درسنامه ۱

[صفحهٔ ۱ تا ۴ کتاب درسی]

شناخت کیهان و چگونگی تشکیل عنصرها

انسان همواره با پرسش‌هایی مانند «هستی چگونه پدید آمده است؟»، «جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟» و «پدیده‌های طبیعی چگونه رخ می‌دهند؟» روبه‌رو بوده و پیوسته تلاش کرده است برای این پرسش‌ها، پاسخ‌هایی قانع کننده بیابد.

تذکر: پاسخ پرسش اول در قلمرو علم تجربی نمی‌گنجد اما علم تجربی تلاش گسترده‌ای برای یافتن پاسخ پرسش‌های دوم و سوم انجام داده است. این تلاش‌ها سبب افزایش دانش بشر دربارهٔ جهان مادی شده است.

تلاش دانشمندان برای شناخت کیهان هم‌چنان ادامه دارد. نمونه‌ای از آن سفر دو فضاپیمای وویجر ۱ و ۲ است که مأموریت داشتند شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون را تهیه کنند. این شناسنامه حاوی اطلاعاتی مانند نوع عنصرهای سازنده، ترکیب‌های شیمیایی اتمسفر آن‌ها و ترکیب درصد این مواد است.

نکته

۱ـ برخی از سیاره‌های سامانهٔ خورشیدی مانند زمین از جنس سنگ و برخی دیگر مانند مشتری از جنس گاز هستند. سه عنصر سازندهٔ فراوان‌تر سیارهٔ مشتری و زمین به‌صورت زیر است:

درصد فراوانی عناصر سازندهٔ زمین : Si < O < Fe

درصد فراوانی عناصر سازندهٔ مشتری : C < He < H

۲ـ دو عنصر اکسیژن و گوگرد در هر دو سیاره یافت می‌شوند. البته درصد فراوانی این دو عنصر در سیارهٔ زمین **بیش‌تر** است.

با توجه به نکتهٔ بالا دریافتید که نوع و میزان فراوانی عنصرها در دو سیارهٔ زمین و مشتری متفاوت است؛ در حالی که عنصرهای مشترکی نیز در این دو سیاره هست. یافته‌هایی از این دست نشان می‌دهد که عنصرها به صورت ناهمگون در جهان هستی توزیع شده‌اند. برخی از دانشمندان بر این باورند که سرآغاز کیهان با انفجاری مهیب (مهبانگ) همراه بوده که طی آن انرژی عظیمی آزاد شده است. در ادامه با مراحل تشکیل کیهان آشنا می شوید.

پس از انفجار مهیب (مهبانگ یا همون Big Bang) ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، نوترون و پروتون پدید آمدند. پس از مدت زمانی کوتاه و انجام واکنش‌های هسته‌ای میان ذره‌های زیراتمی، ابتدا عنصر هیدروژن و سپس عنصر هلیم پا به عرصهٔ جهان گذاشتند. با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیم تولیدشده، متراکم شدند و مجموعه‌های گازی به نام سحابی را ایجاد کردند. بعدها این سحابی‌ها باعث پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شدند.

درون ستاره‌ها، همانند خورشید، در دماهای بسیار بالا و ویژه، واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد. در این واکنش‌ها، ابتدا عنصرهای سبک مانند لیتیم و کربن پدید آمده و با انجام مجدد واکنش‌های هسته‌ای، از این عنصرهای سبک، عنصرهای سنگین‌تر مانند آهن و طلا به‌وجود می‌آید.

ستاره‌ها متولد می‌شوند، رشد می‌کنند و می‌میرند. مرگ ستاره با یک انفجار بزرگ همراه است که سبب می‌شود عنصرهای تشکیل‌شده در آن در فضا پراکنده شوند. به همین دلیل باید ستارگان را کارخانهٔ تولید عنصرها دانست.

نکته

روند کلی تشکیل عنصرها در جهان هستی به‌صورت زیر می‌باشد:

عنصرهای سنگین (مانند آهن، طلا) ← عنصرهای سبک (مانند لیتیم و کربن) ← هلیم ← هیدروژن

خورشید نزدیک‌ترین ستاره به زمین است که دمای بسیار بالایی دارد. انرژی گرمایی و نور خیره‌کنندهٔ خورشید به دلیل تبدیل هیدروژن به هلیم در واکنش‌های هسته‌ای است، واکنش‌هایی که در آن‌ها انرژی هنگفتی آزاد می‌شود. انرژی آزادشده در واکنش هسته‌ای آن‌قدر زیاد است که می‌تواند صدها میلیون تن فولاد را ذوب کند. البته توجه داشته باشید که در واکنش‌های شیمیایی که در پدیده‌های طبیعی پیرامون ما و در زندگی روزانه رخ می‌دهند، مقدار انرژی مبادله‌شده بسیار کم‌تر است.

واکنش‌ها

- شیمیایی ← برقراری قانون پایستگی جرم و مبادلهٔ مقدار انرژی متعارف
- هسته‌ای ← برقراری قانون پایستگی «جرم + انرژی» و مبادلهٔ مقدار انرژی بسیار زیاد

www.gajmarket.com

سـؤالات امـتـحـانی

۱. هر یک از عبارت‌های داده‌شده را با استفاده از موارد زیر کامل کنید. (برخی از موارد اضافی هستند.)

همگون- مشتری- اعماق دریا- اکسیژن- نیتروژن- سیلیسیم- هیدروژن- ناهمگون- گوگرد- مریخ - آسمان- آهن

آ) عنصرهای ..... و ..... در سطح زمین و مشتری یافت می‌شوند.

ب) شواهد تاریخی از سنگ‌نبشته‌ها نشان می‌دهد که انسان اولیه با نگاه به ..... در پی فهم نظم و قانون‌مندی آن بوده است.

پ) عنصر ..... بیش‌ترین جرم زمین را تشکیل داده است.

ت) عنصرها به‌صورت ..... در جهان هستی پراکنده شده‌اند.

ث) دو فضاپیمای وویجر با گذر از کنار سیاره‌های .....، زحل، اورانوس و نپتون شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را برای زمین ارسال کردند.

۲. هر یک از عبارت‌های ستون A با یک مورد از ستون B در ارتباط است. این ارتباط را پیدا کرده و حرف مربوط را داخل کادر مورد نظر بنویسید. (برخی از موارد ستون B اضافی است.)

ستون A	ستون B
آ) واکنش‌هایی که در آن‌ها، عنصرهای سبک‌تر به عنصرهای سنگین‌تر تبدیل می‌شوند.	a) هستی، چگونه پدید آمده است؟
ب) سیاره‌ای که درصد فراوانی فراوان‌ترین عنصر آن، بیش‌تر از ۵۰٪ است.	b) شیمیایی
پ) پاسخ به این پرسش در قلمرو علم تجربی می‌گنجد.	c) مشتری
ت) فاصلهٔ تقریبی آخرین تصویری که وویجر (۱) پیش از خروج از سامانهٔ خورشیدی از زادگاه خود گرفت.	d) ۷ میلیون کیلومتری
	e) زمین
	f) جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟
	g) ۷ میلیارد کیلومتری
	h) هسته‌ای

۳. درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را تعیین کنید و در صورت نادرست بودن، علت یا شکل درست آن را بنویسید.

آ) سیاره‌های سامانهٔ خورشیدی در برخی عنصرهای سازنده، شبیه به هم هستند.

ب) در سیارهٔ مشتری برخلاف زمین، عنصر فلزی یافت نمی‌شود و یک سیارهٔ گازی به شمار می‌رود.

پ) عنصری مانند گوگرد هم در زمین و هم در مشتری یافت می‌شود و درصد فراوانی آن در مشتری بیش‌تر است.

ت) ستاره‌ها سبب پیدایش سحابی‌ها و کهکشان‌ها شده‌اند.

ث) ستاره‌ها می‌توانند رشد کنند و نوع عنصرهای درون خود را تغییر دهند.

ج) انرژی گرمایی خورشید به دلیل تبدیل هلیم به هیدروژن در واکنش‌های هسته‌ای انجام‌شده در آن است.

۴. هر یک از عبارت‌های زیر را با انتخاب یکی از موارد داده‌شده، کامل کنید.

آ) پس از انفجار مهیب، (ذره‌های زیراتمی / عنصرهای هیدروژن و هلیم) پدید آمدند.

ب) مرگ ستاره با یک انفجار بزرگ همراه است که سبب می‌شود عنصرهای تشکیل‌شده در آن (در فضا پراکنده / به انرژی تبدیل) شوند.

پ) عنصر (هیدروژن / اکسیژن) فراوان‌ترین عنصر سازندهٔ (زمین / مشتری) است.

