انتشارات بین المللی
گاج

IQ

مجموعه کتاب‌های **آی‌کیو**

شیمی دهم

تجربی. ریاضی

مطابق با آخرین تغییرات کتاب درسی

دکتر حسن **ایزدی** . مسعود **خوش طینت** . دکتر فرشاد **هادیان‌فرد**
همکار مؤلفان: سید امیر **بنی جمالی**

> یه‌کتاب، ختم‌کتاب...

- بیش از ۱۳۰۰ تست با درجه سختی کنکورهای اخیر
- درسنامه کامل آموزشی
- پاسخ‌های کاملاً تشریحی <

گاجینو
gajino.com
آموزش آنلاین

گاج مارکت
gajmarket.com
فروشگاه آنلاین

دکتر آی کیو
DRIQ.com
کلاس آنلاین

9786220306108

دربارهٔ این کتاب

بعد از چاپ کتاب شیمی جامع میکرو طبقه‌بندی و استقبال دانش‌آموزان دهمی و یازدهمی از اون کتاب، تعدادی از بچه‌ها فقط برای استفاده از یک قسمت کتاب (دهم، یازدهم یا دوازدهم) اون رو تهیه می‌کردن. برای کاهش هزینه‌های این دسته از بچه‌ها، اقدام به آماده‌سازی کتاب‌های تک پایهٔ شیمی IQ کردیم. با توجه به زمان کمی که داشتیم و برای رفع نیاز هرچه سریع‌تر بچه‌ها، **مطالب و تست‌های این کتاب در چاپ حاضر، با قسمت دهم شیمی جامع میکرو طبقه‌بندی یکسانه و اگه اون کتاب رو تهیه کردین، نیازی به تهیهٔ این کتاب نیست.**

ویژگی‌های خاص کتاب حاضر به شرح زیر هستن:

۱ درسنامه‌های آموزشی این کتاب جمع و جور و مختصر نوشته شده که بتونه مطالب مهم و کلیدی رو در یک زمان کوتاه براتون جمع‌بندی کنه.

۲ **تعداد زیاد و تنوع بالای مسائل**: در کنکورهای اخیر که بسیار پرمسئله و وقت‌گیر بودن، به همه ثابت شد که در درس شیمی باید مهارت و هنر حل مسئلهٔ خودشون رو تقویت کنن. در اصل چیزی که می‌تونه درصد و تراز یک داوطلب رو ارتقا بده، هنر حل مسئله هست. توی این کتاب تا دلتون بخواد مسئله داریم.

۳ **تست‌های ترکیبی**: توی کنکورهای چند سال اخیر، تست‌های ترکیبی (ترکیب مطالب دو فصل مختلف) تعدادشون خیلی زیاد شده. حل تست‌های ترکیبی علاوه بر اینکه مباحث قبلی رو براتون مرور می‌کنه، باعث تثبیت بیشتر مطلب می‌شه. حتماً یادتون باشه که تست‌های ترکیبی رو به هیچ وجه رها نکنید و در همون جایی که هستن بررسی‌شون کنید.

۴ در هر box یا هر عنوان، تست‌ها از آسون به سخت چیده شدن. به سؤال‌های وقت‌گیر یا سخت که می‌رسید اصلاً رهاشون نکنید. با تست کلنجار برید و بدون در نظر گرفتن زمان، تست رو حل کنید. اگه نتونستید به جواب برسید، به پاسخ‌های تشریحی رجوع کنید و اون تست رو یاد بگیرید. یادتون باشه که سر و کله زدن با تست‌های سخته که به مرور درصد و ترازتون رو بالا می‌بره.

۵ خیلی وقتا ممکنه به طور اتفاقی یا از راه نادرست به جواب درست یک تست برسید. برای همین حتماً توصیه می‌کنیم که پاسخ‌های تشریحی رو بررسی کنید. بعضی وقت‌ها حتی در تست‌های شمارشی ممکنه جوابتون اتفاقی درست باشه و اگه پاسخ تست رو نخونین، نکتهٔ تست یا اشتباهتون رو متوجه نشین. برای همین توی تست‌های شمارشی حتماً چک کنید که کدوم عبارت‌ها درست یا نادرست هستن.

نمادها و لوگوهای مورد استفاده در کتاب

☆ **(تست‌های واجب یا اورژانسی)**: خیلی وقت‌ها بچه‌ها به دلیل زمان کمی که دارن، ممکنه وقت نکنن همهٔ تست‌های یک مبحث رو کامل حل کنن. برای همین تست‌هایی که در هر قسمت واجب هستن و با حل اون‌ها می‌تونین کل مبحث رو یک‌بار پوشش بدین، با علامت☆ مشخص شدن. حتماً در نظر داشته باشین که برای تسلط کامل، باید در فرصت‌های بعدی، تمام تست‌ها رو حل کنین و هیچ تست نزده‌ای نداشته باشین. واضحه که برای رسیدن به تسلط کامل و تثبیت مطالب، حل فقط تست‌های☆دار کفایت نمی‌کنه.

(تست‌های ترکیبی): تست‌هایی که مطالبی از دو یا چند فصل مختلف کتاب‌های درسی رو دربرمی‌گیرن، جزء تست‌های ترکیبی هستن. آدرس جلوی هر تست ترکیبی مشخص می‌کنه که تست با مباحث چه فصل‌های دیگه‌ای ترکیب شده.

(تست‌های بدون زمان): بعضی از تست‌ها (حتی تست‌های کنکور سراسری) زمان خیلی زیادی برای حل و محاسبات نیاز دارن. در مورد این تست‌ها مهم اینه که شما حلشون کنین و به جواب برسین ولی زمانی که صرف حلشون می‌شه مهم نیست. یعنی ممکنه زمان زیادی ازتون بگیره و این موضوع در مورد برخی تست‌ها کاملاً طبیعیه و نباید نگرانتون کنه.

(تست‌های خیلی سخت): این لوگو برخلاف ۳تای قبلی در قسمت پاسخنامهٔ تشریحی کنار شمارهٔ برخی جواب‌ها قرار گرفته و نشون می‌ده که تست موردنظر نسبت به تست‌های رایج، خیلی سخت‌تره. برای همین بهتون نشون می‌ده که اگه نتونستین حلش کنین نباید نگران بشید و اگه هم تونستید توی زمان مناسب حلش کنین، خیلی خفن و کاردرست هستین!

مقدمهٔ مؤلفان

سلام به همه‌ی دانش‌آموزان عزیز!

اغلب در کلاس‌های مختلف سؤالی مشترک از طرف دانش‌آموزان مطرح می‌شود: «چرا باید این همه مطلب رو بخونیم؟ این درس‌ها، کجای زندگی مشکلی رو از ما حل می‌کنه؟» در پاسخ به این پرسش باید درنظر داشت که: «توانایی انتخاب راه مناسب در برخورد با مسائل روزمره، عامل تعیین کنندهٔ کیفیت زندگی ماست.»

می‌توان گفت در دوران تحصیل به بهانهٔ یادگیری درسی مانند شیمی، فکر کردن را تمرین می‌کنیم تا با این کار به مرور زمان یاد بگیریم که چگونه در هنگام روبه‌رو شدن با داده‌های هر مسئله به تطبیق، تحلیل و نهایتاً استنتاج منطقی برای یافتن بهترین پاسخ، نزدیک شویم.

امتحانات ورودی به دانشگاه‌ها باید آزمونی برای سنجش این توانایی باشد؛ حال این‌که کنکور در ایران تا چه اندازه این مهارت را ارزیابی می‌کند، سخنی دیگر است. در سال‌های اخیر کنکور به سمت هرچه مفهومی‌تر شدن سؤال‌ها پیش رفته است و ویژگی مهم این کتاب هماهنگ شدن با این تغییرات است. برای رسیدن به این امر، در کنار طرح سؤالات معمول کتاب‌های کمک آموزشی، سؤال‌هایی طراحی گردید که پاسخگویی به آن‌ها، نیازمند دیدی نقادانه‌تر است.

به امید روزهای بهتر

گروه مؤلفان

فهرست

پایهٔ دهم

فصل اول: کیهان زادگاه عناصر ۷

فصل دوم: ردپای گازها در زندگی ۷۵

فصل سوم: آب، آهنگ زندگی ۱۴۵

پاسخ‌های تشریحی ۲۱۹

فصل اول

کیهان زادگاه عناصر

• قسمت اول

کیهان زادگاه الفبای هستی

انسان از دیرباز با سه پرسش بنیادی روبه‌رو بوده است:

۱) هستی چگونه پدید آمد؟

۲) جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟

۳) پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟

در مورد پرسش اول دو نکته را به خاطر داشته باشید:

الف در قلمرو علم تجربی **نمی‌گنجد**.

ب با مراجعه به بینش عقلانی و آموزه‌های الهی باید پاسخ داده شود.

در مورد پرسش‌های دوم و سوم به موارد زیر توجه داشته باشید:

الف در قلمرو علم تجربی هستند.

ب شیمی‌دان‌ها با مطالعهٔ **خواص و رفتار ماده** و هم‌چنین **برهم‌کنش نور با ماده**، در راستای پاسخ به این سؤال‌ها سهم بسزایی داشته‌اند.

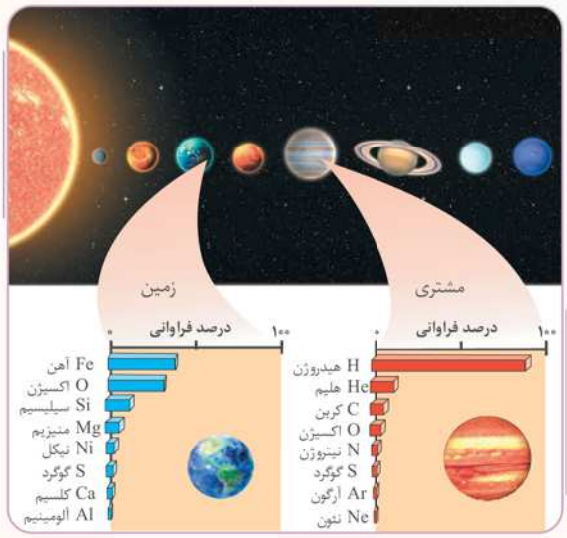
فضاپیماهای وویجر ۱ و ۲

۱) این دو فضاپیما مأموریت داشتند که با عبور از کنار سیاره‌های **مشتری**، **زحل**، **اورانوس** و **نپتون** شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را تهیه و ارسال کنند.

۲) این مأموریت مربوط به شناخت بیشتر سامانهٔ خورشیدی از طریق برهم‌کنش نور با ماده است.

۳) اطلاعات مورد بررسی این دو فضاپیما شامل نوع عنصرهای سازنده، ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آن‌ها و ترکیب درصد این مواد بوده است.

مقایسهٔ مشتری و زمین



۱) درصد فراوانی عنصرهای سازندهٔ مشتری به شرح زیر است:

هیدروژن > هلیم > کربن > اکسیژن > نیتروژن > گوگرد > آرگون > نئون

۲) درصد فراوانی عنصرهای سازندهٔ زمین به صورت زیر است:

آهن > اکسیژن > سیلیسیم > منیزیم > نیکل > گوگرد > کلسیم > آلومینیم

۳) سیارهٔ مشتری بیشتر از جنس گاز است.

۴) در میان هشت عنصر فراوان سیارهٔ مشتری عنصر فلزی وجود ندارد.

۵) از میان هشت عنصر فراوان بیان شده، عنصرهای مشترک دو سیاره، اکسیژن و گوگرد هستند که در گروه ۱۶ جدول تناوبی قرار دارند.

۶) مشتری بزرگ‌ترین سیاره در سامانهٔ خورشیدی است.

gajmarket.com

پیدایش جهان هستی

۱) برخی دانشمندان بر این باورند که پیدایش جهان با یک انفجار بزرگ (مهبانگ یا Big Bang) همراه بوده است.

سحابی‌ها ⟵ عنصرهای H و He ⟵ پیدایش ذره‌های زیراتمی e، p و n ⟵ مهبانگ

۲) هیدروژن و هلیم نولید شده، مجموعه‌های متراکم گازی به نام **سحابی** ایجاد کرد. بعدها این سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شد.

۳) مرگ ستاره‌ها اغلب همراه با یک انفجار بزرگ است و در نتیجهٔ آن عنصرهای سازندهٔ ستاره در فضا پراکنده می‌شود.

۴) درون ستاره‌ها همانند خورشید، در فشارها و دماهای **بسیار بالا**، واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد و از عنصرهای سبک‌تر، عنصرهای سنگین‌تر به وجود می‌آید.

۵) الگو و روند تشکیل عنصرها به صورت زیر است:

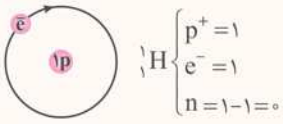
عنصرهای سنگین‌تر مانند آهن، طلا و ... ⟵ عنصرهای سبک مانند لیتیم، کربن و ... ⟵ هلیم ⟵ هیدروژن

عدد اتمی و عدد جرمی

۱) **عدد اتمی (Z)** تعداد پروتون‌ها و **عدد جرمی (A)** مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های یک اتم را نشان می‌دهند.

۲) همواره در هستهٔ یک اتم، تعداد نوترون‌ها برابر یا بیش از تعداد پروتون‌ها است $(n \geq Z)$.

استثناء: هیدروژن معمولی $({}_{1}^{1}H)$ تنها اتمی است که در هستهٔ آن، تعداد پروتون از نوترون بیشتر است. در واقع هیدروژن معمولی تنها اتمی است که در هسته نوترون ندارد و فقط دارای یک پروتون می‌باشد.



${}_{1}^{1}H \begin{cases} p^{+}=1 \\ e^{-}=1 \\ n=1-1=0 \end{cases}$

۳) اگر تفاوت تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های یک اتم را با Δx نشان دهیم، رابطه بین عدد اتمی و عدد جرمی آن به‌صورت زیر است:

$$Z=\frac{A-\Delta x}{2}$$

مثال اگر عدد اتمی عنصری ۱۹ و تفاوت تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های آن برابر ۲ باشد، عدد جرمی آن به‌صورت زیر قابل محاسبه است:

$$Z=\frac{A-\Delta x}{2} \Rightarrow 19=\frac{A-2}{2} \Rightarrow A=40$$

۴) اگر اختلاف تعداد نوترون و الکترون در یک یون مطرح شود، با استفاده از رابطهٔ زیر عدد اتمی (Z) تعیین می‌شود.[1]

$$Z=\frac{A-\Delta x+(\text{بار با علامت جبری})}{2}$$

مثال۱ **در یون $X^{-}{}^{80}$ تفاوت تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها برابر ۹ است. عدد اتمی X کدام است؟**

۱) ۳۴ ۲) ۳۵ ۳) ۳۶ ۴) ۳۷

پاسخ روش اول: تشکیل دو معادله دو مجهول

$$\left.\begin{matrix} A=p+n=80 \\ p=e-1 \end{matrix}\right\} \Rightarrow (e-1)+n=80 \Rightarrow \begin{matrix} n+e=81 \\ +\ n-e=9 \\ \hline 2n=90 \Rightarrow n=45 \end{matrix}$$

$$\Rightarrow Z=p=80-45=35$$

روش دوم: استفاده از فرمول

$$Z=\frac{A-\Delta x+(\text{بار با علامت جبری})}{2}=\frac{80-9+(-1)}{2}=\frac{70}{2}=35$$

مثال۲ **اگر در یون $B^{3+}{}^{235}$ تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها برابر ۴۶ باشد، عدد اتمی B کدام است؟**

۱) ۸۹ ۲) ۹۲ ۳) ۹۶ ۴) ۹۸

پاسخ روش اول: تشکیل دو معادله و دو مجهول

$$\left.\begin{matrix} A=n+p=235 \\ p=e+3 \end{matrix}\right\} \Rightarrow n+(e+3)=235 \Rightarrow \begin{matrix} n+e=232 \\ n-e=46 \\ \hline 2n=278 \Rightarrow n=139 \end{matrix}$$

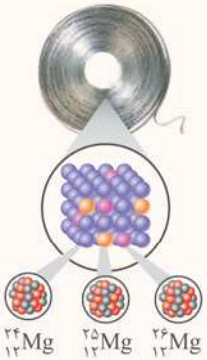
$$A=n+p \Rightarrow 235=139+p \Rightarrow p=96$$

روش دوم: استفاده از فرمول

$$Z=\frac{A-\Delta x+(\text{بار با علامت جبری})}{2}=\frac{235-46+(+3)}{2}=96$$

۱- در اغلب مواردی که اختلاف تعداد نوترون و الکترون در یک یون مطرح می‌شود، تعداد نوترون‌ها از تعداد الکترون‌ها بیشتر است. ولی در موارد معدودی، در یون‌های سبک مانند ${}_{8}^{16}O^{2-}$ تعداد الکترون‌ها از نوترون‌ها بیشتر است. در چنین مواردی به طور واضح بیان می‌شود که تعداد الکترون‌ها از تعداد نوترون‌ها بیشتر است.

ایزوتوپ‌ها



۱ **ایزوتوپ‌ها**، اتم‌های یک عنصر هستند که عدد جرمی (تعداد نوترون) متفاوت دارند.

۲ ایزوتوپ‌ها خواص شیمیایی یکسان دارند ولی خواص فیزیکی وابسته به جرم در آن‌ها متفاوت است.

۳ در بین ایزوتوپ‌های یک عنصر، آن‌که فراوانی بیشتری دارد، پایداری بیشتری نیز دارد. برای مثال در بین ایزوتوپ‌های منیزیم، ^{24}Mg فراوانی و پایداری بیشتری از بقیه دارد.

۴ کلر دارای دو ایزوتوپ ^{35}Cl و ^{37}Cl است که فراوانی و پایداری ^{35}Cl بیشتر است.

۵ لیتیم دارای دو ایزوتوپ $^{6}_{3}Li$ و $^{7}_{3}Li$ است که پایداری و درصد فراوانی $^{7}_{3}Li$ بیشتر است.

۶ جدول زیر، ایزوتوپ‌های اتم هیدروژن را نشان می‌دهد.

نماد ایزوتوپ / ویژگی ایزوتوپ	$^{1}_{1}H$	$^{2}_{1}H$	$^{3}_{1}H$	$^{4}_{1}H$	$^{5}_{1}H$	$^{6}_{1}H$	$^{7}_{1}H$
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)

الف در بین این ایزوتوپ‌ها، ۴ ایزوتوپ ساختگی و ۳ ایزوتوپ طبیعی وجود دارد.

ب هر چهار ایزوتوپ ساختگی و یک ایزوتوپ طبیعی (^{3}H) ناپایدار و پرتوزا هستند.

پ در بین همهٔ ایزوتوپ‌ها، $^{7}_{1}H$ دارای کوتاه‌ترین نیم‌عمر است و از بقیه ناپایدارتر است.

ت ترتیب میزان پایداری در مورد ایزوتوپ‌های پرتوزای هیدروژن به صورت مقابل است:

پایداری (نیم عمر) : $^{3}_{1}H > ^{5}_{1}H > ^{6}_{1}H > ^{4}_{1}H > ^{7}_{1}H$

۷ **در اغلب موارد** اگر برای یک ایزوتوپ نسبت $\frac{n}{p}$ برابر یا بیش از ۱/۵ باشد، هستهٔ آن ناپایدار و آن ایزوتوپ پرتوزا است.

۸ با توجه به رابطهٔ نسبت تعداد نوترون به پروتون ($\frac{n}{p} \geq ۱/۵$)، می‌توان نسبت‌های زیر را نیز به دست آورد:

$$\frac{n}{p} \geq ۱/۵ \Rightarrow \frac{p}{n} \leq \frac{۲}{۳} \Rightarrow \frac{A-Z}{Z} \geq ۱/۵ \Rightarrow \frac{Z}{A-Z} \leq \frac{۲}{۳} \Rightarrow \frac{A}{Z} \geq ۲/۵ \Rightarrow \frac{Z}{A} \leq \frac{۲}{۵}$$

۹ در برخی عنصرها ایزوتوپ‌های سنگین‌تر پایدارتر ولی در برخی ایزوتوپ‌های سبک‌تر پایدارتر هستند. برای مثال، در بین ایزوتوپ‌های هیدروژن، $^{5}_{1}H$ و $^{6}_{1}H$ پایدارتر از $^{4}_{1}H$ هستند. هم‌چنین در مورد ایزوتوپ‌های عنصر لیتیم ($_{3}Li$)، ایزوتوپ $^{7}_{3}Li$ دارای درصد فراوانی و پایداری بیشتری از $^{6}_{3}Li$ است.

رادیوایزوتوپ‌ها

۱ ایزوتوپ‌هایی که ناپایدار و پرتوزا هستند، **رادیوایزوتوپ** نامیده می‌شوند.

۲ تکنسیم ($^{99}_{43}Tc$) نخستین عنصری است که در واکنشگاه (راکتور) هسته‌ای ساخته شد. همهٔ ^{99}Tc موجود در جهان به طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته می‌شود.

