



IQ

مجموعہ کتاب های آی کیو

شیمے دھم

تجربے ریاضے

مطابق با آخرین تغییرات کتاب درسی

دکتر حسن ایزدی . مسعود خوش طینت . دکتر فرشاد هادیان فرد
همکار مؤلفان: سید امیر بنے جمالے

C H E M I S T R Y



< به کتاب، ختم کتاب...

• بیش از ۱۳۰۰ تست با درجه سختی کنکورهای اخیر

• درسنامه کامل آموزشی

> پاسخ‌های کاملاً تشریحی

دکتر آی کیو
DRIQ.com
کلاس آنلاین

گاج مارکت
gajmarket.com
فروشگاه آنلاین

گاجینو
gajino.com
آموزش آنلاین



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 پایه 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 تهیه این کتاب نیست.

ویژگی‌های خاص کتاب حاضر به شرح زیر هستن:

① 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.

② **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 مسئله خودتون 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.

③ **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 بررسی شون کنید.

④ 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 کلنجاار 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.

⑤ خیلی وقتاً 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، نکته 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 همه 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 طبیعییه و نباید نگران‌تون کنه.

📌 **(تست‌های خیلی سخت):** این لوگو برخلاف ۳ تایی قبلی در قسمت پاسخنامه تشریحی کنار شماره 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 نتونستید توی زمان مناسب حلش کنین، خیلی خفن و کاردرست هستین!

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 در نظر داشت که: «توانایی انتخاب راه مناسب در برخورد با مسائل روزمره، عامل تعیین‌کننده کیفیت زندگی ماست.» می‌توان گفت در دوران تحصیل به بهانه 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 این که کنکور در ایران تا چه اندازه این مهارت را ارزیابی می‌کند، سخنی دیگر است. در سال‌های اخیر کنکور به سمت هرچه مفهومی‌تر شدن سؤالات 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، سؤالاتی طراحی گردید که پاسخگویی به آن‌ها، نیازمند دیدی نقادانه‌تر است.

به امید روزهای بهتر

گروه مؤلفان

فهرست

۷	پایهٔ دهم	
۷۵	فصل اول: کیهان زادگاه عناصر	
۱۴۵	فصل دوم: ردپای گازها در زندگی	
۲۱۹	فصل سوم: آب، آهنگ زندگی	
۲۱۹	پاسخ‌های تشریحی	پاسخ‌های تشریحی

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:

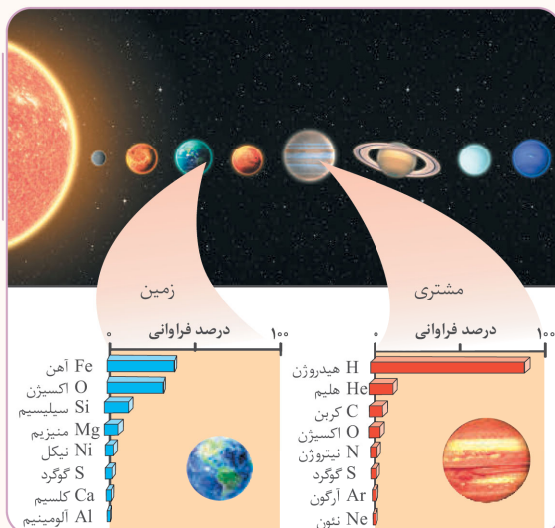
الف در قلمرو علم تجربی هستند.

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

فضایماهای وویجر ۱ و ۲

۱. این دو فضایما مأموریت داشتند که با عبور از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون شناسنامه فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را تهیه و ارسال کنند.
۲. این مأموریت مربوط به شناخت بیشتر سامانه خورشیدی از طریق برهم‌کنش نور با ماده است.
۳. اطلاعات مورد بررسی این دو فضایما شامل نوع عنصرهای سازنده، ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آن‌ها و ترکیب درصد این مواد بوده است.

مقایسه مشتری و زمین



۱. درصد فراوانی عنصرهای سازنده مشتری به شرح زیر است:

هیدروژن < هلیوم < کربن < اکسیژن < نیتروژن < گوگرد < آرگون < نئون

۲. درصد فراوانی عنصرهای سازنده زمین به صورت زیر است:

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

۳. سیاره مشتری بیشتر از جنس گاز است.

۴. در میان هشت عنصر فراوان سیاره 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 سامانه خورشیدی است.



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^- و p و n → مهبانگ

۲) هیدروژن و هلیوم تولید 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 نتیجه آن عنصرهای سازنده 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 ... → هلیوم → 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 هسته یک اتم، تعداد نوترون‌ها برابر یا بیش از تعداد پروتون‌ها است ($n \geq Z$).

استثناء: هیدروژن معمولی (1_1H) تنها اتمی است که در هسته 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.

۳) اگر تفاوت تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های یک اتم را با Δx نشان دهیم، رابطه بین عدد اتمی و عدد جرمی آن به صورت 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 به صورت 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 رابطه زیر عدد اتمی (Z) تعیین می‌شود.

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

مثال ۱: در یون $^{34}_{16}S^{2-}$ تفاوت تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها برابر ۹ است. عدد اتمی X کدام است؟

۳۷ (۴)

۳۶ (۳)

۳۵ (۲)

۳۴ (۱)

پاسخ: روش اول: تشکیل دو معادله دو مجهول

$$\left. \begin{aligned} A = p + n = 34 \\ p = e - 2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow (e - 2) + n = 34 \Rightarrow n + e = 36$$

$$\begin{aligned} &+ n - e = 9 \\ \hline 2n = 45 \Rightarrow n = 22.5 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow Z = p = 34 - 45 = -11$$

$$Z = \frac{A - \Delta x + (\text{بار با علامت جبری})}{2} = \frac{34 - 9 + (-2)}{2} = \frac{23}{2} = 11.5$$

روش دوم: استفاده از فرمول

مثال ۲: اگر در یون $^{235}_{92}U^{4+}$ تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها برابر ۴۶ باشد، عدد اتمی B کدام است؟

۹۸ (۴)

۹۶ (۳)

۹۲ (۲)

۸۹ (۱)

پاسخ: روش اول: تشکیل دو معادله و دو مجهول

$$\left. \begin{aligned} A = n + p = 235 \\ p = e + 4 \end{aligned} \right\} \Rightarrow n + (e + 4) = 235 \Rightarrow n + e = 231$$

$$\begin{aligned} &+ n - e = 46 \\ \hline 2n = 277 \Rightarrow n = 138.5 \end{aligned}$$

$$A = n + p = 235 = 138.5 + p \Rightarrow p = 96.5$$

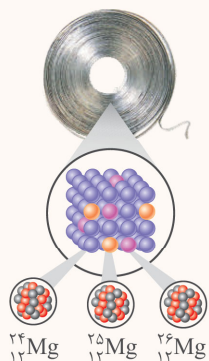
$$Z = \frac{A - \Delta x + (\text{بار با علامت جبری})}{2} = \frac{235 - 46 + (+4)}{2} = \frac{193}{2} = 96.5$$

روش دوم: استفاده از فرمول

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 $^{16}_8O^{2-}$ 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 ^6Li و ^7Li است که پایداری و درصد فراوانی ^7Li بیشتر است.
- ۶ جدول زیر، ایزوتوپ‌های اتم هیدروژن را نشان می‌دهد.

نماد ایزوتوپ	^1H	^2H	^3H	^4H	^5H	^6H	^7H
ویژگی ایزوتوپ							
نیم عمر	پایدار	پایدار	سال ۱۲/۳۲	$1/4 \times 10^{-22}$ ثانیه	$9/1 \times 10^{-22}$ ثانیه	$2/9 \times 10^{-22}$ ثانیه	$2/3 \times 10^{-23}$ 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 (^3H) ناپایدار و پرتوزا هستند.
- پ در بین همه ایزوتوپ‌ها، ^7H دارای کوتاه‌ترین نیم‌عمر است و از بقیه ناپایدارتر است.
- ت ترتیب میزان پایداری در مورد ایزوتوپ‌های پرتوزای هیدروژن به صورت مقابل است:

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

- ۷ در اغلب موارد اگر برای یک ایزوتوپ نسبت $\frac{n}{p}$ برابر یا بیش از $1/5$ باشد، هسته آن ناپایدار و آن ایزوتوپ پرتوزا است.

- ۸ با توجه به رابطه نسبت تعداد نوترون به پروتون ($\frac{n}{p} \geq 1/5$)، می‌توان نسبت‌های زیر را نیز به دست آورد:

$$\frac{n}{p} \geq 1/5 \Rightarrow \frac{p}{n} \leq \frac{2}{3} \Rightarrow \frac{A-Z}{Z} \geq 1/5 \Rightarrow \frac{Z}{A-Z} \leq \frac{2}{3} \Rightarrow \frac{A}{Z} \geq 2/5 \Rightarrow \frac{Z}{A} \leq \frac{5}{7}$$

- ۹ در برخی عناصر ایزوتوپ‌های سنگین‌تر پایدارتر ولی در برخی ایزوتوپ‌های سبک‌تر پایدارتر هستند. برای مثال، در بین ایزوتوپ‌های هیدروژن، ^1H و ^2H پایدارتر از ^3H هستند. همچنین در مورد ایزوتوپ‌های عنصر لیتیم (^6Li)، ایزوتوپ ^7Li دارای درصد فراوانی و پایداری بیشتری از ^6Li است.

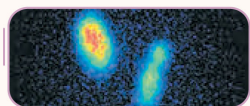
رادیوایزوتوپ‌ها

- ۱ ایزوتوپ‌هایی که ناپایدار و پرتوزا هستند، رادیوایزوتوپ نامیده می‌شوند.
- ۲ تکنسیم (^{99}Tc) نخستین عنصری است که در واکنشگاه (راکتور) هسته‌ای ساخته شد. همه ^{99}Tc موجود در جهان به طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته می‌شود.

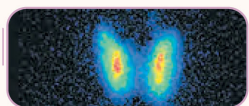
- ۳ از تکنسیم (^{99}Tc) برای تصویربرداری غده تیروئید استفاده می‌شود، زیرا یون یدید با یونی که حاوی (^{99}Tc) است، اندازه تقریباً یکسانی دارد و غده تیروئید هنگام جذب یدید، این یون را نیز جذب می‌کند. با افزایش مقدار این یون در غده تیروئید، امکان تصویربرداری فراهم می‌شود.



غده پروانه‌ای شکل تیروئید در بدن انسان



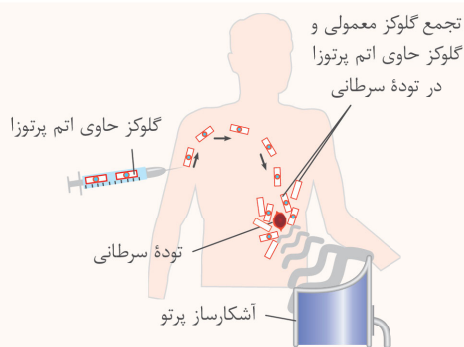
تصویر غده تیروئید ناسالم



تصویر غده تیروئید سالم

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

- ۶ به مولکول گلوکز ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) 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 نیم‌عمر ماده است.

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

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

$$4 - 5 \quad (4)$$

$$4 - 4 \quad (3)$$

$$5 - 5 \quad (2)$$

$$5 - 4 \quad (1)$$

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

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

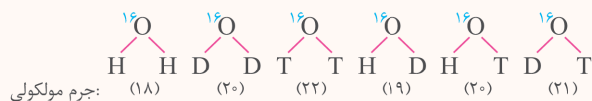
بر این اساس جرم مادهٔ اولیه، ۴ بار نصف شده است. از آن جایی که زمان نیمه عمر ماده ۱ ساعت است، پس از گذشت ۴ ساعت، جرم مادهٔ اولیه، $\frac{1}{16}$ می‌شود. اکنون بررسی می‌کنیم که پس از گذشت ۳ ساعت چند گرم از مادهٔ اولیه باقی می‌ماند.

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

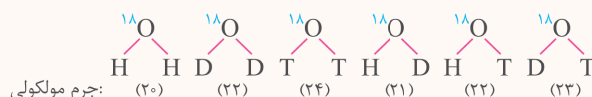
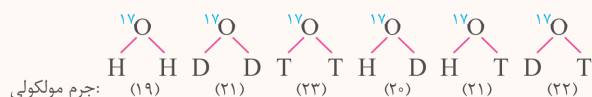
انواع مولکول‌های یک ترکیب (براساس ایزوتوپ‌های مختلف)

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 ($^{16}_8\text{O}$ ، $^{17}_8\text{O}$ ، $^{18}_8\text{O}$) و هیدروژن نیز سه ایزوتوپ (^1_1H ، ^2_1D ، ^3_1T) 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:



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:



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:

$$+1 \text{ (جرم سبک‌ترین مولکول - جرم سنگین‌ترین مولکول)} = \text{تعداد مولکول‌های با جرم مختلف}$$



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 شماره ۱۱۸ ختم می‌شود. این جدول، ۷ دوره و ۱۸ گروه دارد.

