زیرفصل اول

شناخت کیهان

۱ شواهد تاریخی نشان می‌دهد که انسان اولیه با نگاه به آسمان و مشاهدهٔ ستارگان در پی فهم نظام و قانونمندی در آسمان و همواره به دنبال پاسخ‌هایی برای پرسش‌های **بنیادی** خود بوده است.

برخی پرسش‌های بنیادی:
- ۱- هستی چگونه پدید آمده است؟ ← پاسخ این پرسش در قلمروی علم تجربی نمی‌گنجد.
- ۲- جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟
- ۳- پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟

پاسخ این پرسش‌ها در قلمروی علم تجربی است.

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.

ویجر ۱ و ۲

۱ دانشمندان برای شناخت بیشتر سامانهٔ خورشیدی، دو فضاپیمای **ویجر ۱ و ۲** را در حدود **۴۰ سال پیش**، یعنی در سال ۱۹۷۷ میلادی (۱۳۵۶ خورشیدی)، به فضا پرتاب کردند.

۲ مأموریت دو فضاپیمای ویجر 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

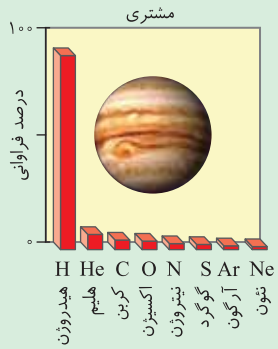
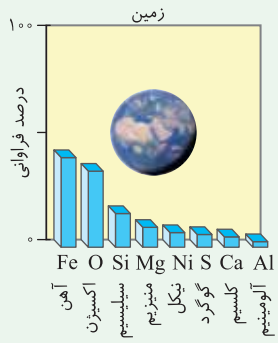
۳ آخرین تصویری که **ویجر ۱**، پیش از خروج از سامانهٔ خورشیدی از زمین گرفت از فاصلهٔ **۷ میلیارد کیلومتری** بوده است.

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.

۲ نکات مربوط به دو سیارهٔ **زمین** و **مشتری** در زیر ارائه شده است:

نکات	شکل
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 حالی که سیاره زمین **رتبهٔ پنجم** را از نظر اندازه در میان سیاره‌های سامانهٔ خورشیدی دارد.	

نکات	شکل
۱- ترتیب فراوانی ۸ عنصر فراوان موجود در سیارهٔ **مشتری** به‌صورت مقابل است: $H>He>C>O>N>S>Ar>Ne$ ۲- در میان هشت عنصر فراوان سیارهٔ مشتری عنصر فلزی یافت نمی‌شود، از این‌رو مشتری جزء **سیاره‌های گازی** به شمار می‌آید. ۳- در سیاره‌های گازی، تراکم گازها بسیار زیاد است که این امر منجر به شکل‌گیری این سیاره‌ها شده است. ۴- فراوان‌ترین عنصر در سیارهٔ مشتری **هیدروژن** (با حدود ۹۰ درصد فراوانی) است.	
۱- ترتیب فراوانی ۸ عنصر فراوان موجود در سیارهٔ **زمین** به‌صورت مقابل است: $Fe>O>Si>Mg>Ni>S>Ca>Al$ ۲- در میان هشت عنصر فراوان سیارهٔ زمین، ۵ عنصر **فلزی** (Fe، Mg، Ni، Ca، Al)، یک عنصر **شبه فلزی**(Si) و ۲ عنصر **نافلزی** (O، S) وجود دارد. ۳- فراوان‌ترین عنصر در سیارهٔ زمین **آهن** (با حدود ۴۰ درصد فراوانی) است. ۴- اختلاف درصد فراوانی دو عنصر فراوان‌تر در سیارهٔ مشتری، بیشتر از این اختلاف در سیارهٔ زمین است.	

اشتباه نکنید اکسیژن ($_8O$) فراوان‌ترین عنصر در **پوستهٔ** زمین است؛ این درحالی است که فراوان‌ترین عنصر در کل کرهٔ زمین آهن ($_{26}Fe$) می‌باشد.

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

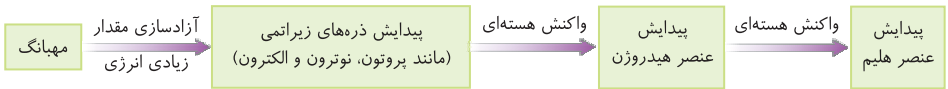
اکسیژن و گوگرد
- دو عنصر اکسیژن ($_8O$) و گوگرد ($_{16}S$) جزء عناصر فراوان موجود در هر دو سیارهٔ زمین و مشتری هستند.
- عنصر اکسیژن در سیارهٔ مشتری از نظر فراوانی در **رتبهٔ (۴)** و در سیارهٔ زمین در **رتبهٔ (۲)** قرار دارد.
- عنصر گوگرد در هر دو سیاره از نظر فراوانی در **رتبهٔ (۶)** قرار دارد.
- درصد فراوانی اکسیژن و گوگرد در سیارهٔ زمین **بیشتر** از سیارهٔ مشتری است.

