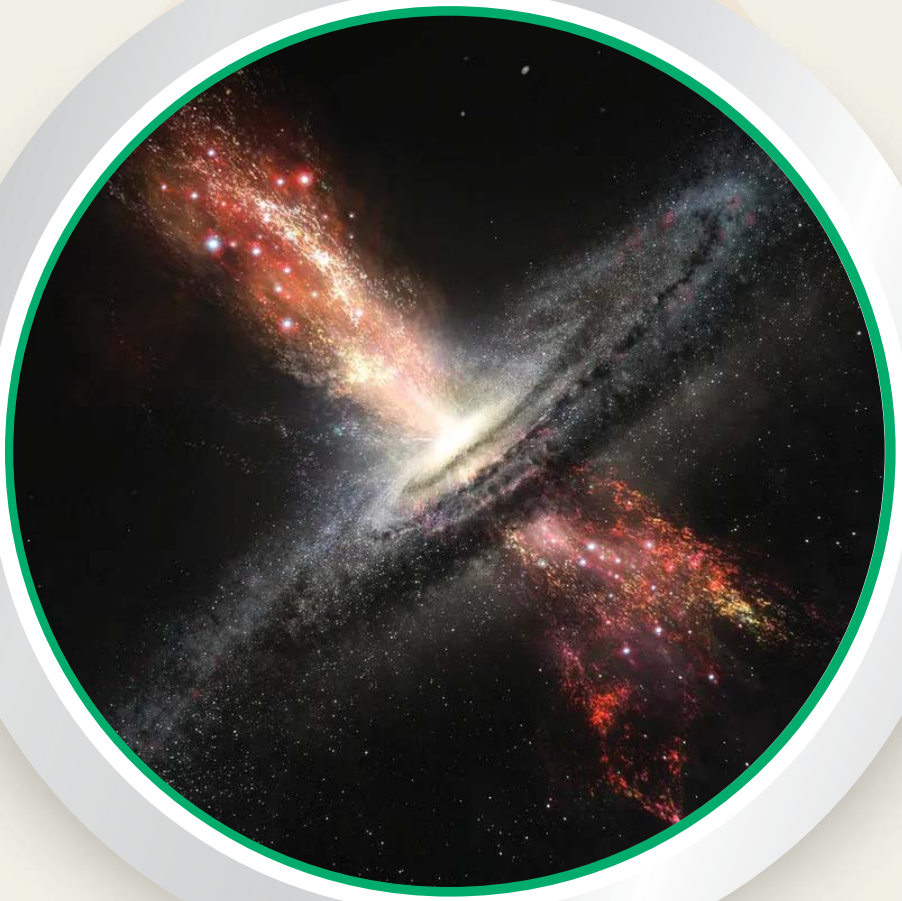
درس‌نامه + پرسش‌های چهارگزینه‌ای

# جامع شیمی تیتانیم

## جلد اول

مسعود جعفری، امیرحسین معروفی

نشر الگو



فصل اول ۱۰

# کیهان، زادگاه الفبای هستی

# فصل اول کیهان، زادگاه الفبای هستی

## بخش اول

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

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

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

### شناخت کیهان

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

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

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

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

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

### وویجر ۱ و ۲

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

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

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

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

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

### زمین و مشتری

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

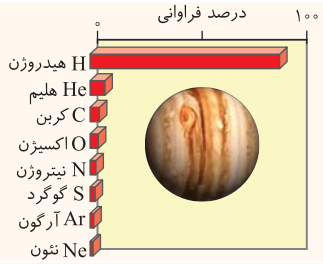
۲ **برخی تفاوت‌های ظاهری دو سیارهٔ زمین و مشتری:** ۱- سیارهٔ مشتری نسبت به سیارهٔ زمین در فاصلهٔ دورتری از خورشید قرار گرفته است.

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

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

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

**مشتری**




۱- ترتیب فراوانی ۸ عنصر فراوان موجود در سیارهٔ **مشتری** به‌صورت زیر است:

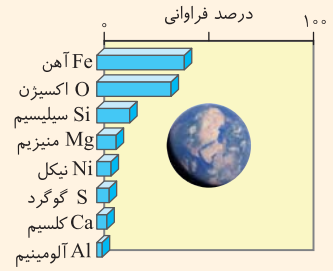
$H > He > C > O > N > S > Ar > Ne$

۲- در میان هشت عنصر فراوان سیارهٔ مشتری عنصر فلزی و شبه‌فلزی یافت نمی‌شود و همهٔ آن‌ها نافلز (H، He، C و ...) هستند.

۳- در سـیاره‌های گازی، تراکم گازها بسیار زیاد است که این امر منجر به شکل‌گیری این سیاره‌ها شده است.

۴- فراوان‌ترین عنصر در سیارهٔ مشتری **هیدروژن** (با حدود ۹۰ درصد فراوانی) است.

**زمین**




۱- ترتیب فراوانی ۸ عنصر فراوان موجود در سیارهٔ **زمین** به‌صورت زیر است:

$Fe > O > Si > Mg > Ni > S > Ca > Al$

۲- در میان هشـت عنصر فراوان سـیارهٔ زمین، ۵ عنصر **فلـزی** (Fe، Mg، Ni، Ca و Al)، یک عنصر **شبه‌فلزی** (Si) و ۲ عنصر **نافلزی** (O و S) وجود دارد.

۳- فراوان‌ترین عنصر در سیارهٔ زمین **آهن** (با حدود ۴۰ درصد فراوانی) است.

۴- اکسـیژن ($_{8}O$) فراوان‌ترین عنصر در **پوسـتهٔ** زمین اسـت؛ این درحالی است که فراوان‌ترین عنصر در کل کرهٔ زمین آهن ($_{26}Fe$) می‌باشد.

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

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

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

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

### تست

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

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

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

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

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

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

گزینهٔ ۴

## نحوهٔ پیدایش عنصرها

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

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

پیدایش عنصر هلیم ← (واکنش هسته‌ای) پیدایش عنصر هیدروژن ← (واکنش هسته‌ای) پیدایش ذره‌های زیراتمی مانند پروتون، نوترون و الکترون ← (آزادسازی مقدار زیادی انرژی) مهبانگ

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

هیدروژن + هلیم ← (سرد و متراکم شدن) سحابی ← ستاره‌ها ← کهکشان‌ها

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

تشکیل عنصرهای سنگین‌تر مانند آهن، طلا و ... ← (واکنش هسته‌ای) تشکیل عنصرهای سبک مانند لیتیم، کربن و ... ← (واکنش هسته‌ای) ستاره‌ها و کهکشان‌ها

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

۶ روند تشکیل عنصرها به‌صورت زیر می‌باشد:

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

### جمع‌بندی

نحوهٔ پیدایش عنصرها در یک نگاه:

مهبانگ ← (آزادسازی مقدار زیادی انرژی) پیدایش ذره‌های زیراتمی مانند پروتون، نوترون و الکترون ← (واکنش هسته‌ای) پیدایش عنصرهای هیدروژن و هلیم ← (سرد و متراکم شدن) ایجاد سحابی

ایجاد ستاره‌ها و سپس کهکشان‌ها ← (واکنش هسته‌ای) تشکیل عنصرهای سبک مانند: لیتیم، کربن و... ← (واکنش هسته‌ای) تشکیل عنصرهای سنگین‌تر مانند: آهن، طلا و ... ← (سرانجام) انفجار ستاره و پراکنده شدن عنصرهای تولید شده در آن

۷ خورشید نزدیک‌ترین ستاره به زمین است که دمای بسیار بالایی دارد. انرژی گرمایی و نور خیره‌کنندهٔ خورشید به دلیل تبدیل هیدروژن به هلیم، در واکنش‌های هسته‌ای است.

