چند مورد از موارد زیر درست هستند؟

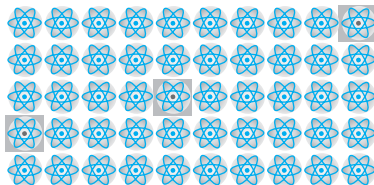
- (الف) با تعریف amu، شیمی‌دان‌ها موفق شدند جرم اتمی همه اتم‌های عناصر و هم‌چنین جرم اتمی ذرات زیراتمی را اندازه‌گیری کنند.
- (ب) در مقیاس جرم اتمی، جرم پروتون و نوترون حدود ۱ amu بوده و جرم الکترون حدود  $\frac{1}{1836}$  amu می‌باشد.
- (پ) اگر در ترازوی فرضی یکای جرم اتمی، پایدارترین ایزوتوپ عنصر هیدروژن را قرار دهیم، جرم  $1/1836$  amu را نشان می‌دهد.
- (ت) الکترون، پروتون و نوترون ذره‌های زیراتمی هستند که ترتیب جرم اتمی آن‌ها به‌صورت نوترون < پروتون < الکترون می‌باشد.

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۱۰۸- در جدول زیر که ویژگی ذره‌های زیراتمی را نشان می‌دهد، چند مورد اشتباه علمی یافت می‌شود؟

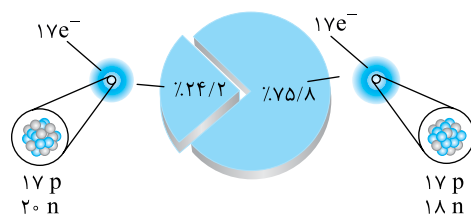
نام ذره	نماد	بار الکتریکی مطلق	عدد جرمی amu
الکترون	${}^0_{-1}\text{e}$	-۱	۰/۰۰۵
پروتون	${}^1_{+1}\text{p}$	+۱	۱/۰۰۸۷
نوترون	${}^1_0\text{n}$	۰	۱/۰۰۷۳

- (۱) ۳ (۲) ۴ (۳) ۵ (۴) ۶



۱۰۹- با توجه به شکل روبه‌رو، جرم اتمی میانگین عنصر لیتیم کدام است؟

- (۱) ۶/۹۴
- (۲) ۶/۵۴
- (۳) ۶/۹۸
- (۴) ۶/۶۴

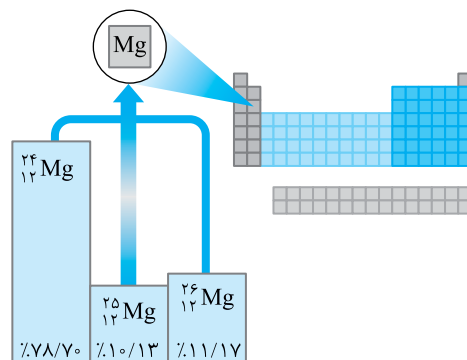


۱۱۰- با توجه به شکل روبه‌رو، جرم اتمی کلر در جدول دوره‌ای را محاسبه کنید.

- (۱) ۳۵/۴۸
- (۲) ۳۶/۴۵
- (۳) ۳۶
- (۴) ۳۵/۶۸

۱۱۱- با توجه به شکل روبه‌رو، جرم اتمی میانگین عنصر منیزیم کدام است؟

- (۱) ۲۵/۲۰
- (۲) ۲۴/۳۲
- (۳) ۲۴/۶۵
- (۴) ۲۵/۰۱



## سؤالات کنکوری

۱۱۲- کالر در طبیعت دارای دو ایزوتوپ با جرم اتمی  $35 \text{ amu}$  و  $37 \text{ amu}$  و کربن دارای دو ایزوتوپ با جرم اتمی  $12 \text{ amu}$  و  $13 \text{ amu}$  است.

(سراسری ریاضی - ۹۰)

تفاوت جرم مولکولی سبک‌ترین و سنگین‌ترین مولکول  $\text{CCl}_4$  چند  $\text{amu}$  است؟

- ۶ (۱) ۷ (۲) ۸ (۳) ۹ (۴)

۱۱۳- عنصر  $^{18}\text{X}$  با جرم اتمی میانگین  $36/8 \text{ g.mol}^{-1}$ ، دارای سه ایزوتوپ طبیعی است که یکی از آن‌ها دارای ۲۰ نوترون و فراوانی ۲۰٪ و دیگری ۱۸ نوترون با فراوانی ۷۰٪ است. شمار نوترون‌های ایزوتوپ دیگر کدام است؟ (جرم پروتون و نوترون را یکسان و برابر  $1 \text{ amu}$  در نظر بگیرید).

(سراسری تجربی خارج از کشور - ۹۰)

- ۲۱ (۱) ۲۲ (۲) ۲۳ (۳) ۲۴ (۴)

۱۱۴- اگر جرم پروتون  $1840$  برابر جرم الکترون، جرم نوترون  $1850$  برابر جرم الکترون و جرم الکترون برابر  $0.00054 \text{ amu}$  در نظر گرفته شود،

(سراسری ریاضی - ۹۳)

جرم تقریبی یک اتم  $^3\text{T}$  برابر چند گرم خواهد بود؟ ( $1 \text{ amu} = 1/667 \times 10^{-24} \text{ g}$ )

- ۵/۰۰۱  $\times 10^{-24}$  (۱) ۹/۱۱۲  $\times 10^{-24}$  (۲) ۴/۳۴  $\times 10^{-22}$  (۳) ۹/۸۱۵  $\times 10^{-22}$  (۴)

۱۱۵- با توجه به داده‌های جدول زیر، جرم مولکولی ترکیب  $\text{A}_3\text{X}_3$  چند  $\text{amu}$  است؟ (عدد جرمی را برابر جرم اتمی با یکای  $\text{amu}$  در نظر بگیرید).

(سراسری ریاضی خارج از کشور - ۹۵)

$^{37}\text{X}$	$^{35}\text{X}$	$^{47}\text{A}$	$^{45}\text{A}$	ایزوتوپ
۸۰	۲۰	۹۰	۱۰	درصد فراوانی

- ۲۱۳/۶ (۱) ۲۰۳/۴ (۲) ۱۹۸/۵ (۳) ۱۸۸/۷ (۴)

## شمارش ذره‌ها از روی جرم آن‌ها

۱۱۶- کدام یک از عبارت‌های زیر درست نیست؟

- ۱) شمردن تک‌تک ذره‌های خاک‌شیر و برنج و موادی با دانه‌های بسیار ریز کار دشواری است.
- ۲) با توجه به جرم موادی مثل خاک‌شیر و برنج، می‌توان تعداد ذره‌های سازنده را شمارش کرد.
- ۳) دانشمندان با استفاده از دستگاهی به نام طیف‌سنج جرمی، جرم اتم‌ها را با دقت بسیار کم اندازه‌گیری کرده‌اند.
- ۴) جرم هر  $1 \text{ amu}$  برابر با  $1/667 \times 10^{-27} \text{ kg}$  است.

۱۱۷- همه موارد زیر درست هستند، به جز:

- ۱) برای اندازه‌گیری جرم اتمی با دقت بسیار زیاد، از دستگاه طیف‌سنج جرمی استفاده می‌شود.
- ۲) جرم یک اتم  $^1\text{H}$  به تقریب برابر  $1 \text{ amu}$  بوده که هر  $\text{amu}$  برابر با  $1/667 \times 10^{-24} \text{ g}$  است.
- ۳) در یک گرم از اتم هیدروژن ( $^1\text{H}$ ) حدود  $6/02 \times 10^{24}$  اتم یافت می‌شود.
- ۴) رایج‌ترین یکای اندازه‌گیری جرم در آزمایشگاه گرم است.

۱۱۸- چند مورد از موارد زیر درست است؟

الف) درباره عدد آووگادرو می‌توان گفت  $N_A = \frac{1}{1/667 \times 10^{-24}}$ .

ب) جرم هر اتم هیدروژن به تقریب برابر  $1 \text{ amu}$  بوده که معادل  $1/667 \times 10^{-24} \text{ g}$  است.

پ) در یک گرم از نمونه طبیعی هیدروژن،  $N_A$  ذره یافت می‌شود.

ت) جرم یک مول از یک عنصر فلزی برابر با  $1/667 \times 10^{-24} \text{ g}$  است.

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۱۱۹- کدام عبارت درست است؟

- ۱)  $N_A$  همان عدد آووگادرو است که به این تعداد از هر ذره‌ای، یک مول از آن ذره گفته می‌شود.
- ۲)  $N_A$  اتم هیدروژن جرمی معادل  $1 \text{ amu}$  دارد.
- ۳) جرم مولی اتم هیدروژن برابر است با جرم  $1/667 \times 10^{-24}$  ذره از آن عنصر.
- ۴) به جرم یک مول ذره، جرم مولی آن ذره گفته می‌شود که برای تمام عنصرها مقدار ثابتی است.

# فصل اول کیهان زادگاه الفبای هستی



۱- گزینه ۴

## انسان و تسخیر فضا



از گذشته‌های بسیار دور تاکنون، آسمان پر ستاره شبانه‌ای، ذهن کنجکاو انسان‌های هوشمند را مجذوب خویش ساخته است. چنین انسان‌هایی با نگاه به آسمان در پی کشف اسرار آن بوده‌اند.

۱- نوری که از ستارگان تابیده می‌شود، اطلاعات زیادی را درباره‌ی این که جهان هستی چگونه پدید آمده و ذره‌های سازنده‌ی جهان هستی طی چه فرایندی و چگونه به وجود آمده است، در اختیار انسان قرار می‌دهد.

۲- زمین در برابر عظمت آفرینش همانند آزمایشگاهی بسیار کوچکی است که دانشمندان با آزمایش‌های گوناگون در آن، در تلاش برای یافتن پاسخ پرسش‌های خود هستند.

۳- شیمی‌دان‌ها با مطالعه‌ی خواص و رفتار ماده، هم‌چنین برهم‌کنش نور با ماده، پاسخ بسیاری از پرسش‌ها را یافته‌اند.

۴- پاسخ به پرسش‌هایی از این دست که «هستی چگونه پدید آمده است؟» در قلمروی علوم تجربی نمی‌گنجد و آدمی تنها با مراجعه به چهارچوب اعتقادی و بینش خویش و در پرتوی آموزه‌های وحیانی می‌تواند به پاسخ جامع دست یابد.

۵- علوم تجربی تلاش گسترده‌ای را برای یافتن پاسخ پرسش‌های «جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟» و «پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهد؟» انجام داده است.

۶- تلاش روزافزون دانشمندان سبب شده تا دانش ما درباره‌ی جهان مادی افزایش یابد به‌طوری که امروزه ما درباره‌ی کیهان و منشأ آن اطلاعاتی داریم که نیاکانمان حتی نمی‌توانستند آن‌ها را تصور کنند. به‌طور مثال:

- امروزه ما به فضا می‌رویم.

- با عنصرهای موجود در نقاط گوناگون کیهان آشنا شده‌ایم.

- در پی زندگی در دیگر سیاره‌ها هستیم.

- مسافرت به مریخ را طراحی می‌کنیم و ...

با همه‌ی این پیشرفت‌ها زمانی نیز خواهد آمد که انسان به پیشرفت‌هایی دست خواهد یافت که امروزه در ذهن ما نمی‌گنجد.

۷- شواهد تاریخی که از سنگ‌نبشته‌ها و نقاشی‌های دیوار غارها به دست آمده است، نشان می‌دهد که انسان اولیه با نگاه به آسمان و مشاهده‌ی ستارگان در پی فهم نظام و قانونمندی در آسمان بوده است.

۸- تلاش دانشمندان برای شناخت کیهان همچنان ادامه دارد. نمونه‌ای از آن، سفر طولانی و تاریخی دو فضایی‌م‌ویجر ۱ و ۲ در سال ۱۹۷۷ میلادی (۱۳۵۶ خورشیدی) برای شناخت بیش‌تر سامانه‌ی خورشیدی (منظومه‌ی شمسی) است.

۹- این دو فضایی‌م‌ا موریت داشتند با گذر از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون، شناسنامه‌ی فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را تهیه و ارسال کنند.

۱۰- شناسنامه‌ی فیزیکی و شیمیایی سیارات می‌تواند حاوی اطلاعاتی مانند آن‌چه در زیر به آن‌ها اشاره خواهد شد، باشند:

- نوع عنصرهای سازنده‌ی آن‌ها

- ترکیب‌های شیمیایی موجود در اتمسفر آن‌ها

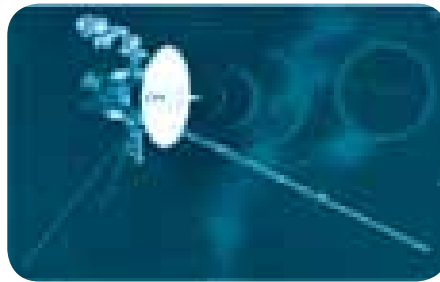
- ترکیب درصد مواد در آن‌ها و ...

## فراتر از کتاب

به چند نمونه از این شناسنامه‌ها توجه کنید:

سیاره	قطر به km	جرم یک سانتی‌متر مکعب به گرم	مدت زمان گردش به دور خود	مدت زمان گردش به دور خورشید	سرعت حرکت مداری km/s	اتمسفر	حالت
مشتری	۱۴۳۸۸۴	۱/۳	۱۰ ساعت	۱۲ سال	۱۳	غلیظ	L / W
زحل	۱۲۰۵۳۶	۰/۷	۱۰ ساعت	۳۰ سال	۹/۵	غلیظ	L / W
اورانوس	۵۱۱۱۸	۱/۲	۱۷ ساعت	۸۴ سال	۶/۸	غلیظ	L / W
نپتون	۵۰۵۳۰	۱/۷	۱۶ ساعت	۱۶۵ سال	۵/۴	غلیظ	L / W

شکل زیر، تصویر کره زمین از فاصله تقریبی ۷ میلیارد کیلومتری نمایش می‌دهد. این تصویر آخرین تصویری است که **وویجر ۱** پیش از خروج از سامانه خورشیدی از زمین گرفته است.



## آیا می‌دانید

دانشمندان مسلمان علاقه زیادی به آسمان شب و مطالعه ستاره‌ها داشتند. **عبدالرحمن صوفی** یکی از ستاره‌شناسان ایرانی بود که برای اولین بار گزارشی درباره کهکشان «آندرومیا» ارائه داده است (آندرومیا نزدیک‌ترین همسایه به سامانه خورشیدی است).

**عبدالرحمن صوفی** هم‌چنین درباره موقعیت ستاره‌ها، اندازه و رنگ آن‌ها در صورت‌های فلکی، اطلاعات معتبری را ارائه داده است.

**وویجر ۱ و ۲** مأموریت داشتند با عبور از کنار برخی سیاره‌ها، شناسنامه فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را تهیه و ارسال کنند. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): تلاش انسان برای یافتن پاسخ پرسش‌هایی مانند «چگونه و چرا»، دانش ما درباره جهان مادی را افزایش داده است.  
گزینه (۲): این دو فضاپیما برای شناخت بیش‌تر سامانه خورشیدی سفر طولانی و تاریخی خود را در سال ۱۹۹۷ میلادی (۱۳۵۶ خورشیدی) آغاز کردند.

گزینه (۳): عکس کره زمین از فاصله تقریبی ۷ میلیارد کیلومتری آخرین تصویری است که **وویجر ۱** پیش از خروج از سامانه خورشیدی از زمین گرفته است.

**۲- گزینه ۴** با توجه به شکل ۱، صفحه ۲ کتاب درسی، **وویجر ۱** این تصویر (عکس کره زمین) را از فاصله تقریبی هفت میلیارد کیلومتری گرفت. ارسال این کاوشگر نمونه‌ای از تلاش‌های انسان جهت شناخت بیش‌تر **کیهان** است. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱) و (۳): تصویر فوق توسط **وویجر ۱** تهیه و ارسال شده است.

گزینه (۲): **وویجر ۱ و ۲** مأموریت داشتند با عبور از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون شناسنامه فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را تهیه و ارسال نمایند.

**۳- گزینه ۳** کهکشان آندرومیا نزدیک‌ترین همسایه به سامانه خورشیدی است، که در گزارش **عبدالرحمن صوفی** درباره موقعیت ستاره‌ها، اندازه و رنگ آن‌ها در صورت‌های فلکی این کهکشان اطلاعات معتبری ارائه شده است. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): شواهد تاریخی که از سنگ‌نشته‌ها و نقاشی‌های روی دیواره غارها به‌دست آمده نشان می‌دهد که انسان اولیه با نگاه به آسمان و مشاهده ستارگان در پی فهم نظام و قانون‌مندی در آسمان بوده است.

گزینه (۲): **عبدالرحمن صوفی** یک ستاره‌شناس ایرانی است که برای اولین بار گزارشی درباره کهکشان آندرومیا ارائه داد.

گزینه (۴): فضاپیماهای **وویجر ۱ و ۲** وظیفه داشتند با گذر از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون، شناسنامه فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را تهیه و ارسال کنند. این شناسنامه‌ها حاوی اطلاعاتی درباره نوع عنصرهای سازنده، ترکیب شیمیایی در اتمسفر آن‌ها و ترکیب درصد این مواد است.

**۴- گزینه ۲** عبارتهای (ب) و (پ) درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): تصویر ارسالی وویجر ۱ مربوط به کره زمین (از فاصله هفت میلیارد کیلومتری) آخرین تصویر نبود، بلکه آخرین تصویر پیش از وداع با ما و ورود به فضای تاریک و ناشناخته‌تر بین ستاره‌ای بود.

عبارت (ب): مأموریت وویجر ۱ و ۲، عبور از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون و تهیه و ارسال شناسنامه فیزیکی و شیمیایی این ۴ سیاره بود. عبارت (پ): فهمیدن این‌که ذرات سازنده جهان هستی طی چه فرآیندی و چگونه پدید آمده‌اند براساس نور تابیده شده از ستاره‌ها امکان‌پذیر است. عبارت (ت): شناسنامه فیزیکی و شیمیایی سیاره زحل می‌تواند شامل این اطلاعات باشد: ۱- نوع عنصرهای سازنده، ۲- ترکیب‌های شیمیایی موجود در اتمسفر آن‌ها، ۳- ترکیب درصد این مواد

**۵- گزینه ۳** زمین در برابر عظمت آفرینش همانند آزمایشگاهی بسیار کوچک است که دانشمندان با آزمایش‌های گوناگون در آن، در تلاش برای یافتن پاسخ پرسش‌های خود هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): از گذشته‌های بسیار دور، یکی از مهم‌ترین دل‌مشغولی‌های انسان‌های متفکر این بوده که پیدایش جهان هستی چگونه بوده است. نوری که از ستارگان تابیده می‌شود چنین اطلاعاتی را در اختیار انسان‌ها قرار می‌دهد.

گزینه (۲): این نقاشی‌ها نشان می‌دهد که انسان اولیه با نگاه به آسمان و مشاهده ستارگان، در پی فهم نظام و قانونمندی در آسمان بوده است. گزینه (۴): مأموریت فضایی‌های وویجر ۱ و ۲ جمع‌آوری اطلاعاتی مانند نوع عنصرهای سازنده، ترکیب‌های شیمیایی موجود در اتمسفر و ترکیب درصد آن‌ها در برخی سیاره‌ها بود.

**۶- گزینه ۴** این پرسش که هستی چگونه پدید آمده است، یک پرسش بسیار بزرگ و بنیادی است که در قلمرو علوم تجربی نمی‌گنجد و فقط براساس آموزه‌های وحیانی می‌توان پاسخی جامع به آن داد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): نوری که از ستارگان تابیده می‌شود اطلاعات زیادی را در اختیار ما قرار می‌دهد که عبارت‌اند از: ۱- جهان هستی چه زمانی و چگونه به‌وجود آمده است. ۲- اتم‌ها و عنصرها طی چه فرآیندی و چگونه ایجاد شده‌اند.

گزینه (۲): تلاش انسان برای یافتن پاسخ‌هایی قانع‌کننده برای پرسش‌هایی مانند «پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟»، دانش ما درباره جهان مادی را افزایش داده است.