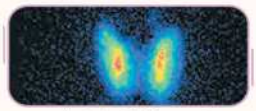
۳ از تکنسیم ($^{99}_{43}Tc$) برای تصویربرداری غدهٔ تیروئید استفاده می‌شود، زیرا یون یُدید با یونی که حاوی ($^{99}_{43}Tc$) است، اندازهٔ تقریباً یکسانی دارد و غدهٔ تیروئید هنگام جذب یدید، این یون را نیز جذب می‌کند. با افزایش مقدار این یون در غدهٔ تیروئید، امکان تصویربرداری فراهم می‌شود.

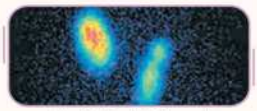
توجه هنگام عکس‌برداری از دندان‌ها در رادیولوژی باید با استفاده از پوشش‌های سربی از غدهٔ تیروئید در برابر پرتوهای پرانرژی و خطرناک محافظت کرد.

غدهٔ پروانه‌ای شکل تیروئید در بدن انسان

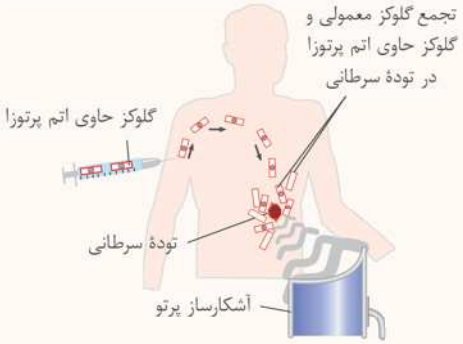
۴ اورانیم شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزا است که ایزوتوپ ^{235}U آن به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود و فراوانی آن در مخلوط طبیعی **کم‌تر از** ۰/۷ درصد است.

۵ افزایش درصد و مقدار یک ایزوتوپ خاص در مخلوط ایزوتوپ‌های یک عنصر **غنی‌سازی** نامیده می‌شود. این فرایند در تولید سوخت هسته‌ای کاربرد دارد.


تصویر غدهٔ تیروئید سالم


تصویر غدهٔ تیروئید ناسالم

۶ به مولکول گلوکز ($C_6H_{12}O_6$) که حاوی اتم پرتوزا باشد، گلوکز نشان‌دار می‌گویند که از آن برای شناسایی و بررسی توده‌های سرطانی استفاده می‌شود.



(۷) توده‌های سرطانی، یاخته‌هایی هستند که رشد غیرعادی و سریع‌تری دارند. این توده‌ها، همهٔ انواع گلوکز را به مقدار بیشتری نسبت به سلول‌های عادی جذب می‌کنند. اگر مولکول‌های گلوکز حاوی اتم پرتوزا به بدن وارد شود، تجمع گلوکز معمولی و پرتوزا در توده‌های سرطانی بیشتر خواهد بود و از این طریق با ردیابی گلوکز نشان‌دار در جایی که تجمع بیشتری دارد، توده‌های سرطانی شناسایی می‌شوند.

واپاشی هسته‌ای ایزوتوپ‌های ناپایدار و نیم‌عمر

اگر مقدار مشخصی از یک ماده (m_1) پس از گذشت زمان مشخصی (Δt) واپاشی کند و جرم آن کاهش یابد، در صورتی که زمان نیم‌عمر آن برابر $T_{\frac{1}{2}}$ باشد، جرم باقی‌ماندهٔ آن از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود. در این رابطه n تعداد دفعات نصف شدن جرم ماده و $T_{\frac{1}{2}}$ زمان نیم عمر ماده است.

$$\text{جرم باقی‌مانده} = \frac{\text{جرم اولیه}}{2^n} \qquad n = \frac{\Delta t}{T_{\frac{1}{2}}}$$

مثال **در هر ساعت جرم اولیهٔ یک ماده پرتوزا نصف می‌شود. برای تجزیهٔ ۹۳/۷۵٪ از این ماده چند ساعت زمان لازم است و اگر جرم اولیهٔ آن برابر ۴۰ گرم باشد، پس از گذشت ۳ ساعت، چند گرم از مادهٔ اولیه باقی می‌ماند؟**

۱) ۴ - ۵ ۲) ۵ - ۵ ۳) ۴ - ۴ ۴) ۵ - ۴

پاسخ تجزیهٔ ۹۳/۷۵٪ از ماده به معنای باقی ماندن ۶/۲۵٪ از مادهٔ اولیه است.

$$\text{مقدار باقی‌مانده} = \frac{6/25}{100} = \frac{1}{16} = \frac{1}{2^4}$$

بر این اساس جرم مادهٔ اولیه، ۴ بار نصف شده است. از آن‌جایی که زمان نیمه عمر ماده ۱ ساعت است،پس از گذشت ۴ ساعت، جرم مادهٔ اولیه، $\frac{1}{16}$ می‌شود. اکنون بررسی می‌کنیم که پس از گذشت ۳ ساعت چند گرم از مادهٔ اولیه باقی می‌ماند.

$$\text{جرم باقی‌مانده} = \frac{\text{جرم اولیه}}{2^n} \xrightarrow{n=3} \text{جرم باقی‌مانده} = \frac{40}{2^3} = \frac{40}{8} = 5\,g$$

انواع مولکول‌های یک ترکیب (براساس ایزوتوپ‌های مختلف)

با توجه به این‌که یک اتم، ممکن است ایزوتوپ‌های مختلفی داشته باشد، برای یک مولکول معین که از ایزوتوپ‌های مختلف ساخته می‌شود نیز جرم‌های متفاوتی امکان‌پذیر است.

مثال اکسیژن سه ایزوتوپ $({}^{16}_{8}O\ ،\ {}^{17}_{8}O\ ،\ {}^{18}_{8}O)$ و هیدروژن نیز سه ایزوتوپ $({}^{1}_{1}H\ ،\ {}^{2}_{1}D\ ،\ {}^{3}_{1}T)$ دارد. برای محاسبهٔ این‌که در یک نمونهٔ آب چند نوع مولکول وجود دارد، ابتدا بدون در نظر گرفتن ایزوتوپ‌های اتم مرکزی (اکسیژن)، تعداد مولکول‌های مختلف آب را مشخص می‌کنیم و با توجه به عدد جرمی ایزوتوپ‌ها جرم هر مولکول را نیز می‌نویسیم:

^{16}O	^{16}O	^{16}O	^{16}O	^{16}O	^{16}O	
H H	D D	T T	H D	H T	D T	
جرم مولکولی: (۱۸)	(۲۰)	(۲۲)	(۱۹)	(۲۰)	(۲۱)	

با توجه به این‌که اتم مرکزی (اکسیژن) نیز سه ایزوتوپ دارد، در هر کدام از مولکول‌های فوق، می‌توان دو نوع اکسیژن دیگر را نیز جایگزین کرد:

^{17}O	^{17}O	^{17}O	^{17}O	^{17}O	^{17}O	
H H	D D	T T	H D	H T	D T	
جرم مولکولی: (۱۹)	(۲۱)	(۲۳)	(۲۰)	(۲۱)	(۲۲)	

^{18}O	^{18}O	^{18}O	^{18}O	^{18}O	^{18}O	
H H	D D	T T	H D	H T	D T	
جرم مولکولی: (۲۰)	(۲۲)	(۲۴)	(۲۱)	(۲۲)	(۲۳)	

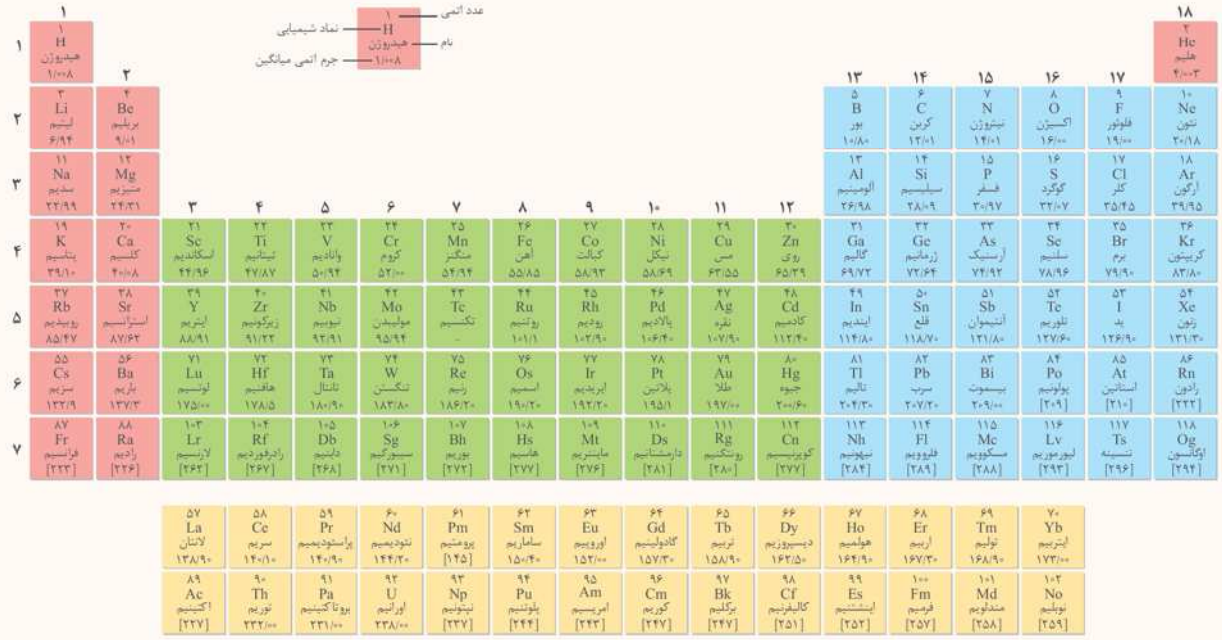
بنابراین در یک نمونهٔ آب، با احتساب همهٔ ایزوتوپ‌ها **۱۸ نوع مولکول مختلف** وجود دارد که در میان آن‌ها فقط **۷ جرم مختلف** (جرم‌های ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳ و ۲۴) یا به بیان دیگر ۷ نوع مولکول با جرم‌های متفاوت وجود دارد.

نکته اگر اختلاف جرم ایزوتوپ‌ها برابر یک واحد باشد، تعداد مولکول‌های با جرم مختلف که براساس ایزوتوپ‌های مختلف تولید می‌شوند، از رابطهٔ زیر تعیین می‌شود:

تعداد مولکول‌های با جرم مختلف = (جرم سبک‌ترین مولکول − جرم سنگین‌ترین مولکول) + ۱

جدول دوره‌ای (تناوبی) عنصرها

۱ در جدول دوره‌ای (تناوبی) امروزی، عنصرها براساس افزایش عدد اتمی سازماندهی شده‌اند. به طوری که جدول دوره‌ای عنصرها از عنصر هیدروژن با عدد اتمی یک ($Z=1$) آغاز و به عنصر شمارهٔ ۱۱۸ ختم می‌شود. این جدول، ۷ دوره و ۱۸ گروه دارد.



۲ هر ستون (گروه) شامل عنصرهایی است که اغلب خواص شیمیایی مشابه دارند و بار یون پایدار حاصل از عنصرهای هر گروه اغلب برابر است.

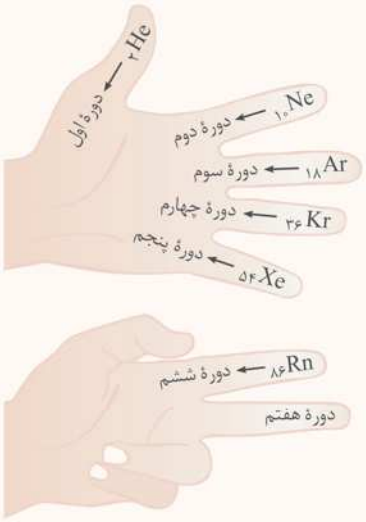
۳ بدیهی است خواص شیمیایی عنصرهایی که در یک دوره از جدول جای دارند، متفاوت است، با پیمایش هر دوره از چپ به راست، خواص عنصرها به‌طور مشابه تکرار می‌شود؛ از این‌رو چنین جدولی را **جدول دوره‌ای (تناوبی) عنصرها** نامیده‌اند.

تعیین دوره و گروه عنصرهای جدول تناوبی به روش کوتاه تستی

۱ **تعیین دوره:** برای تعیین دوره (تناوب) یک عنصر ابتدا عدد اتمی گازهای نجیب را به خاطر بسپارید:

$$_{2}He - _{10}Ne - _{18}Ar - _{36}Kr - _{54}Xe - _{86}Rn$$

اکنون هر انگشت را یک دوره از جدول تناوبی فرض می‌کنیم و گازهای نجیب را روی انگشت‌ها در نظر می‌گیریم. برای تعیین دورهٔ یک عنصر، ابتدا تعیین می‌کنیم که عدد اتمی آن بین عدد اتمی کدام دو گاز نجیب متوالی است و سپس آن عنصر را روی انگشت مربوط به گاز نجیب پایینی (گاز نجیب با عدد اتمی بیشتر) قرار داده و دورهٔ آن را تعیین می‌کنیم.



مثال عدد اتمی عنصر Pd برابر ۴۶ است که بین عددهای اتمی $_{36}Kr$ و $_{54}Xe$ می‌باشد ($36 < 46 \leq 54$). بنابراین عنصر Pd روی انگشت مربوط به $_{54}Xe$ یعنی انگشت پنجم قرار می‌گیرد و متعلق به دورهٔ پنجم جدول تناوبی است.

۲ **تعیین گروه:** برای تعیین گروه عنصر موردنظر با این روش، پس از تعیین این‌که عنصر بین کدام دو گاز نجیب قرار دارد، عدد اتمی آن را با گاز نجیب نزدیک‌تر مقایسه می‌کنیم. این را هم بگوییم که اگر عدد اتمی عنصر مورد نظر دقیقاً وسط دو گاز نجیب بود، بهتر است عدد اتمی آن را با گاز نجیب بعدی (با عدد اتمی بزرگ‌تر) مقایسه کنید. اختلاف عدد اتمی عنصر موردنظر با گاز نجیب نزدیک‌تر، برابر با اختلاف شمارهٔ گروه آن با شمارهٔ گروه گاز نجیب (۱۸) است.

x = عدد اتمی گاز نجیب نزدیک‌تر − عدد اتمی عنصر موردنظر

اگر x عددی مثبت بود ($x > 0$) گروه عنصر موردنظر به مقدار x از گروه گاز نجیب (گروه ۱۸) جلوتر و اگر x عددی منفی بود ($x < 0$)، گروه عنصر موردنظر به مقدار x از گروه ۱۸ عقب‌تر است.

مثال۱ عنصر نیتروژن ($_{7}N$) بین گازهای نجیب $_{2}He$ و $_{10}Ne$ قرار دارد و در نتیجه با $_{10}Ne$ (گاز نجیب تناوب دوم) هم‌دوره است و در تناوب دوم قرار دارد. برای تعیین شمارهٔ گروه آن، عدد اتمی آن را با $_{10}Ne$ مقایسه می‌کنیم:

$7 - 10 = -3$

بنابراین $_{7}N$ سه گروه عقب‌تر از گاز نجیب (گروه ۱۸) بوده و در گروه ۱۵ جای دارد.

مثال۲ شمارهٔ گروه عنصر $_{۲۵}Mn$ را تعیین می‌کنیم. گاز نجیب قبل از این عنصر $_{۱۸}Ar$ است. بنابراین مقدار X برای $_{۲۵}Mn$ برابر با $۲۵-۱۸=+۷$ است. بر این اساس، عنصر $_{۲۵}Mn$ به گروه ۷ تعلق دارد.

استثناء: روش فوق در تناوب ششم و تناوب هفتم کاربرد ندارد؛ زیرا در این دو تناوب عنصرهای دستهٔ f قرار دارند. هم‌چنین توجه داشته باشید که برای عنصرهای $_{۵}B$ و $_{۱۳}Al$، اختلاف عدد اتمی عنصر با گاز نجیب نزدیک‌تر، برابر ۳+ است ولی شماره گروهشان ۱۳ می‌باشد.

مثال اکنون برای نمونه، شمارهٔ دوره و گروه $_{۴۸}Cd$ را تعیین می‌کنیم.

$_{۳۶}Kr < _{۴۸}Cd \leq _{۵۴}Xe$

(تناوب چهارم) (تناوب پنجم) ← شمارهٔ تناوب $=۵$

$x=۴۸-۵۴=-۶$ ← شمارهٔ گروه $=۱۸-۶=۱۲$

تعیین تعداد عنصرهای موجود، میان دو عنصر مشخص در جدول تناوبی

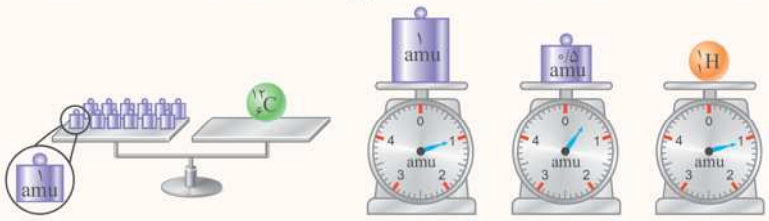
برای تعیین تعداد عنصرهای موجود **میان دو عنصر** مشخص در جدول تناوبی از رابطهٔ زیر استفاده می‌کنیم:

تعداد عنصرهای موجود میان دو عنصر A و B = (اختلاف عدد اتمی دو عنصر A و B) − ۱

برای درک این مطلب که چرا تعداد عنصرهای موجود میان دو عنصر مشخص، از تفاوت عدد اتمی آن‌ها یکی کم‌تر است، دو عنصر متوالی (پشت سرهم) را در جدول تناوبی در نظر بگیرید. میان دو عنصر متوالی، هیچ عنصر دیگری وجود ندارد، در حالی‌که عدد اتمی آن‌ها یک واحد با هم اختلاف دارد.

جرم اتمی عنصرها

۱) اتم‌ها بسیار ریزند به طوری که نمی‌توان آن‌ها را به طور مستقیم مشاهده و جرم آن‌ها را اندازه‌گیری کرد؛ به همین دلیل دانشمندان مقیاس جرم نسبی را برای تعیین جرم اتم‌ها به کار می‌برند. مطابق این مقیاس، جرم اتم‌ها را با وزنه‌ای می‌سنجند که جرم آن $\frac{۱}{۱۲}$ جرم ایزوتوپ کربن -۱۲ است. به این وزنه، **یکای جرم اتمی** (amu) می‌گویند.



۲) اگر جرم یک ایزوتوپ کربن -۱۲ را برابر با عدد ۱۲ در نظر بگیریم، سپس این عدد را به ۱۲ بخش یکسان تقسیم کنیم، هر بخش را ۱amu می‌نامند؛ به این ترتیب مقیاسی به دست می آید که به کمک آن می‌توان جرم همهٔ اتم‌ها را اندازه‌گیری کرد. اگر در این ترازوی فرضی به جای $\frac{۱}{۱۲}$ ایزوتوپ کربن -۱۲، ایزوتوپ $_{۱}^{۱}H$ قرار گیرد، جرم ۱/۰۰۸amu به دست می‌آید.

۳) با تعریف amu، شیمی‌دان‌ها موفق شدند جرم اتمی دیگر عنصرها و هم‌چنین جرم ذره‌های زیراتمی را اندازه‌گیری کنند. در این مقیاس جرم پروتون و نوترون در حدود ۱amu بوده و جرم الکترون ناچیز و در حدود $\frac{۱}{۲۰۰۰}$amu است.

برخی ویژگی‌ها و نمایش ذره‌های زیراتمی

۱) برای نمایش ذره‌های زیراتمی (الکترون، پروتون و نوترون)، جرم نسبی ذره را در گوشهٔ سمت چپ و بالا و بار نسبی آن را در گوشهٔ سمت چپ و پایین نماد ذرهٔ زیراتمی قرار می‌دهند.

$_{\text{بار نسبی}}^{\text{جرم نسبی}}X$ مثال $\rightarrow _{-۱}^{۰}e$ { ۰ = جرم نسبی ; −۱ = بار نسبی

۲) در جدول زیر، برخی ویژگی‌های ذره‌های زیراتمی و نحوهٔ نمایش آن‌ها نشان داده شده است.

نام ذره	نماد	بار الکتریکی نسبی	جرم (amu)	جرم (g)
الکترون	$_{-۱}^{۰}e$	−۱	۰/۰۰۰۵	$۹/۱۰۹\times۱۰^{-۲۸}$
پروتون	$_{۱}^{۱}p$	+۱	۱/۰۰۷۳	$۱/۶۷۳\times۱۰^{-۲۴}$
نوترون	$_{۰}^{۱}n$	۰	۱/۰۰۸۷	$۱/۶۷۵\times۱۰^{-۲۴}$

۳) جرم الکترون در مقایسه با جرم پروتون و نوترون بسیار ناچیز است. از این رو می‌توان از جرم نسبی الکترون در مقابل پروتون و نوترون صرف‌نظر کرد و جرم نسبی الکترون را برابر صفر درنظر گرفت.

۴) جرم **نوترون** اندکی **بیشتر** از **پروتون** است که قابل چشم‌پوشی است. از این‌رو می‌توان جرم نسبی پروتون و نوترون را برابر واحد یا یک درنظر گرفت.

