

عنصرها چگونه پدید آمدند؟

۱ چند مورد از عبارتهای زیر درست بیان شده‌اند؟

الف) پاسخ به سوال «هستی چگونه پدید آمده است؟» در قلمرو علم تجربی نمی‌گنجد.

ب) سفر طولانی دو فضاپیمای وویجر ۱ و ۲ برای بررسی بیشتر ماه بوده است.

پ) شناسنامه سیاره‌ها می‌تواند شامل اطلاعاتی مانند نوع عنصرهای سازنده و ترکیب‌های شیمیایی

در اتمسفر آنها و ترکیب درصد این مواد باشد.

ت) انسان اولیه با نگاه به آسمان و مشاهده ستارگان در پی فهم نظام و قانونمندی در آسمان بوده

است.

۲ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۲ با توجه به شکل مقابل، کدام یک از موارد بیان شده، نادرست هستند؟

الف) درصد فراوانی عنصر گوگرد در هر دو سیاره یکسان است.

ب) قطر سیاره‌ی زمین بیشتر از قطر سیاره‌ی مشتری است.

پ) کمترین درصد فراوانی عناصر سازنده‌ی سیاره‌ی مشتری، مربوط به عنصر آرگون است.

ت) در سیاره‌ی زمین، بیش از هشت نوع عنصر یافت می‌شود.

۱) الف - ب - پ

۲) ب - پ - ت

۳) الف - ب

۴) پ - ت

۳ کدام گزینه در مورد سیاره‌های مشتری و زمین نادرست است؟

۱) آهن فراوان‌ترین عنصر در سیاره‌ی زمین می‌باشد.

۲) اکسیژن و گوگرد عنصرهای مشترک در دو سیاره‌ی زمین و مشتری هستند. (در میان ۸ عنصر فراوان)

۳) سیاره‌ی مشتری بیشتر از جنس گاز است.

۴) هلیوم (He) فراوان‌ترین عنصر در سیاره‌ی مشتری است.

۴ روند تشکیل عنصرها در کدام گزینه به درستی آمده است؟

۱) عنصرهای سنگین → عنصرهای سبک → ذره‌های زیراتمی → هیدروژن → هلیوم → مهبانگ

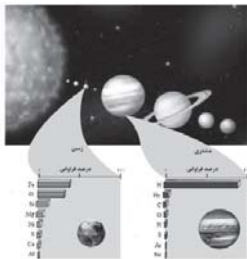
۲) عنصرهای سنگین → عنصرهای سبک → هلیوم → ذره‌های زیراتمی → هیدروژن → مهبانگ

۳) ذره‌های زیراتمی → هیدروژن → هلیوم → عنصرهای سبک → عنصرهای سنگین → مهبانگ

۴) عنصرهای سنگین → عنصرهای سبک → هلیوم → هیدروژن → ذره‌های زیراتمی → مهبانگ

۴۵٪

آذر ۹۶



۶۴٪

آبان ۹۶

۳۹٪

مهر ۹۶

۸۳٪

مهر ۹۷

۵ با توجه به نمودار زیر که نحوه تشکیل عناصر سنگین و سحابی را نشان می‌دهد، موارد الف، ب و پ به ترتیب از راست به چپ در کدام گزینه به درستی تکمیل شده‌اند؟

I) عناصر سنگین  $\rightarrow$  (الف) عناصر سبک

II) سحابی  $\rightarrow$  (پ) عنصر هیدروژن و عنصر... (ب)



%۹۱



مهر ۹۷

- ۱) واکنش‌های شیمیایی - هلیوم - سرد و متراکم شدن
- ۲) واکنش‌های هسته‌ای در دمای بسیار بالا - هلیوم - سرد و متراکم شدن
- ۳) واکنش‌های هسته‌ای در دمای بسیار بالا - کربن - افزایش دما
- ۴) واکنش‌های شیمیایی - کربن - افزایش دما

۶ در روند پیدایش عناصر، مجموعه‌ای شامل گازهای هیدروژن و هلیوم متراکم شده ..... نام دارد که بعدها سبب پیدایش ..... می‌شود. در درون ستاره‌ها بر اثر واکنش‌های ..... عناصر مختلف تولید می‌شود.



%۵۵



مرداد ۹۸

- ۱) سحابی - ستاره‌ها و کهکشان - هسته‌ای
- ۲) سحابی - ستاره‌ها و کهکشان - شیمیایی
- ۳) مهبانگ - ستاره‌ها و کهکشان - هسته‌ای
- ۴) مهبانگ - سحابی - شیمیایی

۷ با مقایسه درصد فراوانی عنصرها در دو سیاره زمین و مشتری می‌توان دریافت که:



%۸۲



مهر ۹۷

- ۱) گازهای نجیب بیشتری در کره زمین وجود دارد.
- ۲) عنصرهایی مانند هلیوم، نیتروژن، کربن، اکسیژن نسبت به عنصر هیدروژن، درصد کمتری از سیاره مشتری را تشکیل می‌دهند.
- ۳) در هر دو سیاره، عنصرهای فلزی وجود دارد اما درصد این عنصرها در سیاره مشتری، بیشتر است.
- ۴) به جز عنصر آهن، بقیه عنصرها کم‌تر از ۵۰ درصد فراوانی در کره زمین دارند.

۸ چه تعداد از مقایسه‌های زیر به درستی صورت گرفته است؟



%۶۴



شهریور ۹۶

- آ) فراوانی عنصر اکسیژن: زمین < مشتری
- ب) فاصله از خورشید: زمین < مشتری
- پ) شعاع سیاره: مشتری < زمین
- ت) قدمت رخداد: مهبانگ > تشکیل سحابی

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۹ چند مورد از عبارتهای زیر، صحیح است؟

- پس از پدید آمدن ذره‌های زیراتمی، عنصرهایی پا به عرصه جهان گذاشتند که جزو فراوان‌ترین عناصر سازنده سیاره مشتری هستند.
- درون ستاره‌ها همانند خورشید در دمای بالا، واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد که موجب می‌شوند عنصرهای تشکیل شده در ستاره در فضا پراکنده شوند.
- وجود عنصرهای مشترک بین دو سیاره زمین و مشتری نشان می‌دهد که عنصرها به صورت همگون در جهان هستی توزیع شده‌اند.
- فراوان‌ترین عنصر سازنده کره زمین جزو عنصرهایی است که پس از عنصرهای سبک‌تری مانند کربن، تولید شده‌اند.



%۵۹



آذر ۱۴۰۱

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۱۰ چند مورد از مطالب زیر درست است؟

- (الف) اختلاف درصد فراوانی دو عنصر فراوان تر سیاره مشتری نسبت به سیاره زمین، بیشتر است.  
 (ب) فراوان ترین عنصر سیاره زمین در گروه ۸ و دوره ۴ و فراوان ترین عنصر سیاره مشتری در گروه ۲ و دوره ۱ جدول دوره‌ای قرار دارد.  
 (پ) در سیاره زمین هر دو نوع عنصر فلزی و نافلزی وجود دارد، در حالی که در سیاره مشتری فقط عنصر فلزی موجود است.

(ت) فراوان ترین نافلز موجود در زمین، اکسیژن و فراوان ترین گاز نجیب موجود در مشتری، هلیم است.

۴۸٪  
آبان ۱۴۰۱

۱ (۱)      ۲ (۲)      ۳ (۳)      ۴ (۴)

آیا همه اتم‌های يك عنصر پایدارند؟

۱۱ ساده ترین نسبت تعداد الکترون‌های یون  $Fe^{2+}$  به تعداد نوترون‌های اتم  $Fe^{58}$  چه قدر است؟

۵۸٪  
شهریور ۹۶

۳ (۱)  $\frac{3}{4}$   
۱۳ (۲)  $\frac{13}{16}$   
۱ (۳)  $\frac{1}{8}$   
۱۳ (۴)  $\frac{13}{13}$

۱۲ اگر در عنصر X، اختلاف تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های درون هسته، ۱ واحد و عدد جرمی آن نیز برابر با ۳۵ باشد، عدد اتمی

این عنصر کدام است؟ (تعداد ذرات بدون بار در هسته‌ی این عنصر، بیشتر از تعداد ذرات باردار درون هسته‌اش است.)

۹۰٪  
شهریور ۹۶

۸ (۱)  
۹ (۲)  
۱۷ (۴)  
۱۸ (۳)

۱۳ با توجه اطلاعات داده شده در جدول زیر می‌توان دریافت که اطلاعات ردیف ..... و ستون ..... نادرست است.

ستون \ ردیف	(۱) تعداد پروتون‌ها	(۲) تعداد الکترون‌ها	(۳) تعداد نوترون‌ها
(۱) $Fe^{3+}_{26}{}^{56}$	۲۶	۲۳	۳۰
(۲) $Tc_{43}{}^{99}$	۴۳	۴۳	۵۶
(۳) $Cl^{-}_{17}{}^{37}$	۱۷	۱۸	۱۸

۶۸٪  
فروردین ۱۴۰۰

۲ ، ۱ (۱)  
۳ ، ۳ (۲)  
۳ ، ۱ (۴)  
۲ ، ۲ (۳)

۱۴ چند مورد از داده‌های جدول زیر درباره اطلاعات داده شده برای ایزوتوپ‌ها نادرست است؟

تعداد نوترون	تعداد الکترون	Z	A	نماد ایزوتوپ و ویژگی
۱۲	۱۲	۱۲	۲۶	$^{26}_{12}\text{Mg}$
۴۶	۴۳	۴۳	۹۹	$^{99}_{43}\text{Tc}$
۳۳	۲۶	۲۶	۵۹	$^{59}_{26}\text{Fe}^{2+}$

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)
- ۶۸٪ آبان ۹۹٪ آبان

۱۵ در عنصر فرضی  $^{131}_{54}\text{X}$ ، مقدار A برابر با ... و مقدار تقریبی  $\frac{A-Z}{Z}$  برابر با ... می‌باشد. (منظور از A، عدد جرمی و منظور

از Z، عدد اتمی عنصر مذکور است.)

- ۱) ۵۴ - ۵۸ / ۰  
۲) ۵۴ - ۴۲ / ۱  
۳) ۱۳۱ - ۴۲ / ۱  
۴) ۱۳۱ - ۵۸ / ۰
- ۸۹٪ آبان ۹۶٪ آبان

۱۶ نسبت اختلاف تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها در یون  $^{24}_{12}\text{Mg}^{2+}$  به اختلاف تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها در یون  $^{80}_{35}\text{Br}^{-}$  کدام است؟

- ۱)  $\frac{8}{7}$   
۲)  $\frac{4}{15}$   
۳)  $\frac{2}{9}$   
۴)  $\frac{7}{8}$
- ۹۲٪ آبان ۹۷٪ آبان

۱۷ کدام گزینه در ارتباط با رادیوایزوتوپ‌ها صحیح نمی‌باشد؟

- ۱) عنصر هیدروژن دارای ۴ رادیوایزوتوپ است.  
۲) با گذشت زمان متلاشی می‌شوند و مقدار قابل توجهی انرژی آزاد می‌کنند.  
۳) از آن‌ها در پزشکی، کشاورزی و سوخت نیروگاه‌های اتمی استفاده می‌شود.  
۴) پرتوزا و ناپایدار هستند.
- ۸۱٪ مهر ۹۸٪ مهر

۱۸ نسبت تعداد ایزوتوپ‌های طبیعی هیدروژن به تعداد ایزوتوپ‌های پرتوزای آن، چند برابر نسبت تعداد نوترون‌ها به تعداد

پروتون‌ها در سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی هیدروژن است؟

- ۱) ۴ / ۰  
۲) ۳ / ۰  
۳)  $\frac{5}{6}$   
۴)  $\frac{3}{15}$
- ۷۷٪ بهمن ۹۹٪ بهمن

۱۹ اگر تعداد نوترون‌های یون  ${}_{35}^{71}\text{Y}^{-}$  برابر با تعداد الکترون‌های یون  $\text{X}^{2+}$  باشد، و تعداد نوترون‌های عنصر  $\text{X}$  برابر ۵۰ باشد، عدد جرمی عنصر  $\text{X}$  چند است؟

- (۱) ۸۹  
(۲) ۸۸  
(۳) ۷۸  
(۴) ۸۵



۲۰ اگر در عنصر  ${}^{\text{A}}\text{E}$ ، نسبت تعداد نوترون‌ها به پروتون‌ها برابر با ۱ باشد و در یون  $\text{E}^{2-}$  نسبت تعداد الکترون‌ها به نوترون‌ها برابر با ۱/۲۵ باشد، عدد جرمی این عنصر کدام است؟

- (۱) ۱۶  
(۲) ۲۰  
(۳) ۱۴  
(۴) ۱۰



۲۱ ایزوتوپ‌های یک عنصر در چه تعداد از موارد زیر با هم تفاوت ندارند؟

(عدد اتمی - عدد جرمی - خواص شیمیایی - چگالی - جایگاه در جدول تناوبی)

- (۱) ۴  
(۲) ۳  
(۳) ۲  
(۴) ۱



۲۲ اگر در اتم خنثی  ${}_{\text{p}}^{\text{a}}\text{X}$ ، تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر ۶ باشد و عدد اتمی آن ۳ واحد از عدد اتمی گاز نجیب دوره چهارم جدول دوره‌ای کم‌تر باشد، مجموع  $\text{a}$  و  $\text{b}$  کدام است؟

- (۱) ۱۰۸  
(۲) ۱۰۵  
(۳) ۱۰۲  
(۴) ۱۰۷



۲۳ کدام عبارت در ارتباط با ایزوتوپ‌های هیدروژن نادرست است؟

(۱) یک نمونه طبیعی از هیدروژن شامل سه ایزوتوپ پایدار است.