گزینه (۳): تصویر زمین از فاصله هفت میلیارد کیلومتری توسط وویجر ۱ (نه وویجر ۲) تهیه و ارسال گردید.

**۷- گزینه ۳****عنصرها چگونه پدید آمدند؟**

یکی از پرسش‌های مهمی که شیمی‌دان‌ها در پی یافتن پاسخ آن هستند، **چگونگی پیدایش عنصرها** است.

۱- مطالعه کیهان به ویژه سامانه خورشیدی برای پاسخ به پرسش بالا (چگونگی پیدایش عنصرها) کمک شایانی می‌کند.

۲- 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.



**سوال ۱** شکل مقابل عنصرهای سازنده دو سیاره مشتری و زمین را نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.

الف) فراوان‌ترین عنصر در هر سیاره کدام است؟

پاسخ: فراوان‌ترین عنصر در سیاره‌های زمین و مشتری به‌ترتیب آهن (Fe) و هیدروژن (H) می‌باشند.

ب) عنصرهای مشترک در دو سیاره را نام ببرید.

پاسخ: اکسیژن (O) و گوگرد (S)

پ) در کدام سیاره عنصر فلزی وجود ندارد؟

پاسخ: در سیاره مشتری عنصر فلزی یافت نمی‌شود.

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

پاسخ: از جنس گاز است، زیرا سنگ‌ها ترکیباتی هستند که به‌طور عمده از Si و O تشکیل شده‌اند که در سیاره مشتری Si یافت نمی‌شود.

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

پاسخ: بله، به‌جز عنصرهای نمایش داده شده در شکل، عنصرهای دیگری از جمله سدیم، پتاسیم، فلوئور و ... وجود دارد.

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

### آیا می‌دانید

سحابی بوم رنگ، سردترین مکان شناخته شده در جهان هستی با دمای  $-272^{\circ}\text{C}$  است که حدود ۵۰۰۰ سال نوری از زمین فاصله دارد و در صورت فلکی **سنتا روس** (قنطورس) واقع شده است.

از سؤال ۱، دریافتید که نوع و میزان فراوانی عنصرها در دو سیارهٔ زمین و مشتری متفاوت است در حالی که عنصرهای مشترکی نیز در این دو سیاره وجود دارد و عنصرها به صورت **ناهمگون** در جهان هستی توزیع شده است.

۳- این یافته‌ها سبب شد تا دانشمندان بتوانند چگونگی پیدایش عنصرها را توضیح دهند.

۴- برخی از دانشمندان بر این باورند که سرآغاز کیهان با **انفجار مهیب** (مهبانگ) همراه بوده که طی آن انرژی عظیمی آزاد شده است.

۵- در آن شرایط پس از پدید آمدن ذره‌های زیر اتمی (مانند الکترون، نوترون و پروتون) عنصرهای هیدروژن و هلیوم با به عرصهٔ جهان گذاشتند.

۶- با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیوم تولید شده، متراکم شد و مجموعه‌های گازی به نام **سحابی** ایجاد کرد. بعدها این سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شدند.

به عنوان مثال، سحابی عقاب یکی از مکان‌های زایش ستاره‌ها است که تصویر آن به وسیلهٔ تلسکوپ هابل گرفته شده است.



۷- ستاره‌ها متولد می‌شوند؛ رشد می‌کنند و زمانی می‌میرند. مرگ ستاره با یک انفجار بزرگ همراه است که سبب می‌شود عنصرهای تشکیل شده در آن در فضا پراکنده شود.

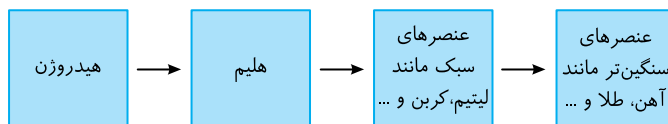
۸- درون ستاره‌ها همانند خورشید در دماهای بسیار بالا و شرایط ویژه، واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد؛ در این واکنش‌ها عنصرهای سنگین‌تر از عنصرهای سبک‌تر پدید می‌آیند.

۹- **دما** و **اندازهٔ** هر ستاره تعیین می‌کند که چه عنصرهایی باید در آن ستاره ساخته شود و به هر میزان که دمای ستاره بیش‌تر باشد، شرایط تشکیل عنصرهای سنگین‌تر فراهم می‌شود.

۱۰- ستاره‌ها پس از چندین میلیون سال نورافشانی و گرمابخشی، پایداری خود را از دست داده و در انفجاری مهیب متلاشی می‌شوند و اتم‌های سنگین آن‌ها در سرتاسر گیتی پراکنده می‌شود.

**نکته** ستارگان را می‌توان کارخانهٔ تولید عنصرها دانست.

شکل زیر روند تشکیل عنصرها را نشان می‌دهد:



### آیا می‌دانید

الف) خورشید نزدیک‌ترین ستاره به ما است که دمای سطح آن به حدود  $6000^{\circ}\text{C}$  و دمای درون آن به حدود  $10000000^{\circ}\text{C}$  می‌رسد.

ب) انرژی گرمایی و نورانی خیره‌کنندهٔ آن، حاصل از واکنش‌های هسته‌ای است که در آن **هیدروژن به هلیوم** تبدیل می‌شود.

پ) در هر ثانیه پنج میلیون تن از جرم خورشید کاسته می‌شود.

ت) برآورد می‌شود که خورشید تا پنج میلیارد سال دیگر می‌تواند نورافشانی کند.

## فرا تر از کتاب

مهبانگ (Big band) مدل کیهان‌شناسی پذیرفته شده‌ای است که توضیح‌دهنده نحوه شروع و تکامل جهان است. این نظریه بیان می‌کند که گیتی از یک وضعیت بسیار چگال نخستین آغاز شده و در گذر زمان انبساط یافته است. این پدیده طیف گسترده‌ای از پدیده‌های مشاهده شده را به خوبی توضیح می‌دهد. طبق این نظریه، سن گیتی ۱۳/۸ میلیارد سال تخمین زده می‌شود.

A زمین و B مشتری است. فاصله زمین از خورشید نسبت به فاصله مشتری از خورشید کم‌تر است. اما ابعاد سیاره مشتری از زمین بزرگ‌تر است. مشتری از جنس گاز و زمین از جنس سنگ است. از جمله مأموریت‌های وویجر ۱ و ۲ ارسال شناسنامه فیزیکی و شیمیایی مشتری بود. بنابراین موارد (الف)، (ب) و (ت) درست هستند.

۸- گزینه ۳ ترکیب فراوانی عنصرهای سازنده دو سیاره مشتری و زمین به صورت زیر است:

مشتری:  $H > He > C > O > N > S > Ar > Ne$

زمین:  $Fe > O > Si > Mg > Ni > S > Ca > Al$

در میان عناصر سازنده سیاره مشتری، بیش‌ترین فراوانی مربوط به عناصر هیدروژن و هلیوم است. (نه اتم‌های اکسیژن و نیتروژن)

۹- گزینه ۴ مشتری سیاره‌ای گازی و زمین سیاره‌ای سنگی است. بنابراین چگالی سیاره مشتری از سیاره زمین کم‌تر است و در میان عناصر سازنده مشتری، هیدروژن بیش‌ترین فراوانی را دارد. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: قطر و فاصله متوسط از خورشید برای سیاره مشتری از زمین بیش‌تر است.

گزینه ۲: با افزایش فاصله از خورشید دمای سیارات کاهش می‌یابد. هم‌چنین شعاع سیاره مشتری از شعاع سیاره زمین بیش‌تر است.

گزینه ۳: یکی از عناصر سازنده سیاره مشتری کربن (C) است.

۱۰- گزینه ۱ دقت کنید که در تشکیل سیاره مشتری عنصر سیلیسیم شرکت دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۲: در تشکیل سیاره مشتری سه عنصر هلیوم، نئون و آرگون شرکت دارند.

گزینه ۳: براساس شکل کتاب، ترتیب فراوانی عناصر سازنده کره زمین به صورت مقابل است:  $Fe > O > Si > Mg > Ni > S > Ca > Al$

گزینه ۴: براساس شناسنامه سیارات زمین و مشتری مشخص است که درصد فراوانی هیدروژن در سیاره مشتری از درصد فراوانی عنصر آهن در سیاره زمین بیش‌تر است.

۱۱- گزینه ۴ علم اختر شیمی به مطالعه مولکول‌هایی می‌پردازد که در فضای بین ستاره‌ای یافت می‌شوند! نه مولکول‌های سازنده سیاره‌های سامانه خورشیدی!

۱۲- گزینه ۲ هرچه سیارات به خورشید نزدیک‌تر باشند دمای سطحی آن‌ها بیش‌تر خواهد بود. بنابراین گازی بودن سیاراتی مانند مشتری ارتباطی با فاصله آن‌ها از خورشید ندارد و فقط مربوط به عناصر و ترکیبات تشکیل‌دهنده این سیارات است. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: سیاره مشتری به‌طور عمده از عناصری تشکیل شده که امکان تشکیل سنگ توسط آن‌ها وجود ندارد ولی در اتمسفر غلیظ و سرد این سیاره مقداری یخ وجود دارد.

گزینه ۳: در زمین علاوه بر عناصر نشان داده شده، عناصر دیگری مانند هیدروژن (در مولکول آب)، اورانیم (در مخازن اورانیم)، رادون و ... یافت می‌شوند.

گزینه ۴: مطابق شکل نشان داده شده، واضح است که در میان هشت عنصر فراوان موجود در سیاره مشتری عنصر فلزی یافت نمی‌شود.

۱۳- گزینه ۳ عبارات‌های (الف) و (ت) نادرست هستند.

عبارت (الف): شکل، تصویر سحابی بوم رنگ است که سردترین مکان شناخته شده در جهان هستی است، نه سامانه خورشیدی! این سحابی در سامانه خورشیدی قرار ندارد.

عبارت (ب): دمای این سحابی به‌عنوان سردترین نقطه جهان حدود  $-۲۷۲$  درجه سلسیوس است و همانند سحابی عقاب محل پیدایش برخی ستاره‌ها است.

عبارت (پ): این سحابی در فاصله ۵۰۰۰ سال نوری از زمین قرار دارد و در صورت فلکی سنتا روس (قنطورس) واقع شده است.

عبارت (ت): دمای این سحابی  $۶۲۷۲$  درجه از سطح بیرونی (نه درونی) خورشید سردتر است و سردترین مکان شناخته شده در جهان است.



#### ۱۴- گزینه ۳ عبارت‌های (الف)، (ب) و (پ) درست هستند.

عبارت (الف): نوع و میزان فراوانی عناصر در دو سیاره زمین و مشتری متفاوت است، در حالی که در آن‌ها عناصر مشترک نیز یافت می‌شود. مثلاً دو عنصر اکسیژن و گوگرد جزو عناصر مشترک می‌باشند.

عبارت (ب): یافته‌هایی مانند این که نوع و میزان عناصر در سیاره‌های مختلف، متفاوت است، نشان می‌دهد که عناصر به صورت ناهمگون در جهان توزیع شده‌اند. این یافته‌ها باعث شد تا دانشمندان بتوانند چگونگی پیدایش عناصر را توضیح دهند.

عبارت (پ): سرآغاز کیهان با انفجاری مهیب (مهبانگ) همراه بوده، که طی آن انرژی عظیمی آزاد شده است. در آن شرایط پس از پیدایش ذرات زیراتمی (نوترون، پروتون و الکترون)، عناصر هیدروژن و هلیوم پا به عرصه وجود نهادند.

عبارت (ت): پس از مهبانگ با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیوم متراکم شدند و سحابی‌ها را ایجاد کردند.

#### ۱۵- گزینه ۴ در سحابی‌ها، ستاره‌ها تشکیل می‌شوند. درون ستاره‌ها همانند خورشید، در دماهای بالا و شرایط ویژه، واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهند. واکنش‌هایی که در آن‌ها از عنصرهای سبک‌تر، عنصرهای سنگین‌تر پدید می‌آیند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): شکل، سحابی عقاب را نشان می‌دهد که همانند هر سحابی دیگری محل زایش ستاره‌ها است.

گزینه (۲): تصویر سحابی عقاب توسط تلسکوپ هابل ثبت شده است. سحابی عقاب همانند هر سحابی دیگری، یک مجموعه گازی است.

گزینه (۳): سحابی‌ها همگی بر اثر گذشت زمان و کاهش دما، از تراکم گازهای هیدروژن و هلیوم پدید می‌آیند.

#### ۱۶- گزینه ۴ هم دمای ستاره و هم اندازه آن، هر دو تعیین می‌کنند که چه عنصرهایی باید در یک ستاره ساخته شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): ستاره‌ها در سحابی‌ها متولد می‌شوند، سپس رشد کرده و سرانجام پس از مدتی در اثر یک انفجار بزرگ می‌میرند.

گزینه (۲): طی مرحله رشد یک ستاره، عنصرهای سبک و سنگین طی واکنش‌های هسته‌ای در ستاره تولید می‌شوند و سپس در زمان مرگ آن ستاره، در اثر یک انفجار مهیب، تمامی این عناصر در فضا پراکنده می‌شوند.

گزینه (۳): درون ستاره‌ها همانند خورشید، در دماهای بسیار بالا و شرایط ویژه، واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد، واکنش‌هایی که در آن‌ها از عنصرهای سبک‌تر، عناصر سنگین‌تر پدید می‌آید.

#### ۱۷- گزینه ۴ همه عبارت‌ها درست هستند.

عبارت (الف): هر چه دمای ستاره‌ای بیش‌تر باشد، شرایط برای تشکیل عناصر سنگین‌تر مثل طلا و آهن بیش‌تر فراهم می‌شوند.

عبارت (ب): ستاره‌ها طی چندین میلیون سال هم‌زمان با رشد خود، هم نورافشانی می‌کنند و هم گرما تولید می‌کنند و سرانجام پایداری خود را از دست می‌دهند.

عبارت (پ): پس از سال‌ها نورافشانی و تولید گرما، ستارگان پایداری خود را از دست داده و طی یک انفجار بزرگ از بین می‌روند و اتم‌های درون آن در سرتاسر گیتی پراکنده می‌شوند.

عبارت (ت): ستارگان همان کارخانه‌های تولید عناصر هستند و روند تشکیل عناصر به درستی ارائه شده است.

#### ۱۸- گزینه ۴ دقت کنید که در ستاره‌ها از تراکم و واکنش گازهای هیدروژن و هلیوم، عناصر سبکی مثل لیتیم و کربن تولید شدند و پس از آن عناصر سنگینی مثل آهن و طلا ایجاد شدند.

#### ۱۹- گزینه ۱ عبارت (پ) نادرست است.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): با بررسی نوع و درصد فراوانی عنصرهای سازنده سیاره‌های سامانه خورشیدی و مقایسه آن با عناصر سازنده خورشید می‌توان به درک بهتری از چگونگی تشکیل عنصرها دست یافت.

عبارت (ب): گوگرد و اکسیژن عنصرهای مشترک سازنده زمین و مشتری هستند. اما درصد جرمی آن‌ها در دو سیاره با هم متفاوت است.

عبارت (پ): درصد فراوانی آهن در زمین بیش‌تر از درصد فراوانی هلیوم در سیاره مشتری است.

عبارت (ت): مهبانگ با تولید ذرات زیراتمی همراه بود که از واکنش هسته‌ای میان آن‌ها، عنصرهای سبک‌تر و پس از آن عنصرهای سنگین‌تر به همراه انرژی حاصل گردید.

#### ۲۰- گزینه ۳ خورشید نزدیک‌ترین ستاره به زمین است و دمای همه بخش‌های آن یکسان نیست. (دمای سطح خورشید تقریباً برابر

$6000^{\circ}\text{C}$  و دمای داخل آن به  $10000000^{\circ}\text{C}$  می‌رسد). انرژی گرمایی و نورانی خورشید از واکنش‌های هسته‌ای هیدروژن ایجاد شده و تخمین زده می‌شود که خورشید تا ۵ میلیارد سال دیگر می‌تواند نورافشانی کند.

#### ۲۱- گزینه ۴ خورشید نزدیک‌ترین ستاره به ماست که تخمین زده می‌شود که تا ۵ میلیارد سال دیگر می‌تواند نورافشانی کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): دمای سطح خورشید تقریباً برابر  $6000^{\circ}\text{C}$  و دمای داخل آن حدود  $10000000^{\circ}\text{C}$  است.  $\frac{10^7}{6 \times 10^3} = 1667$

گزینه (۲): از واکنش‌های هسته‌ای هیدروژن. (نه هیدروژن و هلیوم)

گزینه (۳): در هر ثانیه ۵ میلیون تن از جرم خورشید کاسته می‌شود.



**۲۲- گزینه ۴** فرایند ایجاد عنصرهای سنگین تر از عنصرهای سبک تر با آزاد شدن انرژی همراه است.

در خلال مهانگ، از تراکم گازهای هیدروژن و هلیوم تشکیل شده، مجموعه گازی به نام سحابی ایجاد شد که باعث تولید ستاره ها و کهکشان ها شد و طی واکنش های هسته ای، دیگر عنصرهای سنگین تر مانند طلا، آهن و ... ایجاد شدند.

**۲۳- گزینه ۲** دما و اندازه یک ستاره تعیین می کند که چه عنصرهایی در آن ساخته شوند. هر چه دمای ستاره بیش تر باشد، شرایط تشکیل عنصرهای سنگین تر در آن فراهم می شود.

بررسی سایر گزینه ها:

گزینه (۱): مرگ یک ستاره با انفجاری بزرگ همراه بوده و باعث پراکنده شدن عنصرهای سازنده آن در فضا می شود.

گزینه (۳): در ستاره هایی که دمای بیش تر دارند، امکان تشکیل عنصرهای سنگین مانند طلا و آهن فراهم می شود.

گزینه (۴): در طی واکنش های هسته ای در ستاره ها و کهکشان ها، ۹۲ عنصر موجود در طبیعت به همراه تعداد زیادی عنصر پرتوزا تولید شدند.

**۲۴- گزینه ۳**

### رابطه اینشتین (پیوند با ریاضی)



همان طور که در باجه آموزش (۲) آموختید، درون ستاره ها به دلیل انجام واکنش های هسته ای، انرژی بسیار زیادی آزاد می شود. اینشتین رابطه  $E=mc^2$  را برای محاسبه انرژی تولید شده در این واکنش ها ارائه کرد. این رابطه به «اصل هم ارزی جرم و انرژی» معروف است.

$$E=mc^2$$

$E$ : انرژی بر حسب ژول ( $1\text{ J} = 1\text{ kgm}^2\text{s}^{-2}$ )

$m$ : جرم ماده بر حسب کیلوگرم (kg)

$c$ : سرعت نور بر حسب متر بر ثانیه ( $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ )

**نکته** سرعت نور در خلأ برابر  $3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  است.

**۲** الف) تجربه نشان داده است که در تبدیل هیدروژن به هلیوم، ۰/۰۰۲۴ گرم ماده به انرژی تبدیل می شود. حساب کنید که در این واکنش هسته ای چند ژول انرژی آزاد می شود؟

پاسخ:

$$\begin{cases} m = 0.0024\text{ g} = 2/4 \times 10^{-6}\text{ kg} \\ c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\ E = ?\text{ J} \end{cases} \Rightarrow E = mc^2 = 2/4 \times 10^{-6} \times (3 \times 10^8)^2 = 2/16 \times 10^{11}\text{ J}$$

ب) برای ذوب کردن یک گرم آهن، مقدار ۲۴۷ ژول انرژی لازم است. انرژی آزاد شده در تبدیل هیدروژن به هلیوم، چند کیلوگرم آهن را ذوب خواهد کرد؟

پاسخ: از تبدیل هیدروژن به هلیوم،  $2/16 \times 10^{11}$  ژول انرژی آزاد می کند. بنابراین:

$$\begin{bmatrix} 0.001\text{ kg} & 247\text{ J} \\ x\text{ kg} & 2/16 \times 10^{11}\text{ J} \end{bmatrix} \Rightarrow x = 874500\text{ kg}$$

این مقدار انرژی، توانایی ذوب ۸۷۴/۵ تن آهن را دارد.

در واکنش های هسته ای اختلاف جرم مواد اولیه و نهایی، طبق رابطه  $E=mc^2$ ، به انرژی تبدیل می شود.