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

- **واکنش شیمیایی:** در واکنش‌های شیمیایی نه اتمی به وجود می‌آید و نه از بین می‌رود، بلکه پس از انجام واکنش، همان اتم‌ها به شیوهٔ دیگری به یکدیگر متصل می‌شوند. $CH_4(g)+2O_2(g)\rightarrow CO_2(g)+2H_2O(g)$

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

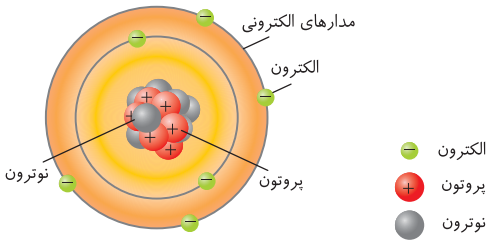
- **واکنش هسته‌ای:** در واکنش‌های هسته‌ای اتم‌های واکنش‌دهنده به اتم‌های دیگری تبدیل می‌شوند. $^{2}_{1}H+^{3}_{1}H\rightarrow^{4}_{2}He+^{1}_{0}n+$ انرژی

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

## ذره‌های زیراتمی، عدد اتمی و عدد جرمی

۱ *می‌دانید که* بـه ذره‌هایی که در سـاختار یک اتم وجـود دارند، **ذره‌هـای زیراتمی** می‌گویند. الکترون، پروتون و نوترون ذره‌های زیراتمی هستند.

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




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

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

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

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

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

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

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

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

$$\text{عدد جرمی } (A) = \text{تعداد پروتون‌ها} + \text{تعداد نوترون‌ها}$$

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

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

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

## نماد شیمیایی عنصرها و یون‌ها

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

نماد شیمیایی $\xrightarrow{E}$ $\begin{matrix}A \leftarrow \text{عدد جرمی}\\ Z \leftarrow \text{عدد اتمی}\end{matrix}$

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

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

### تست

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

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

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

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

**۴)** عدد جرمی همهٔ اتم‌های یک عنصر یکسان است.

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

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

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

گزینهٔ ۳

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

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

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

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

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

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

بار یون − تعداد پروتون‌ها $(Z)$ = تعداد الکترون‌ها

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

تعداد پروتون‌ها: $H_2O$ = ۲(۱)+۸=۱۰ ,تعداد الکترون‌ها = ۲(۱)+۸=۱۰ ,تعداد نوترون‌ها = ۲(۰)+۸=۸

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

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

**تست**

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

۱) ۱۸ ۲) ۱۹ ۳) ۲۰ ۴) ۲۱

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

تعداد پروتون‌ها در $PH_4^+$ = ۱۵+۴(۱)=۱۹ بار یون − مجموع تعداد پروتون‌ها = تعداد الکترون‌ها در $PH_4^+$ = ۱۸=(+۱)−۱۹

گزینهٔ ۱

## مسائل ذره‌های زیراتمی

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

**تست**

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

۱) ۳۶ ۲) ۴۰ ۳) ۵۲ ۴) ۶۳

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

گزینهٔ ۲

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

**الف** اگر تفاوت تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها داده شده بود:

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

**ب** اگر تفاوت تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها داده شده بود:

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

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

**تست**

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

۱) ۴۵ ۲) ۳۹ ۳) ۳۴ ۴) ۲۸

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

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

در اتم‌ها تعداد الکترون‌ها با عدد اتمی $(Z)$ برابر است. **روش دوم (روش تستی):**

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

گزینهٔ ۳

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

۱) ۷۶ ۲) ۷۸ ۳) ۸۰ ۴) ۸۲

**پاسخ** **روش اول:**

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

**روش دوم (روش تستی):**

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

گزینهٔ ۴

## ایزوتوپ (هم‌مکان)

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

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

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

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

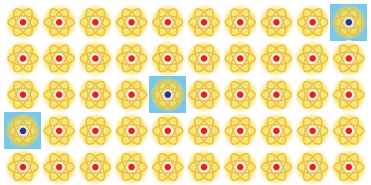
**مثال** لیتیم در طبیعت دارای دو ایزوتوپ $^{6}_{3}Li$ و $^{7}_{3}Li$ است:

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

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

$$\text{درصد فراوانی ایزوتوپ A} = \frac{\text{تعداد ایزوتوپ‌های A}}{\text{تعداد کل ایزوتوپ‌ها}} \times 100$$

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



$^{7}Li$ $^{6}Li$

$$\text{درصد فراوانی } ^{7}Li = \frac{47}{50} \times 100 = \%94 \quad , \quad \text{درصد فراوانی } ^{6}Li = \frac{3}{50} \times 100 = \%6$$

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

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

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

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

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

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

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

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

هسته به احتمال زیاد پرتوزا و ناپایدار است $\Rightarrow \frac{n}{p} \geq 1/5$

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

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

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

### جمع‌بندی

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

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

- شباهت‌ها و تفاوت‌های ایزوتوپ‌های یک عنصر:

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

# تست بخش ۱ فصل اول

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

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

**۱** عبارت بیان شده در کدام گزینه درست است؟ قلم‌چی

**۱)** انسان اولیه با نگاه به آسمان و مشاهدهٔ ستارگان در پی فهم چگونگی پیدایش عنصرها بوده است.

**۲)** انسان در چارچوب علم می‌تواند چگونگی پیدایش هستی را توضیح دهد.

**۳)** سفر طولانی دو فضاپیمای وویجر (۱) و (۲) تنها برای شناخت بیشتر خورشید بود.

**۴)** دو فضاپیمای وویجر (۱) و (۲) مأموریت داشتند با گذر از کنار سیاره‌هایی مانند مشتری و زحل، شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را تهیه و ارسال کنند.

**۲** کدام موارد از مطالب زیر درست است؟

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

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

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

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

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

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

**۳** چند مورد از موارد زیر درست هستند؟

- فراوان‌ترین عنصر در سیارهٔ زمین و مشتری به‌ترتیب آهن و هیدروژن است.
- در میان هشت عنصر نخست سیارهٔ مشتری، عنصر فلزی وجود ندارد.
- سیارهٔ مشتری برخلاف زمین بیشتر از جنس گاز است.
- درصد فراوانی فراوان‌ترین عنصر سازندهٔ سیارهٔ زمین بیشتر از ۵۰٪ است.
- دمای سطحی سیارهٔ مشتری از زمین پایین‌تر است.

**۱)** ۲ **۲)** ۳ **۳)** ۴ **۴)** ۵

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

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

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

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

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

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

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

**۵** چند مورد از عبارت‌های زیر در مورد مقایسهٔ هشت عنصر فراوان سیاره‌های زمین و مشتری درست است؟ قلم‌چی

- در سیارهٔ زمین، عنصر نافلزی وجود ندارد.
- گوگرد و اکسیژن در هر دو سیارهٔ زمین و مشتری یافت می‌شوند.
- از بین دو سیارهٔ زمین و مشتری، سیارهٔ بزرگ‌تر عمدتاً از گاز تشکیل شده است.
- تفاوت درصد فراوانی دو عنصر فراوان سیارهٔ مشتری بیشتر از این تفاوت در سیارهٔ زمین است.
- اکسیژن دومین عنصر فراوان در سیارهٔ زمین و هلیم دومین عنصر فراوان در سیارهٔ مشتری است.

**۱)** ۱ **۲)** ۲ **۳)** ۳ **۴)** ۴

**۶** چه تعداد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

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

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

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

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

**۱)** ۱ **۲)** ۲ **۳)** ۳ **۴)** ۴

**۷** چه تعداد از عبارت‌های زیر درست هستند؟ ترکیبی

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

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

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

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

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

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

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

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

سطح دوم

**۸** چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست‌اند؟

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

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

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

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

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

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

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

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

**۹** کدام موارد نادرست هستند؟

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

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

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

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

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

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

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

**۱۱** اگر در یون فرضی $^{A}_{Z}X^{3+}$، نسبت تعداد نوترون‌ها به الکترون‌ها و نسبت تعداد نوترون‌ها به پروتون‌ها، به‌ترتیب برابر $\frac{7}{5}$ و $\frac{4}{3}$ باشد، عدد جرمی آن برابر چند است؟ قلم‌چی

۱) ۱۲۶ ۲) ۱۴۷ ۳) ۱۵۴ ۴) ۱۲۳

**۱۲** چه تعداد از موارد زیر، عبارت زیر را به درستی کامل می‌کنند؟ قلم‌چی $(^{35}_{17}Cl, ^{31}_{15}P, ^{16}_{8}O, ^{14}_{7}N, ^{12}_{6}C, ^{1}_{1}H)$

«..... در ..... برابر ..... است.»