(۲) پایدارترین ایزوتوپ هیدروژن  ${}^1\text{H}$  است.

(۳) هیدروژن دارای ۵ رادیوایزوتوپ است.

(۴) با افزایش تعداد نوترون‌های آن‌ها لزوماً پایداری ایزوتوپ به‌طور منظم کاهش نمی‌یابد.



۲۴ مطلب ارائه‌شده در کدام گزینه درست است؟

(۱) از هفت ایزوتوپ عنصر هیدروژن ۳ ایزوتوپ آن پایدار می‌باشد.

(۲) پایدارترین رادیوایزوتوپ هیدروژن دارای ۴ نوترون در ساختار خود است.

(۳) به ایزوتوپ‌های ساختگی یک عنصر رادیوایزوتوپ می‌گویند.

(۴) در فراوان‌ترین ایزوتوپ سبک‌ترین عنصر دوره دوم جدول، ۴ نوترون داخل هسته وجود دارد.



۲۵ کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟

- (۱) خواص شیمیایی ایزوتوپ‌ها به عدد جرمی آن‌ها وابسته است.
- (۲) عنصر هیدروژن، ۷ رادیوایزوتوپ دارد.
- (۳) سبک‌ترین ایزوتوپ منیزیم برخلاف لیتیم، فراوانی بیشتری نسبت به ایزوتوپ سنگین‌تر دارد.
- (۴) ایزوتوپ‌ها خواص شیمیایی یکسانی دارند اما در همه خواص فیزیکی با یکدیگر تفاوت دارند.



۷۹٪

مرداد ۱۴۰۰

۲۶ نسبت تعداد نوترون‌های ذره‌ی اول به تعداد پروتون‌های ذره‌ی دوم در کدام گزینه (به ترتیب از راست به چپ) مقدار بیشتری

را به خود اختصاص داده است؟ (از راست به چپ بخوانید)

$$(۱) \quad {}_{15}^{31}\text{D} - {}_{33}^{74}\text{X}^{3+}$$

$$(۲) \quad {}_{16}^{32}\text{D} - {}_{30}^{65}\text{X}^{2+}$$

$$(۳) \quad {}_{14}^{28}\text{D} - {}_{27}^{58}\text{X}$$

$$(۴) \quad {}_{17}^{37}\text{D} - {}_{29}^{65}\text{X}^{+}$$



۷۰٪

شهریور ۹۶

۲۷ تمامی گزینه‌های زیر درست می‌باشند؛ به جز ...

- (۱) یک نمونه طبیعی منیزیم، دارای سه نوع ایزوتوپ می‌باشد که تفاوت جرم اتمی سبک‌ترین و سنگین‌ترین آن‌ها ۲ واحد می‌باشد.
- (۲) به‌طور کلی ایزوتوپ‌ها در خواص شیمیایی و فیزیکی مثل چگالی با یکدیگر متفاوتند.
- (۳) در میان هفت ایزوتوپ اول عنصر هیدروژن، فقط دو ایزوتوپ پایدار وجود دارد.
- (۴) در ایزوتوپ‌های  ${}^3_1\text{H}$  و  ${}^{235}_{92}\text{U}$  نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌ها بیشتر از ۱/۵ است؛ از این‌رو این ایزوتوپ‌ها پرتوزا و ناپایدار می‌باشند.



۸۱٪

شهریور ۹۶

۲۸ کدام گزینه درست است؟

- (۱) با توجه به این‌که در ایزوتوپ  ${}^{99}_{43}\text{Tc}$  نسبت  $\frac{N}{P} \approx 1/3$  برقرار است، این ایزوتوپ پایداری نسبتاً زیادی دارد.
- (۲) یکی از کاربردهای مواد پرتوزا استفاده از آن‌ها در تولید انرژی الکتریکی است.
- (۳) رادیوایزوتوپ‌ها به ایزوتوپ‌هایی از یک عنصر می‌گویند که در پزشکی کاربرد داشته باشند.
- (۴) پسماند راکتورهای اتمی با وجود این‌که پرتوزا نیستند، خطرناک بوده و دفع آن‌ها بسیار اهمیت دارد.



۷۰٪

آبان ۹۷

۲۹ اورانیم ..... فلز پرتوزا است که دانشمندان هسته‌ای ایران با تلاش بسیار موفق شدند فراوانی ایزوتوپ ..... آن را که در

مخلوط طبیعی این عنصر از ۰/۷ درصد ..... است، با فرایند غنی‌سازی در مخلوط ایزوتوپ‌های این عنصر ..... دهند.

(۱) شناخته شده‌ترین -  ${}^{235}\text{U}$  - کم‌تر - افزایش

(۲) شناخته شده‌ترین -  ${}^{238}\text{U}$  - بیش‌تر - کاهش

(۳) اولین -  ${}^{235}\text{U}$  - بیش‌تر - کاهش

(۴) اولین -  ${}^{238}\text{U}$  - کم‌تر - افزایش



۷۹٪

شهریور ۹۷

۳۰ عبارت کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) به دلیل وجود مواد پرتوزا در دود سیگار، افراد سیگاری با گذشت زمان بیش تر دچار سرطان ریه می شوند.
- (۲) ایزوتوپی از شناخته شده ترین فلز پرتوزا با  $^{146}\text{N}$  نوترون اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی کاربرد دارد.
- (۳) با افزایش مقدار یون حاوی تکنسیم ( $^{99}\text{Tc}$ ) در غده تیروئید، امکان تصویربرداری از آن فراهم می شود.
- (۴) از گلوکز نشان دار برای تصویربرداری از توده های سرطانی که رشد غیرعادی و سریع دارند، استفاده می شود.

۵۱٪  
آذر ۹۹

۳۱ حدود ۷۸٪ عناصر شناخته شده ..... می باشند و نخستین عنصر ساخته شده دست بشر ..... است که در ..... کاربرد دارد.

- (۱) مصنوعی - اورانیم - نیروگاه ها
- (۲) طبیعی - اورانیم - نیروگاه ها
- (۳) مصنوعی - تکنسیم - پزشکی
- (۴) طبیعی - تکنسیم - پزشکی

۹۰٪  
آبان ۹۹

۳۲ کاربرد چه تعداد از گونه های زیر نادرست بیان شده است؟

- (الف)  $^3\text{H}$ : درمان مشکلات تیروئیدی
- (ب) گلوکز نشان دار: تشخیص توده های سرطانی
- (پ)  $^{235}\text{U}$ : تولید انرژی الکتریکی
- (ت)  $^{99}\text{Tc}$ : تصویربرداری پزشکی

۴ (۱)      ۳ (۲)      ۲ (۳)      ۱ (۴)

۵۴٪  
آبان ۱۴۰۱

۳۳ کدام موارد از مطالب زیر در مورد تکنسیم درست است؟

- (الف) نخستین عنصری بود که در واکنشگاه (راکتور) هسته ای ساخته شد.
- (ب) همه  $^{99}\text{Tc}$  های موجود در جهان باید به طور مصنوعی و با استفاده از واکنش های هسته ای ساخته شوند.
- (پ) به دلیل نیم عمر بالایی که دارد می توان مانند اورانیم مقدار زیادی از این عنصر را تهیه و برای مدت طولانی نگهداری کرد.
- (ت) یون حاوی آن اندازه مشابهی با یون یدید دارد و با افزایش مقدار این یون در غده تیروئید، امکان تصویربرداری از غده تیروئید فراهم می شود.

۷۶٪  
مرداد ۹۸

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

۳۴ کدام یک از گزینه های زیر در مورد عنصر  $^{99}\text{Tc}$  درست است؟

- (۱) اولین عنصر طبیعی که در واکنشگاه هسته ای تولید شد و به مصرف رسید.
- (۲) در پزشکی برای درمان بیماری غده تیروئید به طور مستقیم کاربرد دارد.
- (۳) جرم اتمی میانگین آن برابر ۹۹ است.
- (۴) با عنصری با آرایش الکترونی  $[\text{Ar}]3d^5 4s^2$  می تواند هم گروه باشد.

۶۶٪  
آذر ۱۴۰۰

۳۵ کدام موارد از عبارتهای زیر در ارتباط با نخستین عنصر ساخت بشر درست نیستند؟

(الف) برای تصویربرداری از غده پروانه‌ای شکل در بدن انسان به کار می‌رود.

(ب) این عنصر با یون یدید اندازه یکسانی دارد.

(پ) با چهارمین عنصر گروه ۱۸ جدول دوره‌ای هم‌دوره است.

(ت) نیم‌عمر بیشتری نسبت به ایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن دارد.

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



%۷۴



آبان ۱۴۰۰

۳۶ کدام عبارت زیر درست است؟

۱) تکنسیم نخستین عنصر ساخته شده در راکتور هسته‌ای بوده و نیم‌عمر بالایی دارد.

۲) تعداد کمی از ایزوتوپ‌های تکنسیم در طبیعت یافت می‌شود.

۳) اورانیم شناخته شده‌ترین عنصر پرتوزا است و یکی از ایزوتوپ‌های آن اغلب به عنوان سوخت در راکتور اتمی به کار می‌رود.

۴) پسماندهای راکتورهای اتمی با وجود پرتوزا بودن، خطری برای انسان و محیط زیست ندارند.



%۶۱



آذر ۹۸

طبقه‌بندی عنصرها در جدول دوره‌ای

۳۷ جدول دوره‌ای عنصرها ... دوره و ... گروه دارد. خواص شیمیایی عنصرهای یک ... مشابه است.

۱) ۱۸-۷- گروه

۲) ۸-۷- دوره

۳) ۱۸-۸- گروه

۴) ۸-۸- دوره



%۶۲



مهر ۹۸

۳۸ جاهای خالی موجود در عبارتهای «الف» و «ب» به ترتیب از راست به چپ با کدام گزینه به درستی کامل می‌شود؟

(الف) هر ... جدول دوره‌ای، شامل عنصرها با خواص شیمیایی مشابه است و ... نامیده می‌شود.

(ب) از بین عنصرهای «C, Br, Ne, N, K, Ar» ... عنصر مانند  ${}^2\text{He}$  تمایل به انجام واکنش شیمیایی ندارند.

۱) ردیف - دوره - ۳

۲) ردیف - گروه - ۲

۳) ستون - دوره - ۳

۴) ستون - گروه - ۲



%۷۲



شهریور ۹۸

۳۹ در کدام ردیف از جدول زیر، شماره گروه یا دوره عنصر داده شده در جدول دوره‌ای نادرست بیان شده است؟

ردیف	نماد عنصر	دوره	گروه
۱	${}^2\text{He}$	۱	۲
۲	${}^{15}\text{P}$	۳	۱۵
۳	${}^6\text{C}$	۲	۱۴
۴	${}^8\text{O}$	۲	۱۶

۱) ۱

۲) ۲

۳) ۳

۴) ۴



%۸۶



مهر ۹۹



۴۰ جواب درست سؤالات زیر، در کدام گزینه آمده است؟ (به ترتیب از راست به چپ)

(الف) هر خانه از جدول دوره‌های عنصرها می‌تواند شامل کدام اطلاعات باشد؟

(ب) تعداد عنصرهای شناخته شده در طبیعت کدام است؟

(پ) تعداد دوره‌های جدول دوره‌های امروزی چند است؟

(۱) انواع ایزوتوپ‌ها - ۱۱۸ - ۱۸

(۲) جرم اتمی میانگین - ۱۸ - ۱۸

(۳) جرم اتمی میانگین - ۹۲ - ۷

(۴) انواع ایزوتوپ‌ها - ۹۲ - ۷



%۷۰



مهر ۱۴۰۱

۴۱ بیش‌ترین تشابه در خواص بین کدام دو عنصر دیده می‌شود؟

(۱)  ${}_{14}\text{Si}$ ,  ${}_{7}\text{N}$

(۲)  ${}_{13}\text{Al}$ ,  ${}_{31}\text{Ga}$

(۳)  ${}_{16}\text{S}$ ,  ${}_{33}\text{As}$

(۴)  ${}_{15}\text{P}$ ,  ${}_{34}\text{Se}$



%۵۶



شهریور ۹۷

۴۲ در جدول دوره‌های عنصرها، اگر عنصر X از گروه ۱۵ با عنصر Y که عدد اتمی آن برابر ۳۱ است، هم‌دوره باشد، عدد اتمی

عنصر X کدام است؟

(۱) ۳۲

(۲) ۳۳

(۳) ۳۴

(۴) ۳۵

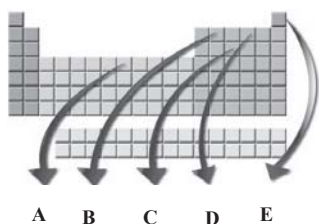


%۶۱



آبان ۱۴۰۱

۴۳ با توجه به شکل مقابل که برخی عنصرها را در جدول تناوبی مشخص کرده است، کدام گزینه درست است؟



(۱) خواص شیمیایی عناصر B و D مشابه یکدیگر می‌باشد.

