# کیهان زادگاه الفبای هستی

## فصل اول

این فصل رو به ۱۰ تا درس تقسیم کردیم. تو همون درس اول راجع به «اسرار آفرینش» و «به وجود اومدن عنصرها» صحبت می‌کنیم، یعنی خودمونیشو بخوام بگم قراره یاد بگیریم که همه‌ی این دنیا، یعنی هر چی که توش می‌بینیم (حتی خودمون!) چه‌طوری به وجود اومدیم. تو ادامه‌ی فصل اطلاعاتمون راجع به عنصرها، ویژگی‌ها و طبقه‌بندی‌شون بیشتر می‌شه.

همین‌جا اینو بگم که حواستون باشه تو درس شیشم یه مبحثی داریم به اسم «کسر تبدیل» که یه روشی برای حل مسئله‌هاست؛ وقتی رسیدیم اون‌جا حواستون رو جمع کنید چون از این به بعد هر چی مسئله قراره تو شیمی بخونیم (حتی سالای بالاتر) فقط و فقط باید از این روش حلشون کنیم! یکی دیگه از قسمتای مهم این فصل «آرایش الکترونی اتم‌ها» و اتفاقاتیه که بین اتم‌ها می‌افته. شاید قبلن یه چیزایی از آرایش الکترونی دیده باشید ولی این‌جا قراره کاملش رو یاد بگیریم. تو قسمت اتفاقای بین اتم‌ها هم دوتا مبحث پیوند یونی و پیوند کوالانسی رو بررسی می‌کنیم. این‌جاها هم حواستون رو خوب جمع کنید، چون جزء مباحث پایه‌ای محسوب می‌شن که همیشه باید بلدشون باشیم.

# ۱ (صفحه‌های ۱ تا ۵ کتاب درسی)

ستارگان، توسط نوری که می‌تابانند، با ما حرف می‌زنند. حرف‌هایی مانند این‌که «جهان هستی چگونه به وجود آمده است.» و «ذره‌های سازنده‌ی جهان هستی طی چه فرایندی و چگونه ایجاد شده‌اند.»

دو کاوشگر وویجر ۱ و ۲ برای عبور از کنار **سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون** و **تهیه و ارسال شناسنامه‌ی فیزیکی و شیمیایی آن‌ها** به سامانه‌ی خورشیدی فرستاده شدند؛ شناسنامه‌ای که دارای اطلاعاتی مانند:

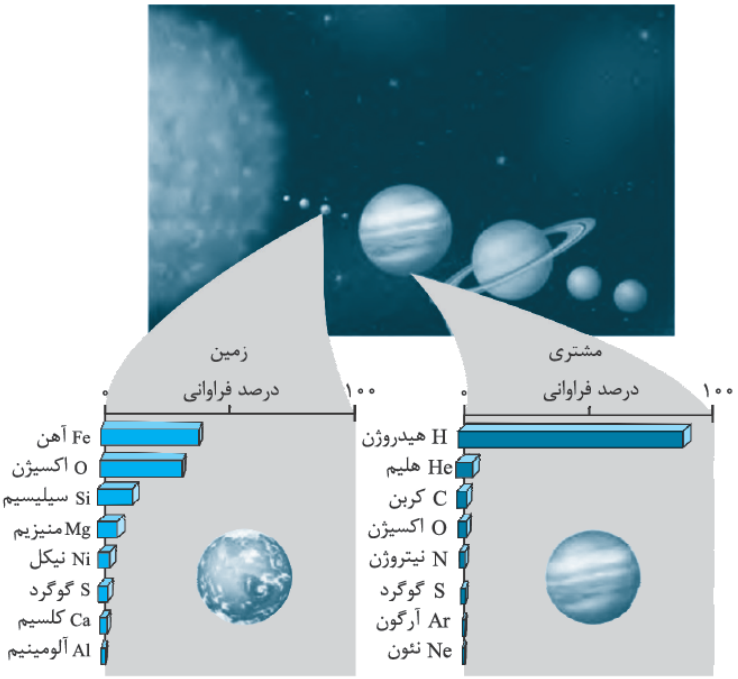
۱ **نوع عنصرهای سازنده**، ۲ **ترکیب‌های شیمیایی موجود در اتمسفر آن‌ها** و ۳ **ترکیب درصد این مواد** است.

## عنصرها چگونه پدید آمدند؟

با بررسی نوع و مقدار عنصرهای سازنده‌ی برخی سیاره‌های سامانه‌ی خورشیدی و مقایسه‌ی آن با عنصرهای سازنده‌ی خورشید می‌توانیم درک بهتری از چگونگی تشکیل عنصرها به دست بیاوریم.

در شکل روبه‌رو فراوان‌ترین عنصرهای دو سیاره‌ی مشتری و زمین را می‌بینیم.

- در زمین عناصر فلزی آهن (Fe)، منیزیم (Mg)، نیکل (Ni)، کلسیم (Ca) و آلومینیم (Al) و ... وجود دارند ولی سیاره‌ی مشتری عنصر فلزی ندارد.
- دو عنصر اکسیژن (O) و گوگرد (S) در بین فراوان‌ترین عناصر این دو سیاره مشترک‌اند.
- بیشتر عناصر سازنده‌ی سیاره‌ی مشتری حالت‌گازی دارند ولی اکثر عناصر تشکیل‌دهنده‌ی کره‌ی زمین در حالت جامد هستند و در سنگ‌ها وجود دارند.




دیدیم که در دو سیاره‌ی زمین و مشتری نوع و میزان فراوانی عنصرها متفاوت است؛ در حالی که عنصرهای مشترکی هم دارند. پس می‌فهمیم که عنصرها به صورت **ناهمگون** در جهان هستی توزیع شده‌اند.

برخی از دانشمندان معتقدند که جهان با انفجاری مهیب به نام **مِهبانگ** (همون **Big Bang**)، آغاز شده و طی آن انرژی بسیار زیادی آزاد شده است. در آن شرایط بعد از به وجود آمدن ذرات زیراتمی مانند الکترون، پروتون و نوترون، عنصرهای هیدروژن و هلیم ایجاد شدند.

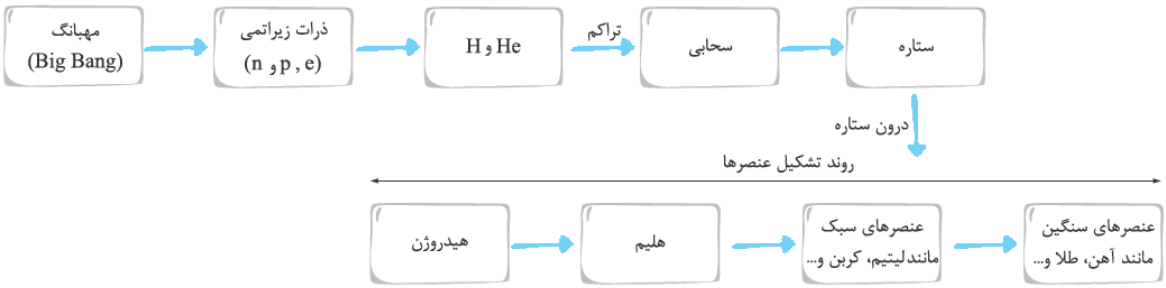
با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیمِ تولیدشده، متراکم شد و مجموعه‌های گازی به نام **سحابی** ایجاد کرد که سبب تولید ستاره‌ها و کهکشان‌ها شد.

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

**دما** و **اندازه‌ی** یک ستاره تعیین می‌کند که چه عنصرهایی در آن ستاره ساخته شوند. هر چه دمای ستاره **بیشتر** باشد، شرایط تشکیل عنصرهای **سنگین‌تر** مثل *طلا* ($_{79}Au$) و *آهن* ($_{26}Fe$) فراهم می‌شود.

- ستارگان، کارخانه‌ی تولید عنصرها هستند.

سحابی عقاب، یکی از مکان‌های تولد ستاره‌ها




ستاره‌ها متولد می‌شوند، رشد می‌کنند و زمانی می‌میرند. مرگ ستاره با یک انفجار بزرگ همراه است که سبب می‌شود عنصرهای تشکیل‌شده در آن، در فضا پراکنده شوند.

## مثال و پاسخ

**مثال** با توجه به هر یک از عبارت‌های زیر، واژه‌ی مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

**الف** اولین عنصری که پا به عرصه‌ی جهان گذاشت (هیدروژن / هلیم) بود.

**ب** عنصرهای سازنده‌ی سیاره‌ی (مشتری / زمین) بیشتر از جنس گاز هستند.

**پ** بررسی عناصر موجود در دو سیاره‌ی مشتری و زمین نشان می‌دهد که عنصرها به صورت (همگون / ناهمگون) در جهان هستی توزیع شده است.

**پاسخ** **الف** هیدروژن **ب** مشتری **پ** ناهمگون

دیدیم که درون ستاره‌ها به دلیل انجام واکنش‌های هسته‌ای، انرژی بسیار زیادی آزاد می‌شود. در واکنش‌های هسته‌ای جرم به انرژی تبدیل می‌شود. **اینشتین** رابطه‌ی روبه‌رو را برای محاسبه‌ی انرژی تولیدشده در این واکنش‌ها ارائه کرد:

$$E = mc^2$$

$E$: انرژی آزادشده، برحسب ژول $(J)$

$m$: جرمی که به انرژی تبدیل شده (تفاوت جرم آغازی و پایانی)، برحسب کیلوگرم $(kg)$

$c$: سرعت نور $= 3\times10^8\ m/s$

در این رابطه همه‌ی پارامترها برحسب واحدهای SI هستند! (انرژی $(J)$، جرم $(kg)$ و سرعت $(m/s)$)

بنابراین می‌توان نوشت: $1\,J = 1\,kg\times(m/s)^2 = 1\,kgm^2/s^2 = 1\,kgm^2.s^{-2}$

## مثال و پاسخ

**مثال** در واکنش هسته‌ای تبدیل هیدروژن به هلیم، ۰/۰۰۲۴ گرم ماده به انرژی تبدیل می‌شود.

**الف** در این واکنش هسته‌ای چند کیلو ژول انرژی تولید می‌شود؟

**ب** حساب کنید این مقدار انرژی چند تن آب را تبخیر خواهد کرد؟ (برای تبخیرشدن یک گرم آب، ۲۲۸۳ ژول انرژی لازم است.)

**پاسخ** **الف**

$$m = 0/0024\ g = 2/4\times10^{-3}\ g\times\frac{1\,kg}{1000\,g} = 2/4\times10^{-6}\ kg$$

$$c = 3\times10^8\ m/s$$

$$E = mc^2 = (2/4\times10^{-6})\times(3\times10^8)^2 = 2/16\times10^{11}\,J\times\frac{1\,kJ}{1000\,J} = 2/16\times10^8\ kJ$$

**ب** **روش اول**

| گرم آب تبخیر شده | انرژی |
|---|---|
| ۱ g | ۲۲۸۳ J |
| x g | $2/16\times10^{11}$ J |

$$\Rightarrow x = \frac{2/16\times10^{11}\times1}{2283} = 9/46\times10^7\,g\times\frac{1\,kg}{1000\,g}\times\frac{1\,ton}{1000\,kg} = 94/6\ ton$$

**روش دوم** روش کسر تبدیل[1]

$$2/16\times10^{11}\,J\times\frac{1\,g\ water}{2283\,J}\times\frac{1\,kg}{1000\,g}\times\frac{1\,ton}{1000\,kg} = 94/6\ ton\ water = ?$$

با این مقدار انرژی می‌توان ۹۴/۶ تن!!! آب را تبخیر کرد.

