فصل ۱

قسمت اوّل

چگونگی تشکیل عنصرها

شناخت کیهان

آسمان بالای سر ما، خورشید و ستارگان از دیرباز برای انسان همواره شگفت‌انگیز و پر رمز و راز بوده است.

شواهد تاریخی از جمله سنگ‌نبشته‌ها و نقاشی‌های درون غارها نشان می‌دهد که انسان اولیه با نگاه به آسمان و مشاهدهٔ ستارگان در پی فهم نظام و قانون‌مندی در آسمان بوده است.

ستارگان پرفروغ با نوری که بر ما می‌تابانند، اطلاعات ارزشمندی را برای ما ارسال می‌کنند.

تلاش دانشمندان برای شناخت کیهان هم‌چنان ادامه داشته است. در همین راستا دو فضاپیمای وویجر ۱ و ۲ در سال ۱۹۷۷ میلادی سفر طولانی و تاریخی خود را آغاز کردند.

مأموریت فضاپیماهای وویجر ۱ و ۲ تهیه و ارسال **شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی** سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون بوده و هدف آن شناخت بیش‌تر سامانهٔ خورشیدی می‌باشد.

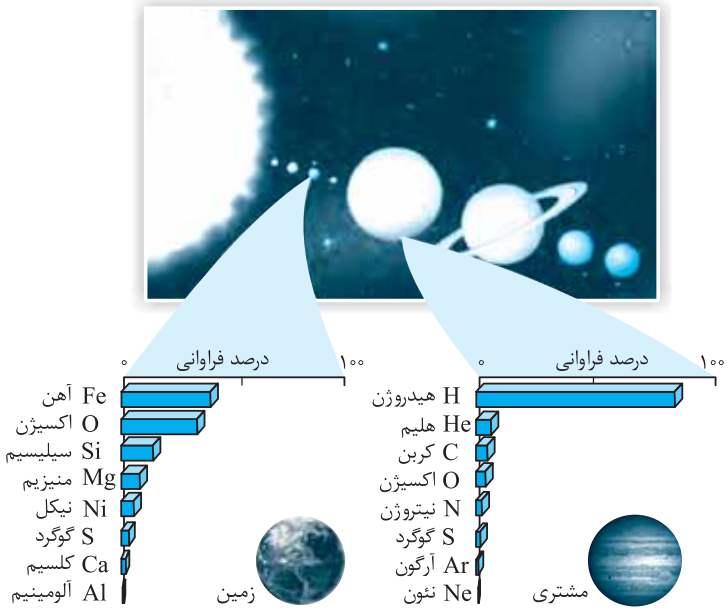
شناسنامهٔ یک سیاره شامل
۱- نوع عنصرهای سازندهٔ سیاره
۲- ترکیب‌های شیمیایی موجود در اتمسفر سیاره
۳- ترکیب درصد مواد تشکیل‌دهندهٔ سیاره

عنصرها چگونه پدید آمدند؟

دانشمندان توانسته‌اند به کمک فرایندهایی که درون ستاره‌ها رخ می‌دهد، از روند پیدایش عنصرها اطلاعاتی به‌دست آورند.

برخی سیاره‌های سامانهٔ خورشیدی مانند مشتری از جنس گاز و برخی مانند زمین از جنس سنگ هستند.

همان‌طور که در شکل زیر مشاهده می‌شود؛ سیاره‌ای مانند مشتری به‌طور عمده از گازهای **هیدروژن** و **هلیم** متراکم تشکیل شده و این در حالی است که در کرهٔ زمین، دو عنصر **آهن** و **اکسیژن** از فراوانی بیش‌تری برخوردارند. البته لازم است یادآور شویم که در کرهٔ زمین آهن و اکسیژن اغلب به شکل ترکیب با سایر عنصرها دیده می‌شوند.



شناسنامهٔ مشتری و زمین

gajmarket

نکته دو عنصر اصلی سیارهٔ مشتری عبارتند از H (هیدروژن) و He (هلیم) و دو عنصر اصلی کرهٔ زمین عبارتند از Fe (آهن) و O (اکسیژن).

توجه برخی سیاره‌ها با این‌که از جنس گاز هستند، ولی شدت تراکم این گازها چنان بالاست که منجر به شکل‌گیری این نوع سیاره‌ها شده است.

ترتیب فراوان‌ترین عنصرها در زمین:

Fe آهن > O اکسیژن > Si سیلیسیم > Mg منیزیم > Ni نیکل > S گوگرد > Ca کلسیم > Al آلومینیم

ترتیب فراوان‌ترین عنصرها در مشتری:

H هیدروژن > He هلیم > C کربن > O اکسیژن > N نیتروژن > S گوگرد > Ar آرگون > Ne نئون

چند نکته در مورد ۸ عنصر فراوان زمین و مشتری

۱- اکسیژن فراوان‌ترین عنصر در پوستهٔ زمین است ولی فراوان‌ترین عنصر در کل کرهٔ زمین فلز آهن ($_{26}Fe$) می‌باشد.

۲- چگالی سیارهٔ زمین از سیارهٔ مشتری بیش‌تر است (زیرا سیارهٔ مشتری از جنس گاز است).

۳- در بین عنصرهای فراوان زمین، ۵ عنصر فلزی(Fe، Mg، Ni، Ca و Al)، یک عنصر شبه‌فلز(Si) و ۲ عنصر نافلزی(O،S) وجود دارد.

۴- اختلاف درصد فراوانی دو عنصر فراوان‌تر در سیارهٔ مشتری، بیش‌تر از این اختلاف در سیارهٔ زمین است.

۵- در مقایسهٔ فراوانی، فراوان‌ترین عنصر مشتری (هیدروژن حدود ۹۰٪) بیش‌تر از فراوان‌ترین عنصر زمین (آهن حدود ۴۰٪) است.

۶- در دمای $25^{\circ}C$ عنصرهای مشتری همگی به‌جز کربن و گوگرد گازی‌شکل هستند (کربن و گوگرد جامدند).

تست: فراوان‌ترین عنصر موجود در دو سیارهٔ مشتری و زمین به‌ترتیب از راست به چپ، کدام است؟

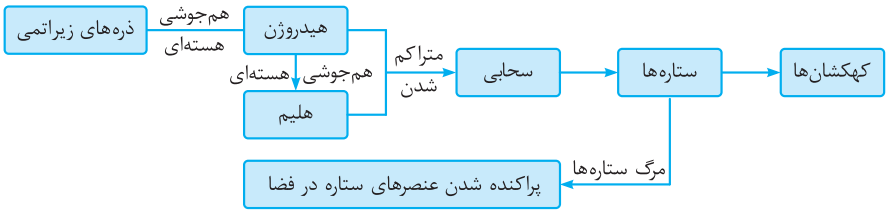
۱) Fe – H ۲) O – He ۳) Fe – He ۴) O – H

پاسخ: گزینهٔ (۱) صحیح است.

آیا می‌دانید؟ **اخترشیمی:** یکی از شاخه‌های جذاب شیمی است و به مطالعهٔ مولکول‌هایی می‌پردازد که در فضاهای بین‌ستاره‌ای یافت می‌شوند. اخترشیمی‌دان‌ها توانسته‌اند وجود مولکول‌های گوناگونی را در مکان‌های بسیار دور ثابت کنند که تاکنون پای هیچ انسانی به آن‌جا نرسیده است.

مهبانگ (انفجار بزرگ): برخی دانشمندان معتقدند که سرآغاز کیهان با انفجاری مهیب (مهبانگ) همراه بوده که طی آن، انرژی بسیار زیادی آزاد شده است. در شرایط مهبانگ، ابتدا ذره‌های **زیراتمی** مانند **الکترون**، **نوترون** و **پروتون** پدید آمده و سپس عنصرهای هیدروژن، هلیم و ایزوتوپ‌های آن‌ها طی واکنش‌های هسته‌ای به‌وجود آمده‌اند.

با گذشت زمان و با **کاهش** دما، گازهای هیدروژن و هلیم تولیدشده، فشرده شده و مجموعه‌های گازی به نام **سحابی** ایجاد کردند. بعدها این سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شدند.



تولد، رشد و مرگ ستاره‌ها

ستاره‌ها متولد می‌شوند؛ رشد می‌کنند و پس از چندین میلیون سال نورافشانی و گرمابخشی، می‌میرند. مرگ ستاره‌ها با یک انفجار بزرگ همراه است که سبب می‌شود عنصرهای موجود درون آن‌ها در فضا پراکنده شوند.

آیا می‌دانید؟ سحابی بومرنگ، سردترین مکان شناخته‌شده در جهان هستی با دمای $-272^{\circ}C$ است که حدود ۵۰۰۰ سال نوری از زمین فاصله دارد و در صورت فلکی سنتاروس (قنطورس) واقع شده است.

تشکیل عنصرهای دیگر

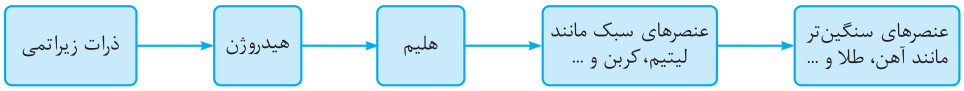
ستارگان را می‌توان کارخانه‌های تولید عنصرها دانست.

کهکشان‌ها و ستاره‌ها ⇒ سحابی ⇒ He و H ⇒ ذره‌های زیراتمی ⇒ مهبانگ

در طی دیگر واکنش‌های هسته‌ای، عنصرهای سنگین‌تر مانند کربن، نیتروژن، اکسیژن و ... به‌وجود آمدند.

نکته **دما** و **اندازهٔ** یک ستاره، تعیین‌کنندهٔ نوع عنصرهای ساخته شده در آن ستاره است. هر چه دمای ستاره بیش‌تر باشد، شرایط تشکیل عنصرهای سنگین‌تر مانند آهن، طلا و اورانیم فراهم می‌شود. به این ترتیب به دلیل وقوع مهبانگ، ۹۲ عنصر در طبیعت پدید آمدند.

فرایند کلی تشکیل عنصرها در جهان را می‌توان در شکل زیر مشاهده کرد.



فرایند کلی تشکیل عنصرها در جهان

تاکنون ۱۱۸ عنصر شناخته شده است. از این میان ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می‌شوند و ۲۶ عنصر ساختهٔ دست بشر هستند.

انواع واکنش‌های هسته‌ای ویژهٔ علاقه‌مندان

واکنش‌های هسته‌ای: واکنش‌هایی هستند که در آن‌ها، هستهٔ اتم تغییر می‌کند. این واکنش‌ها فقط در شرایط ویژه و در دماهای بسیار بالا انجام می‌شوند.

اغلب واکنش‌های هسته‌ای به دو دستهٔ زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

۱) **هم‌جوشی هسته‌ای (Fusion)**: ذره‌های زیراتمی و هسته‌های سبک‌تر به هم جوش خورده و عنصرهای سنگین‌تر تشکیل می‌شوند.

۲) **شکافت هسته‌ای (Fission)**: عنصرهای سنگین‌تر شکافته شده و به عنصرهای سبک‌تر تجزیه می‌شوند.

آیا می‌دانید؟ نزدیک‌ترین ستاره به ما خورشید است. دمای سطح خورشید حدود $6000^{\circ}C$ و دمای درون آن به حدود ۱۰ میلیون درجهٔ سلسیوس می‌رسد. انرژی گرمایی و نورانی خیره‌کنندهٔ خورشید، حاصل واکنش‌های هسته‌ای است مانند تبدیل اتم‌های هیدروژن به هلیم؛ به طوری‌که در هر ثانیه حدود ۵ میلیون تن از جرم خورشید کاسته و به انرژی خورشیدی تبدیل می‌شود.

تست: چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) ستاره‌ها کارخانه‌های ساخت مولکول‌ها هستند.

ب) ترکیب و درصد عنصرهای سیاره‌های مشتری و زمین شبیه هم هستند.

پ) برخی واکنش‌های هسته‌ای در شرایط ویژه و در دماهای بسیار بالا انجام می‌شوند.

ت) سحابی‌ها مجموعهٔ متراکمی از گازهای هیدروژن و هلیم هستند که محل زایش ستاره‌ها می‌باشند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: فقط مورد (ت) درست است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

آ) ستاره‌ها کارخانه‌های ساخت عنصرها هستند.

ب) ترکیب و درصد عنصرهای مشتری با زمین متفاوت است.

پ) تمام واکنش‌های هسته‌ای در شرایط ویژه و دماهای بسیار بالا انجام می‌شوند.

بنابراین گزینهٔ (۱) صحیح است.

در مورد خورشید

- خورشید نزدیک‌ترین ستاره به زمین است که دمای بسیار بالایی دارد.
- نور خیره‌کننده و گرمای بسیار زیاد خورشید به دلیل تبدیل هیدروژن به هلیم در واکنش‌های هسته‌ای است.
- در واکنش‌های هسته‌ای، انرژی هنگفتی آزاد می‌شود، به طوری‌که این انرژی آن‌قدر زیاد است که می‌تواند صدها میلیون تُن فولاد را ذوب کند.

نکته در واکنش‌های شیمیایی که در پدیده‌های طبیعی پیرامون ما و در زندگی روزانه رخ می‌دهد، مقدار انرژی مبادله‌شده بسیار اندک است.

رابطهٔ اینشتین ویژهٔ علاقمندان

محاسبهٔ انرژی هسته‌ای: در واکنش‌های هسته‌ای، قانون پایستگی جرم رعایت نمی‌شود و جرم مواد قبل از واکنش و پس از واکنش برابر نخواهد بود، زیرا در واکنش‌های هسته‌ای مقداری از جرم به انرژی و یا انرژی به جرم تبدیل می‌شود. این انرژی که به انرژی هسته‌ای (انرژی اتمی) معروف است، از تغییر در هستهٔ اتم‌ها حاصل می‌شود. تغییر در تعداد پروتون‌ها، نوترون‌ها و یا تغییر در جرم هسته، منجر به تولید انرژی هنگفتی می‌شود.

اینشتین فیزیک‌دان معروف قرن بیستم توانست رابطهٔ مقابل را برای تبدیل جرم به انرژی به‌دست آورد:

$$E = mc^2$$

در این رابطه داریم:

m : جرم ماده برحسب کیلوگرم ، c : سرعت نور برحسب متر بر ثانیه $\left(c = ۳ \times ۱۰^۸ \frac{m}{s}\right)$ و E : انرژی هسته‌ای آزادشده برحسب ژول $(۱J = ۱kg.m^۲.s^{-۲})$

مثال: در هم‌جوشی مقداری مشخص از نوترون با پروتون، ۰/۰۰۲۴g ماده به انرژی تبدیل می‌شود.

آ) حساب کنید در این واکنش هسته‌ای چند کیلوژول انرژی تولید می‌شود؟

ب) این مقدار انرژی چند تن آهن را ذوب خواهد کرد؟ گرمای لازم برای ذوب یک کیلوگرم آهن را ۲۵۰kJ فرض کنید.

پاسخ : آ)

$$E = mc^۲ = ۰/۰۰۲۴ \times ۱۰^{-۳} \times (۳ \times ۱۰^۸)^۲ = ۲/۱۶ \times ۱۰^{۱۱} J \Rightarrow E = ۲/۱۶ \times ۱۰^۸ kJ$$

ب) **روش اول:**

$$\begin{array}{c|c} ۲۵۰kJ & ۱ \times ۱۰^{-۳} ton\,Fe \\ \hline ۲/۱۶ \times ۱۰^۸ kJ & x \end{array} \Rightarrow x = ۸۶۴ ton\,Fe$$

روش دوم[۱]:

$$?\,\text{کیلوگرم آهن ذوب شده} = ۲/۱۶ \times ۱۰^۸ \cancel{kJ} \times \frac{۱kg\,Fe}{۲۵۰\cancel{kJ}} = ۸/۶۴ \times ۱۰^۵ kg\,Fe$$

هر تن برابر ۱۰۰۰kg است، پس مقدار آهن ذوب شده برحسب تن با این مقدار انرژی:

$$?\,ton\,Fe = ۸/۶۴ \times ۱۰^۵ \cancel{kg} \times \frac{۱ton\,Fe}{۱۰۰۰\cancel{kg}} = ۸/۶۴ \times ۱۰^۲ = ۸۶۴ ton\,Fe$$

تست: اگر خورشید روزانه $۱۰^{۲۲}$ ژول انرژی به سوی زمین گسیل کند، به تقریب محاسبه کنید سالانه چند تن از جرم خورشید تنها برای گرم کردن کرهٔ زمین کاسته می‌شود؟ (یک سال را برابر ۳۶۵ روز در نظر بگیرید.)

۱) ۱×۱۰^۷ ۲) ۴×۱۰^۴ ۳) ۴×۱۰^۷ ۴) ۱×۱۰^۴

پاسخ : مقدار جرم کاسته‌شدهٔ خورشید بابت انرژی گسیل‌شده به سمت زمین برای یک سال برابر است با:

$$E = ۳۶۵ \times ۱۰^{۲۲} J$$

$$E = mc^۲ \Rightarrow ۳۶۵ \times ۱۰^{۲۲} = m \times (۳ \times ۱۰^۸)^۲ \Rightarrow m = \frac{۳۶۵ \times ۱۰^{۲۲}}{۹ \times ۱۰^{۱۶}} \simeq ۴ \times ۱۰^۷ kg$$

حال جرم کاسته‌شده از خورشید را برحسب تن محاسبه می‌کنیم:

$$?\,ton = ۴ \times ۱۰^۷ kg \times \frac{۱ton}{۱۰^۳ kg} = ۴ \times ۱۰^۴ ton$$

بنابراین گزینهٔ (۲) صحیح است.