- شمار ذرات زیراتمی باردار - $CN^{-}$ - ۲۶
- مجموع نوترون‌ها و الکترون‌ها - $NO_2^{+}$ - ۴۵
- شمار ذرات زیراتمی درون هسته - $ClO_2^{-}$ - ۶۸
- مجموع ذره‌های زیراتمی - $PH_4^{+}$ - ۵۳

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

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

۱) ۱/۱ ۲) ۱/۳ ۳) ۱/۵ ۴) ۱/۷

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

۱) ۲/۰۵ ۲) ۲/۴۴ ۳) ۱/۴۸ ۴) ۱/۳۸

**۱۵** مجموع ذره‌های زیراتمی یون $X^{3+}$ برابر ۷۹ و تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در آن برابر ۷ است. تفاوت مجموع ذره‌های باردار این یون با شمار ذره‌های باردار موجود در هستهٔ یون $^{14}_{7}N^{2-}$ کدام است؟ قلم‌چی

۱) ۴۵ ۲) ۴۲ ۳) ۳۹ ۴) ۴۸

**۱۶** کدام موارد از مطالب زیر در مورد دو عنصر $^{50}_{23}V$ و $^{112}_{48}Cd$ نادرست است؟

الف) مجموع شمار ذره‌های زیراتمی باردار در Cd، ۳ برابر تعداد ذره‌های بدون بار در $^{59}_{27}Co$ است.

ب) اختلاف تعداد الکترون‌ها در دو یون $^{122}_{51}Sb^{3-}$ و $^{56}_{26}Fe^{2+}$، ۱/۲ برابر اختلاف تعداد پروتون‌ها در دو عنصر Cd و V است.

پ) مجموع شمار ذره‌های زیراتمی در عنصر Cd، ۴ برابر مجموع شمار ذره‌های زیراتمی داخل هستهٔ اتم $^{40}_{20}Ca$ است.

ت) اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در یون $V^{3+}$، برابر با اختلاف شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در $^{70}_{31}Ga$ است.

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

*تست بعد یه نکتهٔ فنی - مهندسی داره. اول حلش کن، بعد حتماً پاسخش رو بررسی کن.*

**۱۷** اگر در یون $^{32}A^{2-}$، اختلاف شمار ذرات زیراتمی خنثی و منفی برابر ۲ باشد، اعداد کدام گزینه، تعداد ذرات زیراتمی باردار در یون $A^{2-}$ را به درستی نمایش می‌دهد؟ قلم‌چی

۱) ۳۲ - ۳۶ ۲) ۳۱ - ۳۵ ۳) ۳۰ - ۳۴ ۴) ۳۰ - ۳۲

سطح دوم

**۱۸** چند مورد از عبارت‌های زیر نادرست هستند؟ قلم‌چی

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

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

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

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

۱) ۳ ۲) ۱ ۳) ۴ ۴) ۲

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

**۱۹** چه تعداد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

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

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

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

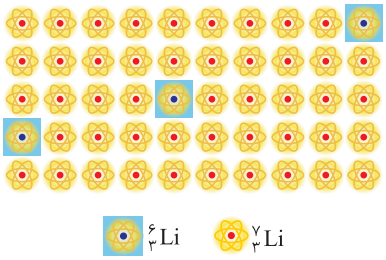
**۲۰** چه تعداد از موارد زیر جملهٔ داده شده را به درستی کامل می‌کند؟

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

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

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

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



$^{6}_{3}Li$ $^{7}_{3}Li$

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

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

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

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

۱) (الف)، (ب) و (پ) ۲) (ب) و (ت)

۳) (ب)، (پ) و (ت) ۴) (پ) و (ت)

**۲۲** با استفاده از ایزوتوپ‌های هیدروژن ($^{1}_{1}H$ و $^{2}_{1}H$) و ایزوتوپ‌های کربن ($^{12}_{6}C$ و $^{13}_{6}C$) به‌ترتیب چند نوع مولکول متان با فرمول مولکولی $CH_4$ می‌توان ساخت و چند مولکول متان با جرم متفاوت می‌توان نوشت؟ (عدد جرمی برابر با جرم اتمی فرض شود.) قلم‌چی

۱) ۸ - ۵ ۲) ۸ - ۶ ۳) ۱۰ - ۵ ۴) ۱۰ - ۶

**۲۳** کدام‌یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟

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

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

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

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

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

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

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

*در این تست فیلی باید هواست جمع باشه!*

**۲۵** اگر به هستهٔ عنصر ${}^{۴۰}_{۱۸}X$، دو پروتون اضافه کنیم، مجموع ذرات زیراتمی آن با مجموع ذرات زیراتمی عنصر ${}^{۲a+۳}_{a}E$ برابر خواهد شد. گونهٔ E با چه تعداد از گونه‌های زیر هم‌مکان است؟ قلم‌چی

« ${}^{۴۱}_{۱۸}A$ - ${}^{۳۹}_{۱۹}B$ - ${}^{۴۰}_{۲۰}D$ - ${}^{۴۱}_{۱۹}F$ - ${}^{۴۲}_{۲۰}G$ »

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

**۲۶** اگر دو اتم ${}^{۶x-۱}_{۴y+۲}A$ و ${}^{۹y+۱}_{۳x-۲}B$ ایزوتوپ یکدیگر باشند و شمار نوترون‌ها در اتم A یک واحد بیشتر از شمار نوترون‌ها در اتم B باشد، حاصل $\frac{x}{y}$ کدام است؟

۱) ۱/۶ ۲) ۱/۸ ۳) ۱/۲ ۴) ۲/۴

**۲۷** پاسخ درست هر سه پرسش زیر در کدام گزینه آمده است؟ ترکیبی

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

ب) تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون ${}^{۵۸}_{۲۸}Ni^{۲+}$ چند برابر تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها در ${}^{۸۸}_{۳۸}Sr$ است؟

پ) اگر در یون ${}_{۸۳}M^{۳-}$ تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها برابر با ۴۶ باشد، هستهٔ اتم M چگونه است؟

۱) ۲ مورد - $\frac{۱}{۳}$ - پرتوزا ۲) یک مورد - $\frac{۱}{۶}$ - پایدار ۳) ۳ مورد - $\frac{۱}{۳}$ - پرتوزا ۴) ۲ مورد - $\frac{۱}{۶}$ - پایدار

**۲۸** اکسیژن دارای دو ایزوتوپ ( ${}^{۱۶}_{۸}O$ و ${}^{۱۷}_{۸}O$ ) و هیدروژن دارای ۳ ایزوتوپ ( ${}^{۱}_{۱}H$، ${}^{۲}_{۱}H$ و ${}^{۳}_{۱}H$ ) است. با این ایزوتوپ چند نوع مولکول آب $(H_۲O)$ می‌توان تولید کرد و ناپایدارترین مولکول آب چند نوترون دارد؟ قلم‌چی

۱) ۱۰ - ۱۵ ۲) ۱۰ - ۱۳ ۳) ۱۲ - ۱۵ ۴) ۱۲ - ۱۳

*دو تست بعدی رو با جون و دل حل کن!*

سطح دوم

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

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

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

**۳۰** اگر در یون $M^{۲+}$، تفاوت تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر ۳ و مجموع ذره‌های موجود در هستهٔ آن برابر ۲۵ باشد، چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

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

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

## مسائل نیم‌عمر (صفحهٔ ۶ کتاب درسی)

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

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

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

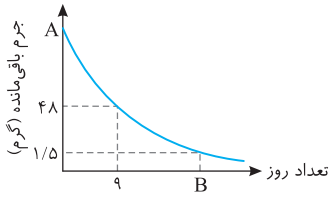
**۳۲** مقداری از عنصر A را در اختیار داریم. اگر نیم‌عمر این عنصر برابر با ۲ هفته باشد و مقدار جرم متلاشی شده از این عنصر پس از گذشت ۴۲ روز به اندازهٔ ۱۳/۵ گرم کمتر از مقدار جرم متلاشی شده از این عنصر پس از گذشت ۷۰ روز باشد، مقدار اولیهٔ عنصر A کدام است؟