ت) درصد فراوانی عنصرهای سازنده در دو سیارهٔ زمین و مشتری (یکسان / متفاوت) است.

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

۵. به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

آ) هدف از ارسال دو فضاپیمای وویجر ۱ و ۲ به فضا چه بوده است؟

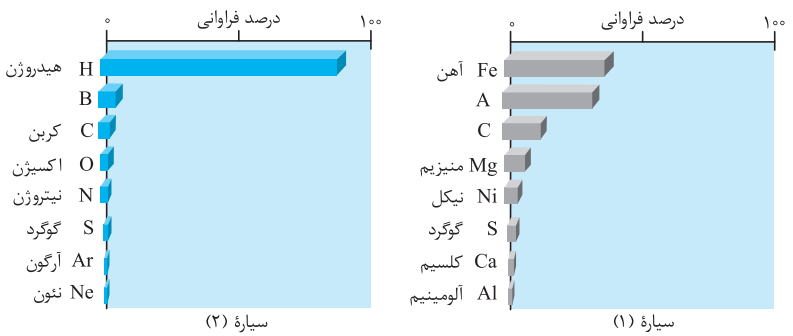
ب) این دو فضاپیما چه نوع اطلاعاتی به زمین مخابره می‌کنند؟ به دسته‌ای از این اطلاعات چه می‌گویند؟

پ) وجود عنصرهای مشابه در دو یا چند سیاره با درصد فراوانی‌های متفاوت نشان‌دهندهٔ چیست؟

۶. با توجه به شکل روبه‌رو، درستی یا نادرستی عبارت‌های داده‌شده را با بیان دلیل تعیین کنید.

آ) فضاپیماهای وویجر اطلاعاتی در ارتباط با سیارهٔ (۱) مخابره کرده‌اند.

ب) در بین سیاره‌ها ممکن است دو یا چند عنصر یکسان باشند.

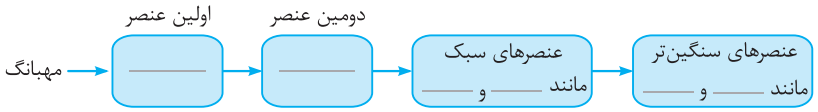


www.gajmarket.com

پ) در سیارهٔ (۲)، عنصر فلزی یافت نمی‌شود و سیاره‌ای گازی به شمار می‌رود.
ت) عنصرهای A و B به ترتیب سیلیسیم و هلیم هستند.
ث) هر دو سیاره در سامانهٔ خورشیدی قرار گرفته‌اند و فاصلهٔ سیارهٔ (۱) از خورشید کم‌تر از فاصلهٔ سیارهٔ (۲) از خورشید است.

۷. به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.
آ) سحابی چیست و چگونه به‌وجود می‌آید؟
ب) چرا ستارگان را کارخانهٔ تولید عنصرها می‌نامند؟
پ) انرژی نورانی و گرمایی خورشید چگونه تولید می‌شود؟

۸. الگوی زیر روند کلی تشکیل عنصرها در جهان هستی را نمایش می‌دهد. جاهای خالی کادرهای زیر را با کلمات مناسب پر کنید.



پاسخ‌های تشریحی

۱ آ) اکسیژن، گوگرد ب) آسمان پ) آهن (Fe) ت) ناهمگون ث) مشتری

۲ آ) h ب) c پ) f ت) g

۳ آ) درست
ب) درست- در مشتری عنصر فلزی یافت نمی‌شود و یک سیارهٔ گازی به شمار می‌رود.
پ) نادرست- درصد فراوانی گوگرد در **زمین** بیش‌تر است.
ت) نادرست- **سحابی‌ها** باعث پیدایش **ستاره‌ها** و کهکشان‌ها شده‌اند. *قصد ما این بود که بفهمین با جابه‌جایی دو تا کلمه چه جوری می‌شه جمله رو غلط کرد! فکر کنم به هرفمون رسیده باشیم.* ☺
ث) درست- با رشد ستاره‌ها، عنصرهای سبک موجود در آن می‌توانند به عنصرهای سنگین‌تر تبدیل شوند، پس نوع عنصرها در ستاره‌ها در حال تغییر است.
ج) نادرست- انرژی مورد نظر از تبدیل **هیدروژن به هلیم** حاصل می‌شود.

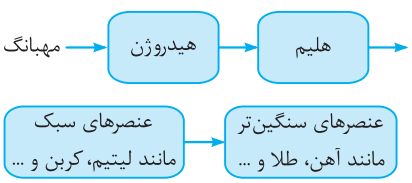
۴ آ) ذره‌های زیراتمی ب) به انرژی تبدیل پ) هیدروژن، مشتری ت) متفاوت ث) ستاره‌ها، هسته‌ای

۵ آ و ب) این دو فضاپیما برای شناخت بیش‌تر سامانهٔ خورشیدی به فضا پرتاب شدند. دو فضاپیما مأموریت داشتند با گذر از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون، شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را تهیه کنند و بفرستند. این شناسنامه‌ها می‌توانند حاوی اطلاعاتی مانند نوع عنصرهای سازنده، ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آن‌ها و ترکیب درصد این مواد باشد.
پ) نشان‌دهندهٔ این است که عنصرها به‌صورت ناهمگون در جهان هستی توزیع شده‌اند.

۶ آ) نادرست- فضاپیماهای وویجر از سیارهٔ مشتری، زحل، اورانوس و نپتون، اطلاعاتی مانند نوع عنصرهای سازنده به زمین مخابره کردند. در شکل نشان داده‌شده، سیاره‌های (۱) و (۲) به‌ترتیب زمین و مشتری هستند. بنابراین این فضاپیماها اطلاعاتی از سیارهٔ (۲) که همان مشتری است به زمین مخابره کردند.
ب) درست- در بین عنصرهای سازندهٔ سیارهٔ زمین و مشتری دو عنصر اکسیژن و گوگرد مشترک هستند. *بنابراین این جمله کاملاً درسته!*
پ) درست- بیش‌تر عناصر سازندهٔ سیارهٔ مشتری، گازی‌شکل هستند. بنابراین در این سیاره عنصرهای فلزی یافت نمی‌شوند.
ت) نادرست- عنصرهای A و B به ترتیب اکسیژن (O) و هلیم (He) می‌باشند.
ث) درست- *شاید باورت نشه* ولی هر دو سیارهٔ زمین و مشتری در سامانهٔ خورشیدی قرار گرفته‌اند و فاصلهٔ سیارهٔ (۱) یا زمین از خورشید کم‌تر از فاصلهٔ سیارهٔ (۲) یا مشتری از خورشید است.

۷ آ) *یه نگاهی به درسنامه بنداز تا دل ما هم یه کم خوش باشه* ☺
ب) ستاره‌ها متولد می‌شوند؛ رشد می‌کنند و پس از چندین میلیون سال نورافشانی و گرمابخشی، پایداری خود را از دست داده، در انفجاری مهیب متلاشی شده و اتم‌های درون آن‌ها در سرتاسر گیتی پراکنده می‌شوند. به همین دلیل باید ستارگان را کارخانهٔ تولید عنصرها دانست.
پ) انرژی نورانی و گرمایی خیره‌کنندهٔ خورشید، حاصل از واکنش‌های هسته‌ای است که در آن هیدروژن به هلیم تبدیل می‌شود.

۸ *هواست به این سؤال باشه که احتمالش زیاده تو امتحان ببینیش!*



www.gajmarket.com

درسنامه ۲

[صفحهٔ ۵ تا ۹ کتاب درسی]

آیا همهٔ اتم‌های یک عنصر پایدارند؟

عدد اتمی و عدد جرمی

عدد اتمی (Z): تعداد پروتون‌های هستهٔ یک اتم را عدد اتمی (Z) آن اتم می‌نامند. واضح است که در یک اتم خنثی تعداد پروتون‌ها برابر با تعداد الکترون‌هاست. از این‌رو، عدد اتمی، تعداد الکترون‌های موجود در اتم خنثی را نیز مشخص می‌کند.

عدد جرمی (A): مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هستهٔ یک اتم را عدد جرمی (A) آن اتم می‌نامند.