۵) از آن‌جایی که جرم الکترون ناچیز و جرم پروتون و نوترون حدود ۱amu است، برای یک اتم عدد جرمی و جرم اتمی برحسب amu یکسان در نظر گرفته می‌شود. برای مثال جرم اتم $_{۳}^{۷}Li$ را می‌توان ۷amu در نظر گرفت.

جرم اتمی میانگین

۱) اندازه‌گیری‌ها نشان می‌دهد که فراوانی ایزوتوپ‌ها در طبیعت یکسان نیست. برخی از انواع ایزوتوپ‌ها فراوان‌تر و برخی کم‌یاب‌ترند. برای مثال تقریباً از هر چهار اتم کلر موجود در طبیعت، سه اتم $^{35}_{17}Cl$ و یک اتم $^{37}_{17}Cl$ است. به عبارت دیگر ۷۵/۸ درصد از اتم‌های کلر را $^{35}_{17}Cl$ و ۲۴/۲ درصد آن‌ها را $^{37}_{17}Cl$ تشکیل می‌دهد. با توجه به وجود ایزوتوپ‌ها و تفاوت در فراوانی آن‌ها، برای گزارش جرم نمونه‌های طبیعی از اتم عنصرهای مختلف، **جرم اتمی میانگین** به‌کار می‌رود.

برای محاسبهٔ جرم اتمی میانگین عنصری که از ایزوتوپ‌هایی با جرم‌های M_1، M_2، ... و M_n و با **درصدهای فراوانی** F_1، F_2، ... و F_n تشکیل شده است، از رابطهٔ زیر استفاده می‌کنیم:

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{F_1}{100}M_1 + \frac{F_2}{100}M_2 + \cdots + \frac{F_n}{100}M_n$$

مثال اتم آهن در طبیعت به‌صورت دو ایزوتوپ با جرم‌های ۵۹ و ۵۵ یافت می‌شود. اگر فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر ۲۰ درصد باشد، جرم اتمی میانگین آهن به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.

درصد فراوانی ^{59}Fe = ۲۰ درصد

درصد فراوانی ^{55}Fe = ۱۰۰ − ۲۰ = ۸۰ درصد

$$\text{جرم اتمی میانگین آهن} = \left(\frac{20}{100}\times 59\right) + \left(\frac{80}{100}\times 55\right) = 55/8\,amu$$

۲) در برخی از موارد به جای تعیین درصد فراوانی ایزوتوپ‌ها، نسبت تعداد آن‌ها را بیان می‌کنند. برای مثال، در طبیعت به ازای یک اتم ^{59}Fe، چهار اتم ^{55}Fe وجود دارد یا از هر چهار اتم کلر موجود در طبیعت، سه اتم ^{35}Cl و یک اتم ^{37}Cl است. در این صورت، برای محاسبهٔ جرم اتمی میانگین عنصری که از ایزوتوپ‌هایی با جرم M_1، M_2، ... و M_n با **نسبت‌های فراوانی** f_1، f_2، ... و f_n تشکیل شده است، از رابطهٔ زیر استفاده می‌کنیم:

$$\text{جرم اتمی میانگین} = f_1M_1 + f_2M_2 + \cdots + f_nM_n$$

مثال در یک نمونه از عنصر X، به ازای هر یک اتم ^{18}X، چهار اتم ^{19}X وجود دارد. جرم اتمی میانگین عنصر X به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$\left.\begin{array}{l} \text{نسبت فراوانی } ^{18}X = \frac{1}{1+4} = \frac{1}{5} \\ \text{نسبت فراوانی } ^{19}X = \frac{4}{1+4} = \frac{4}{5} \end{array}\right\} \Rightarrow \text{جرم اتمی میانگین} = \left(\frac{1}{5}\times 18\right) + \left(\frac{4}{5}\times 19\right) = 18/8\,amu$$

جرم مولی

شیمی‌دان‌ها به $6/02\times10^{23}$ عدد از هر ذره، یک مول از آن ذره می‌گویند و جرم یک مول از هر ذره برحسب گرم، جرم مولی آن نامیده می‌شود. مثلاً وقتی می‌گوییم جرم مولی سدیم (Na) برابر ۲۳ گرم است، به معنی آن است که یک مول سدیم ۲۳ گرم جرم دارد.

یک amu چند گرم است؟

برای پاسخ به این سؤال کافی است همان مثال کربن ـ۱۲ را دوباره در نظر بگیریم. یک مول اتم کربن ـ۱۲ یعنی تعداد $6/02\times10^{23}$ اتم کربن ـ۱۲، جرمی معادل ۱۲ گرم دارد. اکنون تعیین می‌کنیم یک اتم $^{12}_{6}C$ چند گرم است:

جرم	تعداد اتم کربن ـ ۱۲
۱۲/۰۰۰g	$6/02\times10^{23}$
x	۱

$$\Rightarrow x = \frac{12/000\times1}{6/02\times10^{23}} = 1/992\times10^{-23}\,g$$

از آن جا که یکای جرم اتمی (amu) برابر یک دوازدهم $\left(\frac{1}{12}\right)$ جرم اتم کربن ـ۱۲ است، یک amu برابر است با:

$$1amu = \frac{1/992\times10^{-23}\,g}{12} = 1/66\times10^{-24}\,g$$

بنابراین می‌توان گفت ۱amu برابر $\frac{1}{N_A}$ گرم است.

رابطهٔ جرم مولی و amu

از نظر عددی جرم یک عدد از یک اتم برحسب amu، برابر با جرم یک مول از همان اتم برحسب گرم است. مثلاً جرم یک عدد اتم کربن - ۱۲ برابر ۱۲/۰۰۰amu و جرم یک مول اتم کربن -۱۲ برابر ۱۲/۰۰۰ گرم است. (جرم مولی کربن -۱۲، برابر ۱۲/۰۰۰ گرم یا ۱۲/۰۰۰ گرم بر مول است.) توجه داشته باشید که مورد بالا برای یک ایزوتوب کربن (کربن -۱۲) بیان شد و در مورد **عنصر کربن**، جرم مولی برابر با جرم اتمی میانگین این عنصر (با درنظر گرفتن همهٔ ایزوتوپ‌های آن) می‌باشد.

جرم یک عدد اتم ^{12}C = ۱۲/۰۰۰amu

جرم یک مول اتم ^{12}C = ۱۲/۰۰۰g

جرم مولی عنصر کربن (جرم اتمی میانگین) = ۱۲/۰۱g

مسائل مربوط به مول (استوکیومتری اتم‌ها و مولکول‌ها)

برای حل مسائل مربوط به مول و استوکیومتری، بر اساس هم‌ارزی میان کمیت‌ها می‌توان از کسر (عامل) تبدیل استفاده کرد. در این عامل‌ها (کسرهای تبدیل)، صورت و مخرج هر یک شامل عددی همراه با یکاست.

به عنوان مثال برای $1molC = 12/01gC$، می‌توان دو عامل تبدیل به صورت زیر نوشت:

$$\frac{1molC}{12/01gC} \quad , \quad \frac{12/01gC}{1molC}$$

بنابراین برای تبدیل جرم ۰/۴ گرم کربن به مول‌های آن می‌توان نوشت:

$$?molC = 0/4\,gC \times \frac{1molC}{12/01gC} = 0/025\,molC$$

همچنین برای حل مسائل این قسمت، علاوه بر روش کتاب درسی (روش استفاده از کسر تبدیل) می‌توانیم از تناسب‌های زیر استفاده کنیم. برای استفاده از تناسب‌های زیر که در فصل ۲ بیشتر توضیح داده شده‌اند، ابتدا با نوشتن یک معادلهٔ شیمیایی، مادهٔ مورد نظر را به اتم‌های سازنده‌اش تفکیک می‌کنیم و سپس بر اساس اطلاعات و مجهولات مسئله، از روابط زیر استفاده می‌کنیم.

$$\frac{\text{لیتر گاز} \times \text{چگالی}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{اتم}}{\text{ضریب} \times N_A} = \frac{\text{مولکول}}{\text{ضریب} \times N_A} = \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$$

نکته۱ N_A نشان‌دهندهٔ عدد آووگادرو یا عدد $6/02 \times 10^{23}$ است.

نکته۲ منظور از ضریب در تناسب‌های فوق، ضریب استوکیومتری مادهٔ موردنظر در معادلهٔ موازنه‌شده است.

نکته۳ صورت کسرها از صورت مسأله خوانده می‌شود و ضرایب استوکیومتری موجود در مخرج کسرها از معادلهٔ موازنه‌شده دیده می‌شود.

مثال۱ **تعداد اتم‌ها در $\frac{1}{4}$ مول گوگرد تری‌اکسید کدام است؟**

۱) ۴ ۲) $6/02 \times 10^{23}$ ۳) $2/4 \times 10^{24}$ ۴) $1/8 \times 10^{24}$

پاسخ **روش اول:** هرگاه تعداد اتم‌های یک ماده خواسته شد، با نوشتن یک معادله، مادهٔ مورد نظر را به اتم‌های سازنده‌اش تفکیک کنید. بنابراین با نوشتن یک معادله، SO_3 را به اتم‌های S و O تفکیک می‌کنیم.

$$SO_3 \xrightarrow{\text{تفکیک}} 1S + 3O$$

$$\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{اتم}}{\text{ضریب} \times N_A} \Rightarrow \frac{\frac{1}{4}molSO_3}{1} = \frac{x atom(S,O)}{(1+3) \times 6/02 \times 10^{23}} \Rightarrow x = 6/02 \times 10^{23}\,atom$$

روش دوم:

$$?atom = \frac{1}{4}molSO_3 \times \frac{4\,mol\,atom}{1\,molSO_3} \times \frac{6/02 \times 10^{23}\,atom}{1\,mol\,atom} = 6/02 \times 10^{23}\,atom$$

نکته در مسائل مربوط به فرمول شیمیایی مواد، هیچ واکنشی در صورت مسأله انجام نمی‌شود. در این موارد به جای ضرایب استوکیومتری از عدد ۱ در مخرج کسرها استفاده می‌کنیم.

مثال۲ **$3/01 \times 10^{20}$ مولکول نیتروژن برابر چند مول نیتروژن است؟**

۱) 2×10^{-3} ۲) 2×10^{-4} ۳) 5×10^{-3} ۴) 5×10^{-4}

پاسخ **روش اول:**

$$\frac{\text{مولکول}}{\text{ضریب} \times N_A} = \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{3/01 \times 10^{20}\,molecule\,N_2}{1 \times 6/02 \times 10^{23}} = \frac{x molN_2}{1} \Rightarrow x = 5 \times 10^{-4}\,mol\,N_2$$

روش دوم:

$$?mol\,N_2 = 3/01 \times 10^{20}\,N_2 \times \frac{1\,mol\,N_2}{6/02 \times 10^{23}\,N_2} = 5 \times 10^{-4}\,mol\,N_2$$

نکته اگر در یک مسأله دو قسمتی، تعداد اتم‌های یک مولکول یا یک ترکیب مورد سؤال بود، تعداد اتم‌های موجود در فرمول مادهٔ موردنظر در صورت کسر آن ماده ضرب می‌شود.

$$\text{سایر کسرها} = (\text{تعداد اتم ۲}) \times \frac{\text{مول ۲}}{\text{ضریب}} = (\text{تعداد اتم ۱}) \times \frac{\text{مول ۱}}{\text{ضریب}}$$

مثال **تعداد اتم‌ها در ۸ گرم CH_4 با تعداد مولکول‌ها در چند گرم CO_2 برابر است؟ $(C=12, O=16, H=1 : g.mol^{-1})$**

پاسخ **روش اول:**

$$\frac{\text{گرم متان}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \times (\text{تعداد اتم}) = \frac{\text{گرم } CO_2}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{8g\,CH_4}{1 \times 16} \times \underset{\text{(تعداد اتم)}}{5} = \frac{x g\,CO_2}{1 \times 44} \Rightarrow x = 110g\,CO_2$$

روش دوم: ابتدا تعداد اتم‌ها ۸ گرم CH_4 را تعیین می‌کنیم. با توجه به این‌که می‌خواهیم تعداد اتم‌های ۸ گرم CH_4 را با تعداد مولکول‌های CO_2 مقایسه کنیم، کافی است تعداد مول اتم‌ها در ۸ گرم CH_4 را تعیین کنیم و این تعداد را با تعداد مول مولکول‌های CO_2 برابر قرار دهیم و جرم CO_2 را تعیین کنیم.

$$?mol\,atom = 8g\,CH_4 \times \frac{1\,mol\,CH_4}{16g\,CH_4} \times \frac{5\,mol\,atom}{1\,mol\,CH_4} = 2/5\,mol\,atom$$

اکنون تعیین می‌کنیم در چند گرم CO_2 تعداد ۲/۵ مول مولکول وجود دارد.

$$?g\,CO_2 = 2/5\,mol\,CO_2 \times \frac{44g\,CO_2}{1\,mol\,CO_2} = 110g\,CO_2$$

کیهان‌زادگاه عناصر

☆ **۱- با توجه به پرسش‌های ۱، ۲ و ۳ چه تعداد از عبارت‌های (آ) تا (ت) درست است؟**

۱) هستی چگونه پدید آمده است؟

۲) جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟

۳) پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟

آ) برای پرسش‌های ۱ و ۲، آدمی تنها با مراجعه به چارچوب اعتقادی و بینش خود و بر اساس آموزه‌های وحیانی می‌تواند به پاسخی جامع دست یابد.

ب) پاسخ پرسش ۱، در قلمرو علم تجربی نمی‌گنجد.

پ) شیمی‌دان‌ها با مطالعهٔ خواص و رفتار ماده، هم‌چنین بر هم‌کنش نور با ماده، سهم بسزایی در پاسخ به پرسش‌های ۲ و ۳ داشته‌اند.

ت) از جمله تلاش‌ها در راستای یافتن پاسخ پرسش‌های ۲ و ۳، مأموریت فضاپیماهای وویجر ۱ و ۲ است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲- فضاپیماهای وویجر ۱ و ۲ مأموریت داشتند با ..... سیارهٔ اورانوس و ..... سیارهٔ دیگر، شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را تهیه کنند و بفرستند. (آزمون گاج)

۱) گذر از کنار - چهار ۲) گذر از کنار - سه ۳) فرود در - چهار ۴) فرود در - سه

☆ **۳- چه تعداد از عبارت‌های زیر در مورد سفر طولانی و مأموریت فضاپیماهای وویجر ۱ و ۲ درست است؟**

آ) تلاشی در راستای پاسخ به چگونگی شکل‌گیری جهان کنونی بوده است.

ب) کمک شایانی به شناخت چگونگی پیدایش عنصرها کرده است.

پ) دو فضاپیما مأموریت داشتند با گذر از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون اطلاعاتی در مورد آن تهیه و ارسال کنند.

ت) اطلاعات مورد بررسی آن‌ها از سیاره‌های مورد نظر، شامل نوع عنصرهای سازنده، ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آن‌ها و ترکیب درصد این مواد بوده است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴- کدام عبارت زیر نادرست است؟

۱) انسان اولیه با نگاه به آسمان و مشاهدهٔ ستارگان در پی فهم نظام و قانون‌مندی در آسمان بوده است.

۲) فضاپیمای وویجر ۱ پیش از خروج از سامانهٔ خورشیدی از فاصلهٔ تقریبی ۷ میلیارد کیلومتری تصویری از زمین گرفت.

۳) مطالعهٔ کیهان به ویژه سامانهٔ خورشیدی گامی در راستای پاسخ به چگونگی پدید آمدن هستی است.

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

۵- چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

آ) دانشمندان با توجه به یافته‌هایی مانند توزیع ناهمگون عنصرها در جهان هستی، توانستند چگونگی پیدایش آن‌ها را توضیح دهند.

ب) سحابی‌ها یکی از مکان‌های زایش ستاره‌ها هستند.

پ) دو پرسشِ «چگونگی پدید آمدن هستی» و «چگونگی پدید آمدن جهان هستی» در قلمرو علم تجربی نمی‌گنجد.

ت) شیمی‌دان‌ها با مطالعهٔ خواص و رفتار نور و هم‌چنین بر هم‌کنش آن با ماده در پاسخ به پرسش‌هایی در مورد ذره‌های سازندهٔ جهان هستی، سهم بسزایی داشته‌اند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

مقایسهٔ مشتری و زمین و پیدایش جهان هستی

☆ **۶- کدام عبارت زیر نادرست است؟**

۱) یکی از نتایج مقایسهٔ عنصرهای سازندهٔ سیاره‌هایی مانند زمین و مشتری، ارائهٔ نظریهٔ مهبانگ برای سرآغاز کیهان بوده است.

۲) در واکنش‌های شیمیایی که در پدیده‌های طبیعی پیرامون ما رخ می‌دهند، انرژی مبادله شده بسیار کم‌تر از واکنش‌های هسته‌ای است.

۳) واکنش‌های هسته‌ای در دماهای بسیار پایین در فضای بین ستاره‌ها انجام می‌شوند و عنصرهای مختلف تولید می‌شوند.

۴) سحابی‌ها مجموعه‌های گازی هستند که سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شده‌اند.

۷- چه تعداد از مطالب زیر در ارتباط با سیارهٔ مشتری درست است؟ (آزمون گاج)

آ) در مقایسه با زمین، در فاصلهٔ دورتری از خورشید قرار دارد.

ب) این سیاره بیشتر از جنس گاز است.

پ) جزو سیاره‌هایی است که فضاپیماهای وویجر ۱ و ۲ مأموریت داشتند شناسنامهٔ آن‌ها را تهیه کنند و بفرستند.

ت) همانند سیارهٔ زمین، درصد فراوانی اکسیژن در این سیاره، بیشتر از درصد فراوانی گوگرد است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟ (آزمون گاج)

- دومین عنصر فراوان در سیارهٔ زمین، چهارمین عنصر فراوان در سیارهٔ مشتری است.
- ششمین عنصر فراوان در سیارهٔ مشتری، ششمین عنصر فراوان در سیارهٔ زمین است.
- یک ستاره فقط حاوی عنصرهای هیدروژن و هلیم است.
- درصد فراوانی هیدروژن در سیارهٔ مشتری، بیشتر از درصد فراوانی عنصر آهن در سیارهٔ زمین است.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

☆ ۹- چه تعداد از عبارت‌های زیر، در مورد سیاره‌های زمین و مشتری درست است؟

آ) فراوان‌ترین عنصر زمین آهن و فراوان‌ترین عنصر مشتری هیدروژن است.

ب) در بین هشت عنصری که بیشترین فراوانی را در هر دو سیاره دارند، عنصرهای مشترک، در گروه ۱۶ جدول تناوبی جای دارند.

پ) در سیاره‌ای که فاصلهٔ بیشتری از خورشید دارد، عنصر کربن فراوانی بیشتری از عنصر اکسیژن دارد.

ت) سیارهٔ مشتری بیشتر از جنس گاز است و ابعاد بزرگ‌تری از زمین دارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۰- درون ستاره‌ها، عنصرهای ..... مانند ..... به عنصرهای ..... مانند ..... تبدیل می‌شوند. (آزمون گاج)

۱) سنگین‌تر - لیتیم - سبک‌تر - آهن
۲) سنگین‌تر - طلا - سبک‌تر - کربن
۳) سبک‌تر - لیتیم - سنگین‌تر - آهن
۴) سبک‌تر - طلا - سنگین‌تر - کربن

۱۱- مقایسهٔ درست میان درصد فراوانی گازهای نجیب هلیم (a)، نئون (b) و آرگون (c) در سیارهٔ مشتری به کدام صورت است؟ (آزمون گاج)

۱) $a > b > c$ ۲) $a > c > b$ ۳) $b > c > a$ ۴) $b > a > c$

☆ ۱۲- چه تعداد از روندهای زیر الگوی درستی را نشان می‌دهند؟

آ) سحابی‌ها ⟵ هلیم ⟵ هیدروژن ⟵ ذره‌های زیراتمی ⟵ مهبانگ

ب) عنصرهایی مانند کربن و لیتیم ⟵ عنصرهایی مانند آهن و طلا ⟵ هلیم ⟵ هیدروژن

پ) هیدروژن و هلیم ⟵ سحابی‌ها ⟵ ذره‌های زیراتمی ⟵ مهبانگ

ت) پراکندگی عنصرها در فضا ⟵ انفجار بزرگ ⟵ ستاره‌ها ⟵ سحابی‌ها

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۳- با توجه به روند تشکیل عنصرها در ستارگان، از به هم پیوستن حداقل چند اتم از فراوان‌ترین ایزوتوپ هلیم، یک اتم ایزوتوپ $^{24}_{12}Mg$، می‌تواند به وجود آید؟ (ریاضی خارج ۹۸)

(از تبادل انرژی و تغییرات اندک جرم صرف‌نظر شود.)