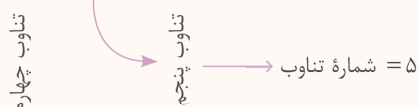
۱ H هیدروژن ۱/۰۰۸		۲ He هلیوم ۴/۰۰۳																				۱۳ B بور ۱۰/۸۰۶	۱۴ C کربن ۱۲/۰۰۱	۱۵ N نیتروژن ۱۴/۰۰۷	۱۶ O اکسیژن ۱۶/۰۰۰	۱۷ F فلور ۱۹/۰۰۰	۱۸ Ne نئون ۲۰/۰۱۸																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
۳ Li لیتیم ۶/۹۰۴	۴ Be بریلیم ۹/۰۰۱																			۱۳ Al آلومینیم ۲۶/۹۸۱	۱۴ Si سیلیسیم ۲۸/۰۸۶	۱۵ P فسفر ۳۰/۹۷۴	۱۶ S گوگرد ۳۲/۰۶۵	۱۷ Cl کلر ۳۵/۴۵۰	۱۸ Ar آرگون ۳۹/۹۴۸																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
۱۱ Na سدیم ۲۲/۹۸۹	۱۲ Mg منیزیم ۲۴/۳۰۱	۳ Sc اسکاندیم ۴۴/۹۵۶	۴ Ti تیتانیوم ۴۷/۸۸۷	۵ V وانادیوم ۵۰/۹۴۴	۶ Cr کروم ۵۲/۰۰۰	۷ Mn منگنز ۵۴/۹۳۸	۸ Fe آهن ۵۵/۸۵۵	۹ Co کوبالت ۵۸/۹۳۳	۱۰ Ni نیکل ۵۸/۹۳۹	۱۱ Cu مس ۶۳/۵۵۵	۱۲ Zn روی ۶۵/۳۷۹	۳۱ Ga گالیم ۶۹/۷۲۳	۳۲ Ge ژرمانیم ۷۲/۶۴۰	۳۳ As آرسنیک ۷۴/۹۲۲	۳۴ Se سلنیم ۷۸/۹۶۰	۳۵ Br برم ۷۹/۹۰۴	۳۶ Kr کریپتون ۸۳/۹۰۵																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
۳۷ Rb روبیدیم ۸۵/۴۶۷	۳۸ Sr استرانسیم ۸۷/۶۲۲	۳۹ Y ایتریم ۸۸/۹۰۶	۴۰ Zr زیرکونیم ۹۱/۲۲۴	۴۱ Nb نیوبیم ۹۲/۹۰۹	۴۲ Mo مولیبدن ۹۵/۹۴۴	۴۳ Tc تکنسیم -	۴۴ Ru روتنیم ۱۰۱/۰۷۸	۴۵ Rh رودیم ۱۰۱/۰۷۸	۴۶ Pd پالادیم ۱۰۶/۹۰۷	۴۷ Ag نقره ۱۰۷/۸۶۸	۴۸ Cd کادمیم ۱۱۲/۴۰۴	۴۹ In ایندیم ۱۱۴/۸۰۰	۵۰ Sn قلع ۱۱۸/۷۱۰	۵۱ Sb آنتیموان ۱۲۱/۷۶۰	۵۲ Te تالوریم ۱۲۷/۶۰۰	۵۳ I ید ۱۲۶/۹۰۵	۵۴ Xe کسین ۱۳۱/۲۹۰																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
۵۵ Cs سزیم ۱۳۲/۹۰۵	۵۶ Ba باریم ۱۳۷/۳۲۸	۵۷ La لانتان ۱۳۸/۹۰۵	۵۸ Ce سریوم ۱۴۰/۹۰۷	۵۹ Pr پراسئودیم ۱۴۰/۹۰۷	۶۰ Nd نئودیم ۱۴۴/۲۴۰	۶۱ Pm پرمیتم [۱۴۵]	۶۲ Sm ساماریوم ۱۵۰/۰۴۰	۶۳ Eu اوروپیم ۱۵۲/۰۵۰	۶۴ Gd گادولینیم ۱۵۷/۰۳۰	۶۵ Tb تریبیم ۱۵۸/۰۹۰	۶۶ Dy دیسپروزیوم ۱۶۲/۰۵۰	۶۷ Ho هولیم ۱۶۴/۰۹۰	۶۸ Er ارتمیم ۱۶۷/۰۳۰	۶۹ Tm تولیم ۱۶۸/۰۹۰	۷۰ Yb ایتریم ۱۷۳/۰۵۰	۷۱ Lu لوئیزیوم [۱۷۴]	۷۲ Hf هافنیم [۱۷۸]	۷۳ Ta تانتال [۱۸۰]	۷۴ W تنگستن [۱۸۳]	۷۵ Re رنتگنیم [۱۸۶]	۷۶ Os اوسمیم [۱۹۰]	۷۷ Ir ایریدیم [۱۹۲]	۷۸ Pt پلاتین [۱۹۵]	۷۹ Au طلا [۱۹۷]	۸۰ Hg جیوه [۲۰۰]	۸۱ Tl تالیم [۲۰۴]	۸۲ Pb سرب [۲۰۷]	۸۳ Bi بیسموت [۲۰۹]	۸۴ Po پولونیوم [۲۱۰]	۸۵ At استانتین [۲۱۰]	۸۶ Rn رادون [۲۲۲]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
۸۷ Fr فرانسییم [۲۲۳]	۸۸ Ra رادیوم [۲۲۶]	۸۹ Ac اکتییم [۲۲۷]	۹۰ Th توریم [۲۳۲]	۹۱ Pa پروتاکتینیم [۲۳۱]	۹۲ U اورانیوم [۲۳۸]	۹۳ Np نپتونیم [۲۳۷]	۹۴ Pu پلوتونیم [۲۴۴]	۹۵ Am امریسیم [۲۴۳]	۹۶ Cm کوریوم [۲۴۷]	۹۷ Bk برکلیم [۲۴۷]	۹۸ Cf کالیفرنیم [۲۵۱]	۹۹ Es ایشتنیم [۲۵۲]	۱۰۰ Fm فرمیوم [۲۵۷]	۱۰۱ Md مندلویف [۲۵۸]	۱۰۲ No نوبلیوم [۲۵۹]	۱۰۳ Lr لوئیزیوم [۲۶۰]	۱۰۴ Hf هافنیم [۲۶۱]	۱۰۵ Ta تانتال [۲۶۲]	۱۰۶ W تنگستن [۲۶۳]	۱۰۷ Re رنتگنیم [۲۶۴]	۱۰۸ Os اوسمیم [۲۶۵]	۱۰۹ Ir ایریدیم [۲۶۶]	۱۱۰ Pt پلاتین [۲۶۷]	۱۱۱ Au طلا [۲۶۸]	۱۱۲ Hg جیوه [۲۶۹]	۱۱۳ Tl تالیم [۲۷۰]	۱۱۴ Pb سرب [۲۷۱]	۱۱۵ Bi بیسموت [۲۷۲]	۱۱۶ Po پولونیوم [۲۷۳]	۱۱۷ At استانتین [۲۷۴]	۱۱۸ Rn رادون [۲۷۵]	۱۱۹ Fr فرانسییم [۲۷۶]	۱۲۰ Ra رادیوم [۲۷۷]	۱۲۱ Ac اکتییم [۲۷۸]	۱۲۲ Th توریم [۲۷۹]	۱۲۳ Pa پروتاکتینیم [۲۸۰]	۱۲۴ U اورانیوم [۲۸۱]	۱۲۵ Np نپتونیم [۲۸۲]	۱۲۶ Pu پلوتونیم [۲۸۳]	۱۲۷ Am امریسیم [۲۸۴]	۱۲۸ Cm کوریوم [۲۸۵]	۱۲۹ Bk برکلیم [۲۸۶]	۱۳۰ Cf کالیفرنیم [۲۸۷]	۱۳۱ Es ایشتنیم [۲۸۸]	۱۳۲ Fm فرمیوم [۲۸۹]	۱۳۳ Md مندلویف [۲۹۰]	۱۳۴ No نوبلیوم [۲۹۱]	۱۳۵ Lr لوئیزیوم [۲۹۲]	۱۳۶ Hf هافنیم [۲۹۳]	۱۳۷ Ta تانتال [۲۹۴]	۱۳۸ W تنگستن [۲۹۵]	۱۳۹ Re رنتگنیم [۲۹۶]	۱۴۰ Os اوسمیم [۲۹۷]	۱۴۱ Ir ایریدیم [۲۹۸]	۱۴۲ Pt پلاتین [۲۹۹]	۱۴۳ Au طلا [۳۰۰]	۱۴۴ Hg جیوه [۳۰۱]	۱۴۵ Tl تالیم [۳۰۲]	۱۴۶ Pb سرب [۳۰۳]	۱۴۷ Bi بیسموت [۳۰۴]	۱۴۸ Po پولونیوم [۳۰۵]	۱۴۹ At استانتین [۳۰۶]	۱۵۰ Rn رادون [۳۰۷]	۱۵۱ Fr فرانسییم [۳۰۸]	۱۵۲ Ra رادیوم [۳۰۹]	۱۵۳ Ac اکتییم [۳۱۰]	۱۵۴ Th توریم [۳۱۱]	۱۵۵ Pa پروتاکتینیم [۳۱۲]	۱۵۶ U اورانیوم [۳۱۳]	۱۵۷ Np نپتونیم [۳۱۴]	۱۵۸ Pu پلوتونیم [۳۱۵]	۱۵۹ Am امریسیم [۳۱۶]	۱۶۰ Cm کوریوم [۳۱۷]	۱۶۱ Bk برکلیم [۳۱۸]	۱۶۲ Cf کالیفرنیم [۳۱۹]	۱۶۳ Es ایشتنیم [۳۲۰]	۱۶۴ Fm فرمیوم [۳۲۱]	۱۶۵ Md مندلویف [۳۲۲]	۱۶۶ No نوبلیوم [۳۲۳]	۱۶۷ Lr لوئیزیوم [۳۲۴]	۱۶۸ Hf هافنیم [۳۲۵]	۱۶۹ Ta تانتال [۳۲۶]	۱۷۰ W تنگستن [۳۲۷]	۱۷۱ Re رنتگنیم [۳۲۸]	۱۷۲ Os اوسمیم [۳۲۹]	۱۷۳ Ir ایریدیم [۳۳۰]	۱۷۴ Pt پلاتین [۳۳۱]	۱۷۵ Au طلا [۳۳۲]	۱۷۶ Hg جیوه [۳۳۳]	۱۷۷ Tl تالیم [۳۳۴]	۱۷۸ Pb سرب [۳۳۵]	۱۷۹ Bi بیسموت [۳۳۶]	۱۸۰ Po پولونیوم [۳۳۷]	۱۸۱ At استانتین [۳۳۸]	۱۸۲ Rn رادون [۳۳۹]	۱۸۳ Fr فرانسییم [۳۴۰]	۱۸۴ Ra رادیوم [۳۴۱]	۱۸۵ Ac اکتییم [۳۴۲]	۱۸۶ Th توریم [۳۴۳]	۱۸۷ Pa پروتاکتینیم [۳۴۴]	۱۸۸ U اورانیوم [۳۴۵]	۱۸۹ Np نپتونیم [۳۴۶]	۱۹۰ Pu پلوتونیم [۳۴۷]	۱۹۱ Am امریسیم [۳۴۸]	۱۹۲ Cm کوریوم [۳۴۹]	۱۹۳ Bk برکلیم [۳۵۰]	۱۹۴ Cf کالیفرنیم [۳۵۱]	۱۹۵ Es ایشتنیم [۳۵۲]	۱۹۶ Fm فرمیوم [۳۵۳]	۱۹۷ Md مندلویف [۳۵۴]	۱۹۸ No نوبلیوم [۳۵۵]	۱۹۹ Lr لوئیزیوم [۳۵۶]	۲۰۰ Hf هافنیم [۳۵۷]	۲۰۱ Ta تانتال [۳۵۸]	۲۰۲ W تنگستن [۳۵۹]	۲۰۳ Re رنتگنیم [۳۶۰]	۲۰۴ Os اوسمیم [۳۶۱]	۲۰۵ Ir ایریدیم [۳۶۲]	۲۰۶ Pt پلاتین [۳۶۳]	۲۰۷ Au طلا [۳۶۴]	۲۰۸ Hg جیوه [۳۶۵]	۲۰۹ Tl تالیم [۳۶۶]	۲۱۰ Pb سرب [۳۶۷]	۲۱۱ Bi بیسموت [۳۶۸]	۲۱۲ Po پولونیوم [۳۶۹]	۲۱۳ At استانتین [۳۷۰]	۲۱۴ Rn رادون [۳۷۱]	۲۱۵ Fr فرانسییم [۳۷۲]	۲۱۶ Ra رادیوم [۳۷۳]	۲۱۷ Ac اکتییم [۳۷۴]	۲۱۸ Th توریم [۳۷۵]	۲۱۹ Pa پروتاکتینیم [۳۷۶]	۲۲۰ U اورانیوم [۳۷۷]	۲۲۱ Np نپتونیم [۳۷۸]	۲۲۲ Pu پلوتونیم [۳۷۹]	۲۲۳ Am امریسیم [۳۸۰]	۲۲۴ Cm کوریوم [۳۸۱]	۲۲۵ Bk برکلیم [۳۸۲]	۲۲۶ Cf کالیفرنیم [۳۸۳]	۲۲۷ Es ایشتنیم [۳۸۴]	۲۲۸ Fm فرمیوم [۳۸۵]	۲۲۹ Md مندلویف [۳۸۶]	۲۳۰ No نوبلیوم [۳۸۷]	۲۳۱ Lr لوئیزیوم [۳۸۸]	۲۳۲ Hf هافنیم [۳۸۹]	۲۳۳ Ta تانتال [۳۹۰]	۲۳۴ W تنگستن [۳۹۱]	۲۳۵ Re رنتگنیم [۳۹۲]	۲۳۶ Os اوسمیم [۳۹۳]	۲۳۷ Ir ایریدیم [۳۹۴]	۲۳۸ Pt پلاتین [۳۹۵]	۲۳۹ Au طلا [۳۹۶]	۲۴۰ Hg جیوه [۳۹۷]	۲۴۱ Tl تالیم [۳۹۸]	۲۴۲ Pb سرب [۳۹۹]	۲۴۳ Bi بیسموت [۴۰۰]	۲۴۴ Po پولونیوم [۴۰۱]	۲۴۵ At استانتین [۴۰۲]	۲۴۶ Rn رادون [۴۰۳]	۲۴۷ Fr فرانسییم [۴۰۴]	۲۴۸ Ra رادیوم [۴۰۵]	۲۴۹ Ac اکتییم [۴۰۶]	۲۵۰ Th توریم [۴۰۷]	۲۵۱ Pa پروتاکتینیم [۴۰۸]	۲۵۲ U اورانیوم [۴۰۹]	۲۵۳ Np نپتونیم [۴۱۰]	۲۵۴ Pu پلوتونیم [۴۱۱]	۲۵۵ Am امریسیم [۴۱۲]	۲۵۶ Cm کوریوم [۴۱۳]	۲۵۷ Bk برکلیم [۴۱۴]	۲۵۸ Cf کالیفرنیم [۴۱۵]	۲۵۹ Es ایشتنیم [۴۱۶]	۲۶۰ Fm فرمیوم [۴۱۷]	۲۶۱ Md مندلویف [۴۱۸]	۲۶۲ No نوبلیوم [۴۱۹]	۲۶۳ Lr لوئیزیوم [۴۲۰]	۲۶۴ Hf هافنیم [۴۲۱]	۲۶۵ Ta تانتال [۴۲۲]	۲۶۶ W تنگستن [۴۲۳]	۲۶۷ Re رنتگنیم [۴۲۴]	۲۶۸ Os اوسمیم [۴۲۵]	۲۶۹ Ir ایریدیم [۴۲۶]	۲۷۰ Pt پلاتین [۴۲۷]	۲۷۱ Au طلا [۴۲۸]	۲۷۲ Hg جیوه [۴۲۹]	۲۷۳ Tl تالیم [۴۳۰]	۲۷۴ Pb سرب [۴۳۱]	۲۷۵ Bi بیسموت [۴۳۲]	۲۷۶ Po پولونیوم [۴۳۳]	۲۷۷ At استانتین [۴۳۴]	۲۷۸ Rn رادون [۴۳۵]	۲۷۹ Fr فرانسییم [۴۳۶]	۲۸۰ Ra رادیوم [۴۳۷]	۲۸۱ Ac اکتییم [۴۳۸]	۲۸۲ Th توریم [۴۳۹]	۲۸۳ Pa پروتاکتینیم [۴۴۰]	۲۸۴ U اورانیوم [۴۴۱]	۲۸۵ Np نپتونیم [۴۴۲]	۲۸۶ Pu پلوتونیم [۴۴۳]	۲۸۷ Am امریسیم [۴۴۴]	۲۸۸ Cm کوریوم [۴۴۵]	۲۸۹ Bk برکلیم [۴۴۶]	۲۹۰ Cf کالیفرنیم [۴۴۷]	۲۹۱ Es ایشتنیم [۴۴۸]	۲۹۲ Fm فرمیوم [۴۴۹]	۲۹۳ Md مندلویف [۴۵۰]	۲۹۴ No نوبلیوم [۴۵۱]	۲۹۵ Lr لوئیزیوم [۴۵۲]	۲۹۶ Hf هافنیم [۴۵۳]	۲۹۷ Ta تانتال [۴۵۴]	۲۹۸ W تنگستن [۴۵۵]	۲۹۹ Re رنتگنیم [۴۵۶]	۳۰۰ Os اوسمیم [۴۵۷]	۳۰۱ Ir ایریدیم [۴۵۸]	۳۰۲ Pt پلاتین [۴۵۹]	۳۰۳ Au طلا [۴۶۰]	۳۰۴ Hg جیوه [۴۶۱]	۳۰۵ Tl تالیم [۴۶۲]	۳۰۶ Pb سرب [۴۶۳]	۳۰۷ Bi بیسموت [۴۶۴]	۳۰۸ Po پولونیوم [۴۶۵]	۳۰۹ At استانتین [۴۶۶]	۳۱۰ Rn رادون [۴۶۷]	۳۱۱ Fr فرانسییم [۴۶۸]	۳۱۲ Ra رادیوم [۴۶۹]	۳۱۳ Ac اکتییم [۴۷۰]	۳۱۴ Th توریم [۴۷۱]	۳۱۵ Pa پروتاکتینیم [۴۷۲]	۳۱۶ U اورانیوم [۴۷۳]	۳۱۷ Np نپتونیم [۴۷۴]	۳۱۸ Pu پلوتونیم [۴۷۵]	۳۱۹ Am امریسیم [۴۷۶]	۳۲۰ Cm کوریوم [۴۷۷]	۳۲۱ Bk برکلیم [۴۷۸]	۳۲۲ Cf کالیفرنیم [۴۷۹]	۳۲۳ Es ایشتنیم [۴۸۰]	۳۲۴ Fm فرمیوم [۴۸۱]	۳۲۵ Md مندلویف [۴۸۲]	۳۲۶ No نوبلیوم [۴۸۳]	۳۲۷ Lr لوئیزیوم [۴۸۴]	۳۲۸ Hf هافنیم [۴۸۵]	۳۲۹ Ta تانتال [۴۸۶]	۳۳۰ W تنگستن [۴۸۷]	۳۳۱ Re رنتگنیم [۴۸۸]	۳۳۲ Os اوسمیم [۴۸۹]	۳۳۳ Ir ایریدیم [۴۹۰]	۳۳۴ Pt پلاتین [۴۹۱]	۳۳۵ Au طلا [۴۹۲]	۳۳۶ Hg جیوه [۴۹۳]	۳۳۷ Tl تالیم [۴۹۴]	۳۳۸ Pb سرب [۴۹۵]	۳۳۹ Bi بیسموت [۴۹۶]	۳۴۰ Po پولونیوم [۴۹۷]	۳۴۱ At استانتین [۴۹۸]	۳۴۲ Rn رادون [۴۹۹]	۳۴۳ Fr فرانسییم [۵۰۰]	۳۴۴ Ra رادیوم [۵۰۱]	۳۴۵ Ac اکتییم [۵۰۲]	۳۴۶ Th توریم [۵۰۳]	۳۴۷ Pa پروتاکتینیم [۵۰۴]	۳۴۸ U اورانیوم [۵۰۵]	۳۴۹ Np نپتونیم [۵۰۶]	۳۵۰ Pu پلوتونیم [۵۰۷]	۳۵۱ Am امریسیم [۵۰۸]	۳۵۲ Cm کوریوم [۵۰۹]	۳۵۳ Bk برکلیم [۵۱۰]	۳۵۴ Cf کالیفرنیم [۵۱۱]	۳۵۵ Es ایشتنیم [۵۱۲]	۳۵۶ Fm فرمیوم [۵۱۳]	۳۵۷ Md مندلویف [۵۱۴]	۳۵۸ No نوبلیوم [۵۱۵]	۳۵۹ Lr لوئیزیوم [۵۱۶]	۳۶۰ Hf هافنیم [۵۱۷]	۳۶۱ Ta تانتال [۵۱۸]	۳۶۲ W تنگستن [۵۱۹]	۳۶۳ Re رنتگنیم [۵۲۰]	۳۶۴ Os اوسمیم [۵۲۱]	۳۶۵ Ir ایریدیم [۵۲۲]	۳۶۶ Pt پلاتین [۵۲۳]	۳۶۷ Au طلا [۵۲۴]	۳۶۸ Hg جیوه [۵۲۵]	۳۶۹ Tl تالیم [۵۲۶]	۳۷۰ Pb سرب [۵۲۷]	۳۷۱ Bi بیسموت [۵۲۸]	۳۷۲ Po پولونیوم [۵۲۹]	۳۷۳ At استانتین [۵۳۰]	۳۷۴ Rn رادون [۵۳۱]	۳۷۵ Fr فرانسییم [۵۳۲]	۳۷۶ Ra رادیوم [۵۳۳]	۳۷۷ Ac اکتییم [۵۳۴]	۳۷۸ Th توریم [۵۳۵]	۳۷۹ Pa پروتاکتینیم [۵۳۶]	۳۸۰ U اورانیوم [۵۳۷]	۳۸۱ Np نپتونیم [۵۳۸]	۳۸۲ Pu پلوتونیم [۵۳۹]	۳۸۳ Am امریسیم [۵۴۰]	۳۸۴ Cm کوریوم [۵۴۱]	۳۸۵ Bk برکلیم [۵۴۲]	۳۸۶ Cf کالیفرنیم [۵۴۳]	۳۸۷ Es ایشتنیم [۵۴۴]	۳۸۸ Fm فرمیوم [۵۴۵]	۳۸۹ Md مندلویف [۵۴۶]	۳۹۰ No نوبلیوم [۵۴۷]	۳۹۱ Lr لوئیزیوم [۵۴۸]	۳۹۲ Hf هافنیم [۵۴۹]	۳۹۳ Ta تانتال [۵۵۰]	۳۹۴ W تنگستن [۵۵۱]	۳۹۵ Re رنتگنیم [۵۵۲]	۳۹۶ Os اوسمیم [۵۵۳]	۳۹۷ Ir ایریدیم [۵۵۴]	۳۹۸ Pt پلاتین [۵۵۵]	۳۹۹ Au طلا [۵۵۶]	۴۰۰ Hg جیوه [۵۵۷]	۴۰۱ Tl تالیم [۵۵۸]	۴۰۲ Pb سرب [۵۵۹]	۴۰۳ Bi بیسموت [۵۶۰]	۴۰۴ Po پولونیوم [۵۶۱]	۴۰۵ At استانتین [۵۶۲]	۴۰۶ Rn رادون [۵۶۳]	۴۰۷ Fr فرانسییم [۵۶۴]	۴۰۸ Ra رادیوم [۵۶۵]	۴۰۹ Ac اکتییم [۵۶۶]	۴۱۰ Th توریم [۵۶۷]	۴۱۱ Pa پروتاکتینیم [۵۶۸]	۴۱۲ U اورانیوم [۵۶۹]	۴۱۳ Np نپتونیم [۵۷۰]	۴۱۴ Pu پلوتونیم [۵۷۱]	۴۱۵ Am امریسیم [۵۷۲]	۴۱۶ Cm کوریوم [۵۷۳]	۴۱۷ Bk برکلیم [۵۷۴]	۴۱۸ Cf کالیفرنیم [۵۷۵]	۴۱۹ Es ایشتنیم [۵۷۶]	۴۲۰ Fm فرمیوم [۵۷۷]	۴۲۱ Md مندلویف [۵۷۸]	۴۲۲ No نوبلیوم [۵۷۹]	۴۲۳ Lr لوئیزیوم [۵۸۰]	۴۲۴ Hf هافنیم [۵۸۱]	۴۲۵ Ta تانتال [۵۸۲]	۴۲۶ W تنگستن [۵۸۳]	۴۲