۱- روش کسر تبدیل رو تو درس ششم بهش می‌رسیم! فقط همینو بگم که مسئله‌ها رو تا قبل از درس ششم با روش تناسب هم حل کردیم ولی یادتون باشه وقتی روش کسر تبدیل رو خوندین، همه‌ی مسئله‌ها رو با این روش حل کنید!

ببخشید، ولی ما اصلن تو کتمون نمی‌ره. چه جوری می‌شه که جرم به انرژی تبدیل بشه آخه؟

– قبول داری که برای جداکردن ذرات هسته‌ی هلیم، باید انرژی خیلی زیادی مصرف کنیم.

پس وقتی برعکس این انجام بشه، یعنی مثلن دو تا هسته‌ی هیدروژن بخوان به هسته‌ی هلیم تبدیل بشن، انرژی خیلی زیادی آزاد می‌کنن. حالا این انرژی رو از کجا می‌یارن؟

از همین تفاوت جرم.

– باریکلا! طبق رابطه‌ی انیشتین مقداری از جرمشون کم می‌شه و به صورت انرژی آزاد می‌کنن.

حالا مثال رو دریاب!

## مثال و پاسخ

**مثال** در هر ثانیه در سطح خورشید ۷۰۰ میلیون تن هیدروژن به ۶۹۵ میلیون تن هلیم تبدیل می‌شود.

**الف** حساب کنید در هر ثانیه چند ژول انرژی در سطح خورشید آزاد می‌شود؟

**ب** این مقدار انرژی چند کیلوگرم آب را تبخیر خواهد کرد؟ (برای تبخیرکردن یک گرم آب ۲۲۸۳ ژول انرژی لازم است.)

**پ** اگر این انرژی فقط صرف تبخیر آب‌های کره‌ی زمین شود، چه مدت از انرژی سطح خورشید لازم است تا همه‌ی آب‌های کره‌ی زمین تبخیر شوند؟ (جرم کل آب‌های موجود در کره‌ی زمین، حدود $1/5\times10^{21}\ kg$ تخمین زده می‌شود.)

**پاسخ**

**الف** تغییر جرم در هر ثانیه از هم‌جوشی سطح خورشید ۵ میلیون تن است (۷۰۰ − ۶۹۵):

$$m = 5\times10^{6}\ \text{تن} \times \frac{1000\ kg}{1\ \text{تن}} = 5\times10^{9}\ kg$$

$$c = 3\times10^{8}\ m/s$$

$$E = mc^2 = (5\times10^{9})\times(3\times10^{8})^2 = 45\times10^{25}\ J$$

**ب** روش اول

| انرژی | گرم آب تبخیر شده |
|---|---|
| ۲۲۸۳ J | ۱ g |
| $45\times10^{25}$ J | x g |

$$\Rightarrow x = \frac{45\times10^{25}\times1}{2283} = 1/971\times10^{23}\ g \times \frac{1\ kg}{1000\ g} = 1/971\times10^{20}\ kg$$

روش دوم: روش کسر تبدیل

$$?\ kg\ \text{آب} = 45\times10^{25}\ J \times \frac{1\ g\ \text{آب}}{2283\ J} \times \frac{1\ kg\ \text{آب}}{1000\ g\ \text{آب}} = 1/971\times10^{20}\ kg\ \text{آب}$$

**پ** با توجه به قسمت «ب»، در هر ۱ ثانیه این انرژی می‌تواند $1/971\times10^{20}\ kg$ آب را تبخیر کند.

روش اول

| جرم آب تبخیر شده | زمان |
|---|---|
| $1/971\times10^{20}$ kg | ۱ s |
| $1/5\times10^{21}$ kg | y s |

$$\Rightarrow y = \frac{1/5\times10^{21}\times1}{1/971\times10^{20}} = 7/61\ s$$

روش دوم: روش کسر تبدیل

$$?\ s = 1/5\times10^{21}\ kg\ \text{آب} \times \frac{1\ s}{1/971\times10^{20}\ kg\ \text{آب}} = 7/61\ s$$

۷/۶۱ ثانیه از انرژی سطح خورشید می‌تواند تمام آب‌های موجود در کره‌ی زمین را تبخیر کند!!!

می‌دانیم که در واکنش‌های هسته‌ای، مقداری جرم از بین رفته و به انرژی تبدیل می‌شود؛ پس **در واکنش‌های هسته‌ای، قانون بقای جرم برقرار نیست.**

تغییر جرم در واکنش‌های هسته‌ای را می‌توانیم از رابطه‌ی زیر به دست آوریم:

$$\Delta m = \text{جرم پایانی} - \text{جرم آغازی} \Rightarrow \Delta m = \text{مجموع جرم فراورده‌ها} - \text{مجموع جرم واکنش‌دهنده‌ها}$$

این $\Delta m$، همان جرمی است که به انرژی تبدیل می‌شود.

پس انرژیِ تولیدشده را می‌توانیم از رابطه‌ی روبه‌رو، به دست بیاوریم:

$$\Delta E = \Delta m c^2$$

## مثال و پاسخ

**مثال** طبق واکنش هسته‌ای زیر، از واکنش ۲۴۳/۰۶۱۴ گرم کوریم ـ ۲۴۳ ($^{243}_{96}Cm$)، ۲۳۹/۰۵۲۲ گرم پولوتونیم $^{239}_{94}Pu$ و ۴/۰۰۲۶ گرم $^{4}_{2}He$ تولید می‌شود. محاسبه کنید در این واکنش هسته‌ای چند کیلوژول انرژی آزاد می‌شود؟ $^{243}_{96}Cm \rightarrow {}^{239}_{94}Pu + {}^{4}_{2}He$

**پاسخ** اول تغییر جرم در این واکنش را محاسبه می‌کنیم.

$\Delta m =$ مجموع جرم فراورده‌ها − مجموع جرم واکنش‌دهنده‌ها

$\Delta m = [۲۴۳/۰۶۱۴] - [۲۳۹/۰۵۲۲ + ۴/۰۰۲۶] = ۰/۰۰۶۶\ g$

$\Delta m = ۰/۰۰۶۶\ g = ۶/۶\times۱۰^{-۳}\ g \times \frac{۱\ kg}{۱۰۰۰\ g} = ۶/۶\times۱۰^{-۶}\ kg$

بعد از طریق فرمول $\Delta E = \Delta m c^۲$ انرژی آزادشده را حساب می‌کنیم:

$\Delta E = \Delta m c^۲ = ۶/۶\times۱۰^{-۶} \times (۳\times۱۰^{۸})^۲ = ۵/۹۴\times۱۰^{۱۱}\ J \times \frac{۱\ kJ}{۱۰۰۰\ J} = ۵/۹۴\times۱۰^{۸}\ kJ$

در اثر این واکنش هسته‌ای $۵/۹۴\times۱۰^{۸}$ کیلوژول انرژی آزاد می‌شود!!!

## سؤال‌های امتحانی

**جملات زیر را با کلمات مناسب کامل کنید.**

۱- فراوان‌ترین عنصر سیاره‌ی مشتری، ..... بوده و فراوان‌ترین عنصر سیاره‌ی زمین، ..... است.

۲- سرآغاز کیهان با ..... همراه بوده که طی آن انرژی عظیمی آزاد شده است.

۳- در خلال انفجار عظیم، گازهای ..... و ..... تشکیل‌شده، متراکم شدند و مجموعه‌ی گازی به نام ..... را ایجاد کردند.

**درستی یا نادرستی جملات زیر را تعیین کرده و شکل صحیح موارد نادرست را بنویسید.**

۴- این‌که «جهان هستی چگونه به وجود آمده است را می‌توان از نور ستارگان فهمید.»

۵- مأموریت فضاپیماهای وویجر ۱ و ۲ عبور از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون و تهیه و ارسال شناسنامه‌ی شیمیایی آن‌ها بود.

۶- بیشتر عناصر سازنده‌ی سیاره‌ی مشتری در حالت گازی بوده و اکثر عناصر سازنده‌ی سیاره‌ی زمین در سنگ‌ها وجود دارند.

۷- چهار عنصر فراوان زمین به ترتیب آهن، سیلیسیم، اکسیژن و منیزیم است.

۸- هر چه جرم ستاره بیشتر باشد، شرایط تشکیل عنصرهای سنگین‌تر مانند طلا و اورانیم فراهم می‌شود.

۹- انفجار ستاره‌ها باعث تولید عنصرها می‌شود.

۱۰- پس از تشکیل عنصرهای کربن و لیتیم، عنصرهایی مانند آهن و طلا تشکیل شده‌اند.

**به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.**

۱۱- با استفاده از واژه‌های داده‌شده، عبارت‌ها را کامل کنید. (۲ کلمه اضافی است)

ستاره ـ آهن ـ سومین ـ سیلیسیم ـ اکسیژن ـ پنجمین ـ هیدروژن ـ سحابی

الف) سیاره‌ی زمین، ..... سیاره‌ی نزدیک به خورشید و سیاره‌ی مشتری، ..... سیاره‌ی نزدیک به خورشید است.

ب) فراوان‌ترین نافلز موجود در سیاره‌ی زمین، ..... است.

پ) هر چه دمای ستاره بیشتر باشد، شرایط تشکیل عنصرهایی مثل ..... فراهم می‌شود.

ت) یکی از عنصرهایی که با گذشت زمان و کاهش دما، متراکم شده و مجموعه‌ی گازی به نام ..... را تشکیل دادند، عنصر ..... بود.

۱۲- هر یک از عبارت‌های داده‌شده در ستون A با یک مورد از ستون B ارتباط دارد، آن را پیدا کرده و به هم ربط دهید. (برخی از موارد ستون B اضافی هستند.)

| ستون A | ستون B |
|---|---|
| الف) سحابی از آن تشکیل شده است. | a) مهبانگ |
| ب) محل تولد ستاره‌ها | b) ستاره |
| پ) کارخانه‌ی تولید عنصرها | c) $He$ |
| | d) سحابی |
| | e) $He, H$ |

۱۳- شکل زیر روند تشکیل عنصرها درون ستاره‌ها را نشان می‌دهد. با توجه به آن شکل را کامل کنید.