۱) ۴ ۲) ۶ ۳) ۸ ۴) ۱۲

عدد اتمی و عدد جرمی

۱۴- چه تعداد از عبارت‌های زیر در ارتباط با عدد اتمی درست است؟ (آزمون گاج)

- خواص شیمیایی اتم‌های هر عنصر به عدد اتمی آن وابسته است.
- عدد اتمی، شمار پروتون‌های هستهٔ هر اتم را بیان می‌کند و با نماد Z نشان داده می‌شود.
- اغلب هسته‌هایی که نسبت عدد جرمی به عدد اتمی آن‌ها برابر یا بیش از ۱/۵ باشد، ناپایدارند و با گذشت زمان متلاشی می‌شوند.
- عدد اتمی آخرین عنصر جدول دوره‌ای برابر با ۱۰۸ است.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

☆ ۱۵- با توجه به داده‌های جدول روبه‌رو، چه تعداد از رابطه‌های (آ) تا (ت) درست است؟

اتم یا یون	عدد اتمی	تعداد الکترون‌ها	تعداد نوترون‌ها	عدد جرمی
M	Z	e	N	A
M^{2+}	Z′	e′	N′	A′

آ) $A' = A + 2$

ب) $e' = e + 2$

پ) $N' = N + 2$

ت) $Z = e' + 2$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۶- عدد جرمی عنصر M برابر ۹۱ و تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌های موجود در هستهٔ آن برابر با ۱۱ است. یون M^{2+} دارای چند الکترون است؟ (آزمون گاج)

۱) ۳۸ ۲) ۴۲ ۳) ۵۳ ۴) ۴۹

۱۷- در یون B^{3-} تعداد الکترون‌ها نصف عدد جرمی است. نماد شیمیایی اتم B کدام است؟

۱) $_{Z}^{2Z+4}B$ ۲) $_{Z}^{2Z+2}B$ ۳) $_{\frac{A}{2}-6}^{A}B$ ۴) $_{\frac{A}{2}-3}^{A}B$

☆ ۱۸- تعداد الکترون‌های یون X^{+} برابر ۷۹ است. اگر تعداد نوترون‌های اتم X، ۵۰٪ بیشتر از تعداد پروتون‌های آن باشد، عدد جرمی X کدام است؟ (X نماد شیمیایی عنصری فرضی است.)

۱) ۲۰۰ ۲) ۱۹۸ ۳) ۱۹۶ ۴) ۱۹۴

۱۹- اگر در یون های X^{2-} و D^{2+} ، تعداد الکترون‌ها برابر و تعداد نوترون‌های X، ۱۳ واحد کم‌تر از D باشد و برای X رابطهٔ $A=3Z-43$ برقرار باشد، عدد اتمی X کدام است؟ (آزمون گاج)

۱) ۶۲ ۲) ۶۶ ۳) ۸۴ ۴) ۸۸

۲۰- در یون X^{-} تفاوت تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها برابر ۹ است. عدد اتمی X کدام است؟

۱) ۳۴ ۲) ۳۵ ۳) ۳۶ ۴) ۳۷

۲۱- اگر در یون B^{3+} تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها برابر ۴۶ باشد، عدد اتمی B کدام است؟

۱) ۸۹ ۲) ۹۲ ۳) ۹۶ ۴) ۹۸

۲۲- عدد جرمی و تعداد الکترون‌های اتم عنصر A به ترتیب با عدد جرمی و تعداد الکترون‌های کاتیون عنصر B برابر است. چه تعداد از عبارت‌های زیر در مورد آن‌ها درست است؟

آ) A و B ایزوتوپ‌های یک عنصر هستند.

ب) پروتون‌های A به اندازهٔ بار کاتیون B، بیشتر از پروتون‌های B است.

پ) نوترون‌های A به اندازهٔ بار کاتیون B، بیشتر از نوترون‌های B است.

ت) اختلاف نوترون‌ها و پروتون‌ها در B بیشتر از A است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۳- اگر شمار الکترون‌های یون A^{2-} ، هشت واحد کم‌تر از شمار الکترون‌های یون X^{2+} باشد، تفاوت شمار نوترون‌های دو اتم A و X کدام است؟ (آزمون گاج)

۱) ۱۱ ۲) ۱۹ ۳) ۱۵ ۴) ۲۳

☆ ۲۴- نسبت شمار تعداد ذره‌های زیراتمی باردار در فرمول شیمیایی HPO_4^{2-} به تعداد پروتون‌ها در IF_4^{-} کدام است؟ $(_{1}^{1}H, _{15}^{31}P, _{8}^{16}O, _{53}^{127}I, _{9}^{19}F)$

۱) $\frac{98}{117}$ ۲) $\frac{49}{58}$ ۳) $\frac{147}{117}$ ۴) $\frac{74}{58}$

۲۵- شمار الکترون‌های یون X^{3+} ، دو برابر شمار الکترون‌های یون A^{2-} است. تفاوت شمار نوترون‌های این دو یون کدام است؟ (یون A^{2-} برخلاف X^{3+}، آرایش یک گاز نجیب را دارد.) (آزمون گاج)

۱) ۶۶ ۲) ۶۷ ۳) ۷۱ ۴) ۶۵

۲۶- نسبت شمار الکترون‌ها در یون SO_4^{2-} به شمار نوترون‌ها در یون NO_3^{-} کدام است؟ $(_{16}^{32}S, _{8}^{16}O, _{7}^{14}N)$

۱) $\frac{50}{31}$ ۲) $\frac{48}{31}$ ۳) $\frac{50}{33}$ ۴) $\frac{48}{33}$

ایزوتوپ‌ها

☆ ۲۷- چه تعداد از عبارت‌های زیر، در مورد ایزوتوپ‌های هیدروژن درست است؟

آ) در ایزوتوپ‌های هیدروژن، با افزایش نسبت شمار نوترون به پروتون، ناپایداری همواره افزایش می‌یابد.

ب) ایزوتوپ‌های طبیعی هیدروژن همگی پایدار هستند.

پ) در میان ایزوتوپ‌های هیدروژن با عدد جرمی از ۱ تا ۷، پنج ایزوتوپ ساختگی و ناپایدار هستند.

ت) اغلب ایزوتوپ‌هایی که در آن‌ها $\frac{Z}{A-Z} \leq \frac{2}{3}$ است، ناپایدار و پرتوزا هستند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۸- چه تعداد از عبارت‌های زیر در ارتباط با ایزوتوپ‌های هیدروژن درست است؟ (آزمون گاج)

- هیدروژن دارای ۳ ایزوتوپ طبیعی و ۴ ایزوتوپ ساختگی است.
- هیدروژن دارای ۲ ایزوتوپ پایدار و ۵ رادیو ایزوتوپ است.
- سبک‌ترین و سنگین‌ترین ایزوتوپ هیدروژن به ترتیب دارای ۱ و ۷ نوترون هستند.
- نیم‌عمر رادیو ایزوتوپ هیدروژن - ۴، بیشتر از رادیو ایزوتوپ هیدروژن - ۵ است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

gajmarket.com

☆ ۲۹- چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

آ) با توجه به نیم‌عمر کم ^{99}Tc، بسته به نیاز آن را با یک راکتور هسته‌ای تولید و سپس مصرف می‌کنند.

ب) در تصویربرداری غدهٔ تیروئید، با تزریق یون حاوی ^{99}Tc در خون، این غده به جای یون یُدید، فقط یون حاوی ^{99}Tc را جذب می‌کند.

پ) اورانیم، شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزایی است که ایزوتوپ‌های آن به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌روند.

ت) با پیشرفت علم شیمی و فیزیک انسان می‌تواند از عنصرهای دیگر طلا تولید کند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۰- چه تعداد از عبارت‌های زیر در ارتباط با فلز تکنسیم نادرست است؟ (آزمون گاج)

- این فلز نخستین عنصری بود که در آزمایشگاه شیمی ساخته شد.
- پس از ساخت تکنسیم، شیمی‌دان‌ها موفق به ساخت ۲۶ عنصر دیگر شدند.
- تاکنون رادیو ایزوتوپی از این عنصر در ایران ساخته نشده است.
- بیشتر تکنسیم موجود در جهان باید به طور مصنوعی ساخته شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

☆ ۳۱- با توجه به شکل‌های روبه‌رو، چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

(a) (b)

آ) شکل (a) تصویر غدهٔ تیروئید ناسالم را نشان می‌دهد.

ب) یونی که این غده تولیدکنندهٔ آن است، اندازهٔ تقریباً یکسانی با یون حاوی $^{99}_{43}Tc$ دارد.

پ) یون $^{99}_{43}Tc$ را در یک مولد هسته‌ای، به مقدار نسبتاً زیاد تولید و نگه‌داری می‌کنند.

ت) پس از جذب یون حاوی $^{99}_{43}Tc$ در این غده و افزایش مقدار آن، امکان تصویربرداری فراهم می‌شود.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۳۲- چه تعداد از مواردی که زیر آن‌ها خط کشیده شده، نادرست است؟ (آزمون گاج)

«تکنسیم - ۹۹ $(^{99}_{99}Tc)$ نخستین عنصری بود که در آزمایشگاه شیمی ساخته شد. این رادیوایزوتوپ در تصویربرداری پزشکی کاربرد ویژه‌ای دارد. بیشتر تکنسیم - ۹۹ موجود در جهان باید به طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته شود. از آن‌جا که هزینهٔ تولید آن بالا است و نمی‌توان مقادیر زیادی از این عنصر را تهیه و برای مدت طولانی نگهداری کرد، بسته به نیاز، آن را با یک مولد هسته‌ای تولید و سپس مصرف می‌کنند.»

۱) ۳ ۲) ۵ ۳) ۴ ۴) ۲

۳۳- چه تعداد از عبارت‌های زیر در ارتباط با اورانیم درست‌اند؟ (آزمون گاج)

آ) اورانیم کمیاب‌ترین فلز پرتوزایی است که یکی از ایزوتوپ‌های آن، اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود.

ب) فراوانی ایزوتوپ اورانیم - ۲۳۵ در مخلوط طبیعی اورانیم، کم‌تر از ۰/۰۷ درصد است.

پ) دانشمندان هسته‌ای ایران موفق شدند طی فرایند غنی‌سازی ایزوتوپی با تولید اورانیم - ۲۳۵ از عنصرهای سبک‌تر، مقدار این ایزوتوپ را در مخلوط ایزوتوپ‌های عنصر اورانیم افزایش دهند.

ت) نماد شیمیایی این عنصر به صورت Ur است.

۱) ۳ ۲) ۲ ۳) ۱ ۴) صفر

☆ ۳۴- چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

آ) با استفاده از رادیو ایزوتوپی مانند $^{2}_{1}H$ گلوکز نشان‌دار می‌شود.

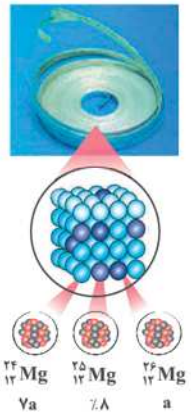
ب) یاخته‌های تودهٔ سرطانی، برخلاف سلول‌های عادی، از گلوکز نشان‌دار استفاده می‌کنند.

پ) پسماندهای رآکتورهای اتمی نیز خاصیت پرتوزایی دارند و دفع آن‌ها از جمله چالش‌های صنایع هسته‌ای است.

ت) گلوکز نشان‌دار جمع‌شده در تودهٔ سرطانی، با آزادکردن پرتوهای پر انرژی، امکان تشخیص یاختهٔ سرطانی را در برابر آشکارساز پرتو ایجاد می‌کند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۵- با توجه به شکل مقابل که ایزوتوپ‌های منیزیم و فراوانی آن‌ها را در یک نمونهٔ طبیعی از آن نشان می‌دهد، چه تعداد از عبارت‌های پیشنهادشده درست هستند؟ (آزمون گاج)



- به ازای هر ۵۰۰۰ اتم منیزیم موجود در طبیعت، ۵۷۵ ایزوتوپ $^{26}_{12}Mg$ وجود دارد.
- یک نمونه طبیعی از اتم‌های منیزیم، مخلوطی از سه هم‌مکان است.
- در ناپایدارترین ایزوتوپ طبیعی منیزیم و ناپایدارترین ایزوتوپ طبیعی هیدروژن، تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها یکسان است.
- در یک نمونهٔ طبیعی از اتم‌های منیزیم، برخلاف اتم‌های لیتیم، ایزوتوپ سبک‌تر، پایداری بیشتری دارد.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۳۶- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) از میان تمامی عنصرهای شناخته‌شده، حدود ۲۲ درصد آن‌ها ساختگی هستند.

ب) در شرایط زمین، تمامی عنصرهای موجود در مشتری اکسید می‌شوند.

پ) اگر طی فرایندی، در یک مخلوط طبیعی اورانیوم، مقدار ^{235}U به ۴/۲ درصد برسد، به تقریب فراوانی آن ۶ برابر شده است.

ت) از نخستین عنصر ساخت بشر، برای تصویربرداری از غدهٔ تیروئید استفاده می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۷- چند مورد از مطالب زیر، درست است؟ (ریاضی نوبت اول ۱۴۰۲)

- اورانیم ۲۳۵، فراوان‌ترین ایزوتوپ اورانیم است.
- اورانیم، معروف‌ترین عنصر پرتوزای طبیعی است.
- از اورانیم ۲۳۵، در واکنشگاه‌های اتمی استفاده می‌شود.
- غنی‌سازی ایزوتوپی، یکی از مراحل مهم چرخهٔ تولید سوخت هسته‌ای می‌باشد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۸- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟ (آزمون گاج)

آ) اورانیم کمیاب‌ترین فلز پرتوزایی است که یکی از ایزوتوپ‌های آن، اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود.

ب) با گسترش صنعت هسته‌ای در ایران، می‌توان تمام انرژی الکتریکی موردنیاز کشور را تأمین کرد.

پ) نیم عمر ایزوتوپ‌های پرتوزا گستره‌ای از کسر کوچکی از ثانیه تا چند دقیقه را در بر می‌گیرد.

ت) یک نمونهٔ طبیعی از عنصر هیدروژن همانند عنصر منیزیم مخلوطی از سه ایزوتوپ است.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۳۹- نسبت شمار نوترون‌ها به شمار پروتون در سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی عنصر هیدروژن، کدام است؟ (تجربی داخل ۹۸)

۱) ۱ ۲) ۲ ۳)۳ ۴) ۴

۴۰- چه تعداد از عبارت‌های زیر در ارتباط با استفاده از گلوکز نشان‌دار برای تشخیص تودهٔ سرطانی درست است؟ (آزمون گاج)

- منظور از گلوکز نشان‌دار، گلوکز حاوی اتم پرتوزا است که به جریان خون تزریق می‌شود.
- تجمع گلوکز نشان‌دار در نواحی نزدیک به تودهٔ سرطانی، بیشتر از قسمت‌های دیگر بدن است.
- با تجمع گلوکز نشان‌دار در تودهٔ سرطانی، امکان تجمع گلوکز معمولی در آن ناحیه از بین می‌رود.
- وجود گلوکز نشان‌دار موجب آزادشدن چند پرتوی نامرئی می‌شود که با استفاده از یک دستگاه، این پرتوها آشکار می‌شوند.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

☆ **۴۱- کدام عبارت زیر نادرست است؟**

۱) ایزوتوپی از اورانیم که فراوانی آن در مخلوط طبیعی این عنصر کم‌تر از ۰/۷ درصد است، به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی استفاده می‌شود.

۲) غنی‌سازی ایزوتوپی عبارت است از افزایش مقدار سنگین‌ترین ایزوتوپ در مخلوط ایزوتوپ‌های یک عنصر.

۳) شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزا اورانیم است.

۴) رادیوایزوتوپی از فسفر، همانند رادیوایزوتوپ تکنسیم در ایران تولید شده است.

☆ **۴۲- چند مورد از مطالب زیر، دربارهٔ $^{99}_{43}Tc$ درست است؟** (تجربی خارج ۹۸)

آ) در تصویربرداری از غدهٔ تیروئید، کاربرد دارد.

ب) نخستین عنصری است که در واکنشگاه هسته‌ای ساخته شد.

پ) اندازهٔ یون آن درست به اندازهٔ یون یُدید است و در تیروئید جذب می‌شود.

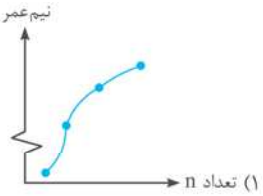
ت) زمان نیم‌عمر آن اندک است و نمی‌توان مقدار زیادی از آن را تولید و انبار کرد.

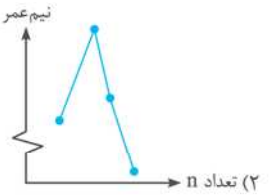
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

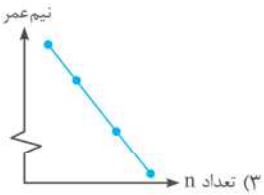
۴۳- هیدروژن دارای چهار رادیو ایزوتوپ ساختگی است که پایداری رادیو ایزوتوپ‌های A و B از سایر رادیو ایزوتوپ‌های ساختگی به ترتیب بیشتر و کم‌تر است. نسبت شمار نوترون‌های هستهٔ رادیوایزوتوپ B به شمار نوترون‌های هستهٔ رادیوایزوتوپ A کدام است؟ (آزمون گاج)

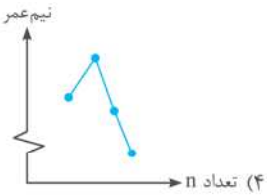
۱) $\frac{۶}{۵}$ ۲) ۲ ۳) $\frac{۳}{۲}$ ۴) $\frac{۷}{۵}$

۴۴- تغییرات نیم عمر ایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن مطابق با کدام نمودار زیر است؟

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۴۵- چه تعداد از عبارت‌های زیر در مورد اتم $_{x}^{2x+2}D$ که دارای ۱۴ نوترون می‌باشد، درست است؟

آ) سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی **D** است.

ب) ناپایدارترین ایزوتوپ **D** است.

پ) مجموع تمامی ذرات زیراتمی در یون پایدارترین ایزوتوپ **D** زوج است.

ت) دارای ۱۲ الکترون است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

واپاشی هسته‌ای ایزوتوپ‌های ناپایدار و نیم‌عمر

☆ ۴۶- نیم‌عمر رادیوایزوتوپ طبیعی هیدروژن $\overline{3}$ ۱۲/۳ سال است. از نمونه‌ای به جرم ۱۲ گرم از این ایزوتوپ پس از گذشت ۲۹۶ ماه، چند گرم مادهٔ اولیه باقی می‌ماند؟

۱) ۸ ۲) ۶ ۳) ۴ ۴) ۳

☆ ۴۷- اگر در طی ۱۲ سال، جرم اولیهٔ ماده‌ای ۸۷/۵٪ کاهش پیدا کند، نیم‌عمر این ماده بر حسب سال کدام است؟

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۶

۴۸- اگر نیم‌عمر عنصر فرضی **X**، ۲ ساعت باشد و پس از گذشت ۱۶ ساعت مقدار جرم باقی‌مانده از عنصر **X** برابر با مقدار جرم تجزیه‌شدهٔ عنصر **Y** باشد، نیم‌عمر عنصر فرضی **Y** چند ساعت است؟ (جرم اولیهٔ مادهٔ **X**، ۱۹۲ برابر جرم اولیهٔ مادهٔ **Y** است.)

۱) ۸ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۰/۵

☆ ۴۹- در هر ساعت جرم اولیهٔ یک مادهٔ پرتوزا نصف می‌شود. برای تجزیهٔ ۹۳/۷۵٪ از این ماده چند ساعت زمان لازم است و اگر جرم اولیهٔ آن برابر ۴۰ گرم باشد، پس از گذشت ۳ ساعت، چند گرم از مادهٔ اولیه باقی می‌ماند؟

۱) ۴ ـ ۵ ۲) ۵ ـ ۵ ۳) ۴ ـ ۴ ۴) ۵ ـ ۴

۵۰- جرم یک نمونه رادیم پرتوزا در هر ساعت ۶۶/۶٪ کاهش می‌یابد. در نمونه‌ای به جرم ۸۱ گرم از این ماده، پس از ۳ ساعت، چند گرم رادیم وجود خواهد داشت؟

۱) ۳ ۲) ۹ ۳) ۲۷ ۴) ۵۴

مخلوطی به جرم ۲۴ گرم از دو ایزوتوپ ناپایدار **A** و **B** موجود است. اگر زمان نیم‌عمر **A** و **B** به ترتیب برابر با ۲۰ و ۱۰ ساعت باشد، به دو سؤال زیر جواب دهید.

۵۱- اگر پس از گذشت ۴۰ ساعت، جرم مخلوط اولیه به ۳ گرم کاهش یابد، درصد جرمی **A** در مخلوط اولیه چقدر بوده است؟

۱) ۳۳/۳ ۲) ۴۰ ۳) ۶۶/۶ ۴) ۸۰

۵۲- پس از گذشت چند ساعت جرم دو ایزوتوپ با هم برابر می‌شود؟

۱) ۱۰ ۲) ۱۵ ۳) ۲۰ ۴) ۲۵

انواع مولکول‌های یک ترکیب (بر اساس ایزوتوپ‌های مختلف)

۵۳- اگر برای هیدروژن فقط ایزوتوپ‌های طبیعی و برای کربن دو ایزوتوپ ^{12}C و ^{13}C را درنظر بگیریم، با فرض استفاده از تنها یک ایزوتوپ برای نیتروژن، چند نوع مولکول مختلف **HCN** با ساختار زیر وجود دارد و در میان آن‌ها چند نوع مولکول با جرم متفاوت می‌توان یافت؟ (ساختار **HCN**: H—C≡N)

۱) ۶ ـ ۳ ۲) ۶ ـ ۴ ۳) ۹ ـ ۳ ۴) ۹ ـ ۴

☆ ۵۴- اکسیژن دارای سه ایزوتوپ ($^{16}O, ^{17}O, ^{18}O$) است. با توجه به ایزوتوپ‌های اکسیژن، امکان تشکیل ..... نوع مولکول اوزون (O_3) مختلف وجود دارد و در مجموع می‌توان ..... نوع مولکول اوزون با جرم‌های مولکولی مختلف داشت.