(۲) عنصرهای D و  ${}_{16}\text{S}$  می‌توانند یون‌هایی با بار الکتریکی مشابه ایجاد نمایند.

(۳) در بین عناصر مشخص شده، نماد دو عنصر در جدول تناوبی تک‌حرفی است.

(۴) نسبت عدد اتمی عنصر A به شماره‌ی گروه عنصر D برابر  $\frac{13}{3}$  می‌باشد.



%۷۶



شهریور ۹۶

۴۴ در کدام یک از گزینه‌های داده شده، نام یا نماد شیمیایی عنصرهای موجود به درستی بیان نشده است؟

Rb	Rn	Ra
روبییدیم	رادیوم	رادون

(۲)

Se	Sc	Sr
سلنیم	اسکاندیم	استرانسیم

(۱)

Sn	Si	Sb
قلع	سیلیسیم	آنتیموان

(۴)

N	O	F
نیتروژن	اکسیژن	فلوئور

(۳)



%۶۱



مرداد ۹۶

۴۵ کدام مطلب در مورد جدول دوره‌ای عناصر نادرست است؟

- (۱) اتم‌های  $^{16}S$ ،  $^{33}As$  و  $^{52}Te$  در واکنش با سایر اتم‌ها از نظر شیمیایی رفتار مشابهی دارند.
- (۲) هر خانه از جدول حاوی برخی اطلاعات شیمیایی مانند عدد اتمی، نماد شیمیایی، نام و جرم اتمی میانگین عنصر مورد نظر است.
- (۳) نماد سه عنصر آلومینیم، آرگون و طلا، دو حرفی است که همگی با حرف A آغاز می‌شود.
- (۴) جدول دوره‌ای عناصر از عنصر هیدروژن با عدد اتمی یک آغاز و به عنصری با عدد اتمی ۱۱۸ در گروه ۱۸ ختم می‌شود.



%۸۱



مهر ۹۷

۴۶ کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟

- (۱) در میان ایزوتوپ‌های هیدروژن، نسبت شمار ایزوتوپ‌های ساختگی به شمار ایزوتوپ‌های طبیعی ناپایدار آن برابر ۴ است.
- (۲) یون تکنسیم با یون یدید اندازه مشابهی دارد، از این رو از تکنسیم ( $^{99}_{43}Tc$ ) برای تصویربرداری غده تیروئید استفاده می‌شود.
- (۳)  $^{235}_{92}X$  یکی از ایزوتوپ‌های عنصری است که شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزاست و مقدار این ایزوتوپ در مخلوط طبیعی آن حدود ۰.۷٪ است.
- (۴) جدول دوره‌ای امروزی عناصر، از ۷ دوره و ۱۸ گروه تشکیل شده است که عنصرهای موجود در یک گروه، خواص فیزیکی و شیمیایی یکسانی دارند.



%۶۵



مهر ۱۴۰۱

۴۷ چه تعداد از موارد زیر با توجه به جدول تناوبی امروزی عناصر درست است؟

- (الف) در جدول تناوبی، ۹ گروه چهار عضوی وجود دارد که همه آن‌ها مربوط به یک دسته هستند.
- (ب) در دسته f جدول دوره‌ای عناصر ۲۸ عنصر وجود دارد.
- (پ) در دوره‌های ۲ و ۳ جدول دوره‌ای، در مجموع ۸ عنصر با نماد شیمیایی دو حرفی وجود دارد.
- (ت) نخستین عنصری که توسط بشر ساخته شده است، در دسته d جدول دوره‌ای جای دارد.

۱ (۴)                      ۲ (۳)                      ۳ (۲)                      ۴ (۱)



%۸۴



مهر ۱۴۰۱

جرم اتمی عناصر

۴۸ چه تعداد از عبارتهای زیر درست است؟

- (الف) جرم ایزوتوپ کربن - ۱۲ برابر  $12\text{amu}$  است.
- (ب) جرم پروتون و نوترون در حدود  $1\text{amu}$  بوده در حالی که جرم الکترون ناچیز است.
- (پ) اتم‌ها بسیار ریزند به طوری که نمی‌توان آن‌ها را به‌طور مستقیم مشاهده و جرم آن‌ها را اندازه‌گیری کرد.
- (ت) جرم اتمی هیدروژن در حدود  $1\text{amu}$  است.

۱ (صفر)                      ۲ (یک)                      ۳ (سه)                      ۴ (چهار)



%۶۴



فروردین ۱۴۰۱

۴۹ هر  $1\text{amu}$  معادل با  $\frac{1}{12}$  جرم ایزوتوپ ... است و نماد نوترون و پروتون به ترتیب به صورت ... و ... است.

(۱) کربن - ۱۲ ( $^{12}_6C$ ) ،  $^1_0n$  ،  $^1_1p$

(۲) کربن - ۱۳ ( $^{13}_6C$ ) ،  $^1_0n$  ،  $^1_1p$

(۳) کربن - ۱۲ ( $^{12}_6C$ ) ،  $^1_0n$  ،  $^1_{+1}p$

(۴) کربن - ۱۳ ( $^{13}_6C$ ) ،  $^1_0n$  ،  $^1_{+1}p$



%۸۶



فروردین ۱۴۰۱

۵۰ عنصری فرضی دارای سه ایزوتوپ با اعداد جرمی ۲۴، ۲۵ و ۲۶ می‌باشد. اگر درصد فراوانی سبکترین ایزوتوپ این عنصر دو برابر درصد فراوانی سنگین‌ترین ایزوتوپ آن باشد و ایزوتوپ دیگر ۲۵٪ فراوانی داشته باشد، جرم اتمی میانگین این عنصر برحسب amu کدام است؟ (عدد جرمی برابر جرم اتمی فرض شود.)



شهریور ۱۴۰۰

- (۱) ۲۵/۲۵
- (۲) ۲۴/۲۵
- (۳) ۲۴/۷۵
- (۴) ۲۴/۵۰

۵۱ همه گزینه‌های زیر نادرست هستند؛ به چز ...

(۱) مقایسه جرم ذره‌های زیراتمی و  ${}^1_1\text{H}$  به صورت  $e^- > p^+ > n^0$  است.

(۲) همه رادیوایزوتوپ‌های هیدروژن، ساختگی بوده و در طبیعت یافت نمی‌شوند.

(۳) همه عناصر گروه اول جدول دوره‌ای با از دست دادن یک الکترون به آرایش هشت‌تایی گاز نجیب قبل از خود می‌رسند.

(۴) اگر شمار الکترون‌های یون  ${}^{2+}\text{A}^{80}$  با شمار نوترون‌های آن برابر باشد، تعداد پروتون‌های آن برابر ۳۹ خواهد بود.



شهریور ۱۴۰۰

۵۲ مطلب ارائه‌شده در کدام گزینه، نادرست است؟

(۱) اندازه‌گیری‌ها نشان داده است که اغلب در یک نمونه طبیعی از عنصرهای معین، همه اتم‌های سازنده جرم برابر ندارند.

(۲) مقایسه جرم پروتون و نوترون برحسب amu به صورت  $1\text{amu} > p > n$  است.

(۳) رایج‌ترین یکای اندازه‌گیری در آزمایشگاه amu است.

(۴) ۱amu معادل  $\frac{1}{12}$  جرم ایزوتوپ کربن -۱۲ است.



آبان ۱۴۰۰

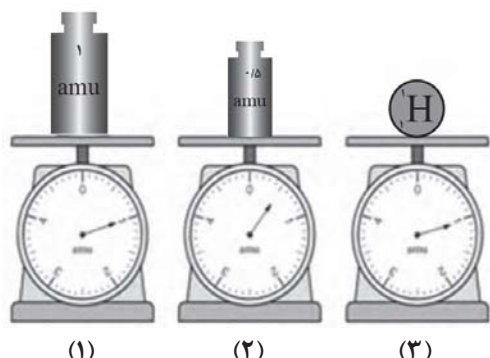
۵۳ عنصر A دارای ۳ ایزوتوپ است. در ایزوتوپ سنگین آن با عدد جرمی ۴۴، اختلاف تعداد نوترون‌ها و پروتون‌های آن برابر ۴ است، ایزوتوپ متوسط آن ۲ نوترون بیشتر از تعداد پروتون‌هایش دارد و ایزوتوپ سبک آن که درصد فراوانی آن برابر ۶۰ است، تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های برابر دارد. به ازای هر ایزوتوپ متوسط در مخلوط این عنصر، چند ایزوتوپ سبک وجود دارد؟ (جرم اتمی میانگین عنصر A برابر ۴۱amu است.)



مهر ۱۴۰۱

- (۱) ۳
- (۲) ۶
- (۳) ۲
- (۴) ۴

۵۴ چند مورد از مطالب زیر درباره شکل مقابل درست است؟



(الف) مقیاس نشان داده شده در شکل (۱)، برابر  $\frac{1}{12}$  جرم اتمی است.

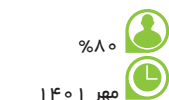
که در آن تعداد هر سه ذره بنیادی با یکدیگر مساوی و برابر ۶ است.

(ب) ۱۰۰۰ الکترون، به تقریب جرمی معادل جرم نشان داده شده در ترازو (۲) را دارد.

(پ) با اضافه کردن نوترون‌های یک اتم از ایزوتوپ طبیعی و پرتوزای عنصر هیدروژن به ترازوی خالی، عقربه ترازو مانند شکل (۳) خواهد بود.

(ت) در نمایش نماد مربوط به ذره‌های زیراتمی نوترون و الکترون، عدد صفر به ترتیب در قسمت پایین سمت چپ و در قسمت بالا سمت چپ

نماد قرار می‌گیرد.



مهر ۱۴۰۱

- (۱) ۱
- (۲) ۲
- (۳) ۳
- (۴) ۴

فصل ۱: کیهان زادگاه الفبا هستی

۱ گزینه «۴»

عبارت های «الف»، «ب» و «ت» درست هستند. بررسی عبارت‌ها:

عبارت «الف»: انسان همواره با سه پرسش زیر روبه‌رو بوده است:

۱) هستی چگونه پدید آمده است؟	پاسخ به این پرسش در قلمرو علم تجربی نمی‌گنجد.
۲) جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟	علم تجربی تلاش گسترده‌ای برای یافتن پاسخ این پرسش‌ها انجام داده و این تلاش‌ها سبب افزایش دانش ما دربارهٔ جهان مادی شده است.
۳) پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟	

عبارت «ب»: دانشمندان دو فضاپیمای وویجر (۱) و (۲) را برای شناخت بیش‌تر سامانه خورشیدی به فضا فرستادند.

عبارت «پ»: شناسنامه‌های فیزیکی و شیمیایی سیاره‌ها می‌تواند حاوی اطلاعاتی مانند نوع عنصرهای سازنده، ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آن‌ها و ترکیب درصد این مواد باشد.

عبارت «ت»: شواهد تاریخی که از سنگ نبشته‌ها و نقاشی‌های دیوار غارها به دست آمده است، نشان می‌دهد که انسان اولیه با نگاه به آسمان و مشاهده ستارگان، در پی فهم نظام و قانونمندی در آسمان بوده است.

۳۳٪ دانش آموزان به این سؤال پاسخ صحیح داده‌اند، چرا که به

جمله «نمونه‌ای از آن، سفر طولانی و تاریخی دو فضاپیما به نام‌های وویجر ۱ و ۲ در سال ۱۹۷۷ میلادی (۱۳۵۶ خورشیدی) برای شناخت بیشتر سامانهٔ خورشیدی است.» توجه کافی داشتند و مسلط شدند.