۱۴- هنگامی‌که اورانیم ـ ۲۳۸ ($^{238}U$) به توریم ـ ۲۳۴ ($^{234}Th$) تبدیل می‌شود، ۰/۰۰۵ گرم ماده به انرژی تبدیل می‌شود. در این تبدیل هسته‌ای چند کیلوژول انرژی آزاد می‌شود؟

۱۵- گرمای آزادشده در اثر تبدیل پولونیم $^{215}_{84}Po$ به سرب $^{211}_{82}Pb$ و $^{4}_{2}He$ طی یک واکنش هسته‌ای برابر با $۷/۲\times۱۰^{۸}$ کیلوژول است. بر این اساس محاسبه کنید در این واکنش هسته‌ای چند گرم ماده به انرژی تبدیل شده است؟

$$^{215}_{84}Po \rightarrow {}^{211}_{82}Pb + {}^{4}_{2}He + ۷/۲\times۱۰^{۸}\ kJ$$

۱۶- در واکنش شیمیایی تشکیل ۱ مول بخار آب از اتم‌های هیدروژن و اکسیژن طبق معادله‌ی زیر ۹۳۶ کیلوژول انرژی آزاد می‌شود.

$$۲H(g) + O(g) \rightarrow H_۲O(g) + ۹۳۶\ kJ$$

الف) با فرض استفاده از رابطه‌ی انیشتین ($E = mc^۲$)، محاسبه کنید که در این واکنش چه مقدار ماده به انرژی تبدیل شده است؟ $(c = ۳\times۱۰^{۸}\ m/s)$

ب) با توجه به میزان تغییر جرم بالا، آیا ترازوهای دقیق آزمایشگاه با دقت ۰/۰۰۰۱ g می‌توانند این تغییر جرم را نشان دهند؟

☐ بله ☐ خیر

پ) آیا می‌توان با چشم‌پوشی از تغییر جرم بالا، هم‌چنان فرض کرد که در واکنش‌های شیمیایی قانون بقای جرم برقرار است؟

☐ بله ☐ خیر

۱۷- در واکنش هم‌جوشی هسته‌ای تولید ۱ مول دوتریم ($^{2}_{1}H$) از نوترون و هیدروژن ($^{1}_{1}H$) طبق معادله‌ی زیر $۲/۱۶\times۱۰^{۸}$ kJ انرژی آزاد می‌شود:

$$^{1}_{1}H + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{2}_{1}H + ۲/۱۶\times۱۰^{۸}\ kJ$$

الف) محاسبه کنید در این واکنش چه مقدار ماده به انرژی تبدیل شده است؟ $(c = ۳\times۱۰^{۸}\ m/s)$

ب) با توجه به میزان تغییر جرم در واکنش بالا، آیا ترازوهای دقیق آزمایشگاه با دقت ۰/۰۰۰۱ g می‌توانند تغییر جرم را نشان دهند؟

☐ بله ☐ خیر

پ) آیا می‌توان، با چشم‌پوشی از تغییر جرم بالا، هم‌چنان فرض کرد که در واکنش‌های هسته‌ای قانون بقای جرم برقرار است؟

☐ بله ☐ خیر

۱۸- ۱۴/۰۰۳۱ گرم $^{14}_{7}N$ و ۱/۰۰۸۷ گرم $^{1}_{0}n$، طی واکنش هسته‌ای زیر به ۱۴/۰۰۳۲ گرم $^{14}_{6}C$ و ۱/۰۰۷۸ گرم $^{1}_{1}H$ تبدیل می‌شوند. محاسبه کنید در این واکنش هسته‌ای چند کیلوژول انرژی آزاد می‌شود؟

$$^{14}_{7}N + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{14}_{6}C + {}^{1}_{1}H + \text{انرژی}$$

۱۹- اگر در واکنش هسته‌ای زیر به ازای مصرف مقداری $^{7}Li$ و ۱/۰۰۷۸ گرم $^{1}H$، به همراه تولید ۸/۰۰۵۲ گرم $^{4}He$، $۴/۵\times۱۰^{۷}$ کیلوژول انرژی هم آزاد شود، چند گرم $^{7}Li$ مصرف شده است؟

$$^{7}Li + {}^{1}H \rightarrow ۲\ {}^{4}He + ۴/۵\times۱۰^{۷}\ kJ$$

## ۲ (صفحه‌های ۵ و ۶ کتاب درسی)

## آیا همه‌ی اتم‌های یک عنصر پایدارند؟

### نماد شیمیایی اتم‌ها

هر عنصر را با یک نماد شیمیایی نشان می‌دهیم به طوری که در سمت چپ و پایین نماد شیمیایی، عدد اتمی (Z) را نوشته و در سمت چپ و بالای نماد شیمیایی، عدد جرمی (A) را می‌نویسیم.

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

نماد همگانی اتم‌ها ← $^{A}_{Z}E$ ← عدد جرمی / عدد اتمی

- عدد اتمی را با حرف Z نشان می‌دهیم که تعداد پروتون‌ها را مشخص می‌کند. *مثلن وقتی می‌گیم عدد اتمی سریم ۱۱ است، یعنی در هسته‌ی اتم سریم ۱۱ پروتون وجود داره.*

$^{11}Na$ ← تعداد پروتون‌های هسته ۱۱ است.

- عدد جرمی را با حرف A نشان می‌دهیم که مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هسته‌ی اتم را مشخص می‌کند. *مثلن وقتی می‌گیم عدد جرمی سریم ۲۳ است، یعنی در هسته‌ی اتم سریم در مجموع ۲۳ پروتون و نوترون وجود داره.*

$^{23}Na$ ← مجموع پروتون‌ها و نوترون‌های هسته ۲۳ است.

*اصلن چرا به جمع پروتون‌ها و نوترون‌ها می‌گیم عدد جرمی؟ مگه اتم الکترون نداره؟ جرم اون چی؟*

*- آفرین، به نکته‌ی ظریفی اشاره کردی! اتم الکترون هم داره ولی چون جرم الکترون خیلی‌خیلی ناچیزه، تاثیر خاصی روی جرم کل اتم نداره و می‌شه ازش چشم‌پوشی کرد.*

عدد جرمی = تعداد پروتون‌ها (عدد اتمی) + تعداد نوترون‌ها

$$A = Z + n$$

- با داشتن عدد اتمی و عدد جرمی یک اتم می‌توانیم تعداد پروتون، الکترون و نوترون آن را به دست آوریم:

(پروتون) $p = Z$

در اتم‌های خنثی تعداد الکترون‌ها برابر با تعداد پروتون‌هاست:

(الکترون) $e = Z$

(نوترون) $n = A - Z$

## مثال و پاسخ

**مثال** تعداد پروتون، الکترون و نوترون اتم‌های زیر را تعیین کنید.

الف) $^{28}_{14}Si$ ب) $^{56}_{26}Fe$

**پاسخ**

الف) $^{28}_{14}Si : p = Z = 14 \quad , \quad \underbrace{e = Z = 14}_{\text{ذره‌ی خنثی}} \quad , \quad n = A - Z = 28 - 14 = 14$

ب) $^{56}_{26}Fe : p = Z = 26 \quad , \quad \underbrace{e = Z = 26}_{\text{ذره‌ی خنثی}} \quad , \quad n = A - Z = 56 - 26 = 30$

- به یون‌هایی که بار الکتریکی مثبت دارند، **کاتیون‌ها** (یون‌های مثبت) می‌گوییم. در **کاتیون‌ها** تعداد الکترون‌ها از پروتون‌ها **کم‌تر** است:

(تعداد الکترون) $e$ = (تعداد پروتون) $Z - a$ : $X^{a+}$

$_{20}Ca^{2+} : e = Z - 2 = 20 - 2 = 18$

- به یون‌هایی که بار الکتریکی منفی دارند، **آنیون‌ها** می‌گوییم. در **آنیون‌ها** (یون‌های منفی) تعداد الکترون‌ها از پروتون‌ها **بیشتر** است:

(تعداد الکترون) $e$ = (تعداد پروتون) $Z + a$ : $X^{a-}$

$_{35}Br^{-} : e = Z + 1 = 35 + 1 = 36$

## مثال و پاسخ

**مثال** تعداد پروتون، الکترون و نوترون را در یون‌های زیر تعیین کنید.

الف) $^{80}_{34}Se^{2-}$ ب) $^{208}_{82}Pb^{4+}$

**پاسخ**

الف) $^{80}_{34}Se^{2-} : p = Z = 34 \quad , \quad \underbrace{e = Z + 2 = 34 + 2 = 36}_{\text{آنیون}} \quad , \quad n = A - Z = 80 - 34 = 46$

ب) $^{208}_{82}Pb^{4+} : p = Z = 82 \quad , \quad \underbrace{e = Z - 4 = 82 - 4 = 78}_{\text{کاتیون}} \quad , \quad n = A - Z = 208 - 82 = 126$

- به‌جز اتم هیدروژن ($^{1}_{1}H$)، در تمامی ذرات معمولاً داریم:

تعداد نوترون‌ها $\geq$ تعداد پروتون‌ها (یا الکترون‌ها)

*مثلن اگه تو یه سؤالی گفتن اختلاف نوترون‌ها و پروتون‌ها ۱۰ تاست؛ یعنی نوترون‌ها ۱۰ تا بیشتر از پروتون‌هاست نه اینکه پروتون‌ها بیشتر باشه!*

## مثال و پاسخ

**مثال** تفاوت تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها در ذره‌ی $^{112}X^{2+}$ برابر ۱۸ است. عدد اتمی این یون را به دست آورید.

**پاسخ** از $^{112}X^{2+}$ می‌فهمیم که:

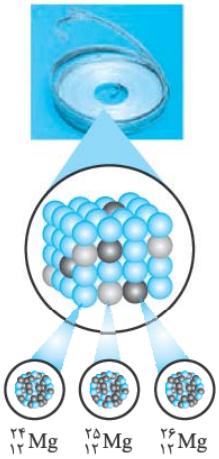
$Z + n = 112 \quad , \quad Z - e = 2$ ← $^{112}X^{2+}$ →

نوترون‌ها هم ۱۸تا بیشتر از الکترون‌هاست؛ یعنی $n - e = 18$.

