درسنامه ۱

شناخت کیهان

• 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 اصلی سازندهٔ 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 زمین **بیش‌تر** است.

با توجه به دو نکته‌ای که *پوتون گفتیم*، می‌توان فهمید عنصرها به‌صورت 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.

مهبانگ (Big Bang!) → پدید آمدن ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، نوترون و پروتون → هیدروژن → هلیم → عنصرهای سبک مانند لیتیم، کربن و ... → عنصرهای سنگین‌تر مانند آهن، طلا و ...

سحابی

• پس از انفجار مهیب (مهبانگ یا همون Big Bang) ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، نوترون و پروتون پدید آمدند. سپس عنصرهای هیدروژن و 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.

• 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. درون ستاره‌ها مانند خورشید در دمای بسیار بالا و ویژه، واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد؛ واکنش‌هایی که در آن‌ها از عنصرهای سبک‌تر، عنصرهای سنگین‌تر به‌وجود می‌آیند.

نکته

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

رابطهٔ اینشتین

درون ستاره‌ها به دلیل انجام واکنش‌های هسته‌ای، انرژی بسیار زیادی آزاد می‌شود. اینشتین رابطهٔ زیر را برای محاسبهٔ انرژی تولیدشده در این واکنش‌ها ارائه کرد:

$$E = mc^2$$

E : انرژی آزادشده (J) ، m : جرم ماده (kg) ، c : سرعت نور در خلأ ($۳ \times ۱۰^۸ m.s^{-۱}$)

www.gajmarket.com

درسنامه ۱

مثال: فرض کنید در تبدیل هیدروژن به هلیم، ۰/۰۰۲۴ گرم ماده به انرژی تبدیل می‌شود. می‌خواهیم حساب کنیم در این واکنش هسته‌ای چند کیلوژول انرژی آزاد می‌شود.

با استفاده از رابطهٔ اینشتین می‌توان نوشت، *راستی! هواست به یکای جرم باشه‌ها! که برحسب کیلوگرم بنویسی.*

$$E = mc^2 \xrightarrow{\text{تبدیل ۰/۰۰۲۴ گرم ماده به انرژی}} E = \underbrace{(\underbrace{۲/۴ \times ۱۰^{-۳}}_{\text{برحسب گرم}} \times ۱۰^{-۳})}_{\text{برحسب کیلوگرم}} \times ۹ \times ۱۰^{۱۶} = ۲/۱۶ \times ۱۰^{۱۱}\,J = ۲/۱۶ \times ۱۰^{۸}\,kJ$$

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

همگون- $E = (mc)^2$ - اعماق دریا- اکسیژن- نیتروژن- سیلسیم
هیدروژن- ناهمگون- گوگرد- $E = mc^2$ - 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) رابطهٔ..... که به رابطهٔ اینشتین معروف است برای محاسبهٔ انرژی تولیدشده در واکنش‌های هسته‌ای کاربرد دارد.

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) J
ب) سیاره‌ای که درصد فراوانی فراوان‌ترین عنصر آن، بیش‌تر از ۵۰٪ است. ( )	b) شیمیایی
پ) یکای انرژی در رابطهٔ اینشتین اگر جرم بر حسب گرم و سرعت بر حسب متر بر ثانیه باشد. ( )	c) مشتری
ت) فاصلهٔ تقریبی آخرین تصویری که وویجر (۱) پیش از خروج از سامانهٔ خورشیدی از زادگاه خود گرفت. ( )	d) ۷ هزار کیلومتری
	e) زمین
	f) mJ
	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) دمای یک ستاره برخلاف اندازهٔ آن، تعیین می‌کند که چه عنصرهایی باید در آن ساخته شود.

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.

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) هر چه دمای ستاره‌ای (پایین‌تر / بالاتر) باشد، شرایط تشکیل عنصرهای سنگین‌تر فراهم می‌شود.