نکته

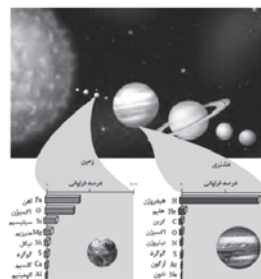
گذر از کنار برخی سیاره‌ها ← مشتری، زحل، اورانوس و نپتون (سیاره‌های گازی)	مأموریت فضاپیمای وویجر (۱) و (۲)
تهیه و ارسال شناسنامه فیزیکی و شیمیایی این سیاره‌ها ← به دست آوردن اطلاعاتی مانند نوع عنصرهای سازنده، ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آن‌ها و ترکیب درصد این مواد	

۲ گزینه «۱»

عبارت‌های «الف»، «ب» و «پ» نادرست هستند. حال با توجه به شکل زیر از خود را بیازمایید صفحه (۳) عبارت‌ها را بررسی می‌کنیم:

بررسی عبارت‌ها:

عبارت «الف»: دقت کنید که عناصر اکسیژن و گوگرد، در میان هشت عنصر فراوان دو سیاره زمین و مشتری مشترک هستند؛ اما درصد فراوانی این



دو عنصر در سیاره زمین نسبت به سیاره مشتری بیشتر است.

عبارت «ب»: همانطور که در شکل نیز مشخص است، سیاره مشتری، بزرگ‌ترین سیاره منظومه شمسی است؛ در نتیجه قطر سیاره مشتری بیشتر از قطر سیاره زمین است.

عبارت «پ»: دقت کنید که اولاً عنصرهای نشان داده‌شده، هشت عنصر فراوان‌تر سیاره مشتری هستند و عنصرهای دیگری نیز غیر از این عنصر در

سیاره مشتری وجود دارند که فراوانی کم‌تری نسبت به این عنصرها دارند. دوماً حتی در میان هشت عنصر فراوان سیاره مشتری نیز، فراوانی گاز نجیب آرگون بیشتر از فراوانی گاز نجیب نئون است! عبارت «ت» همان‌طور که گفته شد، این هشت عنصر، همه عنصرها تشکیل‌دهنده دو سیاره نیستند! و عنصرهای دیگری نیز غیر از این عنصرهای در سیاره مشتری و زمین وجود دارند که فراوانی کم‌تری نسبت به این عنصرها دارند.

۵۳٪ دانش آموزان به این سؤال پاسخ صحیح داده‌اند، چرا که به «شکل بالا و سوالات پرسیده‌شده در خود را بیازمایید کتاب درسی و نکات مربوط به عنصرهای فراوان‌تر سازنده دو سیاره زمین و مشتری» توجه کافی داشتند و مسلط شدند.

نکته

مقایسه برخی از ویژگی‌های مهم دو سیاره زمین و مشتری:

نام سیاره	زمین	مشتری
ویژگی		
فراوان‌ترین عنصر	آهن (Fe)	هیدروژن (H)
درصد فراوانی	کمتر از ۵۰ درصد	بیشتر از ۵۰ درصد
فراوان‌ترین عنصر	(حدود ۴۰٪)	(حدود ۹۰٪)
عنصری با کمترین فراوانی در بین ۸ عنصر فراوان‌تر	آلومینیم (Al)	نئون (Ne)
در بین ۸ عنصر فراوان، چه نوع عنصرهایی در آن وجود دارد؟	فلز، نافلز و شبه‌فلز	فقط نافلز
بیشتر از چه جنسی است؟	سنگ	گاز
اندازه (شعاع)	زمین > مشتری	
فاصله از خورشید	زمین > مشتری	
عنصرهای مشترک	اکسیژن (O) و گوگرد (S)	
درصد فراوانی		مشتری > زمین
عنصرهای		

۳ گزینه «۴»

فراوان‌ترین عنصر سازنده سیاره مشتری، که بیش از ۹۰٪ سیاره مشتری از این عنصر ساخته شده است، عنصر هیدروژن است. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه «۱»: فراوان‌ترین عنصر سازنده سیاره زمین، عنصر آهن و فراوان‌ترین عنصر سازنده سیاره مشتری، عنصر هیدروژن است.

۷ گزینه «۲»

عنصر هیدروژن، فراوان ترین عنصر سازنده سیاره مشتری است؛ در نتیجه بقیه عنصرهای سازنده این سیاره، فراوانی کمتری نسبت به عنصر هیدروژن در سیاره مشتری خواهند داشت.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه «۱»: سه گاز نجیب هلیوم، آرگون و نئون، جزو هشت عنصر فراوان سازنده سیاره مشتری هستند؛ اما در میان هشت عنصر فراوان سازنده سیاره زمین، گاز نجیبی وجود ندارد!

گزینه «۳»: در میان هشت عنصر فراوان سازنده سیاره مشتری، عنصر فلزی وجود ندارد؛ اما عنصرهای آهن (Fe)، منیزیم (Mg)، نیکل (Ni)، کلسیم (Ca) و آلومینیم (Al)، جزو هشت عنصر فراوان سیاره زمین هستند؛ در نتیجه پنج عنصر از میان هشت عنصر فراوان سیاره زمین، فلزی هستند.

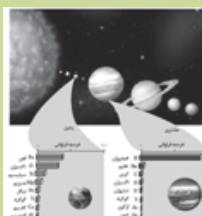
گزینه «۴»: درصد فراوانی عنصر آهن (Fe)، به عنوان فراوان ترین عنصر سیاره زمین، در این سیاره کم تر از ۵۰٪ است؛ در نتیجه درصد فراوانی همه عنصرهای سازنده این سیاره، کم تر از ۵۰٪ است.

نکته

سیاره مشتری	سیاره زمین
جزو سیارات گازی منظومه خورشیدی	جزو سیارات سنگی منظومه خورشیدی
نسبت به زمین، دور تر از خورشید	نسبت به مشتری، نزدیک تر به خورشید
دمای سطحی پایین تر و چگالی کم تر	دمای سطحی بالا تر و چگالی بیش تر
بزرگ ترین سیاره منظومه خورشیدی	رتبه پنجم اندازه سیاره در منظومه خورشیدی
$Ne < Ar < S < N < O < C < He < H$ ترتیب ۸ عنصر فراوان تر	$Al < Ca < S < Ni < Mg < Si < O < Fe$ ترتیب ۸ عنصر فراوان تر
فاقد عنصر فلزی و شبه فلزی در میان ۸ عنصر فراوان	دارای عناصر فلزی (۵ تا)، نافلزی (۲ تا) و شبه فلزی (یکی) در میان ۸ عنصر فراوان
فراوان ترین عنصر: هیدروژن (حدود ۹۰٪)	فراوان ترین عنصر: عنصر آهن (حدود ۴۰٪) (درصد فراوانی همه عناصر سازنده، کم تر از ۵۰٪)
۳ گاز نجیب در میان ۸ عنصر فراوان سازنده با ترتیب فراوانی $Ne < Ar < He$	اختلاف درصد فراوانی دو عنصر فراوان تر سازنده، کم تر از مشتری
گوگرد و کربن در دمای اتاق، جامد و بقیه گازی	تنها اکسیژن در دمای گازی و بقیه جامد
عناصر اکسیژن و گوگرد مشترک (رتبه گوگرد در هر دو سیاره ششم)	

۵۷٪ دانش آموزان به این سؤال پاسخ صحیح داده‌اند، چرا که به

سؤالات خود را بیازماید کتاب درسی با دقت پاسخ داده‌اند و به این شکل کتاب درسی توجه کافی داشتند.



گزینه «۲»: در میان هشت عنصر فراوان سازنده دو سیاره مشتری و زمین، اکسیژن و گوگرد عنصرهای مشترک هستند.  
گزینه «۳»: سیاره مشتری، جزو سیاره‌های گازی و بیشتر از جنس گاز است؛ در حالی که سیاره زمین، جزء سیاره‌های سنگی و بیشتر از جنس سنگ است.

نکته

حتماً سه عنصر فراوان سیاره‌های زمین و مشتری را یاد بگیرید:  
سه عنصر فراوان سازنده سیاره زمین: ۱. آهن (Fe) ۲. اکسیژن (O) ۳. سیلیسیم (Si)  
سه عنصر فراوان سازنده سیاره مشتری: ۱. هیدروژن (H) ۲. هلیوم (He) ۳. کربن (C)

۴ گزینه «۴»

طبق متن کتاب درسی، برخی از دانشمندان بر این باورند که سر آغاز کیهان با انفجاری مهیب (مهبانگ) همراه بوده که طی آن انرژی عظیمی آزاد شده است. در اثر انفجار، انرژی بسیار زیادی آزاد شده است که حاصل آن به وجود آمدن ذره‌های الکترون، نوترون و پروتون است. سپس واکنش‌های هسته‌ای میان این ذرات رخ داده است و به ترتیب عنصر هیدروژن و هلیوم متولد شده‌اند. سپس عناصر سبک مانند لیتیم و کربن به وجود آمد و در ادامه واکنش‌های هسته‌ای عناصر سنگینی همچون طلا و آهن به وجود آمد.

۵ گزینه «۲»

انرژی گرمایی و نور خیره کننده خورشید به دلیل تبدیل هیدروژن به هلیوم در واکنش‌های هسته‌ای است که در آن‌ها انرژی هنگفتی آزاد می‌شود؛ در نتیجه تبدیل عنصرهای سبک تر به عنصرهای سنگین تر در اثر واکنش‌های هسته‌ای در دمای بسیار بالا انجام می‌شود.

پس از پدید آمدن ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، پروتون و نوترون، عنصرهای هیدروژن و هلیوم با به عرصه جهان گذاشتند. با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیوم تولید شده، متراکم شد و مجموعه‌های گازی به نام سحابی ایجاد کرد. بعدها این سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شد.

۶ گزینه «۱»

«برخی از دانشمندان بر این باورند که سر آغاز کیهان با انفجاری مهیب (مهبانگ) همراه بوده که طی آن انرژی عظیمی آزاد شده است. در آن شرایط پس از پدید آمدن ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، پروتون و نوترون، عنصرهای هیدروژن و هلیوم با به عرصه جهان گذاشتند. با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیوم تولید شده، متراکم شد و مجموعه‌های گازی به نام سحابی ایجاد کرد. بعدها این سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شد.»

«انرژی گرمایی و نور خیره کننده خورشید به دلیل تبدیل هیدروژن به هلیوم در واکنش‌های هسته‌ای است که در آن‌ها انرژی هنگفتی آزاد می‌شود. البته توجه داشته باشید که در واکنش‌های شیمیایی که در پدیده‌های طبیعی پیرامون ما و در زندگی روزانه رخ می‌دهند، مقدار انرژی مبادله شده بسیار کم تر است.»

۶۴٪ دانش آموزان به این سؤال پاسخ صحیح داده‌اند، چرا که به «تفاوت

واکنش‌های هسته‌ای و واکنش‌های شیمیایی و روند تشکیل عنصرها، طبق جملات زیر از کتاب درسی» توجه کافی داشتند و مسلط شدند.

۸ گزینه «۲»

عبارت‌های «آ» و «پ» درست هستند. عبارت‌های داده شده را در قسمت پایین با دقت بررسی می‌کنیم:

سیاره مشتری	سیاره زمین
جزء سیارات گازی منظومه خورشیدی	جزء سیارات سنگی منظومه خورشیدی
نسبت به زمین، دورتر از خورشید	نسبت به مشتری، نزدیک‌تر به خورشید
دمای سطحی پایین‌تر و چگالی کم‌تر	دمای سطحی بالاتر و چگالی بیشتر
بزرگ‌ترین سیاره منظومه خورشیدی	رتبه پنجم اندازه سیاره در منظومه خورشیدی
ترتیب ۸ عنصر فراوان‌تر $Ne < Ar < S < N < O < C < He < H$	ترتیب ۸ عنصر فراوان‌تر $Al < Ca < S < Ni < Mg < Si < O < Fe$
فاقد عنصر فلزی و شبه‌فلزی در میان ۸ عنصر فراوان	دارای عناصر فلزی (۵ تا)، نافلزی (۲ تا) و شبه‌فلزی (یکی) در میان ۸ عنصر فراوان
فراوان‌ترین عنصر: عنصر هیدروژن (حدود ۹۰٪)	فراوان‌ترین عنصر: آهن (حدود ۴۰٪) در صد فراوانی همه عناصر سازنده، کم‌تر از ۵٪
۳ گاز نجیب در میان ۸ عنصر فراوان سازنده با ترتیب فراوانی $Ne < Ar < He$	اختلاف درصد فراوانی دو عنصر فراوان‌تر سازنده، کم‌تر از مشتری
گوگرد و کربن در دمای اتاق، جامد و بقیه گازی	تنها اکسیژن در دمای گازی و بقیه جامد
عناصر اکسیژن و گوگرد مشترک (رتبه گوگرد در هر دو سیاره ششم!)	