پس داریم:

$$\begin{cases} Z + n = 112 \\ Z - e = 2 \\ n - e = 18 \end{cases} \xrightarrow{Z \text{ را می‌خواهیم}} \begin{cases} Z + n = 112 \\ Z - e = 2 \\ -n + e = -18 \end{cases} \xrightarrow[\text{جمع می‌کنیم}]{\text{سه معادله را با هم}} 2Z = 112 + 2 - 18 \Rightarrow Z = 48$$

## ایزوتوپ‌ها




ایزوتوپ‌ها، اتم‌های یک عنصر هستند که Z **(عدد اتمی) آن‌ها یکسان** ولی A **(عدد جرمی) آن‌ها متفاوت** است. اغلب عنصرها در طبیعت مخلوطی از چند ایزوتوپ (هم مکان) با جرم متفاوت هستند.

- منیزیم دارای ۳ ایزوتوپ $^{24}_{12}Mg$، $^{25}_{12}Mg$ و $^{26}_{12}Mg$ است.
- نام هر ایزوتوپ با عدد جرمی آن مشخص می‌شود.

*مثلن کلر دو ایزوتوپ پایدار کلر - ۳۵ ($^{35}_{17}Cl$) و کلر - ۳۷ ($^{37}_{17}Cl$) داره.*

خواص شیمیایی اتم‌های هر عنصر به عدد اتمی (Z) آن وابسته است؛ به همین دلیل ایزوتوپ‌های یک عنصر خواص شیمیایی یکسانی دارند. *مثلن همه‌ی ایزوتوپ‌های منیزیم ($^{24}_{12}Mg$ , $^{25}_{12}Mg$ , $^{26}_{12}Mg$) خواص شیمیایی یکسانی دارن و همچنین توی جدول دوره‌ای عنصرها تو یه خونه هستن، به همین دلیل بهشون میگیم هم‌مکان.*

ایزوتوپ‌های یک عنصر در برخی خواص فیزیکی **وابسته به جرم**، مثل چگالی با هم تفاوت دارند.

- بعضی از ایزوتوپ‌های یک عنصر در **طبیعت** وجود دارند و بعضی را می‌توانیم به طور **ساختگی** تولید کنیم.
- بعضی از ایزوتوپ‌های یک عنصر **پایدار** بوده و بعضی **ناپایدارند**. هسته‌ی ایزوتوپ‌های **ناپایدار** با گذشت زمان **متلاشی** می‌شود.
- ایزوتوپ‌های ناپایدار، **پرتوزا** بوده و اغلب بر اثر تلاشی **ذره‌های پرانرژی** و **مقدار زیادی انرژی** آزاد می‌کنند.
- اغلب هسته‌هایی که نسبت نوترون‌ها به پروتون‌های آن‌ها برابر یا بیشتر از ۱/۵ باشد، ناپایدارند و با گذشت زمان، متلاشی می‌شوند.

ایزوتوپ ناپایدار و پرتوزا $\Rightarrow \frac{n}{p} \geq 1/5$

- به ایزوتوپ‌های ناپایدار و پرتوزا، **رادیوایزوتوپ** می‌گوییم.
- **نیم‌عمر**: به مدت زمانی که طول می‌کشد تا نصف یک ماده‌ی پرتوزا متلاشی شود، نیم‌عمر می‌گوییم. *مثلن اگه نیم‌عمر یک ایزوتوپ ۱ ساعت باشه، یعنی هر ۱ ساعت نصف اون متلاشی میشه.*

*یعنی ۲ ساعت طول میکشه تا همش متلاشی شه؟*

*- نه دیگه، هر ۱ ساعت که بگذره نصف مقدار باقی‌مونده از بین میره مثلن بعد از ۲ ساعت $\frac{1}{4}$ باقی می‌مونه (چون نصفِ ماده باقی مونده بود، حالا نصف این مقدار میشه $\frac{1}{4}$ ماده که از بین میره و $\frac{1}{4}$ ماده باقی می‌مونه)، بعد از ۳ ساعت $\frac{1}{8}$ باقی می‌مونه، الی آخر.*

- **نیم‌عمر** هر ایزوتوپ نشان می‌دهد که آن ایزوتوپ، تا چه اندازه **پایدار** است. هر چه نیم‌عمر ایزوتوپی کم‌تر باشد، آن ایزوتوپ ناپایدارتر است.

### مثال و پاسخ

**مثال** جدول زیر را در نظر بگیرید.

| 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 | $1/4\times10^{-22}$ ثانیه | $1\times10^{-22}$ ثانیه | $9/2\times10^{-22}$ ثانیه | $3\times10^{-23}$ ثانیه |
| درصد فراوانی در طبیعت | ۹۹/۹۸۸۵ | ۰/۰۱۱۴ | ناچیز | ۰ (ساختگی) | ۰ (ساختگی) | ۰ (ساختگی) | ۰ (ساختگی) |

**الف** شباهت و تفاوت میان اتم‌های جدول را بنویسید. **ب** چند ایزوتوپ از عنصر هیدروژن در یک مخلوط طبیعی از آن وجود دارد؟

**پ** کدام ایزوتوپ عنصر هیدروژن ، از همه ناپایدارتر است؟ **ت** چند ایزوتوپ عنصر هیدروژن پرتوزا است؟

**پاسخ** **الف** شباهت آن‌ها در برابری عدد اتمی (Z) و تفاوت آن‌ها در عدد جرمی (A) آن‌هاست.

یا عدد اتمی آن‌ها یکسان ولی عدد جرمی آن‌ها متفاوت است؛ بنابراین همه‌ی آن‌ها ایزوتوپ‌های عنصر هیدروژن ($^{1}H$) هستند.

**ب** ۳ ایزوتوپ؛ تنها ایزوتوپ‌های $^{1}_{1}H$، $^{2}_{1}H$ و $^{3}_{1}H$ طبیعی بوده و بقیه ساختگی هستند.

**پ** هر چه نیم‌عمر یک ایزوتوپ کم‌تر باشد، ناپایدارتر است.

ایزوتوپ $^{7}_{1}H$ ناپایدارتر است، زیرا نیم‌عمر کم‌تری دارد.

**ت** هر ایزوتوپی که نسبت $\frac{n}{p} \geq 1/5$ دارد، پرتوزاست.

۵ ایزوتوپ؛ $^{3}_{1}H$ ، $^{4}_{1}H$ ، $^{5}_{1}H$ ، $^{6}_{1}H$ و $^{7}_{1}H$ پرتوزا هستند، زیرا نسبت $\frac{n}{p}$ آن‌ها بزرگ‌تر از ۱/۵ است.

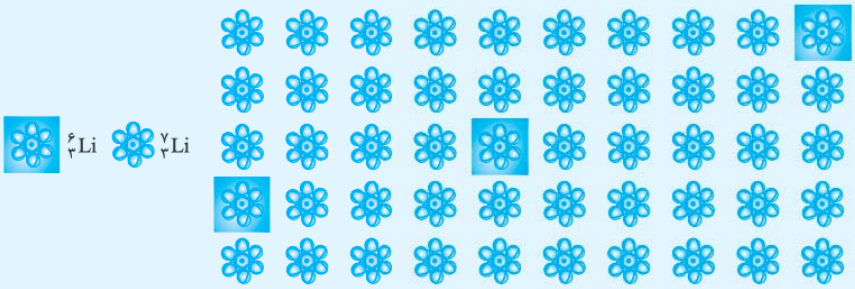
*مثلن برای $^{3}_{1}H$:* $p = 1$ و $n = 2 \Rightarrow \frac{n}{p} = \frac{2}{1} = 2$

**درصد فراوانی** هر ایزوتوپ در طبیعت، نشان‌دهنده‌ی فراوانی آن ایزوتوپ نسبت به سایر ایزوتوپ‌ها است. فراوانی (درصد فراوانی) را با نماد F نشان می‌دهیم.

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

## مثال و پاسخ

**مثال** با توجه به شکل زیر، درصد فراوانی ایزوتوپ‌های لیتیم را مشخص کنید.




**پاسخ** از هر ۵۰ اتم لیتیم، ۳ اتم $^{6}_{3}Li$ بوده و ۴۷ اتم $^{7}_{3}Li$ است. بنابراین:

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

$$\text{درصد فراوانی ایزوتوپ } ^{7}_{3}Li = \frac{۴۷}{۵۰} \times ۱۰۰٪ = ٪۹۴$$

$$\text{درصد فراوانی ایزوتوپ } ^{6}_{3}Li = \frac{۳}{۵۰} \times ۱۰۰٪ = ٪۶$$

**مثال** اتم‌های زیر را در نظر بگیرید:

| نماد ایزوتوپ / ویژگی ایزوتوپ | $^{3}_{2}He$ | $^{4}_{2}He$ | $^{5}_{2}He$ | $^{6}_{2}He$ | $^{7}_{2}He$ | $^{8}_{2}He$ | $^{9}_{2}He$ | $^{10}_{2}He$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| نیم‌عمر | پایدار | پایدار | $۷/۰ \times ۱۰^{-۲۴}s$ | $۸/۱ \times ۱۰^{-۱}s$ | $۲/۹ \times ۱۰^{-۲۱}s$ | $۱/۲ \times ۱۰^{-۱}s$ | $۷ \times ۱۰^{-۲۱}s$ | $۲/۷ \times ۱۰^{-۲۱}s$ |
| درصد فراوانی در طبیعت | ۰/۰۰۰۱ | ۹۹/۹۹۹۹ | ۰ (ساختگی) | ۰ (ساختگی) | ۰ (ساختگی) | ۰ (ساختگی) | ۰ (ساختگی) | ۰ (ساختگی) |

**الف** چه شباهت و چه تفاوتی میان آن‌ها وجود دارد؟

**ب** نمونه‌ای طبیعی از عنصر He مخلوطی از چند ایزوتوپ آن است؟

**پ** چند ایزوتوپ عنصر He پرتوزا است؟

**ت** کدام ایزوتوپ عنصر He از همه ناپایدارتر است؟

**پاسخ** **الف** عدد اتمی آن‌ها یکسان ولی عدد جرمی آن‌ها متفاوت است؛ بنابراین این اتم‌ها ایزوتوپ‌های عنصر هلیم ($_{2}He$) هستند.

**ب** ۲ ایزوتوپ، تنها ایزوتوپ‌های $^{3}_{2}He$ و $^{4}_{2}He$ طبیعی بوده و بقیه ساختگی‌اند.

**پ** ۶ ایزوتوپ، ایزوتوپ‌های $^{5}_{2}He$، $^{6}_{2}He$، $^{7}_{2}He$، $^{8}_{2}He$، $^{9}_{2}He$ و $^{10}_{2}He$ همگی پرتوزا هستند، زیرا نسبت $\frac{n}{p} \geq ۱/۵$ دارند.

مثلن برای $^{5}_{2}He$:

$$p = ۲ \text{ و } n = ۳ \Rightarrow \frac{n}{p} = \frac{۳}{۲} = ۱/۵$$

**ت** ایزوتوپ $^{5}_{2}He$ از همه ناپایدارتر است، زیرا نیم‌عمر کم‌تری دارد.

# سؤال‌های امتحانی

**جملات زیر را با کلمات مناسب کامل کنید.**

۲۰- همه‌ی ایزوتوپ‌های یک عنصر معین، خواص شیمیایی ..... دارند، ولی در برخی خواص فیزیکی وابسته به جرم با یکدیگر ..... دارند.

