# پاسخ عبارت‌های درست و نادرست فصل ۱

## قسمت اول

| شمارهٔ سؤال | پاسخ | توضیح | شمارهٔ سؤال | پاسخ | توضیح |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ✓ | | ۲ | ✗ | سیاره‌هایی که از کنار آن‌ها گذشتند، مشتری، زحل، اورانوس و نپتون بودند. |
| ۳ | ✓ | اولین عنصر به‌وجود آمده در جهان، هیدروژن است. | ۴ | ✓ | |
| ۵ | ✗ | ترتیب درصد فراوانی عنصرهای غیرفلزی سیارهٔ زمین: $S<Si<O$ | ۶ | ✗ | در رابطهٔ انیشتین، m برحسب کیلوگرم است. |
| ۷ | ✗ | از میان عنصرهای شناخته شده، ۹۲ عنصر طبیعی و ۲۶ عنصر ساختگی است. | ۸ | ✓ | ناپایدارترین ایزوتوپ طبیعی هیدروژن، $^{۳}_{۱}H$ است. |
| ۹ | ✓ | ایزوتوپ‌ها، خواص شیمیایی یکسان و برخی خواص فیزیکی متفاوت دارند. | ۱۰ | ✓ | فراوانی $^{۲۳۵}U$ کمتر از ۰/۷ درصد است. |
| ۱۱ | ✓ | از $^{۹۹}_{۴۳}Tc$ برای تصویربرداری غدهٔ تیروئید استفاده می‌شود. | ۱۲ | ✗ | منیزیم و لیتیم، به ترتیب ۳ و ۲ ایزوتوپ دارند. |
| ۱۳ | ✓ | | ۱۴ | ✗ | یون حاوی تکنسیم با یون یدید، اندازهٔ مشابهی دارد. |
| ۱۵ | ✓ | | | | |

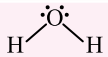
## قسمت دوم

| شمارهٔ سؤال | پاسخ | توضیح | شمارهٔ سؤال | پاسخ | توضیح |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱۶ | ✓ | | ۱۷ | ✗ | فرابنفش > نور مرئی > فروسرخ |
| ۱۸ | ✓ | | ۱۹ | ✓ | |
| ۲۰ | ✓ | | ۲۱ | ✓ | $^{۷}_{۳}Li$ با ۴ نوترون، فراوانی بیشتری دارد. |
| ۲۲ | ✗ | $atom\ S=۱/۶g\ S\times\frac{۱mol\ S}{۳۲g\ S}\times\frac{N_A atom}{۱mol\ S}=\frac{N_A}{۲۰}$ <br> $atom\ Al=۵/۴g\ Al\times\frac{۱mol\ Al}{۲۷g\ Al}\times\frac{N_A atom}{۱mol\ Al}=\frac{N_A}{۵}$ | ۲۳ | ✓ | |
| ۲۴ | ✓ | | ۲۵ | ✗ | ویژگی‌های اجرام آسمانی را نمی‌توان به‌طور مستقیم اندازه‌گیری کرد. |
| ۲۶ | ✓ | نور بنفش، بیشترین انحراف و کمترین طول موج را در گسترهٔ رنگی دارد. | ۲۷ | ✓ | بنفش < آبی < زرد: طول موج <br> بنفش > آبی > زرد: انرژی |
| ۲۸ | ✓ | | ۲۹ | ✓ | $^{۳۵}_{۱۷}Cl$ با ۱۸ نوترون، بیشترین فراوانی را دارد. |
| ۳۰ | ✗ | کمترین انرژی و بیشترین طول موج، مربوط به امواج رادیویی است. | | | |

## قسمت سوم

| شمارهٔ سؤال | پاسخ | توضیح | شمارهٔ سؤال | پاسخ | توضیح |
|---|---|---|---|---|---|
| ۳۱ | ✓ | | ۳۲ | ✓ | رنگ شعلهٔ سدیم و ترکیب‌های آن، زرد و رنگ شعلهٔ مس و ترکیب‌های آن، سبز است. |
| ۳۳ | × | در فرایند نشر پس از جذب انرژی، پرتوهای الکترومغناطیس، از یک مادهٔ شیمیایی تابش می‌شود. | ۳۴ | ✓ | |
| ۳۵ | × | با مدل بور، تنها می‌توان طیف نشری خطی اتم هیدروژن را توجیه کرد. | ۳۶ | × | در نگاه ماکروسکوپی، پیوسته و در نگاه میکروسکوپی، گسسته یا کوانتومی است. |
| ۳۷ | ✓ | | ۳۸ | × | زیرلایه‌ای که $n+l$ کوچک‌تری دارد، زودتر پر می‌شود. |
| ۳۹ | × | در هر لایه ، به اندازهٔ $n$ زیرلایه داریم. | ۴۰ | ✓ | شمار الکترون‌های زیرلایهٔ $p$ در $_{۲۵}Mn$ و $_{۱۹}K$ برابر است. |
| ۴۱ | ✓ | | ۴۲ | × | شمار الکترون‌های ظرفیتی در اتم $_{۲۱}Sc$ و $_{۳۱}Ga$ مساوی و برابر ۳ است. |
| ۴۳ | × | اصل آفبا، آرایش الکترونی برخی اتم‌ها مانند $_{۲۴}Cr$ و $_{۲۹}Cu$ را توجیه نمی‌کند. | ۴۴ | × | در لایهٔ دوم یک اتم، زیرلایه‌های $s$ و $p$ وجود دارد، بنابراین یکپارچه نیست. |
| ۴۵ | × | شمار خط‌ها در ناحیهٔ مرئی طیف نشری عنصر $H$ همانند $Li$، برابر ۴ است. | | | |