۱) ۹۶ ۲) ۱۲۱ ۳) ۱۴۴ ۴) ۱۶۰

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

۱) ۰/۲۵ ۲) ۱/۱ ۳) ۷/۷۵ ۴) ۰/۰۳۵

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




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

## ایزوتوپ‌های هیدروژن (صفحهٔ ۶ کتاب درسی)

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

- $_{1}^{1}H$ - فراوان‌ترین ایزوتوپ هیدروژن است و در هستهٔ آن نوترون وجود ندارد.
- $_{1}^{2}H$ - درصد فراوانی آن در طبیعت در حدود ۰/۰۱ است.
- $_{1}^{3}H$ - واکنش‌پذیری بیشتری نسبت به ایزوتوپ‌های $_{1}^{1}H$ و $_{1}^{2}H$ دارد.
- $_{1}^{4}H$ - در میان ایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن بیشترین نیم‌عمر را دارد.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

**۳۶** کدام گزینه نادرست است؟

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

**۳۷** کدام موارد از مطالب زیر نادرست است؟

الف) در پایدارترین ایزوتوپ ساختگی هیدروژن، تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها برابر با ۳ می‌باشد.
ب) تعداد رادیوایزوتوپ‌های هیدروژن برابر با تعداد ایزوتوپ‌های ساختگی این عنصر است.
پ) در ناپایدارترین ایزوتوپ طبیعی هیدروژن، مجموع تعداد ذره‌های باردار با تعداد ذره‌های بدون بار برابر است.
ت) همهٔ ایزوتوپ‌هایی از هیدروژن که نسبت $\frac{p}{n} \leq \frac{1}{2}$ دارند، پرتوزا هستند و نیم‌عمر کمتر از یک ثانیه دارند.

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

**۳۸** چه تعداد از عبارت‌های زیر درست هستند؟ نزدیک

الف) با افزایش شمار نوترون‌ها در ایزوتوپ‌های پرتوزای یک عنصر، نیم‌عمر کاهش می‌یابد.
ب) در ناپایدارترین ایزوتوپ هیدروژن، ۷ نوترون وجود دارد.
پ) همهٔ ایزوتوپ‌هایی که در آن‌ها نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌ها برابر یا بیش از ۱/۵ باشد، پرتوزا نیستند.
ت) هستهٔ ایزوتوپ‌هایی که در مخلوط طبیعی از اتم‌های یک عنصر وجود دارد، پایدار هستند.
ث) نسبت درصد فراوانی پایدارترین ایزوتوپ هیدروژن به پایدارترین ایزوتوپ منیزیم حدوداً برابر ۱/۲۵ است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

**۳۹** چند مورد از مطالب زیر درست است؟ نزدیک

الف) شمار رادیوایزوتوپ‌های اتم عنصر هیدروژن، برابر با مجموع شمار ایزوتوپ‌های طبیعی عنصرهای لیتیم و منیزیم است.
ب) همهٔ ایزوتوپ‌های هیدروژن که بیش از یک نوترون دارند، پرتوزا هستند.
پ) تعداد نوترون‌ها در سبک‌ترین ایزوتوپ ساختگی هیدروژن برابر با تعداد نوترون‌ها در ایزوتوپ سبک‌تر لیتیم است.
ت) پایداری هستهٔ هیدروژن با ۴ نوترون بیشتر از پایداری ایزوتوپی از هیدروژن است که نسبت $\frac{n}{e}$ در آن برابر با ۳ است.
ث) شمار نوترون‌های ناپایدارترین ایزوتوپ منیزیم، ۲ برابر عدد جرمی ناپایدارترین ایزوتوپ هیدروژن است.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

پاسخ‌های تشریحی

# جامع شیمی تیتانیم

## جلد دوم

مسعود جعفری، امیرحسین معروفی

نشر الگو

# پاسخ تشریحی

## شیمی ۱: فصل اول

A ۱ ۴ دو فضاپیمای وویجر (۱) و (۲) مأموریت داشتند با گذر از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را تهیه کنند و بفرستند. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۱): انسان اولیه با نگاه به آسمان و مشاهدهٔ ستارگان در پی فهم نظام و قانونمندی آسمان بوده است. (نه پیدایش عنصرها!) گزینهٔ (۲): انسان در قلمرو علم تجربی قادر به توضیح چگونگی پیدایش هستی نیست. گزینهٔ (۳): سفر طولانی و تاریخی فضاپیماهای وویجر ۱ و ۲ برای شناخت بیشتر سامانهٔ خورشیدی بود. (نه شناخت خورشید!)

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

B ۳ ۳ همهٔ موارد به‌جز مورد چهارم درست هستند. **بررسی موارد:** مورد اول: فراوان‌ترین عنصر در سیارهٔ مشتری، هیدروژن و فراوان‌ترین عنصر در سیارهٔ زمین، آهن است. مورد دوم: هشت عنصر فراوان سیارهٔ مشتری $H$، $He$، $C$، $O$، $N$، $S$، $Ar$ و $Ne$ هستند که تمام آن‌ها عنصرهای نافلزی‌اند. مورد سوم: سیارهٔ زمین بیشتر از جنس سنگ و سیارهٔ مشتری بیشتر از جنس گاز است. مورد چهارم: درصد فراوانی تمامی عنصرهای تشکیل‌دهندهٔ سیارهٔ زمین کمتر از ۵۰٪ است. مورد پنجم: هرچه فاصلهٔ یک سیاره از خورشید بیشتر باشد، دمای سطحی آن پایین‌تر است. از آنجا که فاصلهٔ سیارهٔ مشتری از خورشید، بیشتر از زمین است، پس مشتری دمای سطحی پایین‌تری دارد.

A ۴ ۲ **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): اختلاف درصد فراوانی دو عنصر فراوان سیارهٔ مشتری ($H$ و $He$) بیشتر از اختلاف درصد فراوانی دو عنصر فراوان سیارهٔ زمین ($Fe$ و $O$) است. عبارت (ب): سیارهٔ مشتری به دلیل دوری از خورشید، میانگین دمای کمتری نسبت به سیارهٔ زمین دارد و درصد فراوانی عنصر کربن در آن بیشتر از درصد فراوانی عنصر اکسیژن است. عبارت (پ): لیتیم عنصری سبک است که نسبت به عنصر طلا قدمت بیشتری در کیهان دارد؛ زیرا در کیهان، عنصرهای سنگین‌تر از عنصرهای سبک‌تر تولید شده‌اند.

B ۵ ۴ همهٔ عبارت‌ها به‌جز عبارت اول درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت اول: در سیارهٔ زمین عناصر نافلز یافت می‌شوند که از فراوان‌ترین آن‌ها می‌توان اکسیژن و گوگرد را نام برد. عبارت دوم: اکسیژن و گوگرد هر دو در سیاره‌های زمین و مشتری یافت می‌شوند با این تفاوت که درصد فراوانی این عناصر در سیارهٔ زمین بیشتر است. عبارت سوم: سیارهٔ مشتری یک سیارهٔ گازی و بسیار بزرگ به حساب آمده و هشت عنصر فراوان‌تر در شرایط محیطی این سیاره همگی گاز هستند. عبارت چهارم: فراوان‌ترین عنصر در سیارهٔ مشتری، هیدروژن بوده که نزدیک به ۹۰٪ آن را دربرمی‌گیرد. در حالی که دومین عنصر فراوان، یعنی هلیم فراوانی بسیار کمی دارد. اما دو عنصر فراوان سیارهٔ زمین (آهن و اکسیژن)، درصد فراوانی نزدیک به یکدیگر دارند. عبارت پنجم: دومین عنصر فراوان در سیارهٔ زمین و سیارهٔ مشتری به ترتیب اکسیژن و هلیم است.