۹ گزینه «۲»

عبارت‌های اول و چهارم درست هستند. درستی یا نادرستی همه عبارت‌ها را در قسمت پایین بررسی می‌کنیم:

«برخی از دانشمندان براین باورند که سر آغاز کیهان با انفجاری مهیب (مهبانگ) همراه بوده که طی آن انرژی عظیمی آزاد شده است. در آن شرایط پس از پدید آمدن ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، پروتون و نوترون، عنصرهای هیدروژن و هلیوم پا به عرصه جهان گذاشتند. دقت کنید که دو عنصر هیدروژن (H) و هلیوم (He)، به ترتیب فراوان‌ترین عنصرهای سازنده سیاره مشتری هستند.»

«درون ستاره‌ها همانند خورشید در دماهای بسیار بالا، واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد؛ واکنش‌هایی که در آن‌ها از عنصرهای سبک‌تر، عنصرهای سنگین‌تر پدید می‌آیند. دقت کنید که مرگ ستاره اغلب با یک انفجار بزرگ همراه است که سبب می‌شود عنصرهای تشکیل شده در آن در فضا پراکنده شود؛ بنابراین مرگ ستاره‌ها، باعث پراکنده شدن عنصرها در فضا می‌شود؛ نه واکنش‌های هسته‌ای داخل آن‌ها!»

«نوع و میزان فراوانی عنصرها در دو سیاره زمین و مشتری متفاوت است در حالی که عنصرهای مشترکی نیز در این دو سیاره هست. یافته‌هایی از این دست نشان می‌دهد که عنصرها به صورت ناهمگون در جهان هستی توزیع شده‌اند.»  
فراوان‌ترین عنصر سازنده سیاره زمین، عنصر آهن (Fe) است که همان‌طور که در شکل روند تشکیل عنصرها مشخص است، به عنوان یکی از عنصرهای سنگین‌تر، پس از عنصرهای سبکی مانند لیتیم و کربن تولید می‌شود»

عنصرهای سنگین‌تر مانند آهن، طلا و ...	→	عنصرهای سبک مانند لیتیم، کربن و ...	
→	هلیوم	→	هیدروژن

۹۲٪ دانش‌آموزان به این سؤال پاسخ صحیح داده‌اند، چرا که به این جملات از کتاب درسی توجه کرده‌اند و البته به سؤالات خود را بیازماید کتاب درسی با دقت پاسخ داده‌اند و نکات آن را به خوبی یاد گرفته‌اند:

۱۰ گزینه «۲»

عبارت‌های «الف» «ت» «ت» درست هستند. بررسی عبارت‌ها:

«الف»: دو عنصر اکسیژن و گوگرد، دو عنصر مشترک در بین هشت عنصر فراوان سازنده سیاره‌های زمین و مشتری هستند که درصد فراوانی هر کدام از آن‌ها در سیاره زمین و اختلاف درصد فراوانی آن‌ها نیز در سیاره زمین، بیش‌تر از سیاره مشتری است.

«ب»: فراوان‌ترین عنصر سیاره زمین، عنصر آهن (Fe) است. این عنصر در دوره ۴ و گروه ۸ جدول دوره‌ای قرار دارد. فراوان‌ترین عنصر سیاره مشتری، عنصر هیدروژن (H) است. این عنصر در گروه ۱ و دوره ۱ جدول دوره‌ای قرار دارد.

«پ»: در میان هشت عنصر فراوان سیاره مشتری، هر هشت عنصر، نافلزی هستند اما در میان هشت عنصر فراوان سیاره زمین، عنصرهای فلزی، نافلزی (و حتی شبه‌فلزی!) وجود دارد!

«ت»: فراوان‌ترین عنصر سیاره زمین، عنصر آهن (Fe) است که عنصر فلزی است؛ در نتیجه فراوان‌ترین عنصر نافلزی سیاره زمین، عنصر اکسیژن (O) است. فراوان‌ترین عنصر سیاره مشتری، عنصر هیدروژن (H) است اما فراوان‌ترین گاز نجیب سیاره مشتری، عنصر هلیوم (He) است.

نکته

مقایسه دو عنصر اکسیژن و گوگرد در دو سیاره زمین و مشتری:  
۱- دو عنصر اکسیژن (O) و گوگرد (S) جزء عناصر فراوان موجود در هر دو سیاره زمین و مشتری است.  
۲- هر دو این عناصر در جدول دوره‌ای، هم‌گروه بوده و در گروه ۱۶ قرار دارند؛ اکسیژن در دوره ۲ و گوگرد در دوره ۳.  
۳- عنصر اکسیژن در سیاره مشتری از نظر فراوانی در رتبه چهارم و در سیاره زمین در رتبه دوم قرار دارد.  
۴- عنصر گوگرد در هر دو سیاره از نظر فراوانی در رتبه ششم قرار دارد.  
۵- درصد فراوانی اکسیژن و گوگرد در سیاره زمین بیشتر از سیاره مشتری است.  
برخی از دانشمندان براین باورند که سر آغاز کیهان با انفجاری مهیب (مهبانگ) همراه بوده که طی آن انرژی عظیمی آزاد شده است. در آن شرایط پس از پدید آمدن ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، پروتون و نوترون، عنصرهای هیدروژن و هلیوم پا به عرصه جهان گذاشتند. با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیوم تولید شده، متراکم شد و مجموعه‌های گاز به نام سحابی ایجاد کرد. بعدها این سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شد.

۱۱ گزینه «۱»

بار یون - تعداد پروتون‌های این یون = تعداد الکترون‌های یون  ${}_{26}^{56}\text{Fe}^{2+}$

$$= 26 - (+2) = 24$$

${}_{26}^{58}\text{Fe}$  تعداد نوترون‌های اتم = عدد جرمی اتم - تعداد پروتون‌های اتم =

$$58 - 26 = 32$$

$$\Rightarrow \frac{24}{32} = \frac{3}{4}$$

نسبت خواسته شده



در یون‌های مثبت (کاتیون‌ها) و منفی (آنیون‌ها) داریم:

$$\begin{cases} \text{تعداد پروتون‌ها} = Z \\ \text{تعداد نوترون‌ها} = A - Z \\ \text{تعداد الکترون‌ها} = Z + m \end{cases} \text{ (آنیون)} \quad {}_Z^A\text{E}^{m-}$$

$$\begin{cases} \text{تعداد پروتون‌ها} = Z \\ \text{تعداد نوترون‌ها} = A - Z \\ \text{تعداد الکترون‌ها} = Z - m \end{cases} \text{ (کاتیون)} \quad {}_Z^A\text{E}^{m+}$$

۱۲ گزینه «۴»

همان‌طور که می‌دانیم به جز در ایزوتوپ  ${}^1\text{H}$ ، شمار نوترون‌ها در هسته همه ایزوتوپ‌ها، بزرگ‌تر یا مساوی شمار پروتون‌هاست؛ در نتیجه طبق اطلاعات داده شده در صورت سؤال داریم:

$$N - Z = 1$$

عدد جرمی، برابر مجموع شمار نوترون‌ها و پروتون‌هاست؛ در نتیجه داریم:

$$A = N + Z \Rightarrow 35 = N + Z$$

$$2Z = 34 \Rightarrow Z = 17$$

۴۷٪ دانش‌آموزان به این سؤال پاسخ صحیح داده‌اند، چرا که به این دو

نکته توجه کرده‌اند که «به جز در ایزوتوپ  ${}^1\text{H}$ ، شمار نوترون‌ها در هسته همه ایزوتوپ‌ها، بزرگ‌تر یا مساوی شمار پروتون‌هاست و عدد جرمی، برابر مجموع شمار نوترون‌ها و پروتون‌هاست.» که اگر به نکته اول توجه کافی صورت نمی‌گرفت، تعداد پروتون‌ها را برابر ۱۸ و تعداد نوترون‌ها را برابر ۱۷ به دست آورده و پاسخ تست، گزینه (۳) می‌شد.»



در برخی از مسائل که در آن عدد جرمی (A) و تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها داده می‌شود، می‌توان فرمول زیر را برای محاسبه عدد اتمی (Z) به کار برد:

$$\text{تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها} - \text{عدد جرمی (A)} = \text{عدد اتمی (Z)}$$

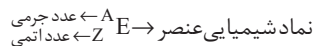
۱۳ گزینه «۲»

۱) به تعداد پروتون‌های هسته اتم هر عنصر، عدد اتمی آن عنصر گفته می‌شود.

۲) عدد اتمی (Z) هر عنصر، منحصر به فرد بوده و به کمک عدد اتمی، نوع عنصر را می‌توان تعیین نمود.

۳) به مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های یک اتم، عدد جرمی (A) گفته می‌شود.

۴) هر عنصر را با نماد ویژه‌ای نشان می‌دهند که در این نماد، شمار ذره‌های زیراتمی را نیز می‌توان مشخص کرد:



۵) برای معرفی هر اتم، نماد آن را با دو عدد مشخص می‌کنند. عدد کوچک‌تر که سمت چپ و پایین نوشته می‌شود، عدد اتمی (Z) و عدد معمولاً بزرگ‌تر که چپ و بالا نوشته می‌شود، عدد جرمی (A) است.

۶) اتم، ذره‌ای خنثی است؛ در نتیجه تعداد پروتون‌های یک اتم با تعداد الکترون‌های آن (e) برابر است. اتم‌ها با از دست دادن یا گرفتن الکترون به ذرات بارداری به نام یون تبدیل می‌شوند. در تبدیل اتم‌ها به یون، هسته اتم دست‌خوش تغییر نمی‌شود؛ بنابراین عدد اتمی و جرمی در اتم‌ها و یون‌های مربوط به آن، هیچ فرقی با هم نمی‌کند.

۷) در یون‌های مثبت (کاتیون‌ها) و منفی (آنیون‌ها) داریم:

$$\begin{cases} \text{تعداد پروتون‌ها} = Z \\ \text{تعداد نوترون‌ها} = A - Z \\ \text{تعداد الکترون‌ها} = Z + m \end{cases} \text{ (آنیون)} \quad {}_Z^A\text{E}^{m-}$$

$$\begin{cases} \text{تعداد پروتون‌ها} = Z \\ \text{تعداد نوترون‌ها} = A - Z \\ \text{تعداد الکترون‌ها} = Z - m \end{cases} \text{ (کاتیون)} \quad {}_Z^A\text{E}^{m+}$$

حال شمار پروتون‌ها، الکترون‌ها و نوترون‌ها در مورد هر یک از گونه‌های ارائه شده در جدول را تعیین کنیم:

${}_{26}^{56}\text{Fe}^{2+}$  تعداد پروتون‌ها:  $(Z) = 26$

تعداد نوترون‌ها  $(N) = A - Z = 56 - 26 = 30$

تعداد الکترون‌ها  $(e) = Z - m = 26 - 2 = 24$

تعداد پروتون‌ها:  $(Z) = 43$   ${}_{43}^{99}\text{Tc}$

تعداد نوترون‌ها  $(N) = A - Z = 99 - 43 = 56$

تعداد الکترون‌ها  $(e) = Z = 43$

تعداد پروتون‌ها:  $(Z) = 17$   ${}_{17}^{37}\text{Cl}^-$

تعداد نوترون‌ها  $(N) = A - Z = 37 - 17 = 20$

تعداد الکترون‌ها  $(e) = Z + m = 17 + 1 = 18$

۱۷ گزینه ۱

ویژگی ایزوتوپ	$^1_1\text{H}$	$^2_1\text{H}$	$^3_1\text{H}$	$^4_1\text{H}$
نیم عمر	پایدار	پایدار	۱۲ / ۳۲ سال	$1/4 \times 10^{-22}$ ثانیه
درصد فراوانی در طبیعت	۹۹ / ۹۸۸۵	۰ / ۰۱۱۴	ناچیز	۰ (ساختگی)

ویژگی ایزوتوپ	$^5_1\text{H}$	$^6_1\text{H}$	$^7_1\text{H}$
نیم عمر	$9/1 \times 10^{-22}$ ثانیه	$2/9 \times 10^{-22}$ ثانیه	$2/3 \times 10^{-22}$ ثانیه
درصد فراوانی در طبیعت	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)

$^2_1\text{H}$ و $^1_1\text{H}$	پایدار	ایزوتوپ‌های هیدروژن
$^3_1\text{H}$	طبیعی	
$^4_1\text{H}$	ساختگی	
و $^5_1\text{H}$		
و $^6_1\text{H}$		
و $^7_1\text{H}$		
	ناپایدار (رادایوایزوتوپ)	

۷۷٪ دانش‌آموزان به این سؤال پاسخ صحیح داده‌اند. چرا که به «سؤالات با هم بیندیشیم کتاب درسی با دقت پاسخ داده‌اند و نکات مربوط به جدول زیر» توجه کافی داشتند.

