فهرست

فصل اول

کیهان زادگاه الفبای هستی ۹

فصل دوم

ردپای گازها در زندگی ۹۰

فصل سوم

آب، آهنگ زندگی ۱۷۵

ضـمائـم

ترکیبات و ساختار لوویس ۲۵۸

واکنش‌ها ۲۶۴

عناصر ۲۶۷

ترکیبات یونی ۲۷۱

فصل ۱

کیهان زادگاه الفبای هستی

انسان از گذشته تا امروز با پرسش‌های زیر روبه‌رو بوده است:

۱- هستی چگونه پدید آمده است؟ پرسشی بزرگ و بنیادین که پاسخ آن در قلمرو علوم تجربی نمی‌گنجد.

۲- جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟

۳- پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟

علوم تجربی تلاش گسترده‌ای برای پاسخ پرسش‌های دوم و سوم انجام داده است؛ به دلیل این تلاش‌ها، دانش ما در مورد جهان مادی افزایش یافته است. در راستای این تلاش‌ها، دانشمندان دو فضاپیما به نام‌های وویجر ۱ و ۲ را برای شناسایی بیشتر سامانهٔ خورشیدی به فضا فرستادند تا با گذر از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون (سیاره‌های گازی سامانهٔ خورشیدی)[۱]، شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را تهیه و گزارش کنند. این شناسنامه‌ها می‌توانند حاوی اطلاعاتی مانند نوع عنصرهای سازنده، ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آن‌ها و ترکیب درصد این مواد باشند.

نکته| آخرین تصویر وویجر (۱) از کرهٔ زمین، پیش از خروج از سامانهٔ خورشیدی، از فاصلهٔ تقریبی ۷ میلیارد کیلومتری گرفته شده است.

عنصرها چگونه پدید آمده‌اند؟

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

۱- سیاره‌های گازی سامانهٔ خورشیدی به سیاره‌هایی گفته می‌شود که بیشتر جنس آن‌ها از گاز تشکیل شده باشد.

مثلاً از بررسی و مقایسهٔ دو سیارهٔ زمین و مشتری به این اطلاعات دست پیدا می‌کنیم:

	زمین	مشتری
فاصله از خورشید	سومین سیاره	پنجمین سیاره
اندازه و بزرگی	پنجمین سیاره	اولین سیاره
جنس	بیشتر از (سیارهٔ رنگی)	بیشتر از (سیارهٔ گازی)
هشت عنصر فراوان به ترتیب	$Fe > O > Si > Mg > Ni > S > Ca > Al$	$H > He > C > O > N > S > Ar > Ne$

به نکات زیر توجه کنید:

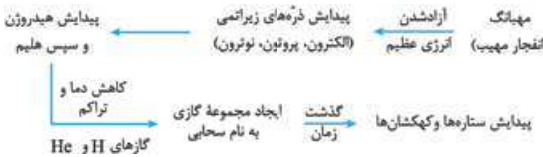
- فراوان‌ترین عنصر زمین، آهن و فراوان‌ترین عنصر مشتری، هیدروژن است.
- در بین ۸ عنصر اصلی سازندهٔ این دو سیاره، O و S مشترک هستند.

	اکسیژن (O)	گوگرد (S)
رتبه از نظر فراوانی در زمین	۲	۶
رتبه از نظر فراوانی در مشتری	۴	۶

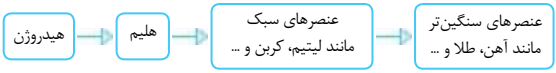
- در بین ۸ عنصر اصلی سیارهٔ مشتری، عنصر فلزی یافت نمی‌شود.

در بین ۸ عنصر اصلی سازندهٔ زمین، فراوان‌ترین نافلز، اکسیژن است و بین این ۸ عنصر هیچ گاز نجیبی وجود ندارد.

پیدایش عنصرها: **برخی** دانشمندان بر این باورند که سرآغاز کیهان با انفجاری مهیب (مهبانگ) همراه بوده که طی آن انرژی عظیمی آزاد شده است.



درون ستاره‌ها مانند خورشید (که نزدیک‌ترین ستاره به ما است)، در دماهای بسیار بالا با وقوع واکنش‌های هسته‌ای، عناصر سبک به عناصر سنگین‌تر تبدیل می‌شوند.



ستاره‌ها متولد می‌شوند، رشد می‌کنند و پس از چندین میلیون سال نورافشانی و گرمابخشی، پایداری خود را از دست داده و در انفجاری مهیب متلاشی می‌شوند.