تعداد نوترون‌ها + تعداد پروتون‌ها = عدد جرمی

$$A = Z + N$$

نکته

شیوهٔ نمایش عدد اتمی و عدد جرمی پیرامون نماد یک عنصر (E) به‌صورت مقابل است:[1]

$$\begin{matrix} A \text{ (عدد جرمی)} \\ Z \text{ (عدد اتمی)} \end{matrix} \quad E \xrightarrow{\text{مثال}} {}^{۵۶}_{۲۶}Fe \begin{cases} Z = ۲۶ \\ e^- = ۲۶ \\ N = ۵۶ - ۲۶ = ۳۰ \end{cases}$$

مثال

می‌خواهیم تعداد پروتون، الکترون و نوترون را در گونه‌های زیر تعیین کنیم:

آ) ${}^{۶۳}_{۲۹}Cu$ ب) ${}^{۲۷}_{۱۳}Al^{۳+}$ پ) ${}^{۳۲}_{۱۶}S^{۲-}$

پاسخ: آ) با توجه به نماد ${}^{۶۳}_{۲۹}Cu$ می‌توان گفت که عدد اتمی مس برابر ۲۹ است و بنابراین در این اتم ۲۹ پروتون وجود دارد. از آن‌جا که اتم مس خنثی است، تعداد پروتون‌ها و تعداد الکترون‌های آن برابر می‌باشد و برابر ۲۹ تا است. حالا می‌توان با استفاده از رابطهٔ عدد جرمی، تعداد نوترون‌ها را نیز به‌دست آورد:

$$A = Z + N \Rightarrow N = A - Z = ۶۳ - ۲۹ = ۳۴$$

ب) در ${}^{۲۷}_{۱۳}Al^{۳+}$ تعداد پروتون‌ها برابر ۱۳ است. از آن‌جا که این یون دارای بار + ۳ است، بنابراین اتم آلومینیم ۳ الکترون از دست داده و درنتیجه دارای ۱۰ الکترون است. برای محاسبهٔ تعداد نوترون‌ها هم می‌توان نوشت:

$$A = Z + N \Rightarrow N = A - Z = ۲۷ - ۱۳ = ۱۴$$

پ) در ${}^{۳۲}_{۱۶}S^{۲-}$ تعداد پروتون‌ها برابر ۱۶ است. از آن‌جا که این یون دارای بار − ۲ است، بنابراین اتم گوگرد ۲ الکترون به‌دست آورده و درنتیجه دارای ۱۸ الکترون است. برای محاسبهٔ تعداد نوترون‌ها هم می‌توان نوشت:

$$A = Z + N \Rightarrow N = A - Z = ۳۲ - ۱۶ = ۱۶$$

مثال

عدد جرمی عنصری ۴۰ و تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌های آن برابر ۴ است. عدد اتمی این عنصر را به‌دست آورید.

پاسخ: *اولاً هواستون باشه* که به‌جز اتم هیدروژن (${}^{۱}_{۱}H$) که فاقد نوترون است، در سایر اتم‌ها تعداد نوترون‌ها از پروتون‌ها بیش‌تر است ($N \geq Z$)، *دوماً به محاسبات مقابل توجه کن!*

$$\left.\begin{matrix} N + Z = ۴۰ \\ N - Z = ۴ \end{matrix}\right\} \Rightarrow N = ۲۲ \, , \, Z = ۱۸$$

مثال

اختلاف‌شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون ${}^{۴۵}M^{۳+}$، برابر ۶ است. عدد اتمی این عنصر را به‌دست آورید.

پاسخ: *هر وقت دیدی که در مورد یون مثبت یا منفی داره حرف میزنه سؤال، یه رابطهٔ دیگه هم بلد باش* که میان شمار پروتون‌ها (عدد اتمی) و شمار الکترون‌ها ارتباط برقرار می‌کند:

بار − شمار پروتون‌ها = شمار الکترون‌ها

با توجه به نماد این یون، عدد جرمی آن برابر ۴۵ است:

$$A = N + Z \Rightarrow N + Z = ۴۵$$

اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در آن برابر ۶ است:

$$N - e = ۶ \qquad (*)$$

با توجه به بار الکتریکی یون M می‌توان نوشت:

$$e = Z - ۳ \qquad (**)$$

با جایگذاری رابطهٔ (**) در (*) می‌توان معادلهٔ زیر را به‌دست آورد:

$$N - e = ۶ \Rightarrow N - (Z - ۳) = ۶ \Rightarrow N - Z = ۳$$

حال می‌توان یک دستگاه دومعادله دومجهول تشکیل داد:

$$\left.\begin{matrix} N + Z = ۴۵ \\ N - Z = ۳ \end{matrix}\right\} \Rightarrow N = ۲۴ \, , \, Z = ۲۱$$

۱- نماد E، حرف نخست واژهٔ Element به معنای عنصر است.

www.gajmarket.com

درسنامه ۲

ایزوتوپ‌های یک عنصر

بررسی‌ها نشان می‌دهد که اغلب در یک نمونهٔ طبیعی از عنصری معین، اتم‌های سازنده، جرم یکسانی ندارند. برای مثال، بررسی یک نمونه منیزیم نشان می‌دهد که همهٔ اتم‌های منیزیم در این نمونه یکسان نیست، بلکه مخلوطی از سه **هم‌مکان (ایزوتوپ)** هستند.

ایزوتوپ‌ها اتم‌های یک عنصر هستند که **عدد اتمی یکسان** اما **عدد جرمی متفاوت** دارند. به‌عبارت دیگر، ایزوتوپ‌های یک عنصر، دارای تعداد پروتون‌ها و الکترون‌های برابر و تعداد نوترون‌های متفاوتی هستند.

در میان ایزوتوپ‌های یک عنصر، هر کدام درصد فراوانی بیش‌تری در طبیعت داشته باشد، پایدارتر است. برای مثال؛ در یک نمونهٔ طبیعی از عنصر منیزیم سه ایزوتوپ ^{24}Mg، ^{25}Mg و ^{26}Mg وجود دارد که با توجه به تمرین‌های دوره‌ای فصل اول می‌توان گفت:

$$^{25}Mg > ^{26}Mg > ^{24}Mg : \text{پایداری} \quad \Rightarrow \quad ^{24}Mg > ^{26}Mg > ^{25}Mg : \text{درصد فراوانی}$$

نکته

۱ـ ایزوتوپ‌ها خواص شیمیایی یکسان دارند ولی برخی خواص وابسته به جرم آن‌ها مانند چگالی، نقطهٔ ذوب و نقطهٔ جوش متفاوت است. *هواست جمع باشه‌ها!* این تفاوت در ترکیب‌های شیمیایی دارای آن‌ها نیز مشاهده می‌شود.

۲ـ ایزوتوپ‌های یک عنصر، به دلیل داشتن خواص شیمیایی یکسان، در جدول دوره‌ای عنصرها تنها یک مکان را اشغال می‌کنند.

۳ـ درصد فراوانی هر ایزوتوپ در طبیعت، *همونطور که از اسمش تابلوئه!*، نشان دهندهٔ فراوانی ایزوتوپ موردنظر نسبت به سایر ایزوتوپ‌های آن عنصر است. با استفاده از رابطهٔ زیر می‌توان درصد فراوانی یک ایزوتوپ را محاسبه کرد:

$$\text{درصد فراوانی هر ایزوتوپ} = \frac{\text{تعداد اتم‌های آن ایزوتوپ}}{\text{تعداد کل اتم‌ها}} \times ۱۰۰$$

پایداری ایزوتوپ‌ها

هستهٔ ایزوتوپ‌های ناپایدار، ماندگار نیست و با گذشت زمان متلاشی می‌شود. این ایزوتوپ‌ها پرتوزا هستند و اغلب براثر تلاشی (متلاشی شدن) افزون بر ذره‌های پرانرژی، مقدار زیادی انرژی نیز آزاد می‌کنند.

پایداری ایزوتوپ‌ها به تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های درون هستهٔ آن‌ها بستگی دارد. برطبق یک قاعدهٔ کلی، اغلب هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن‌ها برابر یا بیش از ۱/۵ باشد، ناپایدارند و با گذشت زمان متلاشی می‌شوند.

نکته

یکی از راه‌های تخمین زدن میزان پایداری یک ایزوتوپ، بررسی نیمه عمر آن ایزوتوپ است. به طوری‌که هر چه نیم‌عمر آن ایزوتوپ بیش‌تر باشد، پایداری بالاتری دارد. حالا نیم‌عمر چیه دیگه؟! نیم‌عمر، زمان لازم برای متلاشی شدن نصف اتم‌های پرتوزای اولیه است.

مثال: زمان نیم‌عمر $^{3}_{1}H$ حدوداً برابر ۴۴۹۶ روز است. فرض کنید *همین الآن، یهویی!* به شما دو گرم $^{3}_{1}H$ بدهند. با توجه به زمان نیم‌عمر آن می‌توان گفت که پس از گذشت ۴۴۹۶ روز، نصف مقداری که به شما داده شده است (یک گرم)، متلاشی می‌شود.