نکته

- در نتیجه در میان ۷ ایزوتوپ اول عنصر هیدروژن، ۵ ایزوتوپ ناپایدار و پرتوزا (رادایوایزوتوپ) وجود دارد.
- مقایسه پایداری و نیم عمر رادایوایزوتوپ‌های هیدروژن به صورت زیر است:  
 $^3_1\text{H} > ^5_1\text{H} > ^6_1\text{H} > ^4_1\text{H} > ^7_1\text{H}$
- ایزوتوپ  $^5_1\text{H}$  پایدارترین ایزوتوپ ساختگی هیدروژن می باشد؛ پس با افزایش تعداد n و سنگین تر شدن ایزوتوپ‌های هیدروژن، نیم‌عمر و پایداری آن‌ها به صورت منظمی تغییر نمی‌کند.
- نیم‌عمر ایزوتوپ  $^7_1\text{H}$  از بقیه ایزوتوپ‌های ساختگی و طبیعی کم‌تر و این ایزوتوپ، از همه ناپایدار تر می‌باشد.

نکته

«ایزوتوپ‌های پرتوزا و ناپایدار، رادایوایزوتوپ نامیده می‌شوند.» «هسته ایزوتوپ‌های ناپایدار، ماندگار نیست و با گذشت زمان متلاشی می‌شود. این ایزوتوپ‌ها پرتوزا هستند و اغلب بر اثر تلاشی افزون بر ذره‌های پرانرژی، مقدار زیادی انرژی نیز آزاد می‌کنند.» رادایوایزوتوپ‌ها اگر چه بسیار خطرناک هستند، اما پیشرفت دانش و فناوری، بشر را موفق به مهار و بهره‌گیری از آن‌ها کرده است. به طوری که از آن‌ها در پزشکی، کشاورزی و سوخت در نیروگاه‌های اتمی استفاده می‌شود.

بنابراین اطلاعات ردیف (۳) و ستون (۳) نادرست است.

۵۴٪ دانش‌آموزان به این سؤال پاسخ صحیح داده‌اند. چرا که خود را بیازمایید کتاب درسی را به دقت بررسی کرده‌اند و به سؤالات مطرح‌شده در این خود را بیازمایید پاسخ داده‌اند. در این خود را بیازمایید باید نحوه محاسبه تعداد ذرات زیراتمی گونه‌های خنثی و باردار به خوبی یاد گرفته شود.

۱۴ گزینه «۳»

تعداد پروتون‌ها، الکترون‌ها و نوترون‌ها را برای هر یک از ایزوتوپ‌های داده‌شده، محاسبه می‌کنیم:

(۱)  $^{24}_{12}\text{Mg}$ :

عدد جرمی (A) = ۲۴

عدد اتمی (Z) = ۱۲

۱۲۱ = تعداد پروتون‌ها = تعداد الکترون‌ها  $\Rightarrow$  ذره خنثی است

۱۴ = تعداد نوترون‌ها (N) = A - Z = ۲۴ - ۱۲

(۲)  $^{99}_{43}\text{Tc}$ :

عدد جرمی (A) = ۹۹

عدد اتمی (Z) = ۴۳

۴۳ = تعداد پروتون‌ها = تعداد الکترون‌ها  $\Rightarrow$  ذره خنثی است

۵۶ = تعداد نوترون‌ها (N) = A - Z = ۹۹ - ۴۳

(۳)  $^{59}_{26}\text{Fe}^{2+}$ :

عدد جرمی (A) = ۵۹

عدد اتمی (Z) = ۲۶

۲۴ = ۲۶ - (+۲) = بار - تعداد پروتون‌ها = تعداد الکترون‌ها  $\Rightarrow$  ذره باردار

۳۳ = تعداد نوترون‌ها (N) = A - Z = ۵۹ - ۲۶

۱۵ گزینه «۳»

در سمت چپ نماد شیمیایی عنصرها در بالا و پایین، به ترتیب عدد جرمی و عدد اتمی آن عنصر نوشته می‌شود؛ در نتیجه مقدار A یا عدد جرمی ایزوتوپ  $^{131}_{54}\text{X}$  برابر با ۱۳۱ است و مقدار Z یا عدد اتمی آن برابر با ۵۴ است.

$A - Z = 131 - 54 = 77$

$\frac{A - Z}{Z} = \frac{77}{54} \approx 1/42$

۱۶ گزینه «۳»

شمار پروتون‌ها، الکترون‌ها و نوترون‌ها در مورد هر یک از گونه‌های ارائه‌شده را تعیین کنیم:

$^{24}_{12}\text{Mg}^{2+}$

عدد جرمی (A) = ۲۴

عدد اتمی (Z) = ۱۲

۱۲ = تعداد نوترون‌ها (N) = A - Z = ۲۴ - ۱۲

۱۰ = تعداد الکترون‌ها (e) = ۱۲ - (+۲)

۲ = ۱۲ - ۱۰ = اختلاف تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها

$^{80}_{35}\text{Br}^{-}$

عدد جرمی (A) = ۸۰

عدد اتمی (Z) = ۳۵

۴۵ = تعداد نوترون‌ها (N) = A - Z = ۸۰ - ۳۵

۳۶ = تعداد الکترون‌ها (e) = ۳۵ - (-۱)

۹ = ۴۵ - ۳۶ = اختلاف تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها

$\frac{2}{9}$  = نسبت خواسته‌شده



۵	خواص شیمیایی	پایداری نسبی
۶	موقعیت در جدول دوره‌ای	خواص فیزیکی وابسته به جرم
۷		خواص فیزیکی ترکیب‌های حاصل از آن
۸		درصد فراوانی

۵۲٪ دانش‌آموزان به این سؤال پاسخ صحیح داده‌اند، چرا که به این جملات از کتاب درسی «ایزوتوپ‌های یک عنصر دارای Z یکسان اما A متفاوت هستند، به دیگر سخن ایزوتوپ‌ها، اتم‌های یک عنصرند که در شمار نوترون‌ها با یکدیگر تفاوت دارند. از آنجا که خواص شیمیایی اتم‌های هر عنصر به عدد اتمی (Z) آن وابسته است؛ ایزوتوپ‌ها یک عنصر همگی خواص شیمیایی یکسانی دارند و در جدول دوره‌ای عناصرها تنها یک مکان را اشغال می‌کنند؛ این در حالی است که همین ایزوتوپ‌ها در برخی خواص فیزیکی وابسته به جرم، مانند چگالی با یکدیگر تفاوت دارند.»

۲۲ گزینه «۲»

گاز نجیب دوره چهارم جدول دوره‌ای، گاز نجیب کریپتون ( ${}_{36}\text{Kr}$ ) است؛ در نتیجه عدد اتمی عنصر X، برابر  $33 = 36 - 3$  است:

${}^a_b\text{X}$ :

$(Z) = b = 33$  عدد اتمی

در یک اتم خنثی، شمار الکترون‌های موجود در پیرامون هسته، برابر با شمار پروتون‌های موجود در درون هسته است؛ در نتیجه شمار الکترون‌های این اتم برابر با عدد اتمی آن ( $Z = 33$ ) است.

همواره در هسته یک اتم، تعداد نوترون‌ها برابر یا بیش از تعداد پروتون‌هاست ( $N \geq Z$ ) تنها مورد استثناء، اتم هیدروژن ( ${}^1\text{H}$ ) است که در هسته خود هیچ نوترونی ندارد.

با توجه به نکته بالا، شمار نوترون‌ها در هسته اتم  ${}^a_b\text{X}$  برابر است با:

$N - e = 6 \Rightarrow N - 33 = 6 \Rightarrow N = 39$

در این اتم،  $a$  عدد جرمی و  $b$  عدد اتمی است؛ در نتیجه داریم:

$a = N + Z = 39 + 33 = 72$

$b = Z = 33$

$\Rightarrow a + b = 72 + 33 = 105$

نکته

باید عدد اتمی گازهای نجیب به همراه نماد شیمیایی آن‌ها به خاطر بسپارید:

شماره دوره	نماد شیمیایی گاز نجیب
$n = 1$	${}^2_2\text{He}$
$n = 2$	${}^{10}_{10}\text{Ne}$
$n = 3$	${}^{18}_{18}\text{Ar}$
$n = 4$	${}^{36}_{36}\text{Kr}$
$n = 5$	${}^{54}_{54}\text{Xe}$
$n = 6$	${}^{86}_{86}\text{Rn}$

۱۸ گزینه «۲»

در میان ۷ ایزوتوپ اول عنصر هیدروژن،  ${}^1_1\text{H}$ ،  ${}^2_1\text{H}$  و  ${}^3_1\text{H}$  طبیعی و ۴ ایزوتوپ بعدی ساختگی هستند؛ به طوری که همه ایزوتوپ‌های ساختگی و ایزوتوپ  ${}^3_1\text{H}$  از میان ایزوتوپ‌های طبیعی، ناپایدار و پرتوزا (رادایوایزوتوپ) هستند و فقط دو ایزوتوپ اول عنصر هیدروژن پایدار هستند. در نتیجه نسبت تعداد ایزوتوپ‌های طبیعی عنصر هیدروژن (۳ ایزوتوپ) به تعداد ایزوتوپ‌های پرتوزای آن (۵ ایزوتوپ)، برابر است با:  $\frac{3}{5}$

سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی عنصر هیدروژن،  ${}^3_1\text{H}$  است که در هسته این ایزوتوپ، یک پروتون و دو نوترون وجود دارد؛ در نتیجه نسبت تعداد نوترون‌ها به تعداد پروتون‌ها در سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی عنصر هیدروژن، برابر است با:  $\frac{2}{1}$

نسبت خواسته شده برابر است با:  $\frac{\frac{3}{5}}{\frac{2}{1}} = \frac{3}{10} = 0.3$

۵۷٪ دانش‌آموزان به این سؤال پاسخ صحیح داده‌اند، چرا که به

«سؤالات با هم بیندیشیم کتاب درسی و نکات مربوط به ایزوتوپ‌های هیدروژن.» توجه کافی داشتند و مسلط شدند.

۱۹ گزینه «۲»

باید موارد خواسته شده در مورد هر یک از گونه‌های ارائه شده را تعیین کنیم:

${}_{35}^{71}\text{Y}^{-1}$ :  
 تعداد نوترون‌ها  $(N) = A - Z = 71 - 35 = 36$   
 تعداد الکترون‌ها  $(e) = 36 \rightarrow$  تعداد الکترون‌ها:  ${}^{36}\text{Y}^{+2}$   
 (عدد اتمی یا Z) تعداد پروتون‌ها  $\rightarrow (+2) - (Z)$  تعداد پروتون‌ها = ۳۸  
 (A) عدد جرمی  $\Rightarrow N = 50$  تعداد نوترون‌ها  
 مجموع تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها  $= Z + N = 38 + 50 = 88$

۲۰ گزینه «۱»

در عنصر  ${}^A_Z\text{E}$ ، نسبت تعداد نوترون‌ها به پروتون‌ها برابر با ۱ است؛ یعنی تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها در این اتم با هم برابر است؛ در نتیجه خواهیم داشت: مجموع تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها  $(A) =$  عدد جرمی

$N + Z \xrightarrow{N=Z} A = 2Z$

حال شمار الکترون‌ها در یون  $\text{E}^{2-}$  برابر است با:

$(-2) - (Z) = Z + 2$  تعداد پروتون‌ها  $(e) =$  تعداد الکترون‌ها

نسبت تعداد الکترون‌ها به نوترون‌ها در این گونه برابر است با:

$\frac{\text{تعداد الکترون‌ها}}{\text{تعداد نوترون‌ها}} = \frac{e}{N} = 1/25 \Rightarrow 1/25Z = Z + 2$

مجموع تعداد نوترون‌ها و  $(A) =$  عدد جرمی  $\Rightarrow 0/25Z = 2 \Rightarrow Z = 8$

$\Rightarrow Z = 8$  عدد جرمی  $(A) = 2Z = 16$  پروتون‌ها

۲۱ گزینه «۲»

تفاوت‌ها و شباهت‌های ایزوتوپ‌های یک عنصر:

ردیف	شباهت ایزوتوپ‌ها	تفاوت ایزوتوپ‌ها
۱	عدد اتمی (Z)	عدد جرمی (A)
۲	تعداد پروتون‌ها	تعداد نوترون‌ها
۳	تعداد الکترون‌ها	جرم نسبی
۴	آرایش الکترونی	نیم عمر (برای ایزوتوپ‌های پرتوزا)