بررسی سایر گزینه ها:

گزینه (۱): طبق رابطه اینشتین، انرژی آزاد شده در واکنش های هسته ای، با جرم ماده تبدیل شده به انرژی ( $m$ ) رابطه مستقیم دارد.

گزینه (۲): در واکنش هسته ای تبدیل هیدروژن به هلیوم، ماده به انرژی تبدیل می شود.

گزینه (۴): در رابطه  $E=mc^2$ ، اگر  $m$  بر حسب کیلوگرم (kg) و  $c$  بر حسب متر بر ثانیه ( $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ ) باشد، انرژی آزاد شده بر حسب ژول (J) به دست می آید.

**۲۵- گزینه ۲** در واکنش هسته‌ای تبدیل هیدروژن به هلیوم، مقدار  $۰.۰۰۲۴\%$  ( $۲/۴ \times ۱۰^{-۳}$ ) گرم ماده به انرژی تبدیل می‌شود. طبق فرمول  $E = mc^2$ :

$$E = ? , m = ۲/۴ \times ۱۰^{-۳} \text{ g} = ۲/۴ \times ۱۰^{-۶} \text{ kg} , c = ۳ \times ۱۰^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$E = ۲/۴ \times ۱۰^{-۶} \times (۳ \times ۱۰^8)^2 = ۲/۱۶ \times ۱۰^{۱۱} \text{ J}$$

با توجه به این که ۱ ژول برابر  $۱۰^{-۳}$  کیلوژول است:

$$\text{مقدار انرژی آزاد شده (بر حسب kJ)} = ۲/۱۶ \times ۱۰^8 \text{ kJ}$$

جرم فلز ذوب شده (بر حسب g):

$$\begin{bmatrix} ۱(\text{g}) & ۱۰۸(\text{J}) \\ x(\text{g}) & ۲/۱۶ \times ۱۰^{۱۱}(\text{J}) \end{bmatrix} \Rightarrow x = ۲ \times ۱۰^9 \text{ g}$$

**۲۶- گزینه ۴** تنها عبارت (ت) درست است.

بررسی عبارات:

عبارت (الف): برای آن که در رابطه  $E = mc^2$ ، مقدار E بر حسب کیلوژول به دست آید، باید در معادله جرم ماده بر حسب تن و سرعت نور بر حسب متر بر ثانیه قرار گیرد.

عبارت (ب): در رابطه  $E = mc^2$ ، مقدار ماده تبدیل شده به انرژی را نشان می‌دهد.

عبارت (پ): درون ستاره‌ها به علت انجام واکنش‌های هسته‌ای، انرژی بسیار زیادی آزاد می‌شود (نه مصرف).

عبارت (ت): با توجه به فرمول اینشتین، چون c (سرعت نور) به توان ۲ می‌رسد، اگر سرعت نور نصف ( $\frac{1}{2}$ ) شود، انرژی آزاد شده  $\frac{1}{4}$  خواهد شد.

**۲۷- گزینه ۱** در هر ثانیه در سطح خورشید ۵ میلیون تن از جرم خورشید کاسته می‌شود، پس در یک سال برابر است با:

$$(\text{میلیون تن}) = ۱۵/۷۷ \times ۱۰^7 = ۳۶۵ \times ۲۴ \times ۶۰ \times ۶۰ \times ۵ = ۱۵/۷۷ \times ۱۰^7$$

برای مقدار آهن داریم:

$$E = mc^2 \Rightarrow E = ۱۵/۷۷ \times ۱۰^{۱۶} \times (۹ \times ۱۰^{۱۶}) = ۱۴۱/۹۳ \times ۱۰^{۳۲}$$

$$M_{\text{Fe}} \times ۲۴۷ = ۱۴۱/۹۳ \times ۱۰^{۳۲} \Rightarrow M_{\text{Fe}} = ۵/۷۵ \times ۱۰^{۳۱} \text{ g} = ۵/۷۵ \times ۱۰^{۱۹} (\text{میلیون تن})$$

**۲۸- گزینه ۳** برای محاسبه انرژی آزاد شده طبق فرمول  $E = mc^2$ :

$$E = ? \text{ J} , m = ۱/۰۸ \times ۱۰^{-۱} \text{ g} = ۱/۰۸ \times ۱۰^{-۴} \text{ kg} , c = ۳ \times ۱۰^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

انرژی آزاد شده (بر حسب J):

$$E = ۱/۰۸ \times ۱۰^{-۴} \times (۳ \times ۱۰^8)^2 \Rightarrow E = ۹/۷۲ \times ۱۰^{۱۲} \text{ J}$$

جرم فلز ذوب شده (بر حسب g):

$$\begin{bmatrix} ۱(\text{g}) & ۱۸۰(\text{J}) \\ x(\text{g}) & ۹/۷۲ \times ۱۰^{۱۲}(\text{J}) \end{bmatrix} \Rightarrow x = ۵/۴ \times ۱۰^{۱۰} \text{ g}$$

**۲۹- گزینه ۱** برای محاسبه مقدار انرژی آزاد شده طبق فرمول  $E = mc^2$ :

$$E = ? \text{ J} , m = ۱۸/۸ \text{ mg} = ۱/۸۸ \times ۱۰^{-۵} \text{ kg} , c = ۳ \times ۱۰^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

**نکته** ۱ میلی گرم برابر  $۱۰^{-۶}$  کیلوگرم است.

مقدار انرژی آزاد شده (بر حسب ژول):

$$E = ۱/۸۸ \times ۱۰^{-۵} \times (۳ \times ۱۰^8)^2 \Rightarrow E \approx ۱/۶۹ \times ۱۰^{۱۲} \text{ J} \Rightarrow E = ۱/۶۹ \times ۱۰^9 \text{ kJ}$$

جرم آب با افزایش دمای  $۷۵^\circ \text{C}$  (بر حسب kg):

$$\begin{bmatrix} ۱(\text{kg آب}) & ۳۱۵(\text{kJ}) \\ x(\text{kg آب}) & ۱/۶۹ \times ۱۰^9(\text{kJ}) \end{bmatrix} \Rightarrow x = ۵/۳۶ \times ۱۰^6 \text{ kg آب}$$

۳۰- گزینه ۲ با توجه به فرمول  $E = mc^2$ ، چون  $E$  بر حسب kJ داده شده است، جرم بر حسب تن به دست خواهد آمد:

$$(c \approx 3 \times 10^8 \frac{m}{s})$$

$$E = mc^2 \Rightarrow 3/6 \times 10^{23} = m \times (3 \times 10^8)^2 \Rightarrow m = 4 \times 10^6 \text{ تن}$$

$$1 = 1000 \text{ kg} \Rightarrow m = 4 \times 10^9 \text{ kg}$$

بنابراین سرعت کاهش جرم خورشید  $4 \times 10^9$  کیلوگرم بر ثانیه است.

۳۱- گزینه ۳ در این واکنش هسته‌ای، ۱ گرم واکنش دهنده تبدیل به  $0/99364$  گرم فرآورده شده است، بنابراین جرم ماده تبدیل شده

$$m = 1 - 0/99364 = 6/36 \times 10^{-3} \text{ g} = 6/36 \times 10^{-6} \text{ kg}$$

به انرژی عبارت است از:

$$E = mc^2$$

$$E = 6/36 \times 10^{-6} \times (3 \times 10^8)^2 = 5/724 \times 10^{11} \text{ J} = 5/724 \times 10^8 \text{ kJ}$$

جرم گاز طبیعی (بر حسب kg):

$$\begin{bmatrix} 0/001 \text{ (kg)} & 56/7 \text{ (kJ)} \\ x \text{ (kg)} & 5/724 \text{ (kJ)} \end{bmatrix} \Rightarrow x = 10095 \text{ kg}$$

۳۲- گزینه ۴ با توجه به فرمول  $E = mc^2$ ، چون  $E$  بر حسب کیلوژول داده شده است، جرم بر حسب تن به دست خواهد آمد:

$$E = mc^2 \Rightarrow m = \frac{E}{c^2} \Rightarrow m = \frac{1/8 \times 10^8 \text{ kJ}}{(3 \times 10^8)^2} = 2 \times 10^{-6} \text{ kg}$$

۱ تن معادل  $10^6$  گرم است، بنابراین برای تأمین انرژی روزانه این کارخانه باید  $2 \times 10^{-3}$  گرم ماده، طی واکنش هسته‌ای به انرژی تبدیل شود.

$$\begin{bmatrix} 1 \text{ (روز)} & 2 \times 10^{-3} \text{ (g)} \\ 7 \text{ (روز)} & x \text{ (g)} \end{bmatrix} \Rightarrow x = 1/4 \times 10^{-2} \text{ g}$$

۳۳- گزینه ۳

$$10^{22} \times 365 = 3/65 \times 10^{24} \text{ J} = 3/65 \times 10^{21} \text{ kJ}$$

$$E = mc^2 \Rightarrow 3/65 \times 10^{24} = m \times (3 \times 10^8)^2 \Rightarrow m = 4/05 \times 10^7 \text{ kg} = 4/05 \times 10^4 \text{ g}$$

۳۴- گزینه ۳

$$E_{\text{sun}} = E_{\text{star}} \Rightarrow 10^{23} \times \text{day} = 10^{28} \times 365 \Rightarrow \text{day} = 365 \times 10^5 \Rightarrow 100000 \text{ سال}$$

$$E = mc^2 \Rightarrow 10^{28} \times 365 \times 2 = m \times (3 \times 10^8)^2 \Rightarrow m = 81/1 \times 10^{12} \text{ kg} = 81/1 \times 10^9 \text{ ton}$$

۳۵- گزینه ۳ عبارت‌های (پ) و (ت) نادرست می‌باشند.

عبارت (الف): ستارگان پرفروغ، با نوری که برای ما می‌تابانند پیوسته پیغام آگاه باش برایمان می‌فرستد. پیغام از این که این جهان هستی کی و چگونه به وجود آمده است و ذره‌های سازنده جهان مادی یعنی اتم‌ها و عنصرها طی چه فرایندی و چگونه ایجاد شده‌اند.

عبارت (ب): این دو فضاپیما مأموریت داشتند با عبور از کنار سیاره‌هایی مثل مشتری، زحل، اورانوس و ... شناسنامه فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را تهیه و ارسال کنند. این سیاره‌ها همگی گازی شکل هستند.

عبارت (پ): درصد فراوانی گوگرد در مشتری حدود ۱/ درصد و در زمین حدود ۵ درصد است، بنابراین درصد فراوانی گوگرد در سیاره زمین بیش‌تر از سیاره مشتری است.

عبارت (ت): سرآغاز کیهان با انفجار بزرگ (مهبانگ) همراه بوده است که طی آن انرژی زیادی آزاد شده است. در آن شرایط پس از پدید آمدن ذره‌های زیراتمی مثل نوترون، پروتون و الکترون، عنصرهای هیدروژن، هلیوم و ایزوتوپ‌های آن‌ها ایجاد شدند. باید دانست ذره‌های زیراتمی هم در نتیجه مهبانگ ایجاد شدند.

۳۶- گزینه ۳ عبارت‌های (پ) و (ت) درست است.

عبارت (الف): دو فضاپیماي وویجر ۱ و ۲ در سال ۱۹۷۷ میلادی (۱۳۵۶ خورشیدی) در راستای شناخت بیش‌تر سامانه خورشیدی به فضا فرستاده شدند.

عبارت (ب): برخی دانشمندان معتقدند که سرآغاز جهان با انفجاری مهیب (مهبانگ) همراه بوده است.

عبارت (پ): در واکنش‌های هسته‌ای، هسته تغییر می‌کند، یعنی این که تعداد نوترون‌ها و پروتون‌های هسته دستخوش تغییر می‌شوند. این تغییر آسان نمی‌باشد و انرژی زیادی آزاد می‌کند. در واکنش‌های هسته‌ای چون عناصر جدید با عدد اتمی جدید ساخته می‌شوند پس باید تغییر در ساختار هسته رخ دهد.

عبارت (ت): در هر ثانیه در سطح خورشید حدود ۵ میلیون تن، به علت واکنش‌های هسته‌ای تبدیل هیدروژن به هلیوم، از جرم خورشید کاسته می‌شود.



### ذرات زیر اتمی، عدد اتمی و عدد جرمی

اتم‌ها کوچک‌ترین ذره‌های سازنده یک عنصر هستند که خواص شیمیایی و فیزیکی هر عنصر به ویژگی‌های آن‌ها بستگی دارد. ذره‌های زیر اتمی: به ذره‌هایی که در ساختار یک اتم وجود دارد، ذره‌های زیر اتمی می‌گویند. معروف‌ترین ذره‌های زیر اتمی، الکترون، پروتون و نوترون نام دارند.

عدد اتمی (Z): به تعداد پروتون‌های هسته یک اتم می‌گویند. به عنوان مثال اگر در هسته یک اتم ۲۶ پروتون وجود داشته باشد، عدد اتمی (Z) آن اتم برابر ۲۶ است.

**نکته** اتم‌ها خنثی هستند، در نتیجه شمار الکترون‌ها و پروتون‌ها با عدد اتمی برابر است.

عدد جرمی (A): به مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هسته یک اتم گفته می‌شود. به عنوان مثال اگر در هسته یک اتم ۲۶ پروتون و ۳۰ نوترون وجود داشته باشد، عدد جرمی (A) آن اتم برابر ۵۶ است.

میان عدد اتمی و عدد جرمی یک اتم رابطه زیر برقرار است:

شمار نوترون‌ها + عدد اتمی = عدد جرمی

$$A = Z + N$$

برای معرفی هر اتم، ابتدا نماد شیمیایی عنصر مورد نظر را نوشته و عدد اتمی (Z) را در پایین، سمت چپ نماد و عدد جرمی (A) را در بالا، سمت چپ نماد شیمیایی اتم قرار می‌دهند.

نماد شیمیایی  $E \rightarrow$  عدد اتمی  $Z$   
عدد جرمی  $A \leftarrow$

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

به عنوان مثال، زمانی که آهن را به صورت  ${}^{56}_{26}\text{Fe}$  نمایش می‌دهیم، یعنی عدد اتمی آهن برابر ۲۶ و عدد جرمی آهن برابر ۵۶ است.

شمار الکترون‌ها، پروتون‌ها و نوترون‌های اتم آلومینیم ( ${}^{27}_{13}\text{Al}$ ) را مشخص کنید.

پاسخ: در همه اتم‌ها، شمار الکترون‌ها با شمار پروتون‌ها برابر است.

$${}^{27}_{13}\text{Al} \Rightarrow \begin{cases} \text{شمار پروتون‌ها} = 13 \\ \text{شمار الکترون‌ها} = 13 \\ \text{شمار نوترون‌ها} = 27 - 13 = 14 \end{cases}$$

برای محاسبه شمار نوترون‌ها می‌توان از فرمول  $N = A - Z$  استفاده نمود:

نماد شیمیایی	شمار نوترون‌ها (N)	شمار پروتون‌ها (Z)	$N - Z$
${}^{19}_9\text{F}$	۱۰	۹	۱
${}^{31}_{15}\text{P}$	۱۶	۱۵	۱
${}^{40}_{20}\text{Ca}$	۲۰	۲۰	۰
${}^{56}_{26}\text{Fe}$	۳۰	۲۶	۴

تفاوت تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها در گزینه (۳) از سایر گزینه‌ها کم‌تر است.

**۳۸- گزینه ۴** به مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هسته یک اتم، عدد جرمی (A) می‌گویند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱):  ${}^A_Z\text{X}$  صحیح است.

گزینه (۲): مجموع ذرات زیر اتمی هر اتم، برابر شمار الکترون‌ها، پروتون‌ها و نوترون‌های آن اتم است.

گزینه (۳):  $A - Z$  شمار نوترون‌های هر اتم را نشان می‌دهد.

## ۳۹- گزینه ۱

$$\begin{cases} A = Z + N = 81 \\ N - Z = 11 \end{cases} \Rightarrow 81 = Z + 11 + Z \Rightarrow 2Z = 70 \Rightarrow Z = 35$$

## ۴۰- گزینه ۲

$$\begin{cases} A = Z + N = 140 \\ N = 1/5 Z \end{cases} \Rightarrow 140 = Z + 1/5 Z \Rightarrow Z = 56$$

$M^{2+}$  = ۵۶ - ۲ = ۵۴ = شمار الکترون‌ها  $\Rightarrow$  بار  $Z -$  = شمار الکترون‌ها در  $M^{2+}$

## ۴۱- گزینه ۱

$$M^{4+} \begin{cases} A = Z + N = 120 \\ N - e = 24 \end{cases} \xrightarrow{e = Z - 4} \begin{cases} N + Z = 120 \\ N - Z = 20 \end{cases} \Rightarrow 20 + Z + Z = 120 \Rightarrow 2Z = 100 \Rightarrow Z = 50$$

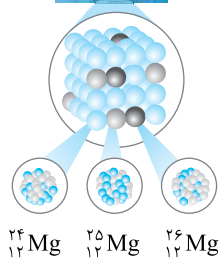
۴۲- گزینه ۱ اختلاف تعداد پروتون‌های اتم B و تعداد نوترون‌های اتم A با اختلاف تعداد الکترون‌های اتم B و تعداد پروتون‌های اتم A برابر است.  $(17 - 6 = 11)$

$${}_{6}^{12}A \begin{cases} \text{الکترون} = 6 \\ \text{پروتون} = 6 \\ \text{نوترون} = 6 \end{cases} \quad {}_{17}^{37}B \begin{cases} \text{الکترون} = 17 \\ \text{پروتون} = 17 \\ \text{نوترون} = 20 \end{cases}$$

هسته  ${}^2_1H$  دارای یک پروتون است و عدد اتمی عنصرهای A و B به ترتیب ۶ و ۱۷ برابر تعداد پروتون‌های موجود در هسته  ${}^2_1H$  است.

## ۴۳- گزینه ۱

## ایزوتوپ (هم‌مکان)



دانشمندان با کمک دستگاهی به نام طیف‌سنج جرمی، جرم اتم‌ها را با دقت بسیار زیادی اندازه‌گیری می‌کنند. این بررسی‌ها نشان می‌دهد که اغلب در یک نمونه طبیعی از عنصری معین، اتم‌های سازنده، جرم یکسانی ندارند. برای مثال یک نمونه منیزیم نشان می‌دهد که همه اتم‌های منیزیم در این نمونه یکسان نیست، بلکه مخلوطی از سه هم‌مکان (ایزوتوپ) هستند.

ایزوتوپ: به اتم‌های یک عنصر که عدد اتمی یکسان و عدد جرمی متفاوت دارند، ایزوتوپ می‌گویند.

**نکته** تفاوت جرم ایزوتوپ‌های یک عنصر به تفاوت تعداد نوترون‌های آن‌ها مربوط است.

۱- از آن‌جا که الکترون‌ها خواص شیمیایی یک عنصر را تعیین می‌کنند و تعداد الکترون‌ها و پروتون‌ها (Z) در اتم‌های یک عنصر با هم برابر است، بنابراین ایزوتوپ‌ها خواص شیمیایی یکسانی دارند و چون جرم ایزوتوپ‌ها با یک‌دیگر متفاوت است، بنابراین خواص فیزیکی وابسته به جرم آن‌ها نیز با هم تفاوت دارد.

الف) ایزوتوپ‌های یک عنصر همگی خواص شیمیایی یکسانی دارند و در جدول دوره‌ای عنصرها تنها یک مکان را اشغال می‌کنند.

**نکته**

ب) ایزوتوپ‌ها در برخی خواص فیزیکی وابسته به جرم، مانند چگالی، نقطه ذوب و ... با یک‌دیگر تفاوت دارند.

