فهرست مطالب

شیمی دهم

◉ فصل اول - کیهان، زادگاه الفبای هستی

بخش اول ۲
بخش دوم ۱۹
بخش سوم ۳۲
بخش چهارم ۴۵
بخش پنجم ۶۲

◉ فصل دوم - ردپای گازها در زندگی

بخش اول ۸۶
بخش دوم ۱۰۰
بخش سوم ۱۱۴
بخش چهارم ۱۳۰
بخش پنجم ۱۴۳

◉ فصل سوم - آب، آهنگ زندگی

بخش اول ۱۷۰
بخش دوم ۱۸۰
بخش سوم ۱۹۷
بخش چهارم ۲۱۶
بخش پنجم ۲۳۷

◉ فصل چهارم - پاسخ‌های تشریحی

پاسخ تشریحی (فصل اول) ۲۵۴
پاسخ تشریحی (فصل دوم) ۳۱۸
پاسخ تشریحی (فصل سوم) ۳۸۷
پاسخ‌نامهٔ کلیدی ۴۶۱

فصل اول کیهان، زادگاه عناصر

بخش اول

دانش‌آموز عزیز، در این بخش قراره، مطالب زیر رو یاد بگیرید:

- شناخت کیهان
- نحوهٔ پیدایش عنصرها
- ذره‌های زیراتمی، عدد اتمی و عدد جرمی
- نماد شیمیایی عنصرها
- ایزوتوپ (هم‌مکان)
- ایزوتوپ‌های هیدروژن
- کاربرد رادیوایزوتوپ‌ها

قبل از مطالعهٔ هر بخش، سعی کنید هر آنچه در مورد این مطالب در ذهن دارید را به یاد بیارید و روی یک تکه کاغذ بنویسید.

شناخت کیهان

۱ شـواهد تاریخی نشـان می‌دهد که انسـان اولیه با نگاه به آسمان و مشـاهدهٔ ستارگان در پی فهم نظام و قانونمندی در آسـمان بوده و همواره به دنبال پاسخ‌هایی برای پرسش‌های **بنیادی** خود است.

- **برخی پرسش‌های بنیادی:** ۱- هستی چگونه پدید آمده است؟ ← *پاسخ این پرسش در قلمروی علم تجربی نمی‌گنجد!*

۲- جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟ ۳- پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟ ← *پاسخ این پرسش‌ها در قلمروی علم تجربی هست.*

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

توجه شیمی‌دان‌ها با مطالعهٔ **خواص** و **رفتار ماده**، همچنین **برهم‌کنش** نور با ماده، به اطلاعات مهمی در مورد جهان هستی دست یافته‌اند *و این روند ادامه داره ...*

وویجر ۱ و ۲

۱ دانشمندان برای شناخت بیشتر **سامانهٔ خورشیدی**، دو فضاپیمای **وویجر ۱ و ۲** را به فضا پرتاب کردند.

۲ مأموریت وویجر ۱ و ۲، تهیه و ارسال شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی سیاره‌های **مشتری**، **زحل**، **اورانوس و نپتون** بوده است.

توضیح چهار سیارهٔ مشتری، زحل، اورانوس و نپتون جزء سیاره‌های **گازی (بیرونی)** سامانهٔ خورشیدی هستند.

- **برخی اطلاعات شناسنامهٔ یک سیاره:** ۱- نوع عنصرهای سازندهٔ سیاره ۲- ترکیب‌های شیمیایی موجود در اتمسفر سیاره ۳- ترکیب درصد مواد موجود در اتمسفر سیاره

۳ آخرین تصویری که **وویجر ۱**، پیش از خروج از سامانهٔ خورشیدی از زمین گرفت از فاصلهٔ **۷ میلیارد کیلومتری** بوده است.

زمین و مشتری

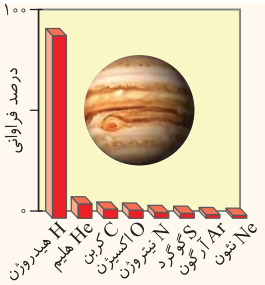
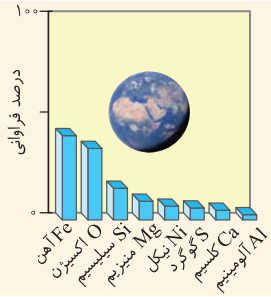
۱ عنصرها در جهان طبیعت یا جهان پیرامونی به‌صورت **ناهمگون** توزیع شده‌اند؛ از این‌رو با بررسی نوع و مقدار عنصرهای سازندهٔ برخی از سیاره‌های سامانهٔ خورشیدی و مقایسهٔ آن با عنصرهای سازندهٔ خورشید و دیگر سیاره‌ها، می‌توان به درک بهتری از چگونگی تشکیل عنصرها دست یافت. *اگه موافقی، دو سیارهٔ زمین و مشتری رو با هم مقایسه کنیم.*

۲ **برخی تفاوت‌های ظاهری دو سیارهٔ زمین و مشتری:** ۱- سیارهٔ مشتری نسبت به سیارهٔ زمین در فاصلهٔ دورتری از خورشید قرار گرفته است.

۲- هرچه فاصلهٔ یک سیاره از خورشید بیشتر باشد، دمای سطحی آن پایین‌تر است. مشتری < زمین : دمای سطحی

۳- سیارهٔ مشتری **بزرگ‌ترین** سیارهٔ سامانهٔ خورشیدی است؛ در حالی‌که سیاره زمین **رتبهٔ پنجم** را از نظر اندازه در میان سیاره‌های سامانهٔ خورشیدی دارد.

۳ در مورد عناصر سازندهٔ سیارهٔ زمین و مشتری، به چند نکتهٔ *جالب* زیر توجه کنید:

مشتری		۱- ترتیب فراوانی ۸ عنصر فراوان موجود در سیارهٔ **مشتری** به‌صورت زیر است: $H>He>C>O>N>S>Ar>Ne$ ۲- در میان هشت عنصر فراوان سیارهٔ مشتری عنصر فلزی و شبه‌فلزی یافت نمی‌شود و همهٔ آن‌ها نافلز (H، He، C و ...) هستند. ۳- در سیاره‌های گازی، تراکم گازها بسیار زیاد است که این امر منجر به شکل‌گیری این سیاره‌ها شده است. ۴- فراوان‌ترین عنصر در سیارهٔ مشتری **هیدروژن** (با حدود ۹۰ درصد فراوانی) است.
زمین		۱- ترتیب فراوانی ۸ عنصر فراوان موجود در سیارهٔ **زمین** به‌صورت زیر است: $Fe>O>Si>Mg>Ni>S>Ca>Al$ ۲- در میان هشت عنصر فراوان سیارهٔ زمین، ۵ عنصر **فلزی** (Fe، Mg، Ni، Ca و Al)، یک عنصر **شبه‌فلزی** (Si) و ۲ عنصر **نافلزی** (O و S) وجود دارد. ۳- فراوان‌ترین عنصر در سیارهٔ زمین **آهن** (با حدود ۴۰ درصد فراوانی) است. ۴- اکسیژن ($_{8}O$) فراوان‌ترین عنصر در **پوستهٔ** زمین است؛ این درحالی است که فراوان‌ترین عنصر در کل کرهٔ زمین، آهن ($_{26}Fe$) می‌باشد.

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

۵ مقایسهٔ دو عنصر **اکسیژن** و **گوگرد** در دو سیارهٔ زمین و مشتری به‌صورت زیر است:

- **اکسیژن و گوگرد:** ۱- دو عنصر اکسیژن $(_{8}O)$ و گوگرد $(_{16}S)$ جزء عناصر فراوان موجود در هر دو سیارهٔ زمین و مشتری هستند. ۲- عنصر اکسیژن در سیارهٔ مشتری از نظر فراوانی در **رتبهٔ (۴)** و در سیارهٔ زمین در **رتبهٔ (۲)** قرار دارد. ۳- عنصر گوگرد در هر دو سیاره از نظر فراوانی در **رتبهٔ (۶)** قرار دارد. ۴- درصد فراوانی اکسیژن و گوگرد در سیارهٔ زمین **بیشتر** از سیارهٔ مشتری است.

۶ سیارهٔ مشتری بیشتر از جنس **گاز** و سیارهٔ زمین بیشتر از جنس **سنگ** است. از این‌رو چگالی سیارهٔ زمین از سیارهٔ مشتری بیشتر می‌باشد.

تست

در مورد ۸ عنصر فراوان موجود در سیارهٔ زمین و مشتری، کدام گزینه نادرست است؟

۱) آهن، اکسیژن و سیلیسیم سه عنصر فراوان سیارهٔ زمین است.

۲) درصد فراوانی اکسیژن و گوگرد در سیارهٔ مشتری کمتر از سیارهٔ زمین است.

۳) در سیارهٔ مشتری برخلاف سیارهٔ زمین، عنصر فلزی وجود ندارد.

۴) مقایسهٔ درصد فراوانی سه گاز نجیب هلیم، نئون و آرگون در سیارهٔ مشتری به‌صورت $Ar<Ne<He$ می‌باشد.

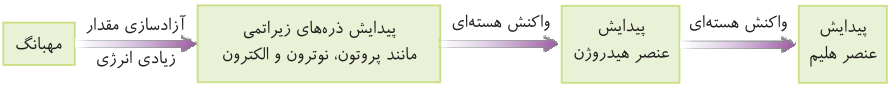
پاسخ مقایسهٔ درصد فراوانی سه گاز نجیب هلیم، نئون و آرگون در سیارهٔ مشتری به‌صورت $Ne<Ar<He$ است.

گزینهٔ ۴

نحوهٔ پیدایش عنصرها

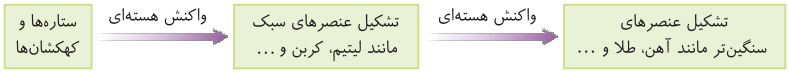
۱ دانشمندان با مقایسهٔ **نوع** و **میزان فراوانی** عنصرها در سیارات مختلف و *کلی شواهد دیگه*، توانستند چگونگی پیدایش عنصرها را توضیح دهند. برخی دانشمندان *(نه همشون!)* بر این باورند که سرآغاز کیهان با انفجاری مهیب **(مهبانگ)** همراه بوده که طی آن انرژی عظیمی آزاد شده است.

۲ پس از پدید آمدن ذره‌های **زیراتمی** (مانند الکترون، پروتون و نوترون)، عنصرهای **هیدروژن** و **هلیم** پا به عرصهٔ جهان گذاشتند.



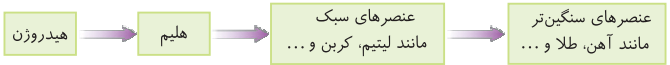
۳ با گذشت زمان و **کاهش دما**، گازهای هیدروژن و هلیم تولید شده، **متراکم** شدند و مجموعه‌های گازی به‌نام **سحابی** ایجاد کردند. بعدها این سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شدند.

۴ درون ستاره‌ها همانند خورشید در فشارها و دماهای **بسیار بالا**، واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد و طی این واکنش‌ها عنصرهای **سبک** مانند لیتیم، کربن و ... ایجاد می‌شود؛ همچنین عنصرهای **سنگین‌تر** مانند آهن، طلا و ... نیز از واکنش هسته‌ای میان عنصرهای سبک، به وجود می‌آیند.



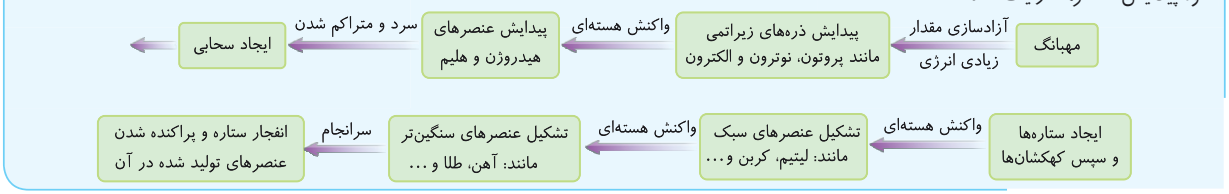
۵ ستاره‌ها متولد می‌شوند، رشد می‌کنند و زمانی می‌میرند، مرگ ستاره با یک انفجار بزرگ همراه است که سبب می‌شود عنصرهای تشکیل شدهٔ آن در فضا پراکنده شود. به همین دلیل باید ستارگان را کارخانهٔ تولید عنصرها بدانیم.

۶ روند تشکیل عنصرها به‌صورت زیر می‌باشد:



جمع‌بندی

نحوهٔ پیدایش عنصرها در یک نگاه:



۷ 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.

۸ به‌طور کلی در شیمی دبیرستان، دو نوع واکنش را بررسی می‌کنیم:

- **واکنش شیمیایی:** در واکنش‌های شیمیایی، نه اتمی به وجود می‌آید و نه از بین می‌رود، بلکه پس از انجام واکنش، همان اتم‌ها به شیوهٔ دیگری به یکدیگر متصل می‌شوند.

$$CH_4(g)+2O_2(g)\rightarrow CO_2(g)+2H_2O(g)$$

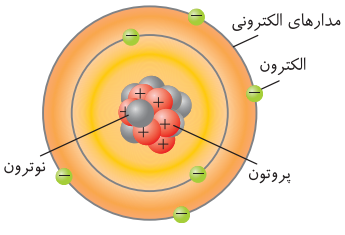
در واکنش‌های شیمیایی که در پدیده‌های طبیعی پیرامون ما و در زندگی روزانه رخ می‌دهند، مقدار انرژی مبادله شده بسیار کم است.

- **واکنش هسته‌ای:** در واکنش‌های هسته‌ای اتم‌های واکنش‌دهنده به اتم‌های دیگری تبدیل می‌شوند.

$$_{1}^{2}H+_{1}^{3}H\rightarrow _{2}^{4}He+_{0}^{1}n+\text{انرژی}$$

در واکنش‌های هسته‌ای انرژی بسیار زیادی آزاد می‌شود؛ به طوری‌که این میزان انرژی می‌تواند صدها میلیون تن فولاد را ذوب کند.

ذره‌های زیراتمی، عدد اتمی و عدد جرمی



الکترون
پروتون
نوترون

۱ *می‌دانید که* به ذره‌هایی که در ساختار یک اتم وجود دارند، **ذره‌های زیراتمی** می‌گویند. الکترون، پروتون و نوترون ذره‌های زیراتمی هستند.

۲ پروتون‌ها و نوترون‌ها در هستهٔ اتم و الکترون‌ها در لایه‌هایی در پیرامون هسته قرار دارند. شکل مقابل مربوط به اتم کربن است.

- **تعریف عدد اتمی:** تعداد پروتون‌های هستهٔ هر اتم را **عدد اتمی** (Z) می‌گویند. برای نمونه، عدد اتمی عنصر بالا که در هستهٔ خود ۶ پروتون دارد، برابر ۶ است. $(Z=۶)$

۳ عدد اتمی همهٔ اتم‌های یک عنصر یکسان است و به کمک عدد اتمی می‌توان به نوع عنصر پی‌برد. برای نمونه عنصری با عدد اتمی ۶، کربن نام دارد.

۴ اتم‌ها ذره‌هایی خنثی هستند؛ از این‌رو، شمار الکترون‌ها با شمار پروتون‌های هستهٔ اتم (عدد اتمی) **برابر** است. به‌طور مثال، در اتم بالا، ۶ الکترون وجود دارد.

۵ در هستهٔ همهٔ اتم‌ها به‌جز $_{۱}^{۱}H$، تعداد نوترون‌ها **برابر یا بیشتر** از تعداد پروتون‌ها (عدد اتمی) است.

۶ در هستهٔ اتم هیدروژن $(_{۱}^{۱}H)$، تنها یک پروتون وجود دارد و خبری از نوترون **نیست**. *ما گشتیم، نبود! ... نگرد که نیست!*

- **کاربردهای عدد اتمی:** ۱- تعیین تعداد پروتون‌ها و الکترون‌های موجود در اتم یک عنصر ۲- تعیین نوع عنصر ۳- تعیین موقعیت عنصر در جدول دوره‌ای

اشتباه نکنید دو یا چند گونه که تعداد الکترون‌های برابری دارند، لزوماً متعلق به یک عنصر نیستند. برای نمونه گونه‌های $_{۹}F^{-}$، $_{۱۰}Ne$ و $_{۱۱}Na^{+}$ هر یک ۱۰ الکترون دارند. *نگران نباشید، با یون‌ها در صفحات بعد آشنا خواهید شد.*

- **تعریف عدد جرمی:** به مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هستهٔ یک اتم، **عدد جرمی** (A) می‌گویند.

تعداد نوترون‌ها + تعداد پروتون‌ها = عدد جرمی (A)

توجه میان عدد اتمی (Z) و عدد جرمی (A) رابطهٔ مقابل برقرار است: (n برابر تعداد نوترون‌ها است.) $A=Z+n$

- **کاربردهای عدد جرمی یک اتم:** ۱- مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هستهٔ اتم ۲- مجموع تعداد الکترون‌ها و نوترون‌های اتم ۳- تعیین تعداد نوترون‌ها *(به کمک عدد اتمی)* ۴- پیش‌بینی پرتوزا بودن یا نبودن هستهٔ اتم *(به کمک عدد اتمی)* ۵- تعیین تقریبی جرم نسبی اتم

خب حالا عنصرها و یون‌ها را چه جوری باید نمایش بدیم که با هم قاطی نشن؟!!

نماد شیمیایی عنصرها و یون‌ها

۱ شیمی‌دان‌ها هر عنصر را با نماد ویژه‌ای نشان می‌دهند. در این نمادها عددهای سمت چپ از بالا به پایین به ترتیب **عدد جرمی** (A) و **عدد اتمی** (Z) هستند. *(دقت کنید که E حرف اول واژهٔ Element به معنی عنصرها)*

نماد شیمیایی $\rightarrow {}^{A\leftarrow \text{عدد جرمی}}_{Z\leftarrow \text{عدد اتمی}}E$

۲ در جدول دوره‌ای عنصرها، هر عنصر با نماد یک یا دوحرفی نمایش داده می‌شود. *دقت کنید که* در هر نماد، حرف اول نام لاتین به‌صورت بزرگ نوشته می‌شود.