مثال ۲: شماره گروه عنصر Mn ۷ را تعیین می‌کنیم. گاز نجیب قبل از این عنصر Ar ۱۸ است. بنابراین مقدار X برای Mn ۲۵ برابر با $25 - 18 = 7$ است. بر این اساس، عنصر Mn به گروه ۷ تعلق دارد.

استثنا: روش فوق در تناوب ششم و تناوب هفتم کاربرد ندارد؛ زیرا در این دو تناوب عنصرهای دسته f قرار دارند. همچنین توجه داشته باشید که برای عنصرهای B و Al ، اختلاف عدد اتمی عنصر با گاز نجیب نزدیک‌تر، برابر $+3$ است ولی شماره گروهشان ۱۳ می‌باشد.

مثال: اکنون برای نمونه، شماره دوره و گروه Cd ۴۸ را تعیین می‌کنیم.



$$X = 48 - 54 = -6 \rightarrow \text{شماره گروه} = 12 - 6 = 12$$

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

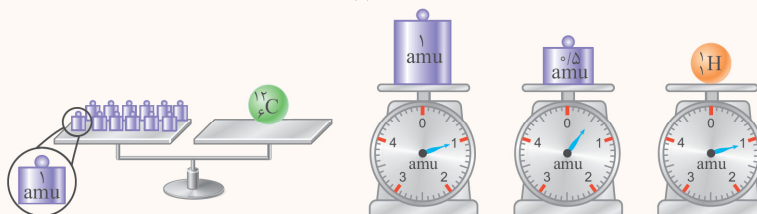
برای تعیین تعداد عنصرهای موجود میان دو عنصر مشخص در جدول تناوبی از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

$$1 - (\text{اختلاف عدد اتمی دو عنصر A و B}) = \text{تعداد عنصرهای موجود میان دو عنصر A و B}$$

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 حالی که عدد اتمی آن‌ها یک واحد با هم اختلاف دارد.

جرم اتمی عناصرها

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 $\frac{1}{12}$ 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 ۱ amu می‌نامند؛ به این ترتیب مقیاسی به دست می‌آید که به کمک آن می‌توان جرم همه اتم‌ها را اندازه‌گیری کرد. اگر در این ترازوی فرضی به جای $\frac{1}{12}$ ایزوتوپ کربن-۱۲، ایزوتوپ 1H قرار گیرد، جرم $1/1008 \text{ amu}$ به دست می‌آید.

۳) با تعریف amu، شیمی‌دان‌ها موفق شدند جرم اتمی دیگر عناصرها و همچنین جرم ذره‌های زیراتمی را اندازه‌گیری کنند. در این مقیاس جرم پروتون و نوترون در حدود ۱ amu بوده و جرم الکترون ناچیز و در حدود $1/1836 \text{ amu}$ است.

برخی ویژگی‌ها و نمایش ذره‌های زیراتمی

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

$$\left. \begin{array}{l} \text{جرم نسبی} = 0 \\ \text{بار نسبی} = -1 \end{array} \right\} \text{مثال } {}_1^0e \rightarrow X \text{ جرم نسبی بار}$$

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

نام ذره	نماد	بار الکتریکی نسبی	جرم (amu)	جرم (g)
الکترون	${}_1^0e$	-۱	۰/۰۰۰۵	9.109×10^{-28}
پروتون	${}_1^1p$	+۱	۱/۰۰۷۳	1.673×10^{-24}
نوترون	${}_1^1n$	۰	۱/۰۰۸۷	1.675×10^{-24}

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 در نظر گرفت.