## قسمت چهارم

| شماره سؤال | پاسخ | توضیح | شماره سؤال | پاسخ | توضیح |
|---|---|---|---|---|---|
| ۴۶ | ✓ | $_{۱۶}A^{۲-}: ۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶ ۳s^۲ ۳p^۶$ | ۴۷ | ✓ | $_{۲۰}Ca: [_{۱۸}Ar] ۴s^۲$ |
| ۴۸ | ✓ | | ۴۹ | × | یون‌های مورد نظر، شمار الکترون‌های یکسانی دارند. آرایش الکترونی هر سه یون، به $۳d^{۱۰}$ ختم می‌شود. |
| ۵۰ | ✓ | برای مثال در  شمار الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی برابر است. | ۵۱ | ✓ | با توجه به اطلاعات داده شده یون سلنید، $Se^{۲-}$ است. |
| ۵۲ | × | اتم مورد نظر $_{۲۱}X$ است که سه الکترون ظرفیتی آن در زیرلایه‌های $۴s^۲$ و $۳d^۱$ قرار دارند. | ۵۳ | × | هر سه ترکیب $CaS$، $Al_۲O_۳$ و $KF$ به دلیل دارا بودن دو نوع عنصر، ترکیب یونی دوتایی هستند. |
| ۵۴ | × | $_۴Be$ یک عنصر فلزی است که در آرایش الکترون- نقطه‌ای خود، دو الکترون جفت نشده دارد. | ۵۵ | × | شمار الکترون‌های زیرلایهٔ $p$ در $_{۱۵}P$ برابر ۹ و شمار الکترون‌های زیرلایهٔ $s$ در $_{۲۰}Ca$ برابر ۸ است. |
| ۵۶ | × | آرایش الکترونی $_۲He$، هشت‌تایی نمی‌باشد. | ۵۷ | × | آرایش الکترونی $_۲He$ به‌صورت $۱s^۲$ است. |
| ۵۸ | ✓ | آرایش الکترونی یون‌های $_۹F^-$ و $_{۱۱}Na^+$ به‌صورت $۱s^۲ ۲s^۲ ۲p^۶$ است. | ۵۹ | ✓ | در آرایش الکترونی $_{۲۴}Cr$ و $_{۲۹}Cu$ زیرلایهٔ تک الکترونی $۴s^۱$ وجود دارد. |
| ۶۰ | × | شمار الکترون‌های لایهٔ ظرفیت در $_{۲۷}Co$ برابر ۹ و شمار الکترون‌های زیرلایهٔ $d$ در $_{۲۹}Cu$ برابر ۱۰ است. | | | |

# پاسخ تشریحی آزمون‌های فصل ۱

## پاسخ تشریحی آزمون ۱

**۱- گزینهٔ ۳** انسان، همواره با **سه پرسش** مهم روبه‌رو است:

۱- هستی چگونه پدید آمده است؟ ۲- جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟ ۳- پدیده‌های طبیعی، چرا و چگونه رخ می‌دهند؟ پاسخ به اولین پرسش، در قلمرو علم تجربی نمی‌گنجد و آدمی تنها با مراجعه به **چارچوب اعتقادی** و بینش خویش و در پرتو آموزه‌های وحیانی می‌تواند به پاسخی جامع، دست یابد. اما پس از عبور از این قلمرو، **علم تجربی**، تلاشی گسترده را برای یافتن پاسخ پرسش‌های دوم و سوم، انجام داده است.

**۲- گزینهٔ ۱** فقط عبارت (ب) درست است.

**بررسی عبارت‌های نادرست:**

عبارت (الف): این عکس از کرهٔ زمین از فاصلهٔ تقریبی ۷ میلیارد کیلومتری و توسط فضاپیمای **وویجر(۱)**، گرفته شده است.

عبارت (پ): این دو فضاپیما، مأموریت داشتند، **با گذر** از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون، شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را تهیه کنند و بفرستند.

عبارت (ت): این شناسنامه‌ها، می‌تواند دارای اطلاعاتی مانند نوع عنصرهای سازنده، ترکیب‌های شیمیایی در **اتمسفر** آن‌ها و ترکیب درصد این مواد باشد.

**۳- گزینهٔ ۱** برای مقایسهٔ عنصرهای سازندهٔ دو سیارهٔ مشتری و زمین به کلاس نکتهٔ (۱)، توجه کنید:

### کلاس نکتهٔ ۱

**عناصر سازندهٔ زمین و مشتری**

۱ سیاره مشتری، بزرگترین سیارهٔ منظومهٔ شمسی است و در مقایسه با زمین، از خورشید دورتر است، بنابراین دمای سطح آن از زمین کمتر است.

۲ مقایسهٔ درصد فراوانی عناصر:
- **زمین:** Fe>O>Si>Mg>Ni>S>Ca>Al
- **مشتری:** H>He>C>O>N>S>Ar>Ne

۳ عنصر اکسیژن (که از نظر درصد فراوانی در مشتری، در جایگاه چهارم و در زمین، در جایگاه دوم است) و هم چنین عنصر گوگرد، در هر دو سیاره مشترکند و عنصر گوگرد در هر دو سیاره، جایگاه ششم را دارد.

۴ در سیارهٔ مشتری، درصد فراوانی عنصر هیدروژن، نزدیک به ۹۰ درصد است؛ ولی در سیارهٔ زمین، تمامی درصد فراوانی‌های عناصر تشکیل دهنده، کمتر از ۵۰ درصد است.

۵ اختلاف درصد فراوانی اولین و دومین عنصر فراوان در مشتری، بیشتر از این اختلاف در زمین است.

۶ فراوان‌ترین عنصر در زمین، عنصر آهن و در مشتری، عنصر هیدروژن است.

۷ در میان عناصر اصلی تشکیل‌دهندهٔ سیارهٔ مشتری بر خلاف زمین، عنصر فلزی یافت نمی‌شود و عمدتاً از جنس گاز است؛ در نتیجه این سیاره از سیاره‌های گازی محسوب می‌شود؛ اما سیاره زمین، عمدتاً از جنس سنگ است.

۸ در هر دو سیاره عناصر دیگری نیز وجود دارد، ولی درصد فراوانی آن ها بسیار ناچیز است.

۹ آهن، فراوان‌ترین عنصر در کرهٔ زمین است، اما توجه داشته باشید که فراوان‌ترین عنصر در پوستهٔ زمین، اکسیژن است.

۱۰ در میان ۸ عنصر فراوان کرهٔ زمین، در دمای $25^\circ C$ تنها یک عنصر گازی (اکسیژن) دیده می‌شود.

۱۱ فراوان‌ترین عنصر نافلزی در زمین، اکسیژن و در مشتری هیدروژن است.

۱۲ فراوان‌ترین عنصر جامد در سیاره زمین، آهن و در سیاره مشتری کربن، است.

هشت عنصر فراوان سیارهٔ مشتری، همگی **نافلز** هستند. در میان این هشت عنصر، در دمای $25^\circ C$ دو عنصر کربن (C) و گوگرد (S)، حالت فیزیکی **جامد** دارند.

**۴- گزینهٔ ۳** روند تشکیل عنصرها، به صورت زیر است:

عنصرهای سنگین‌تر مانند آهن، طلا و ... ← عنصرهای سبک مانند لیتیم، کربن و ... ← هلیم ← هیدروژن

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

گزینهٔ (۱): درون ستاره‌ها، در دماهای بسیار بالا و ویژه، واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد، واکنش‌هایی که در آن‌ها، از عنصرهای **سبک‌تر**، عنصرهای **سنگین‌تر** پدید می‌آید. هرچه دمای ستاره، بیشتر باشد، شرایط تشکیل عنصرهای **سنگین‌تر**، فراهم می‌شود.