B ۶ ۲ عبارت‌های (الف) و (ت) درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (ب): برخی (نه همه!) دانشمندان بر این باورند که سرآغاز کیهان با انفجار مهیب (مهبانگ) همراه بوده که طی آن انرژی عظیمی آزاد شده است. عبارت (پ): پس از مهبانگ نخستین ذره‌هایی که در آن شرایط پدید آمدند، ذره‌های زیراتمی بودند. عبارت (ت): مقدار انرژی تولید شده در واکنش‌های هسته‌ای بسیار بیشتر از مقدار انرژی مبادله شده در واکنش‌های شیمیایی است.

B ۷ ۲ عبارت‌های (ت) و (ث) درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): در واکنش‌های انجام شده درون ستاره‌ها، مجموع جرم فراورده‌های تولیدی کمتر از مجموع جرم واکنش‌دهنده‌ها است؛ زیرا مقداری از جرم واکنش‌دهنده‌ها به انرژی تبدیل می‌شود. عبارت (ب): سحابی‌ها با گذشت زمان و کاهش دما پس از پدید آمدن عنصرهای هیدروژن و هلیم تولید شده‌اند و نه بلافاصله پس از مهبانگ! عبارت (پ): سحابی‌ها عامل پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها هستند و از عنصرهای هیدروژن و هلیم تشکیل شده‌اند. عبارت (ت): به جای $A$ و $B$ به‌ترتیب می‌توان عنصرهای «هلیم» و «کربن» قرار داد که به‌ترتیب دومین و سومین عنصرهای فراوان در سیارهٔ مشتری هستند. عبارت (ث): ستاره‌ها متولد می‌شوند، رشد می‌کنند و زمانی می‌میرند. مرگ ستاره با یک انفجار بزرگ همراه است که سبب می‌شود عنصرهای تشکیل شده در آن در فضا پراکنده شوند.

C ۸ ۲ عبارت‌های (الف)، (ب) و (ث) نادرست است. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): آخرین تصویری که وویجر (۱) قبل از خروج از سامانهٔ خورشیدی از سیارهٔ زمین گرفت از فاصلهٔ ۷ میلیارد کیلومتری بوده است. عبارت (ب): در متن کتاب گفته شده که پس از مهبانگ ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، پروتون و نوترون پدید آمده است، پس می‌توان نتیجه گرفت که ذره‌های زیراتمی دیگری نیز وجود دارد که پس از مهبانگ پدید آمده‌اند. عبارت (پ): انرژی تولید شده در واکنش‌های هسته‌ای به‌قدری زیاد است که می‌تواند صدها میلیون تن فولاد را ذوب کند. عبارت (ت): درصد فراوانی تمام عنصرهای تشکیل‌دهندهٔ سیارهٔ زمین کمتر از ۵۰٪ است. عبارت (ث): پس از مهبانگ، ابتدا ذره‌های زیراتمی و سپس هیدروژن و هلیم ایجاد شدند که با گذشت زمان و کاهش دمای این عناصر، سحابی‌ها ایجاد شدند.

A ۹ ۳ عبارت‌های (ب)، (پ) و (ت) نادرست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): عدد اتمی یا شمار پروتون‌های اتم‌های یک عنصر مشابه است، از این رو با دانستن عدد اتمی، می‌توان به نوع عنصر پی‌برد. عبارت (ب): خواص شیمیایی اتم‌های هر عنصر به عدد اتمی ($Z$) آن وابسته است. این در حالی است که خواص فیزیکی وابسته به جرم اتم‌های یک عنصر به عدد جرمی ($A$) وابسته است. عبارت (پ): در اتم همهٔ عناصر، به جز ${}_{1}^{1}H$، تعداد نوترون‌ها از تعداد پروتون‌ها بیشتر است. ${}_{1}^{1}H$ فاقد نوترون است.

عبارت (ت): در اتمی با عدد اتمی $Z$، عدد پروتون و $(A-Z)$ عدد نوترون وجود دارد، پس تفاوت تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها در این عنصر برابر $(A-2Z)$ است.

A ۱۰ ۲ ابتدا تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها را در یون ${}_{53}^{127}I^-$ به‌دست می‌آوریم:

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

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

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

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

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

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

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

**B ۱۱ ۲** ابتدا از اطلاعات داده شده، نسبت تعداد پروتون‌ها به الکترون‌ها را به دست می‌آوریم:

$$\frac{\text{شمار نوترون‌ها}}{\text{شمار الکترون‌ها}}=\frac{۷}{۵}\Rightarrow n=\frac{۷}{۵}e\ \ (۱)\ ,\ \ \frac{\text{شمار نوترون‌ها}}{\text{شمار پروتون‌ها}}=\frac{۴}{۳}\ \ (۲)\xrightarrow{(۱),(۲)}n=\frac{۴}{۳}p\Rightarrow\frac{۷}{۵}e=\frac{۴}{۳}p\Rightarrow ۲۱e-۲۰p=۰$$

از آنجایی که در یون $X^{۳+}$، شمار پروتون‌ها سه واحد بیشتر از شمار الکترون‌هاست، پس می‌توان این‌چنین محاسبه کرد:

$$۲۱e-۲۰p=۰\xrightarrow{e=p-۳}۲۱(p-۳)+۲۰p=۰\Rightarrow p=۶۳$$

همچنین می‌دانیم شمار نوترون‌ها $\frac{۴}{۳}$ شمار پروتون‌ها است؛ بنابراین تعداد نوترون‌های این یون برابر $۸۴\ (\frac{۴}{۳}\times ۶۳)$ بوده و عدد جرمی که حاصل مجموع شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها است، برابر $۱۴۷\ (۶۳+۸۴)$ می‌باشد.

**B ۱۲ ۲** موارد دوم و چهارم، عبارت تست را به درستی کامل می‌کنند. **بررسی همهٔ موارد:**

مورد اول: ذرات زیراتمی باردار یعنی الکترون‌ها و پروتون‌ها:

$$CN^-\begin{cases}e=۶+۷+۱=۱۴\\p=۶+۷=۱۳\end{cases}\Rightarrow ۱۳+۱۴=۲۷$$

مورد دوم: مجموع الکترون‌ها و نوترون‌ها:

$$NO_۲^+\begin{cases}e=۷+۲(۸)-۱=۲۲\\n=۷+۲(۸)=۲۳\end{cases}\Rightarrow ۲۲+۲۳=۴۵$$

مورد سوم: ذرات زیراتمی درون هسته یعنی پروتون و نوترون در یون $ClO_۲^-$ برابر است با:

$$ClO_۲^-\begin{cases}p=۱۷+۲(۸)=۳۳\\n=۱۸+۲(۸)=۳۴\end{cases}\Rightarrow ۳۳+۳۴=۶۷$$

مورد چهارم: در یون $PH_۲^+$ می‌توان نوشت:

$$PH_۴^+\begin{cases}e=۱۵+۴(۱)-۱=۱۸\\p=۱۵+۴(۱)=۱۹\\n=۱۶+۴(۰)=۱۶\end{cases}\Rightarrow ۱۸+۱۹+۱۶=۵۳$$

**B ۱۳ ۲**

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

$$\text{عدد اتمی}=\frac{\text{(تفاوت شمار پروتون‌ها با نوترون‌ها)}-\text{عدد جرمی}}{۲}$$

دقت کنید با توجه به این‌که تقریباً در تمامی اتم‌ها (به‌جز $^۱H$) رابطهٔ $n\geq p$ برقرار است، پس منظور از اختلاف شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها در سؤالات مقدار $(n-p)$ است.

مجموع شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها برابر ۷۹ و تفاوت آن‌ها برابر ۱۱ است، از این‌رو: **روش اول (تشریحی):** $n+p=۷۹\ ,\ n-p=۱۱\Rightarrow ۲n=۹۰\Rightarrow n=۴۵\ ,\ p=۳۴$

**روش دوم (تستی):**

$$Z=\frac{A-\text{(تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها)}}{۲}=\frac{۷۹-۱۱}{۲}=\frac{۶۸}{۲}=۳۴$$

تعداد نوترون‌ها برابر $۴۵\ (۷۹-۳۴)$ است. در نهایت با توجه به دو روش ذکر شده، نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌ها به تقریب برابر $۱/۳\ (\frac{۴۵}{۳۴})$ است.