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

نحوهٔ پیدایش عنصرها

۱ دانشمندان با مقایسهٔ **نوع** و **میزان فراوانی** عنصرها در سیارات مختلف و شواهد دیگر، توانستند چگونگی پیدایش عنصرها را توضیح دهند. برخی دانشمندان 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 عرصه جهان گذاشتند.



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

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

۴ درون ستاره‌ها همانند خورشید در دماهای **بسیار بالا** و **ویژه**، 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

توجه نوع عنصرهای ساخته شده در هر ستاره به **دما** و **اندازهٔ** آن ستاره بستگی دارد.

شرایط تشکیل عنصرهای سنگین‌تر مناسب‌تر ⇒ هرچه دمای ستاره بالاتر

۵ **ستارگان** پس از چندین میلیون سال نورافشانی و گرمابخشی، پایداری خود را از دست داده، در انفجاری مهیب متلاشی شده و اتم‌های ساخته در آن‌ها در سراسر گیتی **پراکنده** می‌شود.

۶ روند کلی تشکیل عنصرها به‌صورت زیر می باشد:

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

واکنش هسته‌ای و رابطهٔ اینشتین

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

انواع واکنش

الف) **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.

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

ب) **واکنش هسته‌ای**: در واکنش هسته‌ای، اتم‌های واکنش‌دهنده به اتم‌های دیگری تبدیل می‌شوند.

$$^{2}_{1}H+^{3}_{1}H\rightarrow ^{9}_{2}He+^{1}_{0}n+\text{انرژی}$$

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

$E=mc^2$

m : جرمی از ماده که به انرژی تبدیل شده است (kg)

c : سرعت نور $(3\times10^8\ \frac{m}{s})$ ، E : انرژی آزاد شده (J)

توجه طبق رابطهٔ اینشتین می‌توان گفت: $1J=1kg.(ms^{-1})^2=1kg.m^2s^{-2}$

تست

۱. با توجه به رابطهٔ اینشتین، از تبدیل یک گرم ماده به انرژی، چند ژول انرژی آزاد می‌شود؟

۱) 9×10^7 ۲) 9×10^{10} ۳) 9×10^{13} ۴) 9×10^{16}

پاسخ: $m=1g=10^{-3}kg\Rightarrow E=mc^2=10^{-3}\times(3\times10^8)^2=9\times10^{13}J$ (گزینهٔ ۳)

۲. اگر برای ذوب شدن یک گرم آهن، ۲۴۳ ژول انرژی لازم باشد، انرژی آزاد شده از واکنش هسته‌ای که در آن ۰/۱ گرم ماده به انرژی تبدیل می‌شود، چند گرم آهن را ذوب خواهد کرد؟

۱) $۳/۷\times۱۰^{۱۰}$ ۲) ۹×۱۰^{۱۲} ۳) $۳/۷\times۱۰^{۱۳}$ ۴) ۹×۱۰^{۱۵}

پاسخ: ابتدا مقدار انرژی حاصل از تبدیل ماده به انرژی را محاسبه می‌کنیم:

$$E=mc^۲=۰/۱\times۱۰^{-۳}\times(۳\times۱۰^۸)^۲=۹\times۱۰^{۱۲}\,J$$

سپس جرمی از آهن را که با این مقدار از انرژی ذوب می‌شود، محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\ Fe=۹\times۱۰^{۱۲}\,J\times\frac{۱\,g\ Fe}{۲۴۳\,J}\simeq۳/۷\times۱۰^{۱۰}\,g\ Fe$$ (گزینهٔ ۱)

توجه در مسائلی که جرم واکنش‌دهنده و فراورده داده شده، برای محاسبهٔ مقدار ماده‌ای که به انرژی تبدیل می‌شود، جرم فراورده‌ها را از واکنش‌دهنده‌ها کم می‌کنیم.

$$m=\text{جرم فراورده‌ها}-\text{جرم واکنش‌دهنده‌ها}$$

تست

۳. اگر گرمای حاصل از سوختن یک گرم گاز متان برابر ۵۷/۲۴ کیلوژول باشد، گرمای حاصل از واکنش هسته‌ای یک گرم از هسته‌های ایزوتوپ هیدروژن $(_۱^۲H)$ و تولید ۰/۹۹۳۶۴ گرم هستهٔ هلیم، معادل سوختن چند گرم گاز متان است؟

۱) $۱/۰\times۱۰^۷$ ۲) $۵/۷\times۱۰^{۱۱}$ ۳) $۱/۰\times۱۰^{۱۰}$ ۴) $۵/۷\times۱۰^۸$

پاسخ: ابتدا جرمی از ماده که به انرژی تبدیل شده را محاسبه می‌کنیم:

$$m=\text{جرم واکنش‌دهنده‌ها}-\text{جرم فراورده‌ها}=۱-۰/۹۹۳۶۴=۶/۳۶\times۱۰^{-۳}\,g=۶/۳۶\times۱۰^{-۶}\,kg$$