۲- جدول زیر تفاوت‌ها و شباهت‌های ایزوتوپ‌های یک عنصر معین را نشان می‌دهد:

تفاوت	شباهت
عدد جرمی	عدد اتمی (تعداد پروتون)
جرم اتمی	تعداد الکترون
تعداد نوترون	خواص شیمیایی
خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند نقطه ذوب، چگالی و ...	موقعیت در جدول دوره‌ای
	آرایش الکترونی

**مثال:** با توجه به نماد ایزوتوپ‌های منیزیم، جدول زیر را کامل کنید:

نماد ایزوتوپ	ویژگی	A	Z	تعداد الکترون	تعداد نوترون
$^{24}_{12}\text{Mg}$		۲۴	۱۲	۱۲	۱۲
$^{25}_{12}\text{Mg}$		۲۵	۱۲	۱۲	۱۳
$^{26}_{12}\text{Mg}$		۲۶	۱۲	۱۲	۱۴

ماده پرتوزا: به موادی گفته می‌شود که هسته ناپایدار دارند و با تابش پرتو به صورت خودبه‌خودی، تجزیه می‌شوند. هسته ایزوتوپ‌های ناپایدار، ماندگار نیست و با گذشت زمان متلاشی می‌شود. این ایزوتوپ‌ها پرتوزا هستند و اغلب بر اثر تلاشی، افزون بر ذره‌های پر انرژی، مقدار زیادی انرژی نیز آزاد می‌کنند.

**نکته** اغلب هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن‌ها برابر یا بیش‌تر از ۱/۵ باشد، ناپایدارند و با گذشت زمان متلاشی می‌شوند.

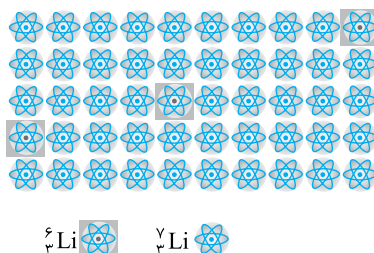
**نیم‌عمر:** به مدت زمانی می‌گویند که ماده پرتوزا به نصف مقدار اولیه خود بر اثر واکنش‌های پرتوزایی تقلیل یابد. نیم‌عمر هر ایزوتوپ نشان می‌دهد که آن ایزوتوپ تا چه اندازه پایدار است، به طوری که هر چه ایزوتوپ پایدارتر باشد، نیم‌عمر آن بلندتر است. رادیوایزوتوپ: رادیوایزوتوپ‌ها در واقع عنصرهای ناپایداری هستند که با توجه به ساختار اتمی‌شان از خود پرتو منتشر می‌کنند. این پرتوها که شامل پرتوهای آلفا ( $\alpha$ )، بتا ( $\beta$ ) و گاما ( $\gamma$ ) هستند، دارای طول موج و سطح انرژی متفاوتی بوده و بر همین اساس می‌توانند در فرایندهای مختلف تشخیصی و درمانی به کار گرفته شوند.

**نکته** هیدروژن دارای ۳ ایزوتوپ طبیعی و ۴ ایزوتوپ ساختگی است. از بین این ۷ ایزوتوپ، فقط ۲ ایزوتوپ هسته پایدار دارند. ( $^1\text{H}$ ,  $^2\text{H}$ )

۳- فراوانی ایزوتوپ‌ها در طبیعت یکسان نیست، با استفاده از دستگاه طیف‌سنج جرمی می‌توان فراوانی نسبی هر ایزوتوپ را تعیین کرد. فراوانی نسبی: فراوانی نسبی ایزوتوپ یک عنصر عبارت است از اندازه‌گیری این‌که یک ایزوتوپ نسبت به دیگر ایزوتوپ‌های عنصر چقدر متداول (یا کمیاب) است، یا چقدر از آن ایزوتوپ نسبت به دیگر ایزوتوپ‌ها در طبیعت وجود دارد.

**نکته** فراوانی نسبی هر یک از ایزوتوپ‌های یک عنصر، عدد ثابتی نیست و بر حسب کشف فراوانی‌های نسبی جدید، قابل تغییر است.

**مثال:** لیتیم دارای ۲ ایزوتوپ است. اولی  $^7\text{Li}$  (۳ الکترون، ۳ پروتون و ۴ نوترون) با فراوانی ۹۴ درصد و دومی  $^6\text{Li}$  (۳ الکترون، ۳ پروتون و ۳ نوترون) با فراوانی ۶ درصد است.



**مثال:** با توجه به این جدول، می‌توانیم نکات زیر را بیان کنیم:

اتم	$^1\text{H}$	$^2\text{H}$	$^3\text{H}$	$^4\text{H}$	$^5\text{H}$	$^6\text{H}$	$^7\text{H}$
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	صفر (ساختگی)	صفر (ساختگی)	صفر (ساختگی)	صفر (ساختگی)

الف) موارد مشابه بین ایزوتوپ‌های H: ۱- عدد اتمی، ۲- تعداد پروتون، ۳- موقعیت در جدول دوره‌ای، ۴- تعداد الکترون

موارد متفاوت بین ایزوتوپ‌های X: ۱- عدد جرمی، ۲- تعداد نوترون، ۳- نیم‌عمر، ۴- درصد فراوانی

ب) در این مخلوط سه ایزوتوپ طبیعی  $^1\text{H}$ ،  $^2\text{H}$  و  $^3\text{H}$  وجود دارد. ۴ ایزوتوپ دیگر ساختگی هستند و در طبیعت یافت نمی‌شوند.

پ) ایزوتوپ  ${}^3\text{H}$  کوتاه‌ترین نیم‌عمر و کم‌ترین پایداری را دارد.

ت) پنج ایزوتوپ  ${}^3\text{H}$ ،  ${}^4\text{H}$ ،  ${}^5\text{H}$ ،  ${}^6\text{H}$  و  ${}^7\text{H}$  هسته ناپایدار و خاصیت پرتوزایی دارند.

ث) در هسته پنج ایزوتوپ  ${}^3\text{H}$ ،  ${}^4\text{H}$ ،  ${}^5\text{H}$ ،  ${}^6\text{H}$  و  ${}^7\text{H}$  نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌ها بیش‌تر از  $1/5$  است و با گذشت زمان متلاشی می‌شوند.

ج) به هر میزان که درصد فراوانی یک ایزوتوپ در طبیعت بیش‌تر باشد، آن ایزوتوپ پایدارتر است.

### آیامی‌دانید

ایزوتوپ کربن  ${}^{14}\text{C}$  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 فرش‌های به نام بازیریک (Pazyryk) در کوه‌های سیبری و تعیین قدمت آن با استفاده از  ${}^{14}\text{C}$  مشخص شد که این فرش به ۲۵۰۰ سال پیش تعلق دارد و مهد آن ایران بوده است.

گزینه (۱): ایزوتوپ‌ها، اتم‌های یک عنصر هستند که عدد اتمی یکسان و عدد جرمی متفاوت دارند.

گزینه (۲): اغلب عنصرهای طبیعی مانند منیزیم مخلوطی از چند ایزوتوپ هستند.

گزینه (۳): به دلیل وجود ایزوتوپ‌های مختلف برای یک عنصر، همه اتم‌های یک عنصر مشابه یکدیگر نیستند.

گزینه (۴): لیتیم دو ایزوتوپ دارد که فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر ۶ درصد و فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر ۹۴ درصد است.

**۴۴- گزینه ۳** عدد اتمی تمام ایزوتوپ‌های منیزیم برابر ۱۲ است و ایزوتوپ  ${}^{24}\text{Mg}$  که بیش‌ترین فراوانی طبیعی را در میان سایر ایزوتوپ‌ها دارد، در هسته خود دارای ۱۲ نوترون می‌باشد.

**۴۵- گزینه ۳**

$$\frac{\text{فراوانی ایزوتوپ سنگین}}{\text{مجموع فراوانی ایزوتوپ‌ها}} \times 100 = \text{درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین}$$

$$\frac{6}{24} \times 100 = 25\% = \text{درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین}$$

**۴۶- گزینه ۴** لیتیم دارای ۲ ایزوتوپ است: اولی  ${}^6\text{Li}$  (۳ الکترون، ۳ پروتون و ۳ نوترون) با فراوانی ۹۴ درصد و دومی  ${}^7\text{Li}$  (۳ الکترون، ۳ پروتون و ۴ نوترون) با فراوانی ۶ درصد. درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر  $15/7$  برابر ایزوتوپ سبک‌تر است.

**۴۷- گزینه ۲** عبارت‌های (الف)، (پ) و (ت) درست هستند.

ایزوتوپ  ${}^3\text{H}$  دو نوترون دارد و در آن نسبت تعداد نوترون به پروتون بزرگ‌تر از  $1/5$  است، بنابراین این ایزوتوپ هسته ناپایدار دارد.

**۴۸- گزینه ۴** اتم هیدروژن ۷ ایزوتوپ دارد که ۳ عدد از آن‌ها در طبیعت وجود دارند و ۴ عدد از آن‌ها ساختگی می‌باشند. از این ۷ ایزوتوپ فقط ۲ ایزوتوپ هسته پایدار دارند و بقیه ناپایدارند. ترتیب نیم‌عمر آن‌ها به صورت  ${}^3\text{H} < {}^4\text{H} < {}^5\text{H} < {}^6\text{H} < {}^7\text{H}$  می‌باشد.

**۴۹- گزینه ۲** عبارت‌های (الف)، (پ) و (ت) صحیح هستند.

عبارت (الف): از بین ۷ ایزوتوپ اتم  $\text{H}$  فقط ۲ ایزوتوپ  ${}^1\text{H}$  و  ${}^2\text{H}$  هسته پایدار دارند.

عبارت (ب): ترتیب زمان ماندگاری ایزوتوپ‌های پرتوزا اتم  $\text{H}$  به صورت  ${}^3\text{H} < {}^4\text{H} < {}^5\text{H} < {}^6\text{H} < {}^7\text{H}$  می‌باشد.

عبارت (پ): از بین ۷ ایزوتوپ اتم  $\text{H}$ ، ایزوتوپ  ${}^3\text{H}$  کم‌ترین میزان پایداری را دارد.

عبارت (ت): بیش‌ترین فراوانی در بین ۷ ایزوتوپ اتم  $\text{H}$ ، مربوط به  ${}^1\text{H}$  و  ${}^2\text{H}$  می‌باشد.

عبارت (ث): اتم  $\text{H}$  دارای ۷ ایزوتوپ می‌باشد که ۳ عدد از آن‌ها در طبیعت وجود دارند و ۴ عدد از آن‌ها ساختگی هستند.

**۵۰- گزینه ۴** در بین ایزوتوپ‌های هیدروژن،  ${}^1\text{H}$  و  ${}^2\text{H}$  بیش‌ترین پایداری را دارند. در این دو ایزوتوپ کم‌ترین نسبت تعداد نوترون به پروتون در مقایسه با ایزوتوپ‌های دیگر وجود دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): زمان ماندگاری «نیم‌عمر» هر ایزوتوپ نشان می‌دهد که ایزوتوپ یادشده، تا چه مدت زمانی می‌تواند دست نخورده باقی بماند و هسته ماهیت خود را حفظ کند.

گزینه (۲): هسته ایزوتوپ ناپایدار، توانایی شرکت در واکنش شکافت هسته‌ای را دارد.

گزینه (۳): در هنگام متلاشی شدن هسته ایزوتوپ‌های ناپایدار هم مقدار زیادی انرژی آزاد می‌شود و هم تعدادی ذرات پرنرژی از هسته خارج می‌شود.

**۵۱- گزینه ۳** هسته ایزوتوپ‌های ناپایدار، پرتوزا هستند یعنی در اثر متلاشی شدن هسته انرژی زیادی آزاد می‌کنند و ذرات پرنرژی تولید می‌کنند.

۵۲- گزینه ۴

$$b=d, a-c=2$$

$$\begin{cases} b(2+c)=ad \\ b=d \end{cases} \Rightarrow 2b+bc=ab \Rightarrow 2+c=a \Rightarrow a-c=2$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): شکافت هسته، فرایندی است که با تولید انرژی زیاد همراه است.

گزینه (۲): دقت کنید این جمله برای «اغلب هسته‌ها...» صحیح است.

گزینه (۳): به‌طور کلی می‌توان گفت میزان پایداری یک ایزوتوپ با فراوانی ایزوتوپ رابطه مستقیم دارد. اگر نیم‌عمر ایزوتوپ خیلی کم باشد، به معنای این است که ایزوتوپ ناپایدار بوده و در طول زمان نیم‌عمر مقدار آن نصف می‌شود.

۵۳- گزینه ۳

عبارت‌های (ب)، (پ)، (ت) و (ث) درست هستند.

عبارت (الف): دقت کنید اغلب اوقات در یک نمونه طبیعی از عنصری معین، اتم‌های سازنده جرم یکسانی ندارند. زیرا برخی اتم‌ها فاقد ایزوتوپ هستند. عبارت (ب): عنصر منیزیم دارای ۳ نوع ایزوتوپ با عدد جرمی ۲۴، ۲۵ و ۲۶ می‌باشد، پس در یک نمونه عنصر منیزیم، همه اتم‌ها یکسان نمی‌باشند. عبارت (پ): عنصر منیزیم می‌تواند به شکل ورقه‌های نواری نقره‌ای رنگ دربیاید. عبارت (ت): با استفاده از نماد شیمیایی هر عنصر که شامل عدد جرمی و عدد اتمی می‌باشد، می‌توان تعداد نوترون، پروتون و الکترون را در آن اتم تعیین کرد.

عبارت (ث): کلمه Element به معنای عنصر است و نماد همگانی اتم‌ها به صورت  ${}^A_Z E$  می‌باشد.

۵۴- گزینه ۳

ایزوتوپ‌های یک عنصر در برخی خواص فیزیکی وابسته به جرم مثل چگالی، با هم تفاوت دارند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): خواص شیمیایی هر عنصری به عدد اتمی و آرایش الکترونی آن عنصر بستگی دارد و چون عدد اتمی در بین همه ایزوتوپ‌های یک عنصر یکسان است، پس خواص شیمیایی آن‌ها نیز یکسان می‌باشد.

گزینه (۲): از آن‌جا که در جدول دوره‌ای، عناصر براساس عدد اتمی چیده شده‌اند و ایزوتوپ‌های یک عنصر همگی عدد اتمی یکسانی دارند، پس هر سه ایزوتوپ عنصر منیزیم باید در یک خانه جدول دوره‌ای قرار بگیرند.

گزینه (۴): علت تفاوت در برخی خواص فیزیکی، تفاوت در جرم ایزوتوپ‌ها و عدد جرمی آن‌ها است. از طرفی عدد اتمی ایزوتوپ‌ها با هم برابر است یعنی تعداد پروتون‌ها در آن‌ها یکسان است پس علت تفاوت در عدد جرمی، تفاوت در تعداد نوترون‌های آن‌ها است.

۵۵- گزینه ۴

همه عبارت‌ها درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): از بین هفت ایزوتوپ موجود فقط ۳ ایزوتوپ غیر ساختگی هستند و بقیه باید ساخته شوند یعنی در یک نمونه طبیعی یافت نمی‌شوند.

عبارت (ب): ایزوتوپی با عدد جرمی ۷ دارای کم‌ترین نیم‌عمر بوده و همچنین از سایر ایزوتوپ‌ها ناپایدارتر است.

عبارت (پ): به ایزوتوپ‌های پرتوزا و ناپایدار، رادیوایزوتوپ گفته می‌شود و این عنصر دارای ۵ رادیوایزوتوپ می‌باشد.

عبارت (ت): هر چقدر که درصد فراوانی یک ایزوتوپ در طبیعت بیشتر باشد، نشان‌دهنده این است که میزان پایداری آن بیشتر است. ایزوتوپ‌های پرتوزا، هرچه پایدارتر باشند نیم‌عمر بلندتری خواهند داشت.

۵۶- گزینه ۴

دقت کنید در ایزوتوپ  ${}^{14}_6 C$  نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌ها برابر  $1/3$  می‌باشد و کم‌تر از  $1/5$  است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): قدمت فرش پازیریک به کمک ایزوتوپ پرتوزای کربن ( ${}^{14}_6 C$ ) مشخص شد.

گزینه (۲): تصور بر این بود که مصر مهد فرش‌بافی بوده است، اما با کشف فرش پازیریک پژوهشگران پی بردند که مهد فرش‌بافی ایران بوده است.

گزینه (۳): از خاصیت پرتوزایی  ${}^{14}_6 C$  برای تعیین قدمت اشیاء قدیمی مثل فرش پازیریک استفاده می‌شود.

۵۷- گزینه ۳

تکنسیم، نخستین عنصر ساخت بشر

۶

۱- تاکنون ۱۱۸ عنصر شناخته شده که تنها ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می‌شوند؛ این بدان معناست که ۲۶ عنصر دیگر ساختگی هستند.

۲- شیمی‌دان‌ها همواره با یافتن کاربردهای منحصر به فرد هر عنصر، انگیزه کافی برای ساختن عنصرهای جدید را داشته‌اند.



۳- تکنسیم ( $^{99}_{43}\text{Tc}$ ) نخستین عنصری بود که در واکنشگاه (راکتور) هسته‌ای ساخته شد. تکنسیم پرتوزاست و این رادیوایزوتوپ در تصویربرداری پزشکی کاربرد ویژه‌ای دارد.



۴- از تکنسیم ( $^{99}_{43}\text{Tc}$ ) برای تصویربرداری غده تیروئید استفاده می‌شود. زیرا یون یدید با یونی که حاوی  $^{99}_{43}\text{Tc}$  است، اندازه مشابهی دارد و غده تیروئید هنگام جذب یدید، این یون را نیز جذب می‌کند. با افزایش مقدار این یون در غده تیروئید، امکان تصویربرداری فراهم می‌شود.

۵- همه تکنسیم موجود در جهان باید به‌طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته شود. از آن‌جا که زمان ماندگاری این رادیوایزوتوپ کم است (نیم‌عمر کوتاهی دارد)، نمی‌توان مقادیر زیادی از این عنصر را تهیه و برای مدت طولانی نگهداری کرد.

۶- تکنسیم را بسته به نیاز، با یک مولد هسته‌ای تولید و سپس مصرف می‌کنند. نمونه‌ای از مولد رادیوایزوتوپ مس به شکل زیر است:



۷- **کیمیایگری** (تبدیل 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.

### فرا تر از کتاب

بر اساس مدل استاندارد کیهان‌شناسی، فراوانی نسبی ایزوتوپ‌های ۹۲ عنصر در جهان هستی، حاصل چهار پدیده زیر است:

(الف) ترکیب هسته‌ای نخستین که در پی آن، سه یا چهار عنصر نخستین، یعنی هیدروژن، هلیوم، لیتیم و بریلیم به‌وجود آمدند.

(ب) ترکیب هسته‌ای ستاره‌ای که بیست و دو عنصر بعدی (تا عنصر آهن) را پدید آورد.

(پ) پدیده پراش که در طی آن هسته‌های عنصرهای یاد شده، محیط بین ستاره‌ای را (به‌ویژه با عنصرهای لیتیم و بریلیم که به مقدار بسیار زیاد در تابش کیهانی یافت می‌شوند) پر نموده‌اند.

(ت) تسخیر نوترون که در آن، هسته این عنصرها بر روی ستاره‌های در حال مرگ، به‌ویژه ابر نواخترها، تمام عنصرهای سنگین‌تر از آهن را به دو روش سریع یا آرام به‌وجود آوردند.

عبارت‌های (الف)، (پ) و (ت) درست هستند.

عبارت (الف): تکنسیم نخستین عنصر ساخت بشر است که در واکنشگاه‌های هسته‌ای طی واکنش‌های هسته‌ای تولید می‌شود.

عبارت (ب): یون حاوی عنصر تکنسیم اندازه‌ای مشابه یون یدید دارد و توسط غده تیروئید جذب می‌شود، اما نه به هر میزان!

عبارت (پ): عنصر تکنسیم یک رادیوایزوتوپ است و در تصویربرداری پزشکی اهمیت فوق‌العاده‌ای دارد.

عبارت (ت): در این عنصر ۴۳ پروتون و ۵۶ نوترون یافت می‌شود و نسبت شمار نوترون به پروتون برابر ۱/۳ است.

عبارت (ث): دقت کنید که همه مقادیر عنصر تکنسیم موجود در جهان به‌صورت مصنوعی ساخته شده و هیچ منبع معدنی برای این عنصر وجود ندارد.

**۵۸- گزینه ۴** این عنصر، عنصر تکنسیم و نخستین عنصر مصنوعی ساخته شده است. تکنسیم ماندگاری کمی دارد و نمی‌توان مقادیر زیاد آن را تولید و نگهداری کرد و هر جا نیاز باشد، آن را با یک مولد هسته‌ای تولید و مصرف می‌کنند.

