# فهرست

## فصل ۱ کیهان، زادگاه الفبای هستی


- تست‌های سری A ..... ۸
- تست‌های سری Z ..... ۵۰
- پاسخ‌نامهٔ کلیدی ..... ۵۲
- پاسخ‌نامهٔ تشریحی ..... ۵۳


## فصل ۲ ردپای گازها در زندگی


- تست‌های سری A ..... ۱۷۷
- تست‌های سری Z ..... ۲۱۵
- پاسخ‌نامهٔ کلیدی ..... ۲۱۹
- پاسخ‌نامهٔ تشریحی ..... ۲۲۰


## فصل ۳ آب، آهنگ زندگی


- تست‌های سری A ..... ۳۴۲
- تست‌های سری Z ..... ۳۸۳
- پاسخ‌نامهٔ کلیدی ..... ۳۸۶
- پاسخ‌نامهٔ تشریحی ..... ۳۸۷

- کنکور سراسری ۹۸ ..... ۴۹۹
- پاسخ‌نامهٔ تشریحی ..... ۵۰۳

## مقدمه‌ای بر پیدایش عنصرها

*مارو ببخشین! مجبوریم با چند سؤال غیر شیمیایی! شروع کنیم!*

**۱- کدام مطلب درست است؟**

۱) پاسخ این پرسش که «هستی چگونه پدید آمده است؟»، همانند پرسش «جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟» در قلمرو علم تجربی نمی‌گنجد.

۲) در آخرین تصویری که وویجر ۱ از کرهٔ زمین گرفت، این فضاپیما در فاصلهٔ هفت میلیون کیلومتری از زادگاه خود قرار داشت.

۳) علم تجربی تلاشی گسترده را برای یافتن پاسخ پرسش «پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟» انجام داده است.

۴) مأموریت فضاپیماهای وویجر ۱ و ۲، عبور از کنار ماه و سیارهٔ مریخ و تهیه و ارسال اطلاعاتی از این دو جرم آسمانی بود.

**۲- چند مورد، عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌نمایند؟**

**«دو فضاپیمای وویجر ۱ و ۲ مأموریت داشتند با گذر از کنار سیاره‌هایی از جمله .....، شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی آن‌ها، حاوی اطلاعاتی مانند ..... را تهیه کنند و بفرستند.»**

**آ) ناهید، زحل و اورانوس ــ ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آن‌ها و ترکیب درصد این مواد**

**ب) مشتری، اورانوس و نپتون ــ نوع عنصرهای سازنده و ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آن‌ها**

**پ) تیر، ناهید و مشتری ــ نوع عنصرهای سازنده و ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آن‌ها**

**ت) زحل، اورانوس و نپتون ــ ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آن‌ها و ترکیب درصد این مواد**

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

**۳- چند مورد از مطالب زیر، دربارهٔ سیارهٔ مشتری، درست‌اند؟**

**آ) فراوان‌ترین عنصر موجود در آن، هلیم است.**

**ب) هیچ عنصر فلزی در آن وجود ندارد.**

**پ) برخلاف زمین، بیشتر از جنس گاز است.**

**ت) بزرگ‌ترین سیارهٔ منظومهٔ شمسی به شمار می‌رود.**

**ث) دو عنصر اکسیژن و گوگرد، از عنصرهای مشترک این سیاره با زمین هستند.**

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

**۴- کدام عبارت دربارهٔ زمین، نادرست است؟**

۱) فراوان‌ترین نافلز آن عنصری است که در سیارهٔ مشتری یافت نمی‌شود.

۲) اغلب عنصرهای فراوان آن در دمای اتاق، به حالت جامد هستند.

۳) در بین عنصرهای سازندهٔ آن، هم فلز و هم نافلز وجود دارد.

۴) بیشتر از جنس سنگ است.

*خب! بریم سراغ یک سؤال چغر و بدبدن!*

**۵- چه تعداد از مقایسه‌های زیر در مورد زمین و مشتری و ۸ عنصر اصلی سازندهٔ آن‌ها درست‌اند؟**

**آ) درصد فراوانی فراوان‌ترین عنصر: زمین < مشتری**

**ب) فاصله از خورشید: مشتری > زمین**

**پ) درصد فراوانی عناصر مشترک: مشتری > زمین**

**ت) چگالی: زمین < مشتری**

**ث) رتبهٔ فراوانی گوگرد: مشتری > زمین**

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

**۶- کدام موارد از مطالب زیر، درست‌اند؟**

**آ) عنصرها به صورت همگون در جهان هستی توزیع شده‌اند.**

**ب) برخی از دانشمندان بر این باورند که سرآغاز کیهان با انفجاری مهیب (مهبانگ) همراه بوده است.**

**پ) در اثر مهبانگ، انرژی عظیمی آزاد شده و ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، نوترون و پروتون به وجود آمدند.**

**ت) نخستین عنصری که پس از مهبانگ پا به عرصهٔ جهان گذاشت، هلیم بود.**

۱) آ و پ ۲) ب و ت ۳) آ و ت ۴) ب و پ

**۷- همهٔ گزینه‌های زیر، درست‌اند، به‌جز:**

۱) سحابی‌ها مجموعه‌های گازی شامل هیدروژن و هلیم هستند که سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شدند.

۲) درون ستاره‌ها در دماهای بسیار بالا، واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد.

۳) ستارگان را می‌توان کارخانهٔ تولید عنصرها دانست.

۴) انرژی گرمایی و نور خیره‌کنندهٔ نزدیک‌ترین ستاره به زمین به دلیل تبدیل هلیم به هیدروژن در آن است.

**۸- کدام عبارت نادرست است؟**

۱) با بررسی نوع و مقدار عنصرهای سازندهٔ برخی سیاره‌های سامانهٔ خورشیدی و مقایسهٔ آن با عنصرهای سازندهٔ خورشید، می‌توان به درک بهتری از چگونگی تشکیل عنصرها دست یافت.

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

۳) پس از مهبانگ، عنصر آهن زودتر از عنصر کربن پدید آمد.

۴) نوع و میزان فراوانی عنصرها در دو سیارهٔ زمین و مشتری متفاوت است؛ در حالی که عنصرهای مشترکی نیز در این دو سیاره وجود دارد.

**۹- چند مورد از مطالب زیر، نادرست‌اند؟**

**آ) فراوان‌ترین عنصر سیارهٔ مشتری، نخستین عنصری است که پس از مهبانگ به وجود آمده است.**

**ب) مرگ یک ستاره اغلب با یک انفجار بزرگ همراه است که سبب می‌شود عنصرهای تشکیل‌شده در آن، در فضا پراکنده شود.**

**پ) پس از مهبانگ، با گذشت زمان و افزایش دما، گازهای هیدروژن و هلیم تولیدشده، مجموعه‌های گازی به نام سحابی را ایجاد کردند.**

**ت) با انجام واکنش‌های هسته‌ای درون ستاره‌ها، عنصرهای سنگین‌تر به عنصرهای سبک‌تر تبدیل می‌شوند.**

**ث) مقدار انرژی آزادشده در واکنش‌های هسته‌ای بسیار بیشتر از انرژی مبادله‌شده در واکنش‌های شیمیایی است.**

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

**۱۰- با توجه به شکل زیر که روند تشکیل عنصرها را نشان می‌دهد، کدام گزینه نادرست است؟**

۱) عنصر تولیدشده در مرحلهٔ A، دومین عنصر فراوان سیارهٔ مشتری است.

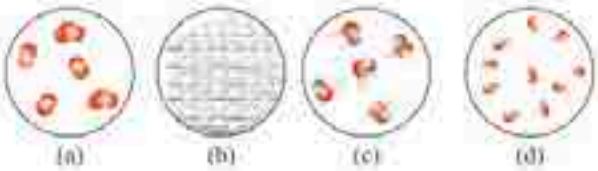
۲) عنصرهای تولیدشده در مرحلهٔ B، در دماهای بسیار بالا و با انجام واکنش‌های هسته‌ای به عنصرهای سنگین‌تر تبدیل می‌شوند.

۳) پیش از پیدایش عنصر هیدروژن، ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، پروتون و نوترون پا به عرصهٔ جهان گذاشته‌اند.

۴) عنصرهای تولیدشده در مرحلهٔ C، عنصرهای سنگینی مانند آهن، لیتیم و کربن هستند.

*یه سؤال برای یادآوری تعریف اتم، عنصر و مولکول از علوم سال‌های قبل!*

**۱۱- با توجه به ساختار ذره‌ای مواد نشان داده شده، چند مورد از عبارت‌های زیر درست‌اند؟**




- شکل (d) می‌تواند نمونه‌ای از عنصر هلیم باشد.
- در میان مواد داده‌شده، فقط واحد سازندهٔ یک ماده، مولکول‌های دواتمی است.
- در ساختارهای داده‌شده، یک عنصر فلزی وجود دارد.
- شکل (a)، مخلوط دو عنصر را نشان می‌دهد.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

**۱۲- کدام گزینه نادرست است؟**

۱) موادی مانند هلیم و منیزیم که از یک نوع اتم تشکیل شده‌اند، عنصر نامیده می‌شوند.

۲) نماد شیمیایی اتمی از آهن که ۲۶ پروتون و ۳۰ نوترون دارد، به صورت $^{۳۰}_{۲۶}Fe$ نوشته می‌شود.

۳) نماد همگانی اتم‌ها به صورت $^{A}_{Z}E$ است که در آن نماد E، حرف نخست واژهٔ Element به معنای عنصر است.

۴) در نماد شیمیایی یک عنصر، شمار پروتون‌ها سمت چپ، قسمت پایین نوشته می‌شود.