سپس به کمک رابطهٔ اینشتین انرژی حاصل را به‌دست می‌آوریم:

$$E=mc^۲=۶/۳۶\times۱۰^{-۶}\times(۳\times۱۰^۸)^۲=۵/۷۲۴\times۱۰^{۱۱}\,J=۵/۷۲۴\times۱۰^۸\,kJ$$

اکنون محاسبه می‌کنیم این مقدار انرژی معادل سوختن چند گرم گاز متان است:

$$?\,g\ \text{گاز متان}=۵/۷۲۴\times۱۰^۸\,kJ\times\frac{۱\,g\ \text{گاز متان}}{۵۷/۲۴\,kJ}\simeq۱\times۱۰^۷\,g\ \text{گاز متان}$$ (گزینهٔ ۱)

ذره‌های زیراتمی، عدد اتمی و عدد جرمی

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

عدد اتمی (Z): تعداد پروتون‌های هستهٔ هر اتم را **عدد اتمی** می‌گویند. برای نمونه، عدد اتمی عنصری که در هستهٔ خود ۱۲ پروتون دارد، برابر ۱۲ می‌باشد. $(Z=۱۲)$

۲ عدد اتمی همهٔ اتم‌های یک عنصر یکسان است و به کمک عدد اتمی می‌توان به نوع عنصر پی‌برد. برای نمونه عنصری با عدد اتمی ۸، اکسیژن نام دارد.

۳ اتم‌ها ذره‌هایی خنثی هستند؛ از این‌رو شمار الکترون‌ها با شمار پروتون‌های هستهٔ اتم (عدد اتمی) **برابر** است.

۴ در هستهٔ یک اتم، تعداد نوترون‌ها **برابر یا بیش‌تر** از تعداد پروتون‌ها (عدد اتمی) است.

۵ در هستهٔ اتم هیدروژن $(_۱^۱H)$، تنها یک پروتون وجود دارد و خبری از نوترون **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 $_{9}F^{-}$، $_{10}Ne$ و $_{11}Na^{+}$ هر یک ۱۰ الکترون دارند. (با یون‌ها در قسمت‌های بعد آشنا خواهید شد.)

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

تعداد نوترون + تعداد پروتون = عدد جرمی (A)

توجه میان عدد اتمی (Z) و عدد جرمی (A) رابطهٔ زیر برقرار است: (N برابر شمار نوترون‌ها است.)

$$A=Z+N$$

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

نماد شیمیایی عنصرها

۱ شیمی‌دان‌ها هر عنصر را با نماد ویژه‌ای نشان می‌دهند. در این نمادها عددهای سمت چپ از بالا به پایین به ترتیب **عدد جرمی** (A) و **عدد اتمی** (Z) می‌باشند.

نماد شیمیایی $\Rightarrow {}^{A}_{Z}E$ ، $A \Leftarrow$ عدد جرمی ، $Z \Leftarrow$ عدد اتمی

۲ در جدول دوره‌ای عنصرها، هر عنصر با نماد یک یا دو حرفی نمایش داده می‌شود. در هر نماد، حرف اول نام لاتین به‌صورت بزرگ نوشته می‌شود.

نماد شیمیایی عنصرها:
اگر تک حرفی باشد ⟸ حرف بزرگ ⟸ مثال: H، O، K و ...
اگر دو حرفی باشد ⟸ حرف اول بزرگ، حرف دوم کوچک ⟸ مثال: Li، Al، ...

تست

۴. 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 $A-2Z$ می‌باشد.
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.

$$_{Z}^{A}X \begin{cases} \text{شمار نوترون‌ها} = A-Z \\ \text{شمار پروتون‌ها} = Z \end{cases} \Rightarrow \text{تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها} = (A-Z)-Z = A-2Z$$

توجه داشته باشید که شمار پروتون‌های هستهٔ (عدد اتمی) همهٔ اتم‌های یک عنصر یکسان می‌باشد.(گزینهٔ ۳)

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

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

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

بار یون- مجموع پروتون‌های اتم‌ها = تعداد الکترون‌ها در یون‌های چند اتمی

تست

۵. تعداد الکترون‌ها در یون PH_4^+ کدام است؟ $(_{15}^{31}P\ ,\ _1^1H)$

۱) ۱۸ ۲) ۱۹ ۳) ۲۰ ۴) ۲۱

پاسخ: PH_4^+ دارای یک اتم $_{15}^{31}P$ (۱۵ پروتون، ۱۵ الکترون و ۱۶ نوترون) و ۴ اتم $_1^1H$ (۱ پروتون، ۱ الکترون و صفر نوترون) است.