**توجه** در واکنش‌هایی که درون ستاره‌ها، انجام می‌شوند، انرژی بسیار زیادی آزاد می‌شود که می‌توان آن را با توجه به رابطهٔ اینشتین، محاسبه کرد.

گزینهٔ (۲): ستارگان، پس از چندین **میلیون** سال نورافشانی و گرمابخشی، پایداری خود را از دست داده، در انفجاری مهیب، متلاشی می‌شوند.

گزینهٔ (۴): پس از انفجار ستارگان، اتم‌های **سنگین** درون آن‌ها، در سراسر جهان، پراکنده می‌شوند.

**۵- گزینهٔ ۴** بر اثر وقوع انفجاری مهیب (مهبانگ)، انرژی عظیمی، **آزاد** شده است.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

گزینهٔ (۲): تصویر داده شده، **سحابی عقاب** را نشان می‌دهد که یکی از مکان‌های زایش ستاره است.

ستاره‌ها و کهکشان‌ها ← مجموعه‌های گازی به نام سحابی ← (کاهش دما / گذر زمان) ← عنصرهای هیدروژن و هلیم ← ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، نوترون و پروتون ← مهبانگ

گزینهٔ (۳): در واکنش‌های هسته‌ای، مقداری از جرم، به انرژی تبدیل می‌شود. بنابراین مجموع جرم فراورده‌ها، از مجموع جرم واکنش‌دهنده‌ها، **کمتر** است.

**۶- گزینهٔ ۳** ابتدا جرم داده شده را به کیلوگرم تبدیل می‌کنیم و سپس با استفاده از رابطهٔ اینشتین، میزان انرژی آزاد شده را به دست می‌آوریم.

$$?\,kg = ۰/۱۴۶\,mg \times \frac{۱۰^{-۳}\,g}{۱\,mg} \times \frac{۱\,kg}{۱۰^{۳}\,g} = ۰/۱۴۶\times۱۰^{-۶}\,kg = ۱۴۶\times۱۰^{-۹}\,kg$$

$$E=mc^{۲} \Rightarrow E=(۱۴۶\times۱۰^{-۹}\,kg)\times(۳\times۱۰^{۸}\,m.s^{-۱})^{۲} = ۱۳۱۴\times۱۰^{۷}\,J = ۱۳۱۴\times۱۰^{۴}\,kJ$$

اکنون می‌توانیم جرم دی‌اتیل‌اتر ذوب‌شده را تعیین کنیم.

$$?\,g\ \text{دی اتیل اتر} = ۱۳۱۴\times۱۰^{۴}\,kJ \times \frac{۷۴\,g\ \text{دی اتیل اتر}}{۷/۳\,kJ} = \frac{۱۳۱۴}{۷۳}\times۷۴\times۱۰^{۴}\times۱۰^{۱} = ۱۸\times۷۴\times۱۰^{۵}\,g = ۱۳۳۲\times۱۰^{۵}\,g\ \text{دی اتیل اتر}$$

**توجه** در معادلهٔ $E=mc^{۲}$، باید جرم را بر حسب **کیلوگرم** و c را بر حسب **متربرثانیه** قرار دهیم. در این صورت، E، با یکای **ژول**، به‌دست می‌آید.

**۷- گزینهٔ ۲** با توجه به عدد اتمی و عدد جرمی عنصر که در $^{۲۲۲}_{۸۶}Rn$ نوشته شده است، می‌توانیم تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها را مشخص کنیم.

عدد اتمی=تعداد پروتون‌ها=۸۶ ، عدد جرمی=تعداد پروتون‌ها+تعداد نوترون‌ها⇐۲۲۲=۸۶+تعداد نوترون‌ها⇐تعداد نوترون‌ها=۲۲۲−۸۶=۱۳۶

اکنون جرم هسته را با استفاده از جرم پروتون‌ها و نوترون‌های آن تعیین می‌کنیم:

جرم هسته=جرم پروتون‌ها و نوترون‌ها=(جرم یک پروتون×تعداد پروتون‌ها)+(جرم یک نوترون×تعداد نوترون‌ها)=مجموع جرم پروتون‌ها و نوترون‌ها

$$=(۸۶\times۱/۶۷\times۱۰^{-۲۷}\,kg)+(۱۳۶\times۱/۶۸\times۱۰^{-۲۷}\,kg)$$

$$=۱۴۳/۶۲\times۱۰^{-۲۷}+۲۲۸/۴۸\times۱۰^{-۲۷}=۳۷۲/۱\times۱۰^{-۲۷}\,kg=۳/۷۲۱\times۱۰^{-۲۵}\,kg$$

$$\Rightarrow \text{اختلاف جرم}=(۳/۷۲۱\times۱۰^{-۲۵}\,kg)-(۳/۶۸\times۱۰^{-۲۵}\,kg)=۰/۰۴۱\times۱۰^{-۲۵}\,kg$$

با استفاده از رابطهٔ اینشتین، می‌توانیم انرژی آزاد شده را محاسبه کنیم.

$$E=mc^{۲}=(۰/۰۴۱\times۱۰^{-۲۵}\,kg)\times(۳\times۱۰^{۸}\,m.s^{-۱})^{۲}=۳/۶۹\times۱۰^{-۱۰}\,J$$

**۸- گزینهٔ ۲** عبارت‌های (ب) و (پ) درست هستند.

**بررسی عبارت‌ها:**

عبارت (الف): به دلیل پدیدهٔ **ایزوتوپ**، **اغلب** در یک نمونهٔ طبیعی از عنصری معین، اتم‌های سازنده، جرم یکسانی ندارند. یکسان نبودن جرم‌ها، به دلیل تفاوت در تعداد نوترون‌ها است.

عبارت (ب): یک نمونهٔ طبیعی منیزیم، دارای **سه ایزوتوپ** (هم‌مکان) به‌صورت $^{۲۴}_{۱۲}Mg$ ، $^{۲۵}_{۱۲}Mg$ و $^{۲۶}_{۱۲}Mg$ است. لیتیم، دارای **دو** ایزوتوپ، به‌صورت $^{۷}_{۳}Li$ و $^{۶}_{۳}Li$ است، بنابراین، تعداد هم‌مکان‌های منیزیم از تعداد هم‌مکان‌های لیتیم، یک واحد بیشتر است.

عبارت (پ): مقایسه فراوانی بین ایزوتوپ‌های منیزیم، به‌صورت $^{۲۴}_{۱۲}Mg > ^{۲۶}_{۱۲}Mg > ^{۲۵}_{۱۲}Mg$ است. در $^{۲۴}_{۱۲}Mg$ که فراوانی بیشتری دارد، ۱۲ پروتون، ۱۲ الکترون و ۱۲ نوترون وجود دارد، بنابراین مجموع تعداد ذره‌های باردار (الکترون و پروتون)، برابر ۲۴ بوده و **دوبرابر** تعداد ذره‌های بدون بار (نوترون) می‌باشد.