با این انفجار، اتم‌های سنگین درون آن‌ها در سرتاسر گیتی پراکنده می‌شوند.

خورشید نزدیک‌ترین ستاره به زمین است که دمای بسیار بالایی دارد.

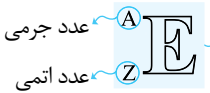
انرژی گرمایی و نور خیره‌کنندهٔ خورشید به دلیل تبدیل هیدروژن به هلیم در واکنش‌های هسته‌ای است، واکنش‌هایی که در آن‌ها انرژی هنگفتی آزاد می‌شود.

انرژی آزادشده در واکنش هسته‌ای آن‌قدر زیاد است که می‌تواند میلیون‌ها تن فولاد را ذوب کند.

البته در واکنش‌های شیمیایی که در پدیده‌های طبیعی پیرامون ما و در زندگی روزانه رخ می‌دهند، مقدار انرژی مبادله‌شده بسیار کم‌تر است.

مشخصات اتم؛ عدد اتمی و عدد جرمی

برای نشان‌دادن نماد یک اتم با مشخصات آن از الگوی زیر پیروی می‌کنیم:



عدد اتمی (Z): تعداد پروتون‌های هستهٔ اتم

عدد جرمی (A): مجموع تعداد پروتون و نوترون

تعداد نوترون + عدد اتمی (Z) = عدد جرمی (A)

عدد اتمی (Z) − عدد جرمی (A) = تعداد نوترون

در اتم خنثی، تعداد پروتون‌ها و الکترون‌ها برابر است. بنابراین عدد اتمی و عدد جرمی علاوه بر موارد بالا نشان‌دهندهٔ موارد زیر نیز هستند:

عدد اتمی (Z): تعداد الکترون‌ها در اتم خنثی

عدد جرمی (A): مجموع تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها

نکته در یک اتم خنثی کافی است برای محاسبهٔ تعداد کل ذره‌های زیراتمی از رابطهٔ $A+Z$ و برای محاسبهٔ تعداد ذره‌های زیراتمی باردار (الکترون + پروتون) از رابطهٔ $2\times Z$ استفاده کنیم.

نکته تعداد پروتون و نوترون در یک یون با اتم خنثی تفاوتی نمی‌کند؛ اما برای به دست آوردن تعداد الکترون موجود در یک یون (و کمیت‌های وابسته به تعداد الکترون)، تعداد آن در اتم خنثی را منهای بار یون می‌کنیم.

بار یون − تعداد الکترون اتم خنثی = تعداد الکترون یون

تعداد پروتون اتم خنثی = تعداد پروتون یون

تعداد نوترون اتم خنثی = تعداد نوترون یون

برای این‌که بتوانید مشخصات مربوط به یک اتم خنثی یا یک یون تک‌اتمی را هر چه بهتر محاسبه کنید، جدول زیر را به خوبی بررسی کنید.

	در اتم خنثی ${}^{A}_{Z}X$	در یون ${}^{A}_{Z}X^{a+}$	در یون ${}^{A}_{Z}X^{a-}$
تعداد پروتون	Z	Z	Z
تعداد الکترون	Z	$Z-(\text{بار})$ $=Z-a$	بار $-Z$ $=Z-(-a)$ $=Z+a$
تعداد نوترون	$A-Z$	$A-Z$	$A-Z$
تعداد کل ذره‌های زیراتمی	$A+Z$	$A+Z-(\text{بار})$ $=A+Z-a$	$A+Z-(\text{بار})$ $=A+Z-(-a)$ $=A+Z+a$
تعداد ذره‌های زیراتمی باردار	$Z\times ۲$	$(Z\times ۲)-(\text{بار})$ $=(Z\times ۲)-a$	$(Z\times ۲)-(\text{بار})$ $=(Z\times ۲)-(-a)$ $=(Z\times ۲)+a$

${}^{۳۱}_{۱۵}P$
- تعداد پروتون $=۱۵$
- تعداد نوترون $=۳۱-۱۵=۱۶$
- تعداد الکترون $=۱۵$
- تعداد کل ذرات زیراتمی $=۳۱+۱۵=۴۶$
- تعداد ذرات زیراتمی باردار $=۲\times ۱۵=۳۰$