۴) جرم نوترون اندکی بیشتر از پروتون است که قابل چشم‌پوشی است. از این رو می‌توان جرم نسبی پروتون و نوترون را برابر واحد یا یک در نظر گرفت.

۵) از آنجایی که جرم الکترون ناچیز و جرم پروتون و نوترون حدود ۱ amu است، برای یک اتم عدد جرمی و جرم اتمی برحسب amu یکسان در نظر گرفته می‌شود. برای مثال جرم اتم 7Li را می‌توان ۷ amu 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}Cl و یک اتم ^{37}Cl است. به عبارت دیگر $75/8\%$ درصد از اتم‌های کلر را ^{35}Cl و $24/2\%$ درصد آن‌ها را ^{37}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** به کار می‌رود. برای محاسبه جرم اتمی میانگین عنصری که از ایزوتوپ‌هایی با جرم‌های $M_1, M_2, \dots, M_n$ و با درصدهای فراوانی $F_1, F_2, \dots, F_n$ تشکیل شده است، از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

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

مثال اتم آهن در طبیعت به صورت دو ایزوتوپ با جرم‌های 55 و 59 یافت می‌شود. اگر فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر 20% درصد باشد، جرم اتمی میانگین آهن به صورت زیر محاسبه می‌شود.

درصد ^{59}Fe = 20% درصد فراوانی

درصد ^{55}Fe = $100 - 20 = 80\%$ درصد فراوانی

$$\text{جرم اتمی میانگین آهن} = \left(\frac{80}{100} \times 55\right) + \left(\frac{20}{100} \times 59\right) = 55.8 \text{ amu}$$

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 محاسبه جرم اتمی میانگین عنصری که از ایزوتوپ‌هایی با جرم $M_1, M_2, \dots, M_n$ با نسبت‌های فراوانی $f_1, f_2, \dots, f_n$ تشکیل شده است، از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

$$\text{جرم اتمی میانگین} = f_1 M_1 + f_2 M_2 + \dots + f_n M_n$$

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 به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$\left. \begin{array}{l} \text{نسبت فراوانی } ^{18}\text{X} = \frac{1}{1+4} = \frac{1}{5} \\ \text{نسبت فراوانی } ^{19}\text{X} = \frac{4}{1+4} = \frac{4}{5} \end{array} \right\} \text{جرم اتمی میانگین} = \left(\frac{1}{5} \times 18\right) + \left(\frac{4}{5} \times 19\right) = 18.8 \text{ amu}$$

جرم مولی

شیمی‌دان‌ها به 6.02×10^{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 23 گرم است، به معنی آن است که یک مول سدیم 23 گرم دارد.

یک amu چند گرم است؟

برای پاسخ به این سؤال کافی است همان مثال کربن 12 را دوباره در نظر بگیریم. یک مول اتم کربن 12 یعنی تعداد 6.02×10^{23} اتم کربن 12 ، جرمی معادل 12 گرم دارد. اکنون تعیین می‌کنیم یک اتم ^{12}C چند گرم است:

جرم	تعداد اتم کربن - 12
$12/000 \text{ g}$	6.02×10^{23}
x	1

$$\Rightarrow x = \frac{12/000 \times 1}{6.02 \times 10^{23}} = 1.992 \times 10^{-23} \text{ g}$$

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

$$1 \text{ amu} = \frac{1.992 \times 10^{-23} \text{ g}}{12} = 1.66 \times 10^{-24} \text{ g}$$

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

رابطه 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 12 برابر $12/000 \text{ amu}$ و جرم یک مول اتم کربن 12 برابر $12/000$ گرم است. (جرم مولی کربن 12 ، برابر $12/000$ گرم یا 12 گرم بر مول است.) توجه داشته باشید که مورد بالا برای یک ایزوتوپ کربن (12) بیان شد و در مورد **عنصر کربن**، جرم مولی برابر با جرم اتمی میانگین این عنصر (با در نظر گرفتن همه ایزوتوپ‌های آن) می‌باشد.

$$\text{جرم یک عدد اتم } ^{12}\text{C} = 12/000 \text{ amu}$$

$$\text{جرم یک مول اتم } ^{12}\text{C} = 12/000 \text{ g}$$

$$12/01 \text{ g} = \text{جرم مولی عنصر کربن (جرم اتمی میانگین)}$$



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 $1 \text{ mol C} = 12.01 \text{ g C}$ ، می‌توان دو عامل تبدیل به صورت زیر نوشت:

$$\frac{1 \text{ mol C}}{12.01 \text{ g C}}, \quad \frac{12.01 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}}$$

$$? \text{ mol C} = 0.4 \text{ g C} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12.01 \text{ g C}} = 0.033 \text{ mol C}$$

بنابراین برای تبدیل جرم 0.4 g کربن به مول‌های آن می‌توان نوشت:

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 معادله شیمیایی، ماده مورد نظر را به اتم‌های سازنده‌اش تفکیک می‌کنیم و سپس بر اساس اطلاعات و مجهولات مسئله، از روابط زیر استفاده می‌کنیم.

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

نکته ۱: N_A نشان‌دهنده عدد آووگادرو یا عدد 6.02×10^{23} است.

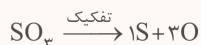
نکته ۲: منظور از ضریب در تناسب‌های فوق، ضریب استوکیومتری ماده مورد نظر در معادله موازنه‌شده است.

نکته ۳: صورت کسرهای از صورت مسأله خوانده می‌شود و ضرایب استوکیومتری موجود در مخرج کسرهای از معادله موازنه‌شده دیده می‌شود.

مثال ۱: تعداد اتم‌ها در $\frac{1}{4}$ مول گوگرد تری‌اکسید کدام است؟

$$4 \quad (1) \quad 6.02 \times 10^{23} \quad (2) \quad 2.01 \times 10^{23} \quad (3) \quad 1.8 \times 10^{24} \quad (4)$$

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



$$\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{اتم}}{\text{اتم} \times N_A} \Rightarrow \frac{\frac{1}{4} \text{ mol SO}_3}{1} = \frac{x \text{ atom (S, O)}}{(1+3) \times 6.02 \times 10^{23}} \Rightarrow x = 6.02 \times 10^{23} \text{ atom}$$

روش دوم:

$$? \text{ atom} = \frac{1}{4} \text{ mol SO}_3 \times \frac{4 \text{ mol atom}}{1 \text{ mol SO}_3} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ atom}}{1 \text{ mol atom}} = 6.02 \times 10^{23} \text{ atom}$$

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 کسرهای استفاده می‌کنیم.

مثال ۲: 3.1×10^{20} مولکول نیتروژن برابر چند مول نیتروژن است؟

$$2 \times 10^{-4} \quad (1) \quad 2 \times 10^{-4} \quad (2) \quad 5 \times 10^{-3} \quad (3) \quad 5 \times 10^{-4} \quad (4)$$

پاسخ روش اول:

$$\frac{\text{مولکول}}{\text{ضریب} \times N_A} = \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{3.1 \times 10^{20} \text{ molecule } N_2}{1 \times 6.02 \times 10^{23}} = \frac{x \text{ mol } N_2}{1} \Rightarrow x = 5 \times 10^{-4} \text{ mol } N_2$$

روش دوم:

$$? \text{ mol } N_2 = 3.1 \times 10^{20} N_2 \times \frac{1 \text{ mol } N_2}{6.02 \times 10^{23} N_2} = 5 \times 10^{-4} \text{ mol } N_2$$

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

$$\text{سایر کسرهای} = (\text{تعداد اتم } 2) \times \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} = (\text{تعداد اتم } 1) \times \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$$

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

پاسخ روش اول:

$$\frac{\text{گرم متان}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \times (\text{تعداد اتم}) = \frac{\text{گرم } \text{CO}_2}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{8 \text{ g CH}_4}{1 \times 16} \times 5 = \frac{x \text{ g CO}_2}{1 \times 44} \Rightarrow x = 11 \text{ g CO}_2$$

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.

$$? \text{ mol atom} = 8 \text{ g CH}_4 \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{16 \text{ g CH}_4} \times \frac{5 \text{ mol atom}}{1 \text{ mol CH}_4} = 2.5 \text{ mol atom}$$

اکنون تعیین می‌کنیم در چند گرم CO_2 تعداد ۲.۵ مول مولکول وجود دارد.

$$? \text{ g CO}_2 = 2.5 \text{ mol CO}_2 \times \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 11 \text{ g CO}_2$$



کیهان زادگاه 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 مطالعه 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 سیاره اورانوس و سیاره دیگر، شناسنامه 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 عناصرها 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 مشاهده ستارگان در پی فهم نظام و قانون‌مندی در آسمان بوده است.

(۲) فضاپیمای وویجر ۱ پیش از خروج از سامانه خورشیدی از فاصله تقریبی ۷ میلیارد کیلومتری تصویری از زمین گرفت.

(۳) مطالعه کیهان به ویژه سامانه خورشیدی گاهی در راستای پاسخ به چگونگی پدید آمدن هستی است.

(۴) با بررسی نوع و مقدار عنصرهای سازنده برخی سیاره‌های سامانه خورشیدی و مقایسه آن با عنصرهای سازنده 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 پرسشی «چگونگی پدید آمدن هستی» و «چگونگی پدید آمدن جهان هستی» در قلمرو علم تجربی نمی‌گنجد.

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

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

مقایسه مشتری و زمین و پیدایش جهان هستی

☆ ۶- کدام عبارت زیر نادرست است؟

(۱) یکی از نتایج مقایسه عنصرهای سازنده سیاره‌هایی مانند زمین و مشتری، ارائه نظریه 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 سیاره مشتری درست است؟

(آ) در مقایسه با زمین، در فاصله 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 شناسنامه آن‌ها را تهیه کنند و بفرستند.

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

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

(آزمون گاج)



(آزمون گاج)

۸- چه تعداد از عبارتهای زیر درست است؟

- دومین عنصر فراوان در سیاره زمین، چهارمین عنصر فراوان در سیاره مشتری است.
 - ششمین عنصر فراوان در سیاره مشتری، ششمین عنصر فراوان در سیاره زمین است.
 - یک ستاره فقط حاوی عنصرهای هیدروژن و هلیوم است.
 - درصد فراوانی هیدروژن در سیاره مشتری، بیشتر از درصد فراوانی عنصر آهن در سیاره زمین است.
- ۴ (۱) ۳ (۲) ۲ (۳) ۱ (۴)

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 سیارههایی که فاصله بیشتری از خورشید دارد، عنصر کربن فراوانی بیشتری از عنصر اکسیژن دارد.
- ت) سیاره مشتری بیشتر از جنس گاز است و ابعاد بزرگتری از زمین دارد.
- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

(آزمون گاج)

۱۰- درون ستارهها، عنصرهای مانند به عنصرهای تبدیل می شوند.

- ۱) سنگین تر - لیتیم - سبک تر - آهن
- ۲) سنگین تر - طلا - سبک تر - کربن
- ۳) سبک تر - لیتیم - سنگین تر - آهن
- ۴) سبک تر - طلا - سنگین تر - کربن

(آزمون گاج)

۱۱- مقایسه درست میان درصد فراوانی گازهای نجیب هلیوم (a)، نئون (b) و آرگون (c) در سیاره مشتری به کدام صورت است؟

- 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 می دهند؟

- آ) سحابی ها → هلیوم → هیدروژن → ذره های زیراتمی → مهبانگ
- ب) عنصرهایی مانند کربن و لیتیم → عنصرهایی مانند آهن و طلا → هلیوم → هیدروژن
- پ) هیدروژن و هلیوم → سحابی ها → ذره های زیراتمی → مهبانگ
- ت) پراکندگی عنصرها در فضا → انفجار بزرگ → ستاره ها → سحابی ها
- 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 هلیوم، یک اتم ایزوتوپ ^{24}Mg می تواند به وجود آید؟

(ریاضی خارج ۹۸)

(از تبادل انرژی و تغییرات اندک جرم صرف نظر شود.)

- ۴ (۱) ۶ (۲) ۸ (۳) ۱۲ (۴)

عدد اتمی و عدد جرمی

(آزمون گاج)

۱۴- چه تعداد از عبارتهای زیر در ارتباط با عدد اتمی درست است؟

- خواص شیمیایی اتمهای هر عنصر به عدد اتمی آن وابسته است.
 - عدد اتمی، شمار پروتونهای هسته هر اتم را بیان می کند و با نماد Z نشان داده می شود.
 - اغلب هستههایی که نسبت عدد جرمی به عدد اتمی آنها برابر یا بیش از ۱/۵ باشد، ناپایدارند و با گذشت زمان متلاشی می شوند.
 - عدد اتمی آخرین عنصر جدول دوره ای برابر با ۱۰۸ است.
- ۴ (۱) ۳ (۲) ۲ (۳) ۱ (۴)

۱۵- با توجه به داده های جدول روبه رو، چه تعداد از رابطه های (آ) تا (ت) درست است؟

اتم یا یون	عدد اتمی	تعداد الکترون ها	تعداد نوترون ها	عدد جرمی
M	Z	e	N	A
M^{2+}	Z'	e'	N'	A'

$$\text{آ) } A' = A + 2$$

$$\text{ب) } e' = e + 2$$

$$\text{پ) } N' = N + 2$$

$$\text{ت) } Z = e' + 2$$

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

(آزمون گاج)

۱۶- عدد جرمی عنصر M برابر ۹۱ و تفاوت شمار پروتون ها و نوترون های موجود در هسته آن برابر با ۱۱ است. یون M^{2+} دارای چند الکترون است؟

- ۳۸ (۱) ۴۲ (۲) ۵۳ (۳) ۴۹ (۴)



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

- (۱) ${}^{2Z+4}_Z B$ (۲) ${}^{2Z+2}_Z B$ (۳) ${}^{A-6}_Z B$ (۴) ${}^{A-3}_Z B$

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

- (۱) ۶۲ (۲) ۶۶ (۳) ۸۴ (۴) ۸۸

۲۰- در یون X^{8-} 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 اندازه بار کاتیون B، بیشتر از پروتون‌های B است.
(پ) نوترون‌های A به اندازه 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_7^- کدام است؟ (${}^1_1H, {}^{31}_{15}P, {}^{16}_8O, {}^{127}_{53}I, {}^{19}_9F$)

- (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؟ (${}^{32}_{16}S, {}^{16}_8O, {}^{14}_7N$)

- (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 $\frac{Z}{A-Z} \leq \frac{1}{3}$ 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؟

■ 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



☆ 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 غده تیروئید، با تزریق یون حاوی ^{99}Tc در خون، این غده به جای یون یدید، 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

(آزمون گاج)

☆ ۳۰- چه تعداد از عبارت‌های زیر در ارتباط با فلز تکنسیم نادرست است؟

- 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؟



- (آ) شکل (a) تصویر غده تیروئید ناسالم را نشان می‌دهد.
 (ب) یونی که این غده تولیدکننده آن است، اندازه تقریباً یکسانی با یون حاوی ^{99}Tc دارد.
 (پ) یون ^{99}Tc را در یک مولد هسته‌ای، به مقدار نسبتاً زیاد تولید و نگهداری می‌کنند.
 (ت) پس از جذب یون حاوی ^{99}Tc در این غده و افزایش مقدار آن، امکان تصویربرداری فراهم می‌شود.