نماد شیمیایی عنصرها
- اگر تک‌حرفی باشد ← حرف بزرگ ← **مثال** H، O، K و ...
- اگر دوحرفی باشد ← حرف اول بزرگ و حرف دوم کوچک ← **مثال** Li، Al و ...

تست

در مورد اتمی با نماد شیمیایی $_{Z}^{A}X$، کدام عبارت درست است؟

۱) Z همان عدد اتمی است که نشان‌دهندهٔ مجموع شمار پروتون‌ها و نوترون‌های اتم است.

۲) A عدد اتمی نام دارد و برابر با مجموع شمار ذره‌های زیراتمی است.

۳) تفاوت تعداد نوترون‌ها و پروتون‌های هستهٔ اتم برابر $A-۲Z$ است.

۴) عدد جرمی همهٔ اتم‌های یک عنصر یکسان است.

پاسخ تعداد پروتون‌های هستهٔ اتم را عدد اتمی (Z) و مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هستهٔ اتم را عدد جرمی (A) می‌گویند.

$_{Z}^{A}X$: شمار نوترون‌ها $=A-Z$ ، شمار پروتون‌ها $=Z\Rightarrow$ تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها $=(A-Z)-Z=A-۲Z$

توجه داشته باشید که شمار پروتون‌های هستهٔ (عدد اتمی) همهٔ اتم‌های یک عنصر یکسان می‌باشد.

گزینهٔ ۳

۳ اتم‌ها در شرایط مناسب با **گرفتن** و یا **از دست دادن** الکترون به یون تبدیل می‌شوند. یون‌ها را بر اساس بار الکتریکی به دو دستهٔ کاتیون و آنیون تقسیم می‌کنند:

- **کاتیون:** اتم‌ها با از دست دادن یک یا چند الکترون، به گونه‌هایی با بار مثبت تبدیل می‌شوند که به آن‌ها کاتیون گفته می‌شود. نماد شیمیایی کاتیون‌ها به صورت $_{Z}^{A}E^{n+}$ است. ($n+$ نشان‌دهندهٔ بار الکتریکی کاتیون بوده و برابر تفاوت شمار الکترون‌ها و پروتون‌ها است.)

مثال نماد شیمیایی کاتیون سدیم به صورت $_{۱۱}^{۲۳}Na^{+}$ است. در این گونه، شمار الکترون‌ها یک عدد کمتر از شمار پروتون‌هاست.

- **آنیون:** اتم‌ها با دریافت یک یا چند الکترون، به گونه‌هایی با بار منفی تبدیل می‌شوند که به آن‌ها آنیون گفته می‌شود. نماد شیمیایی آنیون‌ها به صورت $_{Z}^{A}E^{n-}$ است. ($n-$ نشان‌دهندهٔ بار الکتریکی آنیون بوده و برابر تفاوت شمار الکترون‌ها و پروتون‌ها است.)

مثال نماد شیمیایی آنیون کلرید به صورت $^{35}_{17}Cl^-$ است. در این گونه شمار الکترون‌ها یک عدد بیشتر از شمار پروتون‌هاست.

توجه در یون‌ها برای محاسبهٔ تعداد الکترون‌ها می‌توان از رابطهٔ مقابل استفاده نمود:

بار یون − تعداد پروتون‌ها (Z) = تعداد الکترون‌ها

۴ *نیازی به گفتن نیست که* برای به‌دست آوردن تعداد ذره‌های زیراتمی در گونه‌های **چندتایی**، تعداد ذره‌های زیراتمی هر یک از اتم‌ها را با هم جمع می‌کنیم. برای نمونه تعداد ذره‌های زیراتمی در H_2O که دارای یک اتم $^{16}_{8}O$ (۸ پروتون، ۸ الکترون و ۸ نوترون) و ۲ اتم $^{1}_{1}H$ (۱ پروتون، ۱ الکترون و صفر نوترون) است، برابر است با:

H_2O تعداد پروتون‌ها: $2(1)+8=10$، تعداد الکترون‌ها $=2(1)+8=10$، تعداد نوترون‌ها $=2(0)+8=8$

توجه در یون‌های چندتایی، محاسبهٔ تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها همانند گونه‌های چندتایی خنثی است ولی برای محاسبهٔ تعداد الکترون‌ها می‌توان از رابطهٔ زیر استفاده کرد:

بار یون − مجموع تعداد پروتون‌های اتم‌ها = تعداد الکترون‌ها در یون‌های چندتایی

تست

تعداد الکترون‌ها در یون PH_4^+ کدام است؟ $(^{1}_{1}H\ ,\ ^{31}_{15}P)$

۱) ۱۸ ۲) ۱۹ ۳) ۲۰ ۴) ۲۱

پاسخ PH_4^+ دارای یک اتم $^{31}_{15}P$ (۱۵ پروتون، ۱۵ الکترون و ۱۶ نوترون) و ۴ اتم $^{1}_{1}H$ (۱ پروتون، ۱ الکترون و صفر نوترون) است.

PH_4^+ تعداد الکترون‌ها $=$ مجموع تعداد پروتون‌ها − بار یون $=19-(+1)=18$ $\qquad$ PH_4^+ تعداد پروتون‌ها $=15+4(1)=19$

گزینهٔ ۱

مسائل ذره‌های زیراتمی

یکی از انواع سؤالاتی که از این بخش *مطرح میشه*، مسائل مربوط به تعیین عدد اتمی، تعداد ذره‌های زیراتمی و ... است. با توجه به این نکته که در هستهٔ یک اتم، تعداد نوترون‌ها **برابر یا بیشتر از** تعداد پروتون‌ها است $(n \geq Z)$، می‌توان این مسائل را حل نمود. *تست پایین رو ببین ...*

تست

عدد جرمی عنصر X برابر ۹۲ و تعداد نوترون‌ها ۱/۳ برابر تعداد پروتون‌ها است. تعداد پروتون‌های این عنصر کدام است؟

۱) ۳۶ ۲) ۴۰ ۳) ۵۲ ۴) ۶۳

پاسخ $X: Z+n=92\ ,\ \frac{n}{Z}=1/3 \Rightarrow Z+(1/3Z)=92 \Rightarrow 2/3Z=92 \Rightarrow Z=40$

گزینهٔ ۲

توجه در مسائلی که تفاوت ذره‌های زیراتمی در یک گونه داده *میشه*، برای راحتی و سرعت در حل مسئله، متناسب با داده‌های مسئله *می‌تونید* از یکی از دو فرمول زیر استفاده کنید:

الف اگر تفاوت تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها داده شده بود:

$$\text{عدد اتمی } (Z) = \frac{\text{عدد جرمی } (A) - (\text{تفاوت تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها})}{2}$$

ب اگر تفاوت تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها داده شده بود:

$$\text{عدد اتمی } (Z) = \frac{\text{عدد جرمی } (A) - (\text{تفاوت تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها}) + \text{باریون}}{2}$$

در دو تا تست بعدی، در روش دوم، از این دو فرمول استفاده شده است.

تست

اگر در اتم ^{79}A اختلاف شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها برابر ۱۱ باشد، این اتم دارای چند الکترون است؟

۱) ۴۵ ۲) ۳۹ ۳) ۳۴ ۴) ۲۸

پاسخ **روش اول:** ابتدا تعداد پروتون‌ها را محاسبه می‌کنیم:

$$A\begin{cases} Z+n=79 \\ n-Z=11 \end{cases} \Rightarrow Z+(11+Z)=79 \Rightarrow 2Z+11=79 \Rightarrow 2Z=68 \Rightarrow Z=34$$

روش دوم (روش تستی):

$$Z=\frac{A-(\text{تفاوت تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها})}{2}=\frac{79-(11)}{2}=34$$

در اتم‌ها تعداد الکترون‌ها با عدد اتمی (Z) برابر است.

گزینهٔ ۳

در یون X^{2+}، عدد جرمی برابر ۲۰۷ و اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر ۴۵ است. عدد اتمی عنصر X کدام است؟

۱) ۷۶ ۲) ۷۸ ۳) ۸۰ ۴) ۸۲

پاسخ **روش اول:**

$$X^{2+}\begin{cases} Z+n=207 \\ n-e=45 \end{cases} \xrightarrow{e=Z-2} \begin{cases} Z+n=207 \\ n-Z=43 \end{cases} \Rightarrow Z+(43+Z)=207 \Rightarrow 2Z+43=207 \Rightarrow Z=82$$

روش دوم (روش تستی):

$$Z=\frac{A-(\text{تفاوت تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها})+\text{بار یون}}{2}=\frac{207-45+2}{2}=82$$

گزینهٔ ۴

ایزوتوپ (هم‌مکان)

همین اول کاری بریم سراغ یه تعریف، عنصر چیست؟!؟

۱ عنصر ماده‌ای است که از یک نوع اتم تشکیل شده باشد، برای نمونه منیزیم و هلیم عنصر به شمار می‌روند؛ زیرا یک نمونه منیزیم حاوی اتم‌های منیزیم و یک نمونه هلیم حاوی اتم‌های هلیم است.

۲ *غالبه بدونید که* **اغلب** در یک نمونهٔ طبیعی از یک عنصر، اتم‌های سازنده جرم یکسانی ندارند. به اتم‌های یک عنصر که دارای عدد اتمی **یکسان** و عدد جرمی **متفاوت** هستند، **ایزوتوپ** گفته می‌شود. به عبارت دیگر، ایزوتوپ‌ها، اتم‌های یک عنصرند که فقط در شمار نوترون‌ها با یکدیگر تفاوت دارند.

نماد ایزوتوپ / ویژگی	تعداد پروتون‌ها (عدد اتمی)	تعداد الکترون‌ها	تعداد نوترون‌ها	عدد جرمی (A)
$^{6}_{3}Li$	۳	۳	۳	۶
$^{7}_{3}Li$	۳	۳	۴	۷

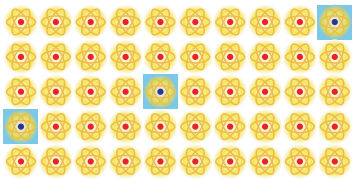
مثال لیتیم در طبیعت دارای دو ایزوتوپ $^{6}_{3}Li$ و $^{7}_{3}Li$ است:

۳ درصد فراوانی هر ایزوتوپ در طبیعت نشان‌دهندهٔ **پایداری** آن ایزوتوپ است؛ به‌طوری‌که هرچه ایزوتوپ پایدارتر باشد، درصد فراوانی آن در نمونهٔ طبیعی بیشتر است.

توجه درصد فراوانی هر یک از ایزوتوپ‌ها را می‌توان به‌صورت مقابل محاسبه کرد:

$$\text{درصد فراوانی ایزوتوپ A} = \frac{\text{تعداد ایزوتوپ‌های A}}{\text{تعداد کل ایزوتوپ‌ها}} \times ۱۰۰$$

۴ لیتیم در طبیعت دارای دو ایزوتوپ ^{6}Li و ^{7}Li است که شمار تقریبی ایزوتوپ‌های لیتیم به‌صورت زیر می‌باشد. *به نحوهٔ محاسبهٔ درصد فراوانی هر ایزوتوپ توجه کنید:*



^{7}Li ^{6}Li

$$\text{درصد فراوانی } ^{7}Li = \frac{۴۷}{۵۰} \times ۱۰۰ = ٪۹۴ \quad , \quad \text{درصد فراوانی } ^{6}Li = \frac{۳}{۵۰} \times ۱۰۰ = ٪۶$$

۵ در نمونه‌های طبیعی از عنصر لیتیم، درصد فراوانی ^{7}Li بیشتر از ^{6}Li می‌باشد؛ پس ایزوتوپ ^{7}Li پایدارتر از ^{6}Li است.

۶ در یک نمونهٔ طبیعی از عنصر منیزیم، **سه** ایزوتوپ وجود دارد:

۷ مقایسهٔ درصد فراوانی و پایداری ایزوتوپ‌ها در نمونهٔ طبیعی منیزیم به‌صورت زیر است.

$^{24}Mg > ^{26}Mg > ^{25}Mg$: مقایسهٔ درصد فراوانی و پایداری

نماد ایزوتوپ / ویژگی	تعداد پروتون‌ها (عدد اتمی)	تعداد الکترون‌ها	تعداد نوترون‌ها	عدد جرمی (A)	درصد فراوانی در طبیعت
$^{24}_{12}Mg$	۱۲	۱۲	۱۲	۲۴	٪۷۸/۷۰
$^{25}_{12}Mg$	۱۲	۱۲	۱۳	۲۵	٪۱۰/۱۳
$^{26}_{12}Mg$	۱۲	۱۲	۱۴	۲۶	٪۱۱/۱۷

۸ **خواص شیمیایی** اتم‌های هر عنصر به **عدد اتمی** (Z) آن وابسته است: *به همین دلیله که* ایزوتوپ‌ها همگی خواص شیمیایی یکسانی دارند و در جدول دوره‌ای عنصرها تنها یک مکان (یک خانه) را اشغال می‌کنند. به همین دلیل به آن‌ها **هم‌مکان** می‌گویند.

۹ ایزوتوپ‌های یک عنصر در خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند چگالی، دمای ذوب و جوش با یکدیگر تفاوت دارند.

۱۰ **اغلب (نه همه!)** هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن‌ها برابر یا بیشتر از ۱/۵ باشد، **ناپایدارند** و با گذشت زمان متلاشی می‌شوند.

هسته به احتمال زیاد پرتوزا و ناپایدار است $\Rightarrow \frac{n}{p} \geq ۱/۵$

اشتباه نکنید در هستهٔ **همهٔ** اتم‌های پرتوزا نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌ها برابر یا بزرگ‌تر از ۱/۵ **نیست**. برای نمونه $^{14}_{6}C$، $^{59}_{26}Fe$ و $^{99}_{43}Tc$ همگی ایزوتوپ‌های پرتوزا و ناپایداری هستند که $\frac{n}{p}$ آن‌ها کمتر از ۱/۵ است. همچنین، ایزوتوپ‌هایی هستند که $\frac{n}{p}$ آن‌ها برابر یا بزرگ‌تر از ۱/۵ است ولی پایدارند. برای نمونه $^{195}_{78}Pt$ دارای $\frac{n}{p}$ برابر با ۱/۵ است ولی این ایزوتوپ پایدار می‌باشد.

۱۱ نیم‌عمر هر ایزوتوپ نشان می‌دهد که آن ایزوتوپ تا چه اندازه **پایدار** است. نیم‌عمر، مدت زمانی است که طول می‌کشد تا **نیمی از** هسته‌های پرتوزا متلاشی شوند.

توجه هرچه نیم‌عمر یک ایزوتوپ کوتاه‌تر باشد، زمان ماندگاری آن کمتر بوده و در نتیجه ناپایدارتر است.

جمع‌بندی

- با بررسی یکی از دو ویژگی ایزوتوپ‌های یک عنصر می‌توان پایداری ایزوتوپ‌ها را با یکدیگر مقایسه نمود:

دو ویژگی برای مقایسهٔ پایداری
- درصد فراوانی در طبیعت ← هر چه درصد فراوانی ایزوتوپ بیشتر، ایزوتوپ پایدارتر.
- نیم‌عمر رادیو ایزوتوپ ← هر چه نیم‌عمر رادیو ایزوتوپ طولانی‌تر، ایزوتوپ پایدارتر.

- شباهت‌ها و تفاوت‌های ایزوتوپ‌های یک عنصر:

شباهت ایزوتوپ‌ها		تفاوت ایزوتوپ‌ها	
۱- عدد اتمی (Z)	۵- خواص شیمیایی	۱- عدد جرمی (A)	۵- پایداری نسبی
۲- تعداد پروتون‌ها	۶- موقعیت در جدول دوره‌ای	۲- تعداد نوترون‌ها	۶- برخی خواص فیزیکی وابسته به جرم
۳- تعداد الکترون‌ها	۷- خواص شیمیایی ترکیب‌های حاصل از آن‌ها	۳- جرم نسبی	۷- خواص فیزیکی ترکیب‌های حاصل از آن‌ها
۴- آرایش الکترونی		۴- نیم‌عمر (برای ایزوتوپ‌های پرتوزا)	۸- درصد فراوانی

تست

چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

- **گونه‌هایی که تعداد نوترون متفاوتی دارند، ایزوتوپ یکدیگر هستند.**
- **لیتیم در طبیعت دارای دو ایزوتوپ پایدار بوده و درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر بیشتر است.**
- **همهٔ هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن‌ها کوچک‌تر از ۱/۵ باشد، پایدار هستند.**
- **ایزوتوپ‌ها در خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند چگالی، نقطهٔ ذوب و جوش با یکدیگر تفاوت دارند.**

۱) ۱ **۲)** ۲ **۳)** ۳ **۴)** ۴

پاسخ عبارت‌های اول و سوم نادرست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت اول: گونه‌هایی که عدد اتمی یکسان دارند ولی عدد جرمی یا تعداد نوترون متفاوت دارند، ایزوتوپ یکدیگر هستند. عبارت دوم: لیتیم در طبیعت دارای دو ایزوتوپ پایدار $({}^{6}_{3}Li)$ و $({}^{7}_{3}Li)$ بوده و درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر $({}^{7}_{3}Li)$ از ایزوتوپ سبک‌تر $({}^{6}_{3}Li)$ بیشتر است. عبارت سوم: به عنوان مثال نقض، عنصر تکنسیم $({}^{99}_{43}Tc)$ یک رادیوایزوتوپ (ایزوتوپ پرتوزا) است ولی نسبت $\frac{n}{p}$ آن کوچک‌تر از ۱/۵ است.

$${}^{99}_{43}Tc \begin{cases} n=99-43=56 \\ p=43 \end{cases} \Rightarrow \frac{n}{p}=\frac{56}{43}\simeq 1/3<1/5$$

عبارت چهارم: ایزوتوپ‌های یک عنصر از نظر خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند چگالی، نقطهٔ ذوب و جوش با یکدیگر تفاوت دارند. خواص شیمیایی ایزوتوپ‌های یک عنصر کاملاً مشابه است.