${}^{۳۱}_{۱۵}P^{۳-}$
- تعداد پروتون $=۱۵$
- تعداد نوترون $=۳۱-۱۵=۱۶$
- تعداد الکترون $=۱۵-(-۳)=۱۸$
- تعداد کل ذرات زیراتمی $=۳۱+۱۵-(-۳)=۴۹$
- تعداد ذرات زیراتمی باردار $=(۲\times ۱۵)-(-۳)=۳۳$

$^{23}_{11}Na^{+}$
- تعداد پروتون = ۱۱
- تعداد نوترون = ۲۳ − ۱۱ = ۱۲
- تعداد الکترون = ۱۱ − (+۱) = ۱۰
- تعداد کل ذرات زیراتمی = ۲۳ + ۱۱ − (+۱) = ۳۳
- تعداد ذرات زیراتمی باردار = (۲×۱۱) − (+۱) = ۲۱

در یک یون

X^{n+} : تعداد الکترون nتا از تعداد پروتون کم‌تر است.

n = تعداد پروتون − تعداد الکترون

X^{n-} : تعداد الکترون nتا از تعداد پروتون بیشتر است.

n = تعداد الکترون − تعداد پروتون

اختلاف تعداد نوترون و الکترون: اگر در مسئله‌ای صحبت از اختلاف تعداد نوترون و الکترون به میان آمده باشد، طبق نمودار زیر عمل می‌کنیم. دقت کنید در اتم خنثی و در کاتیون تعداد نوترون از الکترون بیشتر است؛ اما در آنیون طبق نمودار زیر نیاز به بررسی دارد.

اختلاف تعداد نوترون و الکترون

- در اتم خنثی و یا کاتیون ← تعداد الکترون < تعداد نوترون
  تعداد الکترون − تعداد نوترون = اختلاف تعداد نوترون و الکترون
- در آنیون
  - اگر اختلاف داده‌شده از قدر مطلق بار یون بزرگ‌تر باشد ← تعداد الکترون > تعداد نوترون
    تعداد الکترون − تعداد نوترون = اختلاف تعداد نوترون و الکترون
  - اگر اختلاف داده‌شده از قدر مطلق بار یون کوچک‌تر باشد ← برای تشخیص این‌که تعداد الکترون بیشتر است یا تعداد نوترون به اطلاعات بیشتری نیاز است، ولی معمولاً در این شرایط تعداد الکترون بیشتر از تعداد نوترون است.
    تعداد نوترون − تعداد الکترون = اختلاف تعداد نوترون و الکترون

نکته

اگر عدد اتمی نصف عدد جرمی باشد. ($\frac{A}{Z}=۲$)

در اتم، تعداد پروتون، نوترون و الکترون برابر است.
در یون، تعداد پروتون و نوترون برابر است ولی تعداد آن‌ها با تعداد الکترون برابر نیست.

مثلاً در اتم $_{۲۰}^{۴۰}Ca$، تعداد ۲۰ پروتون، ۲۰ الکترون و ۲۰ نوترون وجود دارد. در حالی که در یون $_{۲۰}^{۴۰}Ca^{۲+}$، تعداد ۲۰ پروتون، ۲۰ نوترون و ۱۸ الکترون وجود دارد.

تست | **مجموع ذرات زیراتمی در یون $_{۵۵}X^{a+}$ برابر با ۷۸ است. اگر نسبت تعداد پروتون‌ها به تعداد نوترون‌ها $\frac{۵}{۶}$ باشد، a کدام است؟**

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ | گزینهٔ ۲

$$\text{مجموع ذرات زیراتمی} = \underbrace{\text{پروتون} + \text{نوترون}}_{\text{عدد جرمی (A)}} + \text{الکترون} = A + e$$

$$\Rightarrow ۷۸ = ۵۵ + e \Rightarrow \boxed{e = ۲۳}$$

$$\left.\begin{array}{l} \text{عدد جرمی} = p + n \\ \frac{p}{n} = \frac{۵}{۶} \Rightarrow p = \frac{۵}{۶} \times n \end{array}\right\} \Rightarrow \text{عدد جرمی} = \frac{۵}{۶}n + n = \frac{۱۱}{۶} \times n$$

$$۵۵ = \frac{۱۱}{۶} \times n \Rightarrow n = \frac{۶ \times ۵۵}{۱۱} = ۳۰$$

$$p = \frac{۵}{۶} \times n = \frac{۵}{۶} \times ۳۰ \Rightarrow \boxed{p = ۲۵}$$

با توجه به این‌که تعداد پروتون از تعداد الکترون ۲ واحد بیشتر است، یون موردنظر $+۲$ بوده و a برابر ۲ می‌شود.