**نکته** برای تعیین قدمت فرش پازیریک از ایزوتوپ  $^{14}\text{C}$  استفاده می‌شود (نه تکنسیم).

**۵۹- گزینه ۱** عبارتهای (الف) و (ث) نادرست هستند.

بررسی عبارات:

عبارت (الف): دانشمندان با بهره‌گیری از واکنش‌های هسته‌ای توانسته‌اند ۲۶ عنصری که در طبیعت یافت نمی‌شود را بسازند. (دانشمندان توانایی ساخت عناصر طبیعی را نیز دارند).

عبارت (ب): هر جا لازم باشد، می‌توان تکنسیم را با یک مولد هسته‌ای تولید و مصرف نمود و نخستین عنصر مصنوعی است که ساخته شد. عبارت (پ): واکنش‌های هسته‌ای با تولید انرژی زیادی همراه هستند.

عبارت (ت): با رشد علم شیمی و فیزیک، انسان توانست طلا تولید کند و بنابراین کیمیاگری (تبدیل عنصرهای دیگر به طلا) تحقق یافت.

عبارت (ث): با توجه به آن که از ۱۱۸ عنصر جدول، ۹۲ عنصر آن در طبیعت یافت می‌شوند:

$$\left[ \begin{array}{cc} 100 (\%) & \text{(عنصر 118)} \\ x (\%) & \text{(عنصر 92)} \end{array} \right] \Rightarrow x = 78\%$$

**۶۰- گزینه ۴** همه عبارتها درست هستند.

عبارت (الف): هر عنصر کاربرد منحصر به فردی دارد که این عامل سبب شد تا شیمی‌دان‌ها عنصرهای جدید را در راکتورهای اتمی بسازند. عبارت (ب): نمی‌توان مقادیر زیادی از تکنسیم را ساخت و نگهداری کرد، بلکه در هر جا که نیاز باشد آن را با یک مولد هسته‌ای تولید و مصرف می‌نمایند.

عبارت (پ): تیروئید غده‌ای پروانه‌ای شکل است که در زیر گلو قرار دارد.

عبارت (ت): با پیشرفت علم شیمی و فیزیک، انسان می‌تواند طلا تولید کند اما به دلیل هزینه‌های زیاد، تولید انبوه آن امکان‌پذیر نیست.

**۶۱- گزینه ۴** با افزایش مقدار یون حاوی تکنسیم در غده تیروئید، امکان تصویربرداری از آن فراهم می‌شود.

**۶۲- گزینه ۱**

## غنی‌سازی و تشخیص بیماری‌ها



رادیوایزوتوپ‌ها اگرچه بسیار خطرناک هستند، اما پیشرفت دانش و فناوری، بشر را موفق به مهار و بهره‌گیری از آن‌ها کرده است. امروزه از رادیوایزوتوپ‌ها در پزشکی، کشاورزی و سوخت، در نیروگاه‌های اتمی استفاده می‌شود.



۱- اورانیم شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزایی است که تنها یکی از ایزوتوپ‌های آن ( $^{235}\text{U}$ ) اغلب به عنوان سوخت راکتورهای اتمی به کار می‌رود.

۲- فراوانی ایزوتوپ  $^{235}\text{U}$  در مخلوط طبیعی از ۷/۰ 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 گفته می‌شود.

۳- فرایند غنی‌سازی اورانیم یکی از مراحل مهم در چرخه تولید سوخت هسته‌ای است.

۴- نام ایران در فهرست ده‌گانه کشورهای هسته‌ای جهان ثبت شده است و با گسترش این صنعت، می‌توان بخشی از انرژی الکتریکی مورد نیاز کشور را تأمین نمود.





۵- اتم  $^{59}\text{Fe}$  یک رادیوایزوتوپ است که برای تصویربرداری از دستگاه گردش خون استفاده می‌شود. زیرا یون‌های آن در ساختار هموگلوبین وجود دارند.

### فراتر از کتاب

روش متداول غنی‌سازی اورانیم، سانتریفیوژ گاز است. در این روش اورانیم هگزافلوراید (کیک زرد) در یک محفظه استوانه‌ای با سرعت بالا در شرایط گریز از مرکز قرار می‌گیرد. این کار باعث جدا شدن ایزوتوپ‌های با جرم حجمی بالاتر از اورانیم ۲۳۵ می‌شود.

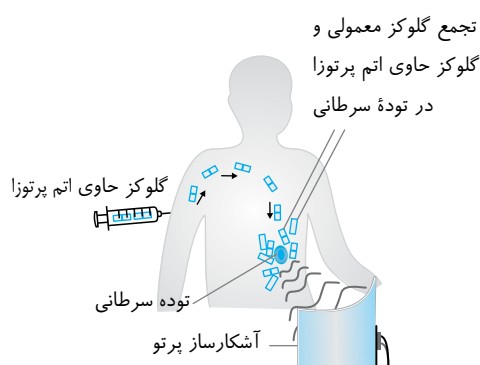
پسماندهای راکتورهای اتمی هنوز خاصیت پرتوزایی دارند و خطرناک هستند؛ از این رو دفع آن‌ها از جمله چالش‌های صنایع هسته‌ای به شمار می‌آید.

توده‌های سرطانی یاخته‌هایی هستند که رشد غیر عادی و سریع دارند. یکی از کاربردهای رادیوداروها تشخیص و درمان بیماری‌هاست. رادیودارو: به هر دارویی که در ساختار آن یک رادیوایزوتوپ وجود داشته باشد، رادیودارو گفته می‌شود.

هر رادیودارو دارای دو جزء است: ۱- جزء شیمیایی ۲- جزء رادیوایزوتوپی

### نکته

به گلوکز حاوی اتم پرتوزا، گلوکز نشان‌دار می‌گویند.



فرایند تشخیص بیماری: رادیوداروها معمولاً به صورت خوراکی و یا از طریق تزریق و هم‌چنین استنشاق به درون بدن وارد می‌شوند و به روش‌های مختلفی به سوی عضو هدف هدایت می‌شوند. وقتی که رادیودارو در عضو هدف جمع می‌شود، براساس نوع دارو و کارکرد ویژه آن تا مدت زمان معینی در همان محل باقی مانده و با منتشر کردن پرتو، مأموریت خود را انجام می‌دهد. این پرتوهای منتشر شده توسط دستگاه آشکارساز نمایان می‌شوند و سپس توسط پزشک معالج مورد بررسی قرار می‌گیرد. در انتها مواد باقی‌مانده حاصل از رادیوداروها از طریق فرایندهای متابولیکی بدن، یا از کار می‌افتد و یا از بدن خارج می‌گردد.

### نکته

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

### فراتر از کتاب

- ۱- اولین استفاده کلینیکی از مواد رادیواکتیو، در سال ۱۹۳۷ جهت درمانی لوسمی در دانشگاه کالیفرنیا در برکلی بود.
- ۲- سال‌ها بعد دانشمندان دریافتند که می‌توان با هدایت رادیوداروها و تجمع آن‌ها در ارگان هدف (مثلاً غده سرطانی)، تصاویری از آن تهیه نمود و یا به درمان بافت آسیب دیده کمک کرد.
- ۳- در سال‌های دهه ۱۹۸۰، از رادیوداروها جهت تشخیص بیماری‌های قلبی استفاده کردند.
- ۴- امروزه از رادیوداروها در تشخیص و درمان انواع سرطان استفاده بسیار گسترده‌ای می‌شود.

### آیامی‌دانید

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

اورانیم طبیعی از حدود ۹۹/۳ درصد وزنی ایزوتوپ ۲۳۸، کم‌تر از ۰/۷ درصد ایزوتوپ ۲۳۵ و مقدار ناچیزی ایزوتوپ ۲۳۴ تشکیل شده است. این در حالی است که فقط اورانیم ۲۳۵ در شرایط خاص شکافته می‌شود و انرژی زیادی آزاد می‌کند. ضمناً ایزوتوپ‌های پرتوزا علاوه بر تأمین انرژی، کاربردهای پزشکی، کشاورزی و ... دارند.

- ۶۳- گزینه ۴** همه عبارت‌ها جای خالی را به درستی کامل می‌کنند.
- در فرایند غنی‌سازی ایزوتوپی که یکی از مهم‌ترین مراحل در تولید سوخت هسته‌ای است، مقدار فراوانی که اورانیم ۲۳۵ می‌تواند از کم‌تر از ۰/۷ درصد در نمونه اولیه به حدود ۲۰ درصد افزایش یابد (فقط ۱۰ کشور در دنیا توانایی انجام آن را دارند که یکی از این ۱۰ کشور، ایران است).
- ۶۴- گزینه ۳** در راکتورهای اتمی، عنصرهای پرتوزا به برخی عنصرهای دیگر که غالباً پرتوزا و خطرناک هستند تبدیل می‌شوند. از این رو دفع آن‌ها از چالش‌های صنایع هسته‌ای به‌شمار می‌آید.
- ۶۵- گزینه ۳** ایزوتوپ‌های پرتوزا اگرچه بسیار خطرناک به نظر می‌رسند، اما پیشرفت دانش و فناوری، بشر را موفق به مهار و بهره‌گیری از آن‌ها کرده است.
- ۶۶- گزینه ۳** هر رادیودارو (در این‌جا منظورمان گلوکز نشان‌دار شده است) دارای جزء شیمیایی و جزء رادیوایزوتوپی است که جزء شیمیایی آن جذب توده سرطانی می‌شود، بنابراین هم گلوکز نشان‌دار و هم گلوکز معمولی می‌توانند توسط سلول سرطانی جذب شوند. سلول‌های غیرسرطانی نیز گلوکز نشان‌دار را جذب می‌کنند ولی چون عملکرد این سلول‌ها طبیعی است، تصویربرداری از توده سرطانی را مختل نمی‌کند.
- ۶۷- گزینه ۲** دود سیگار و قلبان، مقادیر قابل توجهی مواد پرتوزا دارد به همین دلیل اغلب مبتلایان به سرطان ریه، سیگاری هستند. بررسی سایر گزینه‌ها:
- گزینه ۱:  $^{59}\text{Fe}$  ایزوتوپ یک رادیوایزوتوپ می‌باشد که یون‌های آن در ساختار مولکول هموگلوبین در گلبول قرمز قرار می‌گیرند و امکان تصویربرداری از دستگاه گردش خون را فراهم می‌آورد.
- گزینه ۳: به مولکول گلوکز دارای اتم پرتوزا، گلوکز نشان‌دار گفته می‌شود که پس از تزریق به خون در توده‌های سرطانی تجمع می‌یابد.
- گزینه ۴: عناصر آهن و فسفر هر دو دارای رادیوایزوتوپ‌های ناپایدار و پرتوزا می‌باشند.
- ۶۸- گزینه ۳** گاز رادون گازی بی‌رنگ، بی‌بو و بی‌مزه است. سایر جملات عین متن کتاب درسی می‌باشند.
- ۶۹- گزینه ۲** عبارت‌های (الف) و (ب) درست هستند.
- عبارت (الف): یکی از فراوان‌ترین مواد پرتوزا که در زندگی ما یافت می‌شود، گاز رادون است. حدود ۵۵ درصد از پرتوگیری طبیعی هر فرد در طول سال ناشی از وجود گاز رادون در اطراف محل زندگی فرد است.
- عبارت (ب): رادون، گازی بی‌رنگ، بی‌بو و بی‌مزه و سنگین‌ترین گاز نجیب موجود در طبیعت است.
- عبارت (پ): گاز رادون پیوسته در لایه‌های زیرین زمین، از طریق واکنش‌های هسته‌ای تولید می‌شود.
- عبارت (ت): گاز رادون تولید شده در لایه‌های زیرین زمین به دلیل دمای بالا و فشار زیاد در آن لایه‌ها، به منافذ و ترک‌های موجود در سنگ‌های سازنده پوسته زمین نفوذ می‌کند.
- ۷۰- گزینه ۲** عبارت‌های (پ)، (ت) و (ث) درست هستند.
- عبارت (الف): تصویر کره زمین از چهار میلیارد کیلومتری، آخرین تصویری است که وویجر ۱ پیش از خروج از سامانه خورشیدی از زادگاه خود گرفته است. در واقع پس از خروج از سامانه خورشیدی نیز تصویری از زادگاه خود گرفته است.
- عبارت (ب): براساس مطالب گفته شده در کتاب درسی می‌توان استنباط کرد که دانشمندان با تلاش‌ها و پژوهش‌های خود توانسته‌اند درباره فرایندهایی که درون ستاره‌ها رخ می‌دهند و روند پیدایش عنصرها اطلاعاتی به‌دست آورند.
- عبارت (پ): تاکنون ۱۱۸ عنصر شناخته شده است که از این بین فقط ۹۲ عنصر آن در طبیعت یافت می‌شود و ۲۶ عنصر دیگر در طبیعت یافت نمی‌شوند.
- عبارت (ت): هر عنصر را با نماد ویژه‌ای نشان می‌دهند. در این نماد تعداد ذره‌های زیر اتمی آن عنصر نیز مشخص می‌شود.
- عبارت (ث): در هر ثانیه در سطح خورشید حدود ۵ میلیون تن ماده به انرژی تبدیل می‌شود، پس سرعت مصرف هیدروژن برای تولید انرژی حدود ۳۰۰ میلیون تن بر دقیقه است.
- ۷۱- گزینه ۳** عبارت‌های (الف)، (ب) و (پ) درست هستند.
- عبارت (الف): اینشتین با بررسی و مطالعات خود توانست بفهمد که طبق رابطه  $E = mc^2$  ماده به انرژی تبدیل می‌شود.
- عبارت (ب): از عنصر تکنسیم برای تصویربرداری غده تیروئید استفاده می‌کنند که این عنصر، نخستین عنصری است که توسط بشر ساخته شده است.
- عبارت (پ): سلول‌های تومور (سلول‌های بدن انسان) هم گلوکز نشان‌دار و هم گلوکز غیر نشان‌دار را جذب می‌کنند و تفاوت میان آن‌ها را تشخیص نمی‌دهند.
- عبارت (ت): فراوانی ایزوتوپی از اورانیم که به‌عنوان سوخت راکتور اتمی به کار می‌رود، در طبیعت کم‌تر از ۰/۷ درصد است.
- ۷۲- گزینه ۱** عبارت‌های (ب) و (ت) به درستی بیان شده است.
- عبارت (الف): از کربن-۱۴ که خاصیت پرتوزایی دارد، برای تخمین سن اشیای قدیمی و عتیقه استفاده می‌شود.
- عبارت (ب): یون حاوی تکنسیم هم‌اندازه یون یدید است و در پزشکی برای تصویربرداری از غده تیروئید کاربرد دارد.
- عبارت (پ): دقت کنید ایزوتوپ  $^{59}\text{Fe}$  برای تصویربرداری به کار می‌رود نه  $^{56}\text{Fe}$ !!!
- عبارت (ت): یکی از ایزوتوپ‌های اورانیم (ایزوتوپ ۲۳۵) به‌عنوان سوخت راکتور اتمی به کار می‌رود که دانشمندان با فرایند غنی‌سازی ایزوتوپی توانسته‌اند مقدار آن را در مخلوط ایزوتوپ‌های این اتم افزایش دهند.

**۷۳- گزینه ۴** هم‌اکنون با پیشرفت علم شیمی و فیزیک هنوز هزینه تولید عنصر طلا کاهش چشمگیری نیافته و تولید آن صرفه اقتصادی ندارد. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): هرچه دمای ستاره‌ای بیش‌تر شود، شرایط برای تشکیل عنصرهای سنگین‌تر مثل آهن و طلا فراهم می‌شود، پس هر دو در سطح ستاره‌ای با دمای بالا تشکیل می‌شوند.

گزینه (۲): هرچه دمای ستاره‌ای بیش‌تر شود، شرایط برای تشکیل عنصرهای سنگین‌تر مثل آهن و طلا فراهم می‌شود و به این ترتیب ۹۲ عنصری که در طبیعت یافت می‌شوند، پدید می‌آیند. بنابراین عنصر طلا و آهن هر دو جزو ۹۲ عنصر موجود در طبیعت هستند.

گزینه (۳): از ایزوتوپ پرتوزای  $^{59}\text{Fe}$  می‌توان به‌عنوان رادیودارو برای تصویربرداری از دستگاه گردش خون استفاده کرد.

**۷۴- گزینه ۱** تنها عبارت (ب) نادرست است.

عبارت (الف): در حین انفجار عظیم، گازهای هیدروژن و هلیوم متراکم شده و مجموعه‌ای گازی شکل به نام سحابی را ایجاد کردند. یکی از این سحابی‌ها، سحابی عقاب است که محل زایش ستاره‌ها است.

عبارت (ب): دقت کنید که تمامی ایزوتوپ‌های یک عنصر خواص شیمیایی یکسانی دارند پس رادیوایزوتوپ فسفر می‌تواند آنیونی با بار ۳- تولید کند. (نه ۲ بار منفی)

عبارت (پ): یکی از کاربردهای رادیوداروها، تشخیص توده‌های سرطانی است. این توده‌های سرطانی، یاخته‌هایی هستند که رشد غیرعادی و سریع دارند. عبارت (ت): بر اساس شکل ۲ صفحه ۴ کتاب درسی، فرایند کلی تشکیل عنصرها در جهان به‌صورت نشان داده شده است.

**۷۵- گزینه ۴** ایزوتوپ‌ها، اتم‌های یک عنصر هستند که عدد اتمی یکسان و عدد جرمی متفاوتی دارند. دقت کنید اغلب عنصرهای طبیعی مخلوطی از چند ایزوتوپ هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): ۶ درصد ایزوتوپ‌های لیتیم را ایزوتوپ‌های سبک‌تر آن تشکیل می‌دهند.

گزینه (۲): دانشمندان ایرانی توانستند فرایند غنی‌سازی ایزوتوپی اورانیم را انجام دهند. این فرایند از مهم‌ترین مراحل چرخه تولید سوخت هسته‌ای است.

گزینه (۳): گاز رادون یکی از فراوان‌ترین مواد پرتوزایی است که در زندگی ما یافت می‌شود.

**۷۶- گزینه ۴**

### طبقه‌بندی عنصرها



طبقه‌بندی کردن یکی از مهارت‌های پایه در یادگیری مفاهیم علمی است که بررسی و تحلیل را آسان‌تر می‌کند. در واقع با استفاده از طبقه‌بندی، یافته‌ها و داده‌ها را به شیوه مناسبی سازماندهی می‌کنند تا بتوان سریع‌تر و آسان‌تر به اطلاعات دسترسی یافت.

**۱- شیمی‌دان‌ها ۱۱۸ عنصر شناخته شده را براساس یک معیار و ملاک در جدولی با چیدمانی ویژه کنار هم قرار داده‌اند. این جدول به آن‌ها کمک می‌کند تا اطلاعات ارزشمندی از ویژگی‌های عنصرها را به‌دست آورند و براساس آن، رفتار عنصرهای گوناگون را پیش‌بینی کنند.**

۲- در جدول بالا، هر عنصر با نماد شیمیایی ویژه 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 می‌شوند.

۳- در جدول دوره‌ای (تناوبی) امروزی، عناصر براساس افزایش عدد اتمی سازماندهی شده‌اند، به طوری که جدول دوره‌ای عناصر از عنصر هیدروژن با عدد اتمی یک ( $Z=1$ ) آغاز و به عنصر شماره ۱۱۸ ختم می‌شود.

### نکته

بزرگ‌ترین پیشرفت در زمینه دسته‌بندی عناصر با کارهای مندلیف (۱۹۰۷-۱۸۳۴ میلادی) به دست آمد. مندلیف یک معلم شیمی اهل روسیه بود که به وجود روند تناوبی میان عناصر، مشابه با شیوه‌ای که امروز می‌شناسیم، پی برد.

۴- جدول دوره‌ای (تناوبی)، ۷ دوره و ۱۸ گروه دارد.

دوره: هر ردیف افقی جدول دوره‌ای، که نشان‌دهنده چیدمان عناصر بر حسب افزایش عدد اتمی است، دوره نام دارد.

گروه: هر ستون عمودی جدول دوره‌ای، که شامل عناصر با خواص شیمیایی مشابه است، گروه نامیده می‌شود.

### نکته

خواص شیمیایی عنصرهایی که در یک دوره از جدول جای دارند، متفاوت است.