۱- در پاسخ این سؤال از کسر تبدیل استفاده شده است که در قسمت سوم از همین فصل با آن بیش‌تر آشنا می‌شوید.

قسمت دوم

فصل ۱

عنصرها و ایزوتوپ‌ها

نماد شیمیایی عنصرها

شیمی‌دان‌ها ماده‌ای را عنصر می‌نامند که از یک نوع اتم تشکیل شده باشد. همان‌طور که در درس علوم آموخته‌اید، نماد شیمیایی یک عنصر، یک یا دو حرف از ابتدای نام لاتین عنصر است که حرف اول، بزرگ و حرف دوم آن کوچک است. مانند Al برای آلومینیم و H برای هیدروژن.

در نوشتن نماد شیمیایی کامل یک عنصر، عدد اتمی (Z) و عدد جرمی (A) را در سمت چپ نشانهٔ آن می‌نویسند.

اگر E حرف نخست واژهٔ Element به معنای عنصر، نماد شیمیایی یک عنصر باشد، نماد کامل E به‌صورت زیر نوشته می‌شود:

$$\overset{\text{عدد جرمی}\ \leftarrow A}{\underset{\text{عدد اتمی}\ \leftarrow Z}{E}} \quad , \quad A = Z + n$$

نکته عدد اتمی (Z) برابر با تعداد پروتون‌های اتم و عدد جرمی (A) برابر با مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های اتم است.

$$A = p + n \quad \text{یا} \quad Z = p \ , \ A = Z + n$$

مثال: اگر اتم سدیم دارای ۱۱ پروتون و ۱۲ نوترون باشد، نماد شیمیایی کامل سدیم به چه صورت است؟

پاسخ: نماد شیمیایی سدیم Na است، عدد اتمی آن برابر با تعداد پروتون‌ها یعنی ۱۱ و عدد جرمی آن مجموع پروتون‌ها و نوترون‌ها و برابر با ۲۳ می‌باشد.

$$Z = ۱۱ \ , \ A = Z + n = ۱۱ + ۱۲ = ۲۳$$

پس نماد شیمیایی کامل اتم سدیم به‌صورت $^{۲۳}_{۱۱}Na$ می‌باشد.

یادآوری اتم دارای دو قسمت است: ۱- هسته ۲- خارج هسته

هسته خود دارای ۲ نوع ذرهٔ بنیادی پروتون و نوترون است.

پروتون ذره‌ای مثبت است که در درون هسته قرار دارد.

نوترون ذره‌ای خنثی است که در درون هسته قرار دارد و جرم آن کمی بیش‌تر از جرم پروتون می‌باشد.

در خارج هسته، الکترون‌ها در لایه‌های مختلف به دور هسته در حال گردش می‌باشند و دارای بار منفی هستند.

اندازهٔ بار الکتریکی هر الکترون با اندازهٔ بار الکتریکی هر پروتون برابر می‌باشد، ولی جرم هر الکترون حدود $\frac{۱}{۲۰۰۰}$ برابر جرم یک پروتون است.

در مجموع هر اتم خنثی می‌باشد، زیرا تعداد الکترون‌ها و پروتون‌های یک اتم با یکدیگر مساوی است. امّا در یک یون، تعداد پروتون‌ها و الکترون‌ها برابر نمی‌باشند، به همین دلیل یون دارای بار الکتریکی است.

توجه در اتم‌های خنثی، تعداد الکترون‌ها با تعداد پروتون‌ها برابر است. بنابراین با داشتن عدد اتمی در واقع تعداد الکترون‌های اتم نیز مشخص می‌باشد.

به عنوان مثال عنصر $Kr_{۳۶}$، دارای ۳۶ پروتون و ۳۶ الکترون است.

مثال: آنیون X^- دارای ۱۸ الکترون و ۱۸ نوترون است. نماد شیمیایی کامل آن را بنویسید.

پاسخ: با توجه به این‌که اتم خنثی X یک الکترون کم‌تر از آنیون X^- دارد، بنابراین تعداد الکترون‌ها و پروتون‌های (عدد اتمی) اتم X برابر ۱۷ بوده است. یعنی:

$$Z = ۱۷$$

$$\begin{cases} e = ۱۸ \Rightarrow Z = ۱۸ - ۱ = ۱۷ \\ n = ۱۸ \Rightarrow A = Z + n = ۳۵ \end{cases} \Rightarrow {}^{۳۵}_{۱۷}X$$

مثال: تفاوت تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها در اتم $^{۵۶}_{۲۶}Fe$ را به‌دست آورید.

پاسخ: در اتم‌های خنثی تعداد الکترون‌ها و پروتون‌ها برابر است. پس:

$$e = p = Z = ۲۶$$

$$n = ۵۶ - ۲۶ = ۳۰ \Rightarrow n - e = ۳۰ - ۲۶ = ۴$$

تست: عدد جرمی عنصر X برابر ۸۵ و تعداد نوترون‌های اتم آن، ۱/۵ برابر تعداد الکترون‌های آن است. عدد اتمی عنصر X کدام‌یک از گزینه‌های زیر می‌باشد؟

۱) ۳۲ ۲) ۳۴ ۳) ۳۳ ۴) ۳۶

پاسخ: چون عنصر X خنثی می‌باشد، پس تعداد الکترون‌ها و پروتون‌های آن برابر است.

$A = Z + n \xrightarrow{n=1/5Z} A = Z + 1/5Z \Rightarrow 85 = 2/5Z \Rightarrow Z = 34 \Rightarrow$ گزینهٔ (۲) صحیح است.

مثال: تعداد الکترون‌ها، پروتون‌ها و نوترون‌ها را در مولکول کربن دی‌اکسید (CO_2) به‌دست آورید. ($^{12}_{6}C$ ، $^{16}_{8}O$)

پاسخ: CO_2 دارای یک اتم کربن و دو اتم اکسیژن است. هر اتم کربن دارای ۶e، ۶p، ۶n و هر اتم اکسیژن نیز دارای ۸e، ۸p و ۸n است. بنابراین مولکول CO_2 در مجموع دارای ذره‌های روبه‌رو است:

تعداد پروتون‌های $CO_2 = 6 + 2(8) = 22p$

تعداد الکترون‌های $CO_2 = 6 + 2(8) = 22e$

تعداد نوترون‌های $CO_2 = 6 + 2(8) = 22n$

تست: اگر تفاوت شمار الکترون‌ها با شمار نوترون‌ها در یون تک اتمی X^{5+} ۹۳ برابر با ۱۶ باشد، عدد اتمی X کدام است؟ (تجربی ۸۸)

۱) ۵۱ ۲) ۵۲ ۳) ۴۱ ۴) ۴۳

پاسخ: طبق نمودار نشان داده‌شده، اتم X پنج الکترون بیش‌تر از یون X^{5+} دارد، پس می‌توان گفت در اتم X اختلاف میان الکترون‌ها (که با تعداد پروتون‌ها برابر است) با تعداد نوترون‌ها برابر ۱۱ است.

۱۶ = ۱۱ + ۵

n (تعداد نوترون‌ها)

۱۱: e^- (تعداد الکترون‌ها در یون منفی)

۵: Z (تعداد پروتون‌ها یا الکترون‌ها در اتم خنثی)، e^- (تعداد الکترون‌ها در یون مثبت)

$n - Z = 11 \Rightarrow n = 11 + Z$

$A = Z + n \Rightarrow 93 = Z + (Z + 11) \Rightarrow 82 = 2Z \Rightarrow Z = 41 \Rightarrow$ گزینهٔ (۳) صحیح است.

روش دوم: هم‌چنین این مسائل را می‌توان با استفاده از معادله و جایگذاری نیز حل نمود:

بار الکتریکی با علامت $= p = e +$

جایگذاری در معادله:

$$\left.\begin{array}{l} 1)\ p = e + 5 \\ 2)\ n - e = 16 \\ 3)\ n + \underset{e+5}{\underbrace{p}} = 93 \end{array}\right\} \Rightarrow 2n = 16 + 93 - 5 \Rightarrow 2n = 104 \Rightarrow n = 52 \Rightarrow p = Z = 41$$

روش سوم:

نکته این نوع تست‌ها را می‌توان با روش فرمولی هم حل نمود:

$$Z = \frac{A - \Delta x + q}{2}$$

Δx : اختلاف تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها

q : بار الکتریکی (با در نظر گرفتن علامت)

A : عدد جرمی

Z : عدد اتمی

مثلاً این تست را می‌توان با استفاده از فرمول داده‌شده به‌صورت زیر حل نمود:

$$Z = \frac{93 - 16 + 5}{2} = 41$$

تست: عدد جرمی اتم عنصر A برابر ۷۵ است. اگر اختلاف شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون A^{3-} برابر با ۶ باشد، تعداد نوترون‌های آن کدام است؟

۱) ۳۳ ۲) ۳۶ ۳) ۴۲ ۴) ۴۳

پاسخ: طبق نمودار نشان داده‌شده، اتم X سه الکترون کم‌تر از یون X^{3-} دارد، پس می‌توان گفت در اتم X اختلاف الکترون‌ها (همان تعداد پروتون‌ها) با تعداد نوترون‌ها برابر ۹ است.

۹ = ۶ + ۳

n (تعداد نوترون‌ها)

۶: e^- (تعداد الکترون‌ها در یون منفی)

۳: Z (تعداد پروتون‌ها یا الکترون‌ها در اتم خنثی)، e^- (تعداد الکترون‌ها در یون مثبت)

$n - Z = 9 \Rightarrow n = Z + 9$

$A = n + Z \Rightarrow 75 = Z + (9 + Z) \Rightarrow 66 = 2Z \Rightarrow Z = 33$

$n - Z = 9 \Rightarrow n = 9 + 33 = 42$ تعداد نوترون‌ها $\Rightarrow$ گزینهٔ (۳) صحیح است.

تست: اگر عدد اتمی عنصر X برابر ۳۵ و عدد جرمی آن برابر ۸۰ باشد و اختلاف تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها در حالت یون X^{q} برابر ۹ باشد این یون دارای چه بار q می‌باشد؟

۱) +۱ ۲) −۲ ۳) −۱ ۴) +۲

پاسخ: ابتدا تعداد نوترون‌ها را به‌دست می‌آوریم:

$$A = n + Z \Rightarrow ۸۰ = n + ۳۵ \Rightarrow n = ۴۵$$

سپس تعداد الکترون‌ها را محاسبه می‌کنیم.

$$n - e = ۹ \Rightarrow ۴۵ - e = ۹ \Rightarrow e = ۳۶$$

چون تعداد الکترون‌ها یکی بیش‌تر از تعداد پروتون‌ها است پس بار الکتریکی این یون (−۱) است. پس گزینهٔ (۳) درست است.

ایزوتوپ‌ها

ایزوتوپ‌ها به اتم‌های یک عنصر گفته می‌شوند که عدد اتمی آن‌ها (Z) یکسان ولی عدد جرمی آن‌ها (A) متفاوت است.

توجه **تعداد پروتون‌های** یک اتم تعیین‌کنندهٔ **خواص شیمیایی** یک عنصر و **تعداد نوترون‌های** آن تعیین‌کننده و مؤثر در **خواص فیزیکی** وابسته به جرم آن است. از آن‌جا که تعداد پروتون‌های اتم‌های یک عنصر با هم برابرند؛ بنابراین ایزوتوپ‌های یک عنصر خواص شیمیایی یکسان دارند و چون جرم ایزوتوپ‌ها با یکدیگر تفاوت دارد، برخی خواص فیزیکی وابسته به جرم آن‌ها با هم تفاوت دارد.

تفاوت ایزوتوپ‌های یک عنصر	تشابه ایزوتوپ‌های یک عنصر
عدد جرمی (A)	عدد اتمی (Z)
جرم اتمی	تعداد پروتون‌ها (p)
تعداد نوترون‌ها (n)	تعداد الکترون‌ها (e)
درصد فراوانی در طبیعت	موقعیت در جدول تناوبی عنصرها
پایداری در طبیعت	خواص شیمیایی
نیم‌عمر	آرایش الکترونی
برخی خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند دمای ذوب، دمای جوش، چگالی و ...	واکنش‌پذیری شیمیایی

مثال: اگر در یون $^{۳۱}A^{-۳}$ تعداد الکترون‌ها دو عدد بیش‌تر از تعداد نوترون‌های آن باشد، نماد کامل ایزوتوپی از این عنصر را بنویسید که تعداد نوترون‌های آن ۲ واحد بیش‌تر از ایزوتوپ A باشد.

پاسخ: با توجه به نمودار مقابل در اتم A اختلاف تعداد پروتون‌ها با تعداد نوترون‌ها برابر یک است، پس خواهیم داشت:

۳ ← ۲ ← e (تعداد الکترون‌ها در آنیون)
۳ ← ۲ ← n (تعداد نوترون‌ها)
۳ ← ۱ ← Z (تعداد الکترون‌ها یا پروتون‌ها در حالت خنثی)
e (تعداد الکترون‌ها در کاتیون)

$$n - Z = ۱ \Rightarrow A = n + Z \Rightarrow ۳۱ = (Z + ۱) + Z = ۲Z + ۱ \Rightarrow ۲Z = ۳۰ \Rightarrow Z = ۱۵$$

نماد ایزوتوپ خواسته‌شده $^{۳۳}_{۱۵}A$ می‌باشد.

تست: ایزوتوپ‌های هیدروژن در چند مورد از ویژگی‌های زیر مشترک هستند؟

«نیم‌عمر، پایداری، عدد اتمی، عدد جرمی، خواص شیمیایی، فراوانی در طبیعت، خواص فیزیکی»

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

پاسخ: ایزوتوپ‌های یک عنصر در عدد اتمی و خواص شیمیایی با هم مشابه هستند. بنابراین گزینهٔ (۱) صحیح است.

رادیوایزوتوپ‌ها

رادیوایزوتوپ‌ها به آن دسته از عنصرها گفته می‌شود که خاصیت **پرتوزایی** دارند. رادیوایزوتوپ‌ها عنصرهای ناپایداری هستند که بر اثر پرتوزایی از بین رفته و به عنصرهای سبک‌تر تبدیل می‌شوند.

نکته رادیوایزوتوپ‌ها اغلب بر اثر متلاشی شدن، ذره‌های پرانرژی تولید می‌کنند.

پرتوزایی: به پدیدهٔ خروج خودبه‌خودی پرتوهای نامرئی خطرناک (مانند آلفا، بتا و گاما) از رادیوایزوتوپ‌ها گفته می‌شود.

بررسی‌های تجربی نشان می‌دهند که مقادیر بسیار کمی از عنصرهای پرتوزا تقریباً در همه جا یافت می‌شوند.

دو منبع مواد پرتوزا به‌طور مرتب کرهٔ زمین را به وسیلهٔ پرتوهای خود، بمباران می‌کنند. این دو منبع عبارتند از:

۱- مواد پرتوزای موجود در کرهٔ زمین (پوستهٔ زمین و لایهٔ زیرین زمین)

۲- پرتوهای کیهانی (منتشرشده از خورشید و ستارگان دیگر)

اگر چه رادیوایزوتوپ‌ها به خاطر پرتوزایی، خطرناک به نظر می‌رسند، اما پیشرفت دانش و فناوری، بشر را موفق به مهار و بهره‌گیری از آن‌ها کرده است.

کاربرد رادیوایزوتوپ‌ها: از رادیوایزوتوپ‌ها می‌توان در پزشکی به عنوان **رادیودارو** و در نیروگاه‌های اتمی به عنوان **سوخت هسته‌ای** استفاده کرد. رادیوایزوتوپ‌ها در موارد صلح‌آمیز برای تولید انرژی الکتریکی، در کشاورزی و ... نیز استفاده می‌شوند.

رادیودارو: به هر دارویی که در ساختار آن یک اتم رادیوایزوتوپ وجود داشته باشد، رادیودارو می‌گویند. مانند گلوکز نشان‌دار (گلوکز حاوی اتم اکسیژن پرتوزا).

آیا می‌دانید؟ در میان ایزوتوپ‌های **کربن**، ${}^{14}_{6}C$ یکی از رادیوایزوتوپ‌هاست که برای **تخمین عمر اشیاء قدیمی** استفاده می‌شود. به عنوان مثال، پژوهشگران نخست می‌پنداشتند که کشور مصر مهد صنعت فرشبافی بوده است. اما با پیدایش فرش پازیریک و تعیین قدمت آن با استفاده از رادیوایزوتوپ کربن $({}^{14}_{6}C)$ مشخص شد که این فرش به ۲۵۰۰ سال پیش تعلق داشته و مهد آن کشور ایران (استان لرستان) بوده است.

از کاربردهای رادیوداروها، تشخیص و درمان توده‌های سرطانی است. توده‌های سرطانی (تومور)، سلول‌هایی هستند که رشد غیرعادی و سریع دارند.