عبارت (ت): ایزوتوپ‌های یک عنصر، خواص شیمیایی **یکسانی** دارند، اما در **برخی** خواص فیزیکی وابسته به جرم، مانند چگالی با یکدیگر **تفاوت** دارند.

**۹- گزینهٔ ۱**

**توجه** در همهٔ اتم‌ها به جز اتم $^{۱}_{۱}H$، رابطهٔ $N \geq Z$، بین تعداد نوترون‌ها (N) و تعداد پروتون‌ها (Z)، برقرار است.

$$\left.\begin{array}{l} N-Z=۲۹ \\ N+Z=۱۵۷ \end{array}\right\} \Rightarrow ۲N=۱۵۷+۲۹=۱۸۶ \Rightarrow N=۹۳\ ,\ Z=۱۵۷-N=۶۴$$

**۱۰- گزینهٔ ۲** با توجه به نماد عنصر X، عدد جرمی که نشان‌دهندهٔ مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها است، برابر ۲۰۹ می‌باشد. هم‌چنین داخل هسته، ذره‌های پروتون و نوترون وجود دارد که اختلاف تعداد آن‌ها، برابر ۴۱ است.

$$\left.\begin{array}{l} N+Z=۲۰۹ \\ N-Z=۴۱ \end{array}\right\} \Rightarrow ۲N=۲۵۰ \Rightarrow N=۱۲۵\ ,\ Z=۲۰۹-۱۲۵=۸۴$$

باتوجه به اینکه $Z=۸۴$ است، در اتم **خنثی** ۸۴ الکترون و هم‌چنین ۸۴ پروتون وجود دارد، بنابراین یون $X^{۲-}$ دارای ۸۶ الکترون می‌باشد. (۸۴+۲=۸۶)

به‌ازای هر بار **منفی**، یک الکترون به اتم موردنظر اضافه می‌شود.

**۱۱- گزینهٔ ۳** برای بررسی ایزوتوپ‌های هیدروژن، به کلاس نکتهٔ (۲) توجه کنید:

**کلاس نکتهٔ ۲**

## ایزوتوپ‌های هیدروژن

۱ اتم هیدروژن دارای هفت ایزوتوپ است که سه ایزوتوپ $({}^{۱}_{۱}H\ ,\ {}^{۲}_{۱}H\ ,\ {}^{۳}_{۱}H)$ در طبیعت وجود دارد.

۲ چهار ایزوتوپ $({}^{۴}_{۱}H, {}^{۵}_{۱}H, {}^{۶}_{۱}H\ ,\ {}^{۷}_{۱}H)$ در آزمایشگاه ساخته شده‌اند.

**توجه** دریک نمونه طبیعی از گاز هیدروژن، فقط سه نوع ایزوتوپ هیدروژن وجود دارد.

۳ عدد اتمی همهٔ این ایزوتوپ‌ها برابر با (۱) است؛ ولی عدد جرمی متفاوتی دارند.

۴ اتم ${}^{۱}_{۱}H$ تنها اتم بدون نوترون است؛ پس در آن عدد اتمی و عدد جرمی برابر است.

۵ در بین سه ایزوتوپ طبیعی هیدروژن، ${}^{۱}_{۱}H$ و ${}^{۲}_{۱}H$ کاملاً پایدار هستند و نیم‌عمر ندارند و ایزوتوپ ${}^{۳}_{۱}H$ پرتوزا و ناپایدار است و نیم‌عمر آن، ۱۲/۳۲ سال است. ترتیب این پایداری به صورت ${}^{۱}_{۱}H > {}^{۲}_{۱}H > {}^{۳}_{۱}H$ است.

۶ درصد فراوانی چهار ایزوتوپ ساختگی در طبیعت، صفر است و فقط در آزمایشگاه ساخته می‌شوند.

۷ هیدروژن دارای پنج رادیوایزوتوپ است که یکی از آن‌ها طبیعی $({}^{۳}_{۱}H)$ و چهار رادیوایزوتوپ دیگر ساختگی‌اند.

۸ مقایسه پایداری و نیم‌عمر رادیوایزوتوپ‌های هیدروژن به صورت ${}^{۳}_{۱}H > {}^{۵}_{۱}H > {}^{۶}_{۱}H > {}^{۴}_{۱}H > {}^{۷}_{۱}H$ است.

۹ ایزوتوپ ساختگی ${}^{۷}_{۱}H$ ناپایدارترین و ایزوتوپ طبیعی ${}^{۱}_{۱}H$، پایدارترین ایزوتوپ هیدروژن است.

۱۰ در میان ایزوتوپ‌های طبیعی هیدروژن، ${}^{۱}_{۱}H$ بیشترین درصد فراوانی را دارد و درصد فراوانی ${}^{۲}_{۱}H$ در حدود یک‌صدم درصد است.

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

**بررسی عبارت‌ها:**

عبارت (الف): پایداری و نیم‌عمر ایزوتوپ ${}^{۵}_{۱}H$ از ایزوتوپ ${}^{۴}_{۱}H$ بیشتر است.

**توجه** در میان ایزوتوپ‌های یک عنصر، هرچه درصد فراوانی **بیشتر** باشد، ایزوتوپ موردنظر **پایدارتر** بوده و نیم‌عمر **بیشتری** دارد.

عبارت (ب): در ایزوتوپ‌های هیدروژن، ${}^{۷}_{۱}H$، تعداد نوترون بیشتری دارد، از آنجا که همهٔ ایزوتوپ‌های هیدروژن، تعداد پروتون یکسانی دارند بنابراین در ${}^{۷}_{۱}H$، نسبت تعداد نوترون‌ها به عدد جرمی، از سایر ایزوتوپ‌ها بیشتر است.

عبارت (پ): از میان ایزوتوپ‌های هیدروژن، دو ایزوتوپ ${}^{۱}_{۱}H$ و ${}^{۲}_{۱}H$، پایدار هستند.

عبارت (ت): ${}^{۷}_{۱}H$، رادیوایزوتوپ ساختگی است و ناپایدارترین ایزوتوپ هیدروژن، به‌شمار می‌رود.