۲۱- نیم‌عمر هر ایزوتوپ نشان می‌دهد که آن ایزوتوپ تا چه اندازه ..... است.

۲۲- اغلب هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن‌ها برابر یا بیش از ..... باشد، ناپایدارند و با گذشت زمان ..... می‌شوند.

**درستی یا نادرستی جملات زیر را تعیین کرده و شکل صحیح موارد نادرست را بنویسید.**

۲۳- تفاوت تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها در اتم $^{39}_{19}K$ بیشتر از این تفاوت در ذره‌ی $^{7}_{3}Li^{+}$ است.

۲۴- تفاوت تعداد الکترون‌ها و پروتون‌ها در ذره‌ی $^{37}_{17}Cl^{-}$ بیشتر از این تفاوت در ذره‌ی $^{16}_{8}O^{2-}$ است.

۲۵- منیزیم در طبیعت دارای ایزوتوپ‌های $^{24}_{12}Mg$ و $^{25}_{12}Mg$ است.

۲۶- تمامی ایزوتوپ‌های یک عنصر سبک در طبیعت وجود دارد.

**به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.**

۲۷- با توجه به هر یک از عبارت‌های زیر، واژه‌ی مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

الف) بررسی‌ها نشان می‌دهد که اغلب در یک نمونه‌ی طبیعی از عنصری معین، اتم‌های سازنده، جرم یکسانی (دارند ـ ندارند).

ب) خواص شیمیایی یک عنصر معین به شمار (پروتون‌ها ـ نوترون‌ها) بستگی دارد.

پ) (همه‌ی ـ اغلب) عناصر دارای چند ایزوتوپ هستند که در (اکثر ـ برخی) خواص فیزیکی با یکدیگر تفاوت دارند.

ت) نسبت عدد جرمی به عدد اتمی در (همه‌ی ـ اغلب) ایزوتوپ‌های پرتوزا برابر یا (بیش از ۱/۵ ـ بیش از ۲/۵) است.

۲۸- هر یک از عبارت‌های داده‌شده در ستون A با یک مورد از ستون B ارتباط دارد، آن را پیدا کرده و به هم ربط دهید. (برخی از موارد ستون B اضافی هستند.)

| ستون A | ستون B |
|---|---|
| الف) ایزوتوپی برای $^{24}_{12}A$ | a) $^{24}_{11}A$ |
| ب) اختلاف تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها برابر ۱ است. | b) $^{2}_{1}B$ |
| پ) تعداد رادیوایزوتوپ‌های هیدروژن | c) $^{9}_{4}C$ |
| ت) ایزوتوپی ناپایدار | d) نیم‌عمر |
| ث) شباهت ایزوتوپ‌های طبیعی و مصنوعی یک عنصر | e) $^{8}_{3}D$ |
| | f) ۵ |
| | g) $^{26}_{12}E$ |
| | h) تعداد پروتون‌ها |
| | i) ۴ |

۲۹- با توجه به نماد همگانی اتم‌ها ($^{A}_{Z}E$)، Z و A هر کدام چه کمیتی را نشان می‌دهند؟

۳۰- جدول زیر را تکمیل کنید: (نماد اتم‌ها را هم کامل کنید.)

| اتم | تعداد پروتون | تعداد نوترون | تعداد الکترون |
|---|---|---|---|
| $^{57}_{26}Fe$ | ..... | ..... | ..... |
| ..... $Re$ ..... | ۷۵ | ۱۱۲ | ..... |
| $^{238}$ ..... $Am$ | ..... | ..... | ۹۵ |

۳۱- جدول زیر را تکمیل کنید: (نماد ذره‌ها را هم کامل کنید.)

| ذره | تعداد پروتون | تعداد نوترون | تعداد الکترون | بار الکتریکی |
|---|---|---|---|---|
| $^{19}_{9}F^{.....}$ | ..... | ..... | ..... | −۱ |
| ..... $K$ ..... | ..... | ۲۰ | ۱۸ | +۱ |
| $^{52}_{24}Cr^{.....}$ | ..... | ..... | ۲۱ | ..... |

۳۲- تفاوت تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها در اتم $^{78}X$ برابر ۱۰ است. نماد شیمیایی کامل این اتم را بنویسید.

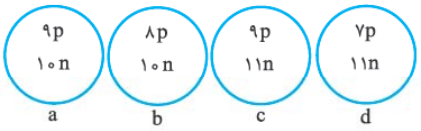
۳۳- تفاوت تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها در ذره‌ی $^{201}X^{2+}$ برابر ۴۳ است. عدد اتمی این یون را به دست آورید.

۳۴- عدد جرمی یون $X^{2+}$ از رابطه‌ی $A = 2Z + 25$ پیروی می‌کند. اگر مجموع نوترون‌ها و الکترون‌های آن ۱۳۵ باشد، عدد اتمی این عنصر را به دست آورید.

۳۵- اگر در ذره‌ی $^{34}X^{2-}$ نسبت نوترون به پروتون برابر ۱/۱۲۵ باشد، نسبت الکترون به نوترون را در این ذره بیابید.

۳۶- تفاوت نوترون‌ها و الکترون‌ها در ذره‌ی $^{127}X^{-}$ برابر ۲۰ است. تعداد الکترون‌ها را در اتم X بیابید.

۳۷- کدام دو ذره، ایزوتوپ‌های یک عنصر هستند؟ چرا؟



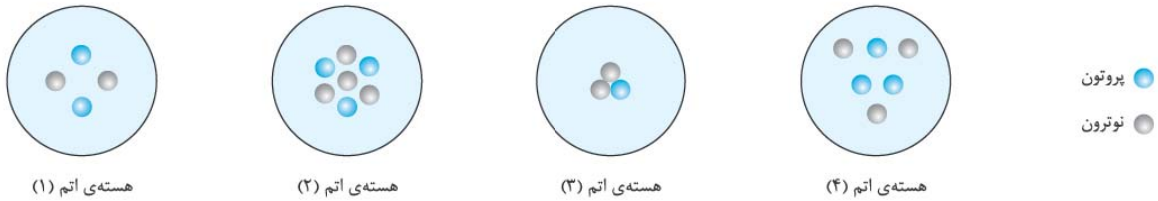

☐ a و b ☐ b و d ☐ a و c

۳۸- اتم $^{40}_{20}A$ با کدام اتم ایزوتوپ است؟

☐ $^{40}_{21}B$ ☐ $^{41}_{19}C$ ☐ $^{42}_{20}D$

۳۹- نیم‌عمر را تعریف کنید.

۴۰- در شکل‌های زیر، تعداد ذرات بنیادی مربوط به هسته‌ی چهار اتم نشان داده شده است. با توجه به آن‌ها پاسخ دهید.

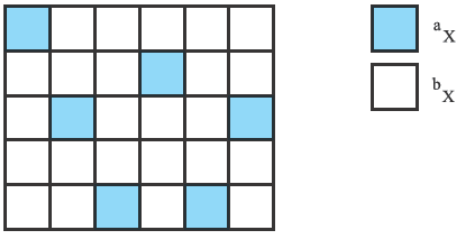



الف) هسته‌ی کدام اتم می‌تواند پرتوزا باشد؟ دلیل بنویسید.

ب) کدام دو اتم ایزوتوپ یکدیگر هستند؟ چرا؟

پ) اگر نماد شیمیایی هسته‌ی اتم (۴) را به صورت $^{A}_{Z}X$ نمایش دهیم، عدد اتمی و عدد جرمی آن را مشخص کنید.

۴۱- با توجه به شکل درصد فراوانی ایزوتوپ‌های X را تعیین کنید.




۴۲- در مخلوط ایزوتوپ‌های عنصر X نسبت ایزوتوپ‌های $^{a+1}X$ به $^{a}X$ برابر ۰/۲۵ است. درصد فراوانی ایزوتوپ‌ها را محاسبه کنید.

۴۳- در بین ایزوتوپ‌های طبیعی عنصر X به ازای ۱ اتم $^{a}X$، ۲ اتم $^{b}X$ وجود داشته و به ازای هر اتم $^{b}X$، ۳ اتم $^{c}X$ وجود دارد. درصد فراوانی ایزوتوپ‌های عنصر X را بیابید.

۴۴- در نمونه‌ی طبیعی از عنصر A که دارای ۳ ایزوتوپ $^{a_1}A$، $^{a_2}A$ و $^{a_3}A$ است. درصد فراوانی $^{a_1}A$ برابر ۲۰ درصد بوده و فراوانی $^{a_2}A$، ۴ برابر $^{a_3}A$ است. درصد فراوانی ایزوتوپ‌های دیگر را بیابید.

۴۵- اتم‌های زیر را در نظر بگیرید.

| نماد ایزوتوپ / ویژگی ایزوتوپ | $^{4}_{3}X$ | $^{5}_{3}X$ | $^{6}_{3}X$ | $^{7}_{3}X$ | $^{8}_{3}X$ | $^{9}_{3}X$ | $^{10}_{3}X$ | $^{11}_{3}X$ | $^{12}_{3}X$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| نیم‌عمر | $7/6\times10^{-23}s$ | $3/7\times10^{-22}s$ | پایدار | پایدار | $8/38\times10^{-1}s$ | $1/78\times10^{-1}s$ | $2\times10^{-21}s$ | $8/6\times10^{-3}s$ | $9\times10^{-9}s$ |
| درصد فراوانی در طبیعت | ۰ (ساختگی) | ۰ (ساختگی) | ۹۳/۵ | ۶/۵ | ۰ (ساختگی) | ۰ (ساختگی) | ۰ (ساختگی) | ۰ (ساختگی) | ۰ (ساختگی) |

الف) چه شباهت و چه تفاوتی میان آن‌ها وجود دارد؟

ب) نمونه‌ی طبیعی از عنصر X مخلوطی از چند ایزوتوپ آن است؟

پ) چند ایزوتوپ عنصر X پرتوزاست؟

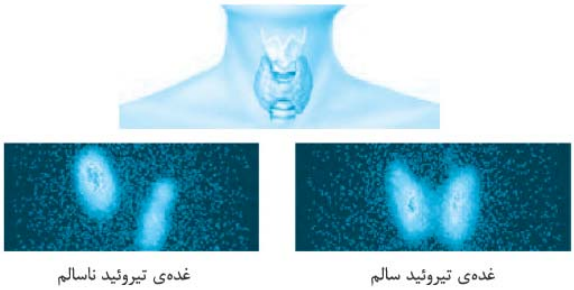
ت) کدام ایزوتوپ عنصر X از همه ناپایدارتر است؟

# ۳ (صفحه‌های ۷ تا ۹ کتاب درسی)

## تکنسیم نخستین عنصر ساخت بشر

از ۱۱۸ عنصر شناخته‌شده، تنها ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می‌شود؛ یعنی ۲۶ عنصر دیگر ساختگی است.