(۱) صفر (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳

(آزمون گاج)

☆ ۳۲- چه تعداد از مواردی که زیر آن‌ها خط کشیده شده، نادرست است؟

- «تکنسیم - ^{99}Tc » نخستین عنصری بود که در آزمایشگاه شیمی ساخته شد. این رادیوایزوتوپ در تصویربرداری پزشکی کاربرد ویژه‌ای دارد. بیشتر تکنسیم - ^{99}Tc موجود در جهان باید به طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته شود. از آن‌جا که هزینه 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

(آزمون گاج)

☆ ۳۳- چه تعداد از عبارت‌های زیر در ارتباط با اورانیم درست‌اند؟

- (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 - ^{235}U در مخلوط طبیعی اورانیم، کم‌تر از ۷٪ درصد است.
 (پ) دانشمندان هسته‌ای ایران موفق شدند طی فرایند غنی‌سازی ایزوتوپی با تولید اورانیم - ^{235}U 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 ^3H گلوکز نشان‌دار می‌شود.
 (ب) یاخته‌های توده سرطانی، برخلاف سلول‌های عادی، از گلوکز نشان‌دار استفاده می‌کنند.
 (پ) پسماندهای راکتورهای اتمی نیز خاصیت پرتوزایی دارند و دفع آن‌ها از جمله چالش‌های صنایع هسته‌ای است.
 (ت) گلوکز نشان‌دار جمع‌شده در توده سرطانی، با آزاد کردن پرتوهای پر انرژی، امکان تشخیص یا خنثی‌سازی سرطانی را در برابر آشکارساز پرتو ایجاد می‌کند.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

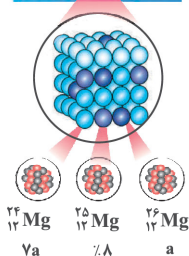
☆ ۳۵- با توجه به شکل مقابل که ایزوتوپ‌های منیزیم و فراوانی آن‌ها را در یک نمونه طبیعی از آن نشان می‌دهد، چه تعداد از

عبارت‌های پیشنهادشده درست هستند؟

- به ازای هر ۵۰۰۰ اتم منیزیم موجود در طبیعت، ^{24}Mg ایزوتوپ 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 نمونه طبیعی از اتم‌های منیزیم، برخلاف اتم‌های لیتیم، ایزوتوپ سبک‌تر، پایداری بیشتری دارد.

(۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) ۱

(آزمون گاج)





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 $4/2$ درصد برسد، به تقریب فراوانی آن ۶ برابر شده است.
 (ت) از نخستین عنصر ساخت بشر، برای تصویربرداری از غده تیروئید استفاده می‌شود.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

(ریاضی نوبت اول ۱۴۰۲)

۳۷- چند مورد از مطالب زیر، درست است؟

- 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 چرخه تولید سوخت هسته‌ای می‌باشد.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

(آزمون گاج)

۳۸- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

- (آ) اورانیم کمیاب‌ترین فلز پرتوزایی است که یکی از ایزوتوپ‌های آن، اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود.
 (ب) باگسترش 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 نمونه طبیعی از عنصر هیدروژن همانند عنصر منیزیم مخلوطی از سه ایزوتوپ است.

(۱) صفر (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳

(تجربی داخل ۹۸)

۳۹- نسبت شمار نوترون‌ها به شمار پروتون در سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی عنصر هیدروژن، کدام است؟

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

(آزمون گاج)

۴۰- چه تعداد از عبارت‌های زیر در ارتباط با استفاده از گلوکز نشان‌دار برای تشخیص توده سرطانی درست است؟

- منظور از گلوکز نشان‌دار، گلوکز حاوی اتم پرتوزا است که به جریان خون تزریق می‌شود.
- تجمع گلوکز نشان‌دار در نواحی نزدیک به توده سرطانی، بیشتر از قسمت‌های دیگر بدن است.
- با تجمع گلوکز نشان‌دار در توده سرطانی، امکان تجمع گلوکز معمولی در آن ناحیه از بین می‌رود.
- وجود گلوکز نشان‌دار موجب آزادشدن چند پروتئین 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 $7/0$ 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.

(تجربی خارج ۹۸)

☆ ۴۲- چند مورد از مطالب زیر، درباره ^{99}Tc درست است؟

- (آ) در تصویربرداری از غده تیروئید، کاربرد دارد.
 (ب) نخستین عنصری است که در واکنشگاه هسته‌ای ساخته شد.
 (پ) اندازه یون آن درست به اندازه یون یدید 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

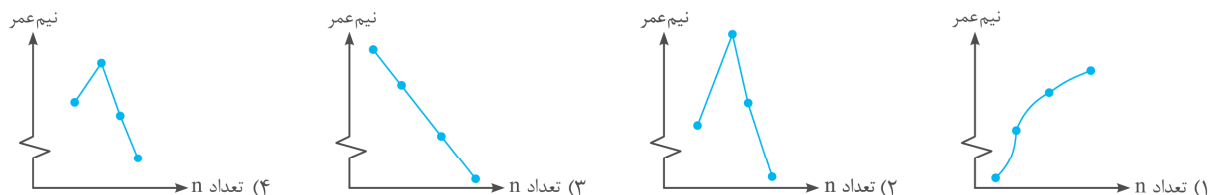
(آزمون گاج)

شمار نوترون‌های هسته رادیوایزوتوپ B به شمار نوترون‌های هسته رادیوایزوتوپ A کدام است؟

(۱) $\frac{6}{5}$ (۲) ۲ (۳) $\frac{3}{2}$ (۴) $\frac{7}{5}$



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



۴۵- چه تعداد از عبارت‌های زیر در مورد اتم ${}^{238}_{92}\text{U}$ که دارای ۱۴ نوترون می‌باشد، درست است؟

(آ) سنگین ترین 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 نیم عمر

۴۶- نیم عمر رادیوایزوتوپ طبیعی هیدروژن ${}^3_1\text{H}$ ۱۲ سال است. از نمونه‌ای به جرم ۱۲ گرم از این ایزوتوپ پس از گذشت ۲۹۶ ماه، چند گرم ماده اولیه باقی می‌ماند؟

(۱) ۸ (۲) ۶ (۳) ۴ (۴) ۳

۴۷- اگر در طی ۱۲ سال، جرم اولیه ماده‌ای $87/5\%$ کاهش پیدا کند، نیم عمر این ماده بر حسب سال کدام است؟

(۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۶

۴۸- اگر نیم عمر عنصر فرضی X، ۲ ساعت باشد و پس از گذشت ۱۶ ساعت مقدار جرم باقی‌مانده از عنصر X برابر با مقدار جرم تجزیه شده عنصر Y باشد، نیم عمر

عنصر فرضی Y چند ساعت است؟ (جرم اولیه ماده X، ۱۹۲ برابر جرم اولیه ماده Y است.)

(۱) ۸ (۲) ۲ (۳) ۴ (۴) $0/5$

۴۹- در هر ساعت جرم اولیه یک ماده پرتوزا نصف می‌شود. برای تجزیه $93/75\%$ از این ماده چند ساعت زمان لازم است و اگر جرم اولیه آن برابر 40° گرم باشد، پس از

گذشت ۳ ساعت، چند گرم از ماده اولیه باقی می‌ماند؟

(۱) $5 - 4$ (۲) $5 - 5$ (۳) $4 - 4$ (۴) $4 - 5$

۵۰- جرم یک نمونه رادیوم پرتوزا در هر ساعت $66/6\%$ کاهش می‌یابد. در نمونه‌ای به جرم ۸۱ گرم از این ماده، پس از ۳ ساعت، چند گرم رادیوم 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 نیم عمر 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) $33/3$ (۲) ۴۰ (۳) $66/6$ (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 ${}^{12}\text{C}$ و ${}^{13}\text{C}$ را در نظر 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 $\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}:\text{HCN}$)

(۱) $3 - 6$ (۲) $4 - 6$ (۳) $3 - 9$ (۴) $4 - 9$

۵۴- اکسیژن دارای سه ایزوتوپ (${}^{16}\text{O}$, ${}^{17}\text{O}$, ${}^{18}\text{O}$) 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) $6 - 18$ (۲) $7 - 10$ (۳) $7 - 18$ (۴) $6 - 10$

۵۵- گوگرد دارای دو ایزوتوپ ${}^{32}\text{S}$ و ${}^{34}\text{S}$ و کلر دارای دو ایزوتوپ ${}^{35}\text{Cl}$ و ${}^{37}\text{Cl}$ می‌باشد. چند نوع مولکول مختلف برای دی‌گوگرد ($\text{Cl}-\text{S}-\text{S}-\text{Cl}$) 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 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ چند جرم مختلف وجود دارد و تعداد نوترون‌ها در سنگین‌ترین آن‌ها چند عدد است؟ (^{16}O ، ^{14}N ، ^1H)
- (۱) ۲۵ - ۶۹ (۲) ۲۶ - ۶۹ (۳) ۲۵ - ۶۸ (۴) ۲۶ - ۶۸

جدول دوره‌ای (تناوبی) عناصر

- 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 عناصر به طور مشابه تکرار می‌شود.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

(آزمون گاج)

- ۵۸- نماد شیمیایی چه تعداد از عنصرهای زیر، تک‌حرفی است؟

- آهن ● سیلیسیم ●
نیکل ● اورانیم ●
صفر (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

(آزمون گاج)

- ۵۹- کدام یک از مطالب زیر نادرست است؟

- (۱) مجموع شماره 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.

(ریاضی داخل ۹۶)

- ۶۰- گازهای نجیب در کدام گروه جدول تناوبی عناصر، جای دارند و تفاوت عدد اتمی گاز نجیب دوره اول و دوره سوم کدام است؟

(۱) ۱۷ - ۱۶ (۲) ۱۷ - ۱۸ (۳) ۱۸ - ۱۷ (۴) ۱۸ - ۱۶

(آزمون گاج)

- ۶۱- چه تعداد از عبارت‌های زیر در ارتباط با گازهای نجیب نادرست است؟

- 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 دو حرفی است.
● در سیاره 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

(آزمون گاج)

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

(۱) ۲۹ - ۳۷ (۲) ۲۹ - ۳۵ (۳) ۲۷ - ۳۵ (۴) ۲۷ - ۳۷

(آزمون گاج)

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

- 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 Y و D و X (۲) A و X و Y و D (۳) X و A و Y و D (۴) X و A و D و Y

- ۶۵- عدد اتمی عنصری که با ^{36}S هم‌گروه و با ^{38}Sr هم‌دوره است می‌باشد و خواص شیمیایی عنصر ^{33}X به خواص شیمیایی عنصر شماره شباهت بیشتری دارد.

(۱) ۳۴ - ۳۷ (۲) ۵۲ - ۳۷ (۳) ۳۴ - ۵۱ (۴) ۵۲ - ۵۱

(آزمون گاج)

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

(ریاضی خارج ۱۴۰۱)

(۱) ۳۴، چهارم (۲) ۲۹، چهارم (۳) ۳۴، پنجم (۴) ۳۹، پنجم



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 نمونه 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 هزینه 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)

(تجربی داخل ۱۴۰۱)

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

- شماره گروه ● شماره دوره ● شمار ایزوتوپ‌ها
 ● عدد اتمی ● عدد جرمی ● شمار پروتون‌ها و الکترون‌های اتم
 ● شمار نوترون‌های اتم ● زیرلایه در حال پر شدن اتم

۱ (۱) شش ۲ (۲) پنج ۳ (۳) چهار ۴ (۴) سه

(آزمون گاج)

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

۴ (۱) ۹ (۲) ۸ (۳) ۵ (۴)

(آزمون گاج)

۷۰- عنصر A در دوره پنجم و گروه سیزدهم جدول و عنصر X در دوره ششم و گروه هشتم جدول جای دارد. تفاوت عدد اتمی A و X کدام است؟

۲۳ (۱) ۲۷ (۲) ۳۷ (۳) ۱۳ (۴)

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

A partial periodic table with elements labeled A, B, C, D, E, and G. Element A is at the top right, B is below it, C is at the bottom left, D is in the middle left, E is in the middle right, and G is below B.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

(آ) فرمول یون پایدار عنصر B، به صورت 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.