**۱۳- تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها در چند اتم، کم‌تر از ۴ است؟**

آ) $^{۵۶}_{۲۶}Fe$ ب) $^{۵۱}_{۲۴}Cr$ پ) $^{۲۷}_{۱۳}Al$ ت) $^{۷}_{۳}Li$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

**۱۴- اگر در اتم عنصر A، به ازای هر دو ذرهٔ باردار یک ذرهٔ خنثی وجود داشته باشد، نسبت عدد جرمی به عدد اتمی این عنصر کدام است؟**

۱) ۱/۲۵ ۲) ۱/۵ ۳) ۲ ۴) ۳

**۱۵- اگر $Hg^{۲+}$ دارای ۱۲۱ نوترون و ۷۸ الکترون باشد، عدد اتمی و عدد جرمی آن به ترتیب کدام‌اند؟ (اعداد را از راست به چپ بخوانید.)**

۱) ۷۶ و ۱۹۷ ۲) ۸۰ و ۲۰۱ ۳) ۷۶ و ۲۰۱ ۴) ۸۰ و ۱۹۷

**۱۶- در کدام گونهٔ شیمیایی، شمار الکترون‌ها با شمار نوترون‌ها برابر است؟**

۱) $^{۱}_{۱}H$ ۲) $^{۲۴}_{۱۲}Mg^{۲+}$ ۳) $^{۲۳}_{۱۰}Ne$ ۴) $^{۳۵}_{۱۷}Cl^{-}$

**۱۷- اگر یون $X^{-}$ دارای ۵۳ پروتون بوده و عدد جرمی آن برابر با ۱۲۷ باشد، تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌های این یون کدام است؟**

۱) ۲۰ ۲) ۲۱ ۳) ۷۳ ۴) ۷۴

**۱۸- شمار الکترون‌های کدام گونه با بقیه متفاوت است؟ ( $_{۶}C$ ، $_{۷}N$ ، $_{۸}O$ و $_{۹}F$ )** *(المپیاد شیمی ۹۰)*

۱) $NO_{۲}^{+}$ ۲) $CNO^{-}$ ۳) $OF_{۲}$ ۴) $CO_{۲}$

**۱۹- عدد جرمی $X^{+}$ برابر ۲۰۰ و شمار نوترون‌های آن ۱/۵ برابر شمار پروتون‌ها است. شمار الکترون‌های اتم عنصر X کدام است؟** *(المپیاد شیمی ۸۴)*

۱) ۷۸ ۲) ۷۹ ۳) ۸۰ ۴) ۸۱

**۲۰- عدد جرمی عنصری ۴۵ و تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌های هستهٔ آن برابر با ۳ است. شمار الکترون‌های این عنصر کدام است؟**

۱) ۲۱ ۲) ۲۲ ۳) ۲۳ ۴) ۲۴

**۲۱- با توجه به جدول زیر، اگر تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در دو اتم $^{A}_{Z}X$ و $^{A'}_{Z'}Y$ با هم برابر باشد، کدام گزینه نادرست است؟**

| یون | شمار الکترون‌ها | شمار نوترون‌ها |
|---|---|---|
| $X^{۳+}$ | ۳۶ | N |
| $Y^{۲-}$ | ۳۶ | ۴۵ |

۱) $N = ۵۰$

۲) $N - Z = ۱۱$

۳) $Z - Z' = ۵$

۴) $A = ۸۵$

**۲۲- اگر عدد جرمی اتم M برابر با ۱۳۹ و تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در یون $M^{۳+}$ برابر با ۲۸ باشد، شمار الکترون‌های یون $M^{۳+}$ کدام است؟**

۱) ۵۴ ۲) ۵۷ ۳) ۷۹ ۴) ۸۲

**۲۳- اگر اختلاف شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون $^{۷۹}Y^{۲-}$ برابر با ۹ باشد، شمار نوترون‌های این عنصر کدام است؟**

۱) ۳۴ ۲) ۳۶ ۳) ۴۳ ۴) ۴۵

**۲۴- عدد جرمی عنصر X برابر با ۳۱ است. اگر اختلاف شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون $X^{۳-}$ برابر با ۲ باشد، این یون چند پروتون دارد؟**

۱) ۱۳ ۲) ۱۵ ۳) ۱۶ ۴) ۱۸

## ایزوتوپ‌ها

**۲۵- همهٔ اتم‌های یک عنصر، جرم برابر ..... و چون شمار ..... های اتم‌های هر عنصر یکسان است، پس باید شمار ..... های آن‌ها ..... باشد.**

۱) دارند ـ پروتون ـ نوترون ـ برابر
۲) دارند ـ نوترون ـ پروتون ـ برابر
۳) ندارند ـ نوترون ـ پروتون ـ نابرابر
۴) ندارند ـ پروتون ـ نوترون ـ نابرابر

**۲۶- برای دو ایزوتوپ یک عنصر، کدام مورد یکسان است؟ (N شمار نوترون، Z عدد اتمی و A عدد جرمی است.)** *(المپیاد شیمی ۸۶)*

۱) $A+N$
۲) $A-N$
۳) $A-Z$
۴) $A+Z$

**۲۷- چند مورد از موارد داده‌شده، برای پرکردن عبارت زیر نامناسب است؟**

**«ایزوتوپ‌ها، اتم‌های یک عنصر هستند که ..... یکسان و ..... متفاوت دارند.»**

**آ) عدد جرمی ـ عدد اتمی**
**ب) شمار الکترون ـ خواص شیمیایی**
**پ) عدد اتمی ـ شمار الکترون**
**ت) خواص شیمیایی ـ عدد جرمی**

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

**۲۸- کدام‌یک از اتم‌های $^{131}_{Z}A$ ، $^{126}_{Z-1}B$ ، $^{132}_{Z}C$ ، $^{131}_{Z-1}D$ و $^{132}_{Z+1}E$ خواص شیمیایی یکسانی دارند ولی در خواص فیزیکی وابسته به جرم، با هم تفاوت دارند؟**

۱) A و D
۲) B و D
۳) A و B
۴) C و E

**۲۹- کدام عبارت درست است؟**

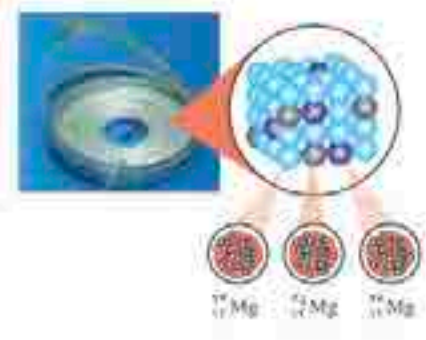
۱) همواره در یک نمونهٔ طبیعی از عنصری معین، اتم‌های سازنده، جرم یکسانی ندارند.
۲) یک نمونهٔ طبیعی از منیزیم، مخلوطی از سه هم‌مکان (ایزوتوپ) با فراوانی یکسان است.
۳) چگالی ایزوتوپ‌های یک عنصر برخلاف شمار الکترون‌های آن‌ها، با یکدیگر تفاوت دارند.
۴) همهٔ اتم‌های منیزیم در یک نمونهٔ طبیعی آن، خواص شیمیایی متفاوتی دارند.

**۳۰- چند مورد از مطالب زیر، درست‌اند؟**

**آ) اگر یون $X^{2+}$ دارای n نوترون و $n-2$ الکترون باشد، اتم $^{2n+2}_{n}Y$ می‌تواند یکی از ایزوتوپ‌های عنصر X باشد.**
**ب) شمار ایزوتوپ‌های منیزیم ($_{12}Mg$) در یک نمونهٔ طبیعی آن، $\frac{1}{4}$ شمار پروتون‌های این عنصر است.**
**پ) مجموع شمار ذرات زیراتمی در ایزوتوپ‌های یک عنصر، متفاوت است.**
**ت) ایزوتوپ‌های منیزیم عدد جرمی متفاوتی دارند اما در جدول دوره‌ای عنصرها، تنها یک مکان را اشغال می‌کنند.**

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

**۳۱- با توجه به شکل‌های زیر که ایزوتوپ‌های دو عنصر منیزیم و لیتیم را در یک نمونه طبیعی از آن‌ها نشان می‌دهد، کدام موارد از مطالب زیر، نادرست‌اند؟**




**آ) در ۹۶٪ از اتم‌های لیتیم، شمار نوترون‌ها بیشتر از شمار پروتون‌ها است.**
**ب) در سنگین‌ترین ایزوتوپ منیزیم، بیش از ۳۰٪ ذرات زیراتمی را پروتون تشکیل می‌دهد.**
**پ) اگر در نمونهٔ طبیعی عنصر منیزیم به ازای ۴ اتم $^{25}Mg$، ۶ اتم $^{26}Mg$ و ۳۰ اتم $^{24}Mg$ وجود داشته باشد، درصد فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ برابر با ۷۵٪ است.**
**ت) در هر دو عنصر، ایزوتوپ سبک‌تر درصد فراوانی بیشتری دارد.**

۱) آ و ب
۲) پ و ت
۳) ب و پ
۴) آ و ت

# پاسخ‌نامهٔ تشریحی

۱- گزینه ۳

## ۱ چگونه و چرا؟

*سلاااام! خیلی خوش اومدین!*

انسان‌ها *از همون قدیم‌الایام!* به دنبال کشف رازهای هستی و شناخت بیشتر جهان بودند.

توجه شواهد تاریخی که از سنگ‌نبشته‌ها! (*همون سنگ‌نوشته‌ها!*) و نقاشی‌های دیوار غارها به دست آمده است، نشان می‌دهد که انسان اولیه با نگاه به آسمان و مشاهدهٔ ستارگان در پی فهم نظام و قانونمندی در آسمان بوده است.

کتاب درسی، سه سؤال مطرح می‌کند و بعد می‌گوید آیا این سؤال‌ها در قلمرو علم تجربی قرار می‌گیرند یا نه؟

۱) «هستی چگونه پدید آمده است؟» این پرسش در قلمرو علم تجربی نمی‌گنجد و آدمی! تنها با مراجعه به چارچوب اعتقادی و بینش خود و ... می‌تواند به پاسخ درست این پرسش دست یابد.

۲) «جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟»

۳) «پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟»

*خوشبختانه!* برای پاسخ به این دو پرسش *می‌شه از* علم تجربی *کمک گرفت!* ما انسان‌ها با تلاشی گسترده در قلمرو علم تجربی، توانسته‌ایم دانش خود را دربارهٔ جهان مادی افزایش دهیم. شیمی‌دان‌های *عزیز!* هم با مطالعهٔ خواص و رفتار ماده، هم‌چنین برهم‌کنش نور با ماده در این راستا سهم بسزایی داشته‌اند. امروزه ما دربارهٔ کیهان و منشأ آن اطلاعاتی داریم که *اجداد پدری ما!* حتی نمی‌توانستند آن‌ها را تصور کنند اما این کافی نیست و تلاش ما هم‌چنان ادامه دارد!