۵- هر خانه از جدول دوره‌ای به یک عنصر معین تعلق دارد و حاوی برخی اطلاعات شیمیایی آن عنصر است.

عدد اتمی  
نماد شیمیایی  
نام  
جرم اتمی میانگین

برای نمونه خانه شماره هفت به عنصر نیتروژن تعلق دارد که اطلاعات آن به صورت زیر است:

عدد اتمی — ۷  
نماد شیمیایی — N  
نام — نیتروژن  
جرم اتمی میانگین — ۱۴/۰۱

۶- جدول دوره‌ای عناصر: در این جدول، خواص شیمیایی عنصرهایی که در یک گروه قرار دارند، بسیار شبیه به هم است، به طوری که با پیمایش هر دوره از چپ به راست، خواص عناصر به طور مشابه تکرار می‌شود؛ از این رو چنین جدولی را جدول دوره‌ای (تناوبی) عناصر نامیده‌اند.



نماد عنصر	He	O	P	C	Fe
نام عنصر	هلیوم	اکسیژن	فسفر	کربن	آهن
شماره گروه	۱۸	۱۶	۱۵	۱۴	۸
شماره دوره	۱	۲	۳	۲	۴
عدد اتمی	۲	۸	۱۵	۶	۲۶

۷- نمادها، داده‌های عددی و خلاصه‌نویسی‌ها در جدول دوره‌ای، اطلاعات مفیدی درباره عناصر ارائه می‌کند. با استفاده از این نشانه‌ها و فراگیری مهارت استفاده از جدول، می‌توان اطلاعاتی مانند شماره گروه، دوره، شمار ذره‌های زیر اتمی و ... را برای یک عنصر به دست آورد.

آیوپاک (IUPAC): اتحادیه بین‌المللی شیمی محض و کاربردی است که یکاها، نمادها، قراردادهای قواعد فرمول‌نویسی، نام‌گذاری و ... را ارائه می‌کند. جدول دوره‌ای عناصر نیز به تأیید آیوپاک رسیده است.

### نکته

موقعیت یا مکان هر عنصر در جدول دوره‌ای، شماره گروه و دوره آن را نشان می‌دهد.

۴- با استفاده از جدول دوره‌ای به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

۱- موقعیت (شماره گروه و دوره) عنصرهای آلومینیم ( $_{13}\text{Al}$ )، کلسیم ( $_{20}\text{Ca}$ )، منگنز ( $_{25}\text{Mn}$ ) و سلنیم ( $_{34}\text{Se}$ ) را تعیین کنید.

پاسخ: عنصر آلومینیم ( $_{13}\text{Al}$ ) در گروه ۱۳ و دوره ۳، عنصر کلسیم ( $_{20}\text{Ca}$ ) در گروه ۲ و دوره ۴، عنصر منگنز  $_{25}\text{Mn}$  در گروه ۷ و دوره ۴ و عنصر سلنیم ( $_{34}\text{Se}$ ) در گروه ۱۶ و دوره ۴ قرار دارد.

۲- هلیوم ( $_{2}\text{He}$ )، عنصری است که تمایل به انجام واکنش شیمیایی ندارد. پیش‌بینی کنید کدام یک از عناصر زیر، رفتار مشابه با آن را دارد؟ چرا؟

الف)  $_{18}\text{Ar}$  (ب)  $_{6}\text{C}$  (پ)  $_{16}\text{S}$

پاسخ: الف- گاز آرگون ( $_{18}\text{Ar}$ ) با گاز هلیوم، هم‌گروه و مانند هلیوم واکنش‌ناپذیر است.

۳- اتم فلوئور ( $F$ ) در ترکیب با فلزها به یون فلوئورید ( $F^-$ ) تبدیل می‌شود. اتم کدامیک از عنصرهای زیر، می‌تواند آنیونی با بار الکتریکی همانند یون فلوئورید تشکیل دهد؟ چرا؟

الف)  $Rb$  (ب)  $Br$  (پ)  $P$

پاسخ: ب- برم ( $Br$ ) با فلوئور هم‌گروه است، بنابراین مانند فلوئور می‌تواند آنیونی تک‌اتمی با بار الکتریکی همانند یون فلوئورید تشکیل دهد.

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

الف)  $K$  (ب)  $Ga$  (پ)  $N$

پاسخ: ب- فلز گالیم ( $Ga$ ) با آلومینیم هم‌گروه است، بنابراین همانند آلومینیم می‌تواند کاتیونی تک‌اتمی با بار الکتریکی همانند یون آلومینیم تشکیل دهد.

با استفاده از ویژگی‌های عنصرها می‌توانیم رفتار عنصرها را پیش‌بینی کنیم.

**۷۷- گزینه ۳** جدول دوره‌ای عنصرها که توسط IUPAC ارائه شده، شامل ۷ دوره و ۱۸ گروه است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): IUPAC مخفف واژه International Union of Pure and Applied Chemistry به معنی اتحادیه بین‌المللی شیمی محض و کاربردی است.

گزینه (۲): اتحادیه بین‌المللی شیمی محض و کاربردی با توجه به شواهد و مدارک موجود، تعداد ۱۸ عنصر نشان داده شده در جدول را تأیید کرده است.

گزینه (۴): از روی جدول دوره‌ای عنصرها می‌توان به آسانی شماره گروه، دوره و تعداد ذره‌های زیر اتمی را برای یک عنصر به‌دست آورد.

**۷۸- گزینه ۲** فقط عبارت (پ) نادرست است.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): در جدول دوره‌ای، دوره اول کم‌ترین تعداد عنصر را شامل می‌شود. در این دوره دو عنصر هیدروژن ( $H$ ) و هلیوم ( $He$ ) قرار دارند.

عبارت (ب): دوره دوم شامل ۸ عنصر است درحالی‌که در گروه دوم، ۶ عنصر قرار دارد.

عبارت (پ): دوره‌های ۶ و ۷ جدول دوره‌ای دارای بیش‌ترین تعداد عنصر در بین هفت دوره جدول دوره‌ای می‌باشند.

عبارت (ت): در هر کدام از دوره‌های ۶ و ۷ جدول دوره‌ای، ۳۲ عنصر وجود دارد.

**۷۹- گزینه ۳** عنصر نیتروژن دارای عدد اتمی ۷ و جرم اتمی میانگین  $14/01$  می‌باشد و تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها با هم مساوی و برابر ۷ می‌باشد. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): تعداد عنصرهای موجود در گروه‌های ۲، ۱۳، ۱۴ و ۱۷ با هم برابر است و شامل ۶ عنصر است.

گزینه (۲): عنصرهای گروه‌های ۴ تا ۱۲، در دوره‌های ۴ تا ۷ جدول دوره‌ای قرار دارند.

گزینه (۴): در جدول دوره‌ای امروزی، عنصرها براساس افزایش عدد اتمی سازماندهی شده‌اند. به‌طوری‌که جدول دوره‌ای عنصرها، از عنصر هیدروژن با عدد اتمی یک آغاز و به عنصر شماره ۱۱۸ ختم می‌شود.

**۸۰- گزینه ۲** عبارت‌های (الف)، (ب) و (پ) درست هستند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت (ت): هر خانه از جدول دوره‌ای به یک عنصر معین تعلق دارد و حاوی برخی اطلاعات شیمیایی آن عنصر می‌باشد.

عبارت (ث): همه گروه‌های ۱۳ تا ۱۷ جدول دوره‌ای دارای ۶ عنصر می‌باشند.

**۸۱- گزینه ۲** عنصر آلومینیم را با نماد  $Al$  و عنصر طلا را با نماد  $Au$  نشان می‌دهند. حرف اول هر نماد شیمیایی با حرف بزرگ و حرف دوم را با حروف کوچک نشان می‌دهند.

**۸۲- گزینه ۲** عنصر  $F$  می‌تواند یون فلوئورید ( $F^-$ ) که یک یون تک اتمی با بار یک منفی است، تشکیل دهد بلکه یونی یک بار مثبت تشکیل می‌دهد.

گزینه (۱): اتم فلوئور در ترکیب‌های خود با فلزها به شکل یون فلوئورید ( $F^-$ ) یافت می‌شود.

گزینه (۳): عنصر (فلزی)  $Rb$  با عنصر فلوئور هم‌گروه نیست، بنابراین نمی‌تواند یک یون تک اتمی با یک بار منفی تشکیل دهد بلکه یونی یک بار مثبت تشکیل می‌دهد.

گزینه (۴): عنصر  $Br$  با عنصر فلوئور هم‌گروه است، بنابراین می‌تواند یک یون تک اتمی با یک بار منفی تشکیل دهد. عنصر  $Br$  در ترکیب‌های خود با فلزها به شکل یون تک اتمی  $Br^-$  یافت می‌شود.



**۸۳- گزینه ۱** در جدول دوره‌ای امروزی که شامل ۱۸ گروه و ۷ دوره است، عنصرها براساس افزایش عدد اتمی سازماندهی می‌شوند. در این جدول، خواص شیمیایی عنصرهایی که در یک گروه قرار دارند، بسیار شبیه به هم است به‌طوری که با پیمایش هر دوره از چپ به راست، خواص شیمیایی عنصرها به‌طور مشابهی تکرار می‌شود.

**۸۴- گزینه ۲** در جدول دوره‌ای امروزی، عنصرها براساس افزایش عدد اتمی سازماندهی می‌شوند. در این جدول، خواص شیمیایی عنصرهایی که در یک گروه قرار دارند بسیار شبیه به هم است.

**۸۵- گزینه ۳** عبارت‌های (الف)، (پ) و (ت) نادرست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف):  ${}_{31}\text{Ga}$  یون پایدار سه بار مثبت تشکیل می‌دهد در حالی که  ${}_{53}\text{I}$  یون پایدار یک بار منفی تشکیل می‌دهد و نسبت بار آن‌ها ۳- است. عبارت (ب): در گروه ۳ جدول، ۳۲ عنصر و در دوره ۷ نیز ۳۲ عنصر وجود دارد.

عبارت (پ): اولین عنصر گروه ۱۸، هلیوم با عدد اتمی ۲ و اولین عنصر گروه ۱۴، کربن با عدد اتمی ۶ می‌باشد.

عبارت (ت): عنصرهای موجود در یک گروه جدول، خواص شیمیایی مشابهی دارند. پرتوزایی جزو خواص هسته‌ای یک عنصر است.

**۸۶- گزینه ۴** همه عبارت‌ها درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): در هر یک از گروه‌های ۱۳ تا ۱۷، ۶ عنصر وجود دارد که این گروه‌ها جمعاً دارای ۳۰ عنصر هستند، درحالی که گروه ۳ به تنهایی ۳۲ عنصر دارد.

عبارت (ب): عنصرهای موجود در یک گروه جدول، خواص شیمیایی مشابهی دارند.

عبارت (پ): در جدول دوره‌ای امروزی، عنصر منیزیم ( $\text{Mg}$ ) دارای سه ایزوتوپ است که همگی دارای عدد اتمی ۱۲ می‌باشند. این سه ایزوتوپ همگی در خانه ۱۲ جدول دوره‌ای قرار دارند.

عبارت (ت): جدول دوره‌ای امروزی دارای هفت گاز نجیب می‌باشد که به‌صورت تک اتمی یافت می‌شوند.

**۸۷- گزینه ۳** جدول دوره‌ای عنصرها (تأیید شده توسط IUPAC)، شامل ۷ دوره و ۱۸ گروه است. گروه ۳ با ۳۲ عنصر، بیش‌ترین تعداد عنصر و دوره ۱ با ۲ عنصر، کم‌ترین تعداد عنصر را دارا هستند.

**۸۸- گزینه ۲** دقت کنید فقط خواص شیمیایی عناصری که در یک ستون قرار می‌گیرند، مشابه هستند و خواص فیزیکی و همچنین خواص هسته‌ای (مثل خاصیت پرتوزایی) در بین آن‌ها یکسان نیست.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): خواص شیمیایی عنصرهایی که در یک دوره از جدول دوره‌ای قرار دارند، متفاوت است.

گزینه (۳): بزرگ‌ترین پیشرفت در زمینه دسته‌بندی عناصر همان پی بردن به روند تناوبی عناصر می‌باشد که در پی فعالیت یک معلم شیمی روسی در قرن ۱۹ به‌نام مندلیف به‌دست آمد.

گزینه (۴): آیوپاک (IUPAC)، یکاها و نمادها، قراردادهای قواعد فرمول‌نویسی و نام‌گذاری عناصر را ارائه می‌کند.

**۸۹- گزینه ۲**

## جرم اتمی عنصرها

۹

جرم اجسام گوناگون را بسته به اندازه و نوع آن‌ها با استفاده از ترازوهای متفاوتی اندازه‌گیری می‌کنند. برای مثال 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.



۱- ترازوهایی که برای اندازه‌گیری جرم مواد گوناگون به کار می‌رود، متفاوت است و دقت اندازه‌گیری آن‌ها یکسان نیست.

۲- دقت باسکول‌های تنی تا یک دهم تن و دقت ترازوی زرگری تا یک صدم گرم است.



## نکته

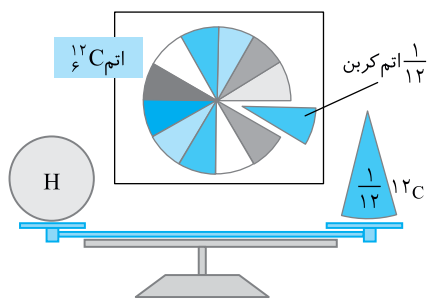
همیشه باید واحد اندازه‌گیری و کمیت مورد اندازه‌گیری با هم سنخیت داشته باشند، به عنوان مثال فاصله بین دو شهر را نمی‌توان با واحد متر اندازه‌گیری نمود بلکه این فاصله به دلیل بزرگی با واحد کیلومتر سنجیده می‌شود.

برای اندازه‌گیری جرم یک جسم، همواره باید جرم آن جسم از دقت اندازه‌گیری ترازو بیش‌تر باشد.

- مثال:** با استفاده از باسکول چند تنی نمی‌توان جرم یک هندوانه را اندازه گرفت، زیرا جرم هندوانه از دقت اندازه‌گیری این ترازو کم‌تر است.
- ۳- دانشمندان برای این‌که بتوانند خواص فیزیکی و شیمیایی هر ماده را در محیطی مانند بدن انسان، محیط آزمایشگاه، محیط زیست و ... بررسی و اثر آن را گزارش کنند، باید بدانند که چه جرمی از اتم‌ها یا مولکول‌های آن ماده وارد محیط شده است؛ از این رو، دانشمندان همواره در پی یافتن سنج‌های مناسب و در دسترس برای اندازه‌گیری جرم اتم‌ها بوده‌اند.
- ۴- اتم‌ها بسیار ریزند به طوری که نمی‌توان آن‌ها را به‌طور مستقیم دید. هرگز نمی‌توان یک اتم را جدا کرده، آن را روی کفه ترازو گذاشت و جرم آن را اندازه‌گیری کرد؛ به همین دلیل دانشمندان مقایس جرم نسبی را برای تعیین جرم اتم‌ها به کار می‌برند.
- ۵- شیمی‌دان‌ها در قرن ۱۸ و ۱۹ میلادی موفق شدند که به‌طور تجربی، جرم اتم‌های بسیاری از عنصرهای شناخته شده تا آن زمان را به‌طور نسبی اندازه‌گیری کنند.

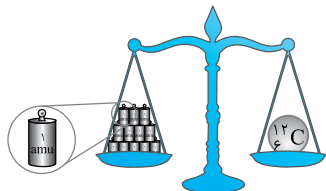
۶- استفاده از این نسبت‌ها در محاسبه‌های آزمایشگاهی کاری بسیار دشوار بود، به همین دلیل شیمی‌دان‌ها ناگزیر شدند جرم خاصی را به یک عنصر معین نسبت دهند و به کمک نسبت‌های اندازه‌گیری شده، جرم عنصرهای دیگر را محاسبه کنند.

- ۷- به تجربه ثابت شده است که استفاده از یکایی مناسب برای جرم اتم‌ها سودمند است. از این رو شیمی‌دان‌ها برای جرم یک اتم یا جرم اتمی، amu را که کوتاه شده عبارت atomic mass unit به معنای واحد جرم اتمی است، به عنوان یکای جرم اتمی معرفی کردند. مطابق این مقایس، جرم اتم‌ها را با وزنه‌ای می‌سنجند که جرم آن  $\frac{1}{12}$  جرم ایزوتوپ کربن - ۱۲ است. به این وزنه، یکای جرم اتمی (amu) می‌گویند.
- یکای جرم اتمی (amu): یک amu برابر یک دوازدهم جرم ایزوتوپ کربن - ۱۲ است.

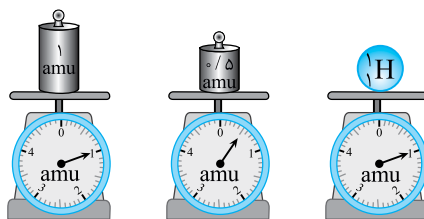


## نکته

- با تعریف جرم اتمی نسبی (amu)، شیمی‌دان‌ها موفق شدند جرم اتمی همه عنصرها و همچنین جرم ذره‌های زیر اتمی را اندازه‌گیری کنند.
- ۸- اگر جرم یک ایزوتوپ کربن - ۱۲ را برابر با عدد ۱۲ در نظر بگیریم، سپس این عدد را به ۱۲ بخش یکسان تقسیم کنیم، هر بخش را ۱ amu می‌نامند. به این ترتیب مقیاسی به دست می‌آید که به کمک آن می‌توان جرم هسته اتم‌ها را اندازه‌گیری نمود.



- ۹- اگر در یک ترازوی فرضی به جای ایزوتوپ کربن - ۱۲، ایزوتوپ  $^1\text{H}$  قرار گیرد، جرم  $1/1836$  amu به دست می‌آید.



- ۱۰- در این مقیاس جرم پروتون و نوترون در حدود ۱ amu بوده، در حالی که جرم الکترون ناچیز و در حدود  $\frac{1}{1836}$  amu است.

نام ذره	نماد*	بار الکتریکی مطلق	جرم amu
الکترون	${}_{-1}^0\text{e}$	-۱	$5/1100 \times 10^{-4}$
پروتون	${}_{+1}^1\text{p}$	+۱	$1/10073$
نوترون	${}_{0}^1\text{n}$	۰	$1/10087$

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

**نکته** الکترون، پروتون و نوترون را ذره‌های زیر اتمی یا بنیادی می‌نامند.

**مثال:** جرم یکی از ایزوتوپ‌های لیتیم ( ${}^7\text{Li}$ ) که سه پروتون و چهار نوترون دارد، برابر  $7\text{amu}$  است. جرم اتمی میانگین: بیش‌تر عنصرهایی که به‌طور طبیعی یافت می‌شوند، بیش از یک ایزوتوپ دارند. لذا با توجه به تعداد ایزوتوپ‌ها و تفاوت در فراوانی آن‌ها، برای گزارش جرم نمونه‌های طبیعی از عنصرهای مختلف، جرم اتمی میانگین به کار می‌رود. برای تعیین جرم اتمی میانگین ایزوتوپ‌های یک عنصر از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{(\text{فراوانی ایزوتوپ ۱} \times \text{جرم ایزوتوپ ۱}) + (\text{فراوانی ایزوتوپ ۲} \times \text{جرم ایزوتوپ ۲}) + \dots}{\text{مجموع فراوانی ایزوتوپ‌ها}}$$

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

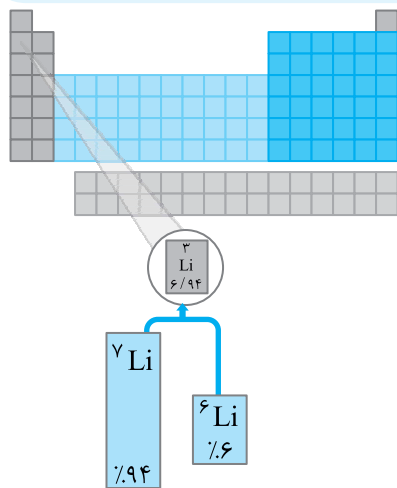
$M$  = جرم ایزوتوپ‌ها

$F$  = فراوانی ایزوتوپ‌ها

جرم اتمی میانگین هر عنصر همان جرم نشان داده شده در جدول دوره‌ای عنصرها است.