گزینهٔ ۲

مسائل نیم‌عمر

در مسائل مربوط به نیم‌عمر، به‌طور مثال به شما نیم‌عمر یک ایزوتوپ پرتوزا داده و از شما خواسته می‌شود که محاسبه کنید طی یک مدت زمان معین، چه مقدار از هسته‌های ایزوتوپ پرتوزا متلاشی می‌شود و یا چه مقدار از آن باقی می‌ماند و از این دست سؤالات که مورد بررسی قرار می‌گیرد. *برای حل مسائل نیم‌عمر می‌توانید از رابطهٔ مقابل استفاده کنید.*

$$\text{تعداد نیم عمرها } (n)=\frac{\Delta t}{T}\ ,\ m=m_{\circ}\left(\frac{1}{2}\right)^{n}$$

Δt : زمان کل فرایند، T : زمان نیم‌عمر رادیوایزوتوپ، m : جرم مادهٔ پرتوزای باقی‌مانده، $m_{\circ}$: جرم اولیهٔ مادهٔ پرتوزا، n : تعداد نیم‌عمرها

تست

نیم‌عمر ایزوتوپ تکنسیم برابر ۶ ساعت است. اگر پس از گذشت یک شبانه‌روز، ۴۵ گرم از هسته‌های ایزوتوپ تکنسیم متلاشی شده باشد، مقدار اولیهٔ تکنسیم چند گرم بوده است؟

۱) ۱۱۲ **۲)** ۵۶ **۳)** ۴۸ **۴)** ۴۳

پاسخ ابتدا تعداد نیم‌عمرها (n) را محاسبه می‌کنیم: $n=\frac{\Delta t}{T}=\frac{\text{ساعت }۲۴}{\text{ساعت }۶}=۴$. **روش اول:** جرم تکنسیم باقی‌مانده را m گرم درنظر می‌گیریم.

$$m=m_{\circ}\left(\frac{1}{2}\right)^{n} \Rightarrow m=(۴۵+m)\left(\frac{1}{2}\right)^{۴} \Rightarrow m=۳g$$

مقدار اولیهٔ تکنسیم $=۴۵+۳=۴۸g$

روش دوم:

$$(m_{\circ})g \xrightarrow{\text{نیم‌عمر ۱}} (\frac{m_{\circ}}{2})g \xrightarrow{\text{نیم‌عمر ۲}} (\frac{m_{\circ}}{4})g \xrightarrow{\text{نیم‌عمر ۳}} (\frac{m_{\circ}}{8})g \xrightarrow{\text{نیم‌عمر ۴}} (\frac{m_{\circ}}{16})g$$

$$m_{\circ}-\frac{m_{\circ}}{16}=۴۵ \Rightarrow m_{\circ}=۴۸g$$

گزینهٔ ۳

جرم یک مادهٔ پرتوزا در هر ۴۰ دقیقه نصف می‌شود. اگر جرم اولیهٔ یک نمونه از این مادهٔ پرتوزا برابر ۲۰ گرم باشد، پس از گذشت ۲ ساعت، نسبت جرم ایزوتوپ‌های متلاشی‌شده به جرم ایزوتوپ‌های باقی‌مانده کدام است؟

۱) ۳ **۲)** ۷ **۳)** $\frac{1}{3}$ **۴)** $\frac{1}{7}$

پاسخ ابتدا تعداد نیم‌عمرها را محاسبه می‌کنیم:

$$n=\frac{\Delta t}{T}=\frac{۲\times ۶۰\ \text{دقیقه}}{۴۰\ \text{دقیقه}}=۳$$

سپس جرم ایزوتوپ‌های باقی‌مانده (متلاشی‌نشده) را محاسبه می‌کنیم:

$$m=m_{\circ}\left(\frac{1}{2}\right)^{n} \Rightarrow m=۲۰\left(\frac{1}{2}\right)^{۳} \Rightarrow m=۲/۵g$$

اکنون نسبت جرم ایزوتوپ‌های متلاشی‌شده به ایزوتوپ‌های باقی‌مانده را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{\text{جرم ایزوتوپ‌های متلاشی شده}}{\text{جرم ایزوتوپ‌های باقی‌مانده}}=\frac{۲۰-۲/۵}{۲/۵}=۷$$

گزینهٔ ۲

ایزوتوپ‌های هیدروژن

می‌دونستی هیدروژن **هفت** ایزوتوپ داره؟

نماد ایزوتوپ / ویژگی ایزوتوپ	${}_{1}^{1}H$	${}_{1}^{2}H$	${}_{1}^{3}H$	${}_{1}^{4}H$	${}_{1}^{5}H$	${}_{1}^{6}H$	${}_{1}^{7}H$
نیم‌عمر	پایدار	پایدار	۱۲/۳۲ سال	$۱/۴\times۱۰^{-۲۲}s$	$۹/۱\times۱۰^{-۲۲}s$	$۲/۹\times۱۰^{-۲۲}s$	$۲/۳\times۱۰^{-۲۳}s$
درصد فراوانی در طبیعت	۹۹/۹۸۸۵	۰/۰۱۱۴	ناچیز	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)

با توجه به جدول بالا، می‌توان به نکات زیر پی‌برد:

الف ایزوتوپ‌های ${}_{1}^{1}H$ و ${}_{1}^{2}H$ پایدارند و نیم‌عمر ندارند.

ب در یک نمونهٔ طبیعی از عنصر هیدروژن، ۳ ایزوتوپ ${}_{1}^{1}H$، ${}_{1}^{2}H$ و ${}_{1}^{3}H$ وجود دارد.

پ به ایزوتوپ‌های پرتوزا و ناپایدار، **رادیوایزوتوپ** می‌گویند. همانطور که قبلاً گفته شد، هرچه نیم‌عمر یک رادیوایزوتوپ **طولانی‌تر** باشد، هستهٔ آن **پایدارتر** است.

مقایسهٔ پایداری و نیم‌عمر رادیوایزوتوپ‌های هیدروژن به‌صورت مقابل است: ${}_{1}^{3}H > {}_{1}^{5}H > {}_{1}^{6}H > {}_{1}^{4}H > {}_{1}^{7}H$: مقایسهٔ نیم‌عمر و پایداری رادیو ایزوتوپ‌ها

ت در میان ۷ ایزوتوپ هیدروژن، ۲ ایزوتوپ پایدار و ۵ ایزوتوپ ناپایدار (رادیوایزوتوپ) وجود دارد که از ۵ ایزوتوپ ناپایدار، ۴ عدد **ساختگی** و ۱ عدد در نمونه‌های **طبیعی** یافت می‌شود.

- ۷ ایزوتوپ هیدروژن
  - پایدار ← ${}_{1}^{1}H$، ${}_{1}^{2}H$
  - ناپایدار (پرتوزا)
    - طبیعی ← ${}_{1}^{3}H$
    - ساختگی ← ${}_{1}^{4}H$، ${}_{1}^{5}H$، ${}_{1}^{6}H$، ${}_{1}^{7}H$

***توجه** ایزوتوپ‌های ${}_{1}^{4}H$، ${}_{1}^{5}H$، ${}_{1}^{6}H$ و ${}_{1}^{7}H$ همگی ساختگی هستند و درصد فراوانی آن‌ها در طبیعت برابر **صفر** است.

ث مقایسهٔ درصد فراوانی و پایداری ۳ ایزوتوپ طبیعی هیدروژن (${}_{1}^{1}H$، ${}_{1}^{2}H$ و ${}_{1}^{3}H$) به‌صورت زیر است:

${}_{1}^{1}H > {}_{1}^{2}H > {}_{1}^{3}H$: مقایسهٔ پایداری

${}_{1}^{1}H\ (\simeq ٪۹۹/۹۹) > {}_{1}^{2}H\ (\simeq ٪۰/۰۱) > {}_{1}^{3}H$ (ناچیز) : مقایسهٔ درصد فراوانی

ج تنها ایزوتوپ پرتوزا و طبیعی هیدروژن، ${}_{1}^{3}H$ است.

***توجه** با توجه به **نیم‌عمر** و **درصد فراوانی** ایزوتوپ‌های هیدروژن، می‌توان پایداری هستهٔ ایزوتوپ‌های هیدروژن را به‌صورت زیر با یکدیگر مقایسه نمود:

${}_{1}^{1}H > {}_{1}^{2}H > {}_{1}^{3}H > {}_{1}^{5}H > {}_{1}^{6}H > {}_{1}^{4}H > {}_{1}^{7}H$: مقایسهٔ پایداری

جمع‌بندی

همهٔ نکات ایزوتوپ‌های هیدروژن در یک نگاه!

- ۳ ایزوتوپ طبیعی: ${}_{1}^{1}H$، ${}_{1}^{2}H$ و ${}_{1}^{3}H$
- ۵ رادیوایزوتوپ: ${}_{1}^{3}H$، ${}_{1}^{4}H$، ${}_{1}^{5}H$، ${}_{1}^{6}H$ و ${}_{1}^{7}H$
- ۱ رادیوایزوتوپ طبیعی: ${}_{1}^{3}H$
- مقایسهٔ پایداری ایزوتوپ‌ها: ${}_{1}^{1}H > {}_{1}^{2}H > {}_{1}^{3}H > {}_{1}^{5}H > {}_{1}^{6}H > {}_{1}^{4}H > {}_{1}^{7}H$
- مقایسهٔ فراوانی ایزوتوپ‌های طبیعی: ${}_{1}^{1}H > {}_{1}^{2}H > {}_{1}^{3}H$
- ۴ ایزوتوپ ساختگی: ${}_{1}^{4}H$، ${}_{1}^{5}H$، ${}_{1}^{6}H$ و ${}_{1}^{7}H$
- مقایسهٔ نیم‌عمر رادیوایزوتوپ‌ها: ${}_{1}^{3}H > {}_{1}^{5}H > {}_{1}^{6}H > {}_{1}^{4}H > {}_{1}^{7}H$

تست

کدام گزینه در مورد ایزوتوپ‌های هیدروژن درست است؟

۱) هیدروژن دارای ۷ ایزوتوپ طبیعی است.

۲) شمار رادیوایزوتوپ‌های هیدروژن با شمار ایزوتوپ‌های ساختگی آن برابر است.

۳) تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در رادیوایزوتوپ طبیعی هیدروژن برابر ۱ است.

۴) نیم‌عمر ${}_{1}^{4}H$ از نیم‌عمر ${}_{1}^{3}H$ کمتر و از نیم‌عمر ${}_{1}^{5}H$ بیشتر است.

پاسخ رادیوایزوتوپ طبیعی هیدروژن همان ${}_{1}^{3}H$ است. در این ایزوتوپ یک پروتون و دو نوترون وجود دارد؛ پس تفاوت نوترون‌ها و پروتون‌های آن برابر ۱ است. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۱): هیدروژن دارای ۷ ایزوتوپ طبیعی و ساختگی است. گزینهٔ (۲): هیدروژن دارای ۵ رادیوایزوتوپ ${}_{1}^{3}H$، ${}_{1}^{4}H$، ${}_{1}^{5}H$، ${}_{1}^{6}H$ و ${}_{1}^{7}H$ و دارای ۴ ایزوتوپ ساختگی ${}_{1}^{4}H$، ${}_{1}^{5}H$، ${}_{1}^{6}H$ و ${}_{1}^{7}H$ است. گزینهٔ (۴): مقایسهٔ نیم‌عمر رادیوایزوتوپ‌های هیدروژن به صورت ${}_{1}^{3}H > {}_{1}^{5}H > {}_{1}^{6}H > {}_{1}^{4}H > {}_{1}^{7}H$ است.

گزینهٔ ۳

کاربرد رادیوایزوتوپ‌ها

از ۱۱۸ عنصر شناخته شده، تنها **۹۲** عنصر (حدود ۷۸٪) در طبیعت یافت می‌شود و **۲۶** عنصر (حدود ۲۲٪) دیگر **ساختگی** هستند.

حالا اگه موافقی بریم کاربرد چندتا رادیوایزوتوپ رو با هم بررسی کنیم؟؟!

تکنسیم

۱ تکنسیم (${}_{۴۳}^{۹۹}Tc$) نخستین عنصری بود که در **واکنشگاه (راکتور)** هسته‌ای ساخته شد.

۲ نماد شیمیایی این عنصر به صورت $^{99}_{43}Tc$ می‌باشد و این عنصر در **دورهٔ پنجم** و **گروه هفتم** جدول دوره‌ای قرار دارد.

۳ این رادیوایزوتوپ در تصویربرداری پزشکی کاربرد ویژه‌ای دارد. از تکنسیم $(^{99}_{43}Tc)$ برای تصویربرداری **غدهٔ تیروئید** استفاده می‌شود. *بلا چرا از تکنسیم؟!*

توضیح زیرا یون یدید (I^-) با یونی که حاوی $^{99}_{43}Tc$ است، اندازهٔ تقریباً یکسانی دارد و غدهٔ تیروئید هنگام جذب یدید، این یون را نیز جذب می‌کند و به این ترتیب با افزایش مقدار این یون در غدهٔ تیروئید، امکان تصویربرداری فراهم می‌شود.

۴ تیروئید غده‌ای پروانه‌ای شکل است که در قسمت جلوی گلو قرار گرفته است.

۵ همهٔ ^{99}Tc موجود در جهان به‌طور **مصنوعی** و با استفاده از واکنش‌های **هسته‌ای** ساخته می‌شود.

۶ نیم‌عمر ^{99}Tc کوتاه است و نمی‌توان مقادیر زیادی از این عنصر را تهیه و برای مدت طولانی نگهداری کرد. از این‌رو بسته به نیاز، آن را با یک مولد هسته‌ای تولید و سپس مصرف می‌کنند.

توجه اگر چه در تکنسیم $(^{99}_{43}Tc)$ نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌ها **کوچک‌تر** از ۱/۵ است ولی این اتم پرتوزا بوده و با گذشت زمان متلاشی می‌شود.

اشتباه نکنید هر ۱۱۸ عنصر شناخته‌شده را می‌توان در واکنشگاه‌های هسته‌ای تولید کرد ولی تهیهٔ بسیاری از آن‌ها به علت هزینهٔ بالا و یا وجود مقادیر زیاد آن‌ها در منابع طبیعی از نظر اقتصادی به‌صرفه نیست. برای نمونه با پیشرفت علم شیمی و فیزیک **کیمیاگری** (تبدیل عنصرهای دیگر به طلا) امکان‌پذیر شده است اما هزینهٔ تولید طلا به این روش به اندازه‌ای زیاد است که صرفهٔ اقتصادی ندارد.

اورانیم

۱ اورانیم **شناخته‌شده‌ترین** فلز پرتوزا است و به‌طور عمده از رادیوایزوتوپ‌های $^{235}_{92}U$ و $^{238}_{92}U$ تشکیل شده است.

۲ از اورانیم- ۲۳۵ (^{235}U)، **اغلب** به‌عنوان سوخت در راکتورهای اتمی استفاده می‌شود.

۳ درصد فراوانی ایزوتوپ ^{235}U در مخلوط طبیعی آن **کمتر از ۰/۷ درصد** است. از این‌رو پیش از استفاده از آن لازم است فراوانی آن را به کمک فرایند **غنی‌سازی ایزوتوپی** افزایش داد.

- **تعریف غنی‌سازی ایزوتوپی:** یکی از مراحل مهم چرخهٔ تولید سوخت هسته‌ای است که طی آن **مقدار** یا **فراوانی** یک ایزوتوپ را در مخلوطی از ایزوتوپ‌های آن عنصر افزایش می‌دهد.

توضیح همان‌طور که به یاد دارید، ایزوتوپ‌های یک عنصر خواص شیمیایی یکسان و خواص فیزیکی وابسته به جرم متفاوتی دارند؛ از این‌رو در فرایند غنی‌سازی ایزوتوپی، ایزوتوپ‌ها را براساس **خواص وابسته به جرمشان** از یکدیگر جدا می‌کنند.

توجه رادیوایزوتوپ‌های **تکنسیم** و **فسفر**، برخی از رادیوایزوتوپ‌های تولید شده در ایران هستند.

گلوکز

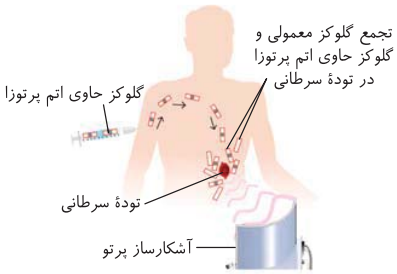
۱ گلوکز یکی از قندهای مورد نیاز برای سوخت‌وساز سلول‌های بدن است و فرمول شیمیایی آن به‌صورت $C_6H_{12}O_6$ می‌باشد.

۲ با قرار دادن یک اتم پرتوزا در مولکول گلوکز، **گلوکز نشان‌دار** به‌دست می‌آید. (به گلوکز حاوی اتم پرتوزا، گلوکز نشان‌دار می‌گویند.)

۳ به کمک گلوکز نشان‌دار می‌توان توده‌های سرطانی را شناسایی نمود. توده‌های سرطانی، **یاخته‌هایی** هستند که رشد **غیرعادی** و **سریع‌تری** دارند.

۴ مراحل **تشخیص** توده‌های سرطانی به کمک گلوکز نشان‌دار:

- **مرحلهٔ اول:** تزریق گلوکز نشان‌دار به بدن
- **مرحلهٔ دوم:** ورود گلوکز نشان‌دار به همراه گلوکز معمولی به اندام‌های بدن
- **مرحلهٔ سوم:** تجمع گلوکز معمولی و نشان‌دار در توده‌های سرطانی



توضیح چون توده‌های سرطانی رشد سریع‌تری دارند و به گلوکز بیشتری نیاز دارند.

- **مرحلهٔ چهارم:** پرتوزایی گلوکزهای نشان‌دار و تشخیص به کمک آشکارساز.

توجه اگر از اندامی در فرد مشکوک به سرطان نسبت به همان اندام در فرد سالم، پرتوهای بیشتری به آشکارساز برسد، آن اندام رشد غیرعادی و سریع‌تری دارد و به احتمال زیاد حاوی توده‌های سرطانی است.

۵ پسماندهای راکتورهای اتمی خاصیت پرتوزایی دارند و خطرناک هستند؛ از این‌رو دفع آن‌ها یکی از چالش‌های صنایع هسته‌ای به شمار می‌رود.

تست

توضیحات ارائه شده در کدام گزینه درست است؟

۱) منیزیم: در ایزوتوپ‌های طبیعی آن، با افزایش عدد جرمی، درصد فراوانی افزایش می‌یابد.