**۱۲- گزینهٔ ۳**

**نکته** نیم‌عمر، مدت زمانی است که در یک اتم پرتوزا، نیمی از هسته‌های ناپایدار، بر اثر پرتوزایی از بین‌رفته و به هسته‌های پایدارتر تبدیل می‌شوند. بین جرم باقی‌مانده از اتم پرتوزا $(m_n)$ و مقدار جرم اولیهٔ اتم پرتوزا $(m_۰)$، رابطه مقابل برقرار است:

$$m_n = m_۰ \times (\frac{۱}{۲})^n \quad , \quad n = \frac{\text{زمان کل فرایند پرتوزایی}}{\text{زمان نیم‌عمر}}$$

از رابطهٔ بیان‌شده، برای حل سوال، استفاده می‌کنیم.

$$۴۶/۲۵ = ۳۷۰ \times (\frac{۱}{۲})^n \Rightarrow (\frac{۱}{۲})^n = \frac{۴۶/۲۵}{۳۷۰} = \frac{۱}{۸} \Rightarrow (\frac{۱}{۲})^n = (\frac{۱}{۲})^۳ \Rightarrow n = ۳$$

اکنون می‌توانیم زمان لازم برای انجام فرایند موردنظر را محاسبه کنیم:

$$n = \frac{\text{زمان کل فرایند پرتوزایی}}{\text{زمان نیم‌عمر}} \Rightarrow ۳ = \frac{\text{زمان کل فرایند پرتوزایی}}{۲\ \text{سال}} \Rightarrow \text{زمان کل فرایند پرتوزایی} = ۳ \times ۲ = ۶\ \text{سال}$$

**راه‌حل دوم:** سؤال‌های مربوط به نیم‌عمر را می‌توانیم بدون استفاده از فرمول هم حل کنیم. باتوجه به این که زمان نیم‌عمر، ۲ سال است، پس از گذشت ۲ سال، نصف جرم ماده اولیه، بر اثر پرتوزایی کاهش یافته و نصف آن باقی می‌ماند، اکنون باید محاسبه کنیم که پس از گذشت چند نیم‌عمر، جرم باقی‌مانده به ۴۶/۲۵ گرم می‌رسد.

| زمان (سال) | ۰ | | ۲ | | ۴ | | ۶ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| جرم باقی‌مانده (گرم) | ۳۷۰ | $\xrightarrow{\times\frac{۱}{۲}}$ | ۱۸۵ | $\xrightarrow{\times\frac{۱}{۲}}$ | ۹۲/۵ | $\xrightarrow{\times\frac{۱}{۲}}$ | ۴۶/۲۵ |

ملاحظه می‌کنید که پس از گذشت ۶ سال، جرم باقی‌مانده به ۴۶/۲۵ گرم می‌رسد.

**۱۳- گزینهٔ ۳**

**نکته** در یک عنصر که دارای چند ایزوتوپ است، درصد فراوانی هر ایزوتوپ، از رابطهٔ زیر، محاسبه می‌شود:

$$\text{درصد فراوانی ایزوتوپ X} = \frac{\text{تعداد اتم‌های ایزوتوپ X}}{\text{تعداد کل اتم‌های نمونه}} \times ۱۰۰$$

با توجه به شکل داده شده، در یک نمونه که دارای ۵۰ اتم لیتیم است، ۴۷ اتم $^{۷}_{۳}Li$ و ۳ اتم $^{۶}_{۳}Li$ وجود دارد. اکنون می‌توانیم درصد فراوانی هر ایزوتوپ را تعیین کنیم:

$$\left.\begin{array}{l} \text{درصد فراوانی } ^{۷}_{۳}Li = \frac{۴۷}{۵۰} \times ۱۰۰ = ٪۹۴ \\ \text{درصد فراوانی } ^{۶}_{۳}Li = \frac{۳}{۵۰} \times ۱۰۰ = ٪۶ \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{\text{درصد فراوانی } ^{۷}_{۳}Li}{\text{درصد فراوانی } ^{۶}_{۳}Li} = \frac{۹۴}{۶} \simeq ۱۵/۶۷$$

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

گزینهٔ (۱): در ایزوتوپ فراوان‌تر که $^{۷}_{۳}Li$ است، ۴ نوترون و ۳ پروتون وجود دارد.

گزینهٔ (۲): از آنجا که درصد فراوانی $^{۷}_{۳}Li$ از درصد فراوانی $^{۶}_{۳}Li$، بیشتر است، جرم اتمی میانگین لیتیم، به جرم اتمی $^{۷}_{۳}Li$ نزدیک‌تر است.

گزینهٔ (۴):

$$\frac{\text{تعداد ایزوتوپ با نوترون کمتر}}{\text{تعداد ایزوتوپ با نوترون بیشتر}} = \frac{\text{تعداد } ^{۶}_{۳}Li}{\text{تعداد } ^{۷}_{۳}Li} = \frac{۶}{۹۴} \simeq ۰/۰۶$$

**۱۴- گزینهٔ ۲** برای بررسی ویژگی‌های تکنسیم، به کلاس نکتهٔ (۳) توجه کنید:

**کلاس نکتهٔ ۳**

**تکنسیم** $(^{۹۹}_{۴۳}Tc)$

۱ نخستین عنصر ساخته شده در واکنشگاه هسته‌ای است (راکتور) و فقط به صورت مصنوعی یافت می‌شود.

۲ در دورهٔ پنجم و گروه هفتم جدول دوره‌ای و در دستهٔ عناصر واسطه (d) قرار دارد. $^{۹۹}_{۴۳}Tc:[Kr]۴d^{۵}۵s^{۲}$

۳ تکنسیم، ناپایدار و پرتوزا است.

۴ از آنجا که زمان ماندگاری آن کم است، نیم‌عمر کمی دارد و نمی‌توان مقادیر زیادی از این عنصر را تهیه و برای مدت طولانی نگهداری کرد و بسته به نیاز آن را با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای و به‌وسیلهٔ مولد هسته‌ای، تولید و سپس مصرف می‌کنیم.

۵ این رادیوایزوتوپ در تصویربرداری غدهٔ تیروئید نقش دارد.

۶ یون حاوی تکنسیم با یون یدید $(I^-)$ اندازه مشابهی دارد و غدهٔ تیروئید هنگام جذب یون یدید، این یون را نیز جذب می‌کند. با افزایش مقدار این یون در غدهٔ تیروئید، امکان تصویربرداری فراهم می‌شود.

**اغلب** هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن‌ها، برابر یا بیش از ۱/۵ باشد، ناپایدارند و با گذشت زمان متلاشی می‌شوند. $(\frac{N}{Z} \geq ۱/۵)$

**نکته** برای بررسی اینکه کدام هسته پرتوزا است، به دو عبارت زیر توجه کنید:

۱- ممکن است در یک هسته، نسبت شمار نوترون‌ها، به پروتون‌ها، کمتر از ۱/۵ باشد، اما هستهٔ موردنظر، پرتوزا **باشد**. برای مثال تکنسیم $(^{۹۹}_{۴۳}Tc)$ در هستهٔ خود، دارای ۴۳ پروتون و ۵۶ نوترون است، نسبت $\frac{N}{Z}$ در این هسته تقریباً ۱/۳ می‌باشد، اما هستهٔ موردنظر پرتوزا است.

