پاسخ‌های تشریحی

برآیند

جامع شیمی نیتانیم

جلد دوم

مسعود جعفری، امیرحسین معروفی

نشر الگو

کانون فرهنگی آموزش قلم‌چی

- ۳۰۰۰ تست استاندارد
- تست‌های شبیه‌ساز کنکور
- تست‌های کنکوری و ترکیبی
- درس‌نامهٔ کامل
- پاسخ‌های تشریحی با نکات ترکیبی

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 ${}_{Z}^{A}E$، 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:

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

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 $۱۴۷\ (۸۴+۶۳)$ 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 $PH_۴^+$ 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 $۴۲\ (۷-۴۹)$ است.

B ۱۶ 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):

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

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

C ۱۷ 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 بگیریم به دو نکته توجه کنید: ۱- اگر تفاوت n و e بزرگ‌تر از قدرمطلق بار آنیون بود، عبارت داده شده معادل $(n-e)$ است. **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:

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

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

C ۱۸ 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 بیشتر از تعداد پروتون‌ها است، 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 شمار نوترون‌ها با شمار پروتون‌ها برابر ۲۰۰ بوده و شمار 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.

A ۱۹ 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

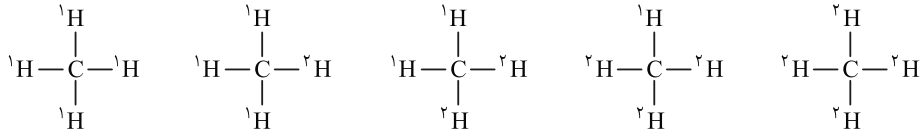
B ۲۱ ۲ عبارت‌های (ب) و (ت) نادرست هستند. **بررسی عبارت‌ها:** عبارت (الف): در ایزوتوپ $^{6}_{3}Li$، نسبت تعداد نوترون‌ها به تعداد پروتون‌ها برابر یک است ولی در ایزوتوپ $^{7}_{3}Li$، نسبت تعداد نوترون‌ها به تعداد پروتون‌ها $\frac{4}{3}$ بوده و بزرگ‌تر از واحد است. درصد فراوانی $^{7}_{3}Li$ در نمونهٔ طبیعی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

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.

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

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: 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:

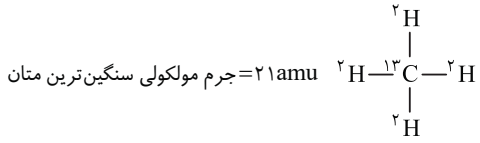


پس معادل با همین تعداد، مولکول‌هایی با ایزوتوپ ^{13}C و ایزوتوپ‌های ^{1}H و ^{2}H وجود دارد و با این ایزوتوپ‌ها مجموعاً ده نوع مولکول متان می‌توان ایجاد نمود.

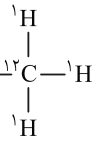
قسمت دوم:

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:

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

رابطهٔ سوم:

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

رابطهٔ چهارم:

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

C ۲۵ ۱ اگر به هستهٔ عنصر $^{۴۰}_{۱۸}X$، دو پروتون اضافه کنیم، به $^{۴۲}_{۲۰}T^{۲+}$ تبدیل می‌شود که دارای ۲۲ نوترون، ۲۰ پروتون و ۱۸ الکترون است و مجموع ذرات زیراتمی آن برابر با ۶۰ خواهد بود. عنصر $^{۲a+۳}_{a}E$ نیز دارای a پروتون، a الکترون و $a+۳$ نوترون است:

$^{۲a+۳}_{a}E$: تعداد پروتون‌ها $=a$ ، تعداد الکترون‌ها $=a$ ، تعداد نوترون‌ها $=(۲a+۳)-a=a+۳$

پس در عنصر $^{۲a+۳}_{a}E$، در مجموع $۳a+۳$ ذرهٔ زیراتمی وجود دارد؛ پس a برابر است با:

$$۳a+۳=۶۰\Rightarrow ۳a=۵۷\Rightarrow a=۱۹$$

بنابراین $^{۴۱}_{۱۹}E$ با $^{۳۹}_{۱۹}B$ ایزوتوپ (هم‌مکان) است؛ چون عدد اتمی یکسان اما عدد جرمی متفاوتی دارند. توجه داشته باشید که $^{۴۱}_{۱۹}E$ همان $^{۴۱}_{۱۹}F$ است؛ زیرا تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هر دو ذره یکسان می‌باشد.