۳۳ گزینه «۱»

در میان ۷ ایزوتوپ اول عنصر هیدروژن، ۳ ایزوتوپ  $^1\text{H}$ ،  $^2\text{H}$  و  $^3\text{H}$  طبیعی و ۴ ایزوتوپ بعدی ساختگی هستند؛ به طوری که همه ایزوتوپ‌های ساختگی و ایزوتوپ  $^3\text{H}$  از میان ایزوتوپ‌های طبیعی، ناپایدار و پرتوزا (رادایوایزوتوپ) هستند و فقط دو ایزوتوپ اول هیدروژن پایدار هستند. (درستی گزینه «۳» و نادرستی گزینه «۱»)

دو ایزوتوپ اول هیدروژن، پایدار هستند. نیم‌عمر هر ایزوتوپ نشان می‌دهد که آن ایزوتوپ تا چه اندازه پایدار است. هر چه نیم‌عمر یک ایزوتوپ کوتاه‌تر باشد، زمان ماندگاری آن کم‌تر بوده و در نتیجه ناپایدارتر است. همچنین بین درصد فراوانی یک ایزوتوپ در طبیعت و میزان پایداری آن، رابطه مستقیم وجود دارد؛ بنابراین چون فراوانی ایزوتوپ  $^1\text{H}$  بیش از  $99/9$  درصد است، این ایزوتوپ پایداری بیش‌تری نسبت به ایزوتوپ  $^2\text{H}$  دارد. (درستی گزینه «۲»)

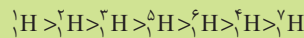
مقایسه پایداری و نیم‌عمر رادیوایزوتوپ‌های هیدروژن به صورت زیر است:

$$^3\text{H} > ^5\text{H} > ^6\text{H} > ^4\text{H} > ^7\text{H}$$

ایزوتوپ  $^5\text{H}$  پایدارترین ایزوتوپ ساختگی هیدروژن می‌باشد؛ پس با افزایش تعداد n و سنگین‌تر شدن ایزوتوپ‌های هیدروژن، نیم‌عمر و پایداری آن‌ها به صورت منظمی تغییر نمی‌کند. (درستی گزینه «۴»)



مقایسه پایداری و نیم‌عمر ایزوتوپ‌های هیدروژن



۳۴ گزینه «۲»

سبک‌ترین عنصر دوره دوم جدول دوره‌ای، عنصر لیتیم ( $^6\text{Li}$ ) است که دارای دو ایزوتوپ طبیعی  $^6\text{Li}$  و  $^7\text{Li}$  است. ترتیب فراوانی این دو ایزوتوپ به صورت زیر است:

$^7\text{Li} > ^6\text{Li}$  : مقایسه درصد فراوانی ایزوتوپ‌های مختلف لیتیم چون  $^7\text{Li}$ ، درصد فراوانی بیش‌تری دارد، پایدارتر است؛ زیرا میان درصد فراوانی یک ایزوتوپ در طبیعت و پایداری آن، رابطه مستقیم وجود دارد. شمار نوترون‌ها در این ایزوتوپ برابر است با:

$$\Rightarrow N + Z = \text{مجموع شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها} = (A) \text{ عدد جرمی}$$

$$N = A - Z = 7 - 3 = 4$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه «۱»: در میان ۷ ایزوتوپ اول عنصر هیدروژن، ۳ ایزوتوپ  $^1\text{H}$ ،  $^2\text{H}$  و  $^3\text{H}$  طبیعی و ۴ ایزوتوپ بعدی ساختگی هستند؛ به طوری که همه ایزوتوپ‌های ساختگی و ایزوتوپ  $^3\text{H}$  از میان ایزوتوپ‌های طبیعی، ناپایدار و پرتوزا (رادایوایزوتوپ) هستند و فقط دو ایزوتوپ اول هیدروژن پایدار هستند.

گزینه «۲»: مقایسه پایداری و نیم‌عمر رادیوایزوتوپ‌های هیدروژن به صورت زیر است:



ایزوتوپ  $^5\text{H}$  پایدارترین ایزوتوپ ساختگی هیدروژن و ایزوتوپ  $^2\text{H}$ ، پایدارترین رادیوایزوتوپ هیدروژن هستند و شمار نوترون‌ها در پایدارترین رادیوایزوتوپ هیدروژن ( $^2\text{H}$ ) برابر است با:

$$\Rightarrow N + Z = \text{مجموع شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها} = (A) \text{ عدد جرمی}$$

$$N = A - Z = 2 - 1 = 1$$

گزینه «۳»: ایزوتوپ‌های پرتوزا و ناپایدار، رادیوایزوتوپ نامیده می‌شوند؛ نه کل ایزوتوپ‌های ساختگی!

۳۵ گزینه «۳»

عنصر منیزیم ( $^{24}\text{Mg}$ ) دارای ۳ ایزوتوپ طبیعی  $^{24}\text{Mg}$ ،  $^{25}\text{Mg}$  و  $^{26}\text{Mg}$  است که ترتیب فراوانی آن‌ها به صورت زیر است:

$^{25}\text{Mg} > ^{26}\text{Mg} > ^{24}\text{Mg}$  : مقایسه درصد فراوانی ایزوتوپ‌های مختلف منیزیم عنصر لیتیم ( $^6\text{Li}$ ) دارای ۲ ایزوتوپ  $^6\text{Li}$  و  $^7\text{Li}$  است که ترتیب فراوانی آن‌ها به صورت زیر است:

$^7\text{Li} > ^6\text{Li}$  : مقایسه درصد فراوانی ایزوتوپ‌های مختلف لیتیم در نتیجه سبک‌ترین ایزوتوپ منیزیم و سنگین‌ترین ایزوتوپ لیتیم، در میان ایزوتوپ‌های این دو عنصر، بیش‌ترین فراوانی را خواهند داشت. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه های «۱» و «۴»: از آن‌جا که خواص شیمیایی اتم‌های هر عنصر به عدد اتمی (Z) آن وابسته است؛ ایزوتوپ‌های یک عنصر همگی خواص شیمیایی یکسانی دارند و در جدول دوره‌ای عنصرها تنها یک مکان را اشغال می‌کنند؛ این در حالی است که همین ایزوتوپ‌ها در برخی از خواص فیزیکی وابسته به جرم، مانند چگالی یا یکدیگر تفاوت دارند.

گزینه «۲»: در میان ۷ ایزوتوپ اول عنصر هیدروژن، ۳ ایزوتوپ  $^1\text{H}$ ،  $^2\text{H}$  و  $^3\text{H}$  طبیعی و ۴ ایزوتوپ بعدی ساختگی هستند؛ به طوری که همه ایزوتوپ‌های ساختگی و ایزوتوپ  $^3\text{H}$  از میان ایزوتوپ‌های طبیعی، ناپایدار و پرتوزا (رادایوایزوتوپ) هستند و فقط دو ایزوتوپ اول هیدروژن پایدار هستند؛ بنابراین ۵ ایزوتوپ از ۷ ایزوتوپ اول عنصر هیدروژن، رادیوایزوتوپ هستند.



۹۵/ دانش‌آموزان به این سؤال پاسخ صحیح داده‌اند، چرا که به «سؤالات با هم بیندیشیم و تمرین‌های دوره‌ای کتاب درسی و نکات مربوط به ایزوتوپ‌های هیدروژن و دیگر عنصرها» توجه کافی داشتند و مسلط شدند.

۳۶ گزینه «۱»

شمار پروتون‌ها، الکترون‌ها و نوترون‌ها در مورد هر یک از گونه‌های ارائه‌شده را تعیین کنیم:

۱)  $^{24}_{13}\text{X}^{2+}$  : عدد جرمی (A) = ۲۴  
 عدد اتمی (Z) = ۱۳  
 تعداد نوترون‌ها (N) = A - Z = ۲۴ - ۱۳ = ۱۱

$^{31}_{15}\text{D}$  :  
 عدد اتمی (Z) = ۱۵ = تعداد پروتون‌ها  
 نسبت خواسته‌شده  $\frac{41}{15} \approx 2/73$

۲)  $^{65}_{30}\text{X}^{2+}$  :  
 عدد جرمی (A) = ۶۵  
 عدد اتمی (Z) = ۳۰  
 تعداد نوترون‌ها (N) = A - Z = ۶۵ - ۳۰ = ۳۵

$^{32}_{16}\text{D}$  :  
 عدد اتمی (Z) = ۱۶ = تعداد پروتون‌ها  
 نسبت خواسته‌شده  $\frac{25}{16} \approx 2/18$

۳)  $^{58}_{27}\text{X}$  :  
 عدد جرمی (A) = ۵۸  
 عدد اتمی (Z) = ۲۷  
 تعداد نوترون‌ها (N) = A - Z = ۵۸ - ۲۷ = ۳۱

$^{28}_{14}\text{D}$  :  
 عدد اتمی (Z) = ۱۴ = تعداد پروتون‌ها  
 نسبت خواسته‌شده  $\frac{32}{14} \approx 2/21$

۲۸ گزینه «۲»

طبق متن زیر شکل کتاب درسی، یکی از کاربردهای مواد پرتوزا، استفاده از آن‌ها در تولید انرژی الکتریکی است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه «۱»: اغلب (نه همه!) هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به

پروتون‌های آن‌ها برابر یا بیشتر از ۱/۵ باشد،  $\frac{N}{P} \geq 1/5$  ناپایدار و پرتوزا

هستند. دقت کنید که برای این قاعده، موارد استثناء هم وجود دارد، برای

مثال  ${}^{99}_{43}\text{Tc}$  ایزوتوپ ناپایدار و پرتوزاست (رادایوایزوتوپ) است؛ در حالی

که  $\frac{N}{P}$  آن کوچک‌تر از ۱/۵ است:

$$A = N + P \Rightarrow N = A - P = 99 - 43 = 56$$

$$\Rightarrow \frac{N}{P} \approx 1/3$$

گزینه «۳»: هسته ایزوتوپ‌های ناپایدار، ماندگار نیست و با گذشت زمان متلاشی می‌شود. این ایزوتوپ‌ها پرتوزا هستند و اغلب بر اثر تلاشی افزون بر ذره‌های پر انرژی، مقدار زیادی انرژی نیز آزاد می‌کنند. ایزوتوپ‌های پرتوزا و ناپایدار، رادایوایزوتوپ نام دارند. دقت کنید که رادایوایزوتوپ‌ها لزوماً در پزشکی کاربرد ندارند و می‌توانند در کشاورزی، سوخت در نیروگاه‌های اتمی و ... نیز استفاده شوند.

گزینه «۴»: پسماند راکتورهای اتمی، هنوز خاصیت پرتوزایی دارد و خطرناک است؛ از این رو دفع آن‌ها از جمله چالش‌های صنایع هسته‌ای به شمار می‌آید.

۷۷٪ دانش‌آموزان به این سؤال پاسخ صحیح داده‌اند، چرا که به همه جملات کتاب درسی حتی زیر و حاشیه شکل‌ها نیز توجه کرده‌اند و به جمله «یکی از کاربردهای مواد پرتوزا، استفاده از آن‌ها در تولید انرژی الکتریکی است.» که دقیقاً در پایین شکل کتاب درسی آمده است، توجه کافی داشتند و مسلط شدند.

نکته

اغلب (نه همه!) هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن‌ها برابر یا بیشتر از ۱/۵ باشد، ناپایدارند و با گذشت زمان متلاشی می‌شوند. هسته به احتمال زیاد پرتوزا و ناپایدار است.

$$\frac{A}{P} \geq 2/5 \quad \text{یا} \quad \frac{P}{N} \leq 5/67 \quad \text{یا} \quad \frac{N}{P} \geq 1/5$$

اشتباه نکنید:

۱) در هسته همه اتم‌های پرتوزا نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌ها برابر یا بزرگ‌تر از ۱/۵ نیست؛ برای نمونه  $({}^4_6\text{C}, {}^{59}_{26}\text{Fe}, {}^{99}_{43}\text{Tc})$  و ... همگی

ایزوتوپ‌های پرتوزا و ناپایداری هستند که  $\frac{N}{P}$  آن‌ها کمتر از ۱/۵ است.

۲) همچنین، ایزوتوپ‌هایی وجود دارند که  $\frac{N}{P}$  آن‌ها برابر یا بزرگ‌تر از ۱/۵

است ولی پایدارند و همه ایزوتوپ‌های با نسبت  $\frac{N}{P}$  برابر یا بزرگ‌تر از ۱/۵، ناپایدار نیستند.

۲۹ گزینه «۱»

«اورانیم شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزایی است که ایزوتوپ  ${}^{235}_{92}\text{U}$  از آن، اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود.