۱) ۱۸ ـ ۶ ۲) ۱۰ ـ ۷ ۳) ۱۸ ـ ۷ ۴) ۱۰ ـ ۶

۵۵- گوگرد دارای دو ایزوتوپ $^{32}_{16}S$ و $^{34}_{16}S$ وکلر دارای دو ایزوتوپ $^{35}_{17}Cl$ و $^{37}_{17}Cl$ می‌باشد. چند نوع مولکول مختلف برای دی‌گوگرد دی‌کلرید (Cl-S-S-Cl) وجود دارد؟

۱) ۶ ۲) ۸ ۳) ۹ ۴) ۱۰

۵۶- اگر کربن، دو ایزوتوپ ^{12}C و ^{13}C، اکسیژن سه ایزوتوپ ^{16}O ، ^{17}O و ^{18}O و نیتروژن دو ایزوتوپ ^{14}N و ^{15}N داشته باشند، با در نظر گرفتن ایزوتوپ‌های طبیعی هیدروژن برای ترکیب $(NH_4)_2CO_3$ چند جرم مختلف وجود دارد و تعداد نوترون‌ها در سنگین‌ترین آن‌ها چند عدد است؟ $(_8O, _7N, _6C)$

۱) ۲۵ ـ ۶۹ ۲) ۲۶ ـ ۶۹ ۳) ۲۵ ـ ۶۸ ۴) ۲۶ ـ ۶۸

جدول دوره‌ای (تناوبی) عنصرها

☆ ۵۷- چه تعداد از عبارت‌های زیر در مورد جدول تناوبی نادرست است؟

آ) در هر خانه از جدول تناوبی، علاوه بر عدد اتمی عنصر، عدد جرمی آن نیز وجود دارد.

ب) هر ستون در جدول، شامل عنصرهایی با خواص شیمیایی یکسان است و گروه نامیده می‌شود.

پ) هر خانه از جدول به یک ایزوتوپ معین تعلق دارد که حاوی برخی اطلاعات شیمیایی آن است.

ت) با پیمایش هر دوره از چپ به راست، خواص عنصرها به طور مشابه تکرار می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵۸- نماد شیمیایی چه تعداد از عنصرهای زیر، تک‌حرفی است؟ (آزمون گاج)

- آهن
- سیلیسیم
- منیزیم
- نیکل
- اورانیم
- تکنسیم

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۵۹- کدام‌یک از مطالب زیر نادرست است؟ (آزمون گاج)

۱) مجموع شمارهٔ دوره و گروه آخرین عنصر جدول برابر با ۲۵ است.

۲) خواص شیمیایی عنصرهایی که در یک دوره از جدول جای دارند، متفاوت است.

۳) آخرین ستون جدول دوره‌ای از سمت چپ، شامل ۷ عنصر با خواص شیمیایی مشابه است.

۴) هر خانه از جدول دوره‌ای به یک عنصر معین تعلق دارد و حاوی برخی اطلاعات مانند نماد شیمیایی، عدد اتمی و جرم اتمی پایدارترین ایزوتوپ است.

۶۰- گازهای نجیب در کدام گروه جدول تناوبی عنصرها، جای دارند و تفاوت عدد اتمی گاز نجیب دورهٔ اول و دورهٔ سوم کدام است؟ (ریاضی داخل ۹۶)

۱) ۱۷ ـ ۱۶ ۲) ۱۸ ـ ۱۷ ۳) ۱۸ ـ ۱۷ ۴) ۱۸ ـ ۱۶

۶۱- چه تعداد از عبارت‌های زیر در ارتباط با گازهای نجیب نادرست است؟ (آزمون گاج)

- گازهای نجیب در طبیعت به شکل تک‌اتمی یافت می‌شوند و این مطلب بیانگر واکنش‌ناپذیری یا واکنش‌پذیری ناچیز آن‌ها است.
- نماد شیمیایی تمامی آن‌ها به صورت دوحرفی است.
- در سیارهٔ مشتری فراوانی سومین گاز نجیب، بیشتر از فراوانی دومین گاز نجیب است.
- تفاوت عدد اتمی چهارمین و پنجمین گاز نجیب برابر با عدد اتمی سومین گاز نجیب است.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

☆ ۶۲- عنصر شمارهٔ ۴۷ جدول دوره‌ای با عنصر شمارهٔ ..... هم‌گروه و با عنصر شمارهٔ ..... هم‌دوره است.

۱) ۲۹ ـ ۳۷ ۲) ۲۹ ـ ۳۵ ۳) ۲۷ ـ ۳۵ ۴) ۲۷ ـ ۳۷

۶۳- بر اثر چه تعداد از تغییرهای زیر، ماهیت عنصر دستخوش تغییر می‌شود؟ (آزمون گاج)

- تغییر شمار پروتون‌ها
- جدا کردن یک یا چند الکترون
- تغییر شمار نوترون‌ها
- افزودن یک یا چند الکترون

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

☆ ۶۴- در میان چهار عنصر $_{13}A$، $_{19}X$، $_{31}Y$ و $_{36}D$، کدام دو عنصر به ترتیب در یک دوره و کدام دو عنصر در یک گروه جدول تناوبی جای دارند؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.) (ریاضی خارج ۹۳)

۱) A و D ـ Y و D ۲) A و X ـ Y و D ۳) X و Y ـ A و D ۴) X و D ـ A و Y

☆ ۶۵- عدد اتمی عنصری که با $_{16}S$ هم‌گروه و با $_{38}Sr$ هم‌دوره است ..... می‌باشد و خواص شیمیایی عنصر $_{33}X$ به خواص شیمیایی عنصر شمارهٔ ..... شباهت بیشتری دارد.

۱) ۳۴ ـ ۳۷ ۲) ۵۲ ـ ۳۷ ۳) ۳۴ ـ ۵۱ ۴) ۵۲ ـ ۵۱

۶۶- اگر تفاوت الکترون‌های یون $^{79}X^{2-}$، با شمار نوترون‌های آن، برابر ۹ باشد، عدد اتمی این عنصر، کدام است و در کدام دورهٔ جدول تناوبی جای دارد؟

۱) ۳۴، چهارم ۲) ۳۹، چهارم ۳) ۳۴، پنجم ۴) ۳۹، پنجم (ریاضی خارج ۱۴۰۱)

۶۷- چند مورد از عبارت‌های داده شده درست هستند؟

آ) عناصری که عدد اتمی آن‌ها کوچک‌تر از ۸۶ است، در تناوب‌های اول تا ششم جای داشته و همه آن‌ها به طور طبیعی یافت می‌شوند.

ب) در یک نمونهٔ طبیعی ۱۰۰۰ اتمی از شناخته شده‌ترین فلز پرتوزا، در حدود ۷۰ اتم با عدد جرمی ۲۳۵ وجود خواهد داشت.

پ) هرچند که با پیشرفت علم شیمی و فیزیک، می‌توان طلا تولید کرد اما انجام این فرایند هزینهٔ زیادی داشته و صرفه اقتصادی ندارد.

ت) چون دود سیگار و قلیان، مقدار قابل توجهی مواد پرتوزا دارد، اغلب افرادی که به سرطان ریه دچار می‌شوند، سیگاری هستند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۸- با مشخص شدن جایگاه یک عنصر در جدول تناوبی، چند مورد از مفاهیم زیر برای آن عنصر مشخص می‌شود؟ (تجربی داخل ۱۴۰۱)

- شمارهٔ گروه
- شمارهٔ دوره
- شمار ایزوتوپ‌ها
- عدد اتمی
- عدد جرمی
- شمار پروتون‌ها و الکترون‌های اتم
- شمار نوترون‌های اتم
- زیرلایهٔ در حال پر شدن اتم

۱) شش ۲) پنج ۳) چهار ۴) سه

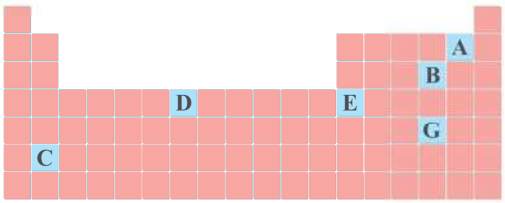
۶۹- از دوره‌های دوم و چهارم جدول تناوبی، چه تعداد جفت عنصر می‌توان انتخاب کرد که تفاوت عدد اتمی آن‌ها برابر با ۱۸ باشد؟ (آزمون گاج)

۱) ۴ ۲) ۹ ۳) ۸ ۴) ۵

۷۰- عنصر A در دورهٔ پنجم و گروه سیزدهم جدول و عنصر X در دورهٔ ششم و گروه هشتم جدول جای دارد. تفاوت عدد اتمی A و X کدام است؟ (آزمون گاج)

۱) ۲۳ ۲) ۲۷ ۳) ۳۷ ۴) ۱۳

☆ ۷۱- با توجه به شکل زیر که قسمتی از جدول دوره‌ای عنصرها را نشان می‌دهد، چه تعداد از عبارت‌های پیشنهاد شده، درست است؟



آ) فرمول یون پایدار عنصر B، به‌صورت B^{2-} است.

ب) اگر در ایزوتوپی از عنصر E تفاوت تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها برابر ۷ باشد، عدد جرمی آن برابر ۶۹ خواهد بود.

پ) تفاوت عدد اتمی عنصرهای C و B برابر ۴۲ است.

ت) عنصری با عدد اتمی ۳۸، خواص شیمیایی مشابهی با عنصر C دارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

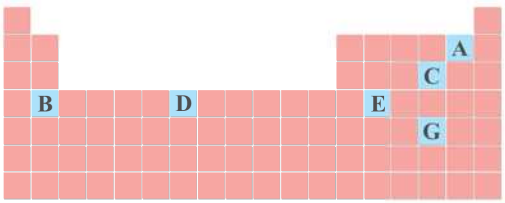
۷۲- در میان ۳۶ عنصر اول جدول تناوبی، تعداد عنصرهایی که نماد دوحرفی آن‌ها با حرف ..... شروع می‌شود، از بقیه بیشتر است.

۱) A ۲) B ۳) C ۴) S

۷۳- عدد اتمی چه تعداد از عنصرهای جدول دوره‌ای، مشابه شمارهٔ گروه آن‌هاست؟ (آزمون گاج)

۱) ۶ ۲) ۷ ۳) ۸ ۴) ۱۰

☆ ۷۴- با توجه به شکل زیر، که بخشی از جدول دوره‌ای عنصرها را نشان می‌دهد، چه تعداد از عبارت‌های بیان‌شده درست است؟



آ) عنصر E با عنصر شمارهٔ ۵۰ هم گروه است.

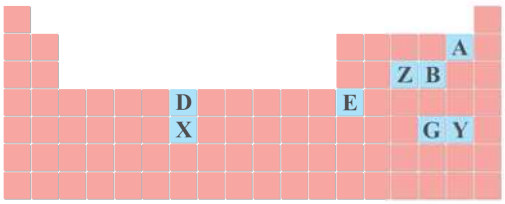
ب) اختلاف عدد اتمی عنصر A با عنصری که هم‌گروه D و هم‌دورهٔ G باشد، برابر ۳۴ است.

پ) عنصر C جزء عنصرهای مشترک فراوان در دو سیارهٔ زمین و مشتری است.

ت) بار یون پایدار حاصل از عنصر شماره ۳۵، همانند بار یون پایدار A است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷۵- با توجه به شکل زیر که قسمتی از جدول دوره‌ای عنصرها را نشان می‌دهد، چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟



آ) یون حاوی X در عکس‌برداری غدهٔ تیروئید، اندازهٔ مشابهی با یون پایدار عنصر Y دارد.

ب) خواص شیمیایی عنصر Z، مشابه با خواص شیمیایی نیتروژن ($_{7}N$) است.

پ) در ایزوتوپی از عنصر G که عدد جرمی آن برابر ۱۳۲ می‌باشد، $\frac{N}{Z} > 1/5$ است.

ت) عنصر شمارهٔ ۱۴ با E هم‌گروه و با B هم‌دوره است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

جرم اتمی عنصرها

☆ ۷۶- کدام گزینه درست است؟

۱) همواره در یک اتم، A بزرگ‌تر از Z است.

۲) یکای جرم اتمی (amu) برابر $\frac{۱}{۱۲}$ جرم اتمی میانگین عنصر کربن است.

۳) جرم ۱۲ اتم $^{۱}_{۱}H$ دقیقاً برابر با جرم ۱ اتم $^{۱۲}_{۶}C$ است.

۴) در یون عنصر $^{۲Z}_{Z}X$ ممکن نیست تعداد $^{۱}_{۰}n$ با تعداد $^{۰}_{-۱}e$ برابر باشد.

☆ ۷۷- چند مورد از مطالب زیر درست است؟ (ریاضی داخل ۹۹)

آ) جرم اتمی $^{۱}_{۱}H$ اندکی از ۱amu بیشتر است.

ب) عنصر ^{۳۵}X با عنصر ^{۱۷}Z هم‌گروه و با عنصر ^{۲۱}Y هم‌دوره است.

پ) در تناوب سوم جدول تناوبی، پنج عنصر جای دارند که نماد شیمیایی آن‌ها، دو حرفی است.

ت) هر ستون جدول تناوبی، شامل عنصرهایی با خواص فیزیکی و شیمیایی یکسان است و گروه نامیده می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

☆ ۷۸- اگر جرم الکترون به تقریب برابر $\frac{۱}{۲۰۰۰}$ جرم هر یک از ذره‌های پروتون و نوترون فرض شود، نسبت جرم الکترون‌ها در اتم $^{۲Z}_{Z}A$، به جرم این اتم به کدام کسر نزدیک‌تر است؟ (تجربی داخل ۸۹)

۱) $\frac{۱}{۱۰۰۰}$ ۲) $\frac{۱}{۲۰۰۰}$ ۳) $\frac{۱}{۴۰۰۰}$ ۴) $\frac{۱}{۵۰۰۰}$

۷۹- نسبت جرم الکترون‌ها در یون $^{b}_{a}X^{q+}$ به جرم خود یون به تقریب برابر با $\frac{۱}{۴۸۰۰}$ است. حاصل $\frac{b}{a-q}$ کدام است؟ (آزمون گاج)

۱) ۳/۶ ۲) ۲/۴ ۳) ۱/۲ ۴) ۳

۸۰- در ۱گرم از کدام اتم هیدروژن، تعداد ذرات زیراتمیِ درون هسته بیشتر است؟ (از جرم الکترون صرف‌نظر کنید و جرم پروتون و نوترون را برابر ۱amu در نظر بگیرید.)

۱) $^{۱}_{۱}H$ ۲) $^{۲}_{۱}H$

۳) $^{۳}_{۱}H$ ۴) در هر سه ایزوتوپ تعداد ذرات زیراتمی برابر است.

۸۱- عنصرهای A و D به ترتیب خانه‌های شانزدهم و بیستم جدول تناوبی را اشغال می‌کنند. اگر شمار پروتون‌ها و نوترون‌های اتم هر کدام از عنصرهای A و D برابر باشد، نسبت مجموع جرم الکترون‌های اتم A به جرم کل اتم D به تقریب کدام است؟ (آزمون گاج)

۱) ۴×۱۰^{-۵} ۲) ۴×۱۰^{-۴} ۳) ۲×۱۰^{-۵} ۴) ۲×۱۰^{-۴}

☆ ۸۲- اگر جرم پروتون ۱۸۴۰ برابر جرم الکترون، جرم نوترون ۱۸۵۰ برابر جرم الکترون و جرم الکترون برابر ۰/۰۰۰۵۴amu در نظر گرفته شود، جرم تقریبی یک اتم $^{۳}_{۱}H$ برابر چند گرم خواهد بود؟ $(۱amu = ۱/۶۶\times۱۰^{-۲۴}g)$ (ریاضی داخل ۹۳)

۱) $۴/۹۶\times۱۰^{-۲۴}$ ۲) $۹/۱۱۲\times۱۰^{-۲۴}$ ۳) $۴/۳۴\times۱۰^{-۲۲}$ ۴) $۹/۸۱۵\times۱۰^{-۲۲}$

۸۳- منیزیم و اکسیژن، هر یک دارای ۳ ایزوتوپ می‌باشند که کمترین تفاوت جرمی ممکن را دارند. چه تعداد از عبارت‌های زیر در رابطه با ترکیب‌های یونی حاصل از اتم‌های این دو عنصر درست است؟ (سبک‌ترین ایزوتوپ دو عنصر: $^{۱۶}_{۸}O$ و $^{۲۴}_{۱۲}Mg$)

آ) حداکثر تفاوت جرم مولی در دو نوع از این ترکیب یونی، ۴ برابر حداقل تفاوت جرم مولی در دو نوع از این ترکیب است.

ب) بیشترین تفاوت جرم دو ترکیب مختلف برابر ۴ واحد است.

پ) در یک نوع از این ترکیب یونی، تعداد تمامی ذرات زیراتمی با هم برابر است.

ت) اگر در نمونه‌ای آزمایشگاهی درصد فراوانی تمامی اتم‌ها برابر باشد، جرم میانگین این ترکیب یونی برابر ۴۲amu است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸۴- نسبت جرم الکترون‌ها در یون $^{y}_{x}A^{q-}$ به جرم خود یون به تقریب برابر با $\frac{۱}{۴۴۰۰}$ است. حاصل $\frac{y}{x+q}$ کدام است؟ (آزمون گاج)

۱) ۲/۴ ۲) ۱/۸ ۳) ۲/۲ ۴) ۱/۶

۸۵- چند الکترون در اثر مالش باید از سطح یک کرهٔ پلاستیکی جدا شود تا تغییر وزن آن با یک ترازو با حساسیت ۰/۱ میلی‌گرم، قابل اندازه‌گیری باشد و این تعداد الکترون به تقریب چند کولن بار الکتریکی دارد؟ (جرم الکترون $۹\times۱۰^{-۲۸}g$ و بار الکتریکی آن $۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C$ است.) (ریاضی داخل ۹۵)

۱) $۱/۷۸\times۱۰^{-۳}$ ، $۳/۰۱\times۱۰^{۲۲}$ ۲) $۱/۶۶\times۱۰^{۴}$ ، $۱/۱۱\times۱۰^{۲۳}$ ۳) $۱/۶۴۸\times۱۰^{۳}$ ، $۳/۰۱\times۱۰^{۲۲}$ ۴) $۱/۷۸\times۱۰^{۴}$ ، $۱/۱۱\times۱۰^{۲۳}$

۸۶- تعداد اتم‌های موجود در ۱گرم $^{۱}_{۱}H$ با تعداد اتم‌ها در کدام گزینه برابر است؟ (از جرم الکترون صرف‌نظر کرده و جرم پروتون و نوترون را برابر ۱amu فرض کنید.)

۱) مخلوط ۰/۵ گرم $^{۲}_{۱}H$ و ۰/۵ گرم $^{۳}_{۱}H$

۲) مخلوط ۱گرم $^{۲}_{۱}H$ و ۱/۵ گرم $^{۳}_{۱}H$

۳) مخلوط ۱گرم $^{۲}_{۱}H$ و ۱گرم $^{۳}_{۱}H$

۴) ۳گرم $^{۲}_{۱}H$ و یا ۲گرم $^{۳}_{۱}H$

۸۷- اگر $\frac{۱}{۲۰}$ جرم Ne را به عنوان سنجه‌ای جدید به عنوان واحد جرم اتمی برای اندازه‌گیری جرم اتم‌ها در نظر بگیریم، در این شرایط چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟ (جرم اتمی Ne بر اساس واحد اتمی کربنی: ۲۰/۱amu)

آ) جرم اتمی عنصرها کوچک‌تر می‌شود.
ب) نسبت جرم‌های اتمی عنصرها به هم ثابت می‌ماند.
پ) چگالی عنصرها تغییر می‌کند.
ت) عدد جرمی اتم‌ها کوچک‌تر می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

جرم اتمی میانگین

☆ ۸۸- عنصر $_{۳۶}Kr$ دارای دو ایزوتوپ است. اگر در طبیعت به ازای هر ایزوتوپ سبک‌تر آن، چهار ایزوتوپ سنگین‌تر وجود داشته باشد و جرم اتمی میانگین کریپتون، ۸۳/۸amu باشد، جرم اتمی ایزوتوپ سبک‌تر چند amu است؟ (جرم هر پروتون و نوترون را ۱amu فرض کنید، تعداد نوترون‌های ایزوتوپ سنگین‌تر، $\frac{۴}{۳}$ تعداد پروتون‌های آن است.)