در مورد رادیوایزوتوپ‌ها دو ویژگی زیر بسیار مهم است:

۱- نیم‌عمر ۲- درصد فراوانی در طبیعت

نیم‌عمر هر ایزوتوپ: بیانگر میزان پایداری آن ایزوتوپ در طبیعت است.

تعریف نیم‌عمر: مدت زمانی که طول می‌کشد تا **نصف جرم اولیهٔ** یک ایزوتوپ تجزیه شود، نیم‌عمر می‌گویند.

نیم‌عمر ایزوتوپ‌های مختلف با هم تفاوت دارد. نیم‌عمر برخی ایزوتوپ‌ها کسری از ثانیه است در حالی‌که نیم‌عمر برخی دیگر بسیار طولانی و حتی ممکن است میلیون‌ها سال باشد.

مثال: نیم‌عمر ید - ۱۳۱ برابر ۸ روز است. چند روز طول می‌کشد تا از یک نمونهٔ ۸۰ گرمی فقط ۲/۵ گرم ید - ۱۳۱ باقی بماند؟

پاسخ:

$$۸۰g \xrightarrow{\text{بعد از ۸ روز}} ۴۰g \xrightarrow{\text{بعد از ۸ روز}} ۲۰g \xrightarrow{\text{بعد از ۸ روز}} ۱۰g \xrightarrow{\text{بعد از ۸ روز}} ۵g \xrightarrow{\text{بعد از ۸ روز}} ۲/۵g$$

زمان لازم $= ۸ + ۸ + ۸ + ۸ + ۸ = ۴۰$ روز

تست: اگر پس از گذشت یک شبانه‌روز، ۴۵ گرم از هسته‌های ایزوتوپ تکنسیم متلاشی شده باشد و نیم‌عمر تکنسیم برابر ۶ ساعت باشد، مقدار تکنسیم در ابتدای متلاشی شدن چند گرم بوده است؟

۱) ۴۳ ۲) ۴۸ ۳) ۵۶ ۴) ۱۱۲

پاسخ: مقدار اولیه را $m_۰$ برحسب واحد گرم در نظر می‌گیریم:

تعداد مرتبه‌های تجزیه $۲۴ \div ۶ = ۴$

$$m_۰ \xrightarrow[\text{بار اول}]{\text{تجزیهٔ}} \frac{m_۰}{۲} \xrightarrow[\text{بار دوم}]{\text{تجزیهٔ}} \frac{m_۰}{۴} \xrightarrow[\text{بار سوم}]{\text{تجزیهٔ}} \frac{m_۰}{۸} \xrightarrow[\text{بار چهارم}]{\text{تجزیهٔ}} \frac{m_۰}{۱۶}$$

$$\text{مقدار متلاشی‌شده} = m_۰ - \frac{m_۰}{۱۶} = ۴۵ \Rightarrow ۱۶m_۰ - m_۰ = ۴۵ \times ۱۶ \Rightarrow ۱۵m_۰ = ۴۵ \times ۱۶ \Rightarrow m_۰ = ۴۸g$$

بنابراین گزینهٔ (۲) صحیح است.

نکته هر چه نیم‌عمر یک ایزوتوپ کم‌تر باشد، آن ایزوتوپ ناپایدارتر است.

نکته برخی از ایزوتوپ‌های ناپایدار و پرتوزا به کمک روش‌های زیر قابل تشخیص هستند:

۱. اغلب هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن‌ها برابر یا **بیشتر از ۱/۵** باشد، به‌عبارتی: پرتوزا: $\frac{n}{p} \geq ۱/۵$

مثال: از بین ایزوتوپ‌های ${}^{۳}_{۱}H$ و ${}^{۲}_{۱}H$ کدام‌یک ناپایدارتر است؟

پاسخ: نسبت $\frac{n}{p}$ را برای هر دو ایزوتوپ محاسبه می‌کنیم. هر کدام از آن‌ها که $\frac{n}{p}$ بزرگ‌تر یا مساوی ۱/۵ دارد، ناپایدار است. ${}^{۳}_{۱}H$ دارای ۲ نوترون و ${}^{۲}_{۱}H$ دارای یک نوترون است.

$$^{۳}_{۱}H \Rightarrow \frac{n}{p} = \frac{۲}{۱} = ۲ > ۱/۵ \qquad ^{۲}_{۱}H \Rightarrow \frac{n}{p} = \frac{۱}{۱} < ۱/۵$$

بنابراین، ${}^{۳}_{۱}H$ ناپایدارتر است.

۲. تمام عنصرهای دارای عدد اتمی ۸۴ یا بیش از ۸۴، پرتوزا و ناپایدار هستند.

فراوانی هر ایزوتوپ نشان‌دهندهٔ شمار اتم‌های آن ایزوتوپ در مقداری مشخص یا یک نمونه از آن ماده است.

فراوانی هر ایزوتوپ را معمولاً برحسب درصد فراوانی بیان می‌کنند.

$$\text{درصد فراوانی یک ایزوتوپ} = \frac{\text{تعداد اتم‌های یک ایزوتوپ در نمونه}}{\text{تعداد کل اتم‌های تمام ایزوتوپ‌های عنصر در نمونه}} \times ۱۰۰$$

مثال: اتم‌های موجود در جدول زیر را در نظر بگیرید.

اتم	$^{1}_{1}H$	$^{2}_{1}H$	$^{3}_{1}H$	$^{4}_{1}H$	$^{5}_{1}H$	$^{6}_{1}H$	$^{7}_{1}H$
نیم‌عمر	پایدار	پایدار	۱۲/۳۲ سال	$۱/۴ \times ۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۹/۱ \times ۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۲/۹ \times ۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۲/۳ \times ۱۰^{-۲۳}$ ثانیه
جرم (amu)[1]	۱/۰۰۷۸	۲/۰۱۴۱	۳/۰۱۶۰	۴/۰۲۷۸	۵/۰۳۵۳	۶/۰۴۴۹	۷/۰۵۲۸
فراوانی (٪)	۹۹/۹۸۸۵	۰/۰۱۱۴	ناچیز	ساختگی	ساختگی	ساختگی	ساختگی

آ) چه شباهت و چه تفاوت‌هایی میان آن‌ها وجود دارد؟

ب) نمونهٔ طبیعی مخلوط هیدروژن، مخلوطی از چند ایزوتوپ آن است؟

پ) کدام ایزوتوپ هیدروژن از همه ناپایدارتر است؟

ت) چند ایزوتوپ هیدروژن پرتوزا هستند؟

پاسخ: آ) عدد اتمی (تعداد پروتون‌ها) و تعداد الکترون‌ها جزو شباهت‌ها و عدد جرمی و تعداد نوترون‌ها جزو تفاوت‌های این ایزوتوپ‌ها است.

ب) نمونهٔ طبیعی، مخلوطی از سه ایزوتوپ طبیعی (^{1}H، ^{2}H و ^{3}H) است، ولی ۴ ایزوتوپ دیگر آن ساختگی هستند نه طبیعی.

پ) $^{7}_{1}H$ از همه ناپایدارتر است (کمترین نیم‌عمر را دارد.). البته هر ۴ ایزوتوپ ساختگی هیدروژن و $^{3}_{1}H$ ناپایدار هستند.

ت) ۵ ایزوتوپ ناپایدار هیدروژن از ^{3}H تا ^{7}H پرتوزا می‌باشند.

نکته دوتریم ($^{2}_{1}H$) یکی از ایزوتوپ‌های هیدروژن است که در هستهٔ خود یک پروتون و یک نوترون دارد. درصد دوتریم بسیار ناچیز بوده و در طبیعت بسیار کمیاب است. با این حال مانند هیدروژن معمولی رفتار می‌کند و خاصیت پرتوزایی ندارد. دوتریم سمّی است.

مثال: اگر از هر ۳۰ اتم بور در طبیعت تعداد ۶ اتم از نوع $^{10}_{5}B$ و مابقی از نوع $^{11}_{5}B$ باشند، درصد فراوانی هر ایزوتوپ را محاسبه کنید.

پاسخ:

$$\text{درصد فراوانی } ^{11}_{5}B = \frac{۲۴}{۳۰} \times ۱۰۰ = ۸۰\,٪ \quad , \quad \text{درصد فراوانی } ^{10}_{5}B = \frac{۶}{۳۰} \times ۱۰۰ = ۲۰\,٪$$

مثال: نسبت جرم نوترون‌ها به الکترون‌ها در اتم $^{14}_{6}C$ کدام است؟ (جرم الکترون و نوترون به‌ترتیب $۹/۱۰۹ \times ۱۰^{-۲۸}\,g$ و $۱/۶۷۵ \times ۱۰^{-۲۴}\,g$ است.)

پاسخ:

تعداد الکترون‌ها $p = e = ۶$, تعداد نوترون‌ها $^{14}_{6}C : n = ۱۴ - ۶ = ۸$

$$\text{در این اتم } \frac{n}{e} = \frac{۸ \times ۱/۶۷۵ \times ۱۰^{-۲۴}}{۶ \times ۹/۱۰۹ \times ۱۰^{-۲۸}} \simeq ۰/۲۴ \times ۱۰^{۴}$$

نکته لازم به ذکر است در اتم خنثی تعداد الکترون‌ها برابر تعداد پروتون‌ها می‌باشد.

۱- در مورد amu یا واحد جرم اتمی در قسمت‌های بعدی همین فصل آموزش داده خواهد شد.

تست: تعداد ذره‌های درون یک یون به‌صورت مقابل می‌باشد:

$X^{n}\begin{cases}e=18\\p=15\\n=16\end{cases}$

کدام جمله درست است؟

۱) نسبت عدد جرمی به عدد اتمی آن $\frac{۴}{۳}$ است.

۲) اختلاف عدد اتمی عنصر X با عدد اتمی سبک‌ترین ایزوتوپ آن برابر ۲ است.

۳) نماد آن به‌صورت $^{۱۵}_{۳۱}X^{۳-}$ می‌باشد.

۴) اتم $^{۳۳}_{۱۵}Y$ با اتم X ایزوتوپ است.

پاسخ: اتم X با اتم Y ایزوتوپ است، زیرا عدد اتمی هر دو یکسان (۱۵) ولی عدد جرمی آن‌ها با یکدیگر تفاوت دارد.

نماد این یون به‌صورت $^{۳۱}_{۱۵}X^{۳-}$ می‌باشد که در آن عدد اتمی برابر ۱۵ و عدد جرمی برابر ۳۱ است و نسبت $\frac{\text{عدد جرمی}}{\text{عدد اتمی}}$ برابر ۲/۰۶ است. هم‌چنین اختلاف عدد اتمی دو ایزوتوپ یک عنصر صفر می‌باشد. بنابراین گزینهٔ (۴) صحیح است.

تکنسیم نخستین عنصر ساخت بشر

هر عنصر کاربرد ویژه‌ای دارد که به خواص آن بستگی دارد. از ۱۱۸ عنصر شناخته‌شده، تنها۹۲ عنصر (حدود ۷۸٪) در طبیعت یافت می‌شود. مابقی عنصرها یعنی۲۶ عنصر دیگر (حدود ۲۲٪) ساختگی بوده و توسط بشر ساخته شده‌اند.

تکنسیم

تکنسیم $^{۹۹}_{۴۳}Tc$:

۱) در دورهٔ ۵ و گروه ۷ جدول دوره‌ای قرار دارد.

۲) جزو عنصرهای واسطه (دستهٔ d) دورهٔ پنجم است.

۳) با این‌که نسبت $\frac{n}{p}$ در هستهٔ اتم آن از ۱/۵ کوچک‌تر است ولی پرتوزا می‌باشد. $(\frac{n}{p}=\frac{۵۶}{۴۳}\simeq ۱/۳)$

تکنسیم نخستین عنصر ساخت بشر می‌باشد. این عنصر مصنوعی که در راکتور (واکنشگاه) هسته‌ای ساخته شده است، در تصویربرداری پزشکی اهمیت فوق‌العاده‌ای دارد.

همهٔ تکنسیم موجود در جهان به طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته شده است. از آن‌جا که نیم‌عمر این عنصر کوتاه است نمی‌توان مقادیر زیادی از این عنصر را تهیه و برای مدت طولانی نگهداری کرد، (نیم‌عمر رادیوایزوتوپ ^{۹۹}Tc برابر ۶ ساعت است.) و بسته به نیاز، با یک مولد هسته‌ای تولید و مصرف می‌شود.

نکته از تکنسیم برای تصویربرداری غدهٔ تیروئید استفاده می‌شود. زیرا یون یدید (I^-) با یونی که حاوی تکنسیم $(^{۹۹}_{۴۳}Tc)$ است[۱]، اندازهٔ مشابهی دارد و غدهٔ تیروئید هنگام جذب یون یدید، یون حاوی تکنسیم را نیز جذب می‌کند. با افزایش مقدار این یون در غدهٔ تیروئید، امکان تصویربرداری فراهم می‌شود.

غدهٔ پروانه‌ای‌شکل تیروئید در بدن انسان

تصویر غدهٔ تیروئید سالم

تصویر غدهٔ تیروئید ناسالم

یک فنجان شیمی

یکی از روش‌های درمان تومورهای سرطانی استفاده از رادیوایزوتوپ‌هاست. رادیوایزوتوپ‌های درمانی و تشخیص‌دهندهٔ بیماری را رادیودارو نیز می‌گویند. برای درمان بیماری‌های سرطانی و از بین بردن تومورها، یک منبع رادیوایزوتوپ را داخل تومور تزریق کرده تا منجر به نابودی تومور شود. به عنوان مثال، ید تنها در غدهٔ تیروئید جذب می‌شود. اگر تومور در تیروئید بیمار وجود داشته باشد، با تزریق ایزوتوپ ید $(^{۱۳۱}_{۵۳}I)$ می‌توان این تومور را نابود کرد. در درمان سرطان تیروئید، بیمار مقدار بالایی از ید پرتوزا (ید-۱۳۱) را دریافت می‌کند که چون ید در سلول‌های تیروئید تجمع می‌یابد، لذا پرتوهایی منتشر می‌کند که سلول‌های تومور تیروئید را از بین می‌برد.

۱- یون حاوی تکنسیم در رادیوداروها، همان یون پرتکنتات $(TcO_۴^-)$ است که معمولاً به شکل نمک سدیم پرتکنتات $(NaTcO_۴)$ استفاده می‌شود.

تست: در مورد تکنسیم $^{99}_{43}Tc$ چند عبارت درست است؟

آ) از تکنسیم برای تصویربرداری از غدهٔ تیروئید استفاده می‌شود زیرا یون یدید با اتم ^{99}Tc اندازهٔ مشابهی دارد.

ب) تمام ^{99}Tc موجود در جهان به طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته می‌شود.

پ) به دلیل کوتاه بودن نیم‌عمر تکنسیم، نمی‌توان مقدار زیادی از آن را با استفاده از راکتور هسته‌ای تولید و ذخیره کرد.

ت) در تکنسیم به دلیل آن‌که نسبت $\frac{n}{p}$ در آن از ۱/۵ بیش‌تر است، خاصیت پرتوزایی دارد.

ث) تکنسیم نخستین عنصر ساخت بشر است.

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۱ ۴) ۲

پاسخ: آ) نادرست. از تکنسیم برای تصویربرداری از غدهٔ تیروئید استفاده می‌شود، زیرا یون یدید (I^-) با یونی که حاوی تکنسیم است اندازهٔ مشابهی دارد.

ب) درست. همهٔ تکنسیم موجود در جهان به طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته شده است.

پ) درست

ت) نادرست

$$n = ۵۶ \text{ ، } p = ۴۳ \Rightarrow \frac{n}{p} = \frac{۵۶}{۴۳} = ۱/۳$$

در هستهٔ تکنسیم با این‌که نسبت نوترون به پروتون کم‌تر از ۱/۵ است، ولی با این حال پرتوزا و ناپایدار است.

ث) درست

بنابراین گزینهٔ (۱) درست است.

اورانیم

اورانیم $(_{92}U)$ شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزایی است که تنها یکی از ایزوتوپ‌های آن، اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود. این ایزوتوپ، **اورانیم- ۲۳۵** $(^{235}_{92}U)$ است که به شکل اکسید اورانیم بوده و فراوانی آن در مخلوط طبیعی کم‌تر از ۰/۷٪ است.

غنی‌سازی ایزوتوپی فرایندی است که به واسطهٔ آن در یک مخلوط اورانیم طبیعی، مقدار **ایزوتوپ** ^{235}U بیش‌تر شود. غنی‌سازی اورانیم یکی از مراحل چرخهٔ تولید سوخت هسته‌ای است که دانشمندان هسته‌ای کشورمان توانسته‌اند این ایزوتوپ را تا ۲۰٪ غنی‌سازی کنند و نام ایران در فهرست دهگانهٔ کشورهای هسته‌ای جهان ثبت شد.

نکته اورانیم طبیعی که به شکل اکسید اورانیم است، شامل ۹۹/۳٪ از ایزوتوپ ^{238}U و ۰/۷٪ از ایزوتوپ ^{235}U است. ایزوتوپ ^{235}U اورانیم قابل شکافت و مناسب برای تولید بمب‌ها و سوخت نیروگاه‌های هسته‌ای است. (اورانیم ۲۳۸ فاقد خاصیت شکافت‌پذیری با بمباران نوترونی می‌باشد.)