تعداد پروتون‌ها در PH_4^+ = ۱۵+۴(۱)=۱۹

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

بررسی تیپ‌بندی مسائل یکی از انواع سؤالاتی که از این بخش مطرح می‌شود، مسائل مربوط به تعیین عدد اتمی، تعداد ذره‌های زیراتمی و ... است. در این گونه مسائل 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 به سادگی حل نمود.

تست

۶. 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:

$$X\begin{cases} Z+N=92 \\ \frac{N}{Z}=1/3 \end{cases} \Rightarrow Z+(1/3Z)=92 \Rightarrow 2/3Z=92 \Rightarrow Z=40$$ (گزینهٔ ۲)

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

۱) ۴۵ ۲) ۳۹ ۳) ۳۴ ۴) ۲۸

پاسخ: 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. (گزینهٔ ۳)

راه‌حل ساده‌تر:

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

توجه اتم‌ها در شرایط مناسب با گرفتن و یا از دست دادن الکترون به یون تبدیل می‌شوند. در یون‌ها برای محاسبهٔ تعداد الکترون‌ها می‌توان از رابطهٔ زیر استفاده نمود:

بار یون − تعداد پروتون‌ها (Z) = تعداد الکترون‌ها

تست

۸. 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:

$$X^{2+}\begin{cases}Z+N=۲۰۷\\N-e=۴۵\end{cases}\xrightarrow{e=Z-۲}\begin{cases}Z+N=۲۰۷\\N-Z=۴۳\end{cases}\Rightarrow Z+(۴۳+Z)=۲۰۷$$

$$\Rightarrow ۲Z+۴۳=۲۰۷\Rightarrow Z=۸۲$$ (گزینهٔ ۴)

راه‌حل ساده‌تر:

$$Z=\frac{A-(\text{تفاوت تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها})+\text{بار الکتریکی}}{۲}=\frac{۲۰۷-۴۵+۲}{۲}=۸۲$$ (گزینه ۴)

ایزوتوپ (هم مکان)

۱ **اغلب** در یک نمونه طبیعی از یک عنصر، اتم‌های سازنده جرم یکسانی ندارند. به اتم‌های یک عنصر که دارای عدد اتمی **یکسان** ولی عدد جرمی **متفاوت** هستند، **ایزوتوپ** گفته می‌شود.

۲ درصد فراوانی هر ایزوتوپ در طبیعت نشان‌دهندهٔ **پایداری** آن ایزوتوپ است. به‌طوری‌که هرچه ایزوتوپ پایدارتر باشد، درصد فراوانی آن در نمونه طبیعی بیشتر است.

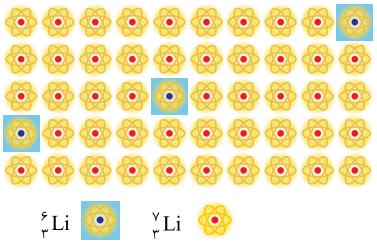
توجه درصد فراوانی هر یک از ایزوتوپ‌ها را می‌توان به‌صورت زیر محاسبه کرد:

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

۳ لیتیم در طبیعت دارای دو ایزوتوپ ^{۶}Li و ^{۷}Li است که شمار تقریبی ایزوتوپ‌های لیتیم به‌صورت مقابل می‌باشد:

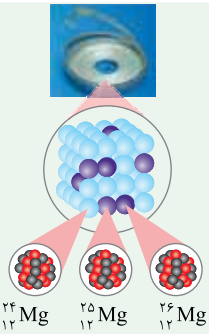
$$\text{درصد فراوانی } ^{۶}Li=\frac{۳}{۵۰}\times ۱۰۰=۶٪$$

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



۴ در نمونه‌های طبیعی از عنصر لیتیم، درصد فراوانی ^{۷}Li بیشتر از ^{۶}Li می‌باشد؛ پس ایزوتوپ ^{۷}Li پایدارتر از ایزوتوپ ^{۶}Li است.

۵ در جدول زیر، به توضیح ایزوتوپ‌های **منیزیم** می پردازیم:

نکات	شکل
۱- شکل روبه‌رو، نمایشی از ایزوتوپ‌های منیزیم در یک نمونهٔ طبیعی از آن است. ۲- در یک نمونهٔ طبیعی از عنصر منیزیم، **سه** ایزوتوپ وجود دارد. ۳- مقایسهٔ درصد فراوانی و پایداری ایزوتوپ‌ها در نمونهٔ طبیعی منیزیم به‌صورت زیر می‌باشد. مقایسهٔ درصد فراوانی: $^{۲۴}Mg(٪۷۸/۷۰)>^{۲۶}Mg(٪۱۱/۱۷)>^{۲۵}Mg(٪۱۰/۱۳)$ مقایسهٔ پایداری: $^{۲۴}Mg>^{۲۶}Mg>^{۲۵}Mg$	

۶ خواص شیمیایی اتم‌های هر عنصر به عدد اتمی (Z) آن وابسته است؛ از این‌رو 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.