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

A (۱) B (۲) C (۳) S (۴)

(آزمون گاج)

۷۳- عدد اتمی چه تعداد از عنصرهای جدول دوره‌ای، مشابه شماره گروه آن‌هاست؟

۶ (۱) ۷ (۲) ۸ (۳) ۱۰ (۴)

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

A partial periodic table with elements labeled A, B, C, D, E, and G. Element A is at the top right, B is below it, C is at the bottom left, D is in the middle left, E is in the middle right, and G is below B.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

(آ) عنصر E با عنصر شماره ۵۰ هم گروه است.

(ب) اختلاف عدد اتمی عنصر A با عنصری که هم گروه D و هم دوره G باشد، برابر ۳۴ است.

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

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

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

(آ) یون حاوی X در عکس‌برداری غده تیروئید، اندازه مشابهی با یون پایدار عنصر Y دارد.

(ب) خواص شیمیایی عنصر Z، مشابه با خواص شیمیایی نیتروژن (N) است.

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

(ت) عنصر شماره ۱۴ با E هم گروه و با B هم دوره است.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

A partial periodic table with elements labeled A, B, C, D, E, G, X, and Y. Element A is at the top right, B is below it, C is at the bottom left, D is in the middle left, E is in the middle right, G is below B, X is below D, and Y is below G.



جرم اتمی عناصرها

☆ ۷۶- کدام گزینه درست است؟

- (۱) همواره در یک اتم، A بزرگتر از Z است.
 (۲) یکای جرم اتمی (amu) برابر $\frac{1}{12}$ جرم اتمی میانگین عنصر کربن است.
 (۳) جرم $^{12}_1\text{H}$ دقیقاً برابر با جرم $^{12}_6\text{C}$ است.
 (۴) در یون عنصر $^{22}_{10}\text{X}$ ممکن نیست تعداد n با تعداد e برابر باشد.

(ریاضی داخل ۹۹)

☆ ۷۷- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

- (آ) جرم اتمی ^1_1H اندکی از ۱amu بیشتر است.
 (ب) عنصر $^{35}_{17}\text{X}$ با عنصر $^{37}_{17}\text{Y}$ هم گروه و با عنصر $^{31}_{15}\text{Z}$ هم دوره 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 می شود.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

☆ ۷۸- اگر جرم الکترون به تقریب برابر $\frac{1}{1836}$ جرم هر یک از ذره های پروتون و نوترون فرض شود، نسبت جرم الکترون ها در اتم $^{22}_{10}\text{A}$ ، به جرم این اتم به کدام کسر نزدیک تر است؟

(تجربی داخل ۸۹)

(۱) $\frac{1}{1000}$ (۲) $\frac{1}{2000}$ (۳) $\frac{1}{4000}$ (۴) $\frac{1}{5000}$

☆ ۷۹- نسبت جرم الکترون ها در یون $^{b}_{a}\text{X}^{q+}$ به جرم خود یون به تقریب برابر با $\frac{1}{4800}$ است. حاصل $\frac{b}{a-q}$ کدام است؟

(آزمون گاج)

(۱) $\frac{3}{6}$ (۲) $\frac{2}{4}$ (۳) $\frac{1}{2}$ (۴) ۳

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

(۱) ^1_1H (۲) ^2_1H (۳) ^3_1H (۴) در هر سه ایزوتوپ تعداد ذرات زیراتمی برابر است.

۸۱- عنصرهای A و D به ترتیب خانه های شانزدهم و بیستم جدول تناوبی را اشغال می کنند. اگر شمار پروتون ها و نوترون های اتم هر کدام از عنصرهای A و D برابر باشد، نسبت مجموع جرم الکترون های اتم A به جرم کل اتم D به تقریب کدام است؟

(آزمون گاج)

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

☆ ۸۲- اگر جرم پروتون 1.84×10^{-24} برابر جرم الکترون، جرم نوترون 1.85×10^{-24} برابر جرم الکترون و جرم الکترون برابر 9.1×10^{-31} amu در نظر گرفته شود، جرم تقریبی یک اتم ^2_1H

(ریاضی داخل ۹۳)

برابر چند گرم خواهد بود؟ ($1\text{amu} = 1.66 \times 10^{-24}\text{g}$)

(۱) 4.96×10^{-24} (۲) 9.112×10^{-24} (۳) 4.34×10^{-22} (۴) 9.115×10^{-22}

۸۳- منیزیم و اکسیژن، هر یک دارای ۳ ایزوتوپ می باشند که کمترین تفاوت جرمی ممکن را دارند. چه تعداد از عبارات زیر در رابطه با ترکیب های یونی حاصل از اتم های این دو عنصر درست است؟ (سبک ترین ایزوتوپ دو عنصر: $^{24}_{12}\text{Mg}$ و $^{16}_8\text{O}$)

(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 نمونه ای آزمایشگاهی درصد فراوانی تمامی اتم ها برابر باشد، جرم میانگین این ترکیب یونی برابر ۴۲amu است.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

☆ ۸۴- نسبت جرم الکترون ها در یون $^{y}_{x}\text{A}^{q-}$ به جرم خود یون به تقریب برابر با $\frac{1}{4400}$ است. حاصل $\frac{y}{x+q}$ کدام است؟

(آزمون گاج)

(۱) $\frac{2}{4}$ (۲) $\frac{1}{8}$ (۳) $\frac{2}{2}$ (۴) $\frac{1}{6}$

۸۵- چند الکترون در اثر مالش باید از سطح یک کره پلاستیکی جدا شود تا تغییر وزن آن با یک ترازو با حساسیت 10^{-4} میلی گرم، قابل اندازه گیری باشد و این تعداد الکترون به تقریب چند کولن بار الکتریکی دارد؟ (جرم الکترون 9.1×10^{-31} و بار الکتریکی آن 1.6×10^{-19} C است.)

(ریاضی داخل ۹۵)

(۱) 3.01×10^{-22} ، 1.78×10^{-3} (۲) 1.11×10^{-23} ، 1.66×10^{-4} (۳) 3.01×10^{-22} ، 1.648×10^{-3} (۴) 1.11×10^{-23} ، 1.78×10^{-4}

۸۶- تعداد اتم های موجود در ۱ گرم ^1_1H با تعداد اتم ها در کدام گزینه برابر است؟ (از جرم الکترون صرف نظر کرده و جرم پروتون و نوترون را برابر ۱amu فرض کنید.)

(۱) مخلوط 10^{-5} گرم ^2_1H و 10^{-5} گرم ^3_1H (۲) مخلوط ۱ گرم ^2_1H و 10^{-5} گرم ^3_1H

(۳) مخلوط ۱ گرم ^2_1H و ۱ گرم ^3_1H (۴) ۳ گرم ^2_1H و ۲ گرم ^3_1H



۸۷- اگر $\frac{1}{4}$ 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: $20/1 \text{ amu}$)

(آ) جرم اتمی عناصر کوچک‌تر می‌شود. (ب) نسبت جرم‌های اتمی عناصر به هم ثابت می‌ماند.

(پ) چگالی عناصر تغییر می‌کند. (ت) عدد جرمی اتم‌ها کوچک‌تر می‌شود.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

جرم اتمی میانگین

۸۸- عنصر ${}^{82}\text{Kr}$ دارای دو ایزوتوپ است. اگر در طبیعت به ازای هر ایزوتوپ سبک‌تر آن، چهار ایزوتوپ سنگین‌تر وجود داشته باشد و جرم اتمی میانگین کریپتون، $83/8 \text{ amu}$ باشد، جرم اتمی ایزوتوپ سبک‌تر چند amu است؟ (جرم هر پروتون و نوترون را 1 amu فرض کنید، تعداد نوترون‌های ایزوتوپ سنگین‌تر، $\frac{4}{3}$ تعداد پروتون‌های آن است.)

(۱) ۸۲ (۲) ۸۳ (۳) ۸۴ (۴) ۸۱

۸۹- اگر عنصری دارای سه ایزوتوپ با جرم‌های اتمی $27/9 \text{ amu}$ ، $29/9 \text{ amu}$ و 30 amu به ترتیب با فراوانی 92% ، 5% و 3% باشد، جرم اتمی میانگین آن، برابر چند amu است؟ (تجربی نوبت اول ۱۴۰۲)

(۱) $28/063$ (۲) $28/892$ (۳) $29/054$ (۴) $29/951$

۹۰- عنصر فرضی X دارای دو ایزوتوپ سبک و سنگین با جرم اتمی 14 amu و 16 amu و جرم اتمی میانگین $14/2 \text{ amu}$ است. نسبت شمار اتم‌های ایزوتوپ سنگین به سبک، در آن کدام است؟ (ریاضی داخل ۹۸)

(۱) $\frac{1}{8}$ (۲) $\frac{1}{9}$ (۳) $\frac{1}{10}$ (۴) $\frac{1}{11}$

۹۱- مخلوطی از اتم‌های هیدروژن شامل 15% از سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی 6% از پایدارترین رادیوایزوتوپ ساختگی و 25% 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) $5/20$ (۲) $4/60$ (۳) $5/05$ (۴) $4/45$

۹۲- عنصر ${}^{18}\text{X}$ با جرم اتمی میانگین $36/8 \text{ g.mol}^{-1}$ ، دارای سه ایزوتوپ طبیعی است که یکی از آن‌ها دارای 20 نوترون و فراوانی 20% و دیگری 18 نوترون با فراوانی 70% است. شمار نوترون‌های ایزوتوپ دیگر کدام است؟ (جرم پروتون و نوترون را یکسان و برابر 1 amu در نظر بگیرید.) (تجربی خارج ۹۰)

(۱) ۲۱ (۲) ۲۲ (۳) ۲۳ (۴) ۲۴

ایزوتوپ	جرم اتمی (amu)	درصد فراوانی
${}^{50}\text{Cr}$	$49/95$	$4/3$
${}^{52}\text{Cr}$	$51/95$	$83/7$
${}^{54}\text{Cr}$	$53/95$	$2/5$

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 $52/009 \text{ amu}$ باشد، جرم اتمی چهارمین ایزوتوپ آن چند amu است؟ (آزمون گاج)

(۱) $48/95$ (۲) $50/95$ (۳) $52/95$ (۴) $54/95$

۹۴- کلر در طبیعت دارای دو ایزوتوپ با جرم اتمی 35 amu و 37 amu و کربن دارای دو ایزوتوپ با جرم اتمی 12 amu و 13 amu 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 24 amu و 27 amu است که در شکل زیر باید به ترتیب با دایره‌های سفید و سیاه رنگ نشان داده شوند. اگر جرم اتمی میانگین این عناصر برابر $26/7 \text{ amu}$ 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 تیتانیوم دارای پنج ایزوتوپ با عدد جرمی 46 ، 47 ، 48 ، 49 و 50 است. اگر فراوانی ایزوتوپ سوم، به ترتیب 10 برابر فراوانی ایزوتوپ اول، 30 برابر فراوانی ایزوتوپ دوم، 15 برابر فراوانی ایزوتوپ چهارم و $7/5$ برابر فراوانی ایزوتوپ آخر باشد، جرم اتمی میانگین تیتانیوم در این نمونه چند amu است؟ (عدد جرمی ایزوتوپ‌ها برابر جرم اتمی آن‌ها فرض شود.) (آزمون گاج)

(۱) $47/95$ (۲) $48/075$ (۳) $47/095$ (۴) $48/75$

۹۷- عنصر مس دارای دو ایزوتوپ با عددهای جرمی 63 و 65 است. اگر جرم اتمی میانگین مس $63/5$ باشد، درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر کدام است؟

(۱) 25% (۲) 40% (۳) 50% (۴) 75%



☆ ۹۸- با توجه به داده‌های جدول زیر، جرم مولکولی ترکیب A_4X_3 ، چند amu است؟

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

(عدد جرمی را برابر جرم اتمی با یکای amu در نظر بگیرید.) (ریاضی خارج ۹۵)

- (۱) $213/6$ (۲) $203/4$ (۳) $198/5$ (۴) $188/7$

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 $91/32 \text{amu}$ 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

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

تقریب کدام است؟ (آزمون گاج)

- (۱) $224/8$ (۲) $223/6$ (۳) $224/4$ (۴) $222/8$

☆ 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) $1/075$ ، ۶ (۲) $1/025$ ، ۴ (۳) $1/075$ ، ۴ (۴) $1/025$ ، ۶

۱۰۲- عنصر A دارای ۳ ایزوتوپ به جرم‌های ۴۰، ۴۲ و ۴۴ بر حسب amu است. اگر جرم اتمی میانگین آن $42/8 \text{amu}$ و فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ آن $\frac{1}{3}$ فراوانی ایزوتوپ با جرم 42amu باشد، فراوانی ایزوتوپ ^{44}A چند درصد است؟

- (۱) ۲۵ (۲) ۲۵ (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 $86/4$ 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) ۶۰، ۲۰ (۲) ۴۰، ۴۰ (۳) ۳۰، ۵۰ (۴) ۲۰، ۶۰

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 $52/7 \text{amu}$ و جرم هر پروتون و هر نوترون را 1amu در نظر بگیرید.) (آزمون گاج)

- (۱) ۱۰ (۲) ۲۰ (۳) ۳۰ (۴) ۴۰

۱۰۵- در یک نمونه 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) $24/35$ (۲) $24/40$ (۳) $24/65$ (۴) $24/70$

☆ ۱۰۶- جرم اتمی میانگین یک نمونه از اتم‌های اکسیژن که شامل ^{16}O ، ^{17}O و ^{18}O می‌باشد، برابر با $16/9 \text{amu}$ است. اگر درصد فراوانی ^{17}O در این نمونه دو برابر درصد فراوانی ^{16}O باشد، درصد فراوانی ایزوتوبی از اکسیژن که $5/418 \times 10^{23}$ عدد از اتم آن $15/3$ گرم جرم دارد، کدام است؟

- (۱) $17/5$ (۲) $27/5$ (۳) ۴۵ (۴) ۵۵

☆ ۱۰۷- یون پایدار A^{2-} ، ۱۸ الکترون دارد. عنصر A دارای ۳ ایزوتوپ با جرم اتمی میانگین $33/3$ می‌باشد که ایزوتوپ $^{Z}_Z A$ 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 $50/95 \text{amu}$ فرض شود.)