۲) تکنسیم: یون آن اندازهٔ تقریباً یکسانی با یون یدید دارد و غدهٔ تیروئید هنگام جذب یون یدید، این یون را نیز جذب می‌کند.

۳) گلوکز نشان‌دار: به گلوکز حاوی اتم پرتوزا می‌گویند که از آن برای تشخیص توده‌های سرطانی استفاده می‌شود.

۴) اورانیم: شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزاست که از ایزوتوپ سنگین‌تر آن، اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی استفاده می‌شود.

پاسخ **بررسی عبارت‌های نادرست:** گزینهٔ (۱): مقایسهٔ درصد فراوانی ایزوتوپ‌های منیزیم به صورت «$^{24}Mg > ^{26}Mg > ^{25}Mg$» است. گزینهٔ (۲): اندازهٔ یون‌های حاوی تکنسیم اندازهٔ تقریباً یکسانی با یون یدید (I^-) دارد. گزینهٔ (۴): از ایزوتوپ سبک‌تر اورانیم (^{235}U)، اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی استفاده می‌شود.

گزینهٔ ۳

تست بخش ۱

فصل اول

سلام به همهٔ دفتر خانم‌های عزیز و آقا پسرهای گل. شروع این فصل با مطالب کاملاً حفظیه! پیشنهاد می‌کنم اول یک‌بار درسنامهٔ این بخش رو با دقت مطالعه کنی و بعد به سراغ حل تست‌های این بخش بیای.

شناخت کیهان و نحوهٔ پیدایش عنصرها (صفحهٔ ۱ تا ۴ کتاب درسی)

۱ کدام گزینه به‌درستی بیان شده است؟

۱) ستارگان از فرایندهای ایجاد اتم‌ها و عنصرها در جهان هستی، هیچ‌گونه اطلاعاتی را در اختیار ما قرار نمی‌دهند.

۲) انسان همواره با پرسش‌هایی همچون «پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟»، روبه‌رو بوده است؛ اما تلاشی برای یافتن پاسخ‌های قانع‌کننده صورت نگرفته است.

۳) علوم تجربی تلاش گسترده‌ای را برای یافتن پاسخ پرسش «جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟» برخلاف «پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟» انجام داده است.

۴) پاسخ به این پرسش بنیادی و بزرگ که «هستی چگونه پدید آمده است؟» در قلمرو علوم تجربی نمی‌گنجد و پاسخ آن با مراجعه به آموزه‌های الهی به‌دست می‌آید.

۲ کدام موارد از مطالب زیر درست است؟

الف) پاسخ پرسش «پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟» را به کمک قلمروی علم تجربی می‌توان یافت.

ب) سفر تاریخی و طولانی دو فضاپیمای وویجر (۱) و (۲) برای شناخت بیشتر خورشید انجام شده است.

پ) مشتری بزرگ‌ترین سیارهٔ سامانهٔ خورشیدی است و این سیاره نسبت به زمین فاصلهٔ بیشتری از خورشید دارد.

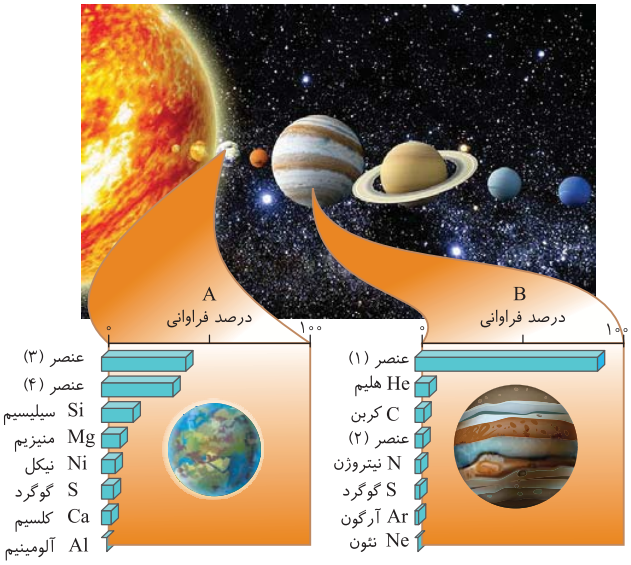
ت) فضاپیماهای وویجر (۱) و (۲) اطلاعاتی مانند نوع عنصرهای سازنده، ترکیب‌های شیمیایی موجود در اتمسفر و ترکیب درصد این مواد در چهار سیاره از سامانهٔ خورشیدی را تهیه کردند.

ث) در میان هشت عنصر فراوان سیاره‌های مشتری و زمین، عنصر گوگرد در رتبهٔ یکسانی به لحاظ فراوانی قرار دارد.

۱) (الف)، (پ)، (ت) و (ث) **۲)** (الف)، (ب) و (ت)

۳) (الف)، (پ) و (ت) **۴)** (ب)، (پ) و (ث)

۳ با توجه به شکل و نمودارهای داده شده که مربوط به عنصرهای سازندهٔ دو سیارهٔ مشتری و زمین است؛ چه تعداد از موارد زیر، درست است؟



الف) A، سیارهٔ زمین و B، سیارهٔ مشتری است.

ب) تهیه و ارسال شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی سیارهٔ B از جمله مأموریت‌های فضاپیماهای وویجر (۱) و (۲) بوده است.

پ) عنصر (۱) و عنصر (۳) به‌ترتیب آهن و هیدروژن هستند.

ت) هر دوی این سیاره‌ها در سامانهٔ خورشیدی قرار گرفته‌اند که در آن برخی سیاره‌ها مثل B بیشتر از جنس گاز و برخی دیگر مثل A بیشتر از جنس سنگ هستند.

ث) عنصر (۲)، فسفر و عنصر (۴)، اکسیژن است.

۱) ۱ **۲)** ۲ **۳)** ۳ **۴)** ۴

۴ چه تعداد از عبارت‌های زیر در رابطه با مقایسهٔ سیاره‌های زمین و مشتری نادرست است؟ خود را بیازمایید کتاب درسی

الف) فراوان‌ترین عنصرهای سیاره‌های زمین و مشتری به‌ترتیب هیدروژن و آهن هستند.

ب) در میان هشت عنصر فراوان در دو سیاره، سه عنصر اکسیژن، گوگرد و هیدروژن مشترک هستند.

پ) در میان هشت عنصر فراوان سیارهٔ مشتری برخلاف سیارهٔ زمین تمام عنصرها نافلز هستند.

ت) سیارهٔ مشتری همانند سیارهٔ زمین بیشتر از جنس سنگ است.

۱) ۱ **۲)** ۲ **۳)** ۳ **۴)** ۴

۵ کلمات موجود در کدام گزینه، سه عبارت زیر را به‌درستی کامل می‌کند؟

الف) در مقایسهٔ دو سیارهٔ زمین و مشتری، اختلاف درصد فراوانی اولین و دومین عنصر فراوان موجود در سیارهٔ ..... بیشتر از دیگری است.

ب) در مقایسهٔ دو سیارهٔ زمین و مشتری، در سیاره‌ای که میانگین دمای کمتری دارد، درصد فراوانی عنصر کربن ..... از درصد فراوانی عنصر اکسیژن است.

پ) عنصر ..... نسبت به عنصر ..... قدمت بیشتری در کیهان دارد.

۱) مشتری - بیشتر - آهن - لیتیم **۲)** مشتری - بیشتر - لیتیم - طلا

۳) مشتری - کمتر - طلا - کربن **۴)** زمین - کمتر - هلیم - کربن

اگه این تست رو درست حل کردی، میشه گفت مقایسهٔ عناصر فراوان دو سیارهٔ زمین و مشتری رو خوب یادگرفتی! پس دقت کن!

۶ کدام گزینه ترتیب درستی یا نادرستی عبارات زیر را به درستی مشخص کرده است؟

الف) اختلاف درصد فراوانی دو عنصر فراوان‌تر موجود در سیارهٔ مشتری کمتر از سیارهٔ زمین است.

ب) در تشکیل سیارهٔ مشتری، سه عنصر هلیم، نئون و آرگون شرکت دارند.

پ) دربارهٔ ترتیب درصد فراوانی عناصر سازندهٔ کرهٔ زمین می‌توان گفت: $Fe>O>Si>Mg$

ت) درصد فراوانی عنصر هیدروژن در سیارهٔ مشتری، از درصد فراوانی عنصر آهن در سیارهٔ زمین بیشتر است.

۱) درست - درست - نادرست - نادرست
۲) نادرست - درست - نادرست - درست
۳) نادرست - درست - درست - درست
۴) نادرست - نادرست - درست - نادرست

۷ چه تعداد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

الف) عنصرها به‌صورت ناهمگون در جهان طبیعت توزیع شده‌اند و این یافته به دانشمندان کمک کرد تا بتوانند چگونگی پیدایش عنصرها را توضیح دهند.

ب) همهٔ دانشمندان بر این باورند که سرآغاز کیهان با انفجار مهیب (مهبانگ) همراه بود که طی آن انرژی عظیمی آزاد شده است.

پ) پس از مهبانگ، نخستین ذره‌هایی که در آن شرایط پدید آمدند، عنصرهای هیدروژن و هلیم بودند.

ت) انرژی مبادله شده در واکنش‌های هسته‌ای بسیار بیشتر از مقدار انرژی مبادله شده در واکنش‌های شیمیایی است که در پدیده‌های طبیعی رخ می‌دهند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸ چه تعداد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

ترکیبی

الف) واکنش‌های انجام شده درون ستاره‌ها در فشارها و دماهای بسیار بالا رخ می‌دهند و در این واکنش‌ها مجموع جرم فراورده‌های تولیدی بیشتر از مجموع جرم واکنش‌دهنده‌ها است.

ب) سحابی‌ها مجموعه‌هایی گازی هستند که بلافاصله پس از مهبانگ به‌وجود آمده‌اند و در ساختار آن‌ها دو عنصر یافت می‌شود.

پ) سحابی‌ها عامل پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها بوده و بیشتر از جنس عنصرهای سبک مانند هیدروژن، هلیم و کربن هستند.

ت) اگر شکل زیر نشان‌دهندهٔ روند تشکیل عنصرها باشد، به جای A و B به‌ترتیب می‌توان دومین و سومین عنصر فراوان موجود در سیارهٔ مشتری را قرار داد.

هیدروژن ← A ← B ← عنصرهای سنگین‌تر مانند آهن، طلا و ...

ث) ستارگان، کارخانهٔ تولید عنصرها هستند و مرگ آن‌ها اغلب با یک انفجار بزرگ همراه است که سبب پراکنده شدن عنصرهای تشکیل شده در آن، در فضا می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

اگه می‌خوای این تست رو درست حل کنی، خیلی باید دقت کنی. از ما گفتن!

سطح دوم

۹ چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست‌اند؟

الف) آخرین تصویری که وویجر (۲) از زمین گرفت، از فاصلهٔ ۷ میلیارد کیلومتری کرهٔ زمین بوده است.

ب) تنها ذره‌های زیراتمی که پس از مهبانگ پا به عرصهٔ جهان گذاشتند، الکترون، پروتون و نوترون بودند.

پ) انرژی تولید شده در واکنش تشکیل عنصرهای سبک از هلیم آنقدر زیاد است که می‌تواند صدها میلیون تن فولاد را ذوب کند.

ت) درصد فراوانی همهٔ عنصرهای موجود در سیارهٔ زمین کمتر از ۵۰٪ است.

ث) پس از مهبانگ و با پدید آمدن ذره‌های زیراتمی، با گذشت زمان و کاهش دما، سحابی‌ها ایجاد شدند.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

ذره‌های زیراتمی، عدد اتمی و عدد جرمی (صفحهٔ ۵ کتاب درسی)

این بخش رو با سه تست ساده شروع کردیم ولی همهٔ تست‌ها به این سادگی نیستا

۱۰ تفاوت تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها در کدام‌یک از گونه‌های زیر کمتر است؟

۱) ${}^{19}_{9}F$ ۲) ${}^{31}_{15}P$ ۳) ${}^{40}_{20}Ca$ ۴) ${}^{56}_{26}Fe$

۱۱ کدام مطلب در مورد اتم فرضی X با عدد اتمی Z و عدد جرمی A درست است؟

۱) نحوهٔ قرار گرفتن عدد اتمی و عدد جرمی برای نمایش این اتم به‌صورت ${}^{Z}_{A}X$ است.

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

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

۴) مجموع تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها برابر A است.

۱۲ کدام موارد نادرست هستند؟

الف) عدد اتمی همهٔ اتم‌های یک عنصر یکسان است و به کمک عدد اتمی می‌توان به نوع عنصر پی‌برد.

ب) خواص فیزیکی و شیمیایی اتم‌های یک عنصر به عدد جرمی (A) وابسته است.

پ) در هستهٔ همهٔ اتم‌ها تعداد نوترون‌ها برابر یا بیشتر از تعداد پروتون‌ها است.

ت) در اتمی با نماد شیمیایی ${}^{A}_{Z}E$، تفاوت تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها برابر $A-Z$ است.

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

۱۳ نسبت مجموع شمار ذره‌های زیراتمی در ${}^{5}_{1}H$ به مجموع شمار ذره‌های زیراتمی در ${}^{2}_{1}H$، چند برابر مجموع شمار ذره‌های زیراتمی در ${}^{7}_{1}H$ است؟

تجربی ۱۴۰۳ (نوبت اول)

۱) ۲ ۲) ۱ ۳) ۰/۵ ۴) ۰/۲۵

۱۴ در مورد عنصرهای ${}^{12}_{6}A$ و ${}^{37}_{17}B$ می‌توان گفت:

۱) قدرمطلق اختلاف تعداد پروتون‌های اتم B و تعداد نوترون‌های اتم A با قدرمطلق اختلاف تعداد الکترون‌های اتم B و تعداد پروتون‌های اتم A برابر است.

۲) تفاوت تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها در اتم A با تفاوت تعداد الکترون‌ها و پروتون‌ها در اتم B مساوی نیست.

۳) تعداد نوترون‌ها در اتم A، دو برابر تعداد پروتون‌ها در این اتم است.

۴) عدد اتمی عنصرهای A و B به‌ترتیب ۶ و ۲۰ برابر تعداد پروتون‌های هستهٔ اتم ${}^{2}_{1}H$ است.

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

۱) ۵۶ ۲) ۵۴ ۳) ۸۲ ۴) ۸۴

۱۶ تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در کدام گونهٔ زیر نصف این تفاوت در ${}^{127}_{53}I^{-}$ است؟

۱) ${}^{86}_{37}Rb$ ۲) ${}^{92}_{41}Nb$ ۳) ${}^{65}_{30}Zn$ ۴) ${}^{112}_{48}Cd$

۱۷ اگر تعداد نوترون‌های یون ${}^{81}_{35}Br^{-}$، دو برابر تعداد الکترون‌های یون ${}_{m}X^{2+}$ باشد و تعداد نوترون‌های عنصر X برابر ۳۰ باشد، عدد جرمی عنصر X چند است؟

۱) ۵۵ ۲) ۵۳ ۳) ۶۳ ۴) ۷۴

۱۸ اگر تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در ${}^{79}X$ برابر با ۱۱ باشد، نسبت تعداد نوترون‌ها به پروتون‌ها به تقریب کدام است؟

۱) ۱/۱ ۲) ۱/۳ ۳) ۱/۵ ۴) ۱/۷

۱۹ اگر اختلاف تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون ${}^{88}A^{2+}$ برابر با ۱۴ باشد، نسبت مجموع تعداد ذره‌های زیراتمی داخل هسته به تعداد الکترون‌ها در این یون کدام است؟

۱) ۲/۰۵ ۲) ۲/۴۴ ۳) ۱/۴۸ ۴) ۱/۳۸

۲۰ مجموع ذرات زیراتمی گونهٔ A^{3+} برابر ۷۹ است. اگر در هستهٔ این اتم تعداد یکی از ذره‌های زیراتمی ۴ واحد بیشتر از ذرهٔ دیگر باشد، عدد جرمی A کدام است؟

۱) ۵۲ ۲) ۵۶ ۳) ۶۲ ۴) ۶۶

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

۱) ۵۰ ۲) ۴۶ ۳) ۵۴ ۴) ۴۸

۲۲ اگر تعداد نوترون‌های یون ${}^{6a-1}_{3a-10}X^{4+}$، ۱/۵ برابر تعداد الکترون‌های آن باشد، عدد اتمی X کدام است؟

۱) ۱۴ ۲) ۳۲ ۳) ۵۰ ۴) ۸۲

سطح دوم

۲۳ چند مورد از عبارت‌های زیر نادرست هستند؟

الف) اگر در یون ${}^{80}X^{-}$، تفاوت تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها برابر ۱۰ باشد، تفاوت نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر ۱۱ است.

ب) اگر در یون ${}^{207}M^{4+}$، تفاوت تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر ۴۷ باشد، عدد اتمی این عنصر برابر ۸۲ است.

پ) اگر تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون ${}^{59}Z^{2+}$ برابر ۵ باشد، تعداد ذره‌های بدون بار در این اتم برابر ۲۹ است.

ت) اگر در یون ${}^{200}A^{2+}$، نسبت تعداد نوترون‌ها به پروتون‌ها برابر $\frac{3}{2}$ باشد، تعداد الکترون‌های اتم A برابر ۸۰ است.

۱) ۳ ۲) ۱ ۳) ۴ ۴) ۲

ایزوتوپ (هم‌مکان) (صفحهٔ ۵ و ۶ کتاب درسی)

۲۴ کدام گزینه درست است؟

۱) ایزوتوپ‌ها، اتم‌های یک عنصر هستند که عدد اتمی یکسان ولی عدد جرمی متفاوت دارند.

۲) همهٔ عنصرهای طبیعی مانند منیزیم مخلوطی از چند ایزوتوپ هستند.

۳) همهٔ اتم‌های یک عنصر مشابه یکدیگر هستند.

۴) منیزیم دارای سه ایزوتوپ است و ایزوتوپ سنگین‌تر فراوانی بیشتری نسبت به ایزوتوپ سبک‌تر دارد.

۲۵ همهٔ عبارت‌های زیر درست هستند؛ به‌جز ...