رادیوایزوتوپ‌ها

برخی ایزوتوپ‌های یک عنصر، ناپایدارند؛ به این معنی که هستهٔ آن‌ها ماندگار نیست و با گذشت زمان به‌صورت خود به خود، متلاشی می‌شوند. این ایزوتوپ‌ها، پرتوزا بوده و اغلب بر اثر تلاشی، علاوه‌بر ذره‌های پرانرژی، مقدار زیاد انرژی هم آزاد می‌کنند.

به ایزوتوپ‌های ناپایدار، رادیو ایزوتوپ گفته می‌شود.

ایزوتوپ‌های هیدروژن

جدول زیر، نیم‌عمر و درصد فراوانی ایزوتوپ‌های هیدروژن را نشان می‌دهد. تمام نکته‌های *ریز و درشت!* این جدول با توجه به ۷ ایزوتوپ هیدروژن، در ادامه آورده شده است.

نماد ایزوتوپ / ویژگی ایزوتوپ	$^{1}_{1}H$	$^{2}_{1}H$	$^{3}_{1}H$	$^{4}_{1}H$	$^{5}_{1}H$	$^{6}_{1}H$	$^{7}_{1}H$
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
درصد فراوانی در طبیعت	۹۹/۹۸۸۵	۰/۰۱۱۴	ناچیز	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)

www.gajmarket.com

درسنامه ۲

۱- در این جدول، به هفت ایزوتوپ هیدروژن اشاره شده است. ۳ ایزوتوپ ${}_{1}^{1}H$، ${}_{1}^{2}H$ و ${}_{1}^{3}H$ در طبیعت یافت می‌شوند، به طوری‌که ${}_{1}^{1}H$ و ${}_{1}^{2}H$ پایدار ولی ${}_{1}^{3}H$ پرتوزا و ناپایدار است. ۴ ایزوتوپ دیگر هیدروژن؛ یعنی ${}_{1}^{4}H$، ${}_{1}^{5}H$، ${}_{1}^{6}H$ و ${}_{1}^{7}H$ ساختگی هستند.

۲- از میان ایزوتوپ‌های یک عنصر، ایزوتوپی که درصد فراوانی بیش‌تری دارد، پایدارتر است:

پایداری ایزوتوپ‌های طبیعی : ${}_{1}^{3}H > {}_{1}^{2}H > {}_{1}^{1}H$ ⇒ **درصد فراوانی ایزوتوپ‌های طبیعی :** ${}_{1}^{3}H < {}_{1}^{2}H < {}_{1}^{1}H$

۳- درصد فراوانی چهار ایزوتوپ ساختگی هیدروژن (${}_{1}^{4}H$، ${}_{1}^{5}H$، ${}_{1}^{6}H$ و ${}_{1}^{7}H$) در طبیعت برابر صفر است و باید در آزمایشگاه ساخته شوند.

۴- هر چه نیم‌عمر ایزوتوپی کوتاه‌تر باشد، زمان ماندگاری کم‌تری دارد و در نتیجه ناپایدارتر است:

پایداری ایزوتوپ‌های ساختگی : ${}_{1}^{7}H > {}_{1}^{4}H > {}_{1}^{6}H > {}_{1}^{5}H$ ⇒ **نیم‌عمر ایزوتوپ‌های ساختگی :** ${}_{1}^{7}H < {}_{1}^{4}H < {}_{1}^{6}H < {}_{1}^{5}H$

۵- در بین ایزوتوپ‌های هیدروژن، ایزوتوپ‌های ${}_{1}^{1}H$ و ${}_{1}^{2}H$ پایدارند و خاصیت پرتوزایی ندارند، اما ۵ ایزوتوپ ${}_{1}^{3}H$، ${}_{1}^{4}H$، ${}_{1}^{5}H$، ${}_{1}^{6}H$ و ${}_{1}^{7}H$ به دلیل داشتن $\frac{N}{Z} \geq 1/5$، پرتوزا بوده و رادیوایزوتوپ به شمار می‌روند. بنابراین هیدروژن دارای ۵ رادیوایزوتوپ است.

۶- مقایسهٔ کامل پایداری رادیوایزوتوپ‌های هیدروژن به‌صورت زیر است:

پایداری رادیوایزوتوپ‌های هیدروژن: ${}_{1}^{3}H > {}_{1}^{5}H > {}_{1}^{6}H > {}_{1}^{4}H > {}_{1}^{7}H$ ⇒ **نیم‌عمر رادیوایزوتوپ‌های هیدروژن:** ${}_{1}^{3}H < {}_{1}^{5}H < {}_{1}^{6}H < {}_{1}^{4}H < {}_{1}^{7}H$

هیدروژن دارای هفت ایزوتوپ ${}_{1}^{1}H$ تا ${}_{1}^{7}H$ است که سه ایزوتوپ ${}_{1}^{1}H$، ${}_{1}^{2}H$ و ${}_{1}^{3}H$ طبیعی بوده و چهار ایزوتوپ ${}_{1}^{4}H$، ${}_{1}^{5}H$، ${}_{1}^{6}H$ و ${}_{1}^{7}H$ ساختگی هستند.

ایزوتوپ‌های هیدروژن: ${}_{1}^{7}H, {}_{1}^{6}H, {}_{1}^{5}H, {}_{1}^{4}H, {}_{1}^{3}H, {}_{1}^{2}H, {}_{1}^{1}H$ (رادیوایزوتوپ: ساختگی؛ پایدار: طبیعی)

کاربردهای رادیوایزوتوپ‌ها

از ۱۱۸ عنصر شناخته‌شده، تنها ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می‌شود، این بدان معنا است که ۲۶ عنصر دیگر ساختگی است. تکنسیم (${}_{43}^{99}Tc$) نخستین عنصری بود که در واکنشگاه هسته‌ای ساخته شد. این رادیوایزوتوپ در تصویربرداری پزشکی کاربرد ویژه‌ای دارد.

نکته

همهٔ ${}_{43}^{99}Tc$ موجود در جهان باید به‌طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته شود. از آن‌جا که زمان ماندگاری یا نیم‌عمر آن کم است، نمی‌توان آن را برای مدت طولانی نگه‌داری کرد، بنابراین بسته به نیاز، آن را با یک مولد هسته‌ای تولید و سپس مصرف می‌کنند.

رادیوایزوتوپ‌ها *واقعاً!* خیلی خطرناک هستند اما بشر موفق به مهار و بهره‌گیری از آن‌ها شده است. **اورانیم** شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزایی است که از ایزوتوپ ${}_{92}^{235}U$ آن، اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی استفاده می‌شود. فراوانی این ایزوتوپ در مخلوط طبیعی اورانیم کم‌تر از **۰/۷ درصد** است.

غنی‌سازی ایزوتوپی: به فرایندی که در آن مقدار یک ایزوتوپ خاص را در مخلوط ایزوتوپ‌های یک عنصر افزایش می‌دهند، غنی‌سازی ایزوتوپی می‌گویند. *البته بگیما این واژه اغلب برای اورانیم به‌کار برده می‌شود*، بدین معنی که به فرایندی که در آن مقدار ایزوتوپ ${}_{92}^{235}U$ را در مخلوط ایزوتوپ‌های اورانیم (که شامل ${}_{92}^{235}U$ و ${}_{92}^{238}U$ می‌باشد) افزایش می‌دهند، غنی‌سازی ایزوتوپ‌های اورانیم می‌گویند.

نکته

از تکنسیم (${}_{43}^{99}Tc$) برای تصویربرداری غدهٔ تیروئید استفاده می‌شود زیرا یون یدید (I^-) با یونی که حاوی ${}_{43}^{99}Tc$ است، اندازهٔ 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.

www.gajmarket.com

سؤالات امتحانی

۹. هر یک از عبارت‌های داده‌شده را با استفاده از موارد زیر کامل کنید. (برخی از موارد اضافی هستند.)

پایدار- فیزیکی- پرتوزای- پروتون- واکنش‌پذیری- نوترون- شیمیایی- نقطهٔ جوش

آ) نماد Z برای نشان دادن تعداد ..... های یک اتم به‌کار می‌رود.

ب) اتم‌های یک عنصر خواص ..... یکسانی دارند ولی در برخی خواص مانند ..... با یکدیگر تفاوت دارند.

پ) رادیوایزوتوپ‌ها، ایزوتوپ‌های ..... یک عنصر به‌شمار می‌آیند.

۱۰. هر یک از عبارت‌های ستون A با یک مورد از ستون B در ارتباط است. این ارتباط را پیدا کرده و حرف مربوط را داخل کادر مورد نظر بنویسید. (برخی از موارد ستون B اضافی است.)