**نکته** جرم اتمی باید از جرم سبک‌ترین ایزوتوپ، بزرگ‌تر و از جرم سنگین‌ترین ایزوتوپ، کوچک‌تر باشد.

جرم اتمی میانگین به جرم اتمی ایزوتوبی نزدیک‌تر است که درصد فراوانی بیش‌تری دارد.



**سوال ۵** با توجه به شکل، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

الف) جدول زیر را کامل کنید.

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

ب) جرم اتمی میانگین هر عنصر همان جرم نشان داده شده در جدول دوره‌ای عنصرهاست.

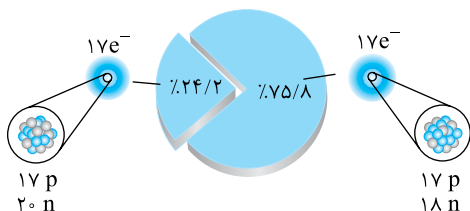
رابطه‌ای بین جرم اتمی میانگین، درصد فراوانی و جرم اتمی ایزوتوپ‌ها بنویسید.

پاسخ: الف)

نماد ایزوتوپ	درصد فراوانی در طبیعت	عدد جرمی (A)	جرم اتمی میانگین
${}^6\text{Li}$	۶	۶	۶/۹۴
${}^7\text{Li}$	۹۴	۷	

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{(\text{فراوانی ایزوتوپ ۱} \times \text{جرم ایزوتوپ ۱}) + (\text{فراوانی ایزوتوپ ۲} \times \text{جرم ایزوتوپ ۲}) + \dots}{\text{مجموع فراوانی ایزوتوپ‌ها}}$$

ب)



**سوال ۶** شکل روبه‌رو ایزوتوپ‌های کلر را نشان می‌دهد.

الف) جرم اتمی میانگین کلر را حساب کنید.

پاسخ:

$$M_1 = 17 + 18 = 35 \quad ; \quad F_1 = 24/2\%$$

$$M_2 = 17 + 20 = 37 \quad ; \quad F_2 = 75/8\%$$

$$\bar{M} = \frac{(M_1 \times F_1) + (M_2 \times F_2)}{F_1 + F_2}$$

$$\bar{Cl} = \frac{(35 \times 24/2) + (37 \times 75/8)}{24/2 + 75/8} = 35.483 \text{ amu}$$

(ب) جرم اتمی میانگین به دست آمده را با جرم اتمی کالر در جدول دوره‌ای مقایسه کنید.

**پاسخ:** جرم اتمی به دست آمده در قسمت (الف) تقریباً با جرم اتمی کالر در جدول دوره‌ای برابر است.

جرم اجسام گوناگون را بسته به اندازه و نوع آن‌ها با استفاده از ترازوهای متفاوتی اندازه می‌گیرند. ترازویی که برای اندازه‌گیری جرم مواد گوناگون به کار می‌رود، متفاوت است و دقت اندازه‌گیری آن‌ها یکسان نیست. جرم کامیون‌ها را با باسکول‌های تنی و با یکای تن می‌سنجند.

**۹۰- گزینه ۲** ترازوهایی که برای اندازه‌گیری جرم مواد گوناگون به کار می‌روند متفاوت است و دقت اندازه‌گیری آن‌ها یکسان نیست. برای نمونه دقت باسکول‌های تنی برابر با یک دهم تن و دقت ترازوی زرگری برابر با یک صدم گرم است. به‌طور کلی، هر چه ابعاد و جرم یک ماده بزرگ‌تر شود، تغییرات کوچک در اندازه‌گیری جرم از اهمیت کم‌تری برخوردار می‌شود و به تبع آن، تغییرات بزرگ در اندازه‌گیری جرم از اهمیت بیش‌تری برخوردار می‌شود.

**۹۱- گزینه ۳** برای اندازه‌گیری جرم یک جسم همواره باید جرم ماده موردنظر از دقت اندازه‌گیری ترازو بیش‌تر باشد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): جرم هندوانه از دقت اندازه‌گیری باسکول چند تنی کم‌تر است. دقت باسکول‌های چند تنی برابر با یک دهم تن است درحالی‌که جرم یک هندوانه در حد چند کیلوگرم است.

گزینه (۲): حداکثر میزان اندازه‌گیری ترازوی معمولی کم‌تر از حداقل جرم وسایل بزرگ آهنی است.

گزینه (۴): دقت اندازه‌گیری باسکول‌های تنی برابر با یک دهم تن (۱۰۰ کیلوگرم یا ۱۰۰۰۰۰ گرم)، دقت ترازوی زرگری برابر با یک صدم گرم است. در نتیجه دقت اندازه‌گیری ترازوی زرگری بیش‌تر از باسکول است.

**۹۲- گزینه ۳** عبارت‌های (الف)، (پ)، (ت) و (ث) درست هستند.

بررسی عبارت نادرست:

عبارت (ب): اتم‌ها بسیار ریز هستند، به‌طوری‌که نمی‌توان آن‌ها را به‌طور مستقیم مشاهده و جرم آن‌ها را اندازه‌گیری کرد. دانشمندان از مقیاس جرم نسبی (برابر یک دوازدهم جرم ایزوتوپ کربن - ۱۲)، برای تعیین جرم اتم استفاده می‌کنند.

**۹۳- گزینه ۲** جرم الکترون، پروتون و نوترون (برحسب amu) به‌ترتیب برابر ۰/۰۰۰۵، ۱/۰۰۷۳ و ۱/۰۰۸۷ بوده و بار الکتریکی نسبی آن‌ها به‌ترتیب برابر -۱، +۱ و ۰ است. ضمناً نماد شیمیایی پروتون به‌صورت  ${}^1_1\text{p}^+$  است.

**۹۴- گزینه ۲** مقیاس جرم نسبی (amu) برابر یک دوازدهم جرم پایدارترین ایزوتوپ کربن ( ${}^{12}_6\text{C}$ ) است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): ۱ amu برابر یک دوازدهم جرم  ${}^{12}_6\text{C}$  است، بنابراین جرم یک اتم  ${}^{12}_6\text{C}$  برابر ۱۲ amu خواهد بود.

گزینه (۳): در هسته  ${}^1_1\text{H}$  نوترون وجود ندارد و فقط شامل یک پروتون می‌باشد. از آن‌جا که جرم یک پروتون در مقیاس جرم نسبی برابر ۱ amu می‌باشد بنابراین می‌توان گفت ۱ amu برابر با جرم هسته یک اتم هیدروژن  ${}^1_1\text{H}$  است.

گزینه (۴): در هسته  ${}^2_1\text{H}$  یک نوترون و یک پروتون وجود دارد. از آن‌جا که جرم یک پروتون و یک نوترون در مقیاس جرم نسبی برابر ۱ amu و جرم الکترون صفر در نظر گرفته می‌شود، در نتیجه جرم ایزوتوپ هیدروژن  ${}^2_1\text{H}$  به تقریب برابر با ۲ amu می‌باشد.

**۹۵- گزینه ۳** در جدول دوره‌ای، میانگین جرم اتمی تمام ایزوتوپ‌های عنصر قرار داده می‌شود. لیتیم دارای دو ایزوتوپ  ${}^6_3\text{Li}$  و  ${}^7_3\text{Li}$  با فراوانی متفاوت می‌باشد.

**۹۶- گزینه ۴**

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{M_1F_1 + M_2F_2}{F_1 + F_2} = \frac{(10 \times 2) + (11 \times 8)}{2 + 8} = 10.8 \text{ amu}$$

**۹۷- گزینه ۲**

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{M_1F_1 + M_2F_2}{F_1 + F_2} = \frac{(24 \times 3) + (26 \times 1)}{3 + 1} = 24.5$$

**۹۸- گزینه ۱**

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{M_1F_1 + M_2F_2 + M_3F_3}{F_1 + F_2 + F_3} = \frac{(6 \times 2) + (7 \times 3) + (8 \times 5)}{2 + 3 + 5} = 7.3$$

**۹۹- گزینه ۲**

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{M_1F_1 + M_2F_2 + M_3F_3}{F_1 + F_2 + F_3} \Rightarrow \frac{[a \times 30] + [(a+2) \times 30] + [(a+4) \times 40]}{30 + 30 + 40} = 24.2 \Rightarrow a = 22$$

**۱۰۰- گزینه ۱**

$$X + Y = 100 \Rightarrow Y = 100 - X$$

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2}{F_1 + F_2} \Rightarrow 63.5 = \frac{(63 \times X) + (65 \times Y)}{X + Y} = \frac{(63 \times X) + [(65)(100 - X)]}{X + (100 - X)} \Rightarrow X = 75, Y = 25$$

**۱۰۱- گزینه ۴** اگر فراوانی ایزوتوپ‌های  $^{20}\text{Ne}$ ،  $^{21}\text{Ne}$  و  $^{22}\text{Ne}$  را به ترتیب  $a$ ،  $b$  و  $c$  در نظر بگیریم؛ خواهیم داشت:

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2 + M_3 F_3}{F_1 + F_2 + F_3}$$

$$a + b + c = 100 \Rightarrow 70 + b + c = 100 \Rightarrow b + c = 30 \Rightarrow b = 30 - c$$

$$20.5 = \frac{(20 \times 70) + (21 \times b) + (22 \times c)}{100} = \frac{1400 + [(30 - c) \times 21] + 22c}{100} \Rightarrow c = 20\%$$

**۱۰۲- گزینه ۳** جرم اتمی ایزوتوپ سبک‌تر را  $Y$  و ایزوتوپ سنگین‌تر را  $X$  و درصد فراوانی ایزوتوپ‌های  $Y$  و  $X$  را به ترتیب  $a$  و  $b$  در نظر می‌گیریم.

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2}{F_1 + F_2}$$

$$a + b = 100, \quad a - b = 20 \Rightarrow a = 60, \quad b = 40$$

$$41.6 = \frac{(40 \times 60) + (Y \times 40)}{100} \Rightarrow Y = 44$$

**۱۰۳- گزینه ۴** ترتیب درصد فراوانی ایزوتوپ‌ها را از سبک به سنگین به ترتیب  $a$ ،  $b$  و  $c$  در نظر می‌گیریم.

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2 + M_3 F_3}{F_1 + F_2 + F_3}$$

$$a + b + c = 100, \quad c = 2a \Rightarrow a + b + 2a = 100 \Rightarrow b + 3a = 100 \Rightarrow b = 100 - 3a$$

$$32.2 = \frac{(30 \times a) + (32 \times b) + (34 \times c)}{a + b + c} = \frac{30a + [(100 - 3a) \times 32] + 68a}{100} \Rightarrow a = 10, \quad c = 20, \quad b = 70$$

**۱۰۴- گزینه ۴**

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2}{F_1 + F_2}$$

$$X + Y = 100 \Rightarrow Y = 100 - X$$

$$128.8 = \frac{(128 \times X) + (130 \times Y)}{X + Y} = \frac{(128 \times X) + [130(100 - X)]}{100} \Rightarrow X = 60, \quad Y = 40$$

$$\frac{\text{فراوانی ایزوتوپ سنگین}}{\text{فراوانی ایزوتوپ سبک}} = \frac{40}{60} = 0.67$$

**۱۰۵- گزینه ۲**

$$\bar{M} = \frac{F_1 M_1 + F_2 M_2 + F_3 M_3}{F_1 + F_2 + F_3} = \frac{(16 \times 78) + (17 \times 10) + (18 \times 12)}{78 + 10 + 12} = 16.34$$

**۱۰۶- گزینه ۳** شکل، برای توضیح یکای جرم اتمی (amu) می‌باشد که یک amu برابر با یک دوازدهم جرم اتم کربن  $^{12}\text{C}$  است.

**۱۰۷- گزینه ۴** همه عبارت‌ها درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): شیمی‌دان‌ها پس از تعریف یکای جرم اتمی، توانستند به وسیله آن جرم همه اتم‌ها و جرم ذرات زیراتمی را اندازه‌گیری کنند.

عبارت (ب): جرم پروتون و نوترون با هم مساوی و حدود ۱ amu است و جرم الکترون حدود  $\frac{1}{1836}$  amu می‌باشد.

عبارت (پ): اگر در ترازوی فرضی یکای جرم اتمی، پایدارترین ایزوتوپ عنصر هیدروژن را قرار دهیم، جرم  $1.0087$  amu را نشان می‌دهد.

عبارت (ت): الکترون، پروتون و نوترون ذره‌های زیراتمی هستند که جرم نوترون  $1.0087$ ، جرم پروتون  $1.0073$  و جرم الکترون  $0.0005$  است.

۱۰۸- گزینه ۲ شکل صحیح جدول مطابق شکل زیر است:

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

۱۰۹- گزینه ۱

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{M_1F_1 + M_2F_2}{F_1 + F_2} = \frac{(6 \times 3) + (7 \times 47)}{3 + 47} = 6/94$$

۱۱۰- گزینه ۱

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{M_1F_1 + M_2F_2}{F_1 + F_2} = \frac{(37 \times 24/2) + (35 \times 75/8)}{24/2 + 75/8} = 35/48$$

۱۱۱- گزینه ۲

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{M_1F_1 + M_2F_2 + M_3F_3}{F_1 + F_2 + F_3} = \frac{(11/17 \times 26) + (10/13 \times 25) + (78/7 \times 24)}{100} = 24/32$$

۱۱۲- گزینه ۴

در سنگین‌ترین مولکول  $\text{CCl}_4$ ، یک کربن با جرم ۱۳amu و چهار کلر با جرم ۳۷amu وجود دارد. این مولکول جرمی برابر با ۱۶۱amu دارد.

در سبک‌ترین  $\text{CCl}_4$ ، یک کربن با جرم ۱۲amu و چهار کلر با جرم ۳۵amu وجود دارد. این مولکول جرمی برابر با ۱۵۲amu دارد.

اختلاف جرم سنگین‌ترین و سبک‌ترین مولکول  $\text{CCl}_4$ ، برابر  $161 - 152 = 9$  است.

۱۱۳- گزینه ۲

از مجموع تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها می‌توان جرم اتمی ایزوتوپ را به دست آورد.

جرم ایزوتوپ  $1 \leq 38 = 20 + 18$ ، فراوانی ایزوتوپ ۲۰:۱ درصد

جرم ایزوتوپ  $2 \leq 36 = 18 + 18$ ، فراوانی ایزوتوپ ۷۰:۲ درصد

جرم ایزوتوپ  $3 \leq a$ ، فراوانی ایزوتوپ ۱۰:۳ درصد

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{M_1F_1 + M_2F_2 + M_3F_3}{F_1 + F_2 + F_3} = \frac{(38 \times 20) + (36 \times 70) + (a \times 10)}{20 + 70 + 10} = 36/8 \Rightarrow a = 40$$

جرم ایزوتوپ  $3 \leq 18 + 18$  تعداد نوترون  $= 40 \leq$  تعداد نوترون  $= 22$

۱۱۴- گزینه ۱

ابتدا جرم نوترون و پروتون را بر حسب amu محاسبه می‌کنیم:

$$1 \text{amu} \approx 1850 \times 0/00054 = 0/999 \text{amu} \approx 1 \text{amu} \quad \text{جرم نوترون}$$

$$1 \text{amu} \approx 1840 \times 0/00054 = 0/9936 \text{amu} \approx 1 \text{amu} \quad \text{جرم پروتون}$$

$$g \approx 5/001 \times 10^{-24} = 3 \times 1/667 \times 10^{-24} \quad \text{جرم } {}^3T \text{ بر حسب گرم}$$

۱۱۵- گزینه ۲

$$\text{جرم میانگین } A = \frac{M_1F_1 + M_2F_2}{F_1 + F_2} = \frac{(45 \times 10) + (47 \times 90)}{10 + 90} = 46/8$$

$$\text{جرم اتمی میانگین } X = \frac{M_1F_1 + M_2F_2}{F_1 + F_2} = \frac{(35 \times 20) + (37 \times 80)}{20 + 80} = 36/6$$

$$\text{جرم } A_2X_3 = (2 \times A) + (3 \times X) = (2 \times 46/8) + (3 \times 36/6) = 203/4$$

۱۱۶- گزینه ۳

عدد آووگادرو



شمارش تک‌تک ذره‌های موادی که اندازه دانه‌های آن‌ها بسیار ریز است، کاری دشوار و در اکثر مواقع نشدنی است.



## سوال ۷

با توجه به جدول، به سؤالات زیر پاسخ دهید.

جرم ۱ عدد (گرم)	جرم ۵۰ عدد (گرم)	جرم ۱۰۰۰ عدد (گرم)	ماده
۴/۵	۲۲۵	۴۵۰۰	کاغذ آ
۰/۰۵۶	۲/۸	۵۶	عدس
۰/۰۲۲	۱/۱	۲۲	برنج
۰/۰۰۲	۰/۱	۲	خاکشیر

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

پاسخ: کاغذ (آ)، زیرا جرم آن بیش‌تر از دقت اندازه‌گیری ترازوی دیجیتالی است.

ب) روشی برای اندازه‌گیری یک دانه خاکشیر ارائه کنید.

پاسخ: جرم تعداد مشخصی خاکشیر را اندازه‌گیری کرده و بر تعداد دانه‌های خاکشیر تقسیم می‌کنیم.

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

پاسخ: به‌طور تقریبی برابر است، زیرا اعداد ستون چهارم میانگین جرم هر دانه هستند، بنابراین می‌توانند با عدد واقعی جرم هر دانه اندکی اختلاف داشته باشند.

۱- اتم‌ها به‌طور باور نکردنی ریز هستند، به‌طوری که نمی‌توان با هیچ دستگاهی و شمارش تک‌تک آن‌ها، شمار آن‌ها را به‌دست آورد؛ اما از روی جرم مواد می‌توان شمار ذره‌های سازنده را شمارش کرد.

۲- دانشمندان با استفاده از دستگاهی به نام طیف‌سنج جرمی، جرم اتم‌ها را با دقت زیاد اندازه‌گیری می‌کنند.

## آیا می‌دانید

برخی فضاپیماها با خود طیف‌سنج جرمی حمل می‌کنند و از آن برای شناسایی عنصرها در نقاط گوناگون فضا بهره می‌گیرند.

۳- شیمی‌دان‌ها در گذشته در جستجوی برقراری رابطه‌ای بین تعداد ذرات و جرم اتم‌ها بودند. شروع کننده این جستجو یک دانشمند ایتالیایی به نام آمادئو آووگادرو بود.

۴- مشکل بزرگ برای به‌دست آوردن جرم مواد این است که جرم عنصرها بر حسب واحد جرم اتمی (amu) است. یک واحد جرم اتمی فقط  $1.66 \times 10^{-24}$  گرم است که این مقدار را نمی‌توان با وسایل آزمایشگاهی اندازه‌گیری کرد. برای کار روزمره در شیمی به واحد بزرگ‌تری مانند گرم نیاز است. شیمی‌دان‌ها می‌خواستند تعدادی از اتم‌ها را انتخاب کنند که جرم آن‌ها بر حسب گرم، معادل جرم یک اتم بر حسب واحد جرم اتمی (amu) باشد.

۵- پس از تحقیقات بسیار، شیمی‌دان‌ها دریافتند که  $1.66 \times 10^{-23}$  اتم از هر عنصر، جرمی بر حسب گرم دارد که معادل جرم اتم آن عنصر بر حسب واحد جرم اتمی (amu) است. این عدد  $(1.66 \times 10^{-23})$ ، به افتخار شیمی‌دان پرآوازه ایتالیایی قرن ۱۸، عدد آووگادرو نامیده شد.

اگر  $1.66 \times 10^{-23}$  دانه برف در سطح ایران ببارد، لایه‌ای از برف به ارتفاع قله دنا ( $4500 \text{ m}$ ) همه کشور را می‌پوشاند.



نکته

۶- عدد آووگادرو را با  $N_A$  نشان می‌دهند. عدد آووگادرو از طریق آزمایش معین شده است.