۱) خواص شیمیایی اتم‌های هر عنصر به عدد اتمی (Z) وابسته است و تمام ایزوتوپ‌های یک عنصر خواص شیمیایی یکسانی دارند.

۲) همهٔ ایزوتوپ‌های عنصر منیزیم، فقط یک خانه را در جدول دوره‌ای عنصرها، اشغال می‌کنند.

۳) به‌طور کلی ایزوتوپ‌های مختلف یک عنصر مشابه یکدیگر است.

۴) علت اصلی تفاوت در خواص فیزیکی وابسته به جرم در ایزوتوپ‌های عنصر لیتیم، تفاوت در A−Z آن‌ها است.

۲۶ چند مورد از جملات زیر درست است؟

الف) همواره در یک نمونهٔ طبیعی از عنصری معین، اتم‌های سازنده جرم یکسانی ندارند.

ب) در یک نمونهٔ طبیعی از عنصر منیزیم، همهٔ اتم‌ها یکسان نیستند و هر نمونه، مخلوطی از سه هم‌مکان است.

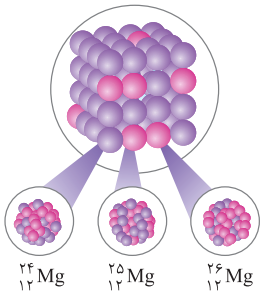
پ) عنصر منیزیم که دارای قابلیت تبدیل شدن به ورقهٔ نواری نقره‌ای رنگ است، در طبیعت ۳ ایزوتوپ با عددهای جرمی ۲۴، ۲۵ و ۲۶ دارد.

ت) با استفاده از نماد شیمیایی هر اتم، می‌توان تعداد ذره‌های زیراتمی آن را تعیین کرد.

ث) کلمهٔ Element به معنای عنصر است و نماد همگانی اتم‌ها به‌صورت $^{A}_{Z}E$ می‌باشد.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

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



خود را بیازمایید کتاب درسی

۱) ۱۲ - $^{24}_{12}Mg$ - ۱۴

۲) ۱۴ - $^{26}_{12}Mg$ - ۱۲

۳) ۱۲ - $^{24}_{12}Mg$ - ۱۲

۴) ۲۵ - $^{25}_{12}Mg$ - ۱۳

۲۸ چه تعداد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

- عنصر ماده‌ای است که تنها از یک نوع اتم تشکیل شده باشد.
- یک نمونهٔ طبیعی از عنصر لیتیم، شامل دو ایزوتوپ بوده و درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر آن، بیشتر است.
- اغلب در یک نمونهٔ طبیعی از یک عنصر معین، اتم‌های سازنده جرم یکسانی ندارند.
- خواص شیمیایی اتم‌های هر عنصر به عدد جرمی آن‌ها وابسته است و به همین دلیل ایزوتوپ‌های یک عنصر خواص شیمیایی یکسانی ندارند.
- مقایسهٔ درصد فراوانی ایزوتوپ‌های منیزیم در طبیعت به صورت: $^{26}Mg < ^{25}Mg < ^{24}Mg$ است.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

اگه حتی این تست رو درست هم حل کردی (که امیدوارم!)، باز هم پاسخنامهٔ این تست و نکتهٔ مهمش رو مطالعه کن!

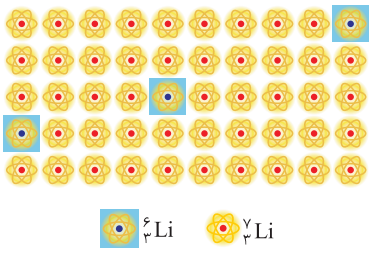
۲۹ چه تعداد از موارد زیر جملهٔ داده شده را به درستی کامل می‌کند؟

«ایزوتوپ‌های یک عنصر از نظر ..... با هم تشابه و از نظر ..... با هم تفاوت دارند.»

- تعداد پروتون‌های موجود در هسته - خواص شیمیایی
- تعداد نوترون‌های موجود در هسته - خواص فیزیکی وابسته به جرم
- شمار ذره‌های با بار منفی پیرامون هسته - مکان قرارگیری در جدول تناوبی
- عدد اتمی - میزان فراوانی در طبیعت و پایداری
- خواص شیمیایی - شمار ذره‌های بدون بار

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۳۰ با توجه به شکل زیر که نمونه‌ای طبیعی از ایزوتوپ‌های لیتیم را نشان می‌دهد، کدام موارد از مطالب زیر نادرست است؟



الف) در ۹۴٪ از اتم‌های لیتیم، نسبت شمار نوترون به پروتون بزرگ‌تر از واحد است.

ب) فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر این عنصر بیش از ۱۶ برابر ایزوتوپ سبک‌تر است.

پ) دو اتم نشان داده شده از لحاظ تمایل برای از دست دادن الکترون یکسان هستند، اما هستهٔ ایزوتوپ سنگین‌تر پایداری بیشتری دارد.

ت) در نمونهٔ نشان داده شده ۱۹۴ نوترون دیده می‌شود.

۱) (الف)، (ب) و (پ) ۲) (ب) و (ت)

۳) (ب)، (پ) و (ت) ۴) (پ) و (ت)

۳۱ کدام‌یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟

۱) ایزوتوپ‌های پرتوزا و ناپایدار یک عنصر رادیوایزوتوپ نامیده می‌شوند.

۲) هر چه درصد فراوانی یک ایزوتوپ در طبیعت بیشتر باشد، آن ایزوتوپ پایدارتر است.

۳) هستهٔ ناپایدار ایزوتوپ‌های پرتوزا اغلب بر اثر متلاشی شدن، افزون بر ذره‌های پرانرژی، مقدار زیادی انرژی هم آزاد می‌کنند.

۴) همهٔ هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن‌ها برابر یا بزرگ‌تر از ۱/۵ باشد، ناپایدار هستند.

۳۲ در اغلب هسته‌هایی که ناپایدار هستند و با گذشت زمان متلاشی می‌شوند، چه تعداد از روابط زیر برقرار نیست؟

- $\frac{\text{تعداد ذرات بدون بار}}{\text{مجموع ذرات باردار}} \geq ۰/۷۵$
- $\frac{\text{تعداد پروتون‌ها}}{\text{تعداد نوترون‌ها}} \geq \frac{۲}{۳}$
- $\frac{\text{عدد جرمی}}{\text{عدد اتمی}} \geq ۲/۵$
- $\frac{\text{مجموع شمار ذرات زیراتمی}}{\text{تعداد پروتون‌ها}} \geq ۳/۵$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

در این تست فیلی باید خواست جمع باشه!

۳۳ یون M^{-} دارای n الکترون و $n+1$ نوترون است. چه تعداد از گونه‌های زیر، ایزوتوپ گونهٔ M می‌باشند؟

$({}^{2n}_{n-1}A\ ,\ {}^{2n+1}_{n-2}B\ ,\ {}^{2n}_{n}C\ ,\ {}^{n-2}_{n+1}D\ ,\ {}^{2n+2}_{n-1}E\ ,\ {}^{3n-1}_{n-1}F)$

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۳۴ اگر دو اتم ${}^{6x-1}_{4y+2}A$ و ${}^{9y+1}_{3x-2}B$ ایزوتوپ یکدیگر باشند و شمار نوترون‌ها در اتم A یک واحد بیشتر از شمار نوترون‌ها در اتم B باشد، حاصل $\frac{x}{y}$ کدام است؟

۱) ۱/۶ ۲) ۱/۸ ۳) ۱/۲ ۴) ۲/۴

۳۵ پاسخ درست هر سه پرسش زیر در کدام گزینه آمده است؟

ترکیبی الف) از بین موارد «شدت واکنش با گاز اکسیژن، نقطهٔ ذوب، مکان در جدول دوره‌ای و مجموع شمار ذره‌های زیراتمی» ایزوتوپ‌های منیزیم در چند مورد با هم تفاوت دارند؟

ب) تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون ${}^{58}_{28}Ni^{2+}$ چند برابر تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها در ${}^{88}_{38}Sr$ است؟

پ) اگر در یون ${}_{83}M^{3-}$ تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها برابر با ۴۶ باشد، هستهٔ اتم M چگونه است؟

۱) ۲ مورد - $\frac{1}{3}$ - پرتوزا ۲) یک مورد - $\frac{1}{6}$ - پایدار ۳) ۳ مورد - $\frac{1}{3}$ - پرتوزا ۴) ۲ مورد - $\frac{1}{6}$ - پایدار

چهار تست بعدی را با جون و دل حل کن!

سطح دوم

۳۶ اکسیژن دارای سه ایزوتوپ طبیعی ${}^{16}O$، ${}^{17}O$ و ${}^{18}O$ و هیدروژن نیز دارای سه ایزوتوپ طبیعی ${}^{1}H$، ${}^{2}H$ و ${}^{3}H$ است. در یک نمونهٔ طبیعی آب، به‌ترتیب از راست به چپ، چند نوع مولکول مختلف و در مجموع چند نوع جرم مولکولی متفاوت وجود دارد؟

۱) ۶ - ۱۸ ۲) ۷ - ۱۸ ۳) ۷ - ۱۲ ۴) ۶ - ۱۲

۳۷ با توجه به ایزوتوپ‌های عنصر اکسیژن $(O\ ,\ {}^{16}O\ ,\ {}^{17}O\ ,\ {}^{18}O)$، امکان تشکیل ..... نوع مولکول مختلف اوزون (O_3) وجود دارد و در مجموع ..... نوع جرم مولکولی متفاوت به دست خواهد آمد. (گزینه‌ها را به‌ترتیب از راست به چپ بخوانید.)

۱) ۹ - ۶ ۲) ۱۸ - ۷ ۳) ۹ - ۷ ۴) ۱۸ - ۶

۳۸ اگر تعداد الکترون‌های دو ذرهٔ باردار X^{+} و Y^{-} با یکدیگر برابر باشد و عدد جرمی X به اندازهٔ ۴ واحد بیشتر از Y باشد، چه تعداد از عبارت‌های زیر همواره درست هستند؟

- تفاوت تعداد نوترون‌ها برابر ۲ است.
- این دو عنصر از نظر خواص فیزیکی وابسته به جرم یکسان هستند.
- عدد اتمی عنصر Y، ۲ واحد بیشتر از عنصر X است.
- میزان پایداری هستهٔ اتم X از Y بیشتر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۹ اگر در یون M^{2+}، تفاوت تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر ۳ و مجموع ذره‌های موجود در هستهٔ آن برابر ۲۵ باشد، چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

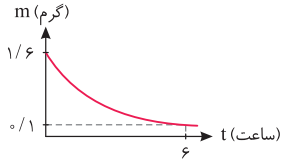
- عنصر M دارای ۳ ایزوتوپ پایدار است.
- ایزوتوپی از M که دارای ۱۴ نوترون است، ناپایدارترین هسته را در میان ایزوتوپ‌های طبیعی آن دارد.
- عنصر M یکی از هشت عنصر فراوان سیارهٔ زمین است.
- در یک نمونهٔ طبیعی از عنصر M، با افزایش عدد جرمی، درصد فراوانی کاهش می‌یابد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

مسائل نیم‌عمر (صفحهٔ ۶ کتاب درسی)

تا الان که با شما صحبت می‌کنم، از این بخش در کنکور سراسری سؤال مطرح نشده ولی کی خبر داره! شاید یک تست کنکور امسال از این بخش باشه.

۴۰ با توجه به نمودار مقابل که جرم یک نمونهٔ پرتوزا را برحسب زمان نمایش می‌دهد، نیم عمر نمونهٔ پرتوزا چند دقیقه است؟



۱) ۳۰ ۲) ۶۰ ۳) ۹۰ ۴) ۱۲۰

۴۱ در مدت زمان ۴۰ دقیقه نیمی از هسته‌های رادیوایزوتوپ X متلاشی می‌شود. اگر جرم اولیهٔ این رادیوایزوتوپ ۰/۸ گرم باشد، پس از گذشت ۲ ساعت، چند گرم رادیوایزوتوپ X بدون تغییر باقی خواهد ماند؟

۱) ۰/۰۵ ۲) ۰/۱ ۳) ۰/۲ ۴) ۰/۳

۴۲ اگر نیم‌عمر یک نمونهٔ حاوی رادیوایزوتوپ به جرم ۳۶ گرم برابر با ۸ ساعت باشد، پس از گذشت ۳۲ ساعت چند گرم از آن متلاشی می‌شود و پس از گذشت ۱۶ ساعت چند گرم از آن باقی می‌ماند؟

۱) ۹ - ۳۳/۷۵ ۲) ۹ - ۲۷ ۳) ۱۸ - ۳۳/۷۵ ۴) ۱۸ - ۲۷

۴۳ مقداری از عنصر A را در اختیار داریم. اگر نیم‌عمر این عنصر برابر با ۲ هفته باشد و مقدار جرم متلاشی شده از این عنصر پس از گذشت ۴۲ روز به اندازهٔ ۱۳/۵ گرم کمتر از مقدار جرم متلاشی شده از این عنصر پس از گذشت ۷۰ روز باشد، مقدار اولیهٔ عنصر A کدام است؟

۱) ۹۶ ۲) ۱۲۱ ۳) ۱۴۴ ۴) ۱۶۰

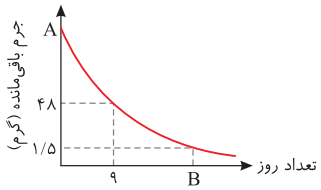
۴۴ فرانسیم، فلزی پرتوزا است که نیم‌عمر ایزوتوپ ۲۲۳ آن در حدود ۲۲ دقیقه است. چنانچه جرم اولیهٔ این ایزوتوپ برابر ۰/۰۲ گرم باشد، پس از گذشت ۸۸ دقیقه، ..... گرم فرانسیم- ۲۲۳ دست‌نخورده باقی می‌ماند و تقریباً ..... درصد هسته‌های فرانسیم - ۲۲۳ متلاشی می‌شود.

۱) $۸۷/۵ - ۲/۵\times۱۰^{-۳}$ ۲) $۸۷/۵ - ۱/۲۵\times۱۰^{-۳}$ ۳) $۹۳/۷۵ - ۲/۵\times۱۰^{-۳}$ ۴) $۹۳/۷۵ - ۱/۲۵\times۱۰^{-۳}$

۴۵ نیم‌عمر عنصرهای فرضی M و N به‌ترتیب برابر با ۳ و ۵ ساعت است. اگر جرم‌های برابری از این دو عنصر فروپاشیده شوند، پس از گذشت ۱۵ ساعت، جرم متلاشی شده از عنصر M چند برابر جرم باقی‌مانده از عنصر N است؟

۱) ۰/۲۵ ۲) ۱/۱ ۳) ۷/۷۵ ۴) ۰/۰۳۵

۴۶ نمودار زیر جرم باقی‌مانده از یک عنصر را در روزهای مختلف نشان می‌دهد. با توجه به این نمودار، اگر بعد از گذشت ۹ روز، ۱۲/۵ درصد از مقدار اولیهٔ این عنصر باقی‌مانده باشد، مقادیر A و B به‌ترتیب کدام است؟



۱) ۲۴ - ۳۸۴
۲) ۱۶ - ۳۸۴
۳) ۱۶ - ۵۷۶
۴) ۲۴ - ۵۷۶

سطح دوم

۴۷ نیم‌عمر عنصر فرضی A، ۹۰ دقیقه است. اگر پس از گذشت ۱۲ ساعت جرم باقی مانده از عنصر A برابر با مقدار جرم تجزیه شده از عنصر B باشد، نیم‌عمر عنصر B کدام است؟ (جرم اولیهٔ عنصر A، ۲۲۴ برابر جرم اولیهٔ عنصر B است.)

۱) ۲ ساعت ۲) ۴ ساعت ۳) ۶ ساعت ۴) ۸ ساعت

ایزوتوپ‌های هیدروژن (صفحهٔ ۶ کتاب درسی)

۴۸ عبارت کدام گزینه نادرست است؟

۱) در میان هفت ایزوتوپ اول عنصر هیدروژن، چهار مورد از آن‌ها ساختگی هستند.
۲) ۵ مورد از ایزوتوپ‌های هیدروژن دارای زمان ماندگاری محدود (نیم‌عمر) هستند.
۳) هستهٔ ایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن ماندگار نیست و با گذشت زمان متلاشی می‌شود.
۴) ترتیب پایداری تعدادی از ایزوتوپ‌های هیدروژن به‌صورت $_{۱}^{۶}H > _{۱}^{۴}H > _{۱}^{۵}H > _{۱}^{۳}H$ است.

۴۹ چند مورد از عبارت‌های زیر دربارهٔ هفت ایزوتوپ نخست عنصر هیدروژن درست است؟

الف) دو ایزوتوپ $_{۱}^{۱}H$ و $_{۱}^{۲}H$ هسته‌های پایدار دارند.
ب) در ایزوتوپ‌های هیدروژن، با افزایش عدد جرمی، از زمان ماندگاری هسته‌ها کاسته می‌شود.
پ) کمترین میزان پایداری به عنصر $_{۱}^{۷}H$ مربوط است.
ت) از لحاظ فراوانی ایزوتوپ‌ها در یک نمونهٔ طبیعی، ایزوتوپ‌های $_{۱}^{۱}H$ و $_{۱}^{۲}H$ بیشترین فراوانی را دارند.
ث) هسته‌های با عدد جرمی ۳ تا ۷، همگی ساختگی و درصد فراوانی آن‌ها صفر است.

۱) ۱ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۲

۵۰ چه تعداد از موارد برای تکمیل جملهٔ مقابل مناسب است؟ «دربارهٔ ایزوتوپ ..... می‌توان گفت .....»