ستون A	ستون B
آ) یکی از مراحل مهم چرخهٔ تولید سوخت هسته‌ای است. ◯	a) $^{5}_{1}H$
ب) ایزوتوپی ساختگی از بین ۷ ایزوتوپ هیدروژن که بیش‌ترین نیم‌عمر را دارد. ◯	b) دفع پسماندهای هسته‌ای
پ) نسبت شمار عنصرهای ساختگی به شمار عنصرهای شناخته‌شده که در طبیعت یافت می‌شوند. ◯	c) $^{4}_{1}H$
ت) ایزوتوپی از منیزیم که کم‌ترین فراوانی را در یک نمونهٔ طبیعی از آن دارد. ◯	d) $\frac{11}{48}$
	e) $^{25}_{12}Mg$
	f) غنی‌سازی ایزوتوپی
	g) $^{24}_{12}Mg$
	h) $\frac{13}{46}$

۱۱. درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را تعیین کنید و در صورت نادرست بودن، علت یا شکل درست آن را بنویسید.

آ) اختلاف تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها در اتم عنصر $^{4}_{2}X$ برابر ۲ است.

ب) در هستهٔ تمام عنصرها، پروتون و نوترون وجود دارد.

پ) ایزوتوپ‌های یک عنصر تعداد الکترون‌های یکسان و تعداد نوترون‌های متفاوت دارند.

ت) از ۱۱۸ عنصر شناخته‌شده تنها ۹۴ عنصر در طبیعت یافت می‌شوند.

ث) می‌توان مقادیر زیادی از عنصر تکنسیم را ساخت و نگه‌داری کرد.

ج) هر چه درصد فراوانی یک ایزوتوپ در طبیعت بیش‌تر باشد، نشان‌دهندهٔ آن است که ایزوتوپ موردنظر پایدارتر است.

۱۲. هر یک از عبارت‌های زیر را با انتخاب یکی از موارد داده‌شده، کامل کنید.

آ) تفاوت تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون $^{19}_{9}F^{-}$ (بیش‌تر از / برابر با / کم‌تر از) این تفاوت در اتم $^{4}_{2}He$ است.

ب) (تمام / اغلب) عنصرها دارای ایزوتوپ هستند، مانند کلر که یک نمونهٔ طبیعی آن دارای (دو / سه) ایزوتوپ است.

پ) یک نمونهٔ طبیعی از لیتیم دارای (دو / سه) ایزوتوپ است و پایدارترین ایزوتوپ آن، (^{7}Li / ^{6}Li) می‌باشد.

ت) از ایزوتوپ (^{59}Fe / ^{99}Tc) در تصویربرداری غدهٔ تیروئید استفاده می‌شود.

ث) ایزوتوپ (^{235}U / ^{238}U) درصد فراوانی بیش‌تری در مخلوط طبیعی اورانیم دارد.

ج) (تمام / اغلب) هسته‌هایی که نسبت شمار پروتون‌ها به نوترون‌های آن برابر یا (بزرگ‌تر از ۱/۵ / کوچک‌تر از ۰/۶۶) باشد، ناپایدارند.

۱۳. در هر یک از موارد زیر، نماد شیمیایی موردنظر را به همراه زیروند و بالاوند مناسب بنویسید.

آ) اتم روی با ۳۷ نوترون و ۳۰ پروتون

ب) یون دو بار مثبت آهن با ۲۴ الکترون و عدد جرمی ۵۶

پ) ذرهٔ فرضی X با ۳۴ پروتون، ۴۲ نوترون و ۳۶ الکترون

www.gajmarket.com

۱۴. به موارد زیر پاسخ دهید.

آ) چرا ایزوتوپ‌های عنصر کربن خواص شیمیایی یکسانی دارند؟

ب) کاربرد عنصر تکنسیم و چگونگی به‌کارگیری آن را بنویسید.

پ) چرا مقدار زیادی از تکنسیم که کاربرد زیادی دارد، نمی‌سازند تا برای مدتی انبار کنند؟

۱۵. جدول زیر را کامل کنید.

ویژگی / گونه	عدد جرمی	تعداد نوترون	تعداد پروتون	تعداد الکترون	بار الکتریکی گونه
$^{14}_{6}C$					
$^{112}_{48}Cd^{2+}$					
$^{79}_{34}Se^{2-}$					
$^{\cdots}_{\cdots}Pt^{+}$	۲۵۵			۷۷	
$^{\cdots}_{\cdots}Sb^{3-}$		۷۲		۵۴	
$^{\cdots}_{\cdots}X^{\cdots}$		۷۸		۶۴	۲+

۱۶. تفاوت تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون $^{79}X^{3+}$ برابر ۱۸ است. عدد اتمی این عنصر را به‌دست آورید. (عنصر X فرضی است.)

۱۷. عدد جرمی گونهٔ X^{4+} برابر ۹۱ و مجموع پروتون‌ها و الکترون‌های آن برابر ۷۶ است. اگر مجموع الکترون‌ها و نوترون‌های این گونه برابر ۸۷ باشد، تعداد الکترون‌ها و نوترون‌های اتم X را حساب کنید.

۱۸. در یون فرضی $^{137}X^{2+}$ نسبت تعداد نوترون‌ها به الکترون‌ها برابر ۱/۲۵ است. نسبت تعداد پروتون‌ها به نوترون‌ها را در این یون به‌دست آورید.

۱۹. در گونهٔ X تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها برابر یک و تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها برابر ۲ است. اگر نسبت تعداد الکترون‌ها به عدد جرمی آن برابر ۰/۴ باشد، عدد اتمی و عدد جرمی X را به‌دست آورید.

۲۰. در یون X^{-} ، Y^{3+} تعداد نوترون‌ها با هم و تعداد الکترون‌ها نیز با هم برابر است و عدد جرمی اتم Y هم برابر ۴۴ می‌باشد. عدد جرمی اتم X را به‌دست آورید. (X و Y نماد شیمیایی عناصر فرضی هستند).

۲۱. اگر مجموع عدد جرمی و عدد اتمی $^{m-3}_{n+4}A$ ، چهار برابر شمار نوترون‌های $^{m+1}_{2n}D$ باشد، شمار نوترون‌های $^{9n+6}_{3m-2}E$ را به‌دست آورید.

۲۲. با توجه به جدول زیر، به پرسش‌های داده‌شده پاسخ دهید.

نماد ایزوتوپ / ویژگی ایزوتوپ	$^{4}_{3}Li$	$^{5}_{3}Li$	$^{6}_{3}Li$	$^{7}_{3}Li$	$^{8}_{3}Li$	$^{9}_{3}Li$	$^{10}_{3}Li$	$^{11}_{3}Li$	$^{12}_{3}Li$
نیم‌عمر	$۹/۱\times۱۰^{-۲۳}s$	$۳/۷\times۱۰^{-۲۲}s$	پایدار	پایدار	$۸/۴\times۱۰^{-۱}s$	$۱/۸\times۱۰^{-۱}s$	$۲\times۱۰^{-۲۱}s$	$۸/۶\times۱۰^{-۳}s$	$۹\times۱۰^{-۹}s$
درصد فراوانی در طبیعت	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۷/۵۹	۹۲/۴۱	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)

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

ب) یک نمونهٔ طبیعی از عنصر لیتیم، مخلوطی از چند ایزوتوپ است؟

پ) چه تعداد از ایزوتوپ‌های لیتیم، رادیوایزوتوپ به‌شمار می‌روند؟

ت) کدام ایزوتوپ عنصر لیتیم از همه ناپایدارتر است؟ چرا؟

۲۳. به موارد زیر پاسخ دهید.

آ) نیم‌عمر یک ماده را تعریف کنید و رابطهٔ آن با پایداری ماده را بیان نمایید.

ب) با توجه به کتاب درسی، هیدروژن دارای چند ایزوتوپ است؟

پ) در یک نمونهٔ طبیعی از هیدروژن، چند ایزوتوپ یافت می‌شود؟

ت) هیدروژن دارای چند رادیوایزوتوپ است؟

ث) در پایدارترین رادیو ایزوتوپ هیدروژن، نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌ها چقدر است؟

www.gajmarket.com

۲۴. اگر زمان لازم برای متلاشی شدن ۵۰٪ از ایزوتوپ‌های ناپایدار A، ۲/۵ ثانیه باشد، پس از گذشت ۱۰s، کاهش جرم a گرم از این ایزوتوپ، چند درصد خواهد بود؟

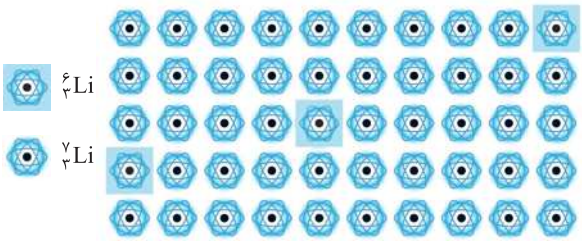
۲۵. از میان گونه‌های زیر، کدام موارد دارای تعداد الکترون برابر هستند و کدام موارد، ایزوتوپ یکدیگر محسوب می‌شوند؟ (نمادهای داده‌شده فرضی هستند.)

$$^{5}_{2}A - {}^{14}_{7}B^{3-} - {}^{5}_{3}C - {}^{24}_{12}D^{2+} - {}^{4}_{2}E - {}^{24}_{11}F^{+} - {}^{26}_{12}G - {}^{9}_{4}H^{2+}$$

۲۶. با استفاده از موارد داده‌شده، شباهت‌ها و تفاوت‌های ایزوتوپ‌های یک عنصر را بنویسید.