(تجربی داخل ۹۹) (۱) $29/5$ ، $35/5$ (۲) $17/5$ ، $47/5$ (۳) ۱۵، ۵۰ (۴) $14/5$ ، $50/5$

۱۰۹- اتم فرضی A دارای سه ایزوتوپ به جرم‌های اتمی، ۲۰، ۲۱ و ۲۲ در مقیاس amu است. اگر جرم اتمی میانگین آن $21/4 \text{amu}$ 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



پاسخ‌های 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 می دهند؟

بررسی همه موارد

آ و ب تنها پرسش اول در چارچوب علم تجربی نیست و پاسخ آن براساس اعتقادات و آموزه های وحیانی داده می شود.

پ) شیمی دان ها با مطالعه خواص و رفتار ماده و همچنین برهم کنش نور با ماده، سهم بسزایی در پاسخ به پرسش های دوم و سوم داشته اند.

ت) مأموریت فضاپیمای وویجر ۱ و ۲ در راستای شناخت عنصرهای موجود در برخی سیاره ها و پاسخ به پرسش های دوم و سوم بوده است.

۲ | ۲ فضاپیمای وویجر ۱ و ۲ مأموریت داشتند با گذر از کنار سیاره های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون، شناسنامه فیزیکی و شیمیایی آن ها را تهیه کنند و بفرستند.

۳ | ۴ هر چهار عبارت درست هستند.

بررسی عبارتها

آ و ب) مأموریت فضاپیمای 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 سیاره های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون اطلاعاتی شامل نوع عنصرهای سازنده این سیاره ها، ترکیب های شیمیایی در اتمسفر آن ها و ترکیب درصد مواد موجود در آن ها را جمع آوری کنند.

۴ | ۳ پاسخ به چگونگی پدید آمدن هستی در قلمرو علم تجربی نمی گنجد و انسان در چارچوب اعتقاد و بینش خود و در پرتو آموزه های وحیانی می تواند 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 نمی گنجد، اما پرسش 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 شیمی دان ها قرار ندارد.

بررسی گزینه ها

۱) یافته هایی از قبیل توزیع ناهمگون عنصرها در جهان و از جمله در سیاره های زمین و مشتری، سبب شد که دانشمندان بتوانند چگونگی پیدایش عنصرها را توضیح دهند و نظریه هایی از قبیل مهبانگ ارائه شود.

۲) در واکنش های شیمیایی که در پدیده های طبیعی پیرامون ما و در زندگی روزانه رخ می دهد، انرژی مبادله شده بسیار کمتر از انرژی مبادله شده در واکنش های هسته ای است.

۳) درون ستاره ها، همانند خورشید در دماهای بسیار بالا و واکنش های هسته ای رخ می دهد.

۴) سحابی ها مجموعه های گازی هستند که سبب پیدایش ستاره ها و کهکشان ها می شوند.

۷ | ۴ هر چهار عبارت پیشنهاد شده در ارتباط با سیاره مشتری درست هستند.

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

بررسی عبارتها

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

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

ستارگان؛ کارخانه تولید عنصرها هستند.

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

۹ | ۴ بررسی عبارتها

آ) فراوان ترین عنصر زمین آهن و فراوان ترین عنصر مشتری هیدروژن است.

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

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

ت) جنس سیاره مشتری بیشتر از گاز است و این سیاره ابعاد و اندازه بزرگ تری از زمین دارد.

۱۰ | ۳ درون ستاره ها طی واکنش های هسته ای، عنصرهای سبک تر مانند لیتیم و کربن به عنصرهای سنگین تر مانند آهن و طلا تبدیل می شوند.

۱۱ | ۲ مقایسه میان درصد فراوانی گازهای نجیب هلیوم، نئون و آرگون در سیاره 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 ذره های زیراتمی p, e, n → مهبانگ

سحابی ها → عنصرهای H و He →

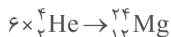
هم چنین الگو و روند تشکیل عنصرها به صورت زیر است:

عنصرهایی سبک مانند لیتیم، کربن و ... → هلیوم → هیدروژن

عنصرهایی سنگین تر مانند آهن، طلا و ... →

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

۱۳ | ۲ فراوان ترین ایزوتوپ عنصر هلیوم، ${}^4\text{He}$ است. بنابراین برای تولید هر اتم ${}^{24}\text{Mg}$ نیاز به ۶ اتم ${}^4\text{He}$ می باشد.



۱۴ | ۳ عبارت های اول و دوم درست هستند.

بررسی عبارتهای نادرست

● اغلب هسته هایی که نسبت شمار نوترون ها به عدد اتمی (شمار پروتون ها) آن ها برابر یا بیش از ۱/۵ باشد، ناپایدارند و با گذشت زمان متلاشی می شوند.

● عدد اتمی آخرین عنصر جدول دوره ای برابر با ۱۱۸ است.

۱۵ | ۱ فقط رابطه «ت» درست است. هنگامی که یک اتم به یون تبدیل می شود، فقط تعداد الکترون های آن تغییر می کند.

بررسی عبارتها

$$e' = e - 2 \quad \text{ب)}$$

$$Z = Z' = e' + 2 \quad \text{ت)}$$

$$A' = A \quad \text{ا)}$$

$$N = N' \quad \text{پ)}$$

۱۶ | ۱

$${}^{91}\text{M} \begin{cases} p+n=91 \\ n-p=11 \end{cases} \Rightarrow p=40, n=51$$

$${}^{40}\text{M} \begin{cases} p=40 \\ e=40 \end{cases} \quad {}^{40}\text{M}^{2+} \begin{cases} p=40 \\ e=40-2=38 \end{cases}$$



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

$$A_A = A_B \Rightarrow n_A + p_A = n_B + p_B \quad (ت)$$

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

مطابق داده‌های سؤال می‌توان نوشت:

$$X = (-2) - (+2) + 8 = (شمار پروتون‌های A) - (شمار پروتون‌های X)$$

$$\Rightarrow 12 = (شمار پروتون‌های A) - (شمار پروتون‌های X)$$

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

$$= (شمار نوترون‌های A) - (شمار نوترون‌های X)$$

$$+ (شمار پروتون‌های A) - (شمار پروتون‌های X)$$

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

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

ابتدا تعداد ذره‌های زیراتمی باردار (الکترون‌ها و پروتون‌ها) را در HPO_4^{2-}

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

$$50 = 48 + 2 = 50 \quad \text{تعداد الکترون‌ها}$$

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

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

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

مطابق داده‌های سؤال با توجه به عدد جرمی A، یون A^{2-} فقط می‌تواند

آرایش گاز نجیب 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.

$$(عدد جرمی A) - (عدد جرمی X)$$

$$= \frac{(نوترون‌های A) - (نوترون‌های X)}{x}$$

$$+ [(پروتون‌های A) - (پروتون‌های X)]$$

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

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

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

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

تنها عبارت «ت» درست است.

بررسی عبارت‌ها

(آ) در مورد 4H و 5H این عبارت صدق نمی‌کند.

(ب) در بین ایزوتوپ‌های طبیعی هیدروژن، 1H ناپایدار و پرتوزا است.

(پ) در میان ایزوتوپ‌های هیدروژن با عدد جرمی 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 همه 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.

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

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.

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

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

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

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

در نتیجه نماد این عنصر به صورت مقابل است:

با توجه به اطلاعات مربوط به X^+ می‌توان نوشت:

$$\left. \begin{aligned} e &= 79 \\ p &= 79+1=80 \\ n &= p+(\cdot 50p) \Rightarrow n = \frac{3}{4}p \Rightarrow n = \frac{3}{4} \times 80 = 60 \end{aligned} \right\} X^+$$

$$\Rightarrow A = n+p = 60+80 = 140$$

با توجه به بار یون‌های X^{2-} و D^{2+} و با توجه به این که 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، $13+4=17$ و عدد جرمی X، $226-17=209$ واحد بیشتر از عدد جرمی X است.

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

روش اول: تشکیل دو معادله و دو مجهول:

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

$$\frac{n-e=9}{2n=90 \Rightarrow n=45}$$

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

روش دوم: استفاده از فرمول:

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

روش اول: تشکیل دو معادله و دو مجهول:

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

$$\frac{n-e=46}{2n=278 \Rightarrow n=139}$$

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

روش دوم: استفاده از فرمول:

$$Z = \frac{A - \Delta x + (\text{بار با علامت جبری})}{2} = \frac{235 - 46 + (+3)}{2} = \frac{192}{2} = 96$$

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 به صورت B^{m+} نشان دهیم، می‌توانیم روابط زیر را بنویسیم:

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

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

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



۲۸ عبارت‌های اول و دوم درست هستند. (به جدول صفحه 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 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 غده تیروئید، غده تیروئید همراه با یون ^{99}Tc رانیز 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 هزینه تولید آن زیاد است و صرفه اقتصادی ندارد.

۳۰ 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.
- همه تکنسیم موجود در جهان باید به طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته شود.

۳۱ عبارت‌های «ب» و «پ» نادرست هستند.

بررسی عبارت‌های نادرست

ب) غده 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 تکنسیم - ۹۹ (^{99}Tc) نخستین عنصری بود که در واکنش‌گاه (راکتور) هسته‌ای ساخته شد. این رادیوایزوتوپ در تصویربرداری پزشکی کاربرد ویژه‌ای دارد. همه تکنسیم - ۹۹ موجود در جهان باید به طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته شود. از آن‌جا که نیم‌عمر 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 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 عبارت‌های «آ» و «ب» نادرست هستند.

بررسی همه عبارت‌ها

آ) ایزوتوپ ^2H ، رادیوایزوتوپ نیست و پایدار است.
 ب) در توده سرطانی تجمع‌ی از هر دو نوع مولکول گلوکز معمولی و گلوکز حاوی اتم پرتوزا وجود دارد.
 پ) پسماندهای راکتورهای اتمی نیز پرتوزا هستند و دفع آن‌ها از چالش‌های مهم صنعت هسته‌ای محسوب می‌شوند.
 ت) بدون شرح!

۳۵ تمامی عبارت‌ها درست هستند.

بررسی عبارت‌ها

$$7a + 8 + a = 100 \Rightarrow 8a = 92 \Rightarrow a = 11/5$$

۱۱/۵٪: درصد فراوانی ^{26}Mg

$$\Rightarrow {}^{26}\text{Mg} \text{ شمار ایزوتوپ} = 5000 \times \frac{11/5}{100} = 550$$

● بدون شرح!

● فراوانی ایزوتوپ ^{25}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 (^3H) نیز تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها برابر با ۱ است.
 ● در یک نمونه طبیعی از اتم‌های منیزیم، ایزوتوپ سبک‌تر (^{24}Mg) پایداری بیشتری دارد. اما در یک نمونه طبیعی از اتم‌های لیتیم، ایزوتوپ سنگین‌تر (^7Li) پایداری بیشتری دارد.

۳۶ فقط عبارت «ب» نادرست است.

بررسی عبارت‌ها

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

$$\frac{26}{118} \times 100 = 22\%$$

ب) در میان عنصرهای فراوان در مشتری، هلیوم گاز نجیب است و اکسید نمی‌شود. پ) فراوانی ایزوتوپ ^{235}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 (^{99}Tc) است که برای تصویربرداری از غده تیروئید استفاده می‌شود.

۳۷ فقط عبارت اول، نادرست است.

بررسی عبارت‌های نادرست

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

۳۸ 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) نیم‌عمر ایزوتوپ ^3H بیشتر از ۱۰ سال است.

۳۹ سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی عنصر هیدروژن، ^3H است.

$$^3\text{H}: \begin{cases} +1\text{p} = 1 \\ +1\text{n} = 2 \end{cases} \Rightarrow \frac{\text{شمار n}}{\text{شمار p}} = \frac{2}{1} = 2$$

۴۰ به جز عبارت سوم، سایر عبارت‌ها درست هستند.

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

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



۴۸

مدت زمان تجزیه = تعداد دفعات تجزیه عنصر X
نیم عمر

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

$${}^n X = \frac{\text{جرم اولیه } X}{\text{جرم باقیمانده } X} \Rightarrow X = \frac{192}{4} = 48$$

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

$$Y = \frac{\text{مدت زمان تجزیه } Y}{\text{تعداد دفعات تقسیم}} = \frac{16}{2} = 8 = \text{نیم عمر } Y$$

۴۹

تجزیه ۹۳/۷۵٪ از ماده به معنای باقی ماندن ۶/۲۵٪ از ماده اولیه است.

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

بر این اساس جرم ماده اولیه، ۴ بار نصف شده است. از آن جایی که زمان نیمه عمر ماده ۱ ساعت است، پس از گذشت ۴ ساعت، جرم ماده اولیه، $\frac{1}{16}$ می شود. اکنون بررسی می کنیم که پس از گذشت ۳ ساعت چند گرم از ماده اولیه باقی می ماند.

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

۵۰

کاهش ۶۶/۶ درصدی معادل کاهش $\frac{2}{3}$ از جرم اولیه است. بنابراین با گذشت هر ساعت، مقدار اولیه $\frac{2}{3}$ کاهش می یابد و به بیان دیگر در هر ساعت مقدار ماده $\frac{1}{3}$ می شود. بنابراین مقدار باقی مانده از رابطه زیر تعیین می شود.