۲- ممکن است در یک هسته، نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌ها، بزرگ‌تر از ۱/۵ باشد، اما هستهٔ موردنظر، **پایدار** باشد، برای مثال، ایزوتوپ $^{۲۳۸}_{۹۲}U$، در هستهٔ خود دارای ۹۲ پروتون و ۱۴۶ نوترون است، نسبت $\frac{N}{Z}$ در این هسته، تقریباً ۱/۶ می‌باشد، اما این هسته تا ۴/۵ میلیارد سال، پایدار است.

بررسی گزینهٔ (۱): از ۱۱۸ عنصر شناخته شده، تنها ۹۲ عنصر در طبیعت، یافت می‌شود. بنابراین ۲۶ عنصر دیگر، **ساختگی** هستند، یکی از این ۲۶ عنصر، تکنسیم است.

**۱۵- گزینهٔ ۲** برای آشنایی با رادیوایزوتوپ‌ها و کاربردهای آن‌ها، به کلاس نکتهٔ (۴) توجه کنید:

**کلاس نکتهٔ ۴**

**رادیوایزوتوپ‌ها**

۱ **رادیوایزوتوپ:** ایزوتوپ‌های پرتوزای یک عنصر که هسته‌های ناپایدار دارند، رادیوایزوتوپ نامیده می‌شوند.

۲ مدت زمان نیم‌عمر یک رادیوایزوتوپ، رابطهٔ مستقیمی با میزان پایداری آن‌ها دارد.

۳ یک اتم می‌تواند بیش از یک رادیوایزوتوپ داشته باشد. مانند هیدروژن که دارای ۵ رادیوایزوتوپ است.

۴ برخی از رادیوایزوتوپ‌ها به صورت طبیعی وجود ندارند. مانند ایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن.

۵ رادیوایزوتوپ‌ها مخصوص عناصر اصلی جدول تناوبی نیستند و عناصر واسطه نیز می‌توانند رادیوایزوتوپ داشته باشند. مانند: مس، تکنسیم

۶ کاربردهای رادیوایزوتوپ‌ها:

۱ **پزشکی**: الف) در عکس برداری پزشکی، تکنسیم $(^{99}_{43}Tc)$ نقش دارد.

ب) اتم $^{59}_{26}Fe$ برای تصویربرداری از دستگاه گردش خون استفاده می‌شود؛ زیرا یون‌های آن در ساختار هموگلوبین وجود دارد.

پ) از رادیوایزوتوپ‌ها برای تشخیص سرطان نیز استفاده می‌شود.برای مثال می‌توانیم از گلوکز حاوی اتم پرتوزا (گلوکز نشان‌دار) استفاده کنیم.

۲ **کشاورزی**

۳ **نیروگاه‌های اتمی**: یکی از ایزوتوپ‌های فلز اورانیم $(^{235}_{92}U)$ که شناخته‌شـــده‌ترین فلز پرتوزاست، به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی کاربرد دارد.

۴ **تولید انرژی الکتریکی**

۷ رادیوایزوتوپ‌های فسفر و تکنسیم در ایران تولید شده‌اند.

۸ دود سیگار و قلیان دارای مقدار قابل توجهی مواد پرتوزا است که باعث سرطان ریه می‌شود.

۹ هستهٔ رادیوایزوتوپ‌ها، ماندگار نیست و با گذشت زمان متلاشی می‌شود. این ایزوتوپ‌ها پرتوزا هستند و **اغلب** بر اثر تلاشی افزون بر ذره‌های پرانرژی، مقدار زیادی انرژی نیز آزاد می‌کنند.

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

۱۱ تکنسیم، نخستین عنصر رادیوایزوتوپ تولید شده توسط بشر است که در راکتور هسته‌ای ساخته شد.

**بررسی عبارت‌ها:**

عبارت (الف): فراوانی ایزوتوپ $^{235}_{92}U$ در مخلوط طبیعی اورانیم، **کمتر** از ۰/۷ درصد است.

عبارت (ب): پسماند راکتورهای اتمی، هنوز خاصیت پرتوزایی **دارد** و خطرناک است.

عبارت (پ): از رادیوایزوتوپ‌ها، در پزشکی، **کشاورزی** و سوخت در نیروگاه‌های اتمی استفاده می‌شود.

**۱۶- گزینهٔ ۲** عبارت‌های (ب) و (پ)، نادرست هستند.

در شکل داده‌شده، حرف‌های A، B و C، به ترتیب نشان‌دهندهٔ گلوکز حاوی اتم پرتوزا، تودهٔ سرطانی و آشکارساز پرتو هستند.

**بررسی عبارت‌ها:**

عبارت (الف): دود سیگار و قلیان، مقدار قابل توجهی مواد پرتوزا دارد، بنابراین می‌توانند باعث ایجاد سرطان ریه شوند. توده‌های سرطانی، یاخته‌هایی (سلول‌هایی) هستند که رشد **غیرعادی** و سریع دارند.

عبارت (ب): تودهٔ سرطانی، می‌تواند گلوکز معمولی و هم‌چنین گلوکز حاوی اتم پرتوزا را جذب کند.

عبارت (پ): فقط گلوکزهای حاوی اتم **پرتوزا**، می‌توانند از خود پرتوهای پرانرژی تابش کنند. تنها این پرتوها، توسط آشکارساز پرتو، بررسی می‌شود.

عبارت (ت): گلوکز پرتوزا، فقط در تعداد نوترون با گلوکز معمولی تفاوت داشته و تعداد پروتون‌های آن‌ها یکسان است، از این رو از لحاظ نوع اتم‌ها و ساختار مولکولی، با یک‌دیگر **یکسان** بوده و احتمال جذب آن‌ها **برابر** است.

**۱۷- گزینهٔ ۲** برای آشنایی با نحوهٔ طبقه‌بندی عناصر و جدول دوره‌ای عناصرها، به کلاس نکتهٔ (۵) توجه کنید:

## کلاس نکتهٔ ۵

### طبقه بندی عناصر

۱ در جدول تناوبی امروزی، عنصرها بر اساس افزایش عدد اتمی سازماندهی شده‌اند.

۲ جدول دوره‌ای، شامل فلزات، نافلزات و شبه فلزات است. ۱۱۸ عنصر کشف شده در این جدول قرار دارند که اولین عنصر، هیدروژن است.