نکته پسماندهای راکتورهای اتمی حاوی مقدار زیادی رادیوایزوتوپ است که خاصیت پرتوزایی داشته و بسیار خطرناک هستند. از این‌رو دفع آن‌ها از جمله چالش‌ها و مشکلات صنایع هسته‌ای به شمار می‌آید.

نکته عنصرهای $_{29}Cu$ و فسفر $_{15}P$ نیز در میان ایزوتوپ‌های خود دارای ایزوتوپ پرتوزا هستند.

آیا می‌دانید؟ اتم آهن - ۵۹ $(^{59}_{26}Fe)$ نیز یک رادیوایزوتوپ است. ^{59}Fe برای تصویربرداری از دستگاه گردش خون به کار می‌رود، زیرا یون‌های مربوط به اتم آهن در ساختار هموگلوبین وجود دارند. نیم‌عمر این ایزوتوپ آهن حدود ۴۵ روز است.

تست: چند عبارت، از عبارت‌های زیر نادرست می‌باشد؟

آ) در فرایند غنی‌سازی ایزوتوپی، میزان ایزوتوپ ^{235}U در مخلوط ایزوتوپ‌ها افزایش می‌یابد.

ب) فراوانی ایزوتوپ ^{235}U در مخلوط طبیعی حدود ۷ درصد است.

پ) ایران توانایی تولید رادیو ایزوتوپ‌های Tc و P را دارد.

ت) تعداد زیادی از انواع ایزوتوپ‌های اورانیم به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌روند.

ث) اورانیم - ۲۳۵ فلزی پرتوزا است.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

پاسخ: موارد «ب» و «ت» نادرست هستند.

ب) فراوانی ایزوتوپ ^{235}U در مخلوط طبیعی کم‌تر از ۰/۷ درصد است.

ت) یکی از ایزوتوپ‌های اورانیم به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود.

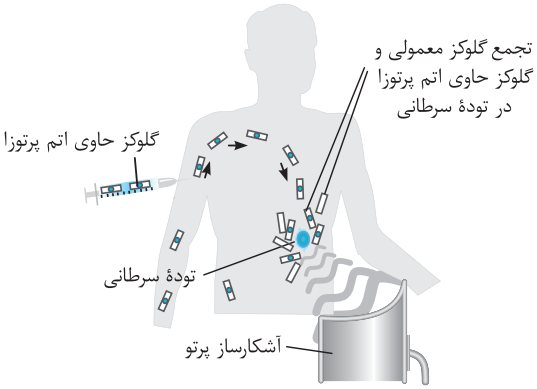
عبارت‌های «الف»، «پ» و «ث» درست هستند. بنابراین گزینهٔ (۳) پاسخ تست است.

gajmarket

گلوکز نشان‌دار

به گلوکز حاوی اتم‌های پرتوزا (مانند اتم اکسیژن – ۱۸ یا $^{18}_{8}O$)، گلوکز نشان‌دار می‌گویند.

تشخیص سرطان توسط گلوکز نشان‌دار: یکی از کاربردهای گلوکز نشان‌دار، تشخیص و درمان سلول‌های سرطانی در بدن است. برای این کار، گلوکز نشان‌دار را اغلب به‌صورت وریدی به بدن بیمار تزریق می‌کنند. مولکول‌های گلوکز در توده‌های سرطانی تجمع کرده و کار تصویربرداری و تشخیص توده‌های سرطانی آسان و دقیق انجام می‌شود. از آن‌جا که تشخیص تومورها از طریق گلوکز نشان‌دار دقیق‌تر از روش‌های دیگر است، جراح می‌تواند به موقع، بافت‌های سرطانی را از بدن خارج کند.



گلوکز $C_6H_{12}O_6$:

۱) گلوکز یکی از قندهای مورد نیاز جهت سوخت و ساز سلول‌های بدن است و جرم مولی آن برابر $180 g.mol^{-1}$ می‌باشد.

۲) گلوکز نشان‌دار جرم مولی بیش‌تری از گلوکز معمولی دارد.

۳) تودهٔ سرطانی، رشد غیرعادی دارد. ⇐ افزایش مصرف گلوکز ⇐ با تزریق گلوکز نشان‌دار ⇐ گلوکز معمولی و نشان‌دار در تودهٔ سرطانی تجمع می‌یابد. ⇐ آشکارسازی پرتوهای آزادشده از اتم پرتوزا در گلوکز ⇐ تشخیص محل تودهٔ سرطانی

آیا می‌دانید؟ گاز رادون یکی از فراوان‌ترین مواد پرتوزا در زندگی ماست. رادون، گازی بدون بو و بدون مزه و سنگین‌ترین گاز نجیب موجود در طبیعت است. رادون به طور پیوسته در لایه‌های زیرین زمین از طریق واکنش‌های هسته‌ای تولید می‌شود. به دلیل دما و فشار بالا در لایه‌های زیر زمین، این گاز به منافذ و ترک‌های آن‌ها نفوذ می‌کند.

اگر مکان‌های زندگی از تهویهٔ مناسب برخوردار نباشد، گاز رادون درون آن‌ها جمع شده و هوای آن‌جا را به مواد پرتوزا آلوده می‌کند.

گاز رادون به مقدار بسیار ناچیزی در هواکره یافت می‌شود که این مقدار ناچیز خطری برای سلامتی ما ندارد.

نکته با شکسته شدن گسل‌های زیرزمین به هنگام وقوع زلزله، خروج گاز رادون به شدت افزایش می‌یابد و چند دقیقه قبل از زلزله میزان گاز رادون در محیط زیاد می‌شود که نشانهٔ خوبی برای اعلام وقوع زلزله قبل از شروع آن و نجات انسان‌ها می‌باشد.

نکته دود سیگار و قلیان، مقدار قابل توجهی مواد پرتوزا دارد. از این‌رو اغلب افرادی که به سرطان ریه مبتلا می‌شوند، سیگاری هستند.

تست: تعداد جمله یا جملات درست برابر ..... تا است.

آ) **دود سیگار و قلیان، مقدار قابل توجهی مواد پرتوزا دارد.**

ب) **به $C_6H_{12}O_5^{18}O$ گلوکز نشان‌دار می‌گویند.** [1]

پ) **فراوانی ایزوتوپ ^{238}U بیش‌تر از ^{235}U است.**

ت) **برخلاف هیدروژن، عنصر فسفر رادیوایزوتوپ ندارد.**

ث) **عنصرهایی که دارای رادیوایزوتوپ هستند، درصد فراوانی اتم‌های رادیوایزوتوپ آن بیش‌تر است.**

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

پاسخ: فسفر دارای چندین ایزوتوپ ناپایدار (رادیوایزوتوپ) است. (^{32}P و ^{33}P)

در مخلوط ایزوتوپ‌ها، درصد فراوانی رادیوایزوتوپ‌های ناپایدار کم‌تر است. بنابراین گزینهٔ (۲) صحیح است.

۱- یعنی از ۶ اتم اکسیژن گلوکز یکی پرتوزا (^{18}O) و بقیه اکسیژن معمولی (^{16}O) می‌باشند.

فصل ۱

قسمت سوم

طبقه‌بندی عنصرها

جدول دوره‌ای عنصرها

طبقه‌بندی کردن یکی از مهارت‌های پایه در یادگیری مفاهیم است. دانشمندان همواره تلاش کرده‌اند تا عنصرهای شیمیایی را دسته‌بندی کنند. در همین راستا و به مرور زمان جدول دوره‌ای (تناوبی) عنصرها را جهت طبقه‌بندی آن‌ها طراحی کرده‌اند. بزرگ‌ترین پیشرفت در زمینهٔ دسته‌بندی عنصرها با کارهای مندلیف دانشمند روسی به‌دست آمد. مندلیف به وجود روند تناوبی میان عنصرهای مشابه با شیوه‌ای که امروز می‌شناسیم، پی برد. البته جدول مندلیف شامل ۸ گروه و ۱۲ ردیف بود که از لحاظ دسته‌بندی، تعداد گروه‌ها و شکل ظاهری، با جدول تناوبی امروزی تفاوت‌های چشمگیری داشت.

جدول دوره‌ای عنصرها در طول تاریخ دستخوش تغییراتی شده است تا در نهایت به شکل امروزی ارائه شده است.

فواید طبقه‌بندی عنصرها

۱- به کمک جدول دوره‌ای می‌توان ۱۱۸ عنصر شناخته‌شده را با توجه به معیار و ملاک مشخصی در یک طبقه‌بندی مناسب و با چیدمان خاص کنار هم قرار داد.

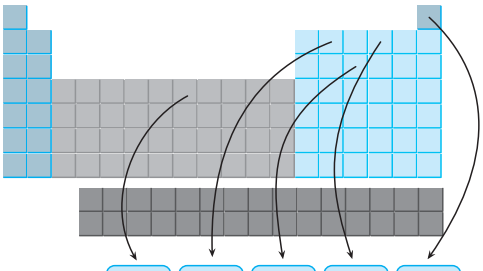
۲- این طبقه‌بندی می‌تواند اطلاعات بسیار ارزشمندی دربارهٔ ویژگی‌های عنصرها در اختیار ما قرار دهد.

۳- براساس طبقه‌بندی این جدول می‌توان رفتار شیمیایی عنصرهای گوناگون را پیش‌بینی کرد.

۴- به کمک جدول دوره‌ای عنصرها، می‌توان به آسانی شمارهٔ گروه و شمارهٔ دوره (ردیف) هر عنصر را تعیین کرد. شمارهٔ گروه و دورهٔ یک عنصر، موقعیت یا مکان آن عنصر را در جدول دوره‌ای مشخص می‌کند.

۵- به کمک جدول دوره‌ای عنصرها، می‌توان تعداد ذره‌های زیراتمی را برای یک عنصر به‌دست آورد.

۶- به کمک جدول دوره‌ای می‌توان با استفاده از مشابه بودن خواص شیمیایی عنصرهای یک گروه، خواص شیمیایی عنصرها را پیش‌بینی کرد.



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

	۱	۲											۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
۱	۱ H هیدروژن ۱.۰۰۸																	۲ He هلیم ۴.۰۰۳
۲	۳ Li لیتیم ۶.۹۴	۴ Be بریلیم ۹.۰۱											۵ B بور ۱۰.۸۰	۶ C کربن ۱۲.۰۱	۷ N نیتروژن ۱۴.۰۱	۸ O اکسیژن ۱۶.۰۰	۹ F فلوئور ۱۹.۰۰	۱۰ Ne نئون ۲۰.۱۸
۳	۱۱ Na سدیم ۲۲.۹۹	۱۲ Mg منیزیم ۲۴.۳۱	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳ Al آلومینیم ۲۶.۹۸	۱۴ Si سیلیسیم ۲۸.۰۹	۱۵ P فسفر ۳۰.۹۷	۱۶ S گوگرد ۳۲.۰۷	۱۷ Cl کلر ۳۵.۴۵	۱۸ Ar آرگون ۳۹.۹۵
۴	۱۹ K پتاسیم ۳۹.۱۰	۲۰ Ca کلسیم ۴۰.۰۸	۲۱ Sc اسکاندیم ۴۴.۹۶	۲۲ Ti تیتانیم ۴۷.۸۷	۲۳ V وانادیم ۵۰.۹۴	۲۴ Cr کروم ۵۲.۰۰	۲۵ Mn منگنز ۵۴.۹۴	۲۶ Fe آهن ۵۵.۸۵	۲۷ Co کبالت ۵۸.۹۳	۲۸ Ni نیکل ۵۸.۶۹	۲۹ Cu مس ۶۳.۵۵	۳۰ Zn روی ۶۵.۳۹	۳۱ Ga گالیم ۶۹.۷۲	۳۲ Ge ژرمانیم ۷۲.۶۴	۳۳ As آرسنیک ۷۴.۹۲	۳۴ Se سلنیم ۷۸.۹۶	۳۵ Br برم ۷۹.۹۰	۳۶ Kr کریپتون ۸۳.۸۰
۵	۳۷ Rb روبیدیم ۸۵.۴۷	۳۸ Sr استرانسیم ۸۷.۶۲	۳۹ Y ایتریم ۸۸.۹۱	۴۰ Zr زیرکونیم ۹۱.۲۲	۴۱ Nb نیوبیم ۹۲.۹۱	۴۲ Mo مولیبدن ۹۵.۹۴	۴۳ Tc تکنسیم –	۴۴ Ru روتنیم ۱۰۱.۱	۴۵ Rh رودیم ۱۰۲.۹۰	۴۶ Pd پالادیم ۱۰۶.۴۰	۴۷ Ag نقره ۱۰۷.۹۰	۴۸ Cd کادمیم ۱۱۲.۴۰	۴۹ In ایندیم ۱۱۴.۸۰	۵۰ Sn قلع ۱۱۸.۷۰	۵۱ Sb آنتیموان ۱۲۱.۸۰	۵۲ Te تلوریم ۱۲۷.۶۰	۵۳ I ید ۱۲۶.۹۰	۵۴ Xe زنون ۱۳۱.۳۰
۶	۵۵ Cs سزیم ۱۳۲.۹	۵۶ Ba باریم ۱۳۷.۳	۷۱ Lu لوتسیم ۱۷۵.۰۰	۷۲ Hf هافنیم ۱۷۸.۵	۷۳ Ta تانتال ۱۸۰.۹۰	۷۴ W تنگستن ۱۸۳.۸۰	۷۵ Re رنیم ۱۸۶.۲۰	۷۶ Os اسمیم ۱۹۰.۲۰	۷۷ Ir ایریدیم ۱۹۲.۲۰	۷۸ Pt پلاتین ۱۹۵.۱	۷۹ Au طلا ۱۹۷.۰۰	۸۰ Hg جیوه ۲۰۰.۶۰	۸۱ Tl تالیم ۲۰۴.۳۰	۸۲ Pb سرب ۲۰۷.۲۰	۸۳ Bi بیسموت ۲۰۹.۰۰	۸۴ Po پولونیم [۲۰۹]	۸۵ At استاتین [۲۱۰]	۸۶ Rn رادون [۲۲۲]
۷	۸۷ Fr فرانسیم [۲۲۳]	۸۸ Ra رادیم [۲۲۶]	۱۰۳ Lr لورنسیم [۲۶۲]	۱۰۴ Rf رادرفوردیم [۲۶۷]	۱۰۵ Db دابنیم [۲۶۸]	۱۰۶ Sg سیبورگیم [۲۷۱]	۱۰۷ Bh بوریم [۲۷۲]	۱۰۸ Hs هاسیم [۲۷۷]	۱۰۹ Mt مایتنریم [۲۷۶]	۱۱۰ Ds دارمشتاتیم [۲۸۱]	۱۱۱ Rg رونتگنیم [۲۸۰]	۱۱۲ Cn کوپرنسیم [۲۷۷]	۱۱۳ Nh نیهونیم [۲۸۴]	۱۱۴ Fl فلوریم [۲۸۹]	۱۱۵ Mc مسکوویم [۲۸۸]	۱۱۶ Lv لیورموریم [۲۹۳]	۱۱۷ Ts تنسینه [۲۹۶]	۱۱۸ Og اوگانسون [۲۹۴]

۵۷ La لانتان ۱۳۸.۹۰	۵۸ Ce سریم ۱۴۰.۱۰	۵۹ Pr پراسئودیمیم ۱۴۰.۹۰	۶۰ Nd نئودیمیم ۱۴۴.۲۰	۶۱ Pm پرومتیم [۱۴۵]	۶۲ Sm ساماریم ۱۵۰.۴۰	۶۳ Eu اوروپیم ۱۵۲.۰۰	۶۴ Gd گادولینیم ۱۵۷.۳۰	۶۵ Tb تربیم ۱۵۸.۹۰	۶۶ Dy دیسپروزیم ۱۶۲.۵۰	۶۷ Ho هولمیم ۱۶۴.۹۰	۶۸ Er اربیم ۱۶۷.۳۰	۶۹ Tm تولیم ۱۶۸.۹۰	۷۰ Yb ایتربیم ۱۷۳.۰۰
۸۹ Ac اکتینیم [۲۲۷]	۹۰ Th توریم ۲۳۲.۰۰	۹۱ Pa پروتاکتینیم ۲۳۱.۰۰	۹۲ U اورانیم ۲۳۸.۰۰	۹۳ Np نپتونیم [۲۳۷]	۹۴ Pu پلوتونیم [۲۴۴]	۹۵ Am امریسیم [۲۴۳]	۹۶ Cm کوریم [۲۴۷]	۹۷ Bk برکلیم [۲۴۷]	۹۸ Cf کالیفرنیم [۲۵۱]	۹۹ Es اینشتینیم [۲۵۲]	۱۰۰ Fm فرمیم [۲۵۷]	۱۰۱ Md مندلیم [۲۵۸]	۱۰۲ No نوبلیم [۲۵۹]

جدول دوره‌ای عنصرها

gajmarket

قسمت اول: چگونگی تشکیل عنصرها

شناخت کیهان و پیدایش عنصرها

۱. چرا کرهٔ زمین از جنس سنگ اما مشتری از جنس گاز متراکم شده است؟

۱) چون فراوانی عنصرهای سنگین در مشتری بیش‌تر از فراوانی این عنصرها در زمین است.

۲) چون عنصرهای فراوان تشکیل‌دهندهٔ سیارهٔ مشتری بیش‌تر حالت گازی دارند.