## فراتر از کتاب



در سال ۱۹۰۵ دو دانشمند انگلیسی، ویلیام رامسی و فردریک سادی آزمایشی را برای تعیین عدد آووگادرو با استفاده از رادیوم ابداع کردند. اتم رادیوم پرتوزا بر اثر واپاشی، یک ذره آلفا گسیل می‌کند که با به‌دست آوردن ۲ الکترون به اتم هلیوم تبدیل می‌شود. اگر حجم هلیوم تولید شده را پس از مدت زمانی جمع‌آوری و اندازه‌گیری کنیم، می‌توانیم مقدار  $N_A$  را محاسبه کنیم.

امروزه با متبلور کردن یک مول از مولکول‌های ید و بررسی آن با پراش اشعه ایکس، می‌توان تعداد مولکول‌های ید را در بلور تعیین کرد و مقدار  $N_A$  را به‌دست آورد.

۷- نقش عدد آووگادرو ( $N_A$ ) در شیمی مانند نقش شانه در شمارش تعداد تخم‌مرغ‌هاست، با این تفاوت چشم‌گیر که عدد آووگادرو عدد بسیار بزرگی است.



**نکته** استفاده از شانه، دست و قراض به‌ترتیب برای شمارش تخم‌مرغ، قاشق و چنگال و مداد، محاسبه را آسان‌تر می‌کند.

## آیامی‌دانید

هر قراض مداد، ۱۴۴ عدد مداد است.



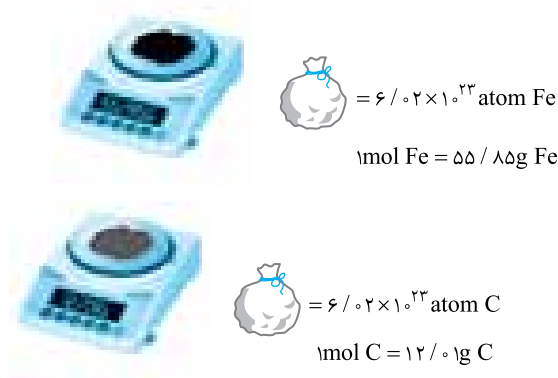
**مول:** مول یکایی است که شیمی‌دان‌ها برای شمردن اتم‌ها و مولکول‌ها به کار می‌برند. مول را می‌توان به شیوه‌های مختلفی تعریف کرد. چند نمونه از این تعاریف‌ها عبارتند از:

- تعداد اتم‌های کربن موجود در ۱۲ گرم اتم کربن - ۱۲ را یک مول اتم می‌گویند.

- یک مول از هر ماده،  $6.02 \times 10^{23}$  عدد از آن ماده است.

- یک نمونه از هر عنصر که جرم آن بر حسب گرم از لحاظ عددی با جرم اتمی عنصر بر حسب یکای جرم اتمی (amu) برابر باشد، یک مول اتم دارد.

۸- شیمی‌دان‌ها به  $6.02 \times 10^{23}$  از هر ذره، یک مول از آن ذره می‌گویند، به‌طوری که جرم یک مول ذره بر حسب گرم، جرم مولی آن نامیده می‌شود.



## آیامی‌دانید

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 ۸٪ مول ستاره وجود دارد.

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

نکته

به کار بردن مقدار مول دو مزیت دارد:

۱- مقدار مول، واحد جرم اتمی (amu) را به گرم تبدیل می‌کند.

۲- از عدد خیلی بزرگ  $6.022 \times 10^{23}$ ، کمتر استفاده می‌شود.

**جرم مولی:** به جرم یک مول ذره (اتم، مولکول یا یون) بر حسب گرم، جرم مولی گفته می‌شود. یکای جرم مولی  $\left(\frac{\text{g}}{\text{mol}}\right)$  است.

نکته

جرم مولی یک عنصر از نظر عددی برابر جرم اتمی آن است، با این تفاوت که یکای جرم مولی، گرم بر مول و یکای جرم اتمی، واحد کربنی (amu) است.

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

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

اکنون از کسرهای بالا می‌توان در تبدیل متر به سانتی‌متر و برعکس استفاده کرد. برای مثال به تبدیل  $0.15 \text{ m}$  به سانتی‌متر توجه کنید:

$$? \text{ cm} = 0.15 \text{ m} \times \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} = 15 \text{ cm}$$

۱۰- برای  $1 \text{ mol C} = 12.01 \text{ g C}$ ، می‌توان دو کسر تبدیل نوشت:

$$\frac{1 \text{ mol C}}{12.01 \text{ g C}}, \quad \frac{12.01 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}}$$

اکنون برای تبدیل جرم  $0.6 \text{ g}$  کربن به مول‌های آن می‌توان نوشت:

$$? \text{ mol C} = 0.6 \text{ g C} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12.01 \text{ g C}} \approx 0.05 \text{ mol C}$$

با استفاده از  $1 \text{ mol Al} = 27 \text{ g Al}$ ،  $1 \text{ mol S} = 32 \text{ g S}$  و عامل‌های تبدیل مناسب، حساب کنید:

الف) ۵ مول آلومینیم چند گرم دارد؟

پاسخ:

$$? \text{ g Al} = 5 \text{ mol Al} \times \frac{27 \text{ g Al}}{1 \text{ mol Al}} = 135 \text{ g Al}$$

ب)  $0.8 \text{ g}$  گرم گوگرد چند مول گوگرد است؟

پاسخ:

$$? \text{ mol S} = 0.8 \text{ g S} \times \frac{1 \text{ mol S}}{32 \text{ g S}} = 2.5 \times 10^{-2} \text{ mol S}$$

۹ دانش‌آموزی برای تعیین تعداد اتم‌های موجود در  $0.2 \text{ mol}$  فلز روی، محاسبه زیر را به‌درستی انجام داده است. هر یک از جاهای خالی را پر کنید.

$$? \text{ atom Zn} = 0.2 \text{ mol Zn} \times \frac{\dots \text{ atom Zn}}{\dots \text{ mol Zn}} = 1.204 \times 10^{23} \text{ atom Zn}$$

پاسخ: کسر تبدیل مول یک ماده به تعداد اتم‌های آن به‌صورت  $\frac{6.022 \times 10^{23} \text{ atom}}{1 \text{ mol}}$  است.



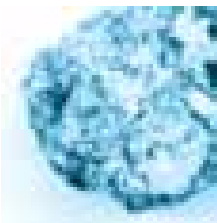
**سوال ۱۰** حساب کنید  $9/03 \times 10^{20}$  اتم مس، چند مول و چند گرم مس است؟ (جرم یک مول مس تقریباً ۶۴ گرم بر مول است).

پاسخ:

$$? \text{ mol Cu} = 9/03 \times 10^{20} \text{ atom Cu} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{6/02 \times 10^{23} \text{ atom Cu}} = 1/5 \times 10^{-3} \text{ mol Cu}$$

$$? \text{ g Cu} = 9/03 \times 10^{20} \text{ atom Cu} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{6/02 \times 10^{23} \text{ atom Cu}} \times \frac{64 \text{ g Cu}}{1 \text{ mol Cu}} = 0/96 \text{ g Cu}$$

## آیامی‌دانید



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 زغال‌سنگ، فلز مس را به صورت مذاب استخراج کند.

**کاربردهای عدد آووگادرو:** از این عدد می‌توان به چند روش برای تعیین سایر کمیت‌های فیزیکی استفاده نمود:

\* می‌توان از آن برای تعیین جرم یک اتم یا مولکول تک استفاده کرد. هنگامی که جرم کل یک مول از یک ماده و تعداد ذره‌های موجود در آن را می‌دانید، به راحتی می‌توانید جرم یک ذره را با تقسیم نمودن جرم مولی آن به عدد آووگادرو محاسبه نمایید.

\* می‌توان از عدد آووگادرو به منظور تعیین تعداد ذره‌های موجود در یک ماده با هر مقدار متغیری از جرم استفاده نمود. تمام کارهایی که باید انجام شود، محاسبه تعداد مول‌های هم‌ارز با جرم مشخص شده از مواد و ضرب آن در عدد آووگادرو برای به دست آوردن تعداد کل ذره‌هاست.

\* ثابت آووگادرو، یک مقدار عددی است که تعداد اتم‌ها، مولکول‌ها و یون‌ها را در یک مول از هر ماده‌ای تعیین می‌کند. این یک پیوند عددی بین دنیای ماکروسکوپی و میکروسکوپی به حساب می‌آید که در تعیین تعداد واقعی اتم‌ها یا مولکول‌هایی که در یک واکنش شرکت می‌کنند، مفید است.

**سوال ۱۱** هر ۲۸ گرم اتم نیتروژن، چند مول است؟ (جرم مولی نیتروژن  $14 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ )

پاسخ: روش اول (روش کتاب درسی):

$$? \text{ mol N} = 28 \text{ g N} \times \frac{1 \text{ mol N}}{14 \text{ g N}} = 2 \text{ mol N}$$

روش دوم (تناسب):

$$\left[ \begin{array}{cc} 14 \text{ g N} & 1 \text{ mol N} \\ 28 \text{ g N} & x \text{ mol N} \end{array} \right] \Rightarrow x = 2 \text{ mol N}$$

**سوال ۱۲** چه تعداد اتم آهن در  $0/2$  مول Fe وجود دارد؟

پاسخ: روش اول (روش کتاب درسی):

$$? \text{ atom Fe} = 0/2 \text{ mol Fe} \times \frac{6/02 \times 10^{23} \text{ atom Fe}}{1 \text{ mol Fe}} = 1/204 \times 10^{23} \text{ atom Fe}$$

روش دوم (تناسب):

$$\left[ \begin{array}{cc} 1 \text{ mol Fe} & 6/02 \times 10^{23} \text{ Fe اتم} \\ 0/2 \text{ mol Fe} & x \text{ Fe اتم} \end{array} \right] \Rightarrow x = 1/204 \times 10^{23} \text{ Fe اتم}$$

**سوال ۱۳** ۲۸۴ گرم گاز  $\text{Cl}_2$ ، شامل چه تعداد مولکول  $\text{Cl}_2$  می‌باشد؟ (جرم مولی گاز  $71 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ )

پاسخ: روش اول (روش کتاب درسی):

$$? \text{ Cl}_2 \text{ مولکول} = 284 \text{ g Cl}_2 \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{71 \text{ g Cl}_2} \times \frac{6/02 \times 10^{23} \text{ Cl}_2 \text{ مولکول}}{1 \text{ mol Cl}_2} = 2/408 \times 10^{24} \text{ Cl}_2 \text{ مولکول}$$

روش دوم (تناسب):

$$\left[ \begin{array}{cc} 71 \text{ g Cl}_2 & 1 \text{ mol Cl}_2 \\ 284 \text{ g Cl}_2 & x \text{ mol Cl}_2 \end{array} \right] \Rightarrow x = 4 \text{ mol Cl}_2$$

$$\left[ \begin{array}{cc} 1 \text{ mol Cl}_2 & 6/02 \times 10^{23} \text{ Cl}_2 \text{ مولکول} \\ 4 \text{ mol Cl}_2 & x \text{ Cl}_2 \text{ مولکول} \end{array} \right] \Rightarrow x = 2/408 \times 10^{24} \text{ Cl}_2 \text{ مولکول}$$

$$\frac{44}{\text{mol}} = \text{CO}_2 \text{ (جرم مولی)} \quad 3/0.1 \times 10^{20} \text{ مولکول CO}_2 \text{ چند گرم است؟}$$

پاسخ: روش اول (روش کتاب درسی):

$$? \text{ g CO}_2 = 3/0.1 \times 10^{20} \text{ CO}_2 \text{ مولکول} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{6.02 \times 10^{23} \text{ CO}_2 \text{ مولکول}} \times \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 0.022 \text{ g CO}_2$$

روش دوم (تناسب):

$$\left[ \begin{array}{cc} 6.02 \times 10^{23} \text{ CO}_2 \text{ مولکول} & 1 \text{ mol CO}_2 \\ 3/0.1 \times 10^{20} \text{ CO}_2 \text{ مولکول} & x \text{ mol CO}_2 \end{array} \right] \Rightarrow x = 5 \times 10^{-4} \text{ mol CO}_2$$

$$\left[ \begin{array}{cc} 1 \text{ mol CO}_2 & 44 \text{ g CO}_2 \\ 5 \times 10^{-4} \text{ mol CO}_2 & x \text{ g CO}_2 \end{array} \right] \Rightarrow x = 0.022 \text{ g CO}_2$$

طیف‌سنج جرمی دستگاهی است که شیمی‌دانان به کمک آن می‌توانند جرم اتم‌ها را با دقت بسیار زیادی اندازه‌گیری کنند. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): شمارش تک‌تک ذره‌های موادی مانند خاک‌شیر به دلیل داشتن دانه‌های بسیار ریز، کاری بسیار دشوار و در اکثر مواقع نشدنی است.  
گزینه (۲): با دانستن جرم تعداد معینی از یک ماده می‌توان تعداد ذره‌ها را در جرم زیادی از آن ماده تعیین کرد.  
گزینه (۴): هر amu جرمی برابر با  $1/66 \times 10^{-24} \text{ g}$  ( $1/66 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ) دارد.

۱۱۷- گزینه ۳ روش اول (روش کتاب درسی):

$$1 \text{ g H} \times \frac{1 \text{ mol H}}{1 \text{ g H}} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ H اتم}}{1 \text{ mol H}} = 6.02 \times 10^{23} \text{ H اتم}$$

روش دوم (روش تناسب):

$$\left[ \begin{array}{cc} 1/66 \times 10^{-24} \text{ (g H)} & 1 \text{ (H اتم)} \\ 1 \text{ (g H)} & x \text{ (H اتم)} \end{array} \right] \Rightarrow x = 6.02 \times 10^{23} \text{ (H اتم)}$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): طیف‌سنج جرمی دستگاهی است که به کمک آن شیمی‌دان‌ها توانسته‌اند جرم اتم‌ها را با دقت بسیار زیادی اندازه‌گیری کنند.  
گزینه (۲): هر amu برابر با یک دوازدهم جرم کربن-۱۲ است. از طرفی جرم هر اتم هیدروژن نیز تقریباً یک دوازدهم جرم کربن-۱۲ است. بنابراین جرم هر اتم هیدروژن برابر با  $1/66 \times 10^{-24} \text{ g}$  است.  
گزینه (۴): گرم، رایج‌ترین یکای اندازه‌گیری جرم در آزمایشگاه است.  
۱۱۸- گزینه ۳ عبارت‌های (الف)، (ب) و (پ) درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): عدد آووگادرو را با  $N_A$  نمایش می‌دهند. درباره این عدد می‌توان رابطه زیر را نوشت:

$$N_A = 6.02 \times 10^{23} = \frac{1}{1/66 \times 10^{-24}}$$

عبارت (ب): جرم یک اتم هیدروژن ( $^1\text{H}$ )، ۱ amu یا برحسب گرم برابر با  $1/66 \times 10^{-24} \text{ g}$  است.

عبارت (پ):

روش اول (روش کتاب درسی):

$$1 \text{ g H} \times \frac{1 \text{ mol H}}{1 \text{ g H}} \times \frac{N_A \text{ (H اتم)}}{1 \text{ mol H}} = N_A \text{ (H اتم)}$$

روش دوم (روش تناسب):

$$\left[ \begin{array}{cc} \frac{1}{N_A} \text{ (g H)} & 1 \text{ (H اتم)} \\ 1 \text{ (g H)} & x \text{ (H اتم)} \end{array} \right] \Rightarrow x = N_A \text{ (H اتم)}$$

عبارت (ت): این عبارت فقط برای گونه‌هایی که جرم  $1 \text{ amu}$  دارند، صحیح است. برای مثال جرم هر اتم پتاسیم ( $^{39}\text{K}$ )،  $39 \text{ amu}$  است. در نتیجه یک مول از این اتم جرمی برابر با  $39$  گرم دارد.

**روش اول (روش کتاب درسی):**

$$\text{amu} \quad 39\text{K} \text{ جرم} = \frac{39(\text{amu K})}{1(\text{اتم K})} \times 6.02 \times 10^{23} (\text{اتم K}) = 6.02 \times 10^{23} \times 39 (\text{amu K})$$

$$\text{K} \text{ جرم یک مول K} = 39 \times 6.02 \times 10^{23} (\text{amu K}) \times \frac{39 \times 1/66 \times 10^{-24} (\text{g K})}{39 (\text{amu K})} = 39 (\text{g K})$$

**روش دوم (روش تناسب):**

$$1 \text{ mol K} = N_A \text{K} = 6.02 \times 10^{23} \text{K}$$

$$\left[ \begin{array}{cc} 1(\text{اتم K}) & 39 (\text{amu K}) \\ 6.02 \times 10^{23} (\text{اتم K}) & x (\text{amu K}) \end{array} \right] \Rightarrow x = 39 \times 6.02 \times 10^{23} (\text{amu K})$$

$$\left[ \begin{array}{cc} 39 (\text{amu K}) & 39 \times 1/66 \times 10^{-24} (\text{g K}) \\ 39 \times 6.02 \times 10^{23} (\text{amu K}) & x (\text{g K}) \end{array} \right] \Rightarrow x = 39 (\text{g K})$$

**۱۱۹- گزینه ۱** به تعداد  $6.02 \times 10^{23}$  ذره از هر ماده عدد آووگادرو ( $N_A$ ) گفته می‌شود. در شیمی به جای استفاده از این عدد توان‌دار بزرگ از واژه مول استفاده می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۲): واحد جرم اتمی و مقدار آن مربوط به یک اتم تنها است. درحالی که  $N_A$  معادل با  $6.02 \times 10^{23}$  ذره (اتم، مولکول، ترکیب یا یون) است. جرم یک اتم هیدروژن برابر  $1 \text{ amu}$  یا  $\frac{1}{N_A} \text{ g}$  است. در نتیجه جرم  $N_A$  اتم هیدروژن برابر  $1$  گرم است.

گزینه (۳): جرم مولی همان جرم یک مول از ماده می‌باشد. یک مول اتم هیدروژن شامل  $6.02 \times 10^{23}$  تا اتم هیدروژن می‌باشد.

گزینه (۴): جرم مولی همان جرم یک مول از ماده می‌باشد. یک مول از هر ماده شامل  $6.02 \times 10^{23}$  ( $N_A$ ) ذره از آن ماده می‌باشد. از آن‌جا که واحد جرم اتمی عنصرها با هم برابر نیست، در نتیجه جرم مولی عنصرها متفاوت است.

**۱۲۰- گزینه ۲** یک مول اتم کربن همانند یک مول یون کلرید دارای تعداد ذره‌های برابری هستند ولی به دلیل یکسان نبودن واحد جرم اتمی این ذرات، جرم یک مول اتم کربن با جرم یک مول یون کلرید برابر نمی‌باشد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): یک مول از هر ماده دارای  $6.02 \times 10^{23}$  تعداد از آن ماده است. در نتیجه تعداد اتم‌های موجود در یک مول کربن، با تعداد یون‌های موجود در یک مول یون کلرید برابر است.

گزینه (۳): به‌طور معمول دقت ترازوهای آزمایشگاهی در حد  $1/1000$  گرم است. بنابراین بهترین یکای اندازه‌گیری جرم در آزمایشگاه، گرم خواهد بود.

گزینه (۴): واحد جرم اتمی  $\text{amu}$  است، چون این مقدار خیلی کوچک‌تر از دقت اندازه‌گیری ترازوهای آزمایشگاهی می‌باشد، کار با آن در آزمایشگاه غیرممکن است.

**۱۲۱- گزینه ۴** تمامی عبارت‌ها درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): جرم یک مول نمونه طبیعی هیدروژن برابر  $1$  گرم است. بنابراین در یک گرم اتم هیدروژن، یک مول اتم هیدروژن یا به عبارتی دیگر تعداد  $6.02 \times 10^{23}$  اتم هیدروژن وجود دارد.

عبارت (ب): جرم یک مول اتم کربن برابر  $12$  گرم است یعنی  $N_A$  اتم کربن  $12$  گرم جرم دارد، بنابراین در  $24$  گرم یا  $2$  مول اتم کربن،  $2N_A$  اتم کربن وجود دارد.

عبارت (پ): یک قراض مداد، برای بیان  $144$  عدد از آن به کار می‌رود.

عبارت (ت): نقش عدد آووگادرو ( $N_A$ ) در شیمی مانند نقش دوجین، شانه، دست و ... برای شمارش ذره‌های سازنده یک ماده است. با این تفاوت چشم‌گیر که عدد آووگادرو عدد بسیار بزرگی است.