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.

www.gajmarket.com

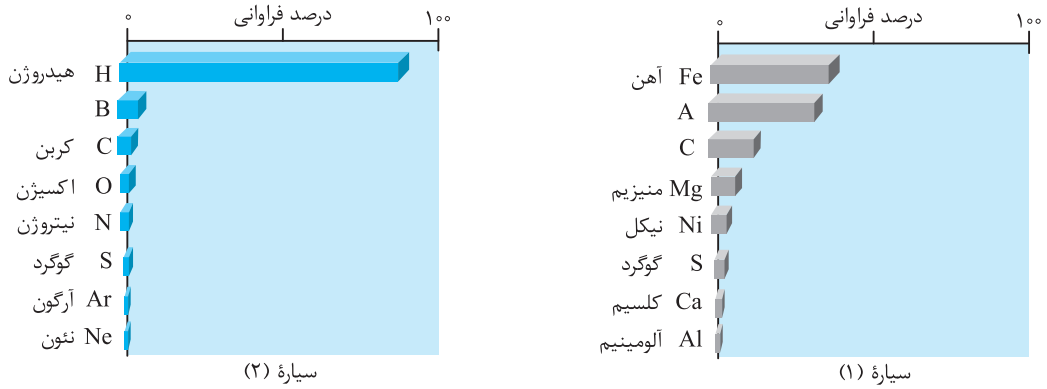
۵. به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

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 زیر، 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.

پ) در سطح سیارهٔ (۲) سنگ وجود ندارد.

ت) عنصرهای A و B به ترتیب سیلسیم 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.

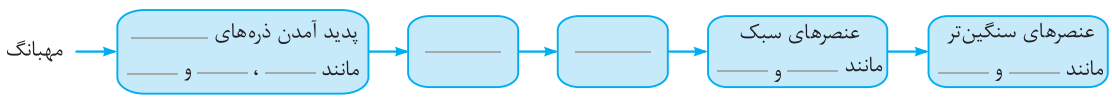
۷. به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

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. جاهای خالی کادرهای زیر را با کلمات مناسب پر کنید.



۹. به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

آ) در یک واکنش هسته‌ای، ۰/۰۳ گرم ماده به انرژی تبدیل می‌شود. در این واکنش چند کیلوژول انرژی تولید می‌شود؟

ب) این مقدار انرژی، چند گرم آهن را ذوب می‌کند؟ (برای ذوب شدن یک گرم آهن، ۲۴۷ ژول انرژی نیاز است.)

۱۰. در انفجاری، ۲ تن TNT مصرف شده است (انرژی آزادشده از TNT برابر $۲/۷۶ kJ.g^{-۱}$ است.)

آ) چند کیلوژول انرژی بر اثر این انفجار آزاد می‌شود؟

ب) با مقدار انرژی آزادشده، چند گرم آب را می‌توان تبخیر نمود؟ (انرژی لازم برای تبخیر هر گرم آب را ۲۵۰۰J درنظر بگیرید.)

پ) انرژی آزادشده از سوختن چند کیلوگرم بنزین معادل انرژی چنین انفجاری است؟ (گرمای آزادشده از سوختن بنزین را برابر $۴۸ kJ.g^{-۱}$ درنظر بگیرید.)

ت) چند گرم هیدروژن به هلیم تبدیل شود تا این مقدار انرژی آزاد شود؟ (طی تبدیل هر گرم هیدروژن به هلیم، ۲/۴ میلی‌گرم ماده به انرژی تبدیل می‌شود.)

ث) با توجه به قسمت‌های (پ) و (ت) استفاده از کدام سوخت را توصیه می‌کنید؟

www.gajmarket.com

پاسخ‌های تشریحی

۱ آ) اکسیژن، گوگرد ب) آسمان پ) آهن (Fe)
ت) ناهمگون ث) $E = mc^2$

۲ آ) h ب) c پ) f ت) g

۳ آ) درست
ب) نادرست- **دما و اندازهٔ** یک ستاره تعیین می‌کند که چه عنصرهایی باید در آن ساخته شود.
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 هدفمون رسیده باشیم.* ☺

۴ آ) ذره‌های زیراتمی ب) بالاتر 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 به احتمال بسیار زیاد، در سطح این سیاره، سنگ وجود ندارد.
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!*

مهبانگ ← پدید آمدن ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، نوترون و پروتون ← هیدروژن

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

۹ آ) در واکنش‌های هسته‌ای برای محاسبهٔ انرژی بسیار زیادی که آزاد می‌شود از رابطهٔ اینشتین ($E = mc^2$) استفاده می‌کنیم. *فقط هواستون باشه که جرم برحسب کیلوگرم هستش و انرژی به‌دست آمده برحسب ژول.*

$$?kg = ۰/۰۳g \times \frac{1kg}{1000g} = ۳ \times ۱۰^{-۵} kg$$

$$E = mc^۲ \Rightarrow E = ۳ \times ۱۰^{-۵} \times (۹ \times ۱۰^{۱۶}) = ۲۷ \times ۱۰^{۱۱} J = ۲۷ \times ۱۰^{۸} kJ$$