- $_{۱}^{۱}H$ - فراون‌ترین ایزوتوپ هیدروژن است و در هستهٔ آن نوترون وجود ندارد.
- $_{۱}^{۲}H$ - درصد فراوانی آن در طبیعت در حدود ۰/۰۱ است.
- $_{۱}^{۳}H$ - واکنش‌پذیری بیشتری نسبت به ایزوتوپ‌های $_{۱}^{۱}H$ و $_{۱}^{۲}H$ دارد.
- $_{۱}^{۴}H$ - در میان ایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن بیشترین نیم‌عمر را دارد.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۵۱ کدام گزینه نادرست است؟

۱) شمار نسبت نوترون‌ها به پروتون‌ها در ناپایدارترین ایزوتوپ ساختگی هیدروژن، ۳ برابر شمار نوترون‌های ناپایدارترین ایزوتوپ طبیعی هیدروژن است.
۲) ایزوتوپ‌هایی از هیدروژن که مجموع شمار پروتون و نوترون بیشتر از ۳ دارند، ساختگی هستند.
۳) یک نمونهٔ طبیعی از عنصر هیدروژن مخلوطی از ۲ ایزوتوپ با نیم‌عمر و درصد فراوانی یکسان است.
۴) در میان ایزوتوپ‌های هیدروژن، ۵ رادیوایزوتوپ وجود دارد که یکی از آن‌ها طبیعی و بقیه ساختگی هستند.

۵۲ کدام موارد از مطالب زیر نادرست است؟

الف) در پایدارترین ایزوتوپ ساختگی هیدروژن، تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها برابر با ۳ می‌باشد.
ب) تعداد رادیوایزوتوپ‌های هیدروژن برابر با تعداد ایزوتوپ‌های ساختگی این عنصر است.
پ) در ناپایدارترین ایزوتوپ طبیعی هیدروژن، مجموع تعداد ذره‌های باردار با تعداد ذره‌های بدون بار برابر است.
ت) همهٔ ایزوتوپ‌هایی از هیدروژن که نسبت $\frac{p}{n} \leq \frac{۱}{۲}$ دارند، پرتوزا هستند و نیم‌عمر کمتر از یک ثانیه دارند.

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

۵۳ چه تعداد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

الف) در نمونه‌ای طبیعی از عنصر هیدروژن حداکثر سه نوع ایزوتوپ مختلف یافت می‌شود.

ب) ایزوتوپی که کمترین نیم‌عمر را دارد، از سایر ایزوتوپ‌ها ناپایدارتر است.

پ) چنانچه بین فراوانی‌های ۳ ایزوتوپ اتم X رابطهٔ $X_1=\frac{X_2}{2}=3X_3$ برقرار باشد، مجموع درصد فراوانی ایزوتوپ‌های X_1 و X_3 برابر ۴۰ است.

ت) درصد فراوانی هر ایزوتوپ در طبیعت، به نحوی نشان‌دهندهٔ میزان پایداری و نیم‌عمر آن ایزوتوپ می‌باشد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵۴ چه تعداد از عبارت‌های زیر درست هستند؟ ترکیبی

الف) با افزایش شمار نوترون‌ها در ایزوتوپ‌های پرتوزای یک عنصر، نیم‌عمر کاهش می‌یابد.

ب) در ناپایدارترین ایزوتوپ هیدروژن، ۷ نوترون وجود دارد.

پ) همهٔ ایزوتوپ‌هایی که در آن‌ها نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌ها برابر یا بیش از ۱/۵ باشد، پرتوزا نیستند.

ت) هستهٔ ایزوتوپ‌هایی که در مخلوط طبیعی از اتم‌های یک عنصر وجود دارد، پایدار هستند.

ث) نسبت درصد فراوانی پایدارترین ایزوتوپ هیدروژن به پایدارترین ایزوتوپ منیزیم حدوداً برابر ۱/۲۵ است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵۵ چند مورد از مطالب زیر درست است؟ ترکیبی

الف) شمار رادیوایزوتوپ‌های اتم عنصر هیدروژن، برابر با مجموع شمار ایزوتوپ‌های طبیعی عنصرهای لیتیم و منیزیم است.

ب) همهٔ ایزوتوپ‌های هیدروژن که بیش از یک نوترون دارند، پرتوزا هستند.

پ) تعداد نوترون‌ها در سبک‌ترین ایزوتوپ ساختگی هیدروژن برابر با تعداد نوترون‌ها در ایزوتوپ سبک‌تر لیتیم است.

ت) پایداری هستهٔ هیدروژن با ۴ نوترون بیشتر از پایداری ایزوتوپی از هیدروژن است که نسبت $\frac{n}{e}$ در آن برابر با ۳ است.

ث) شمار نوترون‌های ناپایدارترین ایزوتوپ منیزیم، ۲ برابر عدد جرمی ناپایدارترین ایزوتوپ هیدروژن است.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

تست بعدی یکمی متفاوته ولی اگه یه ذره دقت کنی، حتماً می‌تونی حلش کنی.

سطح دوم

۵۶ اگر تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون A^{2+}، ۷ برابر تعداد نوترون‌های سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی هیدروژن باشد و همچنین مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های عنصر A، ۲۴ برابر تعداد نوترون‌های ایزوتوپ ساختگی هیدروژن با بیشترین نیم‌عمر باشد، عدد اتمی عنصر A کدام است؟

۱) ۴۲ ۲) ۴۳ ۳) ۴۴ ۴) ۴۵

تکنسیم و دیگر رادیوایزوتوپ‌ها (صفحهٔ ۷ تا ۹ کتاب درسی)

۵۷ کدام‌یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟

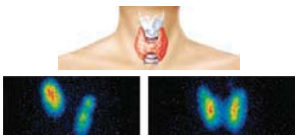
۱) از ۱۱۸ عنصر شناخته شده، ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می‌شود و ۲۶ عنصر دیگر ساختگی است.

۲) به تبدیل سایر عنصرها به طلا کیمیاگری گفته می‌شود و در حال حاضر با پیشرفت علم فیزیک و شیمی انسان می‌تواند طلا تولید کند.

۳) تکنسیم شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزاست و از آن برای تصویربرداری غدهٔ تیروئید استفاده می‌شود.

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

۵۸ در رابطه با عنصری که در تصویربرداری غدهٔ روبه‌رو نقش دارد، کدام گزینه نادرست است؟



۱) جزء ۲۶ عنصر ساختگی است و دانشمندان آن را با واکنش هسته‌ای به‌طور مصنوعی ساخته‌اند.

۲) به‌دلیل آن‌که نیم‌عمر این عنصر کم است، نمی‌توان مقادیر زیادی از آن را تهیه و برای مدت طولانی نگه‌داری کرد.

۳) این عنصر در مکان‌های مورد نیاز، توسط مولد هسته‌ای تولید و سپس مصرف می‌شود.

۴) عنصری پرتوزاست که نسبت عدد جرمی به شمار پروتون‌های آن بیشتر از ۲/۵ است.

۵۹ چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست هستند؟

الف) دانشمندان با بهره‌گیری از واکنش‌های هسته‌ای، تنها می‌توانند ۲۶ عنصر جدول را به‌طور مصنوعی بسازند.

ب) با افزایش مقدار یون حاوی تکنسیم در غدهٔ تیروئید، امکان تصویربرداری از آن فراهم می‌شود.

پ) تیروئید سالم غده‌ای پروانه‌ای‌شکل است که در زیر گلو قرار دارد.

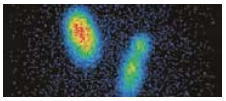
ت) از مواد پرتوزا نمی‌توان در تولید انرژی الکتریکی استفاده کرد.

ث) بیش از ۸۰ درصد عناصری که تاکنون شناخته شده‌اند در طبیعت یافت می‌شوند.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۱

۶۰ چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست‌اند؟

- رادیوایزوتوپ‌ها بسیار خطرناک هستند اما بشر موفق به مهار آن‌ها شده و در پزشکی، کشاورزی و سوخت نیروگاه‌های اتمی از آن‌ها استفاده می‌کند.
- در کشور ما ایران تنها دو رادیوایزوتوپ فسفر و تکنسیم تولید می‌شود.
- از ۱۱۸ عنصر شناخته شده، ۲۶ عدد آن‌ها ساختگی هستند و در راکتورهای هسته‌ای تولید شده‌اند.
- پسماندهای راکتورهای اتمی خاصیت پرتوزایی دارند و دفع آن‌ها از جمله چالش‌های صنایع هسته‌ای به شمار می‌آید.
- تصویر مقابل مربوط به یک غدهٔ تیروئید ناسالم بوده که به کمک یون‌های تکنسیم گرفته شده است.



۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۱ کدام مورد از مطالب زیر دربارهٔ نخستین عنصر ساخت بشر نادرست است؟

الف) برای درمان بیماری‌های غدهٔ تیروئید از این عنصر استفاده می‌شود.

ب) مقدار کمی از این عنصر در طبیعت یافت می‌شود، اما بخش عمدهٔ آن در جهان باید به‌طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته شود.

پ) یون یدید با یون این عنصر اندازهٔ تقریباً یکسانی دارد و غدهٔ تیروئید هنگام جذب یون یدید، این یون را نیز جذب می‌کند.

ت) این عنصر نیم‌عمر کمی دارد و نمی‌توان مقادیر زیادی از آن را تهیه و برای مدت طولانی نگهداری کرد.

ث) با اینکه این عنصر یک رادیوایزوتوپ است ولی نسبت $\frac{n}{p}$ آن کوچک‌تر از ۱/۵ است.

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

۶۲ پسماندهای راکتورهای اتمی، خاصیت ..... و .....، از این‌رو ..... .

۱) پرتوزایی خود را از دست داده‌اند - خطرناک نیستند - دفع آن‌ها به آسانی صورت می‌گیرد.

۲) تابش پرتو ندارند - با این وجود خطرناک هستند - دفع آن‌ها از جمله چالش‌های صنایع هسته‌ای است.

۳) پرتوزایی دارند - خطرناک هستند - دفع آن‌ها از جمله چالش‌های صنایع هسته‌ای به‌شمار می‌آید.

۴) پرتوزایی دارند - از دسته مواد خطرناک هستند - دفع آن‌ها به آسانی صورت می‌گیرد.

۶۳ درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر در کدام گزینه آمده است؟

- از ایزوتوپ‌های پرتوزا فقط به‌عنوان سوخت در نیروگاه‌های اتمی استفاده می‌شود.
- اورانیم شناخته شده‌ترین فلز پرتوزا است که چندین ایزوتوپ دارد.
- فراوانی ایزوتوپی از اورانیم که به‌عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به‌کار می‌رود در مخلوط طبیعی کمتر از ۰/۷ درصد است.
- فراوانی ایزوتوپ اورانیم قابل استفاده در نیروگاه‌های هسته‌ای را در مخلوط ایزوتوپ‌های آن به کمک غنی‌سازی ایزوتوپی می‌توان افزایش داد.

۱) نادرست - درست - درست - درست **۲)** درست - نادرست - درست - نادرست

۳) نادرست - درست - نادرست - درست **۴)** نادرست - نادرست - نادرست - نادرست

۶۴ چند مورد از مطالب زیر در ارتباط با اورانیم نادرست است؟

الف) نخستین فلز پرتوزایی است که بشر در راکتور هسته‌ای تولید کرده است و با غنی‌سازی آن می‌توان به تأمین بخشی از انرژی الکتریکی کشور کمک نمود.

ب) ایزوتوپی از اورانیم که به‌عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به‌کار می‌رود، ^{235}U بوده که فراوانی آن در مخلوط طبیعی این عنصر حدود ۷٪ است.

پ) در راکتورهای اتمی پسماندهای این عنصر فاقد خاصیت پرتوزایی هستند و دفع آن‌ها در صنایع هسته‌ای به سادگی و بدون خطر انجام می‌شود.

ت) فرایند غنی‌سازی ایزوتوپی یکی از مراحل مهم چرخهٔ تولید سوخت هسته‌ای است که در آن مقدار ایزوتوپ ^{235}U در مخلوط ایزوتوپ‌های اورانیم افزایش می‌یابد.

۱) ۴ **۲)** ۳ **۳)** ۲ **۴)** ۱

۶۵ چه تعداد از موارد داده شده، عبارت مقابل را به‌درستی کامل نمی‌کند؟ «غنی‌سازی ایزوتوپی .....»

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

۱) ۳ **۲)** ۲ **۳)** ۱ **۴)** صفر

۶۶ پاسخ درست هر چهار پرسش زیر در کدام گزینه بیان شده است؟

الف) اختلاف شمار عنصرهای ساختگی و عنصرهای طبیعی برابر با چند است؟

ب) نخستین ایزوتوپی که در راکتورهای هسته‌ای تولید شده است، چند نوترون دارد؟

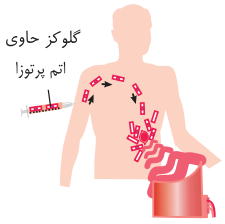
پ) در یک نمونهٔ طبیعی از عنصر اورانیم به ازای هر ۱۰۰۰ اتم اورانیم حداکثر چند اتم ^{235}U وجود دارد؟

ت) جذب یون حاوی تکنسیم به همراه یون یدید توسط غدهٔ تیروئید، به دلیل مشابهت در چیست؟

۱) ۲۶ - ۴۳ - ۷۰ - بار الکتریکی **۲)** ۶۶ - ۵۶ - ۷ - اندازه **۳)** ۶۶ - ۹۹ - ۷ - بار الکتریکی **۴)** ۹۲ - ۹۹ - ۷۰ - اندازه

۶۷ در رابطه با شکل مقابل کدام مورد نادرست است؟

با هم بیندیشیم کتاب درسی



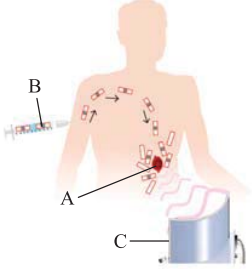
۱) برای شناسایی نوعی تودهٔ سرطانی از گلوکز نشان‌دار استفاده می‌شود.

۲) گلوکز حاوی اتم پرتوزا از طریق جریان خون به قسمت‌های مختلف بدن از جمله تودهٔ سرطانی می‌رود.

۳) تودهٔ سرطانی برخلاف سلول‌های غیرسرطانی فقط از گلوکز نشان‌دار استفاده می‌کند.

۴) پرتوهای منتشر شده از گلوکزهای نشان‌دار، به‌وسیلهٔ دستگاه آشکارساز، بررسی می‌شوند.

۶۸ با توجه به شکل نشان داده شده، چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست است؟



الف) A مجموعهٔ یاخته‌هایی است که رشد غیرعادی و سریع‌تری دارند و تودهٔ سرطانی نامیده می‌شوند.

ب) B یک مولکول گلوکز را نشان می‌دهد که همهٔ اتم‌های آن پرتوزا هستند.

پ) دستگاه C پرتوهای تابیده شده از همهٔ گلوکزهای موجود در تودهٔ سرطانی و پیرامون آن را آشکار می‌کند.

ت) دود سیگار و قلیان مقدار قابل توجهی مواد پرتوزا دارد و در تشکیل توده‌های سرطانی مانند A در ریه نقش مؤثری دارد.

ث) از مادهٔ B برای تشخیص و درمان سرطان استفاده می‌شود.

۱) ۲ **۲)** ۳ **۳)** ۴ **۴)** ۵

پاسخ تشریحی

فصل اول

A ۱ ۴ این پرسش که «هستی چگونه پدید آمده است؟»، یک پرسش بسیار بزرگ و بنیادی است که در قلمرو علوم تجربی **نمی‌گنجد** و تنها با مراجعه به بینش عقلانی و آموزه‌های الهی می‌توان پاسخی جامع به آن داد. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۱): نوری که از ستارگان تابیده می‌شود اطلاعات زیادی را در اختیار ما قرار می‌دهد که عبارت‌اند از: ۱- جهان کنونی چگونه به‌وجود آمده است. ۲- ذره‌های سازندهٔ جهان هستی طی چه فرایندی و چگونه ایجاد شده‌اند. گزینهٔ (۲): تلاش انسان برای یافتن پاسخ‌هایی قانع‌کننده برای پرسش‌هایی مانند «پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟»، دانش ما دربارهٔ جهان مادی را **افزایش** داده است. گزینهٔ (۳): علوم تجربی تلاش گسترده‌ای را برای یافتن پاسخ پرسش‌های «جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟» و «پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟» انجام داده است.

A ۲ ۱ عبارت‌های (الف)، (پ)، (ت) و (ث) درست است. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (ب): سفر تاریخی و طولانی دو فضاپیمای وویجر (۱) و (۲) برای شناخت بیشتر سامانهٔ خورشیدی (نه خورشید!) انجام شده است. عبارت (ث): عنصر گوگرد در میان هشت عنصر فراوان سیارهٔ مشتری و زمین رتبهٔ ششم را دارد.

A ۳ ۳ عبارت‌های (الف)، (ب) و (ت) درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): با توجه به ابعاد دو سیاره و نیز عناصر موجود در هر کدام می‌توان نتیجه گرفت که A، سیارهٔ زمین و B، سیارهٔ مشتری است. عبارت (ب): از جمله مأموریت‌های دو فضاپیمای وویجر ۱ و ۲، تهیه و ارسال شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی سیاره‌های **گازی** از جمله مشتری بوده است. عبارت (پ): فراوان‌ترین عنصر در سیارهٔ B (مشتری)، هیدروژن (عنصر (۱)) است و فراوان‌ترین عنصر سیارهٔ A (زمین)، آهن (عنصر(۳)) است. عبارت (ت): سیاره‌های مشتری و زمین در سامانهٔ خورشیدی قرار دارند. زمین بیشتر از جنس سنگ و مشتری بیشتر از جنس گاز است. عبارت (ث): عنصرهای (۲) و (۴) هر دو عنصر اکسیژن هستند.

A ۴ ۳ عبارت‌های (الف)، (ب) و (ت) نادرست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): فراوان‌ترین عنصرهای سیاره‌های زمین و مشتری به‌ترتیب آهن و هیدروژن هستند. عبارت (ب): در میان هشت عنصر فراوان در دو سیاره، دو عنصر اکسیژن و گوگرد مشترک هستند. عبارت (پ): در میان هشت عنصر فراوان سیارهٔ مشتری، تنها عنصرهای نافلزی وجود دارند اما در بین هشت عنصر فراوان سیارهٔ زمین هر سه نوع عنصر فلزی، نافلزی و شبه‌فلز وجود دارند. (در کتاب شیمی یازدهم خواهید خواند که Si جزء شبه‌فلزها است.) عبارت (ت): سیارهٔ مشتری از جنس گاز و سیارهٔ زمین از جنس سنگ است.