۷ ایزوتوپ های یک عنصر در **برخی** خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند چگالی، دمای ذوب و جوش با یکدیگر تفاوت دارند.

۸ **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.

$$\frac{N}{P}\geq 1/5 \Rightarrow \text{هسته به احتمال زیاد پرتوزا و ناپایدار است}$$

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 ۱/۵است ولی این ایزوتوپ پایدار می‌باشد.

۹ 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.

۱۰ شباهت‌ها و تفاوت های ایزوتوپ‌های یک عنصر:

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

بررسی تیپ‌بندی مسائل درمسائل مربوط به نیم‌عمر، به‌طور مثال به شما نیم‌عمر یک ایزوتوپ پرتوزا داده و از شما خواسته می‌شود که محاسبه کنید طی یک مدت زمان معین، چه مقدار از هسته‌های ایزوتوپ پرتوزا متلاشی می‌شود و یا چه مقدار از آن باقی می‌ماند و از این دست سؤالات که مورد بررسی قرار می‌گیرد. به منظور حل مسائل نیم‌عمر می‌توان از روابط زیر استفاده کرد:

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

Δt: زمان کل فرایند

n: تعداد نیم‌عمرها

T: زمان نیم‌عمر رادیوایزوتوپ

$m_{\circ}$: مقدار اولیه ماده پرتوزا

m: مقدار ماده پرتوزای باقی‌مانده

تست

۹. جرم یک مادهٔ پرتوزا در هر ۲۰ دقیقه نصف می‌شود. چنانچه جرم اولیهٔ این ماده ۱۰ گرم باشد، پس از یک ساعت چند گرم از این ماده پرتوزا باقی خواهد ماند؟

۱) ۰/۶۲۵ ۲) ۱/۲۵ ۳) ۲/۵ ۴) ۳

پاسخ: ابتدا تعداد نیم‌عمرها (n) را محاسبه می‌کنیم:

$$n=\frac{\Delta t}{T}=\frac{\text{۶۰ دقیقه}}{\text{۲۰ دقیقه}}=۳$$

روش اول: $m=m_{\circ}(\frac{۱}{۲})^{n} \rightarrow m=۱۰(\frac{۱}{۲})^{۳} \rightarrow m=۱/۲۵g$ (گزینهٔ ۲)

روش دوم: $۱۰g \xrightarrow{\text{نیم‌عمر ۱}} ۵g \xrightarrow{\text{نیم‌عمر ۲}} ۲/۵g \xrightarrow{\text{نیم‌عمر ۳}} ۱/۲۵g$ (گزینهٔ ۲)

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

۱) ۱۱۲ **۲)** ۵۶ **۳)** ۴۸ **۴)** ۴۳

پاسخ: ابتدا تعداد نیم‌عمرها (n) را محاسبه می‌کنیم: $n=\frac{\Delta t}{T}=\frac{\text{۲۴ ساعت}}{\text{۶ ساعت}}=۴$

روش اول: جرم تکنسیم باقی‌مانده را x گرم درنظر می‌گیریم. $m=m_{\circ}(\frac{۱}{۲})^{n} \rightarrow x=(۴۵+x)(\frac{۱}{۲})^{۴} \rightarrow x=۳$

مقدار اولیه تکنسیم $=۴۵+۳=۴۸g$ (گزینهٔ ۳)

روش دوم: $(m_{\circ})ga \xrightarrow{\text{نیم‌عمر ۱}} (\frac{m_{\circ}}{۲})g \xrightarrow{\text{نیم‌عمر ۲}} (\frac{m_{\circ}}{۴})g \xrightarrow{\text{نیم‌عمر ۳}} (\frac{m_{\circ}}{۸})g \xrightarrow{\text{نیم‌عمر ۴}} (\frac{m_{\circ}}{۱۶})g$

$m_{\circ}-\frac{m_{\circ}}{۱۶}=۴۵ \rightarrow m_{\circ}=۴۸g$ (گزینهٔ ۳)

ایزوتوپ‌های هیدروژن

۱ هیدروژن دارای **هفت** ایزوتوپ می‌باشد. در جدول زیر برخی ویژگی‌های آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته است.

نماد ایزوتوپ / ویژگی ایزوتوپ	${}_{۱}^{۱}H$	${}_{۱}^{۲}H$	${}_{۱}^{۳}H$	${}_{۱}^{۴}H$	${}_{۱}^{۵}H$	${}_{۱}^{۶}H$	${}_{۱}^{۷}H$
نیم‌عمر	پایدار	پایدار	۱۲/۳۲ سال	$۱/۴\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۹/۱\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۲/۹\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۲/۳\times۱۰^{-۲۳}$ ثانیه
درصد فراوانی در طبیعت	۹۹/۹۸۸۵	۰/۰۱۱۴	ناچیز	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)

توجه ایزوتوپ‌های ${}^{۱}H$ و ${}^{۲}H$ پایدارند و نیم‌عمر ندارند.