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

۵۱

ابتدا فرض می کنیم در مخلوط اولیه، a گرم از ماده A و b گرم از ماده B وجود داشته است.

$$\frac{\text{زمان کل}}{\text{زمان نیم عمر}} = n \text{ و } \frac{\text{جرم اولیه}}{2^n} = \text{جرم باقی مانده (معادله ۱)} \Rightarrow a+b=24$$

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

$$n_B = \frac{\Delta t}{T_B} = \frac{40}{40} = 1 \Rightarrow \frac{a}{2^2} + \frac{b}{2^1} = 3 \text{ (معادله ۲)}$$

از حل دو معادله ۱ و ۲، دو مجهول a و b به دست می آیند.

$$\begin{cases} a+b=24 \\ \frac{a}{4} + \frac{b}{2} = 3 \end{cases} \Rightarrow a=8, b=16$$

$$\Rightarrow \text{درصد } A \text{ در مخلوط اولیه} = \frac{8}{24} \times 100 = \frac{1}{3} \times 100 = 33.3\%$$

۵۲

ابتدا روابط مورد استفاده را در نظر بگیرید:

$$\frac{\text{جرم اولیه } A}{2^{n_A}} = \text{جرم باقی مانده } A, \frac{\text{جرم اولیه } B}{2^{n_B}} = \text{جرم باقی مانده } B$$

اگر فرض کنیم پس از گذشت زمان Δt ، جرم باقی مانده A و B برابر شود، می توانیم

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

روابط زیر را بنویسیم:

با توجه به سوال قبل که مقدار اولیه A برابر ۸ و مقدار اولیه B برابر ۱۶ گرم تعیین شد، روابط زیر را می نویسیم:

$$\Rightarrow \frac{\text{مقدار اولیه } A}{2^{n_A}} = \frac{\text{مقدار اولیه } B}{2^{n_B}} \Rightarrow \frac{8}{2^{n_A}} = \frac{16}{2^{n_B}} \Rightarrow \frac{\Delta t}{20} = \frac{\Delta t}{10}$$

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

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

۴۲

تنها عبارت «پ» نادرست است.

پ) یون یدید با یونی که حاوی ${}^{99}\text{Tc}$ است، اندازه تقریباً یکسانی دارد، بنابراین اندازه خود یون تکنسیم به اندازه یون یدید نیست.

۴۳

مقایسه میان پایداری رادیو ایزوتوپ های ساختگی هیدروژن به صورت زیر است:

$${}^1\text{H} > {}^2\text{H} > {}^3\text{H}$$

(رادیو ایزوتوپ A)

(رادیو ایزوتوپ B)

هسته رادیو ایزوتوپ B (${}^3\text{H}$) شامل ۶ نوترون و هسته رادیو ایزوتوپ A (${}^1\text{H}$) شامل ۴ نوترون است:

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

۴۴

فراوانی ایزوتوپ های ساختگی هیدروژن به صورت زیر است.

${}^1\text{H}$	${}^2\text{H}$	${}^3\text{H}$	${}^4\text{H}$
$1/4 \times 10^{-22}$	$9/1 \times 10^{-22}$	$2/9 \times 10^{-22}$	$2/3 \times 10^{-23}$
ثانیه	ثانیه	ثانیه	ثانیه

۴۵

عبارت های «آ»، «پ» و «ت» درست هستند.

با توجه به این که D دارای ۱۴ نوترون می باشد، تعداد پروتون را به دست می آوریم:

$$p+14 = (2 \times p) + 2 \Rightarrow p=12$$

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

بررسی عبارت ها

آ) سنگین ترین ایزوتوپ ${}^{26}\text{Mg}$ است.

ب) ناپایدارترین ایزوتوپ کمترین فراوانی را دارد.

پ) یون پایدارترین ایزوتوپ D به صورت مقابل است.

$${}^{24}\text{D}^{2+} : 1s^2 2s^2 2p^6 \text{ (زوج)}$$

ت) اتم ${}^{26}\text{Mg}$ در حالت خنثی دارای ۱۲ الکترون است.

۴۶

ابتدا زمان پرتو زایی را بر حسب سال تعیین می کنیم.

$$\Delta t = \frac{296}{12} = 24.6 \text{ سال (مدت پرتو زایی)}$$

حال تعداد دفعاتی که جرم ${}^3\text{H}$ (هیدروژن پرتوزا) نصف شده است را در این مدت به دست می آوریم:

$$n = \frac{\Delta t}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{24.6}{12.3} = 2$$

اکنون جرم ${}^3\text{H}$ باقی مانده را به دست می آوریم.

$$3g = \left(\frac{1}{2}\right)^n \times 12 = \left(\frac{1}{2}\right)^2 \times 12$$

۴۷

ابتدا فرض می کنیم جرم اولیه ماده، 100 گرم بوده است. در نتیجه پس از گذشت ۱۲ سال، $12/5$ گرم از آن باقی می ماند.

$$\frac{\text{جرم اولیه}}{2^n} = \frac{100}{2^4} = 12.5 \Rightarrow \frac{100}{2^n} = 12.5 \Rightarrow n=3$$

$$\Rightarrow 2^n = \frac{100}{12.5} = 8 \Rightarrow n=3$$

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



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 دوره اول جدول تناوبی ${}^4\text{He}$ و گاز نجیب دوره سوم جدول تناوبی ${}^{18}\text{Ar}$ است.

Ar و He تفاوت عدد اتمی $18 - 2 = 16$

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

گازهای نجیب عبارتند از:

${}^4\text{He}$, ${}^{10}\text{Ne}$, ${}^{18}\text{Ar}$, ${}^{36}\text{Kr}$, ${}^{84}\text{Xe}$, ${}^{86}\text{Rn}$, ${}^{118}\text{Og}$

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

عنصرهای ۴۷ و ۳۷ در دوره 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 داده شده، اختلاف عدد اتمی عنصرهای ${}^{13}\text{A}$ و ${}^{31}\text{Y}$

با گاز نجیب هم‌دوره‌شان ۵ واحد است و این دو عنصر هم‌گروه می‌باشند. هم‌چنین با

توجه به عدد اتمی دو گاز نجیب متوالی ${}^{18}\text{Ar}$ و ${}^{36}\text{Kr}$ ، عنصرهای ${}^{19}\text{X}$ و ${}^{36}\text{D}$

در یک دوره قرار دارند.

۶۵ | ۴ عنصر ${}^{16}\text{S}$ در گروه ۱۶ جدول دوره‌ای و عنصر ${}^{38}\text{Sr}$ در دوره پنجم

جدول دوره‌ای قرار دارد. عدد اتمی عنصری که در دوره پنجم و گروه ۱۶ جدول قرار

دارد ۲ واحد کوچک‌تر از گاز نجیب دوره پنجم (${}^{84}\text{Xe}$) و برابر ۵۲ است.

هم‌چنین عنصر ${}^{33}\text{X}$ در گروه ۱۵ جدول دوره‌ای قرار دارد و خواص شیمیایی آن به

عنصر شماره ۵۱ که با آن هم‌گروه است، شباهت بیشتری دارد.

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

روش اول: استفاده از معادله - مجهول:

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

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

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

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 دوره چهارم جدول قرار دارد؛ چون عدد اتمی این عنصر

دو واحد کمتر از عدد اتمی گاز نجیب دوره چهارم یعنی ${}^{36}\text{Kr}$ است.

روش سرعتی: برای محاسبه عدد اتمی (شمار پروتون‌ها) نیازی به انجام محاسبات نبود؛

زیرا با توجه به عدد اتمی‌های موجود در گزینه‌ها (۳۹ و ۳۲) 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 ۱۹!

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

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_p)،

به صورت طبیعی یافت نمی‌شوند.

۵۳ | ۲ با توجه به اینکه برای هیدروژن ایزوتوپ‌های طبیعی (${}^1\text{H}$ ، ${}^2\text{H}$ و ${}^3\text{H}$) و برای کربن دو ایزوتوپ ${}^{12}\text{C}$ و ${}^{13}\text{C}$ در نظر گرفته شده، می‌توان ساختارهای زیر را برای HCN رسم کرد:

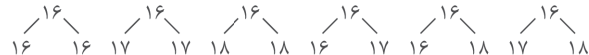


همانطور که می‌بینید، بدون در نظر گرفتن جرم اتمی N، برای ترکیب‌های رسم شده،

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.



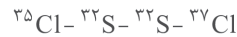
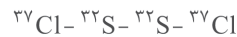
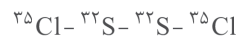
با توجه به این که اکسیژن مرکزی می‌تواند با ایزوتوپ‌های ${}^{17}\text{O}$ و ${}^{18}\text{O}$ جایگزین شود، تعداد

مولکول‌های رسم شده 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.

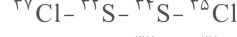
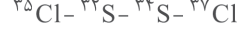
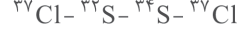
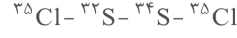
۵۵ | ۴ اگر ایزوتوپ‌های گوگرد یکسان باشند، از تغییر ایزوتوپ‌های کلر، ۶ نوع

مولکول مختلف حاصل می‌شود.



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

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



(توجه داشته باشید که در دو مولکول آخر در یکی ${}^{35}\text{Cl}$ به ${}^{37}\text{S}$ و در دیگری به

${}^{34}\text{S}$ متصل شده و این دو با هم متفاوتند.)

۵۶ | ۲ فرمول شیمیایی آمونیوم کربنات به صورت $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ است.

= تعداد ترکیب‌های با جرم مختلف

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

$$= 2 \times [15 + (4 \times 3)] + 13 + (18 \times 3) = 121$$

$$= 2 \times [14 + (4 \times 1)] + 12 + (16 \times 3) = 96$$

$$\Rightarrow 121 - 96 + 1 = 26$$

$$N = 15 - 7 = 8, H = 3 - 1 = 2,$$

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

$$= 69 = [8 + (4 \times 2)] \times 2 + 7 + (3 \times 10)$$

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 U , Ni , Mg , Si , Fe و Tc است.



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

بررسی عبارت‌ها

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

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

۳) عنصر G دو خانه عقب‌تر از گاز نجیب دوره پنجم (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 شماره ۱۴ در گروه ۱۴ و دوره سوم قرار دارد و با E هم‌گروه نیست.

۷۶ | ۴ بررسی گزینه‌ها

۱) در اتم 1_1H ، $A = Z$ است.

۲) یکای جرم اتمی (amu) برابر با $\frac{1}{12}$ جرم ایزوتوپ کربن-۱۲ است نه جرم اتمی میانگین کربن.

۳) جرم هر اتم 1_1H که شامل یک پروتون و یک الکترون است، بیشتر از $1amu$ است. ($1.008amu$)

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

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

بررسی عبارت‌ها

۱) جرم اتمی 1_1H در حدود $1/1008$ برابر واحد جرم اتمی (amu) است.

۲) عنصر X معادل با برم است. این عنصر با کالر (عنصر $Z=37$) در گروه هفدهم و به همراه عنصر اسکاندیم (عنصر $Y=21$) در تناوب چهارم قرار گرفته است.

۳) 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.

۴) 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 Z_ZA 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، $\frac{m}{1836}$ می‌شود:

$$\text{جرم کل اتم} = \underbrace{(Z \times m)}_{\text{جرم پروتون‌ها}} + \underbrace{(Z \times m)}_{\text{جرم نوترون‌ها}} + \underbrace{\left(Z \times \frac{m}{1836}\right)}_{\text{جرم الکترون‌ها}} = 2Zm + \frac{Zm}{1836}$$

$$\Rightarrow \frac{\text{جرم الکترون‌ها}}{\text{جرم کل اتم}} = \frac{\frac{Zm}{1836}}{2Zm + \frac{Zm}{1836}} = \frac{\frac{1}{1836}}{2 + \frac{1}{1836}} \approx \frac{1}{4000}$$

(از کسر $\frac{1}{4000}$ در مخرج صرف‌نظر می‌شود).

۷۹ | ۲ با توجه به این‌که جرم الکترون را تقریباً برابر $\frac{1}{1836}$ جرم پروتون و یا جرم نوترون فرض می‌کنیم، می‌توان نوشت:

$$\frac{\text{جرم الکترون‌ها}}{\text{جرم یون}} = \frac{(a-q) \times \frac{1}{1836} amu}{b \times 1 amu} \Rightarrow \frac{a-q}{1836b} = \frac{1}{4000}$$

$$\Rightarrow \frac{a-q}{b} = \frac{1}{274} \Rightarrow \frac{b}{a-q} = 274$$

ب) شناخته شده‌ترین فلز پرتوزا، اورانیوم است. فراوانی ${}^{235}U$ در یک نمونه طبیعی اورانیوم، کمتر از ۱٪ است پس در یک نمونه 1000 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 دوره دوم، ۸ عنصر با اعداد اتمی ۳ تا ۱۰ وجود دارد که اگر این عنصرها به همراه ۸ عنصر نخست دسته d دوره 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:

$$49 = 54 - 5 = 13 - 18 = [\text{عدد اتمی گاز نجیب دوره ۵}] - [\text{عدد اتمی } A]$$

$$76 = 86 - 10 = 8 - 18 = [\text{عدد اتمی گاز نجیب دوره ۶}] - [\text{عدد اتمی } X]$$

$$76 - 49 = 27 \quad \text{بنابراین تفاوت عدد اتمی آن‌ها برابر است با:}$$

۷۱ | ۳ فقط عبارت «پ» نادرست است.

بررسی عبارت‌ها

آ) بدون شرح!

ب) عنصر E پنج خانه عقب‌تر از گاز نجیب هم‌دوره خود (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 Ar و عدد اتمی آن ۱۶ است. عنصر C دو خانه جلوتر از گاز نجیب 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 A, B, C 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_1H ، ${}^{13}_{13}Al$ ، ${}^{14}_{14}Si$ ، ${}^{15}_{15}P$ ، ${}^{16}_{16}S$ ، ${}^{17}_{17}Cl$ و ${}^{18}_{18}Ar$ ، عدد اتمی و شماره گروه با هم برابر است.

۷۴ | ۴ هر چهار عبارت درست هستند.

بررسی عبارت‌ها

۱) عنصر E و عنصر 50 هر دو در گروه ۱۴ قرار دارند.

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

$$43 - 9 = 34$$

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

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