۱) ۸۲ ۲) ۸۳ ۳) ۸۴ ۴) ۸۱

۸۹- اگر عنصری دارای سه ایزوتوپ با جرم‌های اتمی ۲۷/۹amu، ۲۹/۹amu و ۳۰amu به ترتیب با فراوانی ۹۲٪، ۵٪ و ۳٪ باشد، جرم اتمی میانگین آن، برابر چند amu است؟ (تجربی نوبت اول ۱۴۰۲)

۱) ۲۸/۰۶۳ ۲) ۲۸/۸۹۲ ۳) ۲۹/۰۵۴ ۴) ۲۹/۹۵۱

☆ ۹۰- عنصر فرضی X دارای دو ایزوتوپ سبک و سنگین با جرم اتمی ۱۴amu و ۱۶amu و جرم اتمی میانگین ۱۴/۲amu است. نسبت شمار اتم‌های ایزوتوپ سنگین به سبک، در آن کدام است؟ (ریاضی داخل ۹۸)

۱) $\frac{۱}{۸}$ ۲) $\frac{۱}{۹}$ ۳) $\frac{۱}{۱۰}$ ۴) $\frac{۱}{۱۱}$

۹۱- مخلوطی از اتم‌های هیدروژن شامل ۱۵٪ از سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی ۶۰٪ از پایدارترین رادیوایزوتوپ ساختگی و ۲۵٪ از ناپایدارترین رادیوایزوتوپ ساختگی در دسترس است. جرم اتمی میانگین این مخلوط برحسب amu کدام است؟ (عدد جرمی را برابر جرم اتمی برحسب amu در نظر بگیرید.) (آزمون گاج)

۱) ۵/۲۰ ۲) ۴/۶۰ ۳) ۵/۰۵ ۴) ۴/۴۵

☆ ۹۲- عنصر $_{۱۸}X$ با جرم اتمی میانگین $۳۶/۸g.mol^{-۱}$، دارای سه ایزوتوپ طبیعی است که یکی از آن‌ها دارای ۲۰ نوترون و فراوانی ۲۰٪ و دیگری ۱۸ نوترون با فراوانی ۷۰٪ است. شمار نوترون‌های ایزوتوپ دیگر کدام است؟ (جرم پروتون و نوترون را یکسان و برابر ۱amu در نظر بگیرید.) (تجربی خارج ۹۰)

۱) ۲۱ ۲) ۲۲ ۳) ۲۳ ۴) ۲۴

۹۳- کروم دارای چهار ایزوتوپ طبیعی است که جدول زیر داده‌های مربوط به سه ایزوتوپ طبیعی آن را نشان می‌دهد. اگر جرم اتمی میانگین کروم برابر ۵۲/۰۰۹amu باشد، جرم اتمی چهارمین ایزوتوپ آن چند amu است؟ (آزمون گاج)

ایزوتوپ	جرم اتمی (amu)	درصد فراوانی
^{۵۰}Cr	۴۹/۹۵	۴/۳
^{۵۲}Cr	۵۱/۹۵	۸۳/۷
^{۵۴}Cr	۵۳/۹۵	۲/۵

۱) ۴۸/۹۵ ۲) ۵۰/۹۵ ۳) ۵۲/۹۵ ۴) ۵۴/۹۵

☆ ۹۴- کلر در طبیعت دارای دو ایزوتوپ با جرم اتمی ۳۵amu و ۳۷amu و کربن دارای دو ایزوتوپ با جرم اتمی ۱۲amu و ۱۳amu است. تفاوت جرم مولکولی سبک‌ترین و سنگین‌ترین مولکول کربن تتراکلرید، چند amu است؟ (ریاضی داخل ۹۴)

۱) ۶ ۲) ۷ ۳) ۸ ۴) ۹

۹۵- عنصر فرضی X دارای دو ایزوتوپ با جرم اتمی ۲۴amu و ۲۷amu است که در شکل زیر باید به ترتیب با دایره‌های سفید و سیاه رنگ نشان داده شوند. اگر جرم اتمی میانگین این عنصرها برابر ۲۶/۷amu باشد، چند دایره در شکل زیر باید سیاه رنگ باشد، تا فراوانی ایزوتوپ‌ها را به درستی نشان دهد؟ (ریاضی خارج ۹۸)

۱) ۱۶ ۲) ۱۹ ۳) ۲۲ ۴) ۲۷

۹۶- نمونه‌ای از عنصر تیتانیم دارای پنج ایزوتوپ با عدد جرمی ۴۶، ۴۷، ۴۸، ۴۹ و ۵۰ است. اگر فراوانی ایزوتوپ سوم، به ترتیب ۱۰ برابر فراوانی ایزوتوپ اول، ۳۰ برابر فراوانی ایزوتوپ دوم، ۱۵ برابر فراوانی ایزوتوپ چهارم و ۷/۵ برابر فراوانی ایزوتوپ آخر باشد، جرم اتمی میانگین تیتانیم در این نمونه چند amu است؟ (عدد جرمی ایزوتوپ‌ها برابر جرم اتمی آن‌ها فرض شود.) (آزمون گاج)

۱) ۴۷/۹۵ ۲) ۴۸/۰۷۵ ۳) ۴۷/۰۹۵ ۴) ۴۸/۷۵

☆ ۹۷- عنصر مس دارای دو ایزوتوپ با عددهای جرمی ۶۳ و ۶۵ است. اگر جرم اتمی میانگین مس ۶۳/۵ باشد، درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر کدام است؟

۱) ٪۲۵ ۲) ٪۴۰ ۳) ٪۵۰ ۴) ٪۷۵

☆ ۹۸- با توجه به داده‌های جدول زیر، جرم مولکولی ترکیب A_2X_3، چند amu است؟ (عدد جرمی را برابر جرم اتمی با یکای amu در نظر بگیرید.) (ریاضی خارج ۹۵)

ایزوتوپ	^{45}A	^{47}A	^{35}X	^{37}X
درصد فراوانی	۱۰	۹۰	۲۰	۸۰

۱) ۲۱۳/۶ ۲) ۲۰۳/۴ ۳) ۱۹۸/۵ ۴) ۱۸۸/۷

۹۹- نمونه‌ای از عنصر Zr دارای پنج ایزوتوپ با عددهای جرمی ۹۰، ۹۱، ۹۲، ۹۴ و ۹۶ است. اگر مجموع فراوانی دو ایزوتوپ آخر برابر ۲۰ و فراوانی ایزوتوپ‌های اول و دوم به ترتیب برابر ۵۱ و ۱۲ درصد باشد، درصد فراوانی ایزوتوپ آخر کدام است؟ (عدد جرمی ایزوتوپ‌ها، برابر جرم اتمی آن‌ها و جرم اتمی میانگین عنصر Zr برابر ۹۱/۳۲amu فرض شود.) (آزمون گاج)

۱) ۱۵ ۲) ۵ ۳) ۱۷ ۴) ۳

۱۰۰- با توجه به داده‌های جدول مقابل، جرم یک واحد فرمولی از ترکیب XY_2 برحسب amu به تقریب کدام است؟ (آزمون گاج)

ایزوتوپ	^{63}X	^{65}X	^{79}Y	^{81}Y
درصد فراوانی	۴۰	۶۰	۴۵	۵۵

۱) ۲۲۴/۸ ۲) ۲۲۳/۶ ۳) ۲۲۴/۴ ۴) ۲۲۲/۸

☆ ۱۰۱- در واکنش مخلوطی از ایزوتوپ‌های ^{16}O و ^{18}O با ایزوتوپ‌های ^{24}Mg و ^{25}Mg امکان تشکیل چند اکسید با جرم‌های مولی متفاوت وجود دارد و نسبت جرم مولی سنگین‌ترین این اکسیدها به جرم مولی سبک‌ترین آن‌ها، کدام است؟ (عدد جرمی را هم‌ارز جرم اتمی با یکای $g.mol^{-1}$ در نظر بگیرید.) (ریاضی داخل ۹۶)

۱) ۶ ، ۱/۰۷۵ ۲) ۴ ، ۱/۰۲۵ ۳) ۴ ، ۱/۰۷۵ ۴) ۶ ، ۱/۰۲۵

۱۰۲- عنصر A دارای ۳ ایزوتوپ به جرم‌های ۴۰، ۴۲ و ۴۴ بر حسب amu است. اگر جرم اتمی میانگین آن ۴۲/۸amu و فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ آن $\frac{1}{2}$ فراوانی ایزوتوپ با جرم ۴۲amu باشد، فراوانی ایزوتوپ ^{44}A چند درصد است؟

۱) ۲۵ ۲) ۳۵ ۳) ۵۵ ۴) ۷۵

☆ ۱۰۳- عنصر A دارای سه ایزوتوپ ^{84}A، ^{86}A و ^{88}A است. اگر درصد فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ آن ۲۰٪ و جرم اتمی میانگین A برابر ۸۶/۴ باشد، درصد فراوانی دو ایزوتوپ دیگر به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟ (عدد جرمی را به تقریب معادل جرم اتمی هر ایزوتوپ در نظر بگیرید.) (تجربی خارج ۹۵)

۱) ۲۰ ، ۶۰ ۲) ۴۰ ، ۴۰ ۳) ۵۰ ، ۳۰ ۴) ۶۰ ، ۲۰

۱۰۴- عنصر کروم دارای سه ایزوتوپ ^{52}Cr، ^{53}Cr و ^{54}Cr است. اگر نسبت شمار اتم‌های سبک‌ترین ایزوتوپ به سنگین‌ترین ایزوتوپ برابر ۲ باشد، فراوانی ایزوتوپ ^{53}Cr چند درصد است؟ (جرم اتمی میانگین را برابر ۵۲/۷amu و جرم هر پروتون و هر نوترون را ۱amu در نظر بگیرید.) (آزمون گاج)

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

۱۰۵- در یک نمونهٔ طبیعی از اتم‌های منیزیم، فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ، ۶۵ درصد بیشتر از سنگین‌ترین ایزوتوپ و ۶۰ درصد بیشتر از ایزوتوپ دیگر است. جرم اتمی میانگین منیزیم در این نمونه چند amu است؟ (عدد جرمی و جرمی اتمی (با یکای amu) را یکسان در نظر بگیرید.) (آزمون گاج)

۱) ۲۴/۳۵ ۲) ۲۴/۴۰ ۳) ۲۴/۶۵ ۴) ۲۴/۷۰

☆ ۱۰۶- جرم اتمی میانگین یک نمونه از اتم‌های اکسیژن که شامل ^{16}O، ^{17}O و ^{18}O می‌باشد، برابر با ۱۶/۹amu است. اگر درصد فراوانی ^{17}O در این نمونه دو برابر درصد فراوانی ^{16}O باشد، درصد فراوانی ایزوتوپی از اکسیژن که $5/418\times10^{23}$ عدد از اتم آن ۱۵/۳ گرم جرم دارد، کدام است؟

۱) ۱۷/۵ ۲) ۲۷/۵ ۳) ۴۵ ۴) ۵۵

☆ ۱۰۷- یون پایدار A^{2-}، ۱۸ الکترون دارد. عنصر A دارای ۳ ایزوتوپ با جرم اتمی میانگین ۳۳/۳ می‌باشد که ایزوتوپ $^{2Z}_{Z}A$ آن فراوانی ۶۰٪ دارد. اگر تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در ایزوتوپ‌های دیگر به ترتیب برابر با ۲ و ۴ باشد، فراوانی سنگین‌ترین ایزوتوپ چند درصد است؟

۱) ۱۰ ۲) ۱۵ ۳) ۲۵ ۴) ۳۰

☆ ۱۰۸- عنصر A دارای چهار ایزوتوپ با عدد جرمی ۴۹، ۵۱، ۵۳ و ۵۴ است. اگر مجموع فراوانی دو ایزوتوپ اول ۶۵ و فراوانی ایزوتوپ سوم ۱۵ درصد باشد، درصد فراوانی دو ایزوتوپ اول، به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟ (عدد جرمی ایزوتوپ‌ها، برابر جرم اتمی آن‌ها و جرم اتمی میانگین برای عنصر A، برابر ۵۰/۹۵amu فرض شود.)

۱) ۳۵/۵ ،۲۹/۵ ۲) ۴۷/۵ ،۱۷/۵ ۳) ۵۰ ،۱۵ ۴) ۵۰/۵ ،۱۴/۵ (تجربی داخل ۹۹)

۱۰۹- اتم فرضی A دارای سه ایزوتوپ به جرم‌های اتمی، ۲۰، ۲۱ و ۲۲ در مقیاس amu است. اگر جرم اتمی میانگین آن ۲۱/۴amu و فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ آن نصف فراوانی ایزوتوپ ^{21}A باشد، فراوانی سنگین‌ترین ایزوتوپ آن چند درصد است؟

۱) ۵۵ ۲) ۷۰ ۳) ۴۰ ۴) ۲۵

پاسخ های تشریحی

۱ | ۳ عبارت‌های «ب»، «پ» و «ت» درست هستند.

سه پرسش اساسی بشر از دیرباز شامل موارد زیر است:

۱) هستی چگونه پدید آمده است؟

۲) جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟

۳) پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟

بررسی همه موارد

آ و ب) تنها پرسش اول در چارچوب علم تجربی نیست و پاسخ آن براساس اعتقادات و آموزه‌های وحیانی داده می‌شود.

پ) شیمی‌دان‌ها با مطالعهٔ خواص و رفتار ماده و هم‌چنین برهم کنش نور با ماده، سهم بسزایی در پاسخ به پرسش‌های دوم و سوم داشته‌اند.

ت) مأموریت فضاپیماهای وویجر ۱ و ۲ در راستای شناخت عنصرهای موجود در برخی سیاره‌ها و پاسخ به پرسش‌های دوم و سوم بوده است.

۲ | ۲ فضاپیماهای 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.

۳ | ۴ هر چهار عبارت درست هستند.

بررسی عبارت‌ها

آ و ب) مأموریت فضاپیماهای وویجر ۱ و ۲، تلاشی در راستای فهم چگونگی تشکیل جهان کنونی و پیدایش عنصرها بوده است.

پ و ت) دو فضاپیما مأموریت داشتند با عبور از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون اطلاعاتی شامل نوع عنصرهای سازندهٔ این سیاره‌ها، ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آن‌ها و ترکیب درصد مواد موجود در آن‌ها را جمع‌آوری کنند.

۴ | ۳ پاسخ به چگونگی پدید آمدن هستی در قلمرو علم تجربی نمی‌گنجد و انسان در چارچوب اعتقاد و بینش خود و در پرتو آموزه‌های وحیانی می‌تواند پاسخی جامع برای آن پیدا کند.

۵ | ۲ عبارت‌های «پ» و «ت» نادرست هستند.

بررسی عبارت‌های نادرست

پ) پرسش از چگونگی پدید آمدن هستی، پرسشی بزرگ و بنیادی است که در قلمرو علم تجربی نمی‌گنجد، اما پرسشِ چگونگی پدید آمدن جهان هستی، پرسشی دشوار است که دانشمندان در تلاش برای یافتن پاسخ آن هستند.

ت) خواص و رفتار نور، بر خلاف خواص و رفتار ماده، مورد بررسی شیمی‌دان‌ها قرار ندارد.

۶ | ۳ **بررسی گزینه‌ها**

۱) یافته‌هایی از قبیل توزیع ناهمگون عنصرها در جهان و از جمله در سیاره‌های زمین و مشتری، سبب شد که دانشمندان بتوانند چگونگی پیدایش عنصرها را توضیح دهند و نظریه‌هایی از قبیل مهبانگ ارائه شود.

۲) در واکنش‌های شیمیایی که در پدیده‌های طبیعی پیرامون ما و در زندگی روزانه رخ می‌دهد، انرژی مبادله شده بسیار کمتر از انرژی مبادله شده در واکنش‌های هسته‌ای است.

۳) درون ستاره‌ها، همانند خورشید در دماهای بسیار بالا و واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد.

۴) سحابی‌ها مجموعه‌های گازی هستند که سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها می‌شوند.

۷ | ۴ هر چهار عبارت پیشنهادشده در ارتباط با سیارهٔ مشتری درست هستند.

۸ | ۲ به جز عبارت سوم، سایر عبارت‌ها درست هستند.

بررسی عبارت‌ها

● اکسیژن؛ دومین عنصر فراوان در سیارهٔ زمین و چهارمین عنصر فراوان در سیارهٔ مشتری است.

● گوگرد در هر کدام از سیاره‌های مشتری و زمین، ششمین عنصر فراوان است.

ستارگان؛ کارخانهٔ تولید عنصرها هستند.

● درصد فراوانی H در سیارهٔ مشتری، بسیار بیشتر از ۵۰ درصد و درصد فراوانی Fe در سیارهٔ زمین، کمتر از ۵۰ درصد است.

۹ | ۴ **بررسی عبارت‌ها**

آ) فراوان‌ترین عنصر زمین آهن و فراوان‌ترین عنصر مشتری هیدروژن است.

ب) در بین هشت عنصر فراوان در سیاره‌های زمین و مشتری، عنصرهای اکسیژن و گوگرد مشترک هستند و هر دو در گروه ۱۶ جدول دوره‌ای قرار دارند.

پ) مشتری نسبت به زمین فاصلهٔ بیشتری از خورشید دارد. در مشتری درصد فراوانی عنصر کربن از اکسیژن بیشتر است.

ت) جنس سیارهٔ مشتری بیشتر از گاز است و این سیاره ابعاد و اندازهٔ بزرگ‌تری از زمین دارد.

۱۰ | ۳ درون ستاره‌ها طی واکنش‌های هسته‌ای، عنصرهای سبک‌تر مانند لیتیم و کربن به عنصرهای سنگین‌تر مانند آهن و طلا تبدیل می‌شوند.

۱۱ | ۲ مقایسهٔ میان درصد فراوانی گازهای نجیب هلیم، نئون و آرگون در سیارهٔ مشتری به صورت $He > Ar > Ne$ است.

۱۲ | ۲ الگوهای «آ» و «ت» درست هستند.

برخی دانشمندان بر این باورند که پیدایش جهان با یک انفجار بزرگ (مهبانگ یا Big Bang) همراه بوده است.

پیدایش ذره‌های زیراتمی p، e و n ⟵ مهبانگ

سحابی‌ها ⟵ عنصرهای H و He ⟵

هم‌چنین الگو و روند تشکیل عنصرها به‌صورت زیر است:

عنصرهایی سبک مانند لیتیم، کربن و .... ⟵ هلیم ⟵ هیدروژن

عنصرهایی سنگین‌تر مانند آهن، طلا و ... ⟵

بر این اساس الگوهای «ب» و «پ» نادرست هستند.

۱۳ | ۲ فراوان‌ترین ایزوتوپ عنصر هلیم، $^{۴}_{۲}He$ است. بنابراین برای تولید هر اتم $^{۲۴}_{۱۲}Mg$ نیاز به ۶ اتم $^{۴}_{۲}He$ می‌باشد.

$$۶\times{}^{۴}_{۲}He \rightarrow {}^{۲۴}_{۱۲}Mg$$

۱۴ | ۳ عبارت‌های اول و دوم درست هستند.

بررسی عبارت‌های نادرست

● اغلب هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به عدد اتمی (شمار پروتون‌ها) آن‌ها برابر یا بیش از ۱/۵ باشد، ناپایدارند و با گذشت زمان متلاشی می‌شوند.

● عدد اتمی آخرین عنصر جدول دوره‌ای برابر با ۱۱۸ است.

۱۵ | ۱ فقط رابطهٔ «ت» درست است. هنگامی‌که یک اتم به یون تبدیل می‌شود، فقط تعداد الکترون‌های آن تغییر می‌کند.