۲ در یک نمونهٔ طبیعی از عنصر هیدروژن، ۳ ایزوتوپ ${}^{۱}H$، ${}^{۲}H$ و ${}^{۳}H$ وجود دارد.

۳ بـه ایزوتوپ‌های پرتـوزا و ناپایدار، رادیو ایزوتوپ می‌گویند. هرچه نیم‌عمر یک رادیوایزوتوپ **طولانی‌تر** باشـد، هستهٔ آن **پایدارتر** است. مقایسهٔ پایداری و نیم‌عمر رادیوایزوتوپ‌های هیدروژن به‌صورت زیر است:

مقایسه نیم‌عمر و پایداری: ${}^{۳}H>{}^{۵}H>{}^{۶}H>{}^{۴}H>{}^{۷}H$

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

۷ ایزوتوپ هیدروژن
- پایدار ⇐ ${}^{۱}H$، ${}^{۲}H$
- ناپایدار (پرتوزا)
  - طبیعی ⇐ ${}^{۳}H$
  - ساختگی ⇐ ${}^{۴}H$، ${}^{۵}H$، ${}^{۶}H$، ${}^{۷}H$

۵ ایزوتوپ‌های ${}^{۴}H$، ${}^{۵}H$، ${}^{۶}H$ و ${}^{۷}H$ همگی ساختگی هستند و درصد فراوانی آن‌ها در طبیعت برابر **صفر** است.

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

مقایسهٔ پایداری: $^{1}H > ^{2}H > ^{3}H$ (ناچیز) $> ^{3}H(\text{۰/۰۱۱۴٪}) > ^{2}H(\text{۹۹/۹۸۸۵٪})$:مقایسهٔ درصد فراوانی ^{1}H

۷ تنها ایزوتوپ پرتوزا و طبیعی هیدروژن، ^{3}H می‌باشد.

نکته

با توجه به **نیم‌عمر** و **درصد فراوانی** ایزوتوپ‌های هیدروژن، می‌توان پایداری هستهٔ ایزوتوپ‌های هیدروژن را به‌صورت مقابل با یکدیگر مقایسه نمود: $^{1}H > ^{2}H > ^{3}H > ^{5}H > ^{6}H > ^{4}H > ^{7}H$: مقایسهٔ پایداری

۸ در نمودار زیر، نکات مربوط به ایزوتوپ‌های عنصر هیدروژن، یکجا آورده شده است.

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

کاربرد رادیوایزوتوپ‌ها

از ۱۱۸ عنصر شناخته شده، تنها **۹۲** عنصر در طبیعت یافت می‌شود و **۲۶** عنصر دیگر **ساختگی** هستند.

۱۱۸ عنصر شناخته شده
- ۹۲ عنصر طبیعی (حدود ٪۷۸)
- ۲۶ عنصر ساختگی (حدود ٪۲۲)

تکنسیم

۱ تکنسیم $(^{99}_{43}Tc)$ نخستین عنصری بود که در **واکنشگاه (راکتور)** هسته‌ای ساخته شد.

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

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

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

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

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

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

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

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

اورانیم

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

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

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

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

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

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

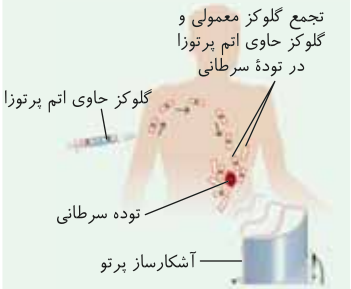
گلوکز

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

۲ با جایگزین کردن یک اتم پرتوزا با یکی از اتم‌های موجود در مولکول گلوکز، **گلوکز نشان‌دار** به‌دست می‌آید. (به گلوکز حاوی اتم پرتوزا ، گلوکز نشان‌دار می‌گویند.)

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

۴ مراحل تشخیص سرطان به کمک گلوکز نشان‌دار، در زیر توضیح داده شده است.

نکات	شکل
مرحلهٔ اول: تزریق گلوکز نشان‌دار به بدن. **مرحلهٔ دوم**: ورود گلوکز نشان‌دار به همراه گلوکز معمولی به اندام‌های بدن **مرحلهٔ سوم**: تجمع گلوکز معمولی و نشان‌دار در توده‌های سرطانی. توضیح چون توده‌های سرطانی رشد سریع‌تری دارند و به گلوکز بیشتری نیاز دارند. **مرحلهٔ چهارم**: پرتوزایی گلوکزهای نشان‌دار و تشخیص به کمک آشکارساز.	