مثال دانشمندان برای شناخت بیشتر سامانهٔ خورشیدی (*همون منظومهٔ شمسی!*) در سال ۱۹۷۷ میلادی ( ۱۳۵۶ شمسی) دو فضاپیمای **وویجر ۱ و ۲** *رو هوا کردند!* (به فضا فرستادند)؛ در مورد این فضاپیماها بد نیست بدانید که:

۱) این دو فضاپیما مأموریت داشتند که با عبور از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون، شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را تهیه کرده و به زمین بفرستند.

توجه این شناسنامه‌ها می‌توانند اطلاعاتی مانند نوع عنصرهای سازنده، ترکیب‌های شیمیایی موجود در اتمسفر آن‌ها و ترکیب درصد این مواد را داشته باشند.

۲) *متأسفانه!* این فضاپیماها از دسترس ما خارج شده‌اند. آخرین تصویر ارسالی از کرهٔ زمین توسط وویجر ۱ و از فاصلهٔ تقریبی ۷ میلیارد کیلومتری و پیش از خروج از سامانهٔ خورشیدی گرفته شده است[1].

پاسخ پرسش «پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟» در قلمرو علم تجربی بوده و علم تجربی تلاش گسترده‌ای را برای یافتن پاسخ این پرسش انجام داده است.

گزینهٔ (۱): پاسخ پرسش «هستی چگونه پدید آمده است؟» در قلمرو علم تجربی نمی‌گنجد اما پرسش «جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟» در قلمرو علم تجربی بوده و برای پاسخ به آن می‌توان از علم تجربی کمک گرفت.

گزینهٔ (۲): آخرین تصویر ارسالی از کرهٔ زمین توسط وویجر ۱ از فاصلهٔ تقریبی ۷ میلیارد کیلومتری بوده و نه هفت میلیون کیلومتری!

گزینهٔ (۴): مأموریت این دو فضاپیما، عبور از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون بود *و نه عبور از کنار ماه و مریخ!*

۲- گزینه ۲ موارد «ب» و «ت» عبارت داده‌شده را به درستی تکمیل می‌کنند.

۱- این دو فضاپیما بیش از ۳ دهه است که سامانهٔ خورشیدی را ترک کرده و به فضای بین‌ستاره‌ای وارد شده‌اند.

## ۲ منشتری و زمین

برای این‌که بفهمیم «عنصرها چگونه پدید آمدند؟» بررسی نوع و مقدار عنصرهای سازندهٔ برخی سیاره‌های سامانهٔ خورشیدی و مقایسهٔ آن با عنصرهای سازندهٔ خورشید *می‌تونه یه عالمه بهمون کمک کنه!*

**یادآوری** در علوم نهم خواندیم که سیاره‌های منظومهٔ شمسی به طور کلی به دو دسته تقسیم می‌شوند:

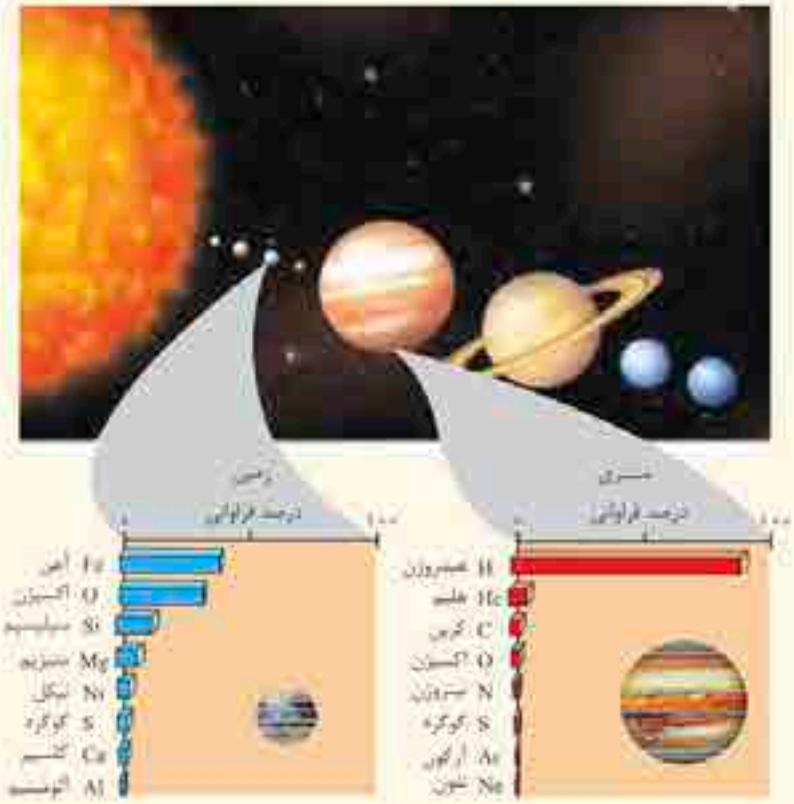
۱ سیاره‌های سنگی (درونی): این سیاره‌ها که بیشتر از جنس سنگ هستند، شامل تیر (عطارد)، ناهید (زهره)، زمین و مریخ می‌باشند.

۲ سیاره‌های گازی (بیرونی): این سیاره‌ها که بیشتر از جنس گاز هستند، شامل مشتری، زحل، اورانوس و نپتون می‌باشند.

از آن‌جا که فضاپیماهای وویجر مأموریت داشتند که سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون را *تغلیهٔ اطلاعاتی کنند!* می‌توان نتیجه گرفت که مأموریت آن‌ها، عبور از سیاره‌های گازی و کشف رمز و راز آن‌هاست.

**نکته** اگر به شکل صفحهٔ ۳ کتاب درسی *نگاهی بیندازیم!* خواهیم فهمید که مشتری نسبت به زمین از خورشید دورتر است.[۱]

*خب! حالا بریم سراغ نکته‌هایی که از این شکل در مورد مشتری و زمین دستگیرمون می‌شه!*




۱ مشتری، **بزرگ‌ترین** سیارهٔ منظومهٔ خورشیدی است؛ در حالی که زمین با *افتلاف!* رتبهٔ پنجم را از آن خود کرده است.

۲ مشتری، جزو سیاره‌های گازی است (بیشتر از جنس گاز می‌باشد)؛ در حالی که زمین جزو سیاره‌های سنگی است (بیشتر از جنس سنگ می‌باشد).

۳ فراوان‌ترین عنصر موجود در مشتری، هیدروژن و فراوان‌ترین عنصر موجود در زمین، آهن است.

۴ در بین ۸ عنصر اصلی سازندهٔ زمین و مشتری، دو عنصر اکسیژن (O) و گوگرد (S) مشترک هستند. اکسیژن دومین عنصر فراوان زمین و چهارمین عنصر فراوان مشتری است؛ در حالی که گوگرد در هر دو سیاره *به مقام ششم نائل شده است!*

۵ در مشتری که یک سیارهٔ گازی است، هیچ عنصر فلزی وجود ندارد.

۶ درصد فراوانی همهٔ عناصر سازندهٔ زمین کم‌تر از ۵۰٪ است؛ در حالی که درصد فراوانی یک عنصر (یعنی هیدروژن) در مشتری بیش از ۵۰٪ (حدود ۹۰٪) است.

---

۱- البته اگر بخواهیم *فیلی رقیق!* فاصلهٔ همهٔ سیاره‌های موجود در شکل را بررسی کنیم، به نتایج زیر می‌رسیم:

**نپتون > اورانوس > زحل > مشتری > مریخ > زمین > ناهید > عطارد :فاصله از خورشید**

در میان ۸ عنصر اصلی سازندهٔ مشتری، نئون (Ne) و در بین ۸ عنصر اصلی سازندهٔ زمین، آلومینیم (Al) کم‌ترین فراوانی را دارد:

**مقایسهٔ فراوانی عنصرها در مشتری :** $H > He > C > O > N > S > Ar > Ne$

**مقایسهٔ فراوانی عنصرها در زمین :** $Fe > O > Si > Mg > Ni > S > Ca > Al$

**توجه** به‌جز عنصرهای نشان داده شده در شکل، عنصرهای دیگری از جمله سدیم، منگنز و ... نیز در زمین یافت می‌شوند.

**نکته** با توجه به مقایسهٔ نوع و میزان فراوانی عنصرها در دو سیارهٔ زمین و مشتری و یافته‌هایی از این دست، می‌توان نتیجه گرفت که عنصرها به صورت **ناهمگون** در جهان هستی توزیع شده‌اند.

با توجه به کادر (۲)، عبارت‌های «ب»، «پ»، «ت» و «ث» درست‌اند. دربارهٔ مورد «آ» دقت کنید که فراوان‌ترین عنصر موجود در سیارهٔ مشتری، هیدروژن است نه هلیم!

**۴- گزینه ۱**

## ۳

### قاطی پاتی نکنید!

از شکل صفحهٔ ۳ کتاب درسی دریافتیم که آهن و اکسیژن به ترتیب فراوان‌ترین عنصرهای موجود در کرهٔ زمین و نیز هیدروژن و هلیم به ترتیب فراوان‌ترین عنصرهای موجود در سیارهٔ مشتری هستند. از طرفی در صفحهٔ ۷۶ کتاب درسی خواهید خواند که **هیدروژن فراوان‌ترین عنصر موجود در جهان است.**

به منظور جلوگیری از *قاطی‌پاتی کردن!* با هم ببینیم:

| | آهن | هیدروژن | هلیم | اکسیژن |
|---|---|---|---|---|
| فراوان‌ترین عنصر موجود در کرهٔ زمین کدام است؟ | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |
| فراوان‌ترین نافلز موجود در کرهٔ زمین کدام است؟ | ☐ | ☐ | ☐ | ☑ |
| فراوان‌ترین عنصر موجود در جهان کدام است؟ | ☐ | ☑ | ☐ | ☐ |
| دومین عنصر فراوان کرهٔ زمین کدام است؟ | ☐ | ☐ | ☐ | ☑ |
| فراوان‌ترین عنصر موجود در سیارهٔ مشتری کدام است؟ | ☐ | ☑ | ☐ | ☐ |
| دومین عنصر فراوان سیارهٔ مشتری کدام است؟ | ☐ | ☐ | ☑ | ☐ |

*و در آخر بدانید و آگاه باشید!* که شکل صفحهٔ ۳ کتاب درسی، فراوانی عنصرها در کرهٔ زمین (یعنی شامل پوسته، گوشته و هسته) را نشان می‌دهد که در این حالت آهن فراوان‌ترین عنصر است؛ اما همان‌طور که در علوم سال نهم خواندید، فراوان‌ترین عنصر موجود در پوستهٔ زمین، اکسیژن می‌باشد.