۳) چون فراوانی گازهای هیدروژن و هلیم در مشتری کم‌تر از کرهٔ زمین است.

۴) چون کرهٔ زمین نسبت به مشتری به خورشید نزدیک‌تر است.

۲. چند مورد از جمله‌های زیر درست است؟

آ) در شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی یک سیاره نوع عنصرهای سازندهٔ سیاره مشخص می‌شود.

ب) ستاره‌ها پس از مرگ، عنصرهای تشکیل‌دهندهٔ خود را در فضا پراکنده می‌کنند.

پ) عنصرها به‌صورت همگون در جهان هستی توزیع شده‌اند.

ت) در روند تشکیل عنصرها، عنصرهای سبک مانند هلیم، لیتیم، آلومینیم و ... به عنصرهای سنگین‌تر مانند اکسیژن و نیتروژن تبدیل می‌شوند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳. کدام‌یک از عبارت‌های داده‌شده جملهٔ زیر را به درستی تکمیل می‌کنند؟

«وویجرهای ۱ و ۲ مأموریت داشتند تا با گذر از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون شناسنامه‌ای حاوی اطلاعاتی مانند ..... را تهیه و ارسال کنند.»

آ) نوع عنصرهای سازندهٔ سیاره

ب) ترکیب درصد مواد تشکیل‌دهندهٔ سیاره

پ) دما و فشار هستهٔ سیاره

ت) ترکیب‌های شیمیایی موجود در اتمسفر آن‌ها

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

۴. از عبارت‌های زیر، چند مورد درست است؟

آ) ستاره‌ها کارخانهٔ ساخت عنصرها هستند.

ب) ترکیب و درصد عنصرهای سیارهٔ مشتری شبیه سیارهٔ زمین است.

پ) واکنش‌های هسته‌ای درون ستاره‌ها در شرایط ویژه و در دماهای بسیار بالا انجام می‌شوند.

ت) در تمام واکنش‌های هسته‌ای، ذره‌های زیراتمی و هسته‌ها به هم جوش خورده و عنصرهای سنگین‌تر تشکیل می‌شوند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵. تاکنون ..... عنصر شناخته شده است که از این میان تعداد ..... عنصر از آن‌ها در طبیعت یافت شده است. (به ترتیب از راست به چپ)

۱) ۱۱۸ ـ ۲۶ ۲) ۱۱۸ ـ ۹۲ ۳) ۱۲۰ ـ ۲۶ ۴) ۱۲۰ ـ ۹۲

۶. کدام ایزوتوپ هیدروژن در آغاز کیهان، قبل از سایر ایزوتوپ‌ها تشکیل شده است؟

۱) $^{1}_{1}H$ ۲) $^{4}_{1}H$ ۳) $^{2}_{1}H$ ۴) $^{3}_{1}H$

۷. از عبارت‌های زیر چند مورد درست هستند؟

آ) اختر شیمی به مطالعهٔ مولکول‌های موجود در فضاهای بین ستاره‌ای می‌پردازد.

ب) پس از مهبانگ، آهن زودتر از اکسیژن پدید آمد.

پ) دمای سطح خورشید به $6000^{\circ}C$ و دمای مرکز آن به $10^{7}\,^{\circ}C$ می‌رسد.

ت) سحابی بومرنگ، سردترین مکان شناخته‌شده در جهان هستی با دمای $-272^{\circ}C$ است.

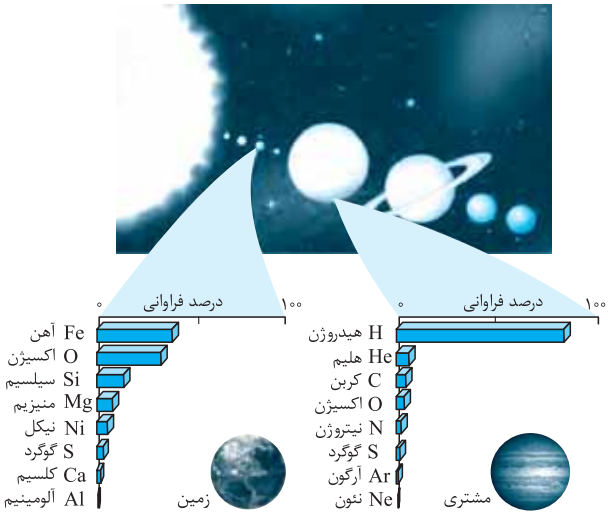
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸. کدام گزینه عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟
«..... سیارهٔ زمین از سیارهٔ مشتری ..... است.»
۱) شعاع ـ بیش‌تر ۲) درصد فراوانی He ـ کم‌تر ۳) میانگین دمای ـ کم‌تر ۴) درصد فراوانی عنصرهای گازی ـ بیش‌تر

۹. ..... و ..... هر ستاره تعیین می‌کند که چه عنصرهایی باید در آن ستاره ساخته شود. هر چه ..... یک ستاره بیش‌تر باشد، شرایط تشکیل عنصرهای ..... در آن فراهم می‌شود.
۱) دما ـ اندازه ـ دمای ـ سنگین‌تر ۲) سرعت ـ دما ـ اندازه ـ سنگین‌تر
۳) سرعت ـ شعاع ـ دمای ـ سبک‌تر ۴) سرعت ـ دما ـ سرعت ـ سبک‌تر

۱۰. چند مورد، از جمله‌های زیر نادرست می‌باشند؟
آ) یکی از پرسش‌های مهمی که شیمی‌دان‌ها در پی یافتن پاسخ آن هستند، چگونگی پیدایش عنصرهاست.
ب) مطالعهٔ کیهان به ویژه سامانهٔ خورشیدی برای پاسخ به پرسش چگونگی پیدایش عنصرها، کمک شایانی می‌کند.
پ) سیلیسیم و کلسیم از جمله عنصرهای مشترک موجود در دو سیارهٔ زمین و مشتری می‌باشند.
ت) هر چه دمای ستاره بیش‌تر باشد، شرایط تجزیهٔ عنصرهای سنگین‌تر بیش‌تر فراهم می‌شود.
ث) پس از انفجار مهیب، با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیم تولید شده، متراکم شده و سحابی‌ها به‌وجود آمدند.
۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۱۱. با در نظر گرفتن شکل روبه‌رو، کدام عبارت زیر نادرست است؟
۱) علاوه بر عنصرهای معرفی‌شده در شکل روبه‌رو، عنصرهای دیگری نیز در زمین وجود دارد.
۲) علت گازی بودن سیاره‌هایی هم‌چون مشتری، دور بودن آن‌ها از خورشید است.
۳) بزرگ‌ترین سیارهٔ منظومهٔ شمسی دارای هیچ عنصر فلزی در میان پنج عنصر فراوان آن نیست.
۴) اغلب عنصرهای فراوان سیارهٔ زمین در دمای اتاق، به حالت جامد هستند.

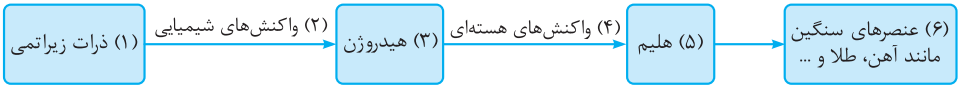


هم‌جوشی هسته‌ها

۱۲. با توجه به روند تشکیل عنصرها در ستارگان، از به هم پیوستن حداقل چند اتم فراوان‌ترین ایزوتوپ هلیم، یک اتم ایزوتوپ $^{24}_{12}Mg$ می‌تواند به‌وجود آید؟ (از تبادل انرژی و تغییرات جرم صرف‌نظر شود.) (ریاضی خارج از کشور ۹۸)
۱) ۴ ۲) ۶ ۳) ۸ ۴) ۱۲

۱۳. کدام عبارت درست است؟
۱) در واکنش‌های هسته‌ای همانند واکنش‌های شیمیایی، جرم مواد واکنش‌دهنده با جرم مواد فراورده برابر است.
۲) در واکنش‌های هسته‌ای، یقیناً کاهش یا افزایش جرم در هسته رخ می‌دهد.
۳) واکنش‌های هسته‌ای را با دقت فراوان می‌توان در آزمایشگاه انجام داد.
۴) واکنش‌های هسته‌ای با کاهش جرم اتمی عنصرها و آزاد شدن انرژی هنگفت همراه هستند.

۱۴. کدام‌یک از قسمت‌های نمایش داده شده در شکل زیر نادرست است؟
۱) (۴)، (۱)
۲) (۵)، (۲)
۳) (۶)، (۲)
۴) (۶)، (۳)



رابطهٔ اینشتین

۱۵. اگر در تبدیل هسته‌ای $^{16}_{8}O \rightarrow 8\,^{1}_{1}H + 8\,^{1}_{0}n$، افت جرم به اندازهٔ $1/4\times10^{-4}\,g$ اتفاق بیفتد، با تولید ۳۲g گاز اکسیژن در یک ستاره، به تقریب چند کیلو ژول انرژی آزاد می‌شود؟ $(O = 16\,g.mol^{-1})$ (تجربی ۹۸)
۱) $1/26\times10^{7}$ ۲) $1/26\times10^{10}$ ۳) $2/52\times10^{7}$ ۴) $2/52\times10^{10}$

۱۶. اگر انرژی لازم برای ذوب کردن ۳۰۰۰ کیلوگرم آهن، از طریق واکنش هسته‌ای تبدیل هیدروژن به هلیم تأمین شود، جهت تأمین گرمای مورد نیاز، چند گرم ماده بایستی به انرژی تبدیل گردد؟ (فرض کنید برای ذوب شدن یک گرم آهن، ۲۴۷ ژول انرژی نیاز است.)

۱) $۸۲/۳ \times ۱۰^{-۷}$ ۲) $۸۲/۳ \times ۱۰^{-۵}$ ۳) $۲۸/۳ \times ۱۰^{-۷}$ ۴) $۲۸/۳ \times ۱۰^{-۵}$

۱۷. جرم هستهٔ یکی از ایزوتوپ‌های اورانیم ($^{۲۳۵}_{۹۲}U$) برابر $۳/۲۳۸ \times ۱۰^{-۲۵} kg$ است. مقدار انرژی آزادشده بر اثر تشکیل این هسته از ذره‌های بنیادی اولیه، تقریباً چند ژول است؟ (جرم پروتون و نوترون به‌ترتیب برابر $۱/۶۷ \times ۱۰^{-۲۷} kg$ و $۱/۶۸ \times ۱۰^{-۲۷} kg$ است.)

۱) $۶/۳ \times ۱۰^{-۱۲}$ ۲) $۶/۳ \times ۱۰^{-۹}$ ۳) $۳/۶ \times ۱۰^{-۹}$ ۴) $۳/۶ \times ۱۰^{-۱۲}$

۱۸. انرژی حاصل از انفجار ۲۰ تن TNT را تقریباً از تبدیل چند گرم مادهٔ پرتوزا به انرژی می‌توان تولید کرد؟ (انرژی آزادشده از انفجار TNT برابر $۲/۷۶ kJ.g^{-۱}$ است.)

۱) ۰/۰۶۱ ۲) ۰/۰۶۱۳ ۳) ۰/۰۰۶۱۳ ۴) ۰/۰۰۰۶

قسمت دوم: عنصرها و ایزوتوپ‌ها

نماد شیمیایی عنصرها

۱۹. عدد جرمی عنصری ۹۵ است. اگر در این عنصر $A = ۲Z + ۵$ باشد، عدد اتمی و تعداد نوترون‌های آن به‌ترتیب از راست به چپ کدام است؟

۱) ۴۰ ـ ۵۵ ۲) ۴۵ ـ ۵۰ ۳) ۵۰ ـ ۴۵ ۴) ۵۵ ـ ۴۰

۲۰. تفاوت تعداد الکترون و نوترون در کدام یون بیش‌تر است؟

۱) $^{۴۰}_{۲۰}Ca^{۲+}$ ۲) $^{۳۵}_{۱۷}Cl^{-}$ ۳) $^{۸۰}_{۳۵}Br^{-}$ ۴) $^{۶۴}_{۲۹}Cu^{۲+}$

۲۱. عدد جرمی $X^{۲+}$ برابر ۴۲ است. اگر تفاوت تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها در این یون برابر ۶ باشد، عدد اتمی این یون کدام است؟

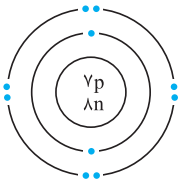
۱) ۱۹ ۲) ۲۱ ۳) ۲۳ ۴) ۴۰

۲۲. با توجه به جدول روبه‌رو، کدام عبارت درست است؟

گونه	عدد جرمی	تعداد الکترون	تعداد نوترون
$A^{۲+}$	۲۴	x	۱۲
B	y	۱۵	۱۶
$C^{۳-}$	z	۱۸	۱۷

۱) x برابر ۱۲ است.
۲) z برابر ۳۴ است.
۳) B و C ایزوتوپ هستند.
۴) y برابر ۲۹ است.

۲۳. شکل روبه‌رو، ساختار کدام ذرهٔ زیر را نشان می‌دهد؟



۱) $_{۷}N$ ۲) $_{۷}N^{۳-}$
۳) $_{۸}O$ ۴) $_{۸}O^{۲-}$

ایزوتوپ‌ها

۲۴. هیدروژن در طبیعت دارای ..... ایزوتوپ است که جرم سنگین‌ترین ایزوتوپ آن ..... برابر جرم سبک‌ترین آن‌ها است.

۱) ۷ ـ ۷ ۲) ۳ ـ ۳ ۳) ۲ ـ ۲ ۴) ۷ ـ ۱

۲۵. هیدروژن در طبیعت به‌ترتیب از راست به چپ دارای چند ایزوتوپ پایدار و چند ایزوتوپ ناپایدار است؟

۱) ۱ ـ ۲ ۲) ۲ ـ ۱ ۳) ۲ ـ ۳ ۴) ۲ ـ ۲

۲۶. در صورت تولید، کدام ایزوتوپ هیدروژن از همه ناپایدارتر است؟

۱) $^{۴}_{۱}H$ ۲) $^{۵}_{۱}H$ ۳) $^{۶}_{۱}H$ ۴) $^{۷}_{۱}H$

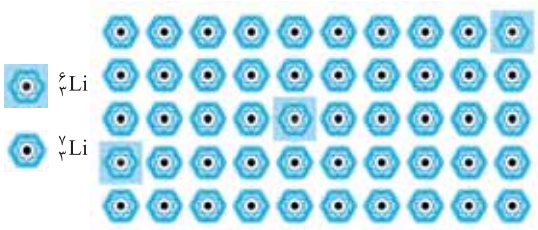
۲۷. ایزوتوپ‌های یک عنصر به‌ترتیب، فراوانی ..... و پایداری ..... دارند.

۱) یکسان ـ یکسان ۲) یکسان ـ متفاوت ۳) متفاوت ـ متفاوت ۴) متفاوت ـ یکسان

۲۸. نسبت شمار نوترون به شمار پروتون در سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی عنصر هیدروژن، کدام است؟ (تجربی ۹۸)

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۷

۲۹. با توجه به شکل روبه‌رو، درصد فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر لیتیم کدام است؟



۱) ۱۰
۲) ۲۰
۳) ۹۰
۴) ۸۰

۳۰. کدام دو اتم، ایزوتوپ یکدیگرند؟
۱) $^{40}_{20}B$ ـ $^{40}_{19}A$ ۲) $^{39}_{19}C$ ـ $^{40}_{19}A$ ۳) $^{39}_{18}D$ ـ $^{39}_{19}C$ ۴) $^{39}_{18}D$ ـ $^{40}_{20}B$

۳۱. ایزوتوپ‌های منیزیم در کدام مورد با یکدیگر اختلاف دارند؟
۱) نقطهٔ ذوب ۲) تعداد پروتون ۳) تعداد الکترون ۴) خواص شیمیایی

۳۲. در اثر افزودن یک پروتون و یک الکترون به اتم سدیم $(^{23}_{11}Na)$ .....
۱) ایزوتوپی از ^{12}Mg تشکیل می‌شود. ۲) یون Na^+ حاصل می‌شود. ۳) یون Mg^{+}_{12} به‌وجود می‌آید. ۴) ایزوتوپی از سدیم تشکیل می‌شود.

۳۳. ایزوتوپ‌های اتم هیدروژن، دارای ..... یکسان، اما ..... متفاوت و خواص شیمیایی ..... هستند.
۱) عدد اتمی ـ عدد جرمی ـ متفاوت ۲) عدد جرمی ـ عدد اتمی ـ یکسان
۳) تعداد پروتون‌های ـ تعداد نوترون‌های ـ متفاوت ۴) تعداد الکترون‌های ـ تعداد نوترون‌های ـ یکسان

۳۴. با توجه به شکل روبه‌رو، در میان ایزوتوپ‌های منیزیم با عدد اتمی ..... ، ایزوتوپ ..... دارای بیش‌ترین درصد فراوانی بوده و سنگین‌ترین ایزوتوپ منیزیم تعداد ..... نوترون در هستهٔ خود دارد.