آ) نقطهٔ ذوب و جوش
ب) موقعیت در جدول دوره‌ای
پ) تعداد نوترون
ت) عدد جرمی
ث) خواص شیمیایی
ج) تعداد الکترون
چ) عدد اتمی
ح) خواص فیزیکی وابسته به جرم
خ) تعداد پروتون
د) واکنش‌پذیری

۲۷. به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.



آ) درصد فراوانی هر ایزوتوپ در طبیعت نشان‌دهندهٔ چیست؟ توضیح دهید.

ب) شکل مقابل شمار تقریبی اتم‌های لیتیم را در یک نمونهٔ طبیعی از آن نشان می‌دهد. با توجه به آن، درصد فراوانی هر یک از ایزوتوپ‌های لیتیم را حساب کنید.

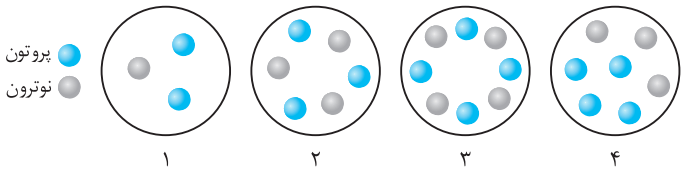
پ) در یک نمونهٔ طبیعی از ایزوتوپ‌های عنصر X، نسبت تعداد ایزوتوپ‌های سبک‌تر به سنگین‌تر آن برابر $\frac{۲}{۳}$ است. درصد فراوانی ایزوتوپ‌ها را محاسبه کنید.

۲۸. عنصر X دارای سه ایزوتوپ ^{a}X، ^{b}X و ^{c}X است. اگر نسبت تعداد ایزوتوپ‌های ^{a}X به ^{b}X برابر ۳ و به ازای هر اتم ^{b}X، چهار اتم ^{c}X وجود داشته باشد، درصد فراوانی هر یک از ایزوتوپ‌ها را محاسبه کنید.

۲۹. کدام‌یک از اتم‌های زیر، هستهٔ ناپایدار دارد؟ دلیل خود را بنویسید. (A، B و C نماد عنصرهایی فرضی هستند.)

- $^{3}_{1}A$
- $^{210}_{84}B$
- $^{91}_{37}C$

۳۰. با توجه به شکل‌های زیر که هسته‌های چهار اتم را نشان می‌دهند، به پرسش‌های داده‌شده پاسخ دهید.



آ) کدام اتم می‌تواند رادیوایزوتوپ باشد؟ چرا؟

ب) کدام اتم‌ها، ایزوتوپ یکدیگرند؟ چرا؟

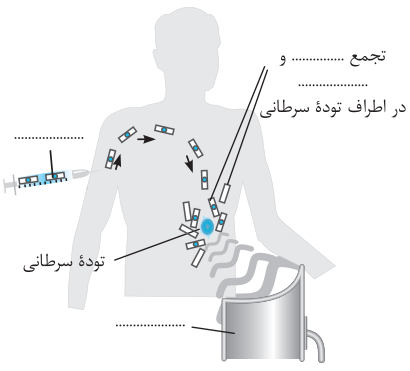
۳۱. به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

آ) شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزا چیست؟ چه کاربردی دارد؟ درصد فراوانی‌های ایزوتوپ‌های طبیعی آن را نیز مشخص کنید.

ب) غنی‌سازی ایزوتوپی به چه فرایندی گفته می‌شود؟

پ) یکی از چالش‌های صنایع هسته‌ای را بنویسید.

۳۲. شکل مقابل فرایند تشخیص تودهٔ سرطانی را نشان می‌دهد:



آ) جاهای خالی را در شکل پر کنید.

ب) تودهٔ سرطانی چیست؟

پ) فرایند تشخیص این بیماری را توضیح دهید.

www.gajmarket.com

پاسخ‌های تشریحی

۹ آ) پروتون ب) شیمیایی، نقطهٔ جوش
پ) پرتوزا

۱۰ آ) f ب) a
پ) h ت) e

۱۱ آ) نادرست- تعداد نوترون‌ها و پروتون‌های عنصر $_{۲}^{۴}X$ برابر ۲ است. از این‌رو اختلاف تعداد پروتون و نوترون این عنصر برابر **صفر** خواهد بود. *تکنه اومدی عدد جرمی (۴) رو از عدد اتمی (۲) کم کردی و تو دام افتادی؟*
ب) نادرست- در هستهٔ اتم هیدروژن $_{۱}^{۱}H$ نوترونی وجود ندارد.
پ) درست
ت) نادرست ـ از ۱۱۸ عنصر شناخته‌شده تنها **۹۲ عنصر** در طبیعت یافت می‌شوند.
ث) نادرست- تکنسیم (^{۹۹}Tc) نیم‌عمر کوتاهی دارد و نمی‌توان مقادیر زیادی از آن را نگه‌داری کرد.
ج) درست- *این جمله مهمه‌ها!*

۱۲ آ) برابر با ب) اغلب، دو
پ) دو، ^{۷}Li ت) ^{۹۹}Tc
ث) ^{۲۳۸}U ج) اغلب، کوچک‌تر از ۰/۶۶

در ارتباط با قسمت دوم (ج)، نسبت $\frac{\text{تعداد پروتون‌ها}}{\text{تعداد نوترون‌ها}}$ خواسته شده است که *برعکس اون چیزیه که فکرشو می‌کردی!*

هستهٔ اتم موردنظر ناپایدار $\Rightarrow \frac{\text{تعداد نوترون‌ها}}{\text{تعداد پروتون‌ها}} \geq ۱/۵$

هستهٔ اتم موردنظر ناپایدار $\Rightarrow \frac{\text{تعداد پروتون‌ها}}{\text{تعداد نوترون‌ها}} \leq \frac{۱}{۱/۵} = ۰/۶۶$

۱۳ آ) نماد شیمیایی اتم روی، Zn است، از این‌رو بر اساس حالت کلی نمایش عنصرها ($_{Z}^{A}E$) می‌توان نوشت: $_{۳۰}^{۶۷}Zn$
ب) یون دو بار مثبت آهن دارای ۲۴ الکترون است، از این‌رو اتم آهن دارای ۲۶ الکترون و پروتون می‌باشد: $_{۲۶}^{۵۶}Fe^{۲+}$
پ) از آن‌جا که تعداد الکترون‌ها و پروتون‌ها با یکدیگر برابر نیست، قطعاً ذرهٔ موردنظر باردار می‌باشد و چون تعداد الکترون‌ها به اندازهٔ ۲ واحد بیش‌تر از تعداد پروتون‌ها است، ذرهٔ موردنظر بار منفی خواهد داشت: $_{۳۴}^{۷۶}X^{۲-}$

۱۴ آ) ایزوتوپ‌های هر عنصر به دلیل داشتن تعداد پروتون‌های برابر، خواص شیمیایی یکسانی دارند.

ب) از تکنسیم (^{۹۹}Tc) برای تصویربرداری غدهٔ تیروئید استفاده می‌شود، زیرا یون یدید (I^-) با یونی که حاوی یون ^{۹۹}Tc است، اندازهٔ مشابهی دارد و غدهٔ تیروئید هنگام جذب یدید، این یون را نیز جذب می‌کند. با افزایش مقدار این یون در غدهٔ تیروئید، امکان تصویربرداری فراهم می‌شود.
پ) همهٔ ^{۹۹}Tc موجود در جهان باید به‌طور مصنوعی ساخته شود. از آن‌جا که زمان ماندگاری یا نیم‌عمر این عنصر کم است، نمی‌توان مقادیر زیادی از این عنصر را تهیه و برای مدت طولانی نگهداری کرد.