فراوان‌ترین نافلز زمین، اکسیژن است. گفتیم که اکسیژن (و گوگرد) جزو عنصرهای مشترک در دو سیارهٔ زمین و مشتری است؛ پس اکسیژن در سیارهٔ مشتری نیز *هم یافت شود!*

گزینهٔ (۲): از میان هشت عنصر فراوان سازندهٔ زمین، تنها اکسیژن در دمای اتاق گاز است. در واقع اغلب آن‌ها در دمای اتاق، به حالت جامد هستند.

گزینهٔ (۳): *بله!* آهن، منیزیم، نیکل، کلسیم و آلومینیم جزو فلزات و اکسیژن و گوگرد جزو نافلزات هستند[1].

گزینهٔ (۴): *مگه شک دارین؟!*

**فراوان‌ترین ..... سازندهٔ سیارهٔ زمین در میان هشت عنصر فراوان سیارهٔ مشتری .....**

۱) عنصر ـ نیز وجود دارد.
۲) نافلز ـ رتبهٔ چهارم را از نظر فراوانی دارد. ☑
۳) عنصر ـ کم‌ترین درصد فراوانی را دارد.
۴) نافلز ـ وجود ندارد.

**۵- گزینه ۳** مقایسه‌های «آ» و «ب» درست‌اند. بیایید همهٔ مقایسه‌ها را *یکی‌یکی!* بررسی کنیم:

آ) فراوان‌ترین عنصر در سیارهٔ زمین و مشتری به ترتیب آهن و هیدروژن هستند. اگر به شکل صفحهٔ ۳ کتاب درسی دقت کنید می‌بینید که درصد فراوانی هیدروژن در مشتری (حدود ۹۰٪) بیشتر از درصد فراوانی آهن در زمین (حدود ۴۰٪) است.

ب) زمین در مقایسه با مشتری به خورشید نزدیک‌تر است. به طور کلی *بدانید و آگاه باشید* که سیاره‌های سنگی (مانند زمین) در مقایسه با سیاره‌های گازی (مانند مشتری) به خورشید نزدیک‌تر هستند.

پ) دو عنصر اکسیژن و گوگرد، از عنصرهای مشترک سازندهٔ این دو سیاره هستند که درصد فراوانی هر دو عنصر در زمین بیشتر از مشتری است. *اگه گفتین چرا؟ خب وقتی حدود ۹۰٪ مشتری از هیدروژن تشکیل شده باشه به بقیهٔ عنصرها خیلی چیزی نمی‌رسه!*

ت) مشتری سیاره‌ای گازی و زمین سیاره‌ای سنگی است؛ بنابراین چگالی سیارهٔ مشتری کم‌تر از چگالی زمین است.

ث) *بدانید و آگاه باشید* که گوگرد در هر دو سیاره به مقام ششم نائل شده است.

**مشتری = زمین : رتبهٔ فراوانی گوگرد**

۱- سیلیسیم جزو شبه‌فلزات است.

۶- گزینهٔ ۴

## ۴ روند پیدایش عنصرها

**برخی** از دانشمندان معتقدند که سرآغاز جهان هستی (کیهان) با انفجار *ققنی!* همراه بوده که طی آن انرژی زیادی آزاد شده است. این نظریهٔ انفجار بزرگ، **نظریهٔ مهبانگ** (یا *همون* Big Bang *فورمون!*) نامیده می‌شود.

با این انفجار، ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، نوترون و پروتون تشکیل شدند و پس از مدتی کوتاه، ابتدا عنصر هیدروژن و سپس هلیم *چشم به جهان گشودند!*

پیدایش عنصر هیدروژن و سپس هلیم ← پیدایش ذره‌های زیراتمی (الکترون، نوترون، پروتون و ...) ← آزادشدن انرژی عظیم ← مهبانگ (انفجار بزرگ)

*و اما ادامهٔ ماجرا!*

با گذشت زمان و **کاهش دما**، گازهای هیدروژن و هلیم تولید شده، **متراکم شده** و مجموعه‌های گازی به نام **سحابی**[1] را ایجاد کردند. بعدها این سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شدند.

پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها ← پیدایش سحابی ← با کاهش دما و متراکم‌شدن گازهای هیدروژن و هلیم

درون ستاره‌ها همانند خورشید، در دماهای بسیار بالا، واکنش‌هایی به نام واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد. در این واکنش‌ها از عنصرهای سبک‌تر، عنصرهای سنگین‌تر پدید می‌آید.

با انجام واکنش‌های هسته‌ای درون ستاره‌ها، ابتدا عنصرهای سبک مانند لیتیم، کربن و ... ایجاد می‌شود و در مرحلهٔ بعد طی واکنش‌های هسته‌ای دیگر، از این عنصرهای سبک، عنصرهای سنگین‌تر مانند آهن، طلا و ... به وجود می‌آید.

**نکته** **ستاره‌ها** *مثل ما آدما!* متولد می‌شوند، رشد می‌کنند و زمانی می‌میرند. مرگ ستاره اغلب با یک انفجار بزرگ همراه است که باعث می‌شود عنصرهای تشکیل‌شده در آن، در فضا *پخش‌وپلا شوند!* به همین دلیل می‌توان ستارگان را کارخانهٔ تولید عنصرها دانست.

**نتیجه‌گیری** روند تشکیل عنصرها در جهان را می‌توان *مختصر و مفید!* به صورت زیر نشان داد:

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

با توجه به کادر بالا، عبارت‌های «ب» و «پ» درست‌اند. اما دلیل نادرستی دو عبارت دیگر:

ا همان‌طور که در کادر «۲» دیدید، نوع و میزان فراوانی عنصرها در دو سیارهٔ مشتری و زمین متفاوت است. یافته‌هایی از این دست نشان می‌دهد که عنصرها به صورت **ناهمگون** در جهان هستی توزیع شده‌اند.

ت نخستین عنصری که پس از مهبانگ پا به عرصهٔ جهان گذاشت، هیدروژن بود *نه هلیم!*

۷- گزینهٔ ۴

## ۵ تقابل واکنش‌های شیمیایی و هسته‌ای

در علوم سال‌های پیش، *کم‌وبیش!* با واکنش‌های شیمیایی آشنا شدید. در این واکنش‌ها که الکترون‌های اتم‌ها نقش اساسی دارند، ماهیت اتم‌ها تغییر نمی‌کند. به طور مثال معادلهٔ $CH_4(g)+2O_2(g) \rightarrow CO_2(g)+2H_2O(g)$، واکنش سوختن متان را نشان می‌دهد. همان‌طور که می‌بینید در این واکنش اتمی از بین نمی‌رود و به وجود هم نمی‌آید، بلکه پس از انجام واکنش، اتم‌ها به شیوه‌های دیگری به هم متصل می‌شوند و مواد جدیدی را به وجود می‌آورند.[2] اما در واکنش‌های هسته‌ای، همان‌طور که از *اسمشون مشخصه*، هستهٔ اتم‌ها دچار تغییر شده و به هستهٔ اتم(های) دیگر تبدیل می‌شود؛ یعنی شمار نوترون‌ها و پروتون‌های هسته، دستخوش تغییر می‌شود. این واکنش‌ها در شرایط خاص و در دماهای بالا انجام می‌شوند.

**نکته** خورشید نزدیک‌ترین ستاره به زمین است که دمای بسیار بالایی دارد. انرژی گرمایی و نور خیره‌کنندهٔ *فورشیدخانم!* به دلیل تبدیل هیدروژن به هلیم در واکنش‌های هسته‌ای است.[3] در جدول صفحهٔ بعد برخی از تفاوت‌های واکنش‌های شیمیایی و هسته‌ای *رو براتون آوردیم*. مهم‌ترین تفاوتی که شما طبق کتاب درسی باید *بلد باشین اینه که* انرژی آزادشده در واکنش‌های هسته‌ای، *فیلی‌فیلی* بیشتر از انرژی مبادله‌شده در واکنش‌های شیمیایی است به طوری که انرژی آزادشده در واکنش‌های هسته‌ای می‌تواند صدها میلیون تن فولاد را ذوب کند.

۱- Nebula

۲- در فصل دوم به‌طور کامل واکنش‌های شیمیایی را بررسی خواهیم کرد.

۳- این تبدیل با کاهش جرم و تولید انرژی همراه است.

| واکنش‌های شیمیایی | | واکنش‌های هسته‌ای | |
|---|---|---|---|
| | فقط الکترون‌ها در آن نقش دارند. | | پروتون‌ها، نوترون‌ها و الکترون‌ها می‌توانند در آن نقش داشته باشند. |
| | مقدار انرژی مبادله‌شده در آن‌ها (در مقایسه با واکنش‌های هسته‌ای) کم است. | | انرژی آزادشده در آن‌ها زیاد است. |
| | ماهیت اتم‌ها در آن‌ها ثابت است. | | اتم‌های یک عنصر اغلب به اتم‌های یک عنصر دیگر تبدیل می‌شوند. |
| | قانون پایستگی جرم و قانون پایستگی انرژی، هر کدام به تنهایی برقرارند. | | قانون پایستگی جرم و قانون پایستگی انرژی به تنهایی برقرار نیستند بلکه قانون پایستگی جرم و انرژی (مجموع جرم و انرژی) برقرار است. |
| در معادلهٔ این واکنش‌ها، نماد شیمیایی عنصرها یا فرمول شیمیایی مواد بدون عدد اتمی و عدد جرمی آن‌ها نشان داده می‌شود: $CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$ | | در معادلهٔ این واکنش‌ها، هسته‌ها با نمادهای شیمیایی به همراه عدد اتمی و عدد جرمی نشان داده می‌شوند: ${}^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n$ | |

خورشید، نزدیک‌ترین ستاره به زمین است که انرژی گرمایی و نور خیره‌کنندهٔ آن به دلیل تبدیل هیدروژن (عنصر سبک‌تر) به هلیم (عنصر سنگین‌تر) در واکنش‌های هسته‌ای درون آن است.

**۸- گزینه ۳** پس از مهبانگ ابتدا هیدروژن و هلیم و سپس عنصرهای سبک‌تر مانند لیتیم و کربن و در آخر عنصرهای سنگین‌تر مانند آهن، طلا و ... پدید آمدند. خلاصه این‌که پس از مهبانگ عنصر کربن زودتر از عنصر آهن پدید آمد.