بررسی عبارت‌ها

آ) $A' = A$

ب) $e' = e - ۲$

پ) $N = N'$

ت) $Z = Z' = e' + ۲$

۱۶ | ۱

$$^{۹۱}M \begin{cases} p + n = ۹۱ \\ n - p = ۱۱ \end{cases} \Rightarrow p = ۴۰ , n = ۵۱$$

$$_{۴۰}M \begin{cases} p = ۴۰ \\ e = ۴۰ \end{cases} \qquad _{۴۰}M^{۲+} \begin{cases} p = ۴۰ \\ e = ۴۰ - ۲ = ۳۸ \end{cases}$$

۱۷ | ۴ | در B^{3-} تعداد الکترون‌ها ۳ تا از تعداد پروتون‌ها بیشتر است و از طرفی تعداد الکترون در این یون نصف عدد جرمی $(p+n)$ است.

$$\left.\begin{matrix} e=p+3 \\ e=\frac{p+n}{2} \end{matrix}\right\} \Rightarrow p+3=\frac{p+n}{2} \Rightarrow n=p+6$$

$$A=p+n=p+(p+6)=2p+6 \Rightarrow p=\frac{A-6}{2}=\frac{A}{2}-3$$

$$Z=p=\frac{A}{2}-3$$

در نتیجه نماد این عنصر به‌صورت مقابل است:

$${}^{A}_{Z}B \Rightarrow {}^{A}_{\frac{A}{2}-3}B$$

۱۸ | ۱ | با توجه به اطلاعات مربوط به X^+ می‌توان نوشت:

$$X^+ \begin{cases} e=79 \\ p=79+1=80 \\ n=p+(\%50p) \Rightarrow n=\frac{3}{2}p \Rightarrow n=\frac{3}{2}\times 80=120 \end{cases}$$

$$\Rightarrow A=n+p=120+80=200$$

۱۹ | ۳ | با توجه به بار یون‌های X^{2-} و D^{2+} و با توجه به این‌که الکترون‌های این دو یون با هم برابر است، می‌توان نتیجه گرفت که عدد اتمی X، چهار واحد کم‌تر از عدد اتمی D است. بنابراین مطابق داده‌های سؤال، عدد جرمی D، ۱۷ + ۴ = ۱۳ واحد بیشتر از عدد جرمی X است.

$$\text{عدد جرمی } X = 226-17=209$$

$$A=3Z-43 \Rightarrow 209+43=3Z \Rightarrow Z=84$$

۲۰ | ۲ | روش اول: تشکیل دو معادله و دو مجهول:

$$\left.\begin{matrix} A=p+n=80 \\ p=e-1 \end{matrix}\right\} \Rightarrow (e-1)+n=80 \Rightarrow n+e=81$$

$$\underline{n-e=9}$$

$$2n=90 \Rightarrow n=45$$

$$\Rightarrow Z=p=80-45=35$$

روش دوم: استفاده از فرمول:

$$Z=\frac{A-\Delta x+(\text{بار با علامت جبری})}{2}=\frac{80-9+(-1)}{2}=\frac{70}{2}=35$$

۲۱ | ۳ | روش اول: تشکیل دو معادله و دو مجهول:

$$\left.\begin{matrix} A=n+p=235 \\ p=e+3 \end{matrix}\right\} \Rightarrow n+(e+3)=235 \Rightarrow n+e=232$$

$$\underline{n-e=46}$$

$$2n=278 \Rightarrow n=139$$

$$A=n+p \Rightarrow 235=139+p \Rightarrow p=96$$

روش دوم: استفاده از فرمول:

$$Z=\frac{A-\Delta X+(\text{بار با علامت جبری})}{2}=\frac{235-46+(+3)}{2}=96$$

۲۲ | ۱ | فقط عبارت «پ» درست است.

بررسی عبارت‌ها

آ) از آن‌جا که عدد جرمی A و B برابر است، این دو نمی‌توانند ایزوتوپ‌های یک عنصر باشند.

ب و پ) اگر یون B را به‌صورت B^{m+} نشان دهیم، می‌توانیم روابط زیر را بنویسیم:

$$e_A=e_{B^{m+}} \Rightarrow p_A=p_B-m$$

$$A_A=A_B \Rightarrow n_A+p_A=n_B+p_B \xrightarrow{p_B=p_A+m}$$

$$n_A+p_A=n_B+p_A+m \Rightarrow n_A=n_B+m$$

بنابراین تعداد پروتون‌های B بیشتر از A است و تعداد نوترون‌های $A(n_A)$ به اندازهٔ بار کاتیون B^{m+} یعنی به اندازهٔ m از نوترون‌های B بیشتر است.

ت)

$$A_A=A_B \Rightarrow n_A+p_A=n_B+p_B$$

$$n_A>n_B \text{ و } p_A<p_B \Rightarrow n_A-p_A>n_B-p_B$$

۲۳ | ۳ | مطابق داده‌های سؤال می‌توان نوشت:

$$\text{شمار پروتون‌های X} = (\text{شمار پروتون‌های A})+8+(+2-(-2))$$

$$\Rightarrow (\text{شمار نوترون‌های X}) - (\text{شمار نوترون‌های A}) = 12$$

$$\text{عدد جرمی X} - \text{عدد جرمی A} =$$

$$(\text{شمار نوترون‌های X}) - (\text{شمار نوترون‌های A}) +$$

$$(\text{شمار پروتون‌های X}) - (\text{شمار پروتون‌های A}) +$$

$$\Rightarrow (106-79)=(\text{شمار نوترون‌های X})-(\text{شمار نوترون‌های A})+12$$

$$\Rightarrow (\text{شمار نوترون‌های X})-(\text{شمار نوترون‌های A})=15$$

۲۴ | ۲ | ابتدا تعداد ذره‌های زیراتمی باردار (الکترون‌ها و پروتون‌ها) را در HPO_4^{2-} تعیین می‌کنیم.

$$\text{تعداد پروتون‌ها} = 1+15+4(8)=48$$

$$\text{تعداد الکترون‌ها} = 48+2=50$$

$$\Rightarrow \text{تعداد ذره‌های زیراتمی باردار} = 50+48=98$$

$$\text{تعداد پروتون‌ها در } IF_7^- = 53+7(9)=116$$

$$\Rightarrow \text{نسبت خواسته‌شده} = \frac{98}{116}=\frac{49}{58}$$

۲۵ | ۱ | مطابق داده‌های سؤال با توجه به عدد جرمی A، یون A^{2-} فقط می‌تواند آرایش گاز نجیب $_{36}Kr$ را داشته باشد. در نتیجه شمار الکترون‌های یون‌های X^{3+} و A^{2-} به ترتیب برابر با ۷۲ و ۳۶ الکترون است. از طرفی عدد اتمی A نیز برابر ۳۴ می‌باشد.

$$(\text{عدد جرمی X}) - (\text{عدد جرمی A})$$

$$= \underbrace{[(\text{نوترون‌های X}) - (\text{نوترون‌های A})]}_{x}$$

$$+ [(\text{پروتون‌های X}) - (\text{پروتون‌های A})]$$

$$\Rightarrow (186-79)=x+[(72+3)-(36-2)] \Rightarrow x=66$$

۲۶ | ۱ |

$$SO_4^{2-} \text{ تعداد الکترون در } = 16+(4\times 8)+2=50$$

$$NO_3^- \text{ تعداد نوترون در } = 7+(3\times 8)=31$$

$$\frac{SO_4^{2-} \text{ شمار الکترون‌ها در}}{NO_3^- \text{ شمار نوترون‌ها در}}=\frac{50}{31}$$

۲۷ | ۱ | تنها عبارت «ت» درست است.

بررسی عبارت‌ها

آ) در مورد $_1^5H$ و $_1^4H$ این عبارت صدق نمی‌کند.

ب) در بین ایزوتوپ‌های طبیعی هیدروژن، $_1^3H$ ناپایدار و پرتوزا است.

پ) در میان ایزوتوپ‌های هیدروژن با عدد جرمی از ۱ تا ۷، ^1H، ^2H و ^3H طبیعی هستند (در طبیعت وجود دارند) و چهار ایزوتوپ دیگر ساختگی هستند. هم‌چنین یک ایزوتوپ طبیعی (^3H) و همهٔ ایزوتوپ‌های ساختگی ناپایدار و پرتوزا (رادیوایزوتوپ) هستند.

ت) اغلب هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن‌ها برابر یا بیش از ۱/۵ باشد، ناپایدار و پرتوزا هستند.

$$\text{ناپایدار } \frac{n}{p}=\frac{A-Z}{Z}\geq\frac{3}{2} \Rightarrow \frac{Z}{A-Z}\leq\frac{2}{3}$$

۲۸ | ۲ | عبارت‌های اول و دوم درست هستند. (به جدول صفحهٔ ۶ کتاب درسی مراجعه کنید.)

بررسی عبارت‌های نادرست

- سبک‌ترین و سنگین‌ترین ایزوتوپ هیدروژن به ترتیب دارای صفر و ۶ نوترون هستند.
- نیم‌عمر رادیو ایزوتوپ هیدروژن - ۴ کمتر از رادیو ایزوتوپ هیدروژن - ۵ است.

۲۹ | ۳ | عبارت‌های «آ»، «ب» و «پ» نادرست هستند.

بررسی عبارت‌ها

آ) تکنسیم نخستین عنصری بود که در راکتور هسته‌ای ساخته شد. ولی امروزه بسته به نیاز، آن را در مولد هسته‌ای تولید و سپس مصرف می‌کنند.

ب) در تصویربرداری غدهٔ تیروئید، غدهٔ تیروئید **همراه با یون یُدید**، یون حاوی ^{99}Tc را نیز جذب می‌کند.

پ) تنها یکی از ایزوتوپ‌های اورانیوم، به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی استفاده می‌شود.

ت) با پیشرفت علم فیزیک و شیمی، آرزوی دیرینه بشر که تبدیل عنصرهای دیگر به طلا بوده است محقق شده و انسان می‌تواند طلا تولید کند. ولی هزینهٔ تولید آن زیاد است و صرفه اقتصادی ندارد.

۳۰ | ۴ | **بررسی عبارت‌های نادرست**

- تکنسیم نخستین عنصری بود که در راکتور هسته‌ای ساخته شد.
- پس از ساخت تکنسیم، شیمی‌دان‌ها موفق به ساخت ۲۵ عنصر دیگر شدند.
- در ایران رادیو ایزوتوپ تکنسیم ساخته شده است.
- همهٔ تکنسیم موجود در جهان باید به طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته شود.

۳۱ | ۳ | عبارت‌های «ب» و «پ» نادرست هستند.

بررسی عبارت‌های نادرست

ب) غدهٔ تیروئید مصرف‌کننده یون I^- (یُدید) است نه تولیدکننده آن.

پ) ^{99}Tc نیم‌عمر بسیار کمی دارد و نمی‌توان مقادیر زیادی از آن را تولید و نگه‌داری کرد. در نتیجه بسته به نیاز، آن را با یک مولد هسته‌ای تولید و سپس مصرف می‌کنند.

۳۲ | ۳ | تکنسیم - ۹۹ (^{99}Tc) نخستین عنصری بود که در واکنش‌گاه (راکتور) هسته‌ای ساخته شد. این رادیوایزوتوپ در تصویربرداری پزشکی کاربرد ویژه‌ای دارد. همهٔ تکنسیم - ۹۹ موجود در جهان باید به طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته شود. از آن‌جا که نیم عمر آن کم است و نمی‌توان مقادیر زیادی از این عنصر را تهیه و برای مدت طولانی نگهداری کرد، بسته به نیاز، آن را با یک مولد هسته‌ای تولید و سپس مصرف می‌کنند.

۳۳ | ۴ | **بررسی عبارت‌های نادرست**

آ) اورانیم شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزایی است که یکی از ایزوتوپ‌های آن، اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود.

ب) فراوانی ایزوتوپ اورانیم - ۲۳۵ در مخلوط طبیعی اورانیم، کمتر از ۰/۷ درصد است.

پ) در فرایند غنی‌سازی ایزوتوپی، ایزوتوپ موردنظر، تولید و یا ساخته نمی‌شود.

ت) نماد شیمیایی اورانیم به صورت U است.

۳۴ | ۲ | عبارت‌های «آ» و «ب» نادرست هستند.

بررسی همه عبارت‌ها

آ) ایزوتوپ $^{2}_{1}H$، رادیوایزوتوپ نیست و پایدار است.

ب) در تودهٔ سرطانی تجمعی از هر دو نوع مولکول گلوکز معمولی و گلوکز حاوی اتم پرتوزا وجود دارد.

پ) پسماندهای رآکتورهای اتمی نیز پرتوزا هستند و دفع آن‌ها از چالش‌های مهم صنعت هسته‌ای محسوب می‌شوند.

ت) بدون شرح!

۳۵ | ۱ | تمامی عبارت‌ها درست هستند.

بررسی عبارت‌ها

$$۷a+۸+a=۱۰۰ \Rightarrow ۸a=۹۲ \Rightarrow a=۱۱/۵$$

$^{۲۶}_{۱۲}Mg$ درصد فراوانی: ٪۱۱/۵

$$\Rightarrow {}^{۲۶}_{۱۲}Mg \text{ شمار ایزوتوپ} = ۵۰۰۰ \times \frac{۱۱/۵}{۱۰۰} = ۵۷۵$$

- بدون شرح!
- فراوانی ایزوتوپ $^{۲۵}_{۱۲}Mg$ از سایر ایزوتوپ‌های منیزیم کمتر است و در نتیجه ناپایدارترین ایزوتوپ طبیعی منیزیم به شمار می‌رود. در این ایزوتوپ، تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها برابر با ۱ است. در ناپایدارترین ایزوتوپ طبیعی هیدروژن ($^{۳}_{۱}H$) نیز تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها برابر با ۱ است.
- در یک نمونهٔ طبیعی از اتم‌های منیزیم، ایزوتوپ سبک‌تر ($^{۲۴}_{۱۲}Mg$) پایداری بیشتری دارد. اما در یک نمونهٔ طبیعی از اتم‌های لیتیم، ایزوتوپ سنگین‌تر ($^{۷}_{۳}Li$) پایداری بیشتری دارد.

۳۶ | ۳ | فقط عبارت «ب» نادرست است.

بررسی عبارت‌ها

آ) از میان ۱۱۸ عنصر شناخته‌شده، ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می‌شود و ۲۶ عنصر ساختگی هستند.

$$\frac{۲۶}{۱۱۸} \times ۱۰۰ = ٪۲۲$$

ب) در میان عنصرهای فراوان در مشتری، هلیم گاز نجیب است و اکسید نمی‌شود.

پ) فراوانی ایزوتوپ ^{۲۳۵}U در مخلوط طبیعی در حدود ۰/۷ درصد است. بنابراین با ۶ برابر شدن این ایزوتوپ، فراوانی آن به ۴/۲ درصد می‌رسد.

ت) نخستین عنصر ساخت بشر، تکنسیم ($^{۹۹}_{۴۳}Tc$) است که برای تصویربرداری از غدهٔ تیروئید استفاده می‌شود.

۳۷ | ۳ | فقط عبارت اول، نادرست است.

بررسی عبارت‌های نادرست

- فراوانی ایزوتوپ اورانیم - ۲۳۵، در یک نمونهٔ طبیعی از اورانیم کمتر از ۰/۷ درصد است.

۳۸ | ۲ | فقط عبارت «ت» درست است.

بررسی عبارت‌های نادرست

آ) اورانیم شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزایی است که یکی از ایزوتوپ‌های آن، اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود.

ب) با گسترش صنعت هسته‌ای در ایران، می‌توان بخشی از انرژی الکتریکی موردنیاز کشور را تأمین کرد.

پ) نیم عمر ایزوتوپ $^{۳}_{۱}H$ بیشتر از ۱۰ سال است.

۳۹ | ۲ | سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی عنصر هیدروژن، $^{۳}_{۱}H$ است.

$$^{۳}_{۱}H: \begin{cases} {}^{۱}_{+۱}p = ۱ \\ {}^{۱}_{۰}n = ۲ \end{cases} \Rightarrow \frac{\text{شمار } {}^{۱}_{۰}n}{\text{شمار } {}^{۱}_{+۱}p} = \frac{۲}{۱} = ۲$$

۴۰ | ۲ | به‌جز عبارت سوم، سایر عبارت‌ها درست هستند.

هر دو نوع گلوکز (معمولی و نشان‌دار) در تودهٔ سرطانی تجمع می‌کنند.

۴۱ | ۲ | فرایند غنی‌سازی ایزوتوپی به معنای افزایش مقدار یک ایزوتوپ (نه لزوماً سنگین‌ترین ایزوتوپ) در مخلوط ایزوتوپ‌های یک عنصر است.

۴۲ | ۳ | تنها عبارت «پ» نادرست است.

پ) یون یُدید با یونی که حاوی $^{99}_{43}Tc$ است، اندازهٔ تقریباً یکسانی دارد، بنابراین اندازهٔ خود یون تکنسیم به اندازهٔ یون یُدید نیست.

۴۳ | ۳ | مقایسهٔ میان پایداری رادیو ایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن به صورت زیر است:

$$\underset{\text{(رادیوایزوتوپ B)}}{^{7}_{1}H} > \underset{\text{(رادیوایزوتوپ A)}}{^{4}_{1}H} > {}^{6}_{1}H > {}^{5}_{1}H$$: پایداری رادیوایزوتوپ‌های هیدروژن

هستهٔ رادیوایزوتوپ $^{7}_{1}H)B$ شامل ۶ نوترون و هستهٔ رادیوایزوتوپ $^{5}_{1}H)A$ شامل ۴ نوترون است:

$$\frac{6}{4}=\frac{3}{2}$$

۴۴ | ۲ | فراوانی ایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن به صورت زیر است.

$^{7}_{1}H$	$^{6}_{1}H$	$^{5}_{1}H$	$^{4}_{1}H$
$۲/۳\times۱۰^{-۲۳}$ ثانیه	$۲/۹\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۹/۱\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۱/۴\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه

۴۵ | ۳ | عبارت‌های «آ»، «پ» و «ت» درست هستند.

با توجه به این‌که D دارای ۱۴ نوترون می‌باشد، تعداد پروتون را به‌دست می‌آوریم:

$$p+۱۴=(۲\times p)+۲\Rightarrow p=۱۲$$

بنابراین D، اتم $^{26}_{12}Mg$ است. با توجه به این نکته که در نمونه‌های طبیعی از عنصر Mg، ۳ ایزوتوپ با فراوانی $^{25}_{12}Mg > {}^{26}_{12}Mg > {}^{24}_{12}Mg$ وجود دارد.

بررسی عبارت‌ها

آ) سنگین‌ترین ایزوتوپ $^{26}_{12}Mg$ است.

ب) ناپایدارترین ایزوتوپ کمترین فراوانی را دارد.

پ) یون پایدارترین ایزوتوپ D به صورت مقابل است. $^{24}_{12}D^{2+}:1s^2\,2s^2\,2p^6$

$$12p+12n+10e=34\ (\text{زوج})$$

ت) اتم $^{}_{12}Mg$ در حالت خنثی دارای ۱۲ الکترون است.

۴۶ | ۴ | ابتدا زمان پرتوزایی را برحسب سال تعیین می‌کنیم.

$$\Delta t=\frac{296}{12}=24/\overline{6}\ \text{سال (مدت پرتوزایی)}$$

حال تعداد دفعاتی که جرم $^{3}_{1}H$ (هیدروژن پرتوزا) نصف شده است را در این مدت به‌دست می‌آوریم:

$$n=\frac{\Delta t}{T_{\frac{1}{2}}}=\frac{24/\overline{6}}{12/\overline{3}}=2$$

اکنون جرم $^{3}_{1}H$ باقی‌مانده را به‌دست می‌آوریم.

$$\text{جرم مادهٔ باقی‌مانده}=\text{جرم مادهٔ اولیه}\times\left(\frac{1}{2}\right)^{n}=12\times\left(\frac{1}{2}\right)^{2}=3g$$

۴۷ | ۳ | ابتدا فرض می‌کنیم جرم اولیهٔ ماده، ۱۰۰ گرم بوده است. در نتیجه پس از گذشت ۱۲ سال، ۱۲/۵ گرم از آن باقی می‌ماند.

$$\text{جرم باقی‌مانده}=12/5=\frac{\text{جرم اولیه}}{2^n}=\frac{100}{2^n}$$

$$\Rightarrow 2^n=\frac{100}{12/5}=8\Rightarrow n=3$$

$$n=\frac{\Delta t}{T}\Rightarrow 3=\frac{12}{T}\Rightarrow T=4\,year$$

۴۸ | ۱ | $\text{تعداد دفعات تجزیه عنصر X}=\frac{\text{مدت زمان تجزیه}}{\text{نیم عمر}}$

$$n=\frac{\Delta t}{T}=\frac{16}{2}=8$$

$$2^n=\frac{\text{جرم اولیهٔ X}}{\text{جرم باقیماندهٔ X}}\Rightarrow \text{X جرم باقی‌ماندهٔ}=\frac{192}{2^8}=\frac{3}{4}$$

$$\text{تعداد دفعات تقسیم Y}=2\Rightarrow \text{جرم باقی‌ماندهٔ Y}=1-\frac{3}{4}=\frac{1}{4}$$

$$\text{نیمه‌عمر Y}=\frac{\text{مدت زمان تجزیهٔ Y}}{\text{تعداد دفعات تقسیم Y}}=\frac{16}{2}=8$$

۴۹ | ۱ | تجزیهٔ ۹۳/۷۵٪ از ماده به معنای باقی‌ماندن ۶/۲۵٪ از مادهٔ اولیه است.

$$\frac{6/25}{100}=\frac{1}{16}=\frac{1}{2^4}$$

بر این اساس جرم مادهٔ اولیه، ۴ بار نصف شده است. از آن‌جایی که زمان نیمه عمر ماده ۱ ساعت است، پس از گذشت ۴ ساعت، جرم مادهٔ اولیه، $\frac{1}{16}$ می‌شود. اکنون بررسی می‌کنیم که پس از گذشت ۳ ساعت چند گرم از مادهٔ اولیه باقی می‌ماند.

$$\text{جرم باقی مانده}=\frac{\text{جرم اولیه}}{2^n}\xrightarrow{n=3}\text{جرم باقی مانده}=\frac{40}{2^3}=\frac{40}{8}=5g$$

۵۰ | ۱ | کاهش ۶۶/۶ درصدی معادل کاهش $\frac{2}{3}$ از جرم اولیه است. بنابراین با گذشت هر ساعت، مقدار اولیه $\frac{2}{3}$ کاهش می‌یابد و به بیان دیگر در هر ساعت مقدار ماده $\frac{1}{3}$ می‌شود. بنابراین مقدار باقی‌مانده از رابطهٔ زیر تعیین می‌شود.