ب) برای ذوب کردن هر گرم آهن به ۲۴۷ ژول انرژی نیاز است، پس می‌توان نوشت:

$$?g\,Fe = ۲۷ \times ۱۰^{۱۱} J \times \frac{1g\,Fe}{۲۴۷J} = ۱/۱ \times ۱۰^{۱۰} g\,Fe$$

۱۰ *وای که چقدر این سؤال خوبه! به همه قسمتاش توجه کن که دیگه تو رابطه اینشتین مشکلی نداشته باشی.*

آ) هر تن برابر $۱۰^۶$ گرم است، پس می‌توان نوشت:

$$?kJ = ۲ \times ۱۰^۶ g \times \frac{۲/۷۶kJ}{1g} = ۵/۵۲ \times ۱۰^۶ kJ$$ (مقدار انرژی آزادشده)

ب) برای تبخیر هر گرم آب ۲۵۰۰J یا ۲/۵kJ انرژی نیاز است:

$$?g = ۵/۵۲ \times ۱۰^۶ kJ \times \frac{1g}{۲/۵kJ} = ۲/۲۰۸ \times ۱۰^۶ g$$ (مقدار آب تبخیرشده)

پ) گرمای آزادشده از سوختن هر گرم بنزین برابر ۴۸kJ است:

$$?kg = ۵/۵۲ \times ۱۰^۶ kJ \times \frac{1g}{۴۸kJ} \times \frac{1kg}{1000g} = ۱۱۵kg$$ (مقدار بنزین موردنیاز)

ت) از تبدیل هر گرم هیدروژن به هلیم، ۰/۰۰۲۴ گرم ماده به انرژی تبدیل می‌شود، ابتدا با استفاده از رابطهٔ اینشتین مقدار انرژی آزادشده از تبدیل هر گرم هیدروژن به هلیم را به‌دست می‌آوریم، *یادت که نرفته، توی رابطه* $E=mc^۲$، *جرم برحسب کیلوگرم هستش:*

$$?kg = ۰/۰۰۲۴g \times \frac{1kg}{1000g} = ۲/۴ \times ۱۰^{-۶} kg$$

$$E = mc^۲ \Rightarrow E = ۲/۴ \times ۱۰^{-۶} \times ۹ \times ۱۰^{۱۶} = ۲/۱۶ \times ۱۰^{۱۱} J$$

(مقدار انرژی آزادشده از تبدیل 1g هیدروژن به هلیم)

حالا می‌توان نوشت:

$$\text{مقدار هیدروژن} = ۵/۵۲ \times ۱۰^۶ kJ \times \frac{1000J}{1kJ} \times \frac{1g}{۲/۱۶ \times ۱۰^{۱۱} J} = ۲/۵۵ \times ۱۰^{-۲} g$$

ث) با توجه به میزان سوخت مصرفی، استفاده از انرژی هسته‌ای نسبت به سوخت فسیلی به مراتب به مقدار سوخت کم‌تری نیاز دارد. *خب پس به صرفه‌تره دیگه!*

www.gajmarket.com

درسنامه ۲

ایزوتوپ‌ها

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!*

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

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.
- در یک نمونهٔ طبیعی از عنصر منیزیم سه ایزوتوپ ${}^{۲۴}Mg$، ${}^{۲۵}Mg$ و ${}^{۲۶}Mg$ وجود دارد که با توجه به تمرین‌های دوره‌ای فصل اول می‌توان گفت:

پایداری : ${}^{۲۴}Mg > {}^{۲۶}Mg > {}^{۲۵}Mg$ $\Rightarrow$ **درصد فراوانی : ${}^{۲۴}Mg > {}^{۲۶}Mg > {}^{۲۵}Mg$**

- 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.

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

www.gajmarket.com

درسنامه ۲

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.

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.