C ۲۶ ۱ اگر $^{۶x-۱}_{۴y+۲}A$ و $^{۹y+۱}_{۳x-۲}B$ ایزوتوپ یکدیگر باشند، عدد اتمی این دو اتم با یکدیگر برابر است، پس خواهیم داشت:

عدد اتمی: $۳x-۲=۴y+۲\Rightarrow \boxed{۳x-۴y=۴}$ (I)

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

$$\left.\begin{array}{l}\text{عدد جرمی}-\text{عدد اتمی}=\text{تعداد نوترون‌های اتم A}=(۶x-۱)-(۴y+۲)=۶x-۴y-۳\\ \text{عدد جرمی}-\text{عدد اتمی}=\text{تعداد نوترون‌های اتم B}=(۹y+۱)-(۳x-۲)=۹y-۳x+۳\end{array}\right\}\Rightarrow(۶x-۴y-۳)=(۹y-۳x+۳)+۱\Rightarrow \boxed{۹x-۱۳y=۷}\quad (II)$$

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

$$\begin{cases}۳x-۴y=۴\\ ۹x-۱۳y=۷\end{cases}\xrightarrow[\text{دو معادله - دو مجهول}]{\text{حل دستگاه}} x=۸, y=۵$$

پس حاصل نسبت $\frac{x}{y}$ برابر $\frac{۸}{۵}$ 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):

$$^{۵۸}_{۲۸}Ni^{۲+}\begin{cases}p=۲۸\\ e=۲۸-۲=۲۶\\ n=۵۸-۲۸=۳۰\end{cases}\Rightarrow \text{تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها}=۳۰-۲۶=۴$$

$$^{۸۸}_{۳۸}Sr\begin{cases}p=۳۸\\ e=۳۸\\ n=۸۸-۳۸=۵۰\end{cases}\Rightarrow \text{تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها}=۵۰-۳۸=۱۲$$

تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون $^{۵۸}_{۲۸}Ni^{۲+}$، $\frac{۱}{۳}$ تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها در $^{۸۸}_{۳۸}Sr$ است. پرسش (پ): در یون $^{۳-}_{۸۳}M$، ۸۶ الکترون وجود دارد؛

پس تعداد نوترون‌ها برابر است با:

$$n-e=۴۶\Rightarrow n=۴۶+e=۴۶+۸۶=۱۳۲$$

نسبت $\frac{n}{p}$ در هستهٔ اتم M حدوداً برابر ۱/۶ $(\frac{۱۳۲}{۸۳})$ است، پس هستهٔ اتم M پرتوزاست.

B ۲۸ ۴ قسمت اول: ابتدا انواع مولکول‌های آب را با ایزوتوپ‌های هیدروژن (^۱H، ^۲H و ^۳H) و ایزوتوپ ^{۱۶}O در نظر می‌گیریم:

$$^۱H-^{۱۶}O-^۱H \quad ^۱H-^{۱۶}O-^۲H \quad ^۱H-^{۱۶}O-^۳H \quad ^۲H-^{۱۶}O-^۲H \quad ^۲H-^{۱۶}O-^۳H \quad ^۳H-^{۱۶}O-^۳H$$

پس معادل با همین تعداد، مولکول‌هایی با ایزوتوپ‌های هیدروژن (^۱H، ^۲H و ^۳H) و ایزوتوپ ^{۱۷}O داریم، یعنی با این ایزوتوپ‌ها مجموعاً ۱۲ نوع مولکول $H_۲O$ می‌توان داشت. قسمت دوم: با توجه به پرسش، ایزوتوپ ^۳H و ایزوتوپ ^{۱۷}O پایداری و فراوانی کمتری دارند. از این رو ناپایدارترین مولکول در این شرایط، $^۳H-^{۱۷}O-^۳H$ می‌باشد. از آن‌جایی که شمار نوترون‌ها در ^{۱۷}O برابر ۹ بوده و در ^۳H 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 $M^{۲+}$، 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):

$$\begin{cases}n+p=۲۵\\ n-e=۳\end{cases}\xrightarrow{e=p-۲}\begin{cases}n+p=۲۵\\ n-(p-۲)=۳\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}n+p=۲۵\\ n-p=۱\end{cases}\Rightarrow p=۱۲, n=۱۳$$