۱) ۱۴ ـ $^{25}_{12}Mg$ ـ ۱۳
۲) ۱۲ ـ $^{24}_{12}Mg$ ـ ۱۲
۳) ۱۴ ـ $^{26}_{12}Mg$ ـ ۱۲
۴) ۱۲ ـ $^{24}_{12}Mg$ ـ ۱۴

رادیوایزوتوپ‌ها

۳۵. کدام عبارت‌ها در مورد رادیوایزوتوپ‌ها درست‌اند؟
آ) واکنش‌پذیری شیمیایی بالایی دارند.
ب) درصد فراوانی آن‌ها در طبیعت زیاد است.
پ) نیم‌عمر آن‌ها بسیار پایین است.
ت) در کشاورزی و تولید سوخت هسته‌ای کاربرد دارند.
ث) عنصرهایی پایدار هستند.
ج) ماندگاری بالایی در طبیعت دارند.
چ) خاصیت پرتوزایی دارند.
ح) در اثر پرتوزایی به عنصرهای سنگین‌تر تبدیل می‌شوند.
۱) (آ)، (ت) و (چ) ۲) (پ)، (چ) و (ث) ۳) (آ)، (پ) و (ج) ۴) (ت) و (چ)

۳۶. چند مورد از عبارت‌های زیر نادرست است؟
آ) رادیوایزوتوپ‌ها را می‌توان در درمان تومورهای سرطانی به کار برد.
ب) دفع زباله‌های هسته‌ای از جمله مشکلات استفاده از صنایع هسته‌ای به شمار می‌رود.
پ) رادون به طور پیوسته از طریق واکنش‌های هسته‌ای در کرهٔ زمین تولید می‌شود.
ت) گاز رادون موجود در هواکره خطری برای تندرستی ماست.
۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۳۷. نیم‌عمر اتم‌های $^{3}_{1}H$ حدود ۱۲/۳۲ سال است. حدود چند سال طول می‌کشد تا ۸۷/۵ درصد از اتم‌های $^{3}_{1}H$ تجزیه شوند؟
۱) ۱۲/۳۲ ۲) ۲۴/۶۴ ۳) ۳۶/۹۶ ۴) ۴۹/۲۸

۳۸. اگر نیم‌عمر ایزوتوپ $^{3}_{1}H$ برابر ۱۲ سال باشد، چند سال طول می‌کشد تا حدود ۹۷٪ آن به اتم‌های دیگر تبدیل شود؟
۱) ۲۴ ۲) ۳۶ ۳) ۴۸ ۴) ۶۰

۳۹. ۱۶ گرم تکنسیم در اختیار بوده است. اگر بعد از ۳۶ ساعت فقط ۲۵۰ میلی‌گرم آن باقی مانده باشد، نیم‌عمر آن کدام است؟
۱) ۴ ساعت ۲) ۶ ساعت ۳) ۸ ساعت ۴) ۱۲ ساعت

۴۰. جهت تشخیص توده‌های سرطانی در غدهٔ تیروئید یک بیمار، مقدار ۸ میلی‌گرم از اتم‌های پرتوزای تکنسیم تزریق شده است. چنان‌چه ۲۴ ساعت پس از تزریق این رادیودارو فقط مقدار ۰/۵ میلی‌گرم از اتم‌های تکنسیم باقی مانده باشد، نیم‌عمر تکنسیم چند ساعت است؟
۱) ۴ ۲) ۶ ۳) ۸ ۴) ۱۰

عنصرهای ساخت بشر

۴۱. در یک نمونه مخلوط طبیعی شامل تعداد ۱۰۰۰۰ اتم اورانیم، تقریباً چند اتم از نوع اورانیم ـ ۲۳۵ وجود دارد؟
۱) ۰/۷ ۲) ۷ ۳) ۷۰ ۴) ۷۰۰

۴۲. چند مورد از کاربرد مواد، درست بیان شده است؟
آ) تکنسیم: تصویربرداری غدهٔ تیروئید
ب) اورانیم ـ ۲۳۵: تولید سوخت هسته‌ای
پ) آهن ـ ۵۹: تصویربرداری دستگاه گردش خون
ت) گلوکز نشان‌دار: تصویربرداری اغلب اندام‌های بدن
ث) کربن ـ ۱۴: تعیین قدمت اشیاء قدیمی
۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۴۳. چند مورد از مطالب زیر، دربارهٔ $^{99}_{43}Tc$ درست‌اند؟ (تجربی خارج از کشور ۹۸)

- در تصویربرداری از غدهٔ تیروئید، کاربرد دارد.
- نخستین عنصری است که در واکنشگاه هسته‌ای ساخته شد.
- اندازهٔ یون آن درست به اندازهٔ یون یدید است و در تیروئید جذب می‌شود.
- زمان ماندگاری آن اندک است و نمی‌توان مقدار زیادی از آن را تولید و انبار کرد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۴. کدام عبارت نادرست است؟

۱) غنی‌سازی ایزوتوپی یکی از مراحل چرخهٔ تولید انرژی هسته‌ای است.
۲) دفع پسماند راکتورهای هسته‌ای یکی از مهم‌ترین چالش‌های صنایع هسته‌ای است.
۳) فراوانی رادیوایزوتوپ‌های اورانیم در مخلوط طبیعی آن کم‌تر از ۰/۷ درصد است.
۴) گاز رادون به طور پیوسته در لایه‌های زیرین زمین از طریق واکنش‌های هسته‌ای تولید می‌شود.

۴۵. اگر مقداری رادیوایزوتوپ ^{59}Fe و ^{99}Tc وارد بدن فرد شود، تصویربرداری در کدام اندام‌های بدن به‌ترتیب واضح‌تر خواهد بود؟

۱) گردش خون ـ تیروئید ۲) تیروئید ـ گردش خون ۳) گردش خون ـ روده‌ها ۴) دست‌ها ـ تیروئید

۴۶. چند مورد از عبارت‌های زیر، درست‌اند؟

آ) تشابه خواص شیمیایی یون حاوی تکنسیم با یون یدید (I^-) دلیل استفادهٔ تکنسیم در تصویربرداری از غدهٔ تیروئید است.
ب) پسماند راکتورهای اتمی خاصیت پرتوزایی نداشته و خطرناک نیستند.
پ) هم گلوکز معمولی و هم گلوکز نشان‌دار در یاخته‌های سرطانی تجمع می‌کنند.
ت) به طور تقریبی حدود ۲۲ درصد از عنصرهای شناخته‌شده، ساختهٔ دست بشر هستند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۷. پاسخ پرسش‌های (آ) و (ب) در کدام گزینه قرار دارد؟

آ) دلیل استفاده از عنصر تکنسیم در تصویربرداری از غدهٔ تیروئید چیست؟
ب) تعداد نوترون‌های شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزایی که اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود، کدام است؟

۱) پرتوزا بودن ـ ۱۴۶ ۲) تشابه اندازهٔ یون حاوی آن با یون یدید و پرتوزا بودن ـ ۱۴۳
۳) طیف نشری خطی آن ـ ۱۴۳ ۴) تشابه اندازهٔ یون حاوی آن با یون یدید ـ ۱۴۶

۴۸. چند مورد از عبارت‌های داده‌شده عبارت «غنی‌سازی ایزوتوپی .....» را به درستی کامل می‌کنند؟

آ) فرایندی است که مقدار یک ایزوتوپ را در مخلوط ایزوتوپ‌های آن افزایش می‌دهد.
ب) یکی از مراحل مهم چرخهٔ تولید سوخت هسته‌ای است.
پ) تنها در ده کشور هسته‌ای جهان از جمله کشور ایران انجام می‌شود.
ت) بخشی از انرژی الکتریکی مورد نیاز کشور ما را تأمین کرده است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۹. کدام گزینه عبارت‌های (آ) تا (پ) را به‌ترتیب به درستی کامل می‌کند؟

آ) دفع پسماند راکتورهای اتمی به علت ..... از جمله چالش‌های صنایع هسته‌ای به شمار می‌آید.
ب) نخستین عنصر ساخت بشر در ..... ساخته شده است.
پ) اغلب افرادی که به ..... دچار می‌شوند، مقدار قابل توجهی مواد پرتوزا از دود سیگار و قلیان دریافت کرده‌اند.

۱) پرتوزایی ـ واکنشگاه هسته‌ای ـ سرطان ریه ۲) پرتوزایی ـ واکنشگاه شیمیایی ـ سرطان ریه
۳) خطرناک بودن ـ واکنشگاه هسته‌ای ـ سرطان خون ۴) خطرناک بودن ـ واکنشگاه هسته‌ای ـ سرطان تیروئید

قسمت سوم: طبقه‌بندی عنصرها

جدول دوره‌ای عنصرها

۵۰. از عبارت‌های زیر چند مورد درست است؟

آ) طبقه‌بندی عنصرها، می‌تواند اطلاعات ارزشمندی در مورد ویژگی‌های عنصرها در اختیار ما قرار دهد.
ب) به کمک جدول تناوبی می‌توان تعداد ذره‌های زیراتمی یک عنصر را تعیین کرد.
پ) جدول تناوبی امروزی برحسب افزایش جرم اتمی سازماندهی شده است.
ت) لانتانیدها از عنصر شمارهٔ ۵۸ تا ۷۲ خانه‌های جدول تناوبی را اشغال کرده‌اند.
ث) برای اندازه‌گیری جرم اتم‌ها، دانشمندان از دستگاهی به نام طیف‌بین استفاده می‌کنند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵۱. کدام مجموعه از عنصرهای زیر، خواص شیمیایی مشابه هم دارند؟
۱) سدیم ـ منیزیم ـ کلسیم ۲) سدیم ـ پتاسیم ـ آلومینیم ۳) آلومینیم ـ کلسیم ـ منیزیم ۴) منیزیم ـ کلسیم ـ باریم

۵۲. کدام عبارت یا عبارت‌ها درست است؟
آ) عدد اتمی اولین عنصر و آخرین عنصر دورهٔ پنجم، به ترتیب ۳۷ و ۵۴ است.
ب) در دورهٔ چهارم جدول دوره‌ای، فقط دو عنصر با نماد شیمیایی تک حرفی وجود دارد.
پ) خواص فیزیکی و شیمیایی $_{۵۳}A$ و $_{۸۳}B$ شبیه هم است.
ت) عدد اتمی عنصر واقع در دورهٔ ۵ از گروه ۸ جدول دوره‌ای برابر ۴۲ است.
۱) آ ـ ب ۲) پ ـ ت ۳) آ ـ ب ـ ت ۴) ب ـ ت

۵۳. سبک‌ترین و سنگین‌ترین گاز نجیب موجود در طبیعت، به‌ترتیب کدام‌اند؟
۱) هلیم ـ آرگون ۲) رادون ـ کریپتون ۳) هلیم ـ رادون ۴) آرگون ـ نئون

۵۴. کدام گزینه پاسخ درست دو پرسش زیر است؟
آ) مبنای تنظیم جدول دوره‌ای عنصرها کدام مورد است؟ ب) آخرین عنصر جدول تناوبی کدام است؟
۱) عدد اتمی ـ اوگانسون ۲) عدد جرمی ـ اوگانسون ۳) تعداد نوترون‌ها ـ نوبلیم ۴) جرم اتمی ـ نوبلیم

۵۵. خواص و رفتار شیمیایی یک عنصر توسط کدام مورد زیر مشخص می‌شود؟
۱) تعداد نوترون‌ها ۲) تعداد پروتون‌ها ۳) تعداد ایزوتوپ‌ها ۴) جرم اتمی

۵۶. کدام ویژگی روند تکرار خواص دوره‌ای عنصرها را بهتر نشان می‌دهد؟
۱) جرم اتمی ۲) عدد جرمی ۳) عدد اتمی ۴) حجم اتم‌ها

۵۷. در جدول دوره‌ای عنصرها، تعداد ..... تناوب و تعداد ..... گروه وجود دارد که بیش‌ترین تعداد عنصر گازی در گروه ..... و کم‌ترین تعداد عنصر در تناوب ..... وجود دارد.
۱) ۷ ـ ۱۸ ـ ۷ ۲) ۱۸ ـ ۷ ـ ۱۶ ـ ۱ ۳) ۷ ـ ۱۸ ـ ۱۸ ـ ۱ ۴) ۱۸ ـ ۷ ـ ۱۷ ـ ۱

۵۸. کم‌ترین و بیش‌ترین تعداد عنصرها به‌ترتیب در کدام تناوب‌ها قرار گرفته‌اند؟
۱) دوم ـ ششم ۲) اول ـ ششم ۳) دوم ـ هفتم ۴) اول ـ پنجم

۵۹. تعداد عنصرها در کدام دو تناوب مثل هم است؟
۱) اول ـ دوم ۲) سوم ـ چهارم ۳) ششم ـ هفتم ۴) پنجم ـ ششم

۶۰. در دورهٔ سوم جدول دوره‌ای، شمار عنصرهای فلز و نافلز به‌ترتیب از راست به چپ، کدام است؟ (با صرف‌نظر از گازهای نجیب) (ریاضی ۹۸)
۱) ۳، ۴ ۲) ۳، ۳ ۳) ۴، ۴ ۴) ۴، ۳

۶۱. موقعیت یک عنصر در جدول تناوبی کدام ویژگی آن عنصر را به طور دقیق مشخص نمی‌کند؟
۱) جرم اتمی میانگین ۲) عدد اتمی ۳) تعداد الکترون‌ها ۴) تعداد پروتون‌ها

۶۲. خواص شیمیایی عنصرهای $_{۹}X$ و $_{۱۳}Y$ به‌ترتیب، به خواص شیمیایی کدام عنصر، نزدیک‌تر است؟
۱) $_{۵}B$ ـ $_{۱۷}Cl$ ۲) $_{۵}B$ ـ $_{۱۰}Ne$ ۳) $_{۱۴}Si$ ـ $_{۱۷}Cl$ ۴) $_{۱۴}Si$ ـ $_{۱۰}Ne$

۶۳. کدام عنصر در جدول تناوبی با نیکل ($_{۲۸}Ni$) هم‌گروه است؟
۱) $_{۴۲}Mo$ ۲) $_{۴۶}Pd$ ۳) $_{۴۸}Cd$ ۴) $_{۵۶}Ba$

۶۴. در میان چهار عنصر $_{۱۳}A$، $_{۱۹}X$، $_{۳۱}Y$، $_{۳۶}D$، کدام دو عنصر به‌ترتیب در یک دوره و کدام دو عنصر در یک گروه جدول تناوبی جای دارند؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.) (ریاضی خارج از کشور ۹۳)
۱) D ، Y ـ D ، A ۲) D ، Y ـ X ، A ۳) D ، A ـ Y ، X ۴) Y ، A ـ D ، X

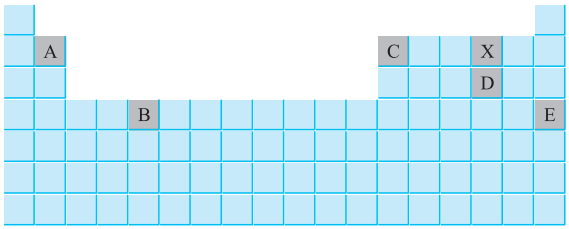
۶۵. با توجه به جدول دوره‌ای عنصرها کدام مطلب نادرست است؟
۱) برخلاف هر گروه، عنصرهایی که در یک دوره از جدول جای دارند، خواص شیمیایی آن‌ها متفاوت است.
۲) عنصرهای گروه ۱۸ همگی گازی و عنصرهای گروه ۱۴ همگی جامدند.
۳) مجموع عنصرهای دوره‌های اول، دوم، سوم و چهارم بیش‌تر از تعداد عنصرهای دورهٔ ششم است.
۴) مندلیف به وجود روند تناوبی میان عنصرها پی برد که متفاوت با شیوه‌ای که امروز می‌شناسیم، است.