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	$۱/۴\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۹/۱\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۲/۹\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۲/۳\times۱۰^{-۲۳}$ ثانیه
درصد فراوانی در طبیعت	۹۹/۹۸۸۵	۰/۰۱۱۴	ناچیز	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)

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

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

$^{3}_{1}H > ^{2}_{1}H > ^{1}_{1}H$: پایداری ایزوتوپ‌های طبیعی $\Rightarrow$ $^{1}_{1}H > ^{2}_{1}H > ^{3}_{1}H$: درصد فراوانی ایزوتوپ‌های طبیعی

۳- درصد فراوانی چهار ایزوتوپ ساختگی هیدروژن ($^{4}_{1}H$، $^{5}_{1}H$، $^{6}_{1}H$ و $^{7}_{1}H$) 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:

$^{7}_{1}H > ^{4}_{1}H > ^{6}_{1}H > ^{5}_{1}H$: پایداری ایزوتوپ‌های ساختگی $\Rightarrow$ $^{5}_{1}H > ^{6}_{1}H > ^{4}_{1}H > ^{7}_{1}H$: نیم‌عمر ایزوتوپ‌های ساختگی

۵- در بین ایزوتوپ‌های هیدروژن، ایزوتوپ‌های $^{1}_{1}H$ و $^{2}_{1}H$ پایدارند و خاصیت پرتوزایی ندارند، اما ۵ ایزوتوپ $^{3}_{1}H$، $^{4}_{1}H$، $^{5}_{1}H$، $^{6}_{1}H$ و $^{7}_{1}H$ به دلیل داشتن $\frac{N}{Z} \geq ۱/۵$، پرتوزا بوده و رادیوایزوتوپ به شمار می‌روند. بنابراین هیدروژن دارای ۵ رادیوایزوتوپ است.

۶- مقایسهٔ کامل پایداری رادیوایزوتوپ‌های هیدروژن به‌صورت زیر است:

$^{7}_{1}H > ^{4}_{1}H > ^{6}_{1}H > ^{5}_{1}H > ^{3}_{1}H$:پایداری رادیوایزوتوپ‌های هیدروژن $\Rightarrow$ $^{3}_{1}H > ^{5}_{1}H > ^{6}_{1}H > ^{4}_{1}H > ^{7}_{1}H$:نیم‌عمر رادیوایزوتوپ‌های هیدروژن

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:

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

www.gajmarket.com

درسنامه ۲

نکته

از میان ایزوتوپ‌های یک عنصر، هرکدام که درصد فراوانی بیش‌تری دارد، پایدارتر است.

کاربردهای رادیوایزوتوپ‌ها

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

نکته

همهٔ ^{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 ^{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 ^{235}U را در مخلوط ایزوتوپ‌های اورانیم (که شامل ^{235}U و ^{238}U می‌باشد) افزایش می‌دهند، غنی‌سازی ایزوتوپ‌های اورانیم می‌گویند.

نکته

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

۱۱. 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.

۱۲. 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) $\frac{13}{46}$

www.gajmarket.com

۱۳. 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.

۱۴. 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.

۱۵. 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

۱۶. 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؟

۱۷. جدول زیر را کامل کنید.

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

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

۱۹. 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.

۲۰. 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.

۲۱. 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.

www.gajmarket.com

۲۲. 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.

۲۳. 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؟

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؟

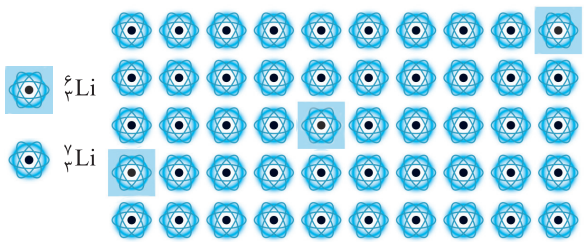
۲۵. از میان گونه‌های زیر، کدام موارد دارای تعداد الکترون برابر هستند و کدام موارد، ایزوتوپ یکدیگر محسوب می‌شوند؟ (نمادهای داده‌شده فرضی هستند.)

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

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.



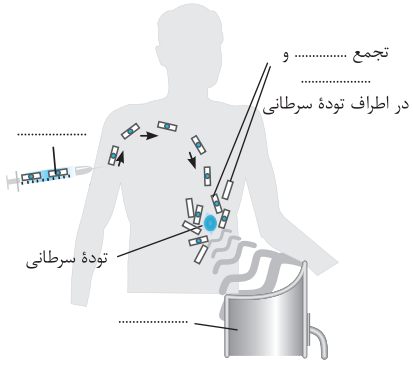
آ) درصد فراوانی هر ایزوتوپ در طبیعت نشان‌دهندهٔ چیست؟ توضیح دهید.
ب) شکل مقابل شمار تقریبی اتم‌های لیتیم را در یک نمونهٔ طبیعی از آن نشان می‌دهد. با توجه به آن، درصد فراوانی هر یک از ایزوتوپ‌های لیتیم را حساب کنید.
پ) در یک نمونهٔ طبیعی از ایزوتوپ‌های عنصر X، نسبت تعداد ایزوتوپ‌های سبک‌تر به سنگین‌تر 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. شکل مقابل فرایند شناسایی 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