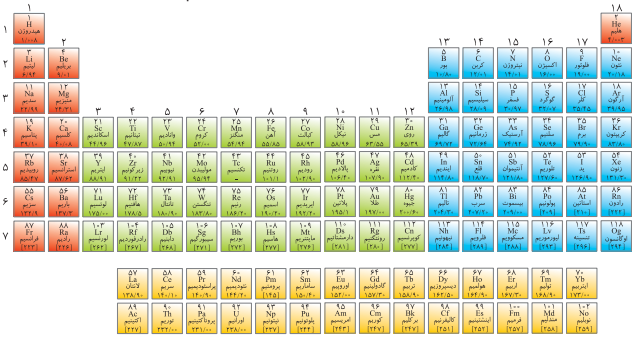
۵ اگر از اندامی در فرد مشکوک به سرطان نسبت به همان اندام در فرد سالم، پرتوهای بیشتری به آشکارساز برسد، آن اندام رشد غیرعادی و سریع‌تری دارد و به احتمال زیاد حاوی توده‌های سرطانی است.

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

طبقه‌بندی عنصرها

طبقه‌بندی کردن یکی از مهارت‌های پایه‌ای در یادگیری مفاهیم علمی است که بررسی و تحلیل را آسان‌تر می‌کند.

۱ اگر ۱۱۸ عنصر شناخته شده را بر حسب افزایش **عدد اتمی** در ردیف‌هایی کنار یکدیگر قرار دهیم و آن‌هایی که خواص **شیمیایی** نسبتاً مشابه دارند را در یک **ستون (گروه)** زیر یکدیگر قرار دهیم، جدولی به‌صورت زیر به‌دست می‌آید.



به کمک این جدول می‌توان اطلاعات ارزشمندی از ویژگی‌های عنصرها به‌دست آورد و براساس آن، رفتار عنصرهای گوناگون را پیش‌بینی نمود.

۲ جدول دوره‌ای دارای **۷ دوره** و **۱۸ گروه** است.

دوره (تناوب): هر ردیف افقی جدول دوره‌ای که نشان‌دهندهٔ چیدمان عنصرها بر حسب افزایش **عدد اتمی** است.

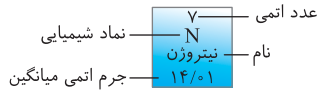
توجه خواص شیمیایی عنصرهای یک دوره متفاوت است.

گروه (خانواده): هر ستون عمودی جدول دوره‌ای که شامل عنصرهایی با خواص **شیمیایی** نسبتاً مشابه است.

۳ در جدول دوره‌ای، هر عنصر با نماد یک یا دو حرفی نشان داده شده است. در هر نماد، حرف اول نام لاتین عنصر به‌صورت بزرگ نوشته می شود، برای نمونه نماد سه عنصر آلومینیم، آرگون و طلا به‌ترتیب Al، Ar و Au است که همگی با A شروع می‌شوند.

۴ با پیمایش هر دوره از چپ به راست خواص عنصرها به‌طور مشابه تکرار می‌شود، از این‌رو چنین جدولی را جدول **دوره‌ای (تناوبی)** عنصرها نامیده‌اند.

۵ هر خانه از جدول دوره‌ای به یک عنصر و ایزوتوپ‌هایش تعلق دارد و حاوی اطلاعات شیمیایی آن عنصر است.



توجه شمارهٔ خانهٔ هر عنصر نشان‌دهندهٔ عدد اتمی، شمار پروتون‌ها و الکترون‌های موجود در اتم آن عنصر است.

۶ موقعیت یا مکان هر عنصر در جدول دوره‌ای، شمارهٔ **گروه** و **دورهٔ** آن را نشان می‌دهد. برای نمونه عنصر نیتروژن با عدد اتمی ۷، در دورهٔ دوم و گروه ۱۵ جدول دوره‌ای قرار دارد.

۷ برای تعیین تعداد عنصرهای موجود میان دو عنصر از رابطهٔ زیر استفاده می‌کنیم:

تعداد عنصر موجود میان دو عنصر = (اختلاف عدد اتمی دو عنصر) − ۱

۸ با توجه به جدول دوره‌ای عنصرها، تعداد عناصر موجود در هر دوره و گروه برابر است با:

شمارهٔ دوره	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
تعداد عنصرها	۲	۸	۸	۱۸	۱۸	۳۲	۳۲

شمارهٔ گروه	۱	۲	۳	۴ تا ۱۲	۱۳ تا ۱۷	۱۸
تعداد عنصرها	۷	۶	۳۲	هر گروه ۴ عنصر	هر گروه ۶ عنصر	۷

آزمون زیرفصل اول

عبارت‌های درست/ نادرست

درستی یا نادرستی هر یک از عبارت‌های زیر را تعیین کنید:

۱. از اطلاعات ارسال شده توسط وویجر ۱ و ۲ می‌توان برای مقایسهٔ ترکیب درصد و نوع عنصرهای سازندهٔ زمین با برخی سیاره‌ها استفاده نمود. (.....)

۲. هیدروژن و آهن به‌ترتیب فراوان‌ترین عنصر موجود در سیارهٔ زمین و مشتری هستند. (.....)

۳. برخلاف دمای ستاره، اندازه آن نقش تعیین‌کننده‌ای در نوع عنصرهای ساخته‌شده در آن ندارد. (.....)