شیمی‌دان‌ها همواره با یافتن کاربردهای منحصربه‌فرد هر عنصر، انگیزه‌ی کافی برای ساختن عنصرهای جدید را داشته‌اند. *واسه این‌که شاید یه عنصری کشف بشه که بعدها کاربردای فعلی داشته باشه، مثل تکنسیم.*



غده‌ی تیروئید سالم — غده‌ی تیروئید ناسالم

از تکنسیم برای تصویربرداری غده‌ی تیروئید استفاده می‌کنیم.

- تکنسیم ($^{99}_{43}Tc$) نخستین عنصری است که در رآکتور هسته‌ای (واکنشگاه هسته‌ای) ساخته شد. این رادیوایزوتوپ در تصویربرداری پزشکی کاربرد ویژه‌ای دارد.

- یونی که حاوی تکنسیم ($^{99}_{43}Tc$) است، با یون یدید ($I^-$) اندازه‌ی مشابهی داشته و غده‌ی تیروئید هنگام جذب یدید، این یون را نیز جذب می‌کند! با افزایش مقدار این یون در غده‌ی تیروئید و پرتوزاییِ آن، امکان تصویربرداری فراهم می‌شود.

همه‌ی $^{99}Tc$ موجود در جهان باید به طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته شود. از آن‌جا که زمان ماندگاری (نیمه عمر) $^{99}Tc$ کم است و نمی‌توان مقادیر زیادی از آن را به مدت طولانی نگه‌داری کرد، هر جا که نیاز باشد، آن را با یک مولد هسته‌ای تولید و سپس مصرف می‌کنند.

*با واکنش هسته‌ای می‌شه طلا هم تولید کرد؟*

- تبدیل عنصرهای دیگر به طلا، یعنی کیمیاگری، آرزوی دیرینه‌ی ما انسان‌هاست!

*باید بگم که* با رشد علم شیمی و فیزیک انسان می‌تواند طلا را تولید کند.

*پس چرا صبح تا شب نمی‌شینن طلا درست کنن؟*

- *مگه قرمه سبزیه؟!* هزینه‌ی تولید آن، آن‌قدر زیاد است که صرفه‌ی اقتصادی ندارد.

رادیوایزوتوپ‌ها بسیار خطرناک هستند، ولی با پیشرفت دانش و فناوری، بشر موفق به مهار و بهره‌گیری از آن‌ها شده است به طوری که از آن‌ها در پزشکی، کشاورزی و سوخت در نیروگاه‌های اتمی استفاده می‌شود.

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

- **اورانیم**، شناخته شده‌ترین فلز پرتوزایی است که تنها یکی از ایزوتوپ‌های آن ($^{235}U$)، اغلب به عنوان سوخت در رآکتورهای اتمی به کار می‌رود. فراوانی این ایزوتوپ در مخلوط طبیعی کم‌تر از ۰/۷ درصد است.

- **غنی‌سازی ایزوتوپی**، فرایندی مهم در چرخه‌ی تولید سوخت هسته‌ای است؛ دانشمندان هسته‌ای کشورمان با تلاش بسیار، با استفاده از این فرایند، موفق شدند مقدار این ایزوتوپ اورانیم ($^{235}U$) را در مخلوط ایزوتوپ‌های آن، افزایش دهند.

برخی رادیوایزوتوپ‌های تولیدشده در ایران

- یکی از چالش‌های صنایع هسته‌ای، دفع پسماند هسته‌ای است، زیرا پسماند رآکتورهای اتمی هنوز خاصیت پرتوزایی داشته و خطرناک است.
- دود سیگار و قلیان، مقدار قابل توجهی مواد پرتوزا دارد. به همین دلیل اغلب افرادی که به سرطان ریه دچار می‌شوند، سیگاری هستند.

- از رادیوایزوتوپ‌ها می‌توان برای تشخیص و درمان بیماری‌ها استفاده کرد.

## مثال و پاسخ

**مثال** **تودەهای سرطانی، سلول‌هایی هستند که رشد غیرعادی و سریع دارند. اساس استفاده از رادیوایزوتوپ‌ها برای تشخیص تودەی سرطانی را در شکل روبه‌رو می‌بینیم. با توجه به شکل، فرایند تشخیص بیماری را توضیح دهید. (به گلوکز حاوی اتم پرتوزا، گلوکز نشان‌دار می‌گویند.)**

**پاسخ** مقادیر اندکی از مادەی رادیوایزوتوپ (گلوکز نشان‌دار) به بدن بیمار تزریق می‌شود. این ماده در جریان خون پخش می‌شود و هر بافتی مقداری از آن را جذب می‌کند. سلول‌های سرطانی به دلیل رشد سریع، مقدار بیشتری از مادەی رادیوایزوتوپ را جذب می‌کنند.

با افزایش مقدار رادیوایزوتوپ در سلول‌های سرطانی، امکان عکس‌برداری و تشخیص بیماری فراهم می‌شود.

## سؤال‌های امتحانی

**جملات زیر را با کلمات مناسب کامل کنید.**

**۴۶- تاکنون ۱۱۸ عنصر شناخته شده است که فقط ..... آن در طبیعت یافت می‌شود.**

**۴۷- نخستین عنصری که در آزمایشگاه ساخته شد، عنصر ..... بود.**

**۴۸- پسماندهای رآکتورهای اتمی هنوز خاصیت ..... دارند و ..... هستند.**

**درستی یا نادرستی جملات زیر را تعیین کرده و شکل صحیح موارد نادرست را بنویسید.**

**۴۹- از عنصر تکنسیم می‌توان در درمان بیماری‌ها استفاده کرد.**

**۵۰- با افزایش مقدار اتم تکنسیم در غدەی تیروئید، امکان تصویربرداری فراهم می‌شود.**

**۵۱- دلیل جذب یون حاوی تکنسیم به وسیله‌ی غدەی تیروئید، بار مشابه یون حاوی تکنسیم با یون یدید است.**

**۵۲- عنصر تکنسیم تنها در رآکتور هسته‌ای تولید می‌شود.**

**۵۳- ما می‌توانیم مقادیر زیادی از عنصر تکنسیم را بسازیم و نگه‌داری کنیم.**

**۵۴- کیمیاگری، تبدیل عنصر مس به طلا، هزینه‌ی بسیار زیادی دارد.**

**۵۵- ایزوتوپ‌های اورانیم به عنوان سوخت رآکتورهای اتمی به کار می‌روند.**

۵۶- تمامی عناصر موجود در طبیعت مخلوطی از چند ایزوتوپ هستند.

۵۷- ایزوتوپ‌های یک عنصر را می‌توان به صورت «طبیعی و مصنوعی» و «پایدار و ناپایدار» دسته‌بندی کرد.

به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

۵۸- با استفاده از واژه‌های داده‌شده، عبارت‌ها و شکل را کامل کنید. (۴ واژه اضافی است.)

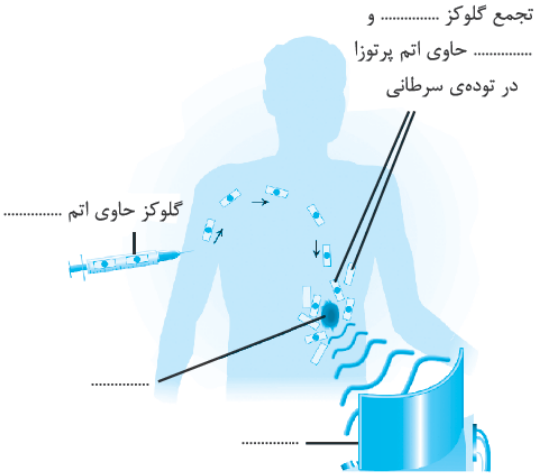
آشکارسازپرتو - یدید - گلوکز - $^{235}U$ - $^{99}Tc$ - اورانیم - معمولی - هزینه - تیروئید - ماندگاری - آهن - توده‌ی سرطانی - پرتوزا

الف) از تکنسیم برای تصویربرداری ..... استفاده می‌شود، زیرا یون حاوی تکنسیم اندازه‌ی مشابهی با ..... دارد.

ب) تکنسیم را نمی‌توان به مقدار زیاد تهیه و نگه‌داری کرد، زیرا ..... آن کم است.

پ) شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزا، ..... است، که ایزوتوپ ..... به عنوان سوخت در رآکتورهای اتمی کاربرد دارد.

ت)




۵۹- با در نظر گرفتن شعاع یون یدید (۲۲۰ pm)، شعاع یون حاوی تکنسیم به کدام عدد نزدیک‌تر است؟

۳۰۵ pm ☐ ۲۲۵ pm ☐ ۱۵۰ pm ☐

۶۰- چه تعداد عنصر در طبیعت یافت می‌شود؟

۹۲ ☐ ۲۶ ☐

۶۱- هر یک از عبارت‌های داده‌شده در ستون A با یک مورد از ستون B ارتباط دارد، آن را پیدا کرده و به هم ربط دهید. (برخی از موارد ستون B اضافی هستند.)

| ستون A | ستون B |
|---|---|
| الف) نخستین عنصر ساخت بشر | a) نیم‌عمر |
| ب) در تشخیص بیماری‌ها کاربرد دارد | b) غنی‌سازی ایزوتوپی |
| پ) شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزا | c) راکتور اتمی |
| ت) یکی از مراحل مهم چرخه‌ی تولید سوخت هسته‌ای | d) تکنسیم |
| | e) رادیوایزوتوپ |
| | f) اورانیم |

## ۴ (صفحه‌های ۹ تا ۱۳ کتاب درسی)

### طبقه‌بندی عناصر

طبقه‌بندی کمک می‌کند که ۱۱۸ عنصر شناخته‌شده را با یک معیار و چیدمان خاصی در جدولی قرار دهیم؛ در این صورت می‌توانیم اطلاعات ارزشمندی را درباره‌ی ویژگی‌های عنصرها به دست آوریم و براساس آن رفتار عنصرهای گوناگون را پیش‌بینی کنیم.

# پاسخ سؤال‌های امتحانی

۱- هیدروژن ـ آهن ۲- انفجاری مهیب یا مهبانگ

۳- هیدروژن ـ هلیم ـ سحابی ۴- درست

۵- نادرست، مأموریت فضاپیماها تهیه و ارسال شناسنامه‌ي فیزیکی و شیمیایی آن‌ها بود.