نکته| تعیین تعداد ذرات زیراتمی در یک گونهٔ چنداتمی:

گونهٔ چنداتمی	کمیت مورد بحث را برای هر یک از اتم‌ها به دست آورده و با یکدیگر جمع می‌کنیم.
گونهٔ چنداتمی باردار	کمیت مورد بحث را برای هر یک از اتم‌ها در حالت خنثی به دست آورده و با هم جمع می‌کنیم. برای محاسبهٔ تعداد الکترون، تعداد ذره‌های زیراتمی و تعداد ذره‌های زیراتمی باردار، در انتها عدد حاصل‌جمع را منهای بار گونه می‌کنیم.

تمرین

کمیت‌های زیر را برای گونه‌های SO_3 و SO_4^{2-} محاسبه کنید. ($^{32}_{16}S$, $^{16}_{8}O$)

آ. تعداد الکترون، پروتون و نوترون

ب. تعداد کل ذره‌های زیراتمی

پ. تعداد ذره‌های زیراتمی باردار

پاسخ| آ.

$$\left.\begin{matrix} SO_3 \text{ تعداد الکترون: } ۱۶+(۳\times ۸)=۴۰ \\ SO_4^{2-} \text{ تعداد الکترون: } ۱۶+(۴\times ۸)-(-۲)=۵۰ \end{matrix}\right\} \begin{matrix} {}^{32}_{16}S \text{ تعداد الکترون: } ۱۶ \\ {}^{16}_{8}O \text{ تعداد الکترون: } ۸ \end{matrix}$$

$$\left.\begin{matrix} SO_3 \text{ تعداد پروتون: } ۱۶+(۳\times ۸)=۴۰ \\ SO_4^{2-} \text{ تعداد پروتون: } ۱۶+(۴\times ۸)=۴۸ \end{matrix}\right\} \begin{matrix} {}^{32}_{16}S \text{ تعداد پروتون: } ۱۶ \\ {}^{16}_{8}O \text{ تعداد پروتون: } ۸ \end{matrix}$$

$$\left.\begin{matrix} SO_3 \text{ تعداد نوترون: } ۱۶+(۳\times ۸)=۴۰ \\ SO_4^{2-} \text{ تعداد نوترون: } ۱۶+(۴\times ۸)=۴۸ \end{matrix}\right\} \begin{matrix} {}^{32}_{16}S \text{ تعداد نوترون: } ۳۲-۱۶=۱۶ \\ {}^{16}_{8}O \text{ تعداد نوترون: } ۱۶-۸=۸ \end{matrix}$$

عبارت‌های مفهومی

درستی یا نادرستی هر یک از عبارت‌های زیر را مشخص کنید.

۱- فراوان‌ترین عنصر سیارهٔ مشتری، نخستین عنصر به وجود آمده پس از مهبانگ است.

۲- فراوان‌ترین عنصر سیارهٔ زمین، عنصری است که در ۸ عنصر فراوان سیارهٔ مشتری یافت نمی‌شود.

۳- سحابی مجموعه‌ای متراکم از گازها با دمای بسیار بالاست که یکی از مکان‌های زایش سیاره‌ها می‌باشد.

۴- در تمام ایزوتوپ‌های یک عنصر، $A - Z$ برابر است.

۵- اگر دو گونهٔ ${}^{b}_{a}X$ و ${}^{m+3}_{q+2}Y$ ایزوتوپ یکدیگر باشند، اختلاف نوترون‌های $X - Y$ برابر $b - m - 3$ است.

۶- در یک نمونهٔ طبیعی از هیدروژن، ۷ ایزوتوپ مختلف وجود دارد.

۷- در بین رادیوایزوتوپ‌های هیدروژن، ${}^{3}_{1}H$ از همه پایدارتر است.

۸- پایدارترین ایزوتوپ ساختگی هیدروژن، ${}^{4}_{1}H$ است.

۹- ایزوتوپ‌های پرتوزا، بر اثر تلاشی افزون بر ذره‌های پرانرژی، مقدار زیادی انرژی آزاد می‌کنند.

۱۰- حدود ۷۸٪ از عناصر شناخته‌شده، در طبیعت یافت می‌شوند.

۱۱- بیشتر ${}^{99}Tc$ موجود در جهان، به طور مصنوعی و در آزمایشگاه ساخته شده است.