A ۵ ۲ **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): اختلاف درصد فراوانی دو عنصر فراوان سیارهٔ مشتری (H و He) بیشتر از اختلاف درصد فراوانی دو عنصر فراوان سیارهٔ زمین (Fe و O) است. عبارت (ب): سیارهٔ مشتری به دلیل دوری از خورشید، میانگین دمای کمتری نسبت به سیارهٔ زمین دارد و درصد فراوانی عنصر کربن در آن بیشتر از درصد فراوانی عنصر اکسیژن است. عبارت (پ): لیتیم عنصری سبک است که نسبت به عنصر طلا قدمت بیشتری در کیهان دارد؛ زیرا در کیهان، عنصرهای سنگین‌تر از عنصرهای سبک‌تر تولید شده‌اند.

A ۶ ۳ عبارات (ب)، (پ) و (ت) به درستی بیان شده‌اند. **بررسی عبارت (الف):** با توجه به شکل صفحهٔ ۳ کتاب درسی، اختلاف فراوانی دو عنصر فراوان‌تر سیارهٔ مشتری (H, He)، **بیشتر از** اختلاف فراوانی دو عنصر فراوان‌تر سیارهٔ زمین (Fe, O) می‌باشد.

B ۷ ۲ عبارت‌های (الف) و (ت) درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (ب): برخی (نه همه!) دانشمندان بر این باورند که سرآغاز کیهان با انفجار مهیب (مهبانگ) همراه بوده که طی آن انرژی عظیمی آزاد شده است. عبارت (پ): پس از مهبانگ نخستین ذره‌هایی که در آن شرایط پدید آمدند، ذره‌های زیراتمی بودند. عبارت (ت): مقدار انرژی تولید شده در واکنش‌های هسته‌ای بسیار بیشتر از مقدار انرژی مبادله شده در واکنش‌های شیمیایی است.

B ۸ ۲ عبارت‌های (ت) و (ث) درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): در واکنش‌های انجام شده درون ستاره‌ها، مجموع جرم فراورده‌های تولیدی کمتر از مجموع جرم واکنش‌دهنده‌ها است؛ زیرا مقداری از جرم واکنش‌دهنده‌ها به انرژی تبدیل می‌شود. عبارت (ب): سحابی‌ها با گذشت زمان و کاهش دما پس از پدید آمدن عنصرهای هیدروژن و هلیم تولید شده‌اند و نه بلافاصله پس از مهبانگ! عبارت (پ): سحابی‌ها عامل پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها هستند و از عنصرهای هیدروژن و هلیم تشکیل شده‌اند. عبارت (ت): به جای A و B به‌ترتیب می‌توان عنصرهای «هلیم» و «کربن» قرار داد که به‌ترتیب دومین و سومین عنصرهای فراوان در سیارهٔ مشتری هستند. عبارت (ث): ستاره‌ها متولد می‌شوند، رشد می‌کنند و زمانی می‌میرند. مرگ ستاره با یک انفجار بزرگ همراه است که سبب می‌شود عنصرهای تشکیل شده در آن در فضا پراکنده شوند.

C ۹ ۲ عبارت‌های (الف)، (ب) و (ث) نادرست است. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): آخرین تصویری که وویجر (۱) قبل از خروج از سامانهٔ خورشیدی از سیارهٔ زمین گرفت از فاصلهٔ ۷ میلیارد کیلومتری بوده است. عبارت (ب): در متن کتاب گفته شده که پس از مهبانگ ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، پروتون و نوترون پدید آمده است، پس می‌توان نتیجه گرفت که ذره‌های زیراتمی دیگری نیز وجود دارد که پس از مهبانگ پدید آمده‌اند. عبارت (پ): انرژی تولید شده در واکنش‌های هسته‌ای به‌قدری زیاد است که می‌تواند صدها میلیون تن فولاد را ذوب کند. عبارت (ت): درصد فراوانی تمام عنصرهای تشکیل‌دهندهٔ سیارهٔ زمین کمتر از ۵۰٪ است. عبارت (ث): پس از مهبانگ، ابتدا ذره‌های زیراتمی و سپس هیدروژن و هلیم ایجاد شدند که با گذشت زمان و کاهش دمای این عناصر، سحابی‌ها ایجاد شدند.

A ۱۰ ۳ برای محاسبهٔ شمار نوترون‌ها می‌توان از فرمول $n=A-Z$ استفاده نمود. تفاوت تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها در گزینهٔ (۳) از سایر گزینه‌ها کمتر است.

گزینه	نماد شیمیایی	شمار نوترون‌ها (n)	شمار پروتون‌ها (Z)	n−Z
۱	$^{19}_{9}F$	۱۰	۹	۱
۲	$^{31}_{15}P$	۱۶	۱۵	۱
۳	$^{40}_{20}Ca$	۲۰	۲۰	۰
۴	$^{56}_{26}Fe$	۳۰	۲۶	۴

A ۱۱ ۴ به مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هستهٔ یک اتم، **عدد جرمی (A)** می‌گویند. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۱): نمایش $^{A}_{Z}X$ صحیح است. گزینهٔ (۲): مجموع ذرات زیراتمی هر اتم، برابر با مجموع شمار الکترون‌ها، پروتون‌ها و نوترون‌های آن اتم است. گزینهٔ (۳): $A-Z$ شمار **نوترون‌های** هر اتم را نشان می‌دهد.

A ۱۲ ۳ عبارت‌های (ب)، (پ) و (ت) نادرست هستند. **بررسی عبارت‌های نادرست:** عبارت (ب): خواص شیمیایی اتم‌های هر عنصر به عدد اتمی (Z) آن وابسته است. این در حالی است که خواص فیزیکی وابسته به جرم اتم‌های یک عنصر به عدد جرمی (A) وابسته است. عبارت (پ): در اتم همهٔ عناصر، به جز ${}_{1}^{1}H$، تعداد نوترون‌ها از تعداد پروتون‌ها بیشتر یا با آن‌ها برابر است. ${}_{1}^{1}H$ فاقد نوترون است. عبارت (ت): در اتمی با عدد اتمی ${}_{Z}^{A}E$، Z عدد پروتون و $(A-Z)$ عدد نوترون وجود دارد، پس تفاوت تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها در این عنصر برابر $(A-2Z)$ است.

A ۱۳ ۴ ذره‌های زیراتمی ایزوتوپ‌ها، مجموع تعداد الکترون‌ها، پروتون‌ها و نوترون‌های آن‌هاست؛ بنابراین:

$$\left.\begin{array}{l}{}_{1}^{5}H \text{ شمار ذره‌های زیراتمی} = e+p+n=Z+A=6\\ {}_{1}^{2}H \text{ شمار ذره‌های زیراتمی} = e+p+n=Z+A=3\\ {}_{1}^{7}H \text{ شمار ذره‌های زیراتمی} = e+p+n=Z+A=8\end{array}\right\}\Rightarrow \frac{\text{مجموع ذره‌های زیراتمی در } {}_{1}^{5}H}{\text{مجموع ذره‌های زیراتمی در } {}_{1}^{7}H}=\frac{\frac{6}{3}}{8}=0/25$$

A ۱۴ ۱ قدرمطلق اختلاف تعداد پروتون‌های اتم B و تعداد نوترون‌های اتم A با قدرمطلق اختلاف تعداد الکترون‌های اتم B و تعداد پروتون‌های اتم A برابر است.

$(17-6=11)$ ۲۰=نوترون ، ۱۷=پروتون ، ۱۷=الکترون :${}_{17}^{37}B$ ، ۶=نوترون ، ۶=پروتون ، ۶=الکترون :${}_{6}^{12}A$

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینهٔ (۲): تفاوت تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها در اتم A $(6-6=0)$ با تفاوت تعداد الکترون‌ها و پروتون‌ها در اتم B $(17-17=0)$ مساوی است.

گزینهٔ (۳): تعداد نوترون‌ها (۶ تا) در اتم A، **برابر** با تعداد پروتون‌ها (۶ تا) در این اتم است. گزینهٔ (۴): هستهٔ اتم ${}_{1}^{2}H$ دارای یک پروتون است و عدد اتمی عنصرهای A و B به‌ترتیب **۶** و **۱۷** برابر تعداد پروتون‌های موجود در هستهٔ اتم ${}_{1}^{2}H$ است.

A ۱۵ ۲ $54=56-2=$ شمار الکترون‌ها $\Rightarrow$ بار $-Z=$ شمار الکترون‌ها در M^{2+} ، ${}^{140}M\left\{\begin{array}{l}A=Z+n=140\\ n=1/5Z\end{array}\right.\Rightarrow 140=Z+1/5Z\Rightarrow Z=56$

A ۱۶ ۲ ابتدا تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها را در یون ${}_{53}^{127}I^{-}$ به‌دست می‌آوریم:

${}_{53}^{127}I^{-}: p=53\ ,\quad e=53+1=54\ ,\quad n=127-53=74\Rightarrow$ تفاوت تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها $=74-54=20$

سپس تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در گونه‌های داده شده در هر گزینه را محاسبه می‌کنیم:

گزینهٔ (۱): ${}_{37}^{86}Rb: p=e=37, n=86-37=49\Rightarrow$ تفاوت تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها $=49-37=12$

گزینهٔ (۲): ${}_{41}^{92}Nb: p=e=41, n=92-41=51\Rightarrow$ تفاوت تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها $=51-41=10$

گزینهٔ (۳): ${}_{30}^{65}Zn: p=e=30, n=65-30=35\Rightarrow$ تفاوت تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها $=35-30=5$

گزینهٔ (۴): ${}_{48}^{112}Cd: p=e=48, n=112-48=64\Rightarrow$ تفاوت تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها $=64-48=16$

پس اختلاف تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها در ${}_{41}^{92}Nb$ که در گزینهٔ (۲) آمده، نصف این اختلاف در ${}_{53}^{127}I^{-}$ است.

B ۱۷ ۱ $m-2=$ بار $-$ عدد اتمی $X=$ تعداد الکترون‌های یون ${}_{m}X^{2+}$ ، $46=81-35=$ عدد اتمی $-$ عدد جرمی $=$ تعداد نوترون‌های یون ${}_{35}^{81}Br^{-}$

مطابق صورت سؤال خواهیم داشت: $\frac{\text{تعداد نوترون‌های یون } Br^{-}}{\text{تعداد الکترون‌های یون } X^{2+}}=2\Rightarrow\frac{46}{m-2}=2\Rightarrow m=25$

اکنون می‌توان عدد جرمی عنصر X را محاسبه کرد: عدد جرمی $=$ شمار نوترون‌ها $+$ عدد اتمی $=25+30=55$

B ۱۸ ۲

★ **نکته** در سؤالاتی که عدد اتمی و تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌های یک اتم داده می‌شود و از شما عدد اتمی را می‌خواهند یا بالعکس، از فرمول زیر استفاده کنید:

$$\text{عدد اتمی}=\frac{\text{عدد جرمی}-(\text{تفاوت شمار پروتون‌ها با نوترون‌ها})}{2}$$

دقت کنید با توجه به این‌که تقریباً در تمامی اتم‌ها (به‌جز ${}^{1}H$) رابطهٔ $n\geq p$ برقرار است، پس منظور از اختلاف شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها در سؤالات مقدار $(n-p)$ است.

مجموع شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها برابر ۷۹ و تفاوت آن‌ها برابر ۱۱ است، از این‌رو: **روش اول (تشریحی):** $n+p=79, n-p=11\Rightarrow 2n=90\Rightarrow n=45, p=34$

روش دوم (تستی): $Z=\frac{A-(\text{تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها})}{2}=\frac{79-11}{2}=\frac{68}{2}=34$

تعداد نوترون‌ها برابر ۴۵ $(79-34)$ است. در نهایت با توجه به دو روش ذکر شده، نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌ها به تقریب برابر ۱/۳ $(\frac{45}{34})$ است.

B ۱۹ ۲

★ **نکته** در مسائلی که، یک یون با بار الکتریکی و عدد جرمی و تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها داده شده و از شما عدد اتمی خواسته می‌شود یا بالعکس، از فرمول مقابل استفاده کنید:

$$\text{عدد اتمی}=\frac{\text{عدد جرمی}-(\text{تفاوت شمار الکترون‌ها با نوترون‌ها})+\text{بار یون}}{2}$$

ابتدا با توجه به اطلاعات مسئله، عدد اتمی $^{88}A^{2+}$ را محاسبه می‌کنیم:

روش اول (تشریحی):

$$^{88}A^{2+}\begin{cases}Z+n=88\\n-e=14\end{cases}\xrightarrow{e=Z-2}\begin{cases}Z+n=88\\n-Z=12\end{cases}\Rightarrow Z+(12+Z)=88\Rightarrow 2Z+12=88\Rightarrow Z=38$$

روش دوم (تستی):

$$Z=\frac{A-(\text{تفاوت نوترون‌ها و الکترون‌ها})}{2}=\frac{\text{بار یون}+}{2}=\frac{88-14+2}{2}=38$$

سپس تعداد ذره‌های زیراتمی موجود در $^{88}A^{2+}$ را محاسبه و نسبت تعداد ذره‌های زیراتمی موجود در هسته (یعنی مجموع نوترون و پروتون یا همان عدد جرمی) به تعداد الکترون‌های موجود در این یون را به‌دست می‌آوریم:

$$^{88}_{38}A^{2+}\begin{cases}p=38\\e=38-2=36\\n=88-38=50\end{cases}\Rightarrow\frac{\text{مجموع تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها}}{\text{تعداد الکترون‌ها}}=\frac{38+50}{36}\simeq 2/44$$

توضیح محاسبات پاسخ باید اندکی کوچک‌تر از ۲/۵ باشد. (پاسخ: ۲/۴۴)

$$\frac{38+50}{36}=?\xrightarrow[\text{به جای ۳۸، عدد ۴۰ قرار گیرد}]{\text{تخمین زدن و ساده کردن}}\frac{40+50}{36}=\frac{90}{36}=\frac{10}{4}=2/5$$

B ۲۰ ۲ با توجه به اطلاعات داده شده در مسئله داریم:

$$A^{3+}\begin{cases}n+p+e=79\\e=p-3\end{cases}\Rightarrow n+p+p-3=79\Rightarrow n+2p=82$$

می‌دانیم در هستهٔ اتم‌ها (به جز ^{1}H) تعداد نوترون‌ها بزرگ‌تر یا مساوی تعداد پروتون‌ها است، از طرفی در این سؤال گفته شده تعداد یکی از ذره‌های زیراتمی ۴ واحد بیشتر از ذرهٔ دیگر است بنابراین داریم: $n=p+4$. حال با استفاده از دو رابطهٔ به‌دست آمده داریم:

$$\begin{cases}n+2p=82\\n-p=4\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}p=26\\n=30\end{cases}\Rightarrow A=n+p=56$$

B ۲۱ ۱ **روش اول:** تعداد الکترون‌ها در یون M^{4+}، ۴ واحد کمتر از تعداد پروتون‌ها است:

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

روش دوم: با استفاده از فرمول زیر، عدد اتمی عنصر M را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{عدد اتمی}=\frac{\text{بار یون}+(\text{تفاوت تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها})-\text{عدد جرمی}}{2}\Rightarrow\text{عدد اتمی}=\frac{120-24+4}{2}=50$$

B ۲۲ ۳ برای یون $^{6a-1}_{3a-10}X^{4+}$ می‌توان نوشت:

$$\begin{cases}e=3a-14\\n=(6a-1)-(3a-10)=3a+9\end{cases}\Rightarrow 3a+9=1/5\times(3a-14)\Rightarrow a=20$$

بنابراین عدد اتمی X برابر ۵۰ است:

$$Z=3a-10\xrightarrow{a=20}Z=50$$

C ۲۳ ۴ عبارت‌های (الف) و (پ) نادرست می‌باشند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): در یون $^{80}X^{-}$، مجموع شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها برابر ۸۰ و اختلاف نوترون‌ها و پروتون‌ها برابر ۱۰ است، پس خواهیم داشت:

$$n+p=80,n-p=10\Rightarrow 2n=90\Rightarrow n=45,p=35$$

از آنجایی که در این یون (X^{-})، تعداد الکترون‌ها یک واحد بیشتر از تعداد پروتون‌ها است، پس این یون دارای ۳۶ الکترون بوده و تفاوت نوترون‌ها و الکترون‌های آن برابر ۹ می‌باشد.

عبارت (ب): در یون $^{207}M^{4+}$، مجموع شمار نوترون‌ها و شمار پروتون‌ها برابر ۲۰۷ و تفاوت تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر ۴۷ است، پس خواهیم داشت:

$$\begin{cases}n+p=207\\n-e=47\end{cases}\xrightarrow{e=p-4}\begin{cases}n+p=207\\n-(p-4)=47\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}n+p=207\\n-p=43\end{cases}\Rightarrow p=82$$

پس شمار الکترون‌ها در یون X^{4+} برابر ۷۸ (۴−۸۲) است. عبارت (پ): در یون $^{59}Z^{2+}$، مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها برابر ۵۹ و تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر ۵ است، پس تعداد ذره‌های بدون بار، یعنی نوترون‌ها در Z^{2+} برابر است با:

$$Z^{2+}\begin{cases}n+p=59\\n-e=5\end{cases}\xrightarrow{e=p-2}\begin{cases}n+p=59\\n-(p-2)=5\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}n+p=59\\n-p=3\end{cases}\Rightarrow n=31$$

عبارت (ت): در یون $^{200}A^{2+}$، مجموع شمار نوترون‌ها با شمار پروتون‌ها برابر ۲۰۰ بوده و شمار نوترون‌ها، $\frac{3}{2}$ برابر شمار پروتون‌هاست، همچنین شمار پروتون‌ها دو واحد بیشتر از شمار الکترون‌هاست، پس خواهیم داشت:

$$n+p=200,n=\frac{3}{2}p\Rightarrow\frac{3}{2}p+p=200\Rightarrow p=80$$

شمار الکترون‌ها در اتم A با شمار پروتون‌های آن مساوی و برابر ۸۰ است.