۳ جدول دوره‌ای، شامل، ۷دوره (ردیف) و ۱۸ گروه (ستون) است.

| شماره دوره | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تعداد عناصر | ۲ | ۸ | ۸ | ۱۸ | ۱۸ | ۳۲ | ۳۲ |

| شماره گروه | ۱ | ۲ | ۱۲-۴ | ۱۷-۱۳ | ۱۸ |
|---|---|---|---|---|---|
| تعداد عناصر | ۷ | ۶ | ۴ | ۶ | ۷ |

۴ مندلیف به روند تناوبی میان عنصرها، مشابه با شیوه‌ای که امروز می‌شناسیم، پی برد.

۵ با پیمایش هر دوره، از چپ به راست، خواص عنصرها به طور مشابه تکرار می‌شود. یعنی با رفتن به تناوب بعد، خواص شیمیایی عناصر تکرار می‌شود.

۶ عناصر یک گروه خواص شیمیایی مشابهی دارند. برای مثال، گروه ۱ اغلب شامل فلزاتی واکنش‌پذیرند که در لایه ظرفیت خود یک الکترون دارند. اما خواص شیمیایی عناصری که در یک دوره قرار دارند، با هم متفاوت است.

۷ نماد عناصر می‌تواند دو حرفی یا یک حرفی باشند، ولی اغلب عناصر دارای نماد دو حرفی هستند که حرف اول نام لاتین عنصر، به صورت بزرگ نوشته می‌شود. مثال: Ar, Au, Al

۸ **عناصر واسطه داخلی**

الف) دسته اول (لانتانیدها): شامل ۱۴ عنصر از عدد اتمی ۵۷ تا ۷۰ که نام آن‌ها از عنصر لانتان $(^{۱۳۹}_{۵۷}La)$ گرفته شده است. این عناصر، متعلق به تناوب ۶ هستند.

ب) دسته دوم (اکتینیدها): شامل ۱۴ عنصر از عدد اتمی ۸۹ تا ۱۰۲ که نام آن‌ها از عنصر اکتینیم $(^{۲۲۷}_{۸۹}Ac)$ گرفته شده است. این عناصر، متعلق به تناوب ۷ هستند.

۹ هر خانه از جدول دوره‌ای به یک عنصر معین تعلق دارد و حاوی برخی اطلاعات شیمیایی آن عنصر است. مثل: عدد اتمی، نماد شیمیایی، نام و جرم اتمی میانگین عنصر مورد نظر.

۱۰ با توجه به آرایش الکترونی عناصر، جدول دوره‌ای را می‌توان به ۴ دسته $(s, p, d, f)$ تقسیم‌بندی کرد.

**۱۸- گزینهٔ ۴** هر چهار عبارت بیان‌شده، درست هستند.

**بررسی عبارت‌ها:**

عبارت (الف): عنصر A، عنصر **هلیم** (He) با عدد اتمی ۲ می‌باشد، عنصر شماره ۱۰ که عنصر **نئون** (Ne) است، با عنصر He در یک گروه قرار دارند. هر دو عنصر در گروه ۱۸ قرار داشته و گاز **نجیب** هستند، بنابراین خواص شیمیایی مشابه داشته و تمایلی به شرکت در واکنش‌های شیمیایی ندارند.

عبارت (ب): عنصر قرار گرفته در خانه B، عنصر منیزیم (Mg) با عدد اتمی ۱۲ است، این عنصر دارای سه ایزوتوپ $^{۲۴}_{۱۲}Mg$ ، $^{۲۵}_{۱۲}Mg$ و $^{۲۶}_{۱۲}Mg$ می‌باشد.

**نکته توجه** ایزوتوپ‌های یک اتم، به دلیل این که تعداد پروتون برابر دارند، در **یک خانه** از جدول دوره‌ای عناصر قرار می‌گیرند.

عبارت (پ): در جدول دوره‌ای، عناصری مانند C و D که در یک گروه (ستون) قرار دارند، خواص شیمیایی **مشابهی** دارند.

عبارت (ت): عنصر E، عنصر لیتیم(Li) با عدد اتمی ۳ است، عنصر ۳۷ هم که عنصر روبیدیم (Rb) است، همانند عنصر Li در گروه اول قرار داشته و هر دو عنصر تمایل دارند با از دست دادن یک الکترون و تشکیل **کاتیون پایدار** $X^+$، به آرایش الکترونی گاز نجیب قبل از خود برسند.

**۱۹- گزینهٔ ۳** آلومینیم (Al) در گروه ۱۳ جدول دوره‌ای قرار داشته و می‌تواند در هنگام قرار گرفتن در کنار نافلزهای قوی با تولید یون $Al^{۳+}$، به آرایش الکترونی گاز نجیب برسد.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

گزینهٔ (۱): گالیم $(_{۳۱}Ga)$ در جدول دوره‌ای با $_{۱۳}Al$، **هم‌گروه** است و مانند آلومینیم، می‌تواند یون سه‌بار مثبت $(Ga^{۳+})$ را تولید کند.

گزینهٔ (۲): عناصری که در جدول دوره‌ای در یک گروه قرار دارند، خواص شیمیایی مشابهی دارند، اما الزامی وجود ندارد که این عناصر، تعداد **ایزوتوپ** یکسانی هم داشته باشند.

گزینهٔ (۴): عنصر روبیدیم $(_{۳۷}Rb)$ در گروه اول قرار دارد و یون پایدار $Rb^+$ را تولید کند، اما عنصر فلوئور $(_۹F)$ در گروه ۱۷ جدول دوره‌ای قرار داشته و یون پایدار $F^-$ را تولید می‌کند.

**۲۰- گزینهٔ ۱** در یک نمونهٔ **طبیعی** از عنصر هیدروژن، ایزوتوپ‌های $^۱_۱H$ ، $^۲_۱H$ و $^۳_۱H$ وجود دارد. در هر سه ایزوتوپ، تعداد پروتون و الکترون با یکدیگر برابر است، اما $^۱_۱H$ فاقد نوترون بوده و $^۳_۱H$ دارای دو نوترون است.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

گزینه (۲): یون موردنظر یک **آنیون** با دو بار منفی است، یعنی نسبت به اتم خنثی، دو الکترون بیشتر دارد، بنابراین اتم خنثی دارای $(n-۴)$ الکترون و $(n-۴)$ پروتون است. $\left((n-۲)-۲=n-۴\right)$، از طرف دیگر در اتم خنثی، $n-۱$ نوترون هم وجود دارد، پس عدد جرمی (A) را می‌توانیم مشخص کنیم.

$$\text{عدد جرمی } (A) = \text{تعداد پروتون‌ها} + \text{تعداد نوترون‌ها} = (n-۴)+(n-۱)=۲n-۵$$

می‌توانیم نتیجه بگیریم که نماد عنصر X به‌صورت $^{۲n-۵}_{n-۴}X$ است، دو اتم $^{۲n-۵}_{n-۴}X$ و $^{۲n-۱}_{n-۴}X$، دارای تعداد پروتون برابر و تعداد نوترون متفاوت هستند؛ بنابراین **ایزوتوپ** یکدیگر محسوب می‌شوند.