۱۲- اندازهٔ یون یدید و اتم ${}^{99}_{43}Tc$ تقریباً برابر است.

۱۳- به گلوکزی که همهٔ اتم‌های آن پرتوزا شده باشند، گلوکز نشان‌دار می‌گویند.

۱۴- خواص شیمیایی عنصرهایی که در یک دوره از جدول تناوبی قرار دارند، با یکدیگر مشابه است.

۱۵- جدول تناوبی شامل ۷ دوره و ۱۸ گروه است که کوچک‌ترین دوره و گروه آن به ترتیب ۲ و ۴ عنصر دارند.

۱۶- $1\ amu$، معادل $\frac{1}{12}$ عدد جرمی ایزوتوپ کربن ۱۲ است.

۱۷- ترتیب دقیق جرم ذرات زیراتمی به صورت $p > n > e$ است.

۱۸- دانشمندان با استفاده از دستگاهی به نام طیف‌سنج جرمی، جرم اتم‌ها را به طور تقریبی اندازه‌گیری می‌کنند.

۱۹- پرانرژی‌ترین نور مرئی، نور بنفش و کم‌ترین طول موج امواج الکترومغناطیسی، پرتو گاما است.

۲۰- رنگ‌های نشرشده از هر عنصر، فقط باریکهٔ کوتاهی از گسترهٔ طیف مرئی را در بر می‌گیرد.
۲۱- نور لامپ بزرگراه‌ها، به دلیل وجود بخار لیتیم در آن‌ها است.
۲۲- در طیف نشری خطی اتم هیدروژن، کم‌ترین انرژی به نوار زردرنگ مربوط است.
۲۳- الکترون در حالت برانگیخته ناپایدار است و با از دست دادن انرژی، همواره به حالت پایه بازنمی‌گردد.
۲۴- همهٔ نمک‌ها، مانند سدیم نیترات شعلهٔ رنگی ایجاد می‌کنند.
۲۵- در گسترهٔ امواج الکترومغناطیسی، تعداد خطوط رنگی تشکیل‌شده در طیف نشری خطی اتم لیتیم با هیدروژن برابر است.
۲۶- انرژی هر رنگ نور مرئی با طول موج آن نسبت مستقیم دارد.
۲۷- مدل اتمی بور، توانست طیف نشری خطی اتم هیدروژن را توجیه کند و برای اتم‌های سایر عناصر، توجیهی ارائه نکرد.
۲۸- احتمال حضور الکترون در همهٔ فضای اطراف هستهٔ اتم یکسان نیست.
۲۹- انرژی در نگاه ماکروسکوپی گسسته و در نگاه میکروسکوپی پیوسته است.
۳۰- هر چه الکترون از هسته دورتر باشد، پایداری آن بیشتر و انرژی آن کم‌تر است.
۳۱- هر نوار رنگی در طیف نشری خطی عنصرها، نشان‌دهندهٔ انرژی جذب‌شده هنگام انتقال الکترون به یکی از لایه‌های بالاتر با انرژی معین است.
۳۲- با افزایش فاصله از هستهٔ اتم، اختلاف انرژی بین لایه‌ها و سطح انرژی آن‌ها کاهش می‌یابد.
۳۳- در یک لایهٔ الکترونی، حداکثر تعداد زیرلایه‌ها و حداکثر گنجایش الکترونی به ترتیب از رابطهٔ n و $2n^2$ به دست می‌آید.

۳۴- طبق قاعدهٔ آفبا، زیرلایه‌ای که زودتر پر می‌شود انرژی بیشتری هم دارد.

۳۵- در اتم‌های دورهٔ سوم جدول دوره‌ای، زیرلایه‌های ۳s ، ۳p و ۳d الکترون می‌گیرند.

۳۶- ترتیب پرشدن زیرلایه‌ها، تنها به عدد کوانتومی اصلی (n) وابسته است.

۳۷- اتم $_{۳۳}As$ دارای ۱۳ الکترون با $n+l=۵$ است.

۳۸- آرایش الکترونی فشردهٔ $_{۲۴}Cr$ و $_{۲۵}Mn$ مشابه یکدیگر هستند.

۳۹- در ۲ اتم از عنصرهای دورهٔ چهارم، زیرلایهٔ 3d نیمه‌پر و در ۸ اتم کاملاً پر است.

۴۰- مجموع عددهای کوانتومی اصلی و فرعی الکترون‌های بیرونی‌ترین لایهٔ الکترونی $_{۳۲}Ge$ ، برابر ۹ است.