در ضمن درستی سایر عبارت‌ها را در صفحهٔ ۲ تا ۴ کتاب درسی می‌یابید!

در مورد گزینهٔ دوم هم *اگه شکی دارید! حتماً یه سری به کادر «۲» بزنید!*

**۹- گزینه ۲** عبارت‌های «پ» و «ت» نادرست‌اند. بیایید عبارت‌ها را *یکی‌یکی!* بررسی کنیم:

الف) فراوان‌ترین عنصر سیارهٔ مشتری، هیدروژن است که *از قضا!* نخستین عنصری است که پس از مهبانگ به وجود آمده است.

ب) *کاملاً درسته!*

پ) پس از مهبانگ، با گذشت زمان و کاهش دما *(نه افزایش دما!)*، گازهای هیدروژن و هلیم تولیدشده، متراکم شدند و مجموعه‌های گازی به نام سحابی را ایجاد کردند.

ت) با انجام واکنش‌های هسته‌ای درون ستاره‌ها، عنصرهای سبک‌تر به عنصرهای سنگین‌تر تبدیل می‌شوند.

ث) *بله!* انرژی آزادشده در واکنش‌های هسته‌ای، *اون‌قدر! زیاده که می‌تونه* صدها میلیون تن فولاد را ذوب *کنه!*

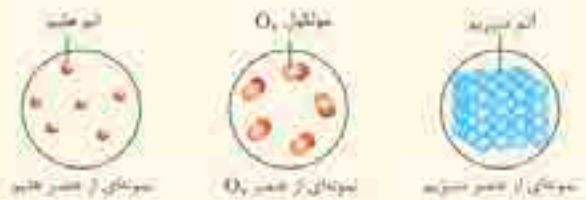
**۱۰- گزینه ۴** عنصرهای لیتیم و کربن جزو عنصرهای سبک هستند که در مرحلهٔ B تولید می‌شوند. در مرحلهٔ C، عنصرهای سنگینی مانند آهن و طلا پدید می‌آیند.

در مورد گزینهٔ (۱) دقت کنید که عنصر A همان هلیم است که دومین عنصر فراوان سیارهٔ مشتری است. *(اولیش هیدروژنه!)*

**۱۱- گزینه ۲**

## ۶ عدد اتمی و عدد جرمی

همان‌طور که می‌دانید عنصر شکل خالصی از ماده است که از یک **نوع** اتم تشکیل شده است. عنصرها می‌توانند تک‌اتمی (مانند هلیم، He)، دواتمی (مانند گاز اکسیژن، $O_2$)، چنداتمی (مانند فسفر، $P_4$) و یا به صورت اجتماعی از اتم‌های یکسانِ قرارگرفته کنار هم (مانند فلز منیزیم، Mg) باشند.



**یادآوری** اگر یک مادهٔ خالص از دو یا چند **نوع** اتم تشکیل شده باشد به آن ترکیب می‌گویند. مانند آب ($H_2O$) که از دو نوع اتم اکسیژن (O) و هیدروژن (H) تشکیل شده است. *هواستون باشه* که مولکول‌ها از اتصال اتم‌ها تشکیل می‌شوند؛ بنابراین مولکول‌ها می‌توانند هم به صورت عنصر (مانند $O_2$، $P_4$ و ...) و هم به صورت ترکیب (مانند $H_2O$، $CH_4$ و ...) باشند.

*حالا بریم سراغ چند نکته:*

۱) شمار پروتون‌های هستهٔ اتم هر عنصر را، عدد اتمی آن می‌گویند. از آن‌جا که اتم، ذره‌ای خنثی است، پس *همگان قبول دارند!* که شمار پروتون‌های یک اتم باید با شمار الکترون‌های آن برابر باشد؛ در نتیجه عدد اتمی، شمار الکترون‌ها در اتم را هم تعیین می‌کند.

عدد اتمی (Z) — مشخص‌شدن شمار پروتون‌ها — مشخص‌شدن شمار الکترون‌ها

**توجه** عدد اتمی همهٔ اتم‌های یک عنصر ثابت است. در نتیجه با کمک عدد اتمی، می‌توان نوع عنصر را تعیین کرد؛ به طور مثال عدد اتمی ۶ *فقط‌وفقط!* مختص کربن (C) است *و لاغیر!*

۲) به مجموع شمار پروتون‌ها و نوترون‌های یک اتم، عدد جرمی گفته می‌شود و آن را با نماد A نشان می‌دهند.

$$A = Z + N$$

A: عدد جرمی — Z: عدد اتمی (شمار پروتون‌ها) — N: شمار نوترون‌ها

**نکته** شیمی‌دان‌ها برای نشان‌دادن عدد اتمی (Z) و عدد جرمی (A) اتم‌ها به این صورت عمل می‌کنند: (نماد E، حرف نخست واژهٔ Element به معنای عنصر است.)

$$^{A}_{Z}E$$

A: عدد جرمی — E: نماد شیمیایی عنصر — Z: عدد اتمی

در یک اتم خنثی شمار الکترون‌ها با شمار پروتون‌ها برابر است؛ بنابراین به راحتی می‌توان گفت که عدد جرمی نشان‌دهندهٔ مجموع شمار الکترون‌ها و نوترون‌های اتم هم هست.

عدد اتمی در یک اتم (Z) — برابر است با — شمار پروتون‌ها / شمار الکترون‌ها

عدد جرمی در یک اتم (A) — برابر است با — مجموع شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها / مجموع شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها

**تمرین ۱** **تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها در چند اتم، کم‌تر از ۴ است؟**

آ) $^{56}_{26}Fe$ ب) $^{51}_{24}Cr$ پ) $^{27}_{13}Al$ ت) $^{7}_{3}Li$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

**جواب: گزینهٔ «۳»** با هم ببینیم:

| مورد | عنصر | شمار پروتون‌ها | شمار نوترون‌ها | تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها |
|---|---|---|---|---|
| آ | $^{56}_{26}Fe$ | ۲۶ | ۵۶ − ۲۶ = ۳۰ | ۳۰ − ۲۶ = ۴ |
| ب | $^{51}_{24}Cr$ | ۲۴ | ۵۱ − ۲۴ = ۲۷ | ۲۷ − ۲۴ = ۳ |
| پ | $^{27}_{13}Al$ | ۱۳ | ۲۷ − ۱۳ = ۱۴ | ۱۴ − ۱۳ = ۱ |
| ت | $^{7}_{3}Li$ | ۳ | ۷ − ۳ = ۴ | ۴ − ۳ = ۱ |

**توجه** گفتیم که در اتم خنثی، شمار الکترون‌ها با شمار پروتون‌ها برابر است؛ اما وقتی *طرف حساب شما!* یک یون باشد، *اوضاع فرق می‌کنه!*

**یه‌جا نرو خوب باشی** شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها در اتم‌ها و یون‌های مربوط به آن‌ها هیچ فرقی با هم نمی‌کند؛ زیرا اجزای سازندهٔ هسته به این سادگی‌ها از اتم کنده نمی‌شوند و اما در مورد الکترون‌ها:

آ) اگر با یون‌های مثبت مثل $X^{2+}$ سروکار داشته باشیم، در این یون‌ها به تعداد بار مثبت، از شمار الکترون‌ها کم شده است. (یعنی شمار الکترون‌های یون‌های مثبت به تعداد بار مثبتشان از اتم خنثی خود کم‌تر است.)

**تمرین ۲** اگر $Hg^{2+}$ دارای ۱۲۱ نوترون و ۷۸ الکترون باشد، عدد اتمی و عدد جرمی آن به ترتیب کدام‌اند؟ (اعداد را از راست به چپ بخوانید.)

۱) ۷۶ و ۱۹۷ ۲) ۸۰ و ۲۰۱ ۳) ۷۶ و ۲۰۱ ۴) ۸۰ و ۱۹۷

**جواب: گزینهٔ «۲»** یون $Hg^{2+}$ با از دست دادن ۲ الکترون نسبت به اتم Hg به وجود آمده است، بنابراین اتم Hg، ۲ الکترون بیشتر از یون $Hg^{2+}$ دارد یعنی ۸۰ تا!

**شمار الکترون‌ها = شمار پروتون‌ها (عدد اتمی) : در اتم خنثی** $\Rightarrow 78+2=80$

**عدد جرمی (A) = شمار پروتون‌ها (Z) + شمار نوترون‌ها (N)** $\Rightarrow A=80+121=201$

*از اون‌جا که* شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها در اتم‌ها و یون‌های مربوط به آن‌ها هیچ فرقی با هم نمی‌کند عدد اتمی (Z) و عدد جرمی (A) اتم Hg با یون $Hg^{2+}$ یکی است.

ب) اگر با یون‌های منفی مثل $Y^{3-}$ سروکار داشته باشیم، در این یون‌ها به تعداد بار منفی، به شمار الکترون‌ها اضافه شده است. (یعنی شمار الکترون‌های یون‌های منفی به تعداد بار منفی‌شان از اتم خنثی خود بیشتر است.)

**تمرین ۳** اگر یون $X^-$ دارای ۵۳ پروتون بوده و عدد جرمی آن برابر با ۱۲۷ باشد، تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌های این یون کدام است؟

۱) ۲۰ ۲) ۲۱ ۳) ۷۳ ۴) ۷۴

**جواب: گزینهٔ «۱»** اول از همه شمار نوترون‌های این یون را *می‌سابیم*:

$A=Z+N \Rightarrow 127=53+N \Rightarrow N=74$

در اتم X، ۵۳ پروتون و در نتیجه ۵۳ الکترون وجود دارد؛ بنابراین در یون $X^-$ شمار الکترون‌ها یک عدد بیشتر از شمار الکترون‌ها در اتم X است؛ یعنی ۵۴ تا.

**تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها** $= 74-54=20$

عبارت‌های اول، سوم و چهارم درست‌اند. بیایید همهٔ عبارت‌ها *رو* بررسی کنیم:

- هلیم، عنصری تک‌اتمی است؛ بنابراین شکل (d) می‌تواند نمونه‌ای از عنصر هلیم باشد.
- در میان ساختارهای داده‌شده، دو مولکول دواتمی دیده می‌شود، یکی شکل (c) که مولکول‌های دواتمی آن از اتصال دو اتم مختلف تشکیل شده و یک ترکیب است و دیگری مولکول‌های دواتمی در مخلوط (a) که از اتصال دو اتم یکسان تشکیل شده و عنصر است.
- شکل (b) اجتماعی از اتم‌های یکسان را به صورت فشرده و منظم نشان می‌دهد؛ بنابراین می‌تواند مربوط به ساختار یک فلز باشد.
- شکل (a) مخلوط دو عنصر، عنصر دواتمی ( ) و عنصر سه‌اتمی ( ) را نشان می‌دهد.