گزینهٔ (۳):

$$n=\frac{\text{زمان کل فرایند پرتوزایی}}{\text{زمان لازم برای } \frac{۱}{۴} \text{ برابر شدن}}=\frac{۶۰ \text{ دقیقه}}{۲۰ \text{ دقیقه}}=۳$$

$$(N_n)\text{تعداد هسته‌های باقی‌مانده}=(N_۰)\text{تعداد هسته‌های اولیه}\times(\frac{۱}{۴})^n \Rightarrow ۲=N_۰\times(\frac{۱}{۴})^۳ \Rightarrow N_۰=۴^۳\times۲=۱۲۸$$

**روش دوم:**

| زمان (دقیقه) | ۰ | | ۲۰ | | ۴۰ | | ۶۰ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تعداد هسته‌های باقی‌مانده | $N_0$ | $\xrightarrow{\times\frac{1}{4}}$ | $\frac{N_0}{4}$ | $\xrightarrow{\times\frac{1}{4}}$ | $\frac{N_0}{16}$ | $\xrightarrow{\times\frac{1}{4}}$ | $\frac{N_0}{64}$ |

$$\frac{N_0}{64}=2 \Rightarrow N_0=64\times2=128$$

گزینهٔ (۴): از ایزوتوپ **اورانیم** که در هستهٔ خود دارای ۲۳۵ ذرهٔ پروتون و نوترون است $(^{235}_{92}U)$، می‌تواند به عنوان سوخت، در نیروگاه‌های هسته‌ای استفاده شود.

## پاسخ تشریحی آزمون ۲

**۱- گزینهٔ ۲** اتم‌ها بسیار ریز هستند، به‌طوری که نمی‌توان آن‌ها را به‌طور **مستقیم** مشاهده و جرم آن‌ها را اندازه‌گیری کرد؛ به همین دلیل دانشمندان مقیاس **جرم نسبی** را برای تعیین جرم اتم‌ها به کار می‌برند.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

گزینهٔ (۱): دقت باسکول‌های تنی تا یک دهم تن (معادل **۱۰۰ کیلوگرم**) می‌باشد. همچنین دقت ترازوهای زرگری تا **۰/۰۱ گرم** (معادل ۱۰ میلی‌گرم) می‌باشد.

$$0/01g=10\times10^{-3}=10mg$$

گزینهٔ (۳): جرم یک دانهٔ شن بسیار کم است، بنابراین نمی‌توان جرم آن را با یک ترازوی زرگری، اندازه گرفت.

**۲- گزینهٔ ۳** یکای جرم اتمی (amu)، برابر $\frac{1}{12}$ جرم ایزوتوپ کربن - ۱۲ است. عدد $\frac{1}{12}$، تقریباً برابر ۰/۰۸۳ است.

**توجه** کربن دارای سه ایزوتوپ $^{12}C$، $^{13}C$ و $^{14}C$ است که $^{12}C$، **پایدارترین** آن‌ها بوده و درصد فراوانی زیادی دارد.

**بررسی سایر گزینه‌ها:**

گزینهٔ (۲):

$$1amu=\frac{1}{12}\,{}^{12}C=\frac{1}{N_A}=\frac{1}{6/02\times10^{23}}=1/66\times10^{-24}g$$

گزینهٔ (۴): جرم هر **الکترون**، برابر ۰/۰۰۰۵amu یا $\frac{1}{2000}amu$ است. هر یک از قسمت‌های نشان داده شده در شکل، ۱amu می‌باشد.

**۳- گزینهٔ ۱** فقط عبارت (الف) درست است.

**بررسی عبارت‌ها:**

عبارت (الف): مقیاس نشان داده شده، **یکای جرم اتمی** (amu) است. یک amu برابر $\frac{1}{12}$ جرم ایزوتوپ $^{12}_{6}C$ است. این اتم دارای شش پروتون، شش الکترون و شش نوترون می‌باشد، بنابراین تعداد این سه ذرهٔ بنیادی در $^{12}_{6}C$ با یکدیگر **برابر** است.

عبارت (ب): در ترازوی (۳)، یک اتم هیدروژن $(^{1}_{1}H)$ قرار دارد. این اتم دارای یک پروتون و یک الکترون است، با توجه به جرم این دو ذرهٔ بنیادی، می‌توانیم جرم یک اتم هیدروژن را محاسبه کنیم که اندکی بیشتر از ۱amu است.

جرم یک اتم $^{1}_{1}H$ = جرم یک پروتون + جرم یک الکترون = ۱/۰۰۷۳+۰/۰۰۰۵=۱/۰۰۷۸amu

عبارت (پ): جرم یک الکترون، برابر ۰/۰۰۰۵amu است، در نتیجه جرم ۱۰۰ الکترون، برابر ۰/۰۵amu می‌شود. دقت ترازوی نشان داده شده در صورت سوال، تا ۰/۱amu است، از این‌رو، دقت اندازه‌گیری ترازو از مجموع جرم الکترون‌ها، **بزرگ‌تر** بوده و نمی‌توانیم با این ترازو جرم الکترون‌ها را اندازه بگیریم. به عبارت دیگر، اگر این تعداد الکترون را روی کفهٔ ترازو قرار دهیم، عقربهٔ ترازو، حرکت نمی‌کند.

عبارت (ت): جرم یک اتم هیدروژن تقریباً ۱amu و جرم یک اتم $^{7}_{3}Li$، تقریباً ۷amu است، بنابراین ترازو، تقریباً عدد ۸ را نشان می‌دهد.

**۴- گزینهٔ ۲** برای آشنایی با ذره‌های زیر اتمی، به کلاس نکتهٔ (۶) توجه کنید:

**کلاس نکتهٔ ۶**

### ذره‌های زیر اتمی

۱ الکترون، پروتون و نوترون را ذره‌های زیر اتمیِ یا بنیادی می‌نامند.

۲ هریک از ذره‌های زیر اتمی را با نمادهای $^{0}_{-1}e$، $^{1}_{+1}p$ و $^{1}_{0}n$ نشان می‌دهند.

۳ در نماد ذره‌های زیراتمی، عددهای سمت چپ از بالا به پایین، به ترتیب،جرم نسبی و بار نسبی ذره را مشخص می‌کند.

۴ بار الکتریکی نسبی برای پروتون (+۱)، برای الکترون (−۱) و برای نوترون صفر است.