۱۵

ویژگی / گونه	عدد جرمی	تعداد نوترون	تعداد پروتون	تعداد الکترون	بار الکتریکی گونه
$_{۶}^{۱۴}C$	۱۴	۸	۶	۶	
$_{۴۸}^{۱۱۲}Cd^{۲+}$	۱۱۲	۶۴	۴۸	۴۶	۲+
$_{۳۴}^{۷۹}Se^{۲-}$	۷۹	۴۵	۳۴	۳۶	۲-
$_{۷۸}^{۲۵۵}Pt^{+}$	۲۵۵	۱۷۷	۷۸	۷۷	۱+
$_{۵۱}^{۱۲۳}Sb^{۳-}$	۱۲۳	۷۲	۵۱	۵۴	۳-
$_{۶۶}^{۱۴۴}X^{۲+}$	۱۴۴	۷۸	۶۶	۶۴	۲+

۱۶ با توجه به اطلاعات مربوط به $X^{۳+}$ می‌توان نوشت:

$$X^{۳+}\begin{cases} A = N + Z = ۷۹ \\ Z = e + ۳ \Rightarrow e = Z - ۳ \\ N - e = ۱۸ \Rightarrow N - (Z - ۳) = ۱۸ \Rightarrow N - Z = ۱۵ \end{cases}$$

حالا با استفاده از اولین و آخرین معادله و یک دستگاه دو معادله دو مجهول، سؤال را حل می‌کنیم:

$$\left.\begin{matrix} N + Z = ۷۹ \\ N - Z = ۱۵ \end{matrix}\right\} \Rightarrow N = ۴۷ \, , \, Z = ۳۲$$

۱۷ با توجه به اطلاعات سؤال برای $X^{۴+}$ می‌توان نوشت:

$$X^{۴+}\begin{cases} A = N + Z = ۹۱ \Rightarrow Z = ۹۱ - N & (۱) \\ Z + e = ۷۶ & (۲) \\ e + N = ۸۷ & (۳) \end{cases}$$

با جایگذاری رابطهٔ (۱) در (۲) داریم:

$$\left.\begin{matrix} N - e = ۱۵ \\ N + e = ۸۷ \end{matrix}\right\} \Rightarrow N = ۵۱ \, , \, e = ۳۶$$

گونهٔ $X^{۴+}$، ۴ الکترون از اتم X کم‌تر دارد، بنابراین تعداد الکترون‌های اتم X برابر است با:

$۳۶ + ۴ = ۴۰$

www.gajmarket.com

۱۸ اگر تعداد پروتون‌های این یون را برابر Z فرض کنیم، تعداد الکترون‌های آن $(Z-۲)$ تا است:

$$\frac{N}{e}=۱/۲۵ \xrightarrow{e=Z-۲} \frac{N}{Z-۲}=۱/۲۵$$: با توجه به سؤال

$$\Rightarrow N=۱/۲۵Z-۲/۵ \Rightarrow N-۱/۲۵Z=-۲/۵$$

از آن‌جا که عدد جرمی این یون برابر ۱۳۷ است، می‌توان گفت که $N+Z=۱۳۷$ می‌باشد. حالا با استفاده از دو معادله‌ای که به‌دست آوردیم، تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها را محاسبه می‌کنیم:

$$\left.\begin{matrix}N-۱/۲۵Z=-۲/۵\\N+Z=۱۳۷\end{matrix}\right\}\Rightarrow N=۷۵\ ,\ Z=۶۲$$

بنابراین نسبت خواسته‌شده برابر $\frac{N}{Z}=\frac{۷۵}{۶۲}=۱/۲۱$ است.

---

۱۹ با توجه به اطلاعات سؤال برای گونهٔ X می‌توان نوشت:

$$\begin{cases}N-Z=۱ & (۱)\\ N-e=۲ & (۲)\\ \frac{e}{N+Z}=۰/۴\Rightarrow e=۰/۴N+۰/۴Z & (۳)\end{cases}$$

با جای‌گذاری رابطهٔ (۳) در (۲) داریم:

$$\left.\begin{matrix}N-Z=۱\\ ۰/۶N-۰/۴Z=۲\end{matrix}\right\}\Rightarrow N=۸\ ,\ Z=۷\ ,\ A=N+Z=۱۵$$

---

۲۰ با توجه به سؤال می‌توان نوشت:

$$\left.\begin{matrix}e_x=Z_x-(-۱)\\ e_y=Z_y-(۳)\end{matrix}\right\}\Rightarrow e_x=e_y\Rightarrow Z_x=Z_y-۴\quad (*)$$

$$N_x=N_y\ (**)$$

$$\xrightarrow{**,*} \underbrace{N_x+Z_x}_{A_x}=\overbrace{(N_Y+Z_Y)}^{A_Y}-۴$$

$$\xrightarrow{A_Y=۴۴} A_x=۴۴-۴=۴۰$$

---

۲۱ در اتم $^{m-۳}_{n+۴}A$ مجموع عدد جرمی و عدد اتمی برابر $(m-۳)+(n+۴)$ می‌شود.

در اتم $^{m+۱}_{۲n}D$ تعداد نوترون‌ها برابر $(m+۱)-۲n$ است.

بنابراین با توجه به داده‌های سؤال می‌توان نوشت:

$$(m-۳)+(n+۴)=۴[(m+۱)-(۲n)]$$

$$\Rightarrow m+n+۱=۴(m-۲n+۱)\Rightarrow ۹n-۳m=۳\quad (I)$$

از طرفی شمار نوترون‌های $^{۹n+۶}_{۳m-۲}E$ برابر است با:

$$N=۹n+۶-۳m+۲\Rightarrow N=\underbrace{۹n-۳m}_{(I)}+۸\Rightarrow N=۳+۸=۱۱$$

۲۲ آ) ایزوتوپ‌های یک عنصر مانند لیتیم، عدد اتمی یکسان ولی عدد جرمی متفاوت دارند. بنابراین در تمام خواص شیمیایی یکسان هستند اما در برخی خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند چگالی با یکدیگر تفاوت دارند.

ب) ۲ ایزوتوپ، تنها دو ایزوتوپ ^{۶}Li و ^{۷}Li پایدار هستند و بقیهٔ ایزوتوپ‌ها، ساختگی‌اند و درصد فراوانی آن‌ها در طبیعت برابر صفر است.

پ) *اگه یادتون باشه*، رادیوایزوتوپ به ایزوتوپ‌های ناپایدار و پرتوزای یک عنصر گفته می‌شود. لیتیم دارای ۷ رادیوایزوتوپ است (ایزوتوپ‌های ^{۴}Li، ^{۵}Li، ^{۸}Li، ^{۹}Li، ^{۱۰}Li، ^{۱۱}Li و ^{۱۲}Li ناپایدارند).

ت) ایزوتوپ ^{۴}Li، زیرا نسبت به بقیهٔ ایزوتوپ‌ها، نیم‌عمر کم‌تری دارد.

---

۲۳ آ) به مقدار زمانی که لازم است تا نیمی از جرم مادهٔ ناپایدار، پرتوزایی کرده و به هسته‌های پایدارتر تبدیل شود. هر چه نیم‌عمر یک ماده بیشتر باشد، پایدارتر خواهد بود.

ب) ۷

پ) ۳

ت) $(^{۳}H\ ,\ ^{۴}H\ ,\ ^{۵}H\ ,\ ^{۶}H\ و\ ^{۷}H)$ ۵

ث) در ^{۳}H، نسبت $\frac{N}{Z}$ برابر ۲ است.

---

۲۴ طبق اطلاعات سؤال، هر ۲/۵ ثانیه، ٪۵۰ از A متلاشی می‌شود، بنابراین ابتدا جرم باقی‌ماندهٔ آن را پس از ۱۰ ثانیه به‌دست می‌آوریم:

$$a\,g \xrightarrow[\times\frac{۱}{۲}]{۲/۵s} \frac{a}{۲}g \xrightarrow[\times\frac{۱}{۲}]{۲/۵s} \frac{a}{۴}g \xrightarrow[\times\frac{۱}{۲}]{۲/۵s} \frac{a}{۸}g \xrightarrow[\times\frac{۱}{۲}]{۲/۵s} \frac{a}{۱۶}g$$