۶- درست، با توجه به شکل صفحه‌ی ۳ کتاب درسی

۷- نادرست، با توجه به شکل صفحه‌ی ۳ کتاب درسی، ترتیب درست عناصر، آهن، اکسیژن، سیلیسیم و منیزیم است.

۸- نادرست، هر چه **دمای** ستاره بیشتر باشد، شرایط تشکیل عنصرهای سنگین‌تر فراهم می‌شود.

۹- نادرست **واکنش‌های هسته‌ای موجود در ستاره‌ها باعث تولید عنصرها می‌شوند.**

۱۰- درست، با توجه به شکل صفحه‌ی ۴ کتاب درسی

۱۱- الف) سومین ـ پنجمین ب) اکسیژن پ) آهن ت) سحابی ـ هیدروژن

۱۲- الف) $(He, H)$ e ب) d (سحابی) پ) b (ستاره)

۱۳-

۱۴-

$$m = ۰/۰۰۵\ g = ۵\times۱۰^{-۳}\ g \times \frac{۱\ kg}{۱۰۰۰\ g} = ۵\times۱۰^{-۶}\ kg$$

$$c = ۳\times۱۰^{۸}\ m/s$$

$$E = mc^{۲} = (۵\times۱۰^{-۶})\times(۳\times۱۰^{۸})^{۲} = ۴۵\times۱۰^{۱۰}\ J \times \frac{۱\ kJ}{۱۰۰۰\ J} = ۴۵\times۱۰^{۷}\ kJ$$

۱۵-

$$E = mc^{۲},\ E = ۷/۲\times۱۰^{۸}\ kJ \times \frac{۱۰۰۰\ J}{۱\ kJ} = ۷/۲\times۱۰^{۱۱}\ J$$

$$C = ۳\times۱۰^{۸}\ m/s$$

$$\Rightarrow ۷/۲\times۱۰^{۱۱}\ J = m\times(۳\times۱۰^{۸})^{۲} \Rightarrow m = ۸\times۱۰^{-۶}\ kg \times \frac{۱۰۰۰\ g}{۱\ kg} = ۸\times۱۰^{-۳}\ g$$

در اثر این واکنش هسته‌ای، ۰/۰۰۸ گرم ماده به انرژی تبدیل شده است.

۱۶- الف)

$$E = ۹۳۶\ kJ \times \frac{۱۰۰۰\ J}{۱\ kJ} = ۹۳۶\times۱۰^{۳}\ J$$

$$c = ۳\times۱۰^{۸}\ m/s$$

$$E = mc^{۲} \Rightarrow ۹۳۶\times۱۰^{۳} = m\times(۳\times۱۰^{۸})^{۲} \Rightarrow m = ۱/۰۴\times۱۰^{-۱۱}\ kg \times \frac{۱۰۰۰\ g}{۱\ kg} = ۱/۰۴\times۱۰^{-۸}\ g$$

ب) خیر پ) بله **در واکنش‌های شیمیایی قانون بقای جرم برقرار است.**

۱۷- الف)

$$E = ۲/۱۶\times۱۰^{۸}\ kJ \times \frac{۱۰۰۰\ J}{۱\ kJ} = ۲/۱۶\times۱۰^{۱۱}\ J$$

$$c = ۳\times۱۰^{۸}\ m/s$$

$$E = mc^{۲} \Rightarrow ۲/۱۶\times۱۰^{۱۱} = m\times(۳\times۱۰^{۸})^{۲} \Rightarrow m = ۲/۴\times۱۰^{-۶}\ kg \times \frac{۱۰۰۰\ g}{۱\ kg} = ۰/۰۰۲۴\ g$$

ب) بله پ) خیر **در واکنش‌های هسته‌ای قانون بقای جرم برقرار نیست.**

۱۸- **$\Delta m$ = مجموع جرم فراورده‌ها − مجموع جرم واکنش‌دهنده‌ها**

$$\Delta m = [۱۴/۰۰۳۱ + ۱/۰۰۸۷] - [۱۴/۰۰۳۲ + ۱/۰۰۷۸] = ۰/۰۰۰۸\ g$$

$$m = ۰/۰۰۰۸\ g = ۸\times۱۰^{-۴}\ g \times \frac{۱\ kg}{۱۰۰۰\ g} = ۸\times۱۰^{-۷}\ kg$$

$$c = ۳\times۱۰^{۸}\ m/s$$

$$E = mc^{۲} = (۸\times۱۰^{-۷})\times(۳\times۱۰^{۸})^{۲} = ۷/۲\times۱۰^{۱۰}\ J \times \frac{۱\ kJ}{۱۰۰۰\ J} = ۷/۲\times۱۰^{۷}\ kJ$$

۱۹- $E = ۴/۵\times۱۰^{۷}\ kJ \times \frac{۱۰۰۰\ J}{۱\ kJ} = ۴/۵\times۱۰^{۱۰}\ J$

$c = ۳\times۱۰^{۸}\ m/s$

$E = mc^{۲} \Rightarrow ۴/۵\times۱۰^{۱۰} = m\times(۳\times۱۰^{۸})^{۲} \Rightarrow m = ۵\times۱۰^{-۷}\ kg \times \frac{۱۰۰۰\ g}{۱\ kg} = ۵\times۱۰^{-۴}\ g = ۰/۰۰۰۵\ g$

$\Delta m =$ مجموع جرم فراورده‌ها − مجموع جرم واکنش‌دهنده‌ها

$۰/۰۰۰۵ = [m\,{}^{۷}Li + ۱/۰۰۷۸] - [(۲\times ۴/۰۰۲۶)] \Rightarrow m\,{}^{۷}Li = ۶/۹۹۷۹\ g$

۲۰- یکسان ـ تفاوت

۲۱- پایدار

۲۲- ۱/۵ ـ متلاشی

۲۳- نادرست، تفاوت نوترون‌ها و الکترون‌ها در ${}^{۳۹}_{۱۹}K$ $(۱۹\,p, ۲۰\,n, ۱۹\,e)$ برابر ۱ و تفاوت نوترون‌ها و الکترون‌ها در ${}^{۷}_{۳}Li^{+}$ $(۳\,p, ۴\,n, ۲\,e)$ برابر ۲ است.

۲۴- نادرست، تفاوت الکترون و پروتون به بار ذره بستگی دارد. این تفاوت در $Cl^{-}$ برابر ۱ در $O^{۲-}$ برابر ۲ است.

۲۵- نادرست **منیزیم در طبیعت دارای ۳ ایزوتوپ ${}^{۲۴}_{۱۲}Mg$، ${}^{۲۵}_{۱۲}Mg$ و ${}^{۲۶}_{۱۲}Mg$ است.**

۲۶- نادرست، عناصر سبک مانند هیدروژن $({}_{۱}H)$ هم، ایزوتوپ‌های پرتوزا و مصنوعی دارند که در طبیعت وجود ندارد مانند ${}^{۷}_{۱}H$.

۲۷- الف) ندارند ب) پروتون‌ها پ) اغلب ـ برخی ت) اغلب ـ بیش از ۲/۵

۲۸- الف) $({}^{۲۶}_{۱۲}E)g$ ب) $({}^{۹}_{۴}C)c$ پ) $(۵)f$ ت) $({}^{۸}_{۴}D)e$ ث) $h$ (تعداد پروتون‌ها)

۲۹- $Z$ (عدد اتمی) تعداد پروتون‌های اتم و $A$ (عدد جرمی) مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های اتم را مشخص می‌کند.

۳۰- **در اتم‌ها تعداد پروتون‌ها و الکترون‌ها برابر است.**

| اتم | تعداد پروتون | تعداد نوترون | تعداد الکترون |
|---|---|---|---|
| ${}^{۵۷}_{۲۶}Fe$ | ۲۶ | ۳۱ | ۲۶ |
| ${}^{۱۸۷}_{۷۵}Re$ | ۷۵ | ۱۱۲ | ۷۵ |
| ${}^{۲۳۸}Am$ | ۹۵ | ۱۴۳ | ۹۵ |

۳۱-

| ذره | تعداد پروتون | تعداد نوترون | تعداد الکترون | بار الکتریکی |
|---|---|---|---|---|
| ${}^{۱۹}_{۹}F^{-}$ | ۹ | ۱۰ | ۱۰ | −۱ |
| ${}^{۳۹}_{۱۹}K^{+}$ | ۱۹ | ۲۰ | ۱۸ | +۱ |
| ${}^{۵۲}_{۲۴}Cr^{۳+}$ | ۲۴ | ۲۸ | ۲۱ | +۳ |

۳۲- **به‌جز در اتم هیدروژن ${}^{۱}_{۱}H$، در تمامی ذرات عموماً تعداد نوترون‌ها ≤ پروتون‌ها (الکترون‌ها) است.**

از ${}^{۷۸}X$ می‌فهمیم که:

$Z + n = ۷۸$ ← ${}^{۷۸}X$

$\begin{cases} Z+n=۷۸ \\ n-Z=۱۰ \end{cases} \xrightarrow{Z\text{ را می‌خواهیم}} \begin{cases} Z+n=۷۸ \\ -n+Z=-۱۰ \end{cases} \xrightarrow[\text{جمع می‌کنیم}]{\text{دو معادله را با هم}} ۲Z = ۷۸-۱۰ \Rightarrow Z = ۳۴ \Rightarrow {}^{۷۸}_{۳۴}X$

۳۳- **در کاتیون‌ها تعداد الکترون‌ها از پروتون‌ها کم‌تر است.**

از ${}^{۲۰۱}X^{۲+}$ می‌فهمیم که:

$Z + n = ۲۰۱$ ← ${}^{۲۰۱}_{۲+}X$ → $Z - e = ۲$

$\begin{cases} Z+n=۲۰۱ \\ Z-e=۲ \\ n-e=۴۳ \end{cases} \xrightarrow{Z\text{ را می‌خواهیم}} \begin{cases} Z+n=۲۰۱ \\ Z-e=۲ \\ -n+e=-۴۳ \end{cases} \xrightarrow[\text{جمع می‌کنیم}]{\text{سه معادله را با هم}} ۲Z = ۲۰۱+۲-۴۳ \Rightarrow Z = ۸۰$

۳۴- $A = ۲Z + ۲۵ \Rightarrow Z + n = ۲Z + ۲۵ \Rightarrow Z - n = -۲۵$

$\begin{cases} Z-n=-۲۵ \\ n+e=۱۳۵ \\ Z-e=۲ \end{cases} \xrightarrow[\text{جمع می‌کنیم}]{\text{سه معادله را با هم}} ۲Z = -۲۵+۱۳۵+۲ \Rightarrow Z = ۵۶$