۴۱- در اتم $_{۲۹}Cu$ نسبت شمار الکترون‌های دارای $l=۰$ به $l=۲$ برابر ۰/۷ است.

۴۲- تعداد الکترون‌های ظرفیتی $_{۲۲}Ti$ با $_{۱۴}Si$ برابر است و آن‌ها به یک گروه جدول دوره‌ای تعلق ندارند.

۴۳- شمار الکترون‌های ظرفیتی در عنصر $_{۳۲}Ge$ ، $\frac{۱}{۲}$ برابر شمار زیرلایه‌های الکترونی اشغال‌شده در آن است.

۴۴- اگر عنصری دارای ۱۷ الکترون با عدد کوانتومی $l=۱$ باشد، این عنصر در دورهٔ چهارم و گروه ۱۷ جدول قرار گرفته است.

۴۵- حداقل تعداد الکترون ظرفیت در عناصر دستهٔ p، ۳ است.

۴۶- آرایش الکترون ـ نقطه‌ای اتمی که در زیرلایهٔ $l=۱$ در آخرین لایهٔ الکترونی خود ۶ الکترون دارد به صورت $\cdot\ddot{X}:$ است.

۴۷- نسبت شمار کاتیون به آنیون در ترکیب منیزیم کلرید برابر ۲ است.

۴۸- در آرایش الکترون ـ نقطه‌ای هر اتم، الکترون‌های آخرین زیرلایه را به صورت نقطه کنار نماد شیمیایی عنصر نمایش می‌دهیم.

۴۹- آرایش الکترونی $X:[Ar]\,3d^{1}4s^{2}$ متعلق به یک عنصر دستهٔ d است که می‌تواند یونی با آرایش هشت‌تایی پایدار تشکیل دهد.

۵۰- در مولکول CH_4 همهٔ اتم‌ها به آرایش هشت‌تایی پایدار رسیده‌اند.

پاسخ عبارت‌های مفهومی

۱- درست فراوان‌ترین عنصر سیارهٔ مشتری، هیدروژن است که اولین عنصر به وجود آمده پس از مهبانگ هم می‌باشد.

۲- درست فراوان‌ترین عنصر سیارهٔ زمین، آهن است که یک عنصر فلزی است. سیارهٔ مشتری در بین ۸ عنصر فراوان خود فاقد عنصرهای فلزی می‌باشد.

۳- نادرست سحابی یکی از مکان‌های زایش ستاره‌ها است نه سیاره‌ها!!

۴- نادرست عبارت $A-Z$ (عدد اتمی- عدد جرمی) همان تعداد نوترون است که در ایزوتوپ‌ها، مقدار آن متغیر است.

۵- درست از آن‌جایی که دو ذره ایزوتوپ یکدیگر هستند؛ بنابراین تفاوت بین نوترون آن‌ها با تفاوت بین عدد جرمی آن‌ها برابر است.

$$\text{اختلاف نوترون‌های } X-Y = b-(m+۳) = b-m-۳$$

۶- نادرست

هیدروژن به طور کلی ۷ ایزوتوپ دارد.

۳ عدد از آن‌ها در طبیعت یافت می‌شوند.
۴ عدد از آن‌ها ساختگی هستند.

۷- درست $_{۱}^{۳}H$، $_{۱}^{۴}H$، $_{۱}^{۵}H$، $_{۱}^{۶}H$ و $_{۱}^{۷}H$ رادیوایزوتوپ‌های اتم هیدروژن هستند که در بین آن‌ها $_{۱}^{۳}H$ با اختلاف زیاد، بیشترین نیم‌عمر را داشته (۱۲/۳۲ سال) و از بقیهٔ رادیوایزوتوپ‌ها پایدارتر است.

۸- نادرست $_{۱}^{۴}H$، $_{۱}^{۵}H$، $_{۱}^{۶}H$ و $_{۱}^{۷}H$ ایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن هستند که در بین آن‌ها $_{۱}^{۵}H$ به دلیل داشتن بیشترین نیم‌عمر، از بقیه پایدارتر است.

۹- درست

۱۰- درست از مجموع ۱۱۸ عنصر شناخته‌شده، تنها ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می‌شوند. $\frac{۹۲}{۱۱۸} \times ۱۰۰ \simeq ٪۷۸$

۱۱- نادرست همهٔ (نه اغلب!) $_{۴۳}^{۹۹}Tc$ موجود در جهان، به طور مصنوعی و در آزمایشگاه ساخته می‌شوند.