**B ۱۴ ۲**

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

$$\text{عدد اتمی}=\frac{\text{عدد جرمی}-\text{(تفاوت شمار الکترون‌ها با نوترون‌ها)}+\text{بار یون}}{۲}$$

ابتدا با توجه به اطلاعات مسئله، عدد اتمی $^{۸۸}A^{۲+}$ را محاسبه می‌کنیم:

**روش اول:**

$$^{۸۸}A^{۲+}\begin{cases}Z+n=۸۸\\n-e=۱۴\end{cases}\xrightarrow{e=Z-۲}\begin{cases}Z+n=۸۸\\n-Z=۱۲\end{cases}\Rightarrow Z+(۱۲+Z)=۸۸\Rightarrow ۲Z+۱۲=۸۸\Rightarrow Z=۳۸$$

**روش دوم:**

$$Z=\frac{A-\text{(تفاوت نوترون‌ها و الکترون‌ها)}+\text{بار یون}}{۲}=\frac{۸۸-۱۴+۲}{۲}=۳۸$$

سپس تعداد ذره‌های زیراتمی موجود در $^{۸۸}A^{۲+}$ را محاسبه و نسبت تعداد ذره‌های زیراتمی موجود در هسته (یعنی مجموع نوترون و پروتون یا همان عدد جرمی) به تعداد الکترون‌های موجود در این یون را به‌دست می‌آوریم:

$$^{۸۸}_{۳۸}A^{۲+}\begin{cases}p=۳۸\\e=۳۸-۲=۳۶\\n=۸۸-۳۸=۵۰\end{cases}\Rightarrow\frac{\text{مجموع تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها}}{\text{تعداد الکترون‌ها}}=\frac{۳۸+۵۰}{۳۶}\simeq ۲/۴۴$$

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

$$\frac{۳۸+۵۰}{۳۶}=?\xrightarrow[\text{به جای ۳۸، عدد ۴۰ قرار گیرد}]{\text{تخمین زدن و ساده کردن}}\frac{۴۰+۵۰}{۳۶}=\frac{۹۰}{۳۶}=\frac{۱۰}{۴}=۲/۵$$

**B ۱۵ ۲** در یون $X^{۳+}$، شمار پروتون‌ها سه واحد بیشتر از شمار الکترون‌ها بوده $(e=p-۳)$ و تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در آن برابر ۷ $(n-e=۷)$ است. از این رو شمار نوترون‌ها، ۴ واحد بیشتر از شمار پروتون‌هاست.

$$n-e=۷\ ,\ e=p-۳\Rightarrow n-(p-۳)=۷\Rightarrow n=p+۴$$

همچنین مجموع ذره‌های زیراتمی این یون، برابر ۷۹ است؛ پس خواهیم داشت:

$$n+p+e=۷۹\ ,\ n=p+۴\ ,\ e=p-۳\Rightarrow (p+۴)+p+(p-۳)=۷۹\Rightarrow ۳p=۷۸\Rightarrow p=۲۶$$

در این یون، شمار پروتون‌ها و الکترون‌ها به ترتیب برابر ۲۶ و ۲۳ بوده و در نتیجه مجموع شمار ذره‌های باردار این یون، یعنی الکترون‌ها و پروتون‌ها برابر با $۴۹\ (۲۶+۲۳)$ است. در یون $^{۱۴}_{۷}N^{۳-}$، شمار ذره‌های باردار موجود در هسته یا همان پروتون‌ها برابر ۷ است؛ پس تفاوت مجموع ذره‌های باردار یون $X^{۳+}$ و شمار ذره‌های باردار موجود در هستهٔ یون $N^{۳-}$ برابر $۴۲\ (۴۹-۷)$ است.

**۱۶** B ۴ فقط مورد (ت) نادرست است. ابتدا تعداد ذره‌های زیراتمی را در هر یک از عنصرهای $^{50}_{23}V$ و $^{112}_{48}Cd$ به‌دست می‌آوریم:

$$^{50}_{23}V: e=p=23, n=50-23=27 \qquad ^{112}_{48}Cd: e=p=48, n=112-48=64$$

**بررسی موارد:** مورد (الف):

$$^{59}_{27}Co\begin{cases} e=p=27 \\ n=59-27=32 \end{cases} \Rightarrow \frac{\text{مجموع شمار ذره‌های زیراتمی باردار (یعنی e و p) در Cd}}{\text{تعداد ذره‌های بدون بار (نوترون) در Co}}=\frac{48+48}{32}=\frac{96}{32}=3$$

مورد (ب):

$$\left.\begin{array}{l} ^{122}_{51}Sb^{-3} \text{ تعداد الکترون‌ها در} = Z+3=51+3=54 \\ ^{56}_{26}Fe^{2+} \text{ تعداد الکترون‌ها در} = Z-2=26-2=24 \end{array}\right\} \Rightarrow \text{تفاوت تعداد الکترون‌ها}=54-24=30$$

$$\left.\begin{array}{l} ^{50}_{23}V \text{ تعداد پروتون‌های هستهٔ} = Z=23 \\ ^{112}_{48}Cd \text{ تعداد پروتون‌های هستهٔ} = Z=48 \end{array}\right\} \Rightarrow \text{تفاوت تعداد پروتون‌ها}=48-23=25$$

$$\Rightarrow \text{نسبت خواسته شده}=\frac{30}{25}=1/2$$

مورد (پ):

$$^{40}_{20}Ca\begin{cases} e=p=20 \\ n=40-20=20 \end{cases} \Rightarrow \frac{\text{مجموع ذره‌های زیراتمی در } ^{112}_{48}Cd}{\text{مجموع ذره‌های زیراتمی داخل هستهٔ } ^{40}_{20}Ca}=\frac{48+48+64}{20+20}=4$$

مورد (ت):

$$^{50}_{23}V^{3+}: p=23, e=23-3=20, n=50-23=27 \Rightarrow \text{اختلاف تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها}=27-20=7$$

$$^{70}_{31}Ga: p=e=31, n=70-31=39 \Rightarrow \text{اختلاف تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها}=39-31=8$$

**۱۷** C ۳

★ **نکته** اگر در حل مسائل مربوط به ذرات زیراتمی در یک سؤال به یک آنیون برخوردید، حواستان باشد که عبارت «اختلاف شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها» لزوماً به معنای $(n-e)$ نیست و ممکن است منظور $(e-n)$ باشد. برای تشخیص اینکه چه مواقعی عبارت «اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها» را معادل $(n-e)$ و چه زمانی معادل $(e-n)$ در نظر بگیریـد بـه دو نکتـه توجه کنید: ۱- اگر تفاوت n و e بزرگ‌تر از قدرمطلق بار آنیون بود، عبارت داده شـده معادل $(n-e)$ اسـت. **مثال** $^{80}_{35}X^-$

۲- اگر تفاوت n و e کوچک‌تر یا مساوی قدرمطلق بار آنیون بود، مسئله را یکبار با عبارت $(e-n)$ و یک بار با عبارت $(n-e)$ در نظر بگیرید. **مثال** $^{31}_{15}D^{3-}$ یا $^{16}_{8}E^{2-}$

اختلاف الکترون و نوترون برابر ۲ است؛ اما چون این ذره یک آنیون با بار الکتریکی $(-2)$ می‌باشد، نمی‌توان با قاطعیت گفت تعداد الکترون یا نوترون بیشتر است. یک بار با $n-e=2$ و یک بار با $e-n=2$، عدد اتمی را به‌دست می‌آوریم.