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

---

۱۲ آ) f ب) a
پ) h ت) e

---

۱۳ آ) نادرست- تعداد نوترون‌ها و پروتون‌های عنصر ${}^{۴}_{۲}X$ برابر ۲ است. از این‌رو اختلاف تعداد پروتون و نوترون این عنصر برابر **صفر** خواهد بود. *تکنه اومدی عدر جرمی (۴) رو از عدر اتمی (۲) کم کردی و تو دام افتادی؟*
ب) نادرست- در هستهٔ اتم هیدروژن ${}^{۱}H$ 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!*

---

۱۴ 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 $\Rightarrow \frac{\text{تعداد پروتون‌ها}}{\text{تعداد نوترون‌ها}} \leq \frac{۱}{۱/۵} = ۰/۶۶$

---

۱۵ آ) نماد شیمیایی اتم روی، Zn است، از این‌رو بر اساس حالت کلی نمایش عنصرها $({}^{A}_{Z}E)$ می‌توان نوشت: ${}^{۶۷}_{۳۰}Zn$
ب) یون دو بار مثبت آهن دارای ۲۴ الکترون است، از این‌رو اتم آهن دارای ۲۶ الکترون و پروتون می‌باشد: ${}^{۵۶}_{۲۶}Fe^{۲+}$
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: ${}^{۷۶}_{۳۴}X^{۲-}$

---

۱۶ 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.

۱۷

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

---

۱۸ 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:

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

---

۱۹ 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

۲۰ 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.

---

۲۱ 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:

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

---

۲۲ 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:

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

---

۲۳ 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.

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:

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

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

---

۲۵ *در این مدل سؤال‌ها مهم‌ترین چیز اینه که فونسردی فودتون 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.*☺

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

---

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 ^{۶}Li و ۴۷ تای باقی‌مانده ^{۷}Li هستند، بنابراین می‌توان نوشت:

$$\text{درصد فراوانی } ^{۶}Li = \frac{\text{تعداد ایزوتوپ } ^{۶}Li}{\text{تعداد کل ایزوتوپ‌ها}} \times ۱۰۰ = \frac{۳}{۵۰} \times ۱۰۰ = ٪۶$$

$$\text{درصد فراوانی } ^{۷}Li = \frac{\text{تعداد ایزوتوپ } ^{۷}Li}{\text{تعداد کل ایزوتوپ‌ها}} \times ۱۰۰ = \frac{۴۷}{۵۰} \times ۱۰۰ = ٪۹۴$$

www.gajmarket.com

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:

$$\frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{2}{3} \Rightarrow \alpha_1 = \frac{2}{3}\alpha_2 \quad (\text{رابطهٔ } 1)$$

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

$$\alpha_1 + \alpha_2 = 100 \xrightarrow{\text{رابطهٔ } 1} \frac{2}{3}\alpha_2 + \alpha_2 = 100$$

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

---

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:

$$\frac{\alpha_1}{\alpha_2} = 3 \Rightarrow \alpha_1 = 3\alpha_2 \quad (\text{رابطهٔ } 1)$$

$$\alpha_3 = 4\alpha_2 \quad (\text{رابطهٔ } 2)$$

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:

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

$$\alpha_2 = \%12/5 \xrightarrow{\text{رابطهٔ } 1} \alpha_1 = \%37/5$$

$$\xrightarrow{\text{رابطهٔ } 2} \alpha_3 = \%50$$

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

$^{3}_{1}A$ ($Z=1$، $N=2$) $\Rightarrow \frac{N}{Z} = \frac{2}{1} > 1/5 \rightarrow$ هستهٔ A پرتوزاست.

$^{210}_{84}B$ ($Z=84$، $N=126$) $\Rightarrow \frac{N}{Z} = \frac{126}{84} = 1/5 \rightarrow$ هستهٔ B پرتوزاست.

$^{91}_{37}C$ ($Z=37$، $N=54$) $\Rightarrow \frac{N}{Z} = \frac{54}{37} = 1/46 \rightarrow$ هستهٔ C پایدار است.

---

۳۰ **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