۱۲- نادرست یون یدید با یونی که **حاوی** $_{۴۳}^{۹۹}Tc$ است، اندازهٔ مشابهی دارد نه با اتم $_{۴۳}^{۹۹}Tc$.

۱۳- نادرست به گلوکز حاوی اتم پرتوزا، گلوکز نشان‌دار می‌گویند، نه گلوکزی که لزوماً همهٔ اتم‌های آن پرتوزا باشند.

پاسخ پرسش‌های تستی

۱- گزینهٔ «۲» با توجه به این‌که از تبادل انرژی و تغییرات اندک جرم صرف‌نظر می‌کنیم، کافی است جمع عدد جرمی (یا عدد اتمی) تعداد معیّن از اتم‌های $_{2}^{4}He$، با عدد جرمی (عدد اتمی) یک ایزوتوپ $_{12}^{24}Hg$ برابر شود. پس برای به دست آوردن تعداد اتم‌های هلیم، کافی است عدد جرمی (یا عدد اتمی)

اتم $^{24}_{12}Mg$ را به عدد جرمی (یا عدد اتمی) اتم $^{4}_{2}He$ تقسیم کنیم.

$$n\,{}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{24}_{12}Mg \qquad \frac{24}{4}=\frac{12}{2} \Rightarrow n=6$$

۲- گزینهٔ «۴» البته در مورد عبارت سوم، طبق متن کتاب درسی یون یدید با **یون حاوی اتم تکنسیم** اندازهٔ **مشابهی** دارد (نه این‌که اندازهٔ یون یدید با اتم $^{99}_{43}Tc$ دقیقاً برابر باشد!). که البته در کلید کنکور سراسری این عبارت درست گرفته شده است.

۳- گزینهٔ «۲» سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی عنصر هیدروژن $^{3}_{1}H$ می‌باشد.

$$^{3}_{1}H: p=1, n=2 \Rightarrow \frac{n}{p}=\frac{2}{1}=2$$

۴- گزینهٔ «۱» A عددجرمی $=38 \Rightarrow n+p=38 \Rightarrow \boxed{n=38-p}$

$$e+n=36 \xrightarrow{n=38-p} e+(38-p)=36$$

$$e-p=-2 \Rightarrow \boxed{p-e=2}$$

تعداد پروتون از تعداد الکترون ۲تا بیشتر است و یون A^{2+} می‌باشد.

۵- گزینهٔ «۲» تعداد الکترون یون $X^{3+}=18=$ شمارهٔ گروه گاز نجیب

$$X^{3+} \text{ تعداد الکترون یون} - 3 = \text{تعداد الکترون اتم } X \Rightarrow \text{تعداد الکترون اتم } X = 21$$

تعداد پروتون یا عدد اتمی عنصر X نیز برابر ۲۱ است.

ایزوتوپ‌های یک عنصر، عدد اتمی یکسان دارند. بنابراین B و E که عدد اتمی ۲۱ دارند می‌توانند ایزوتوپ‌های عنصر X در نظر گرفته شوند.

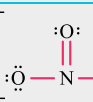
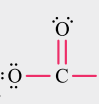
۶- گزینهٔ «۳» $^{16}_{8}O \Rightarrow$ ۸ الکترون دارد.

۲ الکترون نیز به دلیل ۲ بار منفی به مجموع تعداد الکترون‌ها اضافه می‌کنیم.

$$\text{تعداد الکترون اتم } X = [\text{تعداد الکترون اتم } O) \times 3] + 2 = 32$$

$$\text{تعداد الکترون اتم } X = [8 \times 3] + 2 = 32 \Rightarrow \boxed{\text{تعداد الکترون اتم } X = 6}$$

ترکیبات و ساختار لوویس

ساختار لوویس	فرمول شیمیایی	نام گونه
	NO^+	———
	NO_2^+	———
	NO_3^-	نیترات
———	Al_2O_3	آلومینیم اکسید
———	CaO	کلسیم اکسید (آهک)
	CO	کربن مونواکسید
توضیحات از CO_2 ناپایدارتر است. گازی بی‌بو، بی‌رنگ و بسیار سمی است. چگالی کم‌تر از هوا و قابلیت انتشار بسیار بالایی دارد. میل ترکیبی هموگلوبین با آن بیش از ۲۰۰ برابر O_2 است.		
	CO_2	کربن دی‌اکسید
توضیحات مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای است.		
	CO_3^{2-}	کربنات
	CH_2O	———