**۱۲- گزینهٔ ۲** در سمت چپ و قسمت بالای نماد شیمیایی یک عنصر، عدد جرمی یعنی مجموع شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها نوشته می‌شود، بنابراین نماد شیمیایی اتم آهن گفته‌شده به صورت $^{56}_{26}Fe$ است.

**۱۳- گزینهٔ ۳** لطفاً به تمرین ۱ کادر «۶» مراجعه کنید.

**۱۴- گزینهٔ ۳** در بین ذرات زیراتمی، الکترون و پروتون دارای بار الکتریکی هستند؛ در حالی که نوترون ذره‌ای خنثی است. از طرفی می‌دانیم که در اتم خنثی، شمار الکترون‌ها با شمار پروتون‌ها برابر است؛ پس شمار ذرات باردار در یک اتم در واقع دو برابر شمار پروتون‌ها است.

**شمار الکترون‌ها + شمار پروتون‌ها = مجموع ذرات باردار در یک اتم** $= Z+Z=2Z$

*تب! طراح فرموده!* در اتم A به ازای هر دو ذرهٔ باردار (یعنی به ازای یک پروتون)، یک ذرهٔ خنثی (یعنی ۱ نوترون) وجود دارد؛ پس در این اتم، شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها با هم برابر است؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$\frac{\text{عدد جرمی}}{\text{عدد اتمی}}=\frac{Z+N}{Z}=\frac{Z+Z}{Z}=\frac{2Z}{Z}=2$$

**۱۵- گزینهٔ ۳** لطفاً به تمرین ۲ کادر «۶» مراجعه کنید.

**۱۶- گزینهٔ ۴** با هم ببینیم:

| گونه | شمار الکترون‌ها | شمار نوترون‌ها |
|---|---|---|
| $^{1}_{1}H$ | ۱ | ۱−۱=۰ |
| $^{24}_{12}Mg^{2+}$ | ۱۲−۲=۱۰ | ۲۴−۱۲=۱۲ |
| $^{23}_{10}Ne$ | ۱۰ | ۲۳−۱۰=۱۳ |
| $^{35}_{17}Cl^-$ | ۱۷+۱=۱۸ | ۳۵−۱۷=۱۸ |

اتم‌های خنثی ← شمار الکترون‌ها با عدد اتمی (شمار پروتون‌ها) برابر است.

یون‌های مثبت ← شمار الکترون‌ها به تعداد بار مثبت از عدد اتمی (شمار پروتون‌ها) کم‌تر است.

یون‌های منفی ← شمار الکترون‌ها به تعداد بار منفی از عدد اتمی (شمار پروتون‌ها) بیشتر است.

**۱۷- گزینهٔ ۱** تمرین ۳ کادر «۶» *منتظرتونه!*

۱۸- گزینه ۳

## ۷ ذره‌های زیراتمی در گونه‌های چنداتمی

برای به دست آوردن شمار ذره‌های زیراتمی در گونه‌های بدون بار که شامل دو یا چند اتم هستند، کافیست شمار ذرات زیراتمی هر یک از اتم‌ها را با هم جمع کنیم.

**مثال ۱** **شمار الکترون‌ها، پروتون‌ها و نوترون‌ها را در $H_2O$ به دست آورید. $(^{16}_{8}O , ^{1}_{1}H)$**

**جواب:** $H_2O$ شامل دو اتم H (شامل ۱ پروتون، ۱ الکترون و ۰ نوترون) و یک اتم O (شامل ۸ پروتون، ۸ الکترون و ۸ نوترون) است؛ بنابراین خواهیم داشت:

**شمار پروتون‌های $H_2O$:** $2(1)+8=10$

**شمار الکترون‌های $H_2O$:** $2(1)+8=10$

**شمار نوترون‌های $H_2O$:** $2(0)+8=8$

**یادآوری** از آن‌جا که $H_2O$ گونه‌ای خنثی است، پس شمار الکترون‌های آن با شمار پروتون‌های آن برابر است.

قبلاً گفتیم که شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها در اتم‌ها و یون‌های مربوط به آن‌ها با هم برابر است و برای محاسبهٔ شمار الکترون‌ها در یون‌های مثبت، به تعداد بار مثبت از شمار الکترون‌ها در اتم خنثی کم و برای یون‌های منفی، به تعداد بار منفی، به شمار الکترون‌ها در اتم خنثی اضافه می‌شود. در یون‌های چنداتمی *(یونی که از دو یا چند اتم تشکیل شده!)* هم این قضیه صادق است.

**توجه** با یون‌های چنداتمی به طور کامل در فصل سوم آشنا خواهیم شد. در آن‌جا خواهیم خواند که بار یک یون چنداتمی به اتم خاصی تعلق ندارد بلکه متعلق به کل مجموعه است.

**مثال ۲** **شمار الکترون‌ها در $CO_3^{2-}$ و $H_3O^+$ را به دست آورید. $(^{16}_{8}O , ^{12}_{6}C , ^{1}_{1}H)$**

**جواب:**

**شمار الکترون‌ها در $CO_3^{2-}$:** $[\underset{\text{۱ اتم C}}{\downarrow 6}+\underset{\text{۳ اتم O}}{\downarrow (3\times 8)}]+\underset{\text{بار یون}}{\downarrow 2}=32$

**شمار الکترون‌ها در $H_3O^+$:** $[\underset{\text{۳ اتم H}}{\downarrow 3(1)}+\underset{\text{۱ اتم O}}{\downarrow 8}]-\underset{\text{بار یون}}{\downarrow 1}=10$

**شمار الکترون‌ها در $NO_2^+$:** $[7+2(8)]-1=22$

**شمار الکترون‌ها در $CNO^-$:** $[6+7+8]+1=22$

**شمار الکترون‌ها در $OF_2$:** $8+2(9)=26$

**شمار الکترون‌ها در $CO_2$:** $6+2(8)=22$

**تمرین** **کدام یون شمار الکترون‌های بیشتری دارد؟** *(المپیاد شیمی ۸۳)*

۱) $_{7}N^{3-}$ ۲) $_{13}Al^{3+}$ ۳) $_{7}NH_4^+$ ۴) $_{13}AlH_4^-$ ✓

۱۹- گزینه ۳ با توجه به اطلاعات داده‌شده، خواهیم داشت:

$$N+Z=200 \xrightarrow{N=1/5Z} 1/5Z+Z=200 \Rightarrow Z=\frac{200}{2/5}=80$$

**یادآوری** شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها در اتم‌ها و یون‌های مربوط به آن‌ها، هیچ فرقی با هم نمی‌کند. در اتم خنثی هم، شمار الکترون‌ها و شمار پروتون‌ها با هم برابر است.

۲۰- گزینه ۱

## ۸ مسائل عدد جرمی با چاشنی دو معادله دو مجهول!

*یه سری مسئلهٔ اسم و رسم‌دار! تو مبحث عدد جرمی وجود داره که هر از چندگاهی! سروکله‌شون تو کنکورهای آزمایشی و غیرآزمایشی! پیدا می‌شه، به همین خاطر ما همه‌جورش! رو براتون این‌جا آوردیم که با دیدن این مدل سؤال‌ها، چشم‌ها را بسته! لبخندی زده! و در کسری از ثانیه! به خدمت سؤال برسید!*

فقط قبلش یک نکتهٔ بسیار کاربردی در حل این مسئله‌ها، باید *بهتون بگیم!*

**نکته** در همهٔ اتم‌ها به‌جز $(^{1}_{1}H)$، شمار نوترون‌ها برابر یا بیشتر از شمار پروتون‌ها است. تنها مورد استثنا، یعنی $^{1}_{1}H$ در هسته‌اش فقط یک پروتون دارد و در آن *خبری از نوترون نیست!*

**مثال ۱** **عدد جرمی عنصری ۴۵ و تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌های هستهٔ آن برابر با ۳ است. شمار الکترون‌های این عنصر کدام است؟**

۱) ۲۱ ۲) ۲۲ ۳) ۲۳ ۴) ۲۴

**جواب: گزینهٔ «۱»** تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها برابر با ۳ است؛ پس با توجه به یادآوری قبل، *بدون شک!* شمار نوترون‌ها $(N)$، ۳ عدد بیشتر از شمار پروتون‌ها می‌باشد: $N-Z=3$

از طرفی با توجه به رابطهٔ عدد جرمی خواهیم داشت: $N+Z=45$

حالا با حل یک دو معادله دو مجهول ساده، *به مراد دلمون می‌رسیم!*

$$\begin{cases} N+Z=45 \\ N-Z=3 \end{cases} \longrightarrow 2N=48 \longrightarrow N=24 \longrightarrow Z=21$$

پس شمار پروتون‌ها یا عدد اتمی این عنصر برابر با ۲۱ است. شمار الکترون‌ها هم که با شمار پروتون‌ها برابر بوده و *فلاص!*

**تمرین ۱: اگر عدد جرمی اتم $M$ برابر با ۱۳۹ و تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در یون $M^{3+}$ برابر با ۲۸ باشد، شمار الکترون‌های یون $M^{3+}$ کدام است؟**

۱) ۵۴ ۲) ۵۷ ۳) ۷۹ ۴) ۸۲

**جواب: گزینهٔ «۱»** در یون $M^{3+}$، شمار الکترون‌ها ۳ عدد کم‌تر از شمار پروتون‌ها است $(e=Z-3)$.

از طرفی شمار نوترون‌ها $(N)$، ۲۸ عدد از شمار الکترون‌ها $(Z-3)$ بیشتر است؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$N-e=28 \longrightarrow N-(Z-3)=28 \longrightarrow N-Z+3=28 \longrightarrow N-Z=25$$

حالا با توجه به رابطهٔ عدد جرمی، می‌رویم سراغ دو معادله دو مجهول!

$$\begin{cases} N+Z=139 \\ N-Z=25 \end{cases} \longrightarrow 2N=164 \longrightarrow N=82 \longrightarrow Z=57$$