$$\text{مقدار باقی‌مانده}=\text{مقدار اولیه}\times\left(\frac{1}{3}\right)^{n}=81\times\left(\frac{1}{3}\right)^{3}=\frac{81}{27}=3$$

۵۱ | ۱ | ابتدا فرض می‌کنیم در مخلوط اولیه، a گرم از مادهٔ A و b گرم از مادهٔ B وجود داشته است.

$$\text{جرم باقی‌مانده}=\frac{\text{جرم اولیه}}{2^n}\ \text{و}\ n=\frac{\text{زمان کل}(\Delta t)}{\text{زمان نیم‌عمر}(T)}$$

$$a+b=24\ \ (\text{معادلهٔ ۱})$$

$$n_A=\frac{\Delta t}{T_A}=\frac{40}{20}=2$$

$$n_B=\frac{\Delta t}{T_B}=\frac{40}{10}=4\Rightarrow\frac{a}{2^2}+\frac{b}{2^4}=3\ \ (\text{معادلهٔ ۲})$$

از حل دو معادلهٔ ۱ و ۲، دو مجهول a و b به‌دست می‌آیند.

$$\left.\begin{matrix}a+b=24\\ \frac{a}{4}+\frac{b}{16}=3\end{matrix}\right\}\Rightarrow a=8\ ,\ b=16$$

$$\Rightarrow \text{درصد A در مخلوط اولیه}=\frac{a}{24}\times100=\frac{8}{24}\times100=\%33/3$$

۵۲ | ۳ | ابتدا روابط مورد استفاده را درنظر بگیرید:

$$\text{جرم باقی‌ماندهB}=\frac{\text{جرم اولیهB}}{2^{n_B}}\ ,\ \text{جرم باقی‌ماندهA}=\frac{\text{جرم اولیهA}}{2^{n_A}}$$

اگر فرض کنیم پس از گذشت زمان Δt، جرم باقی‌مانده A و B برابر شود، می‌توانیم روابط زیر را بنویسیم:

$$n_A=\frac{\Delta t}{T_A}=\frac{\Delta t}{20}\ ,\ n_B=\frac{\Delta t}{T_B}=\frac{\Delta t}{10}$$

با توجه به سوال قبل که مقدار اولیهٔ A برابر ۸ و مقدار اولیهٔ B برابر ۱۶ گرم تعیین شد، روابط زیر را می‌نویسیم: $\text{جرم باقی‌ماندهB}=\text{جرم باقی‌ماندهA}$

$$\Rightarrow\frac{\text{مقدار اولیهA}}{2^{n_A}}=\frac{\text{مقدار اولیهB}}{2^{n_B}}\Rightarrow\frac{8}{2^{\frac{\Delta t}{20}}}=\frac{16}{2^{\frac{\Delta t}{10}}}$$

$$\Rightarrow 16\times2^{\frac{\Delta t}{20}}=8\times2^{\frac{\Delta t}{10}}\Rightarrow 2^{(1+\frac{\Delta t}{20})}=2^{\frac{\Delta t}{10}}$$

$$\Rightarrow 1+\frac{\Delta t}{20}=\frac{\Delta t}{10}\Rightarrow\Delta t=20h$$

۵۳ | ۲ | باتوجه‌به‌اینکه‌برای‌هیدروژن‌ایزوتوپ‌های‌طبیعی(^{1}H، ^{2}H و ^{3}H) وبرای‌کربن دو ایزوتوپ ^{12}C و ^{13}C در نظر گرفته شده، می‌توان ساختارهای زیر را برای HCN رسم کرد:

$^{1}H-^{12}C\equiv N$ $^{1}H-^{13}C\equiv N$

$^{2}H-^{12}C\equiv N$ $^{2}H-^{13}C\equiv N$

$^{3}H-^{12}C\equiv N$ $^{3}H-^{13}C\equiv N$

همانطور که می‌بینید، بدون در نظر گرفتن جرم اتمی N، برای ترکیب‌های رسم‌شده، ۴ جرم مولی مختلف (۱۳، ۱۴، ۱۵ و ۱۶) وجود دارد.

۵۴ | ۳ | مولکول اوزون (O_3) از سه اتم اکسیژن تشکیل شده است:

اگر اتم اکسیژن مرکزی را ثابت در نظر بگیریم، ۶ نوع مولکول مختلف ترسیم می‌شود.

$^{16}\diagup\!\diagdown^{16}\diagdown\!\diagup^{16}$ $^{16}\diagup\!\diagdown^{16}\diagdown\!\diagup^{16}$ $^{16}\diagup\!\diagdown^{16}\diagdown\!\diagup^{16}$ $^{16}\diagup\!\diagdown^{16}\diagdown\!\diagup^{16}$ $^{16}\diagup\!\diagdown^{16}\diagdown\!\diagup^{16}$ $^{16}\diagup\!\diagdown^{16}\diagdown\!\diagup^{16}$

$^{16}_{16}$ $^{16}_{17}$ $^{16}_{17}$ $^{16}_{18}$ $^{16}_{18}$ $^{16}_{16}$ $^{16}_{17}$ $^{16}_{16}$ $^{16}_{18}$ $^{16}_{17}$ $^{16}_{18}$

با توجه به این‌که اکسیژن مرکزی می‌تواند با ایزوتوپ‌های ^{17}O و ^{18}O جایگزین شود، تعداد مولکول‌های رسم‌شده در بالا ۳ برابر می‌شود و می‌توان ۱۸ نوع مولکول مختلف برای اوزون در نظر گرفت که در میان آن‌ها فقط ۷ جرم متفاوت (۴۸، ۴۹، ۵۰، ۵۱، ۵۲، ۵۳، ۵۴) وجود دارد.

۵۵ | ۴ | اگر ایزوتوپ‌های گوگرد یکسان باشند، از تغییر ایزوتوپ‌های کلر، ۶ نوع مولکول مختلف حاصل می‌شود.

$^{35}Cl-^{32}S-^{32}S-^{35}Cl$

$^{37}Cl-^{32}S-^{32}S-^{37}Cl$

$^{35}Cl-^{32}S-^{32}S-^{37}Cl$

(در سه ترکیب فوق به جای ^{32}S می‌توان ^{34}S قرار داد.)

اکنون مولکول‌هایی را رسم می‌کنیم که یک ^{32}S و یک ^{34}S داشته باشند.

$^{35}Cl-^{32}S-^{34}S-^{35}Cl$

$^{37}Cl-^{32}S-^{34}S-^{37}Cl$

$^{35}Cl-^{32}S-^{34}S-^{37}Cl$

$^{37}Cl-^{32}S-^{34}S-^{35}Cl$

(توجه داشته باشید که در دو مولکول آخر در یکی ^{35}Cl به ^{32}S و در دیگری به ^{34}S متصل شده و این دو با هم متفاوتند.)

۵۶ | ۲ | فرمول شیمیایی آمونیوم کربنات به‌صورت $(NH_4)_2CO_3$ است.

= تعداد ترکیب‌های با جرم مختلف

۱+ (سبک‌ترین جرم مولکولی) - (سنگین‌ترین جرم مولکولی)

سنگین‌ترین جرم مولکولی $=2\times[15+(4\times3)]+13+(18\times3)=121$

سبک‌ترین جرم مولکولی $=2\times[14+(4\times1)]+12+(16\times3)=96$

تعداد ترکیب‌های با جرم مختلف $\Rightarrow 121-96+1=26$

تعداد نوترون در سنگین‌ترین اتم‌ها : $N=15-7=8$, $H=3-1=2$,

$C=13-6=7$, $O=18-8=10$

تعداد نوترون‌ها در سنگین‌ترین مولکول $=[8+(4\times2)]\times2+7+(3\times10)=69$

۵۷ | ۳ | تنها عبارت «ت» درست است.

بررسی عبارت‌های نادرست

آ) در هر خانه از جدول تناوبی، علاوه بر عدد اتمی عنصر **جرم اتمی میانگین** آن عنصر نیز وجود دارد.

ب) هر ستون در جدول، شامل عنصرهایی با خواص شیمیایی **مشابه** است.

پ) هر خانه از جدول به یک **عنصر** معین تعلق دارد. می‌دانیم یک عنصر می‌تواند تعدادی ایزوتوپ داشته باشد.

۵۸ | ۲ | نماد شیمیایی عنصرهای آهن، سیلیسیم، منیزیم، نیکل، اورانیم و تکنسیم به ترتیب به صورت Fe، Si، Mg، Ni، U و Tc است.

۵۹ | ۴ | در هر خانه از جدول دوره‌ای، جرم اتمی میانگین عنصر مورد نظر آمده است.

۶۰ | ۴ | گازهای نجیب در گروه ۱۸ جدول تناوبی قرار دارند. گاز نجیب دورهٔ اول جدول تناوبی $_2He$ و گاز نجیب دورهٔ سوم جدول تناوبی $_{18}Ar$ است.

تفاوت عدد اتمی He و Ar $=18-2=16$

۶۱ | ۱ | هر چهار عبارت پیشنهادشده در ارتباط با گازهای نجیب درست هستند.

گازهای نجیب عبارتند از:

$_2He$, $_{10}Ne$, $_{18}Ar$, $_{36}Kr$, $_{54}Xe$, $_{86}Rn$, $_{118}Og$

۶۲ | ۱ | عنصرهای ۴۷ و ۲۹ جدول دوره‌ای در گروه ۱۱ قرار دارند. هم‌چنین عنصرهای ۴۷ و ۳۷ در دورهٔ پنجم قرار دارند.

۶۳ | ۲ | تنها با تغییر شمار پروتون‌ها یا عدد اتمی، عنصری به عنصر دیگر تبدیل می‌شود.

۶۴ | ۴ | در میان چهار عنصر داده‌شده، اختلاف عدد اتمی عنصرهای $_{13}A$ و $_{31}Y$ با گاز نجیب هم‌دوره‌شان ۵ واحد است و این دو عنصر هم‌گروه می‌باشند. هم‌چنین با توجه به عدد اتمی دو گاز نجیب متوالی $_{18}Ar$ و $_{36}Kr$، عنصرهای $_{19}X$ و $_{36}D$ در یک دوره قرار دارند.

۶۵ | ۴ | عنصر $_{16}S$ در گروه ۱۶ جدول دوره‌ای و عنصر $_{38}Sr$ در دورهٔ پنجم جدول دوره‌ای قرار دارد. عدد اتمی عنصری که در دورهٔ پنجم و گروه ۱۶ جدول قرار دارد ۲ واحد کوچک‌تر از گاز نجیب دورهٔ پنجم ($_{54}Xe$) و برابر ۵۲ است.

هم‌چنین عنصر $_{33}X$ در گروه ۱۵ جدول دوره‌ای قرار دارد و خواص شیمیایی آن به عنصر شمارهٔ ۵۱ که با آن هم‌گروه است، شباهت بیشتری دارد.

۶۶ | ۱ | ابتدا عدد اتمی (p) عنصر را به‌دست می‌آوریم:

روش اول: استفاده از معادله ← مجهول:

$$_{79}X^{2-}\begin{cases}n-e^-=9\\n+p^+=79\end{cases}\xrightarrow{e^-=p^++2}\begin{cases}n-(p^++2)=9\\n+p^+=79\end{cases}$$

$$\Rightarrow\begin{cases}n-p^+=11\\n+p^+=79\end{cases}$$

$$2n=90\Rightarrow n=45\Rightarrow p^+=34$$

روش دوم: استفاده از فرمول:

$$Z=\frac{A-\Delta x+(\text{بار با علامت جبری})}{2}=\frac{79-9+(-2)}{2}=\frac{68}{2}=34$$

عنصری با عدد اتمی ۳۴ در دورهٔ چهارم جدول قرار دارد؛ چون عدد اتمی این عنصر دو واحد کمتر از عدد اتمی گاز نجیب دورهٔ چهارم یعنی $_{36}Kr$ است.

روش سرعتی: برای محاسبهٔ عدد اتمی (شمار پروتون‌ها) نیازی به انجام محاسبات نبود؛ زیرا با توجه به عدد اتمی‌های موجود در گزینه‌ها (۳۴ و ۳۹) و اطلاعات سؤال یعنی تفاوت شمار الکترون‌ها ($e^-=p^++2$) و شمار نوترون ($A-p^+=n$) می‌توان دریافت عدد ۳۹ غلط است؛ زیرا با جای‌گذاری این عدد در روابط بیان شده می‌توان دریافت این اختلاف برابر با ۱ می‌شود نه ۹!

$$p^+=39\Rightarrow\begin{cases}e^-=39+2=41\\n=79-39=40\end{cases}\Rightarrow n-e^-=41-40=1$$

۶۷ | ۲ | عبارت‌های «پ» و «ت» درست هستند.

بررسی عبارت‌ها

آ) برخی از عناصری که عدد اتمی آن‌ها کوچک‌تر از ۸۶ است، از جمله تکنسیم (I_2)، به صورت طبیعی یافت نمی‌شوند.

ب) شناخته شده‌ترین فلز پرتوزا، اورانیم است. فراوانی ^{235}U در یک نمونه طبیعی اورانیم، کمتر از ۰/۷٪ است پس در یک نمونه ۱۰۰۰ اتمی، کمتر از ۷ اتم از این ایزوتوپ وجود دارد.

پ) هرچند که با پیشرفت علم شیمی و فیزیک، می‌توان طلا تولید کرد اما این فرایند هزینه بسیار زیادی داشته و انجام آن صرفه اقتصادی ندارد.

ت) چون دود سیگار و قلیان، مقدار قابل توجهی مواد پرتوزا در خود دارد، اغلب افرادی که به سرطان ریه دچار می‌شوند، سیگاری هستند.

۶۸ | ۲ با مشخص شدن جایگاه یک عنصر در جدول نمی‌توان به شمار ایزوتوپ‌ها، عدد جرمی و شمار نوترون‌های آن پی برد.

۶۹ | ۳ در دورهٔ دوم، ۸ عنصر با اعداد اتمی ۳ تا ۱۰ وجود دارد که اگر این عنصرها به همراه ۸ عنصر نخست دستهٔ d دورهٔ چهارم (اعداد اتمی ۲۱ تا ۲۸) انتخاب شوند، تفاوت عدد اتمی آن‌ها برابر با ۱۸ خواهد بود.

۷۰ | ۲ عدد اتمی A و X به صورت زیر به دست می‌آید:

عدد اتمی A = [عدد اتمی گاز نجیب دورهٔ ۵] − [۱۸ − ۱۳] = ۵۴ − ۵ = ۴۹

عدد اتمی X = [عدد اتمی گاز نجیب دورهٔ ۶] − [۱۸ − ۸] = ۸۶ − ۱۰ = ۷۶

بنابراین تفاوت عدد اتمی آن‌ها برابر است با: ۷۶ − ۴۹ = ۲۷

۷۱ | ۳ فقط عبارت «پ» نادرست است.

بررسی عبارت‌ها

آ) بدون شرح!

ب) عنصر E پنج خانه عقب‌تر از گاز نجیب هم‌دورهٔ خود ($_{36}Kr$) و عدد اتمی آن ۳۱ است. در ایزوتوپ مطرح‌شده تعداد نوترون‌ها برابر ۳۸ و عدد جرمی برابر ۶۹ است.

پ) عنصر B دو خانه عقب‌تر از گاز نجیب $_{18}Ar$ و عدد اتمی آن ۱۶ است. عنصر C دو خانه جلوتر از گاز نجیب $_{54}Xe$ و عدد اتمی آن ۵۶ است. بنابراین تفاوت عدد اتمی این دو عنصر برابر ۴۰ است.

ت) عنصر با عدد اتمی ۳۸ در گروه ۲ جدول تناوبی قرار دارد و با عنصر C هم‌گروه است. بنابراین با عنصر C خواص شیمیایی مشابهی دارد.

۷۲ | ۳ عنصرهایی که نمادهای دو حرفی با حرف اول C، B، A و S دارند به صورت زیر هستند:

A: Al, Ar, As

B: Be, Br

C: Cl, Ca, Cr, Co, Cu

S: Si, Sc, Se

۷۳ | ۲ برای ۷ عنصر $_{1}H$، $_{13}Al$، $_{14}Si$، $_{15}P$، $_{16}S$، $_{17}Cl$ و $_{18}Ar$، عدد اتمی و شمارهٔ گروه با هم برابر است.

۷۴ | ۴ هر چهار عبارت درست هستند.

بررسی عبارت‌ها

آ) عنصر E و عنصر ۵۰ هر دو در گروه ۱۴ قرار دارند.

ب) عنصر A یک خانه عقب‌تر از $_{10}Ne$ و عدد اتمی آن برابر ۹ است. عنصر هم‌گروه با D و هم‌دوره با G، ۷ خانه جلوتر از $_{36}Kr$ و عدد اتمی آن برابر ۴۳ است.

۴۳ − ۹ = ۳۴

پ) عنصر C، گوگرد است که جزء عنصرهای مشترک فراوان در دو سیارهٔ زمین و مشتری است.

ت) عنصر شمارهٔ ۳۵ همانند A در گروه ۱۷ قرار دارد و بار یون پایدار این دو عنصر یکسان است.

۷۵ | ۳ عبارت‌های «آ»، «ب» و «پ» درست هستند.

بررسی عبارت‌ها

آ) عنصر X، تکنسیم است که یون حاوی آن اندازه‌ای مشابه با یون پایدار عنصر یُد (Y) دارد.

ب) عنصر Z در گروه ۱۵ جدول تناوبی قرار دارد، بنابراین با عنصر N که هم‌گروه آن است، خواص شیمیایی مشابهی دارد.

پ) عنصر G دو خانه عقب‌تر از گاز نجیب دورهٔ پنجم ($_{54}Xe$) و عدد اتمی آن برابر ۵۲ است.

$$\frac{A}{Z}=\frac{132}{52}\Rightarrow\frac{N}{Z}=\frac{80}{52}>1/5$$

ت) عنصر شمارهٔ ۱۴ در گروه ۱۴ و دورهٔ سوم قرار دارد و با E هم گروه نیست.

۷۶ | ۴ **بررسی گزینه‌ها**

۱) در اتم $_{1}^{1}H$، $A=Z$ است.

۲) یکای جرم اتمی (amu) برابر با $\frac{1}{12}$ جرم ایزوتوپ کربن ـ۱۲ است نه جرم اتمی میانگین کربن.

۳) جرم هر اتم $_{1}^{1}H$ که شامل یک پروتون و یک الکترون است، بیشتر از ۱amu است. (۱/۰۰۸amu)

۴) در این عنصر تعداد $p=n$ است، بنابراین در یون آن حتماً تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها نابرابر است.

۷۷ | ۲ عبارت‌های «آ» و «ب» درست هستند.

بررسی عبارت‌ها

آ) جرم اتمی $_{1}^{1}H$ در حدود ۱/۰۰۸ برابر واحد جرم اتمی (amu) است.

ب) عنصر $_{35}X$ معادل با برم است. این عنصر با کلر (عنصر $_{17}Z$) در گروه هفدهم و به همراه عنصر اسکاندیم (عنصر $_{21}Y$) در تناوب چهارم قرار گرفته است.

پ) عناصر فسفر و گوگرد از تناوب سوم با نماد تک‌حرفی نشان داده شده و ۶ عنصر دیگر این تناوب با نماد دو حرفی مشخص می‌شوند.

ت) هر ستون از جدول دوره‌ای، شامل عنصرهای با خواص شیمیایی مشابه است و گروه نامیده می‌شود. این عناصر الزاماً خواص فیزیکی و شیمیایی یکسانی ندارند!

۷۸ | ۳ اتم $^{2Z}_{Z}A$ دارای Z پروتون، Z نوترون و Z الکترون است. با توجه به فرض صورت سؤال، جرم پروتون و نوترون را یکسان و برابر m فرض می‌کنیم در نتیجه جرم الکترون، $\frac{m}{2000}$ می‌شود:

$$\text{جرم کل اتم}=\underbrace{(Z\times m)}_{\text{جرم پروتون‌ها}}+\underbrace{(Z\times m)}_{\text{جرم نوترون‌ها}}+\underbrace{\left(Z\times\frac{m}{2000}\right)}_{\text{جرم الکترون‌ها}}=2Zm+\frac{Zm}{2000}$$

$$\Rightarrow\frac{\text{جرم الکترون‌ها}}{\text{جرم کل اتم}}=\frac{\frac{Zm}{2000}}{2Zm+\frac{Zm}{2000}}=\frac{\frac{1}{2000}}{2+\frac{1}{2000}}\simeq\frac{1}{4000}$$

(از کسر $\frac{1}{2000}$ در مخرج صرف‌نظر می‌شود.)

۷۹ | ۲ با توجه به این‌که جرم الکترون را تقریباً برابر $\frac{1}{2000}$ جرم پروتون و یا جرم نوترون فرض می‌کنیم، می‌توان نوشت:

$$\frac{\text{جرم الکترون‌ها}}{\text{جرم یون}}=\frac{(a-q)\frac{1}{2000}\text{amu}}{b\times 1\,\text{amu}}\Rightarrow\frac{a-q}{2000\,b}=\frac{1}{4800}$$

$$\Rightarrow\frac{a-q}{b}=\frac{1}{2/4}\Rightarrow\frac{b}{a-q}=2/4$$