**۳۵- در آنیون‌ها تعداد الکترون‌ها از پروتون‌ها بیشتر است.**

از $^{34}X^{2-}$ می‌فهمیم که:

$$Z+n=34 \leftarrow {}^{34}_{}X^{2-} \rightarrow Z-e=-2$$

$$\frac{n}{Z}=1/125 \Rightarrow 1/125Z-n=0$$

$$\begin{cases}1/125Z-n=0\\Z+n=34\end{cases} \xrightarrow[\text{جمع می‌کنیم}]{\text{دو معادله را با هم}} 2/125Z=34 \Rightarrow Z=16\ ,\ n=18\ ,\ e=18 \Rightarrow \frac{e}{n}=\frac{18}{18}=1$$

**۳۶-** از $^{127}X^{-}$ می‌فهمیم که:

$$Z+n=127 \leftarrow {}^{127}_{}X^{-} \rightarrow Z-e=-1$$

$$\begin{cases}Z+n=127\\Z-e=-1\\n-e=20\end{cases} \xrightarrow{e\text{ را می‌خواهیم}} \begin{cases}Z+n=127\\-Z+e=+1\\-n+e=-20\end{cases} \xrightarrow[\text{جمع می‌کنیم}]{\text{سه معادله را با هم}} 2e=127+1-20 \Rightarrow \underbrace{e=54}_{\text{برای یون } X^-}$$

دقت کنید که سؤال تعداد الکترون‌ها را در اتم X از ما می‌خواهد. $\underbrace{e=53}_{\text{در اتم X}}$

**۳۷-** a و c **ایزوتوپ‌ها تعداد پروتون یکسان و تعداد نوترون متفاوت دارند.**

**۳۸-** $^{42}_{20}D$ **ایزوتوپ‌ها عدد اتمی (Z) یکسان و عدد جرمی (A) متفاوت دارند.**

**۳۹-** مدت زمانی را که طول می‌کشد تا نصف یک ایزوتوپ ناپایدار متلاشی شود، نیم‌عمر می‌گوییم. نیم‌عمر هر ایزوتوپ، نشان می‌دهد که آن ایزوتوپ، تا چه اندازه پایدار است.

**۴۰-** الف) هسته‌ی اتم (۳)، زیرا نسبت تعداد نوترون‌ها به پروتون‌ها در آن بزرگ‌تر از ۱/۵ است. $\text{هسته‌ی اتم (۳)}: \frac{\text{تعداد نوترون‌ها}}{\text{تعداد پروتون‌ها}}=\frac{2}{1}=2>1/5$

ب) اتم‌های (۲) و (۴) ایزوتوپ یکدیگر هستند، زیرا تعداد پروتون‌های برابر دارند اما تعداد نوترون‌های آن‌ها متفاوت است.

پ) $\left.\begin{matrix}\text{عدد اتمی = تعداد پروتون‌ها} = 3\\ \text{عدد جرمی = مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها} = 6 = 3+3\end{matrix}\right\} \Leftarrow {}^{6}_{3}X$

**۴۱-** در هر ۳۰ اتم X، ۶ اتم $^{a}X$ و ۲۴ اتم $^{b}X$ وجود دارد.

$$\text{درصد فراوانی } {}^{a}X = \frac{6}{30}\times 100 = 20\%$$

$$\text{درصد فراوانی } {}^{b}X = \frac{24}{30}\times 100 = 80\%$$

**۴۲-** **مجموع درصد فراوانی ایزوتوپ‌های یک عنصر برابر ۱۰۰ است.** بنابراین:

$$\frac{F_{a+1X}}{F_{a_X}}=0/25 \Rightarrow F_{a+1X}=0/25\ F_{a_X} \quad (I)$$

$$F_{a+1X}+F_{a_X}=100 \xrightarrow{(I)} 0/25F_{a_X}+F_{a_X}=100 \Rightarrow F_{a_X}=80 \Rightarrow F_{a+1X}=20$$

**۴۳-** به ازای ۱ اتم $^{a}X$، ۲ اتم $^{b}X$ وجود دارد:

$$F_{b_x}=2F_{a_x}$$

*آقا خب خود سؤال گفته هر اتم $^{a}X$ هم ارز با ۲ اتم $^{b}X$ است. چرا $F_{a_X}=2F_{b_X}$ نمی‌نویسیم؟!*

*- وقتی می‌گیم به ازای ۱ اتم $^{a}X$، ۲ اتم $^{b}X$ وجود داره یعنی تعداد اتم‌های $^{b}X$ بیشتره!*

*بنابراین باید هر چندتا که $^{a}X$ داریم رو در ۲ ضرب کنیم تا به تعداد $^{b}X$ برسیم.*

*همیشه هواست به این‌که کدوم بیشتره باشه تا معادله رو درست بنویسی!*

$$F_{b_X}=2F_{a_X} \quad (I)$$

$$F_{c_X}=3F_{b_X} \xrightarrow{(I)} F_{c_X}=3(2F_{a_X})=6F_{a_X} \quad (II)$$

$$F_{a_X}+F_{b_X}+F_{c_X}=100 \xrightarrow{(II),(I)} F_{a_X}+2F_{a_X}+6F_{a_X}=100$$

$$\Rightarrow F_{a_X}=\frac{100}{9}=11/1\% \xrightarrow{(I)} F_{b_X}=22/2\% \xrightarrow{(II)} F_{c_X}=66/6\%$$

*آقا اینا که جمعشون ۱۰۰ نمیشه!*

*- اگه همه‌ی اعشاراشو می‌نوشتیم و جمع می‌کردیم ۱۰۰ می‌شد.*

**۴۴-**

$$F_{a_{1A}}=20\% \ (I) \quad , \quad \frac{F_{a_{2A}}}{F_{a_{3A}}}=4 \Rightarrow F_{a_{2A}}=4F_{a_{3A}} \ (II)$$

$$F_{a_{1A}}+F_{a_{2A}}+F_{a_{3A}}=100 \xrightarrow{(II),(I)} 20+4F_{a_{3A}}+F_{a_{3A}}=100 \Rightarrow F_{a_{3A}}=\frac{100-20}{5}=16\% \xrightarrow{(II)} F_{a_{2A}}=64\%$$

۴۵- الف) عدد اتمی آن‌ها یکسان ولی عدد جرمی آن‌ها متفاوت است؛ بنابراین این اتم‌ها ایزوتوپ‌های عنصر لیتیم ($_{3}Li$) هستند.

ب) ۲ ایزوتوپ. تنها ایزوتوپ‌های $^{6}_{3}X$ و $^{7}_{3}X$ طبیعی بوده و بقیه ساختگی‌اند.

پ) **هر ایزوتوپی که دارای نیم‌عمر است، پرتوزاست.** بنابراین:

۷ ایزوتوپ. ایزوتوپ‌های $^{4}_{3}X$ ، $^{5}_{3}X$ ، $^{8}_{3}X$ ، $^{9}_{3}X$ ، $^{10}_{3}X$ ، $^{11}_{3}X$ و $^{12}_{3}X$ همگی پرتوزا هستند.

ت) **هر چه نیم‌عمر یک ایزوتوپ کم‌تر باشد، ناپایدارتر است.** بنابراین:

ایزوتوپ $^{4}_{3}X$ با نیم‌عمر $7/6\times10^{-23}s$ از همه ناپایدارتر است.

۴۶- ۹۲ عنصر

۴۷- تکنسیم

۴۸- پرتوزایی ـ خطرناک

۴۹- نادرست، از تکنسیم در تصویربرداری پزشکی استفاده می‌شود.

۵۰- نادرست **با افزایش مقدار یون حاوی تکنسیم در غده‌ی تیروئید، امکان تصویربرداری فراهم می‌شود.**

۵۱- نادرست **دلیل جذب یون حاوی تکنسیم به وسیله‌ی غده‌ی تیروئید، اندازه‌ی مشابه یون حاوی تکنسیم با یون ید است.**

۵۲- نادرست، تکنسیم هم در رآکتور هسته‌ای و هم در مولد هسته‌ای تولید می‌شود.

۵۳- نادرست، زمان ماندگاری (نیم‌عمر) $^{99}_{T_c}$ کم است و نمی‌توان مقادیر زیادی از این عنصر را تهیه و برای مدت طولانی نگه‌داری کرد.

۵۴- نادرست، کیمیاگری یعنی تبدیل عنصرهای دیگر به طلا.

۵۵- نادرست **تنها یکی از ایزوتوپ‌های اورانیم به عنوان سوخت رآکتورهای اتمی به کار می‌رود.**

۵۶- نادرست، اغلب عنصرهای طبیعی مخلوطی از چند ایزوتوپ هستند.

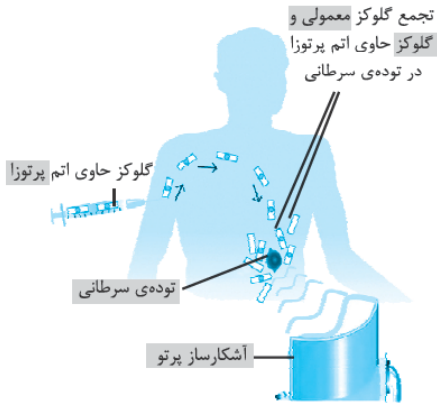
۵۷- درست

۵۸- الف) تیروئید ـ ید

ب) ماندگاری

پ) اورانیم ـ $^{235}U$

ت)




۵۹- ۲۲۵ pm، یون حاوی تکنسیم اندازه‌ی مشابهی با یون ید دارد.

۶۰- ۹۲ عنصر

۶۱- الف) d، تکنسیم

ب) e، رادیوایزوتوپ

پ) f، اورانیم

ت) b، غنی‌سازی ایزوتوپی

۶۲- خواص شیمیایی

۶۳- مشابه

۶۴- عدد اتمی

۶۵- نادرست، براساس افزایش عدد اتمی

۶۶- نادرست، **خواص عناصر در یک گروه شبیه به هم است نه در یک دوره.** با پیدایش دوره‌ها از چپ به راست، خواص عناصر به طور مشابهی **تکرار** می‌شود.

۶۷- درست، کلر عضو گروه ۱۷، می‌تواند یون $Cl^-$ تشکیل دهد. بنابراین عناصر هم‌گروه با Cl می‌توانند یون $X^-$ تشکیل دهند.

*برای حل سؤال‌های ۵۷ تا ۶۴ باید یه جدول کنار دستت باشه!*

۶۸- نادرست، عنصر $^{35}_{17}X$، کلر ( Cl ) بوده و در گروه ۱۷ قرار دارد و می‌تواند یون پایدار $X^-$ تشکیل دهد.

۶۹- درست، $^{38}_{18}Y$ گاز نجیب آرگون ( Ar ) در گروه ۱۸ است و میل به واکنش‌پذیری ندارد.

۷۰- الف) $(_{8}O)d$

ب) i (گروه ۱۷)

پ) $(_{38}Sr)f$

ت) $(_{36}Kr)h$

ث) $(_{32}Ge)c$