*فب!* شمار الکترون‌ها در یون $M^{3+}$ باید ۳ عدد کم‌تر باشد؛ پس می‌شود ۵۴ تا! $e=Z-3=57-3=54$

**تمرین ۲: اگر اختلاف شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون $Y^{2-}$ برابر با ۹ باشد، شمار نوترون‌های این عنصر کدام است؟**

۱) ۳۴ ۲) ۳۶ ۳) ۴۳ ۴) ۴۵

**جواب: گزینهٔ «۴»** در یون $Y^{2-}$ شمار الکترون‌ها، ۲ عدد بیشتر از شمار پروتون‌ها است $(e=Z+2)$.

از طرفی سؤال گفته اختلاف شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها برابر با ۹ است:

$$N-e=9 \longrightarrow N-(Z+2)=9 \longrightarrow N-Z-2=9 \longrightarrow N-Z=11$$

حالا با توجه به رابطهٔ عدد جرمی خواهیم داشت:

$$\begin{cases} N+Z=79 \\ N-Z=11 \end{cases} \longrightarrow 2N=90 \longrightarrow N=45 \quad , \quad Z=34$$

**نکته‌ها تو قلب تاشن** ممکن است بعضی‌ها با خود بگویند که ما فقط می‌دانیم شمار نوترون‌ها برابر یا بیشتر از شمار پروتون‌ها است. در این‌جا شمار الکترون‌ها هم از پروتون‌ها بیشتر است. *فب!* از کجا بفهمیم وقتی طراح گفته اختلاف شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون $Y^{2-}$ برابر ۹ است، یعنی شمار نوترون‌ها ۹ واحد بیشتر است یا شمار الکترون‌ها؟ $N \geq Z \quad , \quad e>Z \longrightarrow N \boxed{?} e$

**جواب:** ما برای حل این سؤال، شمار نوترون‌ها را بیشتر از شمار الکترون‌ها در نظر گرفتیم و گفتیم $N-e=9$؛ حالا اگر برعکس باشد $(e-N=9)$ اتفاق مقابل می‌افتد: $e-N=9 \longrightarrow (Z+2)-N=9 \longrightarrow Z-N=7$

یعنی شمار پروتون‌ها ۷ عدد از شمار نوترون‌ها بیشتر است *که چنین چیزی محاله!*

*حالا! که فهمیدین جریان چیه! بدانید و آگاه باشید* که **اگر اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در یک یون منفی بیشتر از مقدار بار یون باشد، حتماً شمار نوترون‌ها بیشتر از شمار الکترون‌ها است؛** به طور مثال در سؤال بالا، اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها (یعنی ۹) بیشتر از مقدار بار یون (یعنی ۲) است؛ پس قطعاً شمار نوترون‌ها بیشتر از شمار الکترون‌ها است و باید بنویسیم $N-e=9$ (و نه $e-N=9$!).

**تمرین ۳: عدد جرمی عنصر $X$ برابر با ۳۱ است. اگر اختلاف شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون $X^{3-}$ برابر با ۲ باشد، این یون چند پروتون دارد؟**

۱) ۱۳ ۲) ۱۵ ۳) ۱۶ ۴) ۱۸

**جواب: گزینهٔ «۲»** در یون $X^{3-}$، شمار الکترون‌ها ۳ عدد بیشتر از شمار پروتون‌ها است $(e=Z+3)$.

*فب!* باز هم مثل سؤال قبل، طبق یک قاعدهٔ کلی، شمار نوترون‌ها برابر یا بیشتر از شمار پروتون‌ها است. از طرفی در این‌جا شمار الکترون‌ها هم در یون $X^{3-}$ از پروتون‌ها بیشتر است. حالا *ما از کجا بدونیم* در یون $X^{3-}$ شمار نوترون‌ها بیشتر از الکترون‌ها است یا شمار الکترون‌ها بیشتر از نوترون‌ها؟ یا به عبارتی نمی‌دانیم $N-e=2$ است یا $e-N=2$؟ $N \geq Z \quad , \quad e>Z \longrightarrow N \boxed{?} e$

*هیچ نگران نباشید! با خیال راحت یکی را انتخاب کنید.* ما در این‌جا با هر دو حالت ممکن، مسئله را حل می‌کنیم.

**حالت اول:** $N-e=2 \longrightarrow N-(Z+3)=2 \longrightarrow N-Z-3=2 \longrightarrow N-Z=5$

$$\begin{cases} N+Z=31 \\ N-Z=5 \end{cases} \longrightarrow 2N=36 \longrightarrow N=18 \quad , \quad Z=13$$

**حالت دوم:** $e - N = ۲ \Rightarrow (Z+۳) - N = ۲ \Rightarrow Z + ۳ - N = ۲ \Rightarrow Z - N = -۱$

$$\begin{cases} N + Z = ۳۱ \\ Z - N = -۱ \end{cases} \Rightarrow ۲Z = ۳۰ \Rightarrow Z = ۱۵ \quad , \quad N = ۱۶$$

*خب!* در آینده خواهیم خواند عنصری با عدد اتمی ۱۳ متعلق به گروه ۱۳ است و برای رسیدن به آرایش گاز نجیب (آرایش هشت‌تایی)، باید ۳ الکترون از دست بدهد، بنابراین یون آن به صورت $X^{۳+}$ است؛ در حالی که عنصری با عدد اتمی ۱۵ متعلق به گروه ۱۵ است و برای رسیدن به آرایش گاز نجیب (آرایش هشت‌تایی) باید ۳ الکترون بگیرد و یون آن به صورت $X^{۳-}$ می‌باشد. *فتم کلام* این‌که عدد اتمی ۱۵ جواب موردنظر است.

**۲۱- گزینه ۴** *اول از همه!* با توجه به این‌که شمار الکترون‌های $X^{۳+}$ و $Y^{۲-}$ را داریم، شمار پروتون‌های (عدد اتمی) دو اتم را به دست می‌آوریم:

$X^{۳+}$ : **شمار الکترون‌ها** = **شمار پروتون‌ها (عدد اتمی)** $- ۳ \Rightarrow ۳۶ = Z - ۳ \Rightarrow Z = ۳۹$

$Y^{۲-}$ : **شمار الکترون‌ها** = **شمار پروتون‌ها (عدد اتمی)** $+ ۲ \Rightarrow ۳۶ = Z' + ۲ \Rightarrow Z' = ۳۴$

تا این‌جا درستی گزینهٔ (۳) *لو رفت!* $(Z - Z' = ۳۹ - ۳۴ = ۵)$

با توجه به این‌که تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در دو اتم $X$ و $Y$ با هم برابر است، خواهیم داشت:

$$N - Z = ۴۵ - Z' \xrightarrow{Z'=۳۴} N - Z = ۴۵ - ۳۴ = ۱۱ \xrightarrow{Z=۳۹} N - ۳۹ = ۱۱ \Rightarrow N = ۵۰$$

$$A = N + Z = ۵۰ + ۳۹ = ۸۹$$

*خب! درستی گزینه‌های (۱) و (۲) هم لو رفت! پاره‌ای نیست جز این‌که گزینهٔ (۴) غلط باشه!*

**۲۲- گزینه ۱** لطفاً به تمرین ۲ کادر «۸» مراجعه کنید.

**۲۳- گزینه ۴** *یه سری به تمرین ۳ کادر «۸» بزنین! سلام ما رو هم برسونین!*

**۲۴- گزینه ۲** به تمرین ۴ کادر «۸» مراجعه کنید.

**۲۵- گزینه ۴**

## ۹ ایزوتوپ

بررسی‌ها نشان می‌دهد که **اغلب** در یک نمونهٔ طبیعی از یک عنصر، اتم‌های سازنده، جرم یکسانی ندارند. *با کمی تأمل!* در رابطهٔ $A = Z + N$ و با توجه به این‌که با تغییر شمار پروتون‌ها (عدد اتمی یا همان $Z$) نوع عنصر تغییر می‌کند *کشف می‌کنیم!* که این تفاوت جرم باید *زیر سر!* تفاوت در شمار نوترون‌های موجود در هستهٔ اتم باشد.

به اتم‌های یک عنصر که عدد اتمی ($Z$) یکسان و عدد جرمی ($A$) متفاوت دارند، **ایزوتوپ** می‌گویند. ایزوتوپ یعنی **هم‌مکان**؛ به این معنی که همهٔ ایزوتوپ‌های یک عنصر به علت داشتن عدد اتمی یکسان، دارای خواص شیمیایی یکسانی هستند و به یک خانه از جدول دوره‌ای تعلق دارند.

نتیجه‌گیری

با توجه به این‌که شمار نوترون‌ها و در نتیجه جرم ایزوتوپ‌ها با هم فرق می‌کند، *اساساً واضح و مبرهن است!* که خواص **فیزیکی وابسته به جرم** آن‌ها مانند چگالی، نقطهٔ ذوب و نقطهٔ جوش ایزوتوپ‌ها با هم متفاوت است. *تازه!* این تفاوت‌ها در ترکیب‌های شیمیایی دارای این ایزوتوپ‌ها هم مشاهده می‌شود.

*بچه‌ها مراقب باشین!* *اگه هواستون باشه!* گفتیم اغلب (نه همواره!) در یک نمونهٔ طبیعی از یک عنصر، اتم‌های سازنده، جرم یکسانی ندارند. *حالا چرا؟*

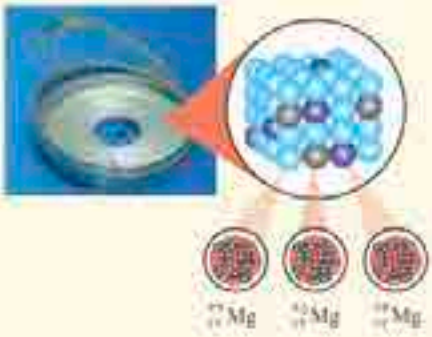
**جواب:** به خاطر این‌که برای بعضی از عنصرها فقط یک عدد اتمی و عدد جرمی وجود دارد و خبری از ایزوتوپ *براشون نیست!*

**به نظر شما! برای جداسازی ایزوتوپ‌ها از یکدیگر باید از روش‌های شیمیایی استفاده کرد یا فیزیکی؟**

*خب معلومه!* وقتی خواص شیمیایی ایزوتوپ‌ها یکسان است، پس باید *دور این روش‌ها رو فط کشید!* و با استفاده از روش‌های فیزیکی وابسته به جرم، ایزوتوپ‌ها را از هم شناسایی و جدا کرد.