با توجه به جرم اولیه (a گرم) و جرم باقی‌مانده ($\frac{a}{۱۶}$ گرم)، درصد کاهش جرم آن برابر است با:

$$\text{درصد کاهش جرم}=\frac{\text{جرم اولیه}-\text{جرم باقی‌مانده}}{\text{جرم اولیه}}\times ۱۰۰$$

$$=\frac{a-\frac{a}{۱۶}}{a}\times ۱۰۰=٪۹۳/۷۵$$

---

۲۵ *در این مدل سؤال‌ها مهم‌ترین چیز اینه که خونسردی خودتون رو حفظ کنین و تعداد الکترون‌ها، پروتون‌ها و نوترون‌های هر عنصر رو تعیین کنین.*

$$^{۵}_{۲}A: P=۲, e=۲, N=۳\quad ;\quad ^{۱۴}_{۷}B^{۳-}: P=۷, e=۱۰, N=۷$$

$$^{۵}_{۳}C: P=۳, e=۳, N=۲\quad ;\quad ^{۲۴}_{۱۲}D^{۲+}: P=۱۲, e=۱۰, N=۱۲$$

$$^{۴}_{۲}E: P=۲, e=۲, N=۲\quad ;\quad ^{۲۴}_{۱۱}F^{+}: P=۱۱, e=۱۰, N=۱۳$$

$$^{۲۶}_{۱۲}G: P=۱۲, e=۱۲, N=۱۴\quad ;\quad ^{۹}_{۴}H^{۲+}: P=۴, e=۲, N=۵$$

اتم‌هایی که تعداد پروتون‌های برابر داشته باشند، ایزوتوپ‌های یک عنصر محسوب می‌شوند:

$$(^{۵}_{۲}A, ^{۴}_{۲}E)-(^{۲۴}_{۱۲}D, ^{۲۶}_{۱۲}G)$$

هر گونه‌ای که تعداد الکترون برابر داشته باشد، *شاید باورتون نشه ولی تعداد الکترون‌هاش برابره.*☺

$$(^{۵}_{۲}A, ^{۴}_{۲}E, ^{۹}_{۴}H^{۲+})-(^{۱۴}_{۷}B^{۳-}, ^{۲۴}_{۱۲}D^{۲+}, ^{۲۴}_{۱۱}F^{+})$$

www.gajmarket.com

۲۶ شباهت‌ها: موارد ب، ث، ج، چ، خ و د
تفاوت‌ها: موارد آ، پ، ت، ح
* دوره و گروه (موقعیت) تمام ایزوتوپ‌های یک عنصر به دلیل داشتن Z برابر، در جدول دوره‌ای یکسان است.
* ایزوتوپ‌ها خواص شیمیایی (مانند واکنش‌پذیری یا فعالیت شیمیایی) یکسانی دارند ولی در برخی خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند چگالی و نقطهٔ ذوب و جوش با یکدیگر تفاوت دارند.

---

۲۷ آ) فراوانی ایزوتوپ‌های یک عنصر در طبیعت یکسان نیست. برخی فراوان‌تر و برخی کمیاب‌ترند. هر چه فراوانی (یا درصد فراوانی) یک ایزوتوپ در طبیعت بیش‌تر باشد، نشان‌دهندهٔ پایداری بیش‌تر آن ایزوتوپ است.
ب) تعداد کل ایزوتوپ‌ها برابر ۵۰ است. ۳ تای آن‌ها ^{6}Li و ۴۷ تای باقی‌مانده ^{7}Li هستند، بنابراین می‌توان نوشت:

$$\text{درصد فراوانی } {}^{6}Li = \frac{\text{تعداد ایزوتوپ } {}^{6}Li}{\text{تعداد کل ایزوتوپ‌ها}} \times 100 = \frac{3}{50} \times 100 = \%6$$

$$\text{درصد فراوانی } {}^{7}Li = \frac{\text{تعداد ایزوتوپ } {}^{7}Li}{\text{تعداد کل ایزوتوپ‌ها}} \times 100 = \frac{47}{50} \times 100 = \%94$$

پ) درصد فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر را α_1 و درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر را α_2 درنظر می‌گیریم؛ با توجه به داده‌های سؤال می‌توان نوشت:

$$\frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{2}{3} \Rightarrow \alpha_1 = \frac{2}{3}\alpha_2 \quad \text{(رابطهٔ ۱)}$$

از آن‌جا که مجموع درصدهای فراوانی تمام ایزوتوپ‌های یک عنصر برابر ۱۰۰ است، می‌توان نوشت:

$$\alpha_1 + \alpha_2 = 100 \xrightarrow{\text{رابطهٔ ۱}} \frac{2}{3}\alpha_2 + \alpha_2 = 100$$

$$\Rightarrow \frac{5}{3}\alpha_2 = 100 \Rightarrow \alpha_2 = \%60 \text{ , } \alpha_1 = \%40$$

---

۲۸ درصد فراوانی ایزوتوپ‌های ${}^{a}X$، ${}^{b}X$ و ${}^{c}X$ را برابر با α_1، α_2 و α_3 درنظر می‌گیریم. با توجه به داده‌های سوال می‌توان نوشت:

$$\frac{\alpha_1}{\alpha_2} = 3 \Rightarrow \alpha_1 = 3\alpha_2 \quad \text{(رابطهٔ ۱)}$$

$$\alpha_3 = 4\alpha_2 \quad \text{(رابطهٔ ۲)}$$

هواستون باشه که وقتی سؤال می‌گه به ازای هر اتم ${}^{b}X$، ۴ تا اتم ${}^{c}X$ وجود دارد، یعنی تعداد اتم ${}^{c}X$ بیش‌تر و چهار برابر اتم ${}^{b}X$ است.

حالا با توجه به این‌که مجموع درصد فراوانی ایزوتوپ‌های یک عنصر برابر ۱۰۰ است، می‌توان نوشت:

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 100 \xrightarrow{\text{رابطه‌های ۱ و ۲}} 3\alpha_2 + \alpha_2 + 4\alpha_2 = 100$$

$$\alpha_2 = \%12/5 \xrightarrow{\text{رابطهٔ ۱}} \alpha_1 = \%37/5$$
$$\xrightarrow{\text{رابطهٔ ۲}} \alpha_3 = \%50$$

۲۹ در این مدل سؤال‌ها، کافی است نسبت $\frac{\text{تعداد نوترون‌ها}}{\text{تعداد پروتون‌ها}}$ برابر یا بزرگ‌تر از ۱/۵ باشد، *ریگه کار تمومه!* بنابراین این نسبت را در تمام اتم‌های داده‌شده به‌دست می‌آوریم:

هستهٔ A پرتوزاست. ${}^{3}_{1}A \begin{cases} Z=1 \\ N=2 \end{cases} \Rightarrow \frac{N}{Z} = \frac{2}{1} > 1/5$

هستهٔ B پرتوزاست. ${}^{210}_{84}B \begin{cases} Z=84 \\ N=126 \end{cases} \Rightarrow \frac{N}{Z} = \frac{126}{84} = 1/5$

هستهٔ C پایدار است. ${}^{91}_{37}C \begin{cases} Z=37 \\ N=54 \end{cases} \Rightarrow \frac{N}{Z} = \frac{54}{37} = 1/46$

---

۳۰ آ) با توجه به اطلاعات کتاب درسی، اتم (۱) می‌تواند رادیوایزوتوپ باشد، زیرا نسبت $\frac{N}{Z}$ در آن بزرگ‌تر از ۱/۵ است.
ب) اتم‌های (۳) و (۴) ایزوتوپ‌های یکدیگرند، زیرا شمار پروتون یکسان ولی شمار نوترون متفاوتی دارند.

---

۳۱ آ) اورانیوم ($_{92}U$)، یکی از ایزوتوپ‌های آن ($^{235}_{92}U$) به عنوان سوخت در راکتور اتمی استفاده می‌شود. دقت کنید که اورانیوم دارای ۲ ایزوتوپ طبیعی ${}^{235}U$ و ${}^{238}U$ با درصد فراوانی‌های ۰/۷٪ و ۹۹/۳٪ است.
ب) افزایش درصد فراوانی یک ایزوتوپ معین را با استفاده از روش‌های خاص، غنی‌سازی ایزوتوپ می‌گویند. این اصطلاح بیش‌تر برای اورانیوم استفاده می‌شود.
پ) دفع پسماندهای راکتور اتمی یکی از چالش‌های اساسی صنایع هسته‌ای به شمار می‌آید.

---

۳۲ آ) این شکل به‌صورت Full HD! در کتاب درسی وجود دارد.
ب) توده‌های سرطانی، یاخته‌هایی (سلول‌هایی) هستند که رشد غیرعادی و سریع دارند.
پ) از رادیوایزوتوپ‌ها در فرایند تشخیص و درمان سرطان‌ها استفاده می‌شود. به مواد دارویی حاوی رادیوایزوتوپ‌ها، اصطلاحاً رادیودارو گفته می‌شود. در این مثال، رادیودارو شامل گلوکز نشان‌دار (گلوکز حاوی اتم پرتوزا) است. با تزریق این ماده به درون بدن، رادیودارو با سازوکار خاص خود در اطراف تودهٔ سرطانی جمع می‌شود. وظیفهٔ اصلی رادیودارو، منتشر کردن پرتو در اطراف تودهٔ سرطانی است. این پرتوها به‌وسیلهٔ دستگاه آشکارساز ظاهر شده و محل دقیق تودهٔ سرطانی شناسایی می‌شود.

www.gajmarket.com