$$\left.\begin{array}{l} e-n=2 \\ e=p+2 \\ A=32 \Rightarrow n+p=32 \end{array}\right. \Rightarrow (p+3)-n=2 \Rightarrow n-p=0 \Rightarrow \left\{\begin{array}{l} n=16 \\ p=16 \end{array}\right. \Rightarrow {}_{16}S$$

$$\left.\begin{array}{l} n-e=2 \\ e=p+2 \\ A=32 \Rightarrow n+p=32 \end{array}\right. \Rightarrow n-(p+2)=2 \Rightarrow n-p=4 \Rightarrow \left\{\begin{array}{l} n=18 \\ p=14 \end{array}\right. \Rightarrow {}_{14}Si$$

اکنون مجموع ذره‌های باردار را در یون‌های $_{14}Si^{2-}$ و $_{16}S^{2-}$ محاسبه می‌کنیم:

$$_{16}S^{2-}: p=16, e=18 \Rightarrow \text{مجموع}=16+18=34 \qquad _{14}Si^{2-}: p=14, e=16 \Rightarrow \text{مجموع}=14+16=30$$

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

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

از آنجایی که در این یون $(X^-)$، تعداد الکترون‌ها یک واحد بیشـتر از تعداد پروتون‌ها اسـت، پس این یون دارای ۳۶ الکترون بوده و تفاوت نوترون‌ها و الکترون‌های آن برابر ۹ می‌باشد. عبارت (ب): در یون $^{207}M^{4+}$، مجموع شمار نوترون‌ها و شمار پروتون‌ها برابر ۲۰۷ و تفاوت تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر ۴۷ است، پس خواهیم داشت:

$$\left.\begin{array}{l} n+p=207 \\ n-e=47 \end{array}\right. \xrightarrow{e=p-4} \left.\begin{array}{l} n+p=207 \\ n-(p-4)=47 \end{array}\right. \Rightarrow \left.\begin{array}{l} n+p=207 \\ n-p=43 \end{array}\right. \Rightarrow p=82$$

پس شمار الکترون‌ها در یون $X^{4+}$ برابر ۷۸ $(82-4)$ است. عبارت (پ): در یون $^{59}Z^{2+}$، مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها برابر ۵۹ و تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر ۵ است، پس تعداد ذره‌های بدون بار، یعنی نوترون‌ها در $Z^{2+}$ برابر است با:

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

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

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

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

**۱۹** A ۲ عبارت‌های اول، دوم و سوم درست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت اول: شیمی‌دان‌ها ماده‌ای را عنصر می‌نامند که از یک نوع اتم تشکیل شده باشد. عبارت دوم: یک نمونهٔ طبیعی از عنصر لیتیم دارای دو ایزوتوپ $^{7}_{3}Li$ و $^{6}_{3}Li$ به ترتیب با درصد فراوانی ۹۴٪ و ۶٪ می‌باشد. به عبارتی فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر بیشتر است. عبارت سوم: بررسی‌ها نشان می‌دهد که اغلب در یک نمونهٔ طبیعی از عنصری معین، اتم‌های سازنده جرم یکسانی ندارند. عبارت چهارم: خواص شیمیایی اتم‌های هر عنصر

به عدد اتمی ($Z$) آن وابسته است، از این‌رو خواص شیمیایی ایزوتوپ‌های یک عنصر مشابه است. عبارت پنجم: ترتیب درصد فراوانی ایزوتوپ‌های منیزیم در یک نمونهٔ طبیعی از آن به صورت $^{24}_{12}Mg > ^{26}_{12}Mg > ^{25}_{12}Mg$ است.

A ۲۰ ۳ موارد چهارم و پنجم، جمله را به درستی کامل می‌کنند. ایزوتوپ‌های یک عنصر از نظر تعداد پروتون‌ها، عدد اتمی، تعداد الکترون‌ها، خواص شیمیایی و مکان قرارگیری در جدول تناوبی مشابه یکدیگرند ولی از نظر تعداد نوترون‌ها، خواص فیزیکی وابسته به جرم، درصد فراوانی در طبیعت و پایداری هسته با یکدیگر تفاوت دارند.

★ **نکته** شباهت‌ها و تفاوت‌های ایزوتوپ‌های یک عنصر:

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

B ۲۱ ۲ عبارت‌های (ب) و (ت) نادرست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): در ایزوتوپ $^{6}_{3}Li$، نسبت تعداد نوترون‌ها به تعداد پروتون‌ها برابر یک است ولی در ایزوتوپ $^{7}_{3}Li$، نسبت تعداد نوترون‌ها به تعداد پروتون‌ها $\frac{4}{3}$ بوده و بزرگ‌تر از واحد است. درصد فراوانی $^{7}_{3}Li$ در نمونهٔ طبیعی $= \frac{47}{50} \times 100 = ٪94$

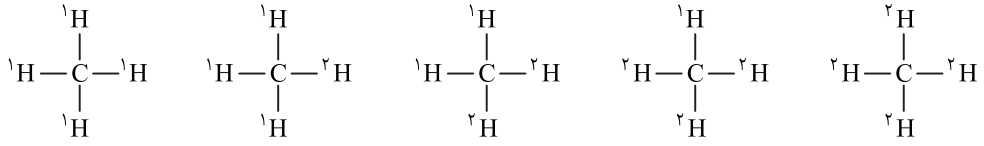
عبارت (ب): با توجه به توضیحات قسمت (الف)، درصد فراوانی ایزوتوپ $^{7}_{3}Li$ برابر ۹۴٪ است، پس درصد فراوانی ایزوتوپ $^{6}_{3}Li$ برابر ۶٪ (۱۰۰−۹۴) است.

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

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

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

B ۲۲ ۴ قسمت اول: ابتدا انواع مولکول‌های متان با ایزوتوپ $^{12}C$ و ایزوتوپ‌های $^{1}H$ و $^{2}H$ را در نظر می‌گیریم:

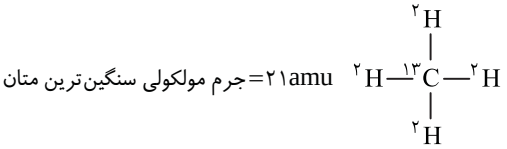


پس معادل با همین تعداد، مولکول‌هایی با ایزوتوپ $^{13}C$ و ایزوتوپ‌های $^{1}H$ و $^{2}H$ وجود دارد و با این ایزوتوپ‌ها مجموعاً ده نوع مولکول متان می‌توان ایجاد نمود.

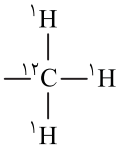
قسمت دوم:

★ **نکته** در این تیپ سؤالات، اگر عدد جرمی ایزوتوپ‌های همهٔ عناصر داده شده به‌صورت متوالی (مثل $^{12}A$، $^{13}A$ و $^{14}A$) بود، برای تعیین شمار مولکول‌های با جرم مولکولی متفاوت، می‌توان از فرمول مقابل استفاده نمود: تعداد مولکول‌ها با جرم متفاوت = (سنگین‌ترین جرم مولکولی) − (سبک‌ترین جرم مولکولی) + ۱

ابتدا جرم مولکولی سنگین‌ترین و سبک‌ترین مولکول‌ها را محاسبه می‌کنیم:



جرم مولکولی سنگین‌ترین متان = ۲۱amu



جرم مولکولی سبک‌ترین متان = ۱۶amu

شمار مولکول‌های متان با جرم متفاوت برابر ۶ (۱+۱۶−۲۱) است.

A ۲۳ ۴ اغلب (نه همه!) هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن‌ها برابر یا بزرگ‌تر از ۱/۵ باشد، ناپایدار هستند. برای نمونه $^{195}_{78}Pt$، دارای ۷۸ پروتون و ۱۱۷ نوترون بوده و نسبت $\frac{n}{p}$ آن برابر ۱/۵ $(\frac{117}{78})$ است ولی هستهٔ پایدار دارد. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۲): به دلیل متلاشی شدن هستهٔ ایزوتوپ‌های ناپایدار در یک نمونهٔ طبیعی، کمترین درصد فراوانی مربوط به ناپایدارترین ایزوتوپ و بیشترین درصد فراوانی مربوط به پایدارترین ایزوتوپ است. گزینهٔ (۳): هستهٔ ایزوتوپ‌های ناپایدار ماندگار نیستند و اغلب بر اثر تلاشی هستهٔ آن‌ها، ذره‌های پرانرژی و مقادیر زیادی انرژی آزاد می‌شود.