**نکته** گزارش‌های *رسمی و غیررسمی!* نشان می‌دهند که فراوانی ایزوتوپ‌ها در طبیعت یکسان نیست. *شما عجالتاً در حد سواد دورهٔ متوسطه! بدانید و آگاه باشید!* ایزوتوپی که فراوانی بیشتری دارد، پایدارتر است.

**مثال** بررسی یک نمونه منیزیم نشان می‌دهد که همهٔ اتم‌های منیزیم در این نمونه یکسان نیست؛ بلکه مخلوطی از سه ایزوتوپ $^{24}_{12}Mg$، $^{25}_{12}Mg$ و $^{26}_{12}Mg$ است که فراوانی $^{24}_{12}Mg$ از دو ایزوتوپ دیگر بیشتر است؛ بنابراین $^{24}_{12}Mg$ از همه پایدارتر است. از طرفی اگر خیلی به شکل صفحهٔ ۵ کتاب درسی *گیر بدین!* متوجه خواهید شد که فراوانی ایزوتوپ $^{26}_{12}Mg$ بیشتر از فراوانی $^{25}_{12}Mg$ است. (*خودکتاب درسی!* در تمرین‌های دوره‌ای صفحهٔ ۴۲ به آن *اعتراف کرده!*) بنابراین مقایسهٔ فراوانی و پایداری این سه ایزوتوپ *این‌طوریاست!*



**فراوانی:** $^{24}_{12}Mg > {}^{26}_{12}Mg > {}^{25}_{12}Mg$

**پایداری:** $^{24}_{12}Mg > {}^{26}_{12}Mg > {}^{25}_{12}Mg$

**مثال** اتم لیتیم دارای دو ایزوتوپ $^{6}_{3}Li$ و $^{7}_{3}Li$ است که از هر ۵۰ اتم لیتیم موجود در طبیعت، ۳ اتم $^{6}_{3}Li$ و ۴۷ اتم $^{7}_{3}Li$ وجود دارد؛ بنابراین $^{7}_{3}Li$ پایدارتر است.

**مقایسهٔ فراوانی:** $^{7}_{3}Li > {}^{6}_{3}Li$

**مقایسهٔ پایداری:** $^{7}_{3}Li > {}^{6}_{3}Li$

**توجه** **درصد فراوانی**[1] هریک از ایزوتوپ‌ها در یک نمونه را می‌توان به صورت زیر محاسبه کرد:

$$\text{درصد فراوانی ایزوتوپ X} = \frac{\text{تعداد ایزوتوپ X}}{\text{تعداد کل اتم‌ها}} \times ۱۰۰$$

به طور مثال، درصد فراوانی هر یک از ایزوتوپ‌های لیتیم به صورت زیر است:

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

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

واضح است که مجموع درصد فراوانی همهٔ ایزوتوپ‌های یک عنصر برابر ۱۰۰ است.

**نتیجه‌گیری**

**تمرین** **کدام‌یک از تغییرات زیر، اتم گاز اکسیژن را به ایزوتوپ آن تبدیل می‌کند؟**

۱) به هر اتم آن، دو نوترون اضافه کنیم.
۲) به هر اتم آن، یک پروتون و یک نوترون اضافه کنیم.
۳) به هر اتم آن، دو الکترون اضافه کنیم.
۴) به هر اتم آن، یک پروتون، یک الکترون و دو نوترون اضافه کنیم.

۱- Fractional Abundance

**۲۶- گزینه ۲** ایزوتوپ‌ها، عدد اتمی (Z) یکسان و عدد جرمی (A) متفاوت دارند.

با توجه به این‌که عدد جرمی (A)، مجموع عدد اتمی (Z) و شمار نوترون‌ها (N) است، $A-N$ همان عدد اتمی را نشان می‌دهد.

$A=Z+N \rightarrow Z=A-N$

**۲۷- گزینه ۳** فقط مورد «ت» برای تکمیل عبارت داده‌شده، مناسب است. با توجه به کادر «۹»، ایزوتوپ‌های یک عنصر، عدد اتمی، شمار پروتون، شمار الکترون، آرایش الکترونی و خواص شیمیایی یکسانی دارند؛ در حالی که شمار نوترون‌ها، عدد جرمی، خواص فیزیکی وابسته به جرم، فراوانی و پایداری آن‌ها با هم متفاوت است.

**۲۸- گزینه ۲** *سؤال به زبون پی‌زبونی داره میگه کدام اتم‌ها، ایزوتوپ یکدیگرند؟*

B و D ایزوتوپ‌های یک عنصرند؛ زیرا عدد اتمی آن‌ها $(Z-1)$ برابر ولی عدد جرمی آن‌ها (۱۲۶ و ۱۳۱) با هم متفاوت است. در ضمن A و C نیز ایزوتوپ یکدیگرند *ولی خب! تو گزینه‌ها A و C با هم نداشتیم!*

**تجربه نشان می‌دهد که ایزوتوپ‌ها خواص ..... دارند ولی خواص ..... وابسته به ..... آن‌ها با هم تفاوت دارد.**

۱) فیزیکی یکسانی ـ شیمیایی ـ شمار نوترون
۲) شیمیایی یکسانی ـ فیزیکی ـ جرم
۳) فیزیکی مشابهی ـ شیمیایی ـ شمار نوترون
۴) شیمیایی مشابهی ـ فیزیکی ـ جرم

**۲۹- گزینه ۳** ایزوتوپ‌های یک *عنصر* شمار الکترون‌های یکسانی دارند؛ ولی همین ایزوتوپ‌ها در خواص فیزیکی وابسته به جرم آن‌ها از جمله چگالی، با یکدیگر متفاوت‌اند.

گزینهٔ (۱): اغلب (*نه همواره!*) در یک نمونهٔ طبیعی از عنصری معین، اتم‌های سازنده جرم یکسانی ندارند. در کادر «۹» گفتیم که برخی از عناصر تنها یک ایزوتوپ دارند.

گزینهٔ (۲): در یک نمونهٔ طبیعی از منیزیم، فراوانی ۳ ایزوتوپ (هم‌مکان) با هم متفاوت است.

گزینهٔ (۴): همان‌طور که قبلاً گفتیم، ایزوتوپ‌های یک عنصر، خواص شیمیایی یکسانی دارند.

**۳۰- گزینه ۴** همهٔ عبارت‌های داده‌شده درست‌اند. بیایید آن‌ها را *یکی‌یکی!* بررسی کنیم:

اتم X دو الکترون بیشتر از $X^{2+}$ دارد؛ بنابراین تعداد الکترون‌های این اتم برابر با $(n-2+2=n)n$ است. در اتم خنثی X، شمار پروتون‌ها و الکترون‌ها برابر است؛ بنابراین عدد اتمی X برابر n و عدد جرمی آن برابر با مجموع شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها یعنی $(A=n+n=2n)2n$ می‌باشد $({}^{2n}_{n}X)$.

با توجه به این‌که ایزوتوپ‌های یک عنصر عدد اتمی یکسان و عدد جرمی متفاوت دارند، اتم ${}^{2n+2}_{n}Y$ می‌تواند یکی از ایزوتوپ‌های عنصر X باشد.

یک نمونهٔ طبیعی منیزیم، مخلوطی از ۳ ایزوتوپ $({}^{24}_{12}Mg, {}^{25}_{12}Mg, {}^{26}_{12}Mg)$ است. از طرفی شمار پروتون‌های منیزیم $({}_{12}Mg)$ هم برابر با ۱۲ می‌باشد. *برهمگان آشکار است! که ۳، یک‌چهارم ۱۲ است.*

ایزوتوپ‌های یک عنصر، شمار الکترون‌ها و پروتون‌های یکسانی دارند اما شمار نوترون‌های آن‌ها با هم متفاوت است؛ پس مجموع شمار ذرات زیراتمی آن‌ها یعنی مجموع شمار الکترون‌ها، پروتون‌ها و نوترون‌های ایزوتوپ‌ها نیز با هم متفاوت خواهد بود.

ایزوتوپ‌ها عدد جرمی متفاوتی دارند اما چون همهٔ ایزوتوپ‌های یک عنصر عدد اتمی یکسانی دارند، در یک خانه از جدول دوره‌ای قرار می‌گیرند. *اصلاً به همین خاطر پوشون می‌گن هم‌مکان!*

**۳۱- گزینه ۴** عبارت‌های «آ» و «ت» نادرست‌اند. بیایید عبارت‌ها را *دونه‌دونه!* بررسی کنیم:

در بین دو ایزوتوپ لیتیم، در ${}^{7}_{3}Li$ شمار نوترون‌ها $(7-3=4)$ بیشتر از شمار پروتون‌ها (۳) است. درصد فراوانی این ایزوتوپ برابر با ٪۹۴ است، نه ٪۹۶!

$$\text{درصد فراوانی } {}^{7}_{3}Li = \frac{\text{تعداد اتم } {}^{7}_{3}Li}{\text{تعداد کل اتم‌ها}} \times 100 = \frac{47}{50} \times 100 = ٪94$$

سنگین‌ترین ایزوتوپ منیزیم، ${}^{26}_{12}Mg$ است که دارای ۱۲ پروتون، ۱۲ الکترون و ۱۴ نوترون است؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$\text{درصد شمار پروتون در ذرات زیراتمی} = \frac{\text{شمار پروتون}}{\text{مجموع شمار ذرات زیراتمی}} \times 100 = \frac{12}{12+12+14} \times 100 = \frac{12}{38} \times 100$$

$$\frac{12}{38} \times 100 < \frac{12}{40} \times 100 \ (٪30) \rightarrow \text{درصد شمار پروتون در ذرات زیراتمی} < ٪30$$

$$\text{درصد فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ } ({}^{24}Mg) = \frac{\text{تعداد اتم } {}^{24}Mg}{\text{تعداد کل اتم‌ها}} \times 100 = \frac{30}{4+6+30} \times 100 = ٪75$$

در عنصر لیتیم، ${}^{7}_{3}Li$ (ایزوتوپ سنگین‌تر) و در عنصر منیزیم، ${}^{24}_{12}Mg$ (ایزوتوپ سبک‌تر) بیشترین درصد فراوانی را دارند.