۶۶. در چند مورد از موارد زیر، نماد شیمیایی عنصر به درستی نشان داده نشده است؟
- کلسیم: Ca
- منگنز: Mg
- فسفر: F
- گوگرد: S
- کبالت: CO
- برم: B
۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۶۷. تفاوت عدد اتمی دو عنصر واقع در گروه‌های ۲ و ۱۳ از دورهٔ سوم و چهارم به‌ترتیب از راست به چپ کدام است؟
۱) ۱ ـ ۱۱ ۲) ۱ ـ ۱۰ ۳) ۲ ـ ۱۱ ۴) ۲ ـ ۱۰

۶۸. در دورهٔ ششم جدول تناوبی، مابین گروه‌های دوم و سیزدهم چند عضو قرار دارد؟
۱) ۱۸ ۲) ۲۴ ۳) ۲۸ ۴) ۳۲

۶۹. با توجه به شکل روبه‌رو که بخشی از جدول دوره‌ای عنصرها را نشان می‌دهد، کدام مطالب نادرست هستند؟



آ) عنصر A به گروه دوم و تناوب دوم جدول دوره‌ای تعلق دارد.
ب) عنصر B دارای خواص مشابه عنصر E است.
پ) اختلاف عدد اتمی عنصر C با D برابر با ۱۲ است.
ت) عنصر B دارای ۲۳ پروتون است.
ث) اگر عنصر D یون پایدار D^{2-} تولید کند، عنصر $_{8}X$ نیز یون پایدار X^{2-} تولید می‌کند.
۱) (آ) و (پ) ۲) (آ) و (ب) ۳) (ب) و (پ) ۴) (ت) و (ث)

جرم اتمی عنصرها

۷۰. جرم اتمی هر عنصر، برابر است با:
۱) جرم یک اتم از آن
۲) جرم $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ اتم از آن
۳) نسبت جرم اتم به جرم واحد amu
۴) نسبت جرم اتم به ۰/۰۸۳۳ برابر جرم اتم کربن-۱۲

۷۱. کدام عبارت درست است؟
۱) جرم مولی کربن-۱۲ برابر است با: ۱۲amu
۲) جرم یک پروتون برابر است با: ۱amu
۳) جرم یک الکترون برابر است با: ۱amu
۴) جرم اتم هیدروژن برابر است با: $۱\frac{g}{mol}$

۷۲. به‌ترتیب از راست به چپ، یک amu تقریباً برابر است با ..... گرم و ۱ مول برابر است با ..... ذره.
۱) $۱/۶۶ \times ۱۰^{-۲۴}$ ـ $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ ۲) $۱/۶۶ \times ۱۰^{-۲۴}$ ـ $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۲}$ ۳) $۱/۶۶ \times ۱۰^{-۲۳}$ ـ $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ ۴) $۱/۶۶ \times ۱۰^{-۲۳}$ ـ $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۲}$

۷۳. ایزوتوپ‌های یک عنصر از نظر ..... و ..... با هم تفاوت دارند.
۱) جرم اتمی ـ عدد اتمی ۲) جرم اتمی ـ فراوانی ۳) تعداد نوترون‌ها ـ تعداد الکترون‌ها ۴) تعداد پروتون‌ها ـ پایداری

۷۴. در کدام گزینه، نماد ذره‌های زیراتمی به درستی نشان داده شده است؟
۱) ${}^{1}_{+1}p - {}^{1}_{0}n - {}^{0}_{-1}e$ ۲) ${}^{+1}_{1}p - {}^{1}_{0}n - {}^{-1}_{0}e$ ۳) ${}^{1}_{+1}p - {}^{1}_{1}n - {}^{0}_{-1}e$ ۴) ${}^{1}_{+1}p - {}^{1}_{0}n - {}^{0}_{-1}e$

۷۵. اگر جرم الکترون با تقریب، برابر $\frac{۱}{۲۰۰۰}$ جرم هریک از ذره‌های پروتون و نوترون فرض شود، نسبت جرم الکترون‌ها در اتم ${}^{Z}_{Z}A$ به جرم این اتم، به کدام کسر نزدیک‌تر است؟ (تجربی ۸۹)
۱) $\frac{۱}{۱۰۰۰}$ ۲) $\frac{۱}{۲۰۰۰}$ ۳) $\frac{۱}{۴۰۰۰}$ ۴) $\frac{۱}{۵۰۰۰}$

۷۶. چند مورد از مطالب زیر، درست‌اند؟
آ) جرم اتم‌ها را با سنجه‌ای اندازه می‌گیرند که جرم آن با جرم ایزوتوپ کربن ـ ۱۲ برابر است.
ب) جرم ۱amu برابر با حدود ۰/۰۸۳ جرم ایزوتوپ کربن ـ ۱۲ است.
پ) در مقیاس amu جرم اتم کربن ـ ۱۲ دقیقاً برابر با ۱۲amu است.
ت) تنها به پروتون و نوترون ذره‌های بنیادی اتم گفته می‌شود.
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷۷. اگر برای اندازه‌گیری جرم اتمی به جای واحد کربن ـ ۱۲ از اتم اکسیژن ـ ۱۶ به عنوان واحد استفاده کنیم و مقیاس جرم اتمی را $\frac{۱}{۱۶}$ جرم ایزوتوپ اکسیژن ـ ۱۶ فرض کنیم. جرم اتمی روی در مقیاس اکسیژن کدام است؟ (جرم اتمی اکسیژن و روی در مقیاس amu را به‌ترتیب ۱۵/۹۹ و ۶۵/۳۹ درنظر بگیرید.)
۱) ۶۵/۳۹ ۲) ۶/۲۱ ۳) ۶۵/۴۵ ۴) ۶۵/۵۸

۷۸. اگر جرم پروتون ۱۸۴۰ برابر جرم الکترون، جرم نوترون ۱۸۵۰ برابر جرم الکترون و جرم الکترون برابر ۰/۰۰۰۵۴amu در نظر گرفته شود، جرم تقریبی یک اتم تریتیم برابر چند گرم خواهد بود؟ ($۱amu = ۱/۶۶ \times ۱۰^{-۲۴} g$) (ریاضی ۹۳)
۱) $۴/۹۶ \times ۱۰^{-۲۴}$ ۲) $۹/۱۱۲ \times ۱۰^{-۲۴}$ ۳) $۴/۳۴ \times ۱۰^{-۲۲}$ ۴) $۹/۸۱۵ \times ۱۰^{-۲۲}$

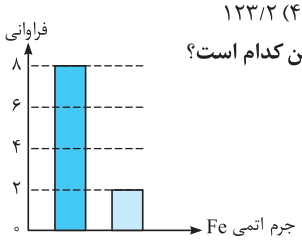
محاسبهٔ جرم اتمی میانگین

۷۹. جرم اتمی میانگین کلر ۳۵/۵amu است که از دو ایزوتوپ ..... و ..... تشکیل شده است.
۱) ۸۰ درصد ${}^{35}Cl$ ـ ۲۰ درصد ${}^{37}Cl$
۲) ۲۵ درصد ${}^{37}Cl$ ـ ۷۵ درصد ${}^{35}Cl$
۳) ۲۵ درصد ${}^{35}Cl$ ـ ۷۵ درصد ${}^{37}Cl$
۴) ۲۰ درصد ${}^{35}Cl$ ـ ۸۰ درصد ${}^{37}Cl$

۸۰. عنصری دارای دو ایزوتوپ به جرم‌های اتمی ۱۲۳ و ۱۲۱ برابر یکای جرم اتمی است. در صورتی‌که ۵۷ درصد آن را ایزوتوپ سبک‌تر تشکیل داده باشد، جرم اتمی تقریبی این عنصر برحسب amu کدام است؟

۱) ۱۲۰/۳ ۲) ۱۲۱/۹ ۳) ۱۲۲/۰ ۴) ۱۲۳/۲

۸۱. نمودار مقابل، فراوانی ایزوتوپ‌های آهن با جرم‌های اتمی ۵۵ و ۵۹ را نشان می‌دهد. جرم اتمی متوسط آهن کدام است؟



۱) ۵۵/۸
۲) ۵۶/۴
۳) ۵۷
۴) ۵۸/۲

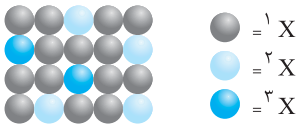
۸۲. با توجه به این‌که هیدروژن سه ایزوتوپ ($^{1}_{1}H$، $^{2}_{1}H$ و $^{3}_{1}H$) در طبیعت دارد، در یک نمونهٔ طبیعی از گاز هیدروژن (H_2)، چند نوع مولکول H_2 می‌تواند وجود داشته باشد؟

۱) ۶ ۲) ۹ ۳) ۱۲ ۴) ۱۸

۸۳. با توجه به وجود سه ایزوتوپ هیدروژن در طبیعت ($^{1}_{1}H$، $^{2}_{1}H$ و $^{3}_{1}H$) و وجود دو ایزوتوپ کلر در طبیعت ($^{35}_{17}Cl$ و $^{37}_{17}Cl$)، در مجموع چند نوع مولکول HCl در طبیعت می‌تواند وجود داشته باشد؟

۱) ۳ ۲) ۶ ۳) ۹ ۴) ۱۲

۸۴. براساس شکل مقابل که فراوانی نسبی اتم‌های عنصر فرضی X را در حالت طبیعی نشان می‌دهد، جرم اتمی میانگین X برحسب amu کدام است؟



۱) ۱/۴ ۲) ۲/۱ ۳) ۲/۵ ۴) ۲/۶

۸۵. اتم فرضی A دارای سه ایزوتوپ به جرم‌های اتمی ۲۰، ۲۱ و ۲۲ برحسب amu است. اگر جرم اتمی میانگین آن ۲۱/۴amu و فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ آن نصف فراوانی ایزوتوپ دوم آن باشد، فراوانی سنگین‌ترین ایزوتوپ A چند درصد است؟

۱) ۲۵ ۲) ۴۰ ۳) ۵۵ ۴) ۷۰

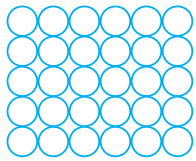
۸۶. عنصر فرضی X دارای دو ایزوتوپ سبک و سنگین با جرم‌های اتمی ۱۴amu و ۱۶amu و جرم اتمی میانگین ۱۴/۲amu است. نسبت شمار اتم‌های ایزوتوپ سنگین به سبک، در آن کدام است؟ (ریاضی ۹۸)

۱) $\frac{۱}{۸}$ ۲) $\frac{۱}{۹}$ ۳) $\frac{۱}{۱۰}$ ۴) $\frac{۱}{۱۱}$

۸۷. عنصر فرضی از دو ایزوتوپ ^{x}A و ^{26}A تشکیل شده است. اگر جرم اتمی میانگین $_{12}A$ برابر با ۲۴/۴amu باشد، با توجه به شکل زیر کدام عبارت نادرست است؟

۱) ایزوتوپ سنگین‌تر، از پایداری بیش‌تری برخوردار است.
۲) فراوانی ایزوتوپ ^{x}A برابر ۸۰ درصد است.
۳) ایزوتوپ سبک‌تر دارای ۱۲ نوترون در هستهٔ خود است.
۴) در طبیعت به ازای هر ۴ اتم سبک‌تر، یک اتم سنگین‌تر یافت می‌شود.

۸۸. عنصر فرضی X دارای دو ایزوتوپ با جرم اتمی ۲۴amu و ۲۷amu است که در شکل زیر باید به ترتیب با دایره‌های سفید و سیاه رنگ نشان داده شوند. اگر جرم اتمی میانگین این عنصر برابر ۲۶/۷amu باشد، چند دایره در شکل زیر باید سیاه رنگ باشد تا فراوانی ایزوتوپ‌ها را به درستی نشان دهد؟ (ریاضی خارج از کشور ۹۸)



۱) ۱۶
۲) ۱۹
۳) ۲۲
۴) ۲۷

۸۹. عنصر $_{18}X$ با جرم اتمی میانگین ۳۶/۸amu، دارای سه ایزوتوپ طبیعی است که یکی از آن‌ها دارای ۲۰ نوترون با فراوانی ۲۰٪ و دیگری دارای ۱۸ نوترون با فراوانی ۷۰٪ است. تعداد نوترون‌های ایزوتوپ دیگر کدام است؟ (تجربی خارج از کشور ۹۰)

۱) ۲۱ ۲) ۲۲ ۳) ۲۳ ۴) ۲۴

۹۰. فرض کنید عنصر A دارای دو ایزوتوپ است. اگر فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر برابر ۲۰٪ باشد و تفاوت جرم اتمی دو ایزوتوپ ۱/۲۵amu باشد، جرم اتمی میانگین عنصر A برابر خواهد بود با:

۱) یک واحد کم‌تر از جرم ایزوتوپ سنگین‌تر
۲) نیم واحد بیش‌تر از جرم ایزوتوپ سبک‌تر
۳) $\frac{۱}{۴}$ واحد کم‌تر از جرم ایزوتوپ سنگین‌تر
۴) $\frac{۳}{۴}$ واحد بیش‌تر از جرم ایزوتوپ سبک‌تر

۹۱. با توجه به داده‌های جدول روبه‌رو، جرم مولکولی ترکیب A_2X_3، چند amu است؟ (عدد جرمی را برابر جرم اتمی با یکای amu در نظر بگیرید.) (ریاضی خارج از کشور ۹۵)

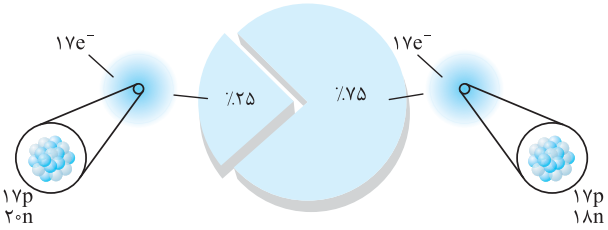
ایزوتوپ	^{45}A	^{47}A	^{35}X	^{37}X
درصد فراوانی	۱۰	۹۰	۲۰	۸۰

۱) ۲۱۳/۶ ۲) ۲۰۳/۴ ۳) ۱۹۸/۵ ۴) ۱۸۸/۷

۹۲. عنصر A دارای سه ایزوتوپ ^{84}A، ^{86}A، ^{88}A است. اگر درصد فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ آن ۲۰٪، و جرم اتمی میانگین A برابر ۸۶/۴amu باشد، درصد فراوانی دو ایزوتوپ دیگر به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟ (عدد جرمی را به تقریب معادل جرم یک مول از هر ایزوتوپ در نظر بگیرید.) (تجربی خارج از کشور ۹۵)

۱) ۲۰ ـ ۶۰ ۲) ۴۰ ـ ۴۰ ۳) ۵۰ ـ ۳۰ ۴) ۶۰ ـ ۲۰

۹۳. با توجه به شکل روبه‌رو که ایزوتوپ‌های کلر در طبیعت را نشان می‌دهد، چه تعداد از مطالب زیر، درست‌اند؟



آ) ایزوتوپ دارای ۲۰ نوترون، پایداری بیش‌تری در طبیعت دارد.
ب) در یک نمونهٔ طبیعی از کلر، به ازای هر یک اتم $^{37}_{17}Cl$ تعداد سه اتم $^{35}_{17}Cl$ وجود دارد.
پ) جرم اتمی میانگین کلر، تقریباً ۱/۵amu کم‌تر از جرم اتمی ایزوتوپ با فراوانی کم‌تر است.
ت) تفاوت جرم اتمی دو ایزوتوپ کلر در حدود $3/32\times10^{-27}kg$ است. $(1amu = 1/66\times10^{-24}g)$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۹۴. کلر دارای دو ایزوتوپ با جرم اتمی ۳۵amu و ۳۷amu و کربن دارای دو ایزوتوپ با جرم اتمی ۱۲amu و ۱۳amu است. تفاوت جرم مولکولی سبک‌ترین و سنگین‌ترین مولکول CCl_4 چند amu است؟ (ریاضی ۹۴)

۱) ۶ ۲) ۷ ۳) ۸ ۴) ۹

۹۵. در طبیعت به ازای هر اتم $^{59}_{26}Fe$، چهار اتم $^{55}_{26}Fe$ وجود دارد. جرم اتمی متوسط آهن چند است؟

۱) ۵۶ ۲) ۵۷ ۳) ۵۵/۸ ۴) ۵۸/۲

۹۶. نقره دارای دو ایزوتوپ با جرم‌های اتمی ۱۰۶/۹ و ۱۰۸/۹ است. اگر فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر آن برابر با ۵۲ درصد باشد، جرم اتمی متوسط نقره کدام است؟ (ریاضی ۸۴)

۱) ۱۰۷/۸۴ ۲) ۱۰۷/۸۶ ۳) ۱۰۷/۸۸ ۴) ۱۰۷/۸۹

مول و شمارش ذره‌ها

۹۷. کدام مطلب نادرست است؟

۱) یک مول به مجموعه‌ای شامل $6/02\times10^{23}$ ذره گفته می‌شود.
۲) جرم مولی مواد را برحسب گرم بر مول بیان می‌کنند.
۳) در ۰/۵ گرم از اتم‌های هیدروژن تعداد $3/01\times10^{22}$ اتم هیدروژن وجود دارد. $(H = 1 : g.mol^{-1})$
۴) جرم یک مول از هر ماده را جرم مولی آن ماده می‌گویند.

۹۸. چند مورد از مطالب زیر، درست است؟

آ) عدد آووگادرو را با N_A نشان می‌دهند.
ب) جرم یک مول ذره برحسب amu را جرم مولی می‌گویند.
پ) دانشمندان جرم اتم‌ها را با استفاده از طیف‌سنج جرمی با دقت زیاد اندازه می‌گیرند.
ت) گرم، رایج‌ترین یکای اندازه‌گیری جرم در آزمایشگاه است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۹۹. در ۰/۰۲۸ گرم فلز آهن، چند اتم از این فلز وجود دارد؟ $(Fe = 56 : g.mol^{-1})$ (ریاضی ۸۸)

۱) $3/01\times10^{23}$ ۲) $12/04\times10^{20}$ ۳) $3/01\times10^{20}$ ۴) $6/02\times10^{20}$

۱۰۰. $3/5mol$ مس معادل چند گرم مس است؟ $(Cu = 64 : g.mol^{-1})$

۱) ۳/۵ ۲) $3/5\times64$ ۳) $3/5\times6/02\times10^{23}$ ۴) $\frac{3/5\times64}{6/02\times10^{23}}$

۱۰۱. در چند گرم فلز آلومینیم، $1/024\times10^{23}$ اتم Al وجود دارد؟ $(Al = 27 : g.mol^{-1})$

۱) ۲۷ ۲) ۱۷ ۳) ۰/۲۷ ۴) ۴/۵۹

۱۰۲. تعداد اتم‌های هیدروژن موجود در ۰/۰۴mol متان (CH_4) برابر است با:

۱) $9/63\times10^{22}$ ۲) $9/63\times10^{23}$ ۳) $6/93\times10^{21}$ ۴) $6/93\times10^{23}$

پاسخ فصل ۱ کیهان زادگاه الفبای هستی

۱ ۱ ۲ ۳ ۴

۲ ۱ ۲ ۳ ۴

موارد (آ) و (ب) درست و موارد (پ) و (ت) نادرست هستند.