A ۲۴ ۱ ایزوتوپ‌ها، اتم‌های یک عنصر هستند که عدد اتمی **یکسان** و عدد جرمی **متفاوت** دارند. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۲): **اغلب** عنصرهای طبیعی مانند منیزیم مخلوطی از چند ایزوتوپ هستند. گزینهٔ (۳): غالباً به‌دلیل وجود ایزوتوپ‌های مختلف برای یک عنصر، همهٔ اتم‌های یک عنصر مشابه یکدیگر **نیستند**. گزینهٔ (۴): منیزیم سه ایزوتوپ دارد که فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر از فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر **بیشتر** است.

B ۲۵ ۳ ایزوتوپ‌های یک عنصر در خواص **فیزیکی وابسته به جرم** مثل نقطهٔ جوش، چگالی و... با هم تفاوت دارند. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۱): خواص **شیمیایی** هر عنصری به **عدد اتمی** و آرایش الکترونی آن بستگی دارد و چون عدد اتمی در بین همهٔ ایزوتوپ‌های یک عنصر **یکسان** است، پس خواص شیمیایی آن‌ها نیز **یکسان** می‌باشد. گزینهٔ (۲): ایزوتوپ‌های یک عنصر همگی عدد اتمی یکسانی دارند، پس هر سه ایزوتوپ عنصر منیزیم باید در **یک** خانه از جدول دوره‌ای قرار بگیرند. گزینهٔ (۴): علت اصلی تفاوت در خواص فیزیکی، تفاوت در جرم ایزوتوپ‌ها و عدد جرمی آن‌ها است. از طرفی عدد اتمی ایزوتوپ‌ها با هم **برابر** است یعنی تعداد پروتون‌ها در آن‌ها یکسان است پس علت **اصلی** تفاوت در عدد جرمی، تفاوت در تعداد نوترون‌های آن‌ها $(A-Z)$ است.

A ۲۶ ۳ عبارت‌های (ب)، (پ)، (ت) و (ث) درست هستند. **بررسی عبارت نادرست:** عبارت (الف): دقت کنید **اغلب** اوقات در یک نمونهٔ طبیعی از عنصری معین، اتم‌های سازنده جرم یکسانی **ندارند**. در صورتی که برخی اتم‌ها تنها یک ایزوتوپ پایدار دارند.

A ۲۷ ۳ عدد اتمی **تمام** ایزوتوپ‌های منیزیم برابر **۱۲** است و ایزوتوپ $^{24}_{12}Mg$ که بیشترین فراوانی را در طبیعت در میان سایر ایزوتوپ‌ها دارد، در هستهٔ خود دارای **۱۲** نوترون می‌باشد.

A ۲۸ ۲ عبارت‌های اول، دوم و سوم درست هستند. **بررسی عبارت‌های نادرست:** عبارت چهارم: خواص شیمیایی اتم‌های هر عنصر به عدد اتمی (Z) آن وابسته است، از این‌رو خواص شیمیایی ایزوتوپ‌های یک عنصر مشابه است. عبارت پنجم: ترتیب درصد فراوانی ایزوتوپ‌های منیزیم در یک نمونهٔ طبیعی از آن به صورت $^{25}_{12}Mg<^{26}_{12}Mg<^{24}_{12}Mg$ است.

A ۲۹ ۳ موارد چهارم و پنجم، جمله را به درستی کامل می‌کنند. ایزوتوپ‌های یک عنصر از نظر تعداد پروتون‌ها، عدد اتمی، تعداد الکترون‌ها، خواص شیمیایی و مکان قرارگیری در جدول تناوبی مشابه یکدیگرند ولی از نظر تعداد نوترون‌ها، خواص فیزیکی وابسته به جرم، درصد فراوانی در طبیعت و پایداری هسته با یکدیگر تفاوت دارند.

B ۳۰ ۲ عبارت‌های (ب) و (ت) نادرست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): در ایزوتوپ $^{6}_{3}Li$، نسبت تعداد نوترون‌ها به تعداد پروتون‌ها برابر یک است ولی در ایزوتوپ $^{7}_{3}Li$، نسبت تعداد نوترون‌ها به تعداد پروتون‌ها $\frac{4}{3}$ بوده و بزرگ‌تر از واحد است.

درصد فراوانی $^{7}_{3}Li$ در نمونهٔ طبیعی $=\frac{47}{50}\times100=\%94$

عبارت (ب): با توجه به توضیحات قسمت (الف)، درصد فراوانی ایزوتوپ $^{7}_{3}Li$ برابر ٪۹۴ است، پس درصد فراوانی ایزوتوپ $^{6}_{3}Li$ برابر ٪۶ $(100-94)$ است.

$$\frac{\text{درصد فراوانی } ^{7}_{3}Li}{\text{درصد فراوانی } ^{6}_{3}Li}=\frac{94}{6}=15/7$$

عبارت (پ): ایزوتوپ‌های یک عنصر از نظر خواص شیمیایی و در نتیجه میزان تمایل برای از دست دادن الکترون کاملاً مشابه هستند. در نمونهٔ طبیعی از ایزوتوپ‌های یک عنصر، بیشتر بودن فراوانی یک ایزوتوپ، نشان‌دهندهٔ پایداری بیشتر هستهٔ آن ایزوتوپ است. با توجه به توضیحات ارائه شده و شکل صورت تست، هستهٔ ایزوتوپ سنگین‌تر لیتیم، یعنی ^{7}Li که فراوانی بیشتری دارد، پایدارتر است. عبارت (ت): در نمونهٔ ۵۰ اتمی نشان داده شده در صورت تست، ۳ ایزوتوپ $^{6}_{3}Li$ وجود دارد که هر یک دارای ۳ نوترون است. به علاوه در این نمونه ۴۷ ایزوتوپ $^{7}_{3}Li$ وجود دارد که هر یک دارای ۴ نوترون هستند، پس مجموع تعداد نوترون‌ها در چنین نمونه‌ای برابر است با:

تعداد کل نوترون‌ها $=(3\times3)+(47\times4)=197$

A ۳۱ ۴ **اغلب** (نه همه!) هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن‌ها برابر یا بزرگ‌تر از ۱/۵ باشد، ناپایدار هستند. برای نمونه $^{195}_{78}Pt$، دارای ۷۸ پروتون و ۱۱۷ نوترون بوده و نسبت $\frac{n}{p}$ آن برابر $\frac{117}{78}$ $(1/5)$ است ولی هستهٔ پایدار دارد. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۲): به دلیل متلاشی شدن هستهٔ ایزوتوپ‌های ناپایدار در یک نمونهٔ طبیعی، کمترین درصد فراوانی مربوط به ناپایدارترین ایزوتوپ و بیشترین درصد فراوانی مربوط به پایدارترین ایزوتوپ است. گزینهٔ (۳): هستهٔ ایزوتوپ‌های ناپایدار ماندگار نیستند و اغلب بر اثر تلاشی هستهٔ آن‌ها، ذره‌های پرانرژی و مقادیر زیادی انرژی آزاد می‌شود.

C ۳۲ ۱ فقط رابطهٔ دوم برقرار نیست، اغلب هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن‌ها برابر یا بیش از ۱/۵ است، ناپایدار هستند. $\frac{\text{تعداد نوترون‌ها}}{\text{تعداد پروتون‌ها}}=\frac{n}{p}\geq\frac{3}{2}$

بررسی هرکدام از روابط: رابطهٔ اول:

$$\frac{\text{تعداد ذره‌های بدون بار}}{\text{مجموع ذره‌های باردار}}=\frac{n}{p+e}\xrightarrow{p=e}\frac{n}{2p}\Rightarrow\frac{n}{p}\geq\frac{3}{2}\xrightarrow{\times\frac{1}{2}}\frac{1}{2}\times\frac{n}{p}\geq\frac{3}{4}$$

رابطهٔ دوم:

$$\frac{n}{p}\geq\frac{3}{2}\xrightarrow[\text{معکوس می‌کنیم.}]{\text{دو طرف نامعادله را}}\frac{p}{n}\leq\frac{2}{3}$$

رابطهٔ سوم:

$$\frac{n}{p}\geq\frac{3}{2}\xrightarrow[\text{واحد اضافه می‌کنیم.}]{\text{به دو طرف نامعادله یک}}1+\frac{n}{Z}\geq1+\frac{3}{2}\Rightarrow\frac{Z}{Z}+\frac{n}{Z}\geq\frac{5}{2}\Rightarrow\frac{Z+n}{Z}\geq\frac{5}{2}\xrightarrow{A=Z+n}\frac{A}{Z}\geq\frac{5}{2}=2/5$$

رابطهٔ چهارم:

$$\frac{n}{p}\geq\frac{3}{2}\xrightarrow[\text{نامعادله دو واحد اضافه می‌کنیم.}]{p=e\text{ است، پس به دو طرف}}2+\frac{n}{p}\geq2+\frac{3}{2}\Rightarrow\frac{p+e+n}{p}\geq\frac{7}{2}=3/5$$

A ۳۳ ۳ چنانچه یون M^- دارای n الکترون باشد؛ عنصر M دارای $n-1$ پروتون است. از طرفی این عنصر دارای $n+1$ نوترون است؛ پس نماد شیمیایی گونهٔ M به‌صورت $^{2n}_{n-1}M$ است. در میان گونه‌های نمایش داده شده، $^{2n+2}_{n-1}E$ و $^{3n-1}_{n-1}F$، ایزوتوپ‌های $^{2n}_{n-1}M$ هستند. توجه داشته باشید که گونهٔ $^{2n}_{n-1}A$ **همان** $^{2n}_{n-1}M$ است زیرا عدد جرمی و عدد اتمی هر دو گونه یکسان می‌باشد.

C ۳۴ ۱ اگر $^{6x-1}_{4y+2}A$ و $^{9y+1}_{3x-2}B$ ایزوتوپ یکدیگر باشند، عدد اتمی این دو اتم با یکدیگر برابر است، پس خواهیم داشت:

عدد اتمی: $3x-2=4y+2\Rightarrow 3x-4y=4\quad (I)$

با توجه به اینکه تعداد نوترون‌ها در اتم A یک واحد بیشتر از شمار نوترون‌ها در اتم B است، خواهیم داشت:

$$\left.\begin{array}{l}\text{تعداد نوترون‌های اتم A}=\text{عدد جرمی}-\text{عدد اتمی}=(۶x-۱)-(۴y+۲)=۶x-۴y-۳\\ \text{تعداد نوترون‌های اتم B}=\text{عدد جرمی}-\text{عدد اتمی}=(۹y+۱)-(۳x-۲)=۹y-۳x+۳\end{array}\right\}\Rightarrow(۶x-۴y-۳)=(۹y-۳x+۳)+۱\Rightarrow ۹x-۱۳y=۷ \quad (II)$$

اکنون با توجه به معادله‌های (I) و (II)، مقدار x و y را محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{cases}۳x-۴y=۴\\ ۹x-۱۳y=۷\end{cases}\xrightarrow[\text{دو معادله - دو مجهول}]{\text{حل دستگاه}}x=۸, y=۵$$

پس حاصل نسبت $\frac{x}{y}$ برابر $\frac{۸}{۵}$ یا ۱/۶ است.

۳۵ ۱ پاسخ به پرسش‌ها: پرسش (الف): ایزوتوپ‌های یک عنصر در یک خانه از جدول دوره‌ای قرار دارند، از این‌رو به آن‌ها هم‌مکان می‌گویند. ایزوتوپ‌های یک عنصر در خواص شیمیایی مشابه یکدیگر هستند، در حالی که خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند نقطهٔ ذوب در آن‌ها متفاوت بوده و مجموع شمار ذره‌های زیراتمی (یعنی مجموع تعداد نوترون، پروتون و الکترون) در ایزوتوپ‌ها با یکدیگر متفاوت است. پرسش (ب):

$$^{۸۸}_{۳۸}Sr\begin{cases}p=۳۸\\ e=۳۸\\ n=۸۸-۳۸=۵۰\end{cases}\Rightarrow \text{تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها}=۵۰-۳۸=۱۲ \qquad ^{۵۸}_{۲۸}Ni^{۲+}\begin{cases}p=۲۸\\ e=۲۸-۲=۲۶\\ n=۵۸-۲۸=۳۰\end{cases}\Rightarrow \text{تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها}=۳۰-۲۶=۴$$

تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون $^{۵۸}_{۲۸}Ni^{۲+}$، $\frac{۱}{۳}$ تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها در $^{۸۸}_{۳۸}Sr$ است. پرسش (پ): در یون $M^{۳-}$ ،$^{۸۶}_{۸۳}$ الکترون وجود دارد:

پس تعداد نوترون‌ها برابر است با:

$$n-e=۴۶\Rightarrow n=۴۶+e=۴۶+۸۶=۱۳۲$$

نسبت $\frac{n}{p}$ در هستهٔ اتم M حدوداً برابر ۱/۶ $(\frac{۱۳۲}{۸۳})$ است، پس هستهٔ اتم M پرتوزاست.

۳۶ ۲ نمونهٔ طبیعی آب $(H_۲O)$ با ساختار مولکولی $H-O-H$ از ۳ ایزوتوپ طبیعی هیدروژن و ۳ ایزوتوپ طبیعی اکسیژن ساخته می‌شود. برای یافتن مولکول‌های مختلف $H_۲O$ با این ایزوتوپ‌ها، ایزوتوپ O را **ثابت** نگه داشته و با جابه‌جایی ایزوتوپ‌های هیدروژن، مولکول‌های متفاوت $H_۲O$ را می‌سازیم:

$$^{۱}H-O-^{۱}H \qquad ^{۲}H-O-^{۲}H \qquad ^{۳}H-O-^{۳}H \qquad ^{۱}H-O-^{۲}H \qquad ^{۱}H-O-^{۳}H \qquad ^{۲}H-O-^{۳}H$$

با عدم تغییر O، ۶ مولکول آب به‌دست آمد اما اتم اکسیژن می‌تواند هر یک از اتم‌های ^{۱۶}O ، ^{۱۷}O و ^{۱۸}O باشد؛ در نتیجه ۱۸=۶×۳ مولکول طبیعیِ آبِ مختلف داریم.

* **توجه** در مولکول‌هایی که عدد جرمی ایزوتوپ‌های هر عنصر آن، نسبت به یکدیگر، **تنها یک واحد** اختلاف داشته باشند، داریم:

(۱ + جرم مولکولی سبک‌ترین مولکول − جرم مولکولی سنگین‌ترین مولکول = تعداد جرم مولکولی متفاوت)

در این سؤال، عدد جرمی ایزوتوپ‌های هیدروژن $(^{۱}H, ^{۲}H, ^{۳}H)$ نسبت به هم و همین‌طور عدد جرمی ایزوتوپ‌های اکسیژن $(^{۱۶}O, ^{۱۷}O, ^{۱۸}O)$ نسبت به هم، ۱ واحد اختلاف دارند. اکنون برای یافتن سنگین‌ترین و سبک‌ترین مولکول آب، به‌ترتیب از سنگین‌ترین و سبک‌ترین، ایزوتوپ‌های اکسیژن و هیدروژن استفاده می‌کنیم:

$$\text{سنگین‌ترین مولکول آب}: {}^{۳}H-{}^{۱۸}O-{}^{۳}H \Rightarrow \text{جرم مولکولی}=۱۸+۲(۳)=۲۴$$

$$\text{سبک‌ترین مولکول آب}: {}^{۱}H-{}^{۱۶}O-{}^{۱}H \Rightarrow \text{جرم مولکولی}=۱۶+۲(۱)=۱۸$$

$$\text{تعداد جرم مولکولی متفاوت آب}=۲۴-۱۸+۱=۷$$

۳۷ ۲ اوزون $(O_۳)$ با ساختار مولکولی $O=O-O$ ، از ۳ اتم اکسیژن ساخته شده است. اتم اکسیژن مرکزی را **ثابت** نگه داشته و با جابه‌جایی ایزوتوپ‌های اکسیژن، مولکول‌های متفاوت $O_۳$ را می‌سازیم:

$$^{۱۶}O-O-^{۱۶}O \qquad ^{۱۷}O-O-^{۱۷}O \qquad ^{۱۸}O-O-^{۱۸}O \qquad ^{۱۶}O-O-^{۱۷}O \qquad ^{۱۶}O-O-^{۱۸}O \qquad ^{۱۷}O-O-^{۱۸}O$$

اتم مرکزی اکسیژن نیز می‌تواند هر یک از اتم‌های ^{۱۶}O ، ^{۱۷}O و ^{۱۸}O باشد؛ در نتیجه ۱۸=۶×۳ مولکول مختلف اوزون داریم. همچنین با توجه به عدد جرمی ایزوتوپ‌های اکسیژن که نسبت به یکدیگر، **تنها یک واحد** اختلاف دارند، می‌توانیم از فرمول زیر استفاده کنیم:

تعداد جرم مولکولی متفاوت = جرم مولکولی سنگین‌ترین مولکول − جرم مولکولی سبک‌ترین مولکول +۱

$$\text{سنگین‌ترین مولکول اوزون}: {}^{۱۸}O(-{}^{۱۸}O)-{}^{۱۸}O \Rightarrow \text{جرم مولکولی}=۳\times۱۸=۵۴$$

$$\text{سبک‌ترین مولکول اوزون}: {}^{۱۶}O(-{}^{۱۶}O)-{}^{۱۶}O \Rightarrow \text{جرم مولکولی}=۳\times۱۶=۴۸$$

$$\text{تعداد جرم مولکولی متفاوت اوزون}=۵۴-۴۸+۱=۷$$

۳۸ ۱ عبارت‌های دوم، سوم و چهارم نادرست هستند. از آنجایی که شمار الکترون‌های یون‌های X^+ و Y^- با یکدیگر برابر بوده و عدد جرمی X، ۴ واحد بیشتر از Y است، پس تعداد پروتون‌های اتم X، دو واحد بیشتر از تعداد پروتون‌های اتم Y می‌باشد، و تعداد نوترون‌های X نیز دو واحد از تعداد نوترون‌های Y بیشتر است.

بررسی عبارت‌ها: عبارت اول: همان‌طور که در بالا گفته شد، تفاوت تعداد نوترون‌ها برابر ۲ است. عبارت دوم: این دو عنصر عدد اتمی و عدد جرمی متفاوتی دارند و ایزوتوپ یکدیگر نیستند و در خواص شیمیایی و فیزیکی با یکدیگر تفاوت دارند.