۴. انرژی تولید شده در واکنش‌های هسته‌ای، با جرم مادهٔ تبدیل شده به انرژی رابطهٔ مستقیم دارد. (.....)

۵. از تکنسیم برای تصویربرداری از غدهٔ تیروئید استفاده می‌شود؛ زیرا یون یدید با یونی که حاوی $^{99}_{43}Tc$ است، اندازهٔ مشابهی دارد. (.....)

۶. پسماندهای راکتورهای اتمی خاصیت پرتوزایی نداشته و دفع آن‌ها به سادگی انجام می‌شود. (.....)

۷. اورانیم شناخته شده‌ترین فلز پرتوزایی است که فراوانی یکی از ایزوتوپ‌های آن که اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی استفاده می‌شود، کم‌تر از ۰/۷ درصد است. (.....)

۸. جدول دوره‌ای دارای ۸ دوره و ۱۸ گروه است و هر خانه از جدول به یک عنصر تعلق دارد. (.....)

۹. همهٔ هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن‌ها برابر یا بیشتر از ۱/۵ باشد، ناپایدار می‌باشند. (.....)

۱۰. اگر اتم فلوئور $(_9F)$ در ترکیب با فلزها به یون فلوئورید (F^-) تبدیل شود، اتم برم با عدد اتمی ۳۵ می‌تواند آنیونی با بار الکتریکی همانند یون فلوئورید تشکیل دهد. (.....)

سؤالات چهارگزینه‌ای

۱. 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.

۲. کدام عبارت‌های زیر درست هستند؟

الف) ایزوتوپ‌های یک عنصر دارای عدد اتمی یکسان اما عدد جرمی متفاوت هستند.

ب) مقایسهٔ درصد فراوانی سه ایزوتوپ منیزیم در یک نمونهٔ طبیعی به‌صورت $^{26}Mg<^{25}Mg<^{24}Mg$ است.

پ) مرگ ستاره‌ها با انجام واکنش‌های هسته‌ای همراه است که سبب می‌شود عنصرهای موجود در آن به انرژی تبدیل شوند.

ت) همهٔ ^{99}Tc موجود در جهان به‌طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های شیمیایی ساخته می‌شود.

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

۳. چه تعداد از عبارت‌های زیر درست‌اند؟

الف) به کمک فرایند غنی‌سازی ایزوتوپی می‌توان درصد فراوانی ^{235}U را در مخلوط ایزوتوپ‌های آن افزایش داد.

ب) از تبدیل ۰/۰۱ گرم ماده به انرژی، 9×10^{11} ژول انرژی آزاد می‌شود.

پ) شمار عنصرهای موجود در دورهٔ چهارم جدول تناوبی، ۲/۲۵ برابر عناصر موجود در دورهٔ دوم است.

ت) با پیشرفت علم شیمی و فیزیک، تبدیل عنصرهای دیگر به طلا امکان‌پذیر شده ولی تولید آن صرفهٔ اقتصادی ندارد.

ث) مقایسهٔ نیم‌عمر رادیوایزوتوپ‌های هیدروژن به‌صورت $^3H>^4H>^5H>^6H>^7H$ می‌باشد.

۱) ۵ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۲

پاسخ تشریحی آزمون زیرفصل اول

عبارت‌های درست/ نادرست

عبارت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
درستی/ نادرستی	✓	×	×	✓	✓	×	✓	×	×	✓

سؤالات چهارگزینه‌ای

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

۲. گزینهٔ ۱ فقط عبارت (الف) درست است. بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت (ب): مقایسهٔ درصد فراوانی سه ایزوتوپ منیزیم در یک نمونهٔ طبیعی به‌صورت $^{25}Mg<^{26}Mg<^{24}Mg$ است.

عبارت (پ): مرگ ستاره‌ها با یک انفجار بزرگ همراه است که سبب می‌شود عنصرهای تشکیل‌دهندهٔ آن در فضا پراکنده شوند.

عبارت (ت): همهٔ ^{99}Tc موجود در جهان به‌طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته می‌شود.

۳. گزینهٔ ۲ عبارت‌های (الف)، (ب)، (پ) و (ت) درست هستند.

عبارت (ب): $m=0/01g=0/01\times10^{-3}kg \Rightarrow E=0/01\times10^{-3}\times(3\times10^{8})^{2}=9\times10^{11}J$

عبارت (پ): شمار عنصرهای موجود در دوره‌های دوم و چهارم به‌ترتیب برابر با ۸ و ۱۸ می‌باشد.

$$\frac{\text{شمار عنصرهای دورهٔ ۴}}{\text{شمار عنصرهای دورهٔ ۲}}=\frac{18}{8}=2/25$$

عبارت (ث): مقایسهٔ صحیح نیم‌عمر رادیوایزوتوپ‌های عنصر هیدروژن: $^{3}H>^{5}H>^{6}H>^{4}H>^{7}H$