عنصرهای سبک مانند لیتیم و کربن به عنصرهای سنگین‌تر مانند آهن و طلا تبدیل می‌شوند.

۳ ۱ ۲ ۳ ۴

۴ ۱ ۲ ۳ ۴

موارد (آ) و (پ) درست هستند.

تمام واکنش‌های هسته‌ای لزوماً تبدیل اتم سبک‌تر به سنگین نمی‌باشد، بلکه واکنش‌های هسته‌ای از نوع تبدیل اتم سنگین به سبک‌تر هم وجود دارد.

۵ ۱ ۲ ۳ ۴

۶ ۱ ۲ ۳ ۴

تشکیل کیهان، با تشکیل ذره‌های سبک‌تر آغاز شده است.

۷ ۱ ۲ ۳ ۴

موارد (آ)، (پ) و (ت) درست‌اند.

آهن سنگین‌تر از اکسیژن است، پس دیرتر به وجود آمده است.

۸ ۱ ۲ ۳ ۴

۹ ۱ ۲ ۳ ۴

۱۰ ۱ ۲ ۳ ۴

جمله‌های (پ) و (ت) نادرست هستند.

پ) سیلیسیم و کلسیم تنها در سیارهٔ زمین یافت می‌شود.

ت) هر چه دمای ستاره بیش‌تر باشد، شرایط تشکیل عنصرهای سنگین‌تر فراهم می‌شود.

۱۱ ۱ ۲ ۳ ۴

علت گازی بودن سیارهٔ مشتری و برخی سیاره‌های دیگر به نوع و درصد عنصرهای گازی تشکیل‌دهندهٔ آن بستگی دارد نه به فاصله از خورشید.

۱۲ ۱ ۲ ۳ ۴

فراوان‌ترین ایزوتوپ هلیم همان $^{4}_{2}He$ است که عدد جرمی آن برابر ۴ است.

از آن‌جا که عدد جرمی یک اتم $^{24}_{12}Mg$ برابر ۲۴ است، برای به‌وجود آمدن آن حداقل ۶ اتم $^{4}_{2}He$ لازم است.

۱۳ ۱ ۲ ۳ ۴

در واکنش‌های هسته‌ای قانون پایستگی جرم رعایت نمی‌شود و هسته با تغییر جرم و یا تغییر ذره‌های زیراتمی مواجه می‌شود.

۱۴ ۱ ۲ ۳ ۴

تبدیل ذره‌های زیراتمی به هیدروژن از طریق واکنش‌های هسته‌ای انجام می‌شود. (علت نادرستی قسمت (۲))

هم‌چنین هلیم طی واکنش‌های هسته‌ای به عنصرهای سبک مثل لیتیم، کربن و ... تبدیل می‌شود. (علت نادرستی قسمت (۶))

۱۵ ۱ ۲ ۳ ۴

با توجه به معادلهٔ واکنش به ازای تولید ۱۶g اکسیژن، مقدار $۱/۴\times۱۰^{-۴}g$ جرم ناپدید و به انرژی تبدیل شده است. حالا می‌توان گفت به ازای تولید ۳۲g گاز اکسیژن، کاهش جرمی به اندازهٔ $۲\times۱/۴\times۱۰^{-۴}=۲/۸\times۱۰^{-۴}g$ رخ می‌دهد. بنابراین می‌توان نوشت:

$$E=mc^{۲}=۲/۸\times۱۰^{-۴}\times۱۰^{-۳}\times۹\times۱۰^{۱۶}=۲/۵۲\times۱۰^{۱۰}J\div۱۰۰۰$$
$$=۲/۵۲\times۱۰^{۷}kJ$$

۱۶ ۱ ۲ ۳ ۴

$$۳۰۰۰kg=۳\times۱۰^{۶}g$$

$$\frac{۱gFe \mid ۲۴۷J}{۳\times۱۰^{۶}gFe \mid x}\Rightarrow x=۳\times۲۴۷\times۱۰^{۶}J$$

$$E=mc^{۲}\Rightarrow ۳\times۲۴۷\times۱۰^{۶}=m(۳\times۱۰^{۸})^{۲}\Rightarrow m=۸۲/۳\times۱۰^{-۱۰}kg \text{ ماده}$$

$$\Rightarrow ۸۲/۳\times۱۰^{-۱۰}\times۱۰^{۳}=۸۲/۳\times۱۰^{-۷}g \text{ ماده}$$

۱۷ ۱ ۲ ۳ ۴

هستهٔ اورانیم $(^{۲۳۵}_{۹۲}U)$ دارای ۹۲ پروتون و ۱۴۳ نوترون است. ابتدا جرم مجموع این ذرات را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{جرم ذره‌های درون هسته}=(۹۲\times۱/۶۷\times۱۰^{-۲۷})+(۱۴۳\times۱/۶۸\times۱۰^{-۲۷})$$
$$=۳/۹۳۸۸\times۱۰^{-۲۵}kg$$

طبق متن سؤال، جرم هسته برابر با $۳/۲۳۸\times۱۰^{-۲۵}kg$ است. اختلاف جرم بر اثر واکنش‌های هسته‌ای برابر خواهد بود با:

$$۳/۹۳۸۸\times۱۰^{-۲۵}-۳/۲۳۸\times۱۰^{-۲۵}=۰/۷۰۰۸\times۱۰^{-۲۵}kg$$

این مقدار اختلاف جرم هستهٔ اورانیم به انرژی هسته‌ای تبدیل شده است که به کمک رابطهٔ اینشتین آن را محاسبه می‌کنیم:

$$E=mc^{۲}=۰/۷۰۰۸\times۱۰^{-۲۵}\times(۳\times۱۰^{۸})^{۲}=۶/۳۰۷۲\times۱۰^{-۹}$$
$$\simeq ۶/۳\times۱۰^{-۹}J$$

۱۸ ۱ ۲ ۳ ۴

ابتدا انرژی حاصل از انفجار ۲۰ تن TNT را محاسبه می‌کنیم. (هر تن معادل $۱۰^{۶}g$ است).

$$?kJ=۲۰\times۱۰^{۶}g\times\frac{۲/۷۶kJ}{۱g}=۵/۵۲\times۱۰^{۷}kJ$$

حال این مقدار انرژی حاصل از انفجار TNT را برحسب ژول محاسبه می‌کنیم و به کمک رابطهٔ اینشتین مقدار جرم مادهٔ پرتوزا را به‌دست می‌آوریم:

$$?J=E=۵/۵۲\times۱۰^{۷}kJ\times\frac{۱۰^{۳}}{۱kJ}=۵/۵۲\times۱۰^{۱۰}J$$

$$E=mc^{۲}\Rightarrow ۵/۵۲\times۱۰^{۱۰}=m\times(۳\times۱۰^{۸})^{۲}$$

$$m=\frac{۵/۵۲\times۱۰^{۱۰}}{۹\times۱۰^{۱۶}}=۶/۱۳\times۱۰^{-۷}kg$$

قسمت اول: چگونگی تشکیل عنصرها

۱. جاهای خالی را با عبارت‌های مناسب کامل کنید.

آ) نوری که از ..... به ما می‌رسد، اطلاعات ارزشمندی برای ما ارسال می‌کند.

ب) شناسنامهٔ یک سیاره می‌تواند حاوی اطلاعاتی مانند ..... ، ..... و ترکیب درصد این مواد باشد.

پ) دانشمندان از طریق فرایندهایی که درون ..... رخ می‌دهند، از روند پیدایش ..... اطلاعاتی کسب کرده‌اند.

ت) برخی سیاره‌های سامانهٔ خورشیدی مانند زمین از جنس ..... و برخی مانند مشتری از جنس ..... هستند.

ث) دو عنصر اصلی تشکیل‌دهندهٔ سیارهٔ مشتری عبارتند از ..... و ..... .

ج) اولین عنصرهایی که در شرایط مهبانگ تشکیل شده‌اند، عنصرهای ..... و ..... بوده‌اند.

چ) در هم‌جوشی هسته‌ای، ذره‌های زیراتمی و هسته‌های ..... به هم جوش خورده و عنصرهای ..... تشکیل می‌شوند.

ح) با گذشت زمان و ..... دما، گازهای هیدروژن و هلیم تولید شده، متراکم شده و ..... ایجاد شدند.

خ) در واکنش‌های هسته‌ای مقداری از جرم ماده به ..... تبدیل می‌شود و قانون ..... رعایت نمی‌شود.

۲. با انتخاب گزینهٔ صحیح هر یک از عبارت‌های زیر را کامل کنید.

آ) از هم‌جوشی دو پروتون و دو نوترون عنصر (هیدروژن ـ هلیم) تشکیل می‌شود.

ب) درصد عنصرهای (O و Fe ـ H و He) در کرهٔ زمین بیش‌تر از سایر عنصرها است.

پ) در واکنش‌های (هم‌جوشی ـ شکافت) هسته‌ای، عنصرهای سنگین‌تر به عنصرهای سبک‌تر تبدیل می‌شوند.

ت) در رابطهٔ اینشتین مقدار ماده برحسب (g ـ kg) و مقدار انرژی برحسب (J ـ kJ) است.

ث) درون (سیاره‌ها ـ ستاره‌ها) به دلیل انجام واکنش‌های (شیمیایی ـ هسته‌ای) انرژی زیادی آزاد می‌شود.

۳. درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را مشخص کنید. دلیل نادرستی یا صورت درست عبارت‌های نادرست را بنویسید.

آ) همانند سیارهٔ زمین، دو عنصر اصلی تشکیل‌دهندهٔ مشتری، اکسیژن و آهن است.

ب) در شرایط مهبانگ ابتدا ذره‌های زیراتمی و سپس اتم‌های هیدروژن و هلیم به‌وجود آمده‌اند.

پ) در واکنش‌های هسته‌ای، تعداد پروتون‌ها و یا نوترون‌های هسته تغییر می‌کند.

ت) در واکنش‌های هسته‌ای، قانون پایستگی جرم رعایت نمی‌شود.

ث) عنصرها به‌صورت همگون در جهان هستی توزیع شده‌اند.

۴. واکنش زیر را که مربوط به شرایط مهبانگ است، کامل کنید.

انرژی + ... $\xrightarrow{\text{واکنش هسته‌ای}}$ b ..... $\xrightarrow{\text{واکنش هسته‌ای}}$ a ..... $\Rightarrow$ ذره‌های زیراتمی $\Rightarrow$ مهبانگ

۵. آ) نوع عنصرهای یک ستاره به کدام ویژگی‌های ستاره بستگی دارد؟ توضیح دهید.

ب) چرا ستاره‌ها را کارخانه‌های تولید عنصرها نامیده‌اند؟

۶. آ) اگر در هم‌جوشی هسته‌ای، مقدار ۰/۱g ماده به انرژی تبدیل شود، چند کیلوژول انرژی آزاد می‌شود؟

ب) این انرژی را از انفجار چند کیلوگرم TNT می‌توان به‌دست آورد؟ (انرژی آزادشده از هر گرم TNT را برابر ۲/۷۶kJ در نظر بگیرید.)

۷. اگر در یک واکنش هسته‌ای مقدار $۴/۵\times۱۰^{۸}$ kJ انرژی آزاد شده باشد، محاسبه کنید در این واکنش چند گرم جرم ماده از بین رفته است؟

قسمت دوم: عنصرها و ایزوتوپ‌ها

۸. جاهای خالی را با عبارت مناسب کامل کنید.

آ) عدد جرمی یک عنصر با مجموع تعداد ..... و ..... برابر است.

ب) ..... نخستین عنصر ساخت بشر است که برای تصویربرداری از غدهٔ ..... استفاده می‌شود.

پ) رادیوایزوتوپ به آن دسته از عنصرها گفته می‌شود که خاصیت ..... دارند.

ت) ..... شناخته‌ترین فلز پرتوزایی است که به عنوان سوخت در واکنشگاه‌های اتمی به کار می‌رود.

۹. با انتخاب گزینهٔ صحیح هر یک از عبارت‌های زیر را کامل کنید.

آ) تاکنون ۱۱۸ عنصر کشف شده‌اند که از این میان (۹۲ ـ ۲۶) عنصر ساختهٔ دست بشر است.

ب) به گلوکز حاوی اتم‌های پرتوزا، گلوکز (نشان‌دار ـ غنی‌شده) می‌گویند.

پ) از (ایزوتوپ‌ها ـ رادیوایزوتوپ‌ها) می‌توان در پزشکی هسته‌ای و نیروگاه‌های اتمی استفاده کرد.

ت) در مخلوط طبیعی اورانیم، حدود (۰/۷ ـ ۷) درصد اورانیم قابل شکافت برای تولید انرژی نیروگاه‌های اتمی وجود دارد.

ث) ایزوتوپ‌های یک عنصر در (عدد اتمی ـ عدد جرمی) یکسان ولی در (تعداد پروتون ـ تعداد نوترون) متفاوت هستند.

ج) از رادیوایزوتوپ (^{59}Fe ـ ^{99}Tc) برای تصویربرداری از دستگاه گردش خون استفاده می‌شود.

چ) خواص شیمیایی اتم‌های هر عنصر به (عدد اتمی ـ عدد جرمی) آن‌ها وابسته است.

ح) تکنسیم نخستین عنصری بود که در (آزمایشگاه ـ واکنشگاه) هسته‌ای ساخته شد.

۱۰. درستی یا نادرستی هر یک از عبارت‌های زیر را مشخص کنید. دلیل نادرستی یا صورت درست عبارت‌های نادرست را بنویسید.

آ) دود سیگار و قلیان، مقدار قابل توجهی مواد پرتوزا دارد.

ب) در غنی‌سازی اورانیم، مقدار ایزوتوپ اورانیم-۲۳۸ (^{238}U) کاهش و ایزوتوپ اورانیم-۲۳۵ (^{235}U) افزایش می‌یابد.

پ) خواص شیمیایی و فیزیکی ایزوتوپ‌های یک عنصر شبیه هم است.

ت) گاز رادون یکی از فراوان‌ترین مواد پرتوزا در زندگی ماست.

ث) یکی از کاربردهای مواد پرتوزا، استفاده از آن‌ها در تولید انرژی الکتریکی است.

ج) اغلب هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن‌ها برابر یا بیش‌تر از ۱/۵ باشد، ناپایدار و پرتوزا هستند.

۱۱. عدد جرمی عنصر X برابر ۸۰ است. اگر اختلاف پروتون‌ها و نوترون‌های X برابر ۶ باشد، نماد شیمیایی کامل عنصر X را بنویسید.

۱۲. تعداد الکترون‌ها، پروتون‌ها و نوترون‌های هر یک از یون‌های مقابل را به‌دست آورید. $^{112}_{48}Cd^{2+}$ ، $^{64}_{29}Cu^{+}$ ، $^{127}_{53}I^{-}$ ، $^{16}_{8}O^{2-}$

۱۳. برای هر یک از مواد زیر یک کاربرد بنویسید.

آهن-۵۹ ($^{59}_{26}Fe$) ، اورانیم ، گلوکز نشان‌دار ، تکنسیم ، کربن-۱۴ ($^{14}_{6}C$)

۱۴. فرایند تشخیص سلول‌های سرطانی توسط رادیوداروهایی مانند گلوکز نشان‌دار را شرح دهید.

قسمت سوم: طبقه‌بندی عنصرها

۱۵. با انتخاب کلمهٔ درست، عبارت‌های زیر را کامل کنید.

آ) جدول دوره‌ای عنصرها براساس افزایش (عدد اتمی ـ جرم اتمی) عنصرها سازماندهی شده است.

ب) جدول تناوبی عنصرها، شامل (هفت ـ هجده) گروه و (هفت ـ هجده) دوره است.

پ) اولین عنصر ردیف دوم جدول تناوبی (Li ـ Na) است.

ت) عنصرهای موجود در یک گروه، دارای خواص شیمیایی (تقریباً ـ کاملاً) مشابهی هستند.

ث) دانشمندان توسط (ترازوی دیجیتالی ـ طیف‌سنج جرمی) جرم اتم‌ها را به طور (تقریبی ـ دقیق) اندازه می‌گیرند.

۱۶. کدام‌یک از عبارت‌های زیر درست و کدام‌یک نادرست است؟ موارد نادرست را اصلاح کنید.

آ) به کمک جدول تناوبی عنصرها، می‌توان تعداد ذره‌های زیراتمی یک عنصر را مشخص کرد.

ب) تعداد عنصرهای ردیف پنجم و ششم جدول دوره‌ای عنصرها با هم برابر است.

پ) جرم اتمی عنصرها را برحسب یکای جرم اتمی (برابر با جرم اتم کربن-۱۲)، اندازه می‌گیرند.

ت) هر چه درصد فراوانی ایزوتوپی در طبیعت بیش‌تر باشد، آن ایزوتوپ پایدارتر است.

ث) به تعداد $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۲}$ ذره از هر ماده، یک مول از آن ماده می‌گویند.