واکنش‌ها

واکنش
$2CO(g)+O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$
توضیحات | سوختن کربن مونواکسید
انرژی + O_2 + زغال‌سنگ $\rightarrow H_2O+SO_2+CO_2$
$S+O_2 \rightarrow SO_2$
توضیحات | سوختن گوگرد
$4Na+O_2 \rightarrow 2Na_2O$
توضیحات | سوختن سدیم
$2Mg+O_2 \rightarrow 2MgO$
توضیحات | سوختن منیزیم
$C(s)+O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$
توضیحات | سوختن کربن
$2H_2(g)+O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$
توضیحات | کاتالیزگر $Pt(s)$
$2Ag+S \rightarrow Ag_2S$
$CH_4+2O_2 \rightarrow CO_2+2H_2O$
توضیحات | سوختن متان
$C_2H_5OH+3O_2 \rightarrow 2CO_2+3H_2O$
توضیحات | سوختن اتانول
$4C_3H_5N_3O_9 \rightarrow 12CO_2+10H_2O+6N_2+O_2$
$4Fe(s)+3O_2(g) \rightarrow 2Fe_2O_3(s)$

عناصر

ساختار الکترون ـ نقطه و آرایش الکترونی	نام عنصر	عنصر
$H\cdot$ $H : 1s^1$	هیدروژن	H

توضیحات

- فراوان‌ترین عنصر جهان و ساده‌ترین اتم است.
- بیشترین درصد فراوانی را در سیارهٔ مشتری دارد.
- در طیف نشری به دست آمده از آن، ۴ خط یا نوار رنگی وجود دارد.
- در نمونهٔ طبیعی به دست آمده از آن سه ایزوتوپ وجود دارد که در میان آن‌ها فقط یک ایزوتوپ ناپایدار است.

ساختار الکترون ـ نقطه و آرایش الکترونی	نام عنصر	عنصر
$\ddot{He}$ $He : 1s^2$	هلیم	He

توضیحات

- سبک‌ترین گاز نجیب است. بی‌رنگ، بی‌بو است و تمایلی به انجام واکنش شیمیایی ندارد.
- برای پرکردن بالن‌های هواشناسی، تفریحی و تبلیغاتی استفاده می‌شود. هم‌چنین در جوشکاری، کپسول غواصی، مهم‌تر از همه خنک‌کردن قطعات الکترونیکی در دستگاه تصویربرداری MRI کاربرد دارد.
- ۷ درصد حجمی از گاز طبیعی را تشکیل می‌دهد.
- علاوه بر هوای مایع از تقطیر جزءبه‌جزء گاز طبیعی هم به دست می‌آید.

ساختار الکترون ـ نقطه و آرایش الکترونی	نام عنصر	عنصر
$\cdot\ddot{N}\cdot$ $N : 1s^2 2s^2 2p^3$	نیتروژن	N

توضیحات

- به شکل دواتمی (N_2) بیشترین درصد فراوانی را در هوا دارد.
- در بسته‌بندی مواد غذایی، پرکردن تایر خودرو، انجماد مواد غذایی، نگه‌داری نمونه‌های بیولوژیک در پزشکی کاربرد دارد.

ترکیبات یونی

فرمول شیمیایی	نام ترکیب
$(NH_4)_2SO_4$	آمونیوم سولفات
$Cu(NO_3)_2$	مس (II) نیترات
$CuCl_2$	مس (II) کلرید
$CuSO_4$	مس (II) سولفات
$NaNO_3$	سدیم نیترات
$NaCl$	سدیم کلرید
توضیحات | نمودار انحلال‌پذیری آن برحسب دما تقریباً افقی است.	
Na_2SO_4	سدیم سولفات
$LiNO_3$	لیتیم نیترات
توضیحات | نمودار انحلال‌پذیری آن در آب برحسب دما صعودی است.	
Al_2O_3	آلومینیم اکسید
CaO	کلسیم اکسید (آهک)
توضیحات | برای افزایش بهره‌وری کشاورزی و کنترل میزان اسیدی‌بودن آب دریاچه استفاده می‌شود.	
$LiCl$	لیتیم کلرید
Li_2SO_4	لیتیم سولفات
توضیحات | نمودار انحلال‌پذیری آن برحسب دما نزولی است.	
$AgCl$	نقره کلرید