C ۲۴ ۱ فقط رابطهٔ دوم برقرار نیست، اغلب هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن‌ها برابر یا بیش از ۱/۵ است، ناپایدار هستند. $\frac{\text{تعداد نوترون‌ها}}{\text{تعداد پروتون‌ها}} = \frac{n}{p} \geq \frac{3}{2}$

**بررسی هرکدام از روابط:** رابطهٔ اول:

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

رابطهٔ دوم:

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

رابطهٔ سوم:

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

رابطهٔ چهارم:

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

C ۲۵ ۱ اگر به هستهٔ عنصر $^{40}_{18}X$، دو پروتون اضافه کنیم، به $^{42}_{20}T^{2+}$ تبدیل می‌شود که دارای ۲۲ نوترون، ۲۰ پروتون و ۱۸ الکترون است و مجموع ذرات زیراتمی آن برابر با ۶۰ خواهد بود. عنصر $^{2a+3}_{a}E$ نیز دارای a پروتون، a الکترون و $a+3$ نوترون است:

$^{2a+3}_{a}E$ : تعداد پروتون‌ها $=a$ ، تعداد الکترون‌ها $=a$ ، تعداد نوترون‌ها $=(2a+3)-a=a+3$

پس در عنصر $^{2a+3}_{a}E$، در مجموع $3a+3$ ذرهٔ زیراتمی وجود دارد؛ پس a برابر است با:

$3a+3=60\Rightarrow 3a=57\Rightarrow a=19$

بنابراین $^{41}_{19}E$ با $^{39}_{19}B$ ایزوتوپ (هم‌مکان) است؛ چون عدد اتمی یکسان اما عدد جرمی متفاوتی دارند. توجه داشته باشید که $^{41}_{19}E$ همان $^{41}_{19}F$ است؛ زیرا تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هر دو ذره یکسان می‌باشد.

C ۲۶ ۱ اگر $^{6x-1}_{4y+2}A$ و $^{9y+1}_{3x-2}B$ ایزوتوپ یکدیگر باشند، عدد اتمی این دو اتم با یکدیگر برابر است، پس خواهیم داشت:

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

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

$$\left.\begin{array}{l}\text{تعداد نوترون‌های اتم A}=\text{عدد جرمی}-\text{عدد اتمی}=(6x-1)-(4y+2)=6x-4y-3\\ \text{تعداد نوترون‌های اتم B}=\text{عدد جرمی}-\text{عدد اتمی}=(9y+1)-(3x-2)=9y-3x+3\end{array}\right\}\Rightarrow(6x-4y-3)=(9y-3x+3)+1\Rightarrow \boxed{9x-13y=7}\quad (II)$$

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

$$\begin{cases}3x-4y=4\\ 9x-13y=7\end{cases}\xrightarrow[\text{دو معادله - دو مجهول}]{\text{حل دستگاه}} x=8, y=5$$

پس حاصل نسبت $\frac{x}{y}$ برابر $\frac{8}{5}$ یا ۱/۶ است.

C ۲۷ ۱ **پاسخ به پرسش‌ها:** پرسش (الف): ایزوتوپ‌های یک عنصر در یک خانه از جدول دوره‌ای قرار دارند، از این‌رو به آن‌ها هم‌مکان می‌گویند. ایزوتوپ‌های یک عنصر در خواص شیمیایی مشابه یکدیگر هستند، در حالی که خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند نقطهٔ ذوب در آن‌ها متفاوت بوده و مجموع شمار ذره‌های زیراتمی (یعنی مجموع تعداد نوترون، پروتون و الکترون) در ایزوتوپ‌ها با یکدیگر متفاوت است. پرسش (ب):

$$^{58}_{28}Ni^{2+}\begin{cases}p=28\\ e=28-2=26\\ n=58-28=30\end{cases}\Rightarrow \text{تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها}=30-26=4 \qquad ^{88}_{38}Sr\begin{cases}p=38\\ e=38\\ n=88-38=50\end{cases}\Rightarrow \text{تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها}=50-38=12$$

تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون $^{58}_{28}Ni^{2+}$، $\frac{1}{3}$ تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها در $^{88}_{38}Sr$ است. پرسش (پ): در یون $^{-3}_{83}M$، ۸۶ الکترون وجود دارد؛

پس تعداد نوترون‌ها برابر است با:

$n-e=46\Rightarrow n=46+e=46+86=132$

نسبت $\frac{n}{p}$ در هستهٔ اتم M حدوداً برابر ۱/۶ $(\frac{132}{83})$ است، پس هستهٔ اتم M پرتوزاست.

B ۲۸ ۴ قسمت اول: ابتدا انواع مولکول‌های آب را با ایزوتوپ‌های هیدروژن ($^1H$، $^2H$ و $^3H$) و ایزوتوپ $^{16}O$ در نظر می‌گیریم:

$^1H-^{16}O-^1H$ $^1H-^{16}O-^2H$ $^1H-^{16}O-^3H$ $^2H-^{16}O-^2H$ $^2H-^{16}O-^3H$ $^3H-^{16}O-^3H$

پس معادل با همین تعداد، مولکول‌هایی با ایزوتوپ‌های هیدروژن ($^1H$، $^2H$ و $^3H$) و ایزوتوپ $^{17}O$ داریم، یعنی با این ایزوتوپ‌ها مجموعاً ۱۲ نوع مولکول $H_2O$ می‌توان داشت. قسمت دوم: با توجه به پرسش، ایزوتوپ $^3H$ و ایزوتوپ $^{17}O$ پایداری و فراوانی کمتری دارند. از این رو ناپایدارترین مولکول در این شرایط، $^3H-^{17}O-^3H$ می‌باشد. از آن‌جایی که شمار نوترون‌ها در $^{17}O$ برابر ۹ بوده و در $^3H$ برابر ۲ می‌باشد، پس مجموع نوترون‌ها در ناپایدارترین مولکول آب برابر ۱۳ است.

C ۲۹ ۱ عبارت‌های دوم، سوم و چهارم نادرست هستند. از آنجایی که شمار الکترون‌های یون‌های $X^+$ و $Y^-$ با یکدیگر برابر بوده و عدد جرمی X، ۴ واحد بیشتر از Y است، پس تعداد پروتون‌های اتم X، دو واحد بیشتر از تعداد پروتون‌های اتم Y می‌باشد، و تعداد نوترون‌های X نیز دو واحد از تعداد نوترون‌های Y بیشتر است.

**بررسی عبارت‌ها:** عبارت اول: همان‌طور که در بالا گفته شد، تفاوت تعداد نوترون‌ها برابر ۲ است. عبارت دوم: این دو عنصر عدد اتمی و عدد جرمی متفاوتی دارند و ایزوتوپ یکدیگر نیستند و در خواص شیمیایی و فیزیکی با یکدیگر تفاوت دارند. عبارت سوم: همان‌طور که گفته شد، تعداد پروتون‌ها در هستهٔ اتم X، دو واحد بیشتر از اتم Y است؛ از این رو عدد اتمی Y، دو واحد کمتر از عدد اتمی X می‌باشد. عبارت چهارم: اغلب هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن برابر یا بیش از ۱/۵ باشد ناپایدارتر هستند، نسبت $\frac{n}{p}$ در هیچ کدام از این عناصر مشخص نیست!

C ۳۰ ۲ عبارت‌های اول و سوم درست هستند. با توجه به بار یون $M^{2+}$، شمار پروتون‌ها دو واحد بیشتر از شمار الکترون‌هاست؛ از این‌رو با توجه به داده‌های مسئله می‌توان شمار ذرات زیراتمی M را حساب کرد: **روش اول (تشریحی):**

$$\begin{cases}n+p=25\\ n-e=3\end{cases}\xrightarrow{e=p-2}\begin{cases}n+p=25\\ n-(p-2)=3\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}n+p=25\\ n-p=1\end{cases}\Rightarrow p=12, n=13$$