۴)  $X: {}^{65}_{29}\text{X}$ :

$(A) = 65$  عدد جرمی

$(Z) = 29$  عدد اتمی

$(N) = A - Z = 65 - 29 = 36$  تعداد نوترون‌ها

${}^{37}_{17}\text{D}$ :

$(Z) = 17$  عدد اتمی = تعداد پروتون‌ها

نسبت خواسته‌شده  $\frac{36}{17} \approx 2/11$

۲۷ گزینه «۲»

از آنجایی که خواص شیمیایی اتم‌های هر عنصر به عدد اتمی (Z) آن وابسته است؛ اتم‌های یک عنصر همگی خواص شیمیایی یکسانی دارند و در جدول دوره‌ای عناصر تنها یک مکان را اشغال می‌کنند؛ این در حالی است که همین ایزوتوپ‌ها در برخی خواص فیزیکی وابسته به جرم، مانند چگالی با یکدیگر تفاوت دارند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه «۱»: در یک نمونه طبیعی از عنصر منیزیم، سه ایزوتوپ  ${}^{24}\text{Mg}$ ،  ${}^{25}\text{Mg}$  و  ${}^{26}\text{Mg}$  وجود دارد؛ در نتیجه تفاوت جرم سبک‌ترین و سنگین‌ترین ایزوتوپ در یک نمونه طبیعی منیزیم برابر است با:  $26 - 24 = 2$ .

گزینه «۳»: در میان هفت ایزوتوپ اول عنصر هیدروژن، سه ایزوتوپ طبیعی و چهار ایزوتوپ ساختگی وجود دارد؛ به طوری که همه ایزوتوپ‌های ساختگی ناپایدار و پرتوزا (رادایوایزوتوپ) هستند و از میان ایزوتوپ‌های طبیعی، دو ایزوتوپ اول پایدار و ایزوتوپ  ${}^3_1\text{H}$  نیز ناپایدار و پرتوزاست!

گزینه «۴»: ایزوتوپ  ${}^2_1\text{H}$ ، همانطور که گفته شد، ناپایدار و پرتوزاست. این ایزوتوپ، دارای ۲ نوترون و ۱ پروتون در هسته خود است؛ در نتیجه نسبت شمار نوترون‌ها به شمار پروتون‌ها در هسته این ایزوتوپ، برابر ۲ است.

ایزوتوپ  ${}^{235}_{92}\text{U}$ ، پرتوزاست و اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود. در هسته این ایزوتوپ، ۹۲ پروتون وجود دارد و تعداد نوترون‌ها برابر است با:

$$N = A - Z \Rightarrow N = 235 - 92 = 143$$

پس نسبت شمار نوترون‌ها به شمار پروتون‌ها در هسته این اتم برابر است با:

$$\frac{N}{Z} = \frac{143}{92} \approx 1/55$$

۵۳٪ دانش‌آموزان به این سؤال پاسخ صحیح داده‌اند، چرا که به این جمله از متن کتاب درسی که ایزوتوپ‌های یک عنصر همگی خواص شیمیایی یکسانی دارند؛ در حالی که همین ایزوتوپ‌ها در خواص فیزیکی وابسته به جرم، مانند چگالی با یکدیگر تفاوت دارند.» توجه کافی داشتند و مسلط شدند.

نکته

برخی از ویژگی‌های ۷ ایزوتوپ اول عنصر هیدروژن:

۷ ایزوتوپ هیدروژن	۳ ایزوتوپ طبیعی	پایدار	${}^1_1\text{H}$ ← بیش از ۹۹/۹ درصد فراوانی در طبیعت
			${}^2_1\text{H}$ ← فراوانی حدود ۰/۰۱ درصد در طبیعت
۴ ایزوتوپ ساختگی (همه ناپایدار و پرتوزا)	ناپایدار و پرتوزا	طبیعت ناچیز	${}^3_1\text{H}$ ← درصد فراوانی در طبیعت صفر
			${}^4_1\text{H}$ ، ${}^5_1\text{H}$ ، ${}^6_1\text{H}$ ، ${}^7_1\text{H}$ ← درصد فراوانی در طبیعت صفر

۷۶٪ دانش آموزان به این سؤال پاسخ صحیح داده‌اند، چرا که به این جملات از کتاب درسی توجه کافی داشتند و مسلط شدند.

نکته

۹۲ عنصر موجود در طبیعت (تقریباً ۷۸٪)	۱۱۸ عنصر شناخته‌شده
۲۶ عنصر ساختگی (تقریباً ۲۲٪) ← در طبیعت وجود ندارد و در واکنش‌گاه هسته‌ای توسط انسان ساخته شده‌اند.	

۳۲ گزینه «۴»

برخی از رادیوایزوتوپ‌های معرفی شده در کتاب درسی، ویژگی‌ها و کاربردهای آن‌ها:

کاربرد	ویژگی‌های مهم	رادیوایزوتوپ‌ها و مواد پرتوزا
تصویربرداری غده تیروئید	نخستین عنصر مصنوعی ساخته شده توسط انسان - در طبیعت وجود ندارد - نیمه عمر آن کم است؛ بنابراین نمی‌توان مقادیر زیادی از این عنصر را ساخت و برای مدت طولانی نگهداری کرد. در دوره ۵ و گروه ۷ جدول تناوبی قرار دارد.	$^{99}_{43}\text{Tc}$ (تکنسیم)

اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی	اورانیم شناخته شده‌ترین فلز پرتوزاست. درصد فراوانی ایزوتوپ $^{235}_{92}\text{U}$ (سوخت راکتورهای اتمی) در مخلوط طبیعی آن کمتر از ۰/۷ درصد است. فراوانی این ایزوتوپ را به کمک غنی‌سازی ایزوتوپی افزایش می‌دهند.	$^{235}_{92}\text{U}$ (اورانیم)
تشخیص توده سرطانی	به گلوکز حاوی اتم پرتوزا می‌گویند - پس از تزریق به بدن همراه گلوکز معمولی، جذب اندام‌ها و بافت‌های سرطانی (مصرف گلوکز بالاتری دارند) شده و پرتوهای نشر شده از آن‌ها به کمک آشکارساز تشخیص داده شده و بدین ترتیب محل توده سرطانی نیز شناسایی می‌شود.	گلوکز نشان‌دار

دقت کنید که  $^3\text{H}$ ، در درمان مشکلات تیروئیدی کاربردی ندارد، تنها از تکنسیم ( $^{99}\text{Tc}$ ) برای تصویربرداری از غده تیروئید استفاده می‌شود. بقیه کاربردهای ایزوتوپ‌های داده شده طبق جدول بالا، درست هستند.

۳۳ گزینه «۴»

عبارت‌های «الف»، «ب» و «ت» درست هستند.

فراوانی این ایزوتوپ در مخلوط طبیعی، از ۰/۷ درصد کم‌تر است. دانشمندان هسته‌ای ایران با تلاش بسیار موفق شدند مقدار آن را در مخلوط ایزوتوپ‌های این عنصر افزایش دهند که به این فرایند، غنی‌سازی ایزوتوپی گفته می‌شود.»

۷۷٪ دانش آموزان به این سؤال پاسخ صحیح داده‌اند، چرا که به این جملات از کتاب درسی توجه کافی داشتند و مسلط شدند.

نکته

فرایند غنی‌سازی ایزوتوپی به طور خلاصه به صورت زیر تعریف می‌شود:

افزایش فراوانی ایزوتوپ $^{235}_{92}\text{U}$ در مخلوط ایزوتوپ‌های اورانیم	مثال ←	افزایش مقدار (فراوانی) یک ایزوتوپ در مخلوط ایزوتوپ‌های آن عنصر	غنی‌سازی ایزوتوپی
---	--------	--	-------------------

۳۰ گزینه «۲»

اورانیم، شناخته شده ترین فلز پرتوزایی است که یکی از ایزوتوپ‌های آن، اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود. این ایزوتوپ،  $^{235}\text{U}$  بوده که فراوانی آن در مخلوط طبیعی از ۰/۷ درصد کم‌تر است. اورانیم (با نماد شیمیایی U)، در خانه ۹۲ جدول دوره‌ای قرار دارد ( $Z = 92$ ); در نتیجه شمار نوترون‌های ایزوتوپ  $^{235}\text{U}$  برابر است با:

$$(A) = N + Z \Rightarrow N = A - Z = 235 - 92 = 143$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه «۱»: طبق متن کتاب درسی در حاشیه صفحه (۹)، دود سیگار و قلیان، مقدار قابل توجهی مواد پرتوزا دارد. از این رو اغلب افرادی که به سرطان ریه دچار می‌شوند، سیگاری هستند.

گزینه «۳»: از تکنسیم  $^{99}\text{Tc}$  برای تصویربرداری از غده تیروئید استفاده می‌شود؛ زیرا یون بی‌بید با یونی که حاوی  $^{99}\text{Tc}$  است، اندازه مشابهی 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.

گزینه «۴»: توده‌های سرطانی، باخته‌هایی هستند که رشد غیرعادی و سریع‌تری دارند. برای تشخیص و تصویربرداری توده سرطانی از رادیوایزوتوپ‌ها به شکل گلوکز حاوی اتم پرتوزا (گلوکز نشان‌دار) استفاده می‌شود.

۳۱ گزینه «۴»

از ۱۱۸ عنصر شناخته شده، تنها ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می‌شود؛ این بدان معناست که ۲۶ عنصر دیگر ساختگی است.»

«تکنسیم ( $^{99}\text{Tc}$ ) نخستین عنصری بود که در واکنش‌گاه (راکتور) هسته‌ای ساخته شد. این رادیوایزوتوپ در تصویربرداری پزشکی کاربرد ویژه‌ای دارد.»

بررسی عبارت‌ها در جملات کتاب درسی در کادر زیر:

۸۹٪ دانش‌آموزان به این سؤال پاسخ صحیح داده‌اند، چرا که به این جملات از کتاب درسی درباره عنصر تکنسیم، توجه کافی داشتند و مسلط شدند.

«تکنسیم ( $^{99}\text{Tc}$ ) نخستین عنصری بود که در واکنش‌گاه (راکتور) هسته‌ای ساخته شد. این رادیوایزوتوپ در تصویربرداری پزشکی کاربرد ویژه‌ای دارد.»

ادامه:

«همه  $^{99}\text{Tc}$  موجود در جهان باید به‌طور 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.»

«از تکنسیم ( $^{99}\text{Tc}$ ) برای تصویربرداری غده تیروئید استفاده می‌شود زیرا یون یدید با یونی که حاوی  $^{99}\text{Tc}$  است، اندازه مشابهی 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.»  
دقت کنید که یون یدید، با یون حاوی تکنسیم - ۹۹، اندازه مشابهی دارد، نه با یون تکنسیم - ۱۹۹

۳۴ گزینه «۴»

عدد اتمی یا شمار پروتون‌های هسته اتم عنصر تکنسیم، برابر ۴۳ ( $^{99}\text{Tc}$ ) است؛ در نتیجه شماره دوره و گروه این عنصر در جدول دوره‌ای برابر است با:  
 $7 = 43 - (54 - 18) = 18$  = شماره گروه عنصر تکنسیم  
این عنصر در جدول دوره‌ای، هم‌دوره با گاز نجیب زنون ( $^{54}\text{Xe}$ ) است؛ بنابراین در دوره ۵ جدول دوره‌ای جای دارد.

برای تعیین شماره گروه عنصری با آرایش الکترونی  $[\text{Ar}] 3d^5 4s^2$  در جدول دوره‌ای، می‌توان از دو روش زیر استفاده کرد:  
روش اول) تعیین گروه با استفاده از آرایش الکترونی:  
با توجه به آرایش الکترونی عنصر داده‌شده، این عنصر جزو عناصر دسته d جدول دوره‌ای است؛ در نتیجه شماره گروه آن برابر با تعداد الکترون‌های ظرفیت آن است.

$7 = \text{شماره گروه} = \text{شمار الکترون‌های ظرفیت} \Rightarrow [\text{Ar}] 3d^5 4s^2$   
روش دوم) تعیین شماره گروه با استفاده از عدد اتمی (Z):  
با توجه به آرایش الکترونی عنصر داده‌شده، عدد اتمی (Z) این عنصر برابر است با:

$$18 + 5 + 2 = 25$$

شماره گروه عنصری با عدد اتمی ۲۵ برابر است با:

$$7 = (25 - 18)$$

بنابراین هر دو این عنصرها، در گروه هفتم جدول دوره‌ای جای دارند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه «۱»: تکنسیم ( $^{99}\text{Tc}$ ) نخستین عنصری بود که در واکنش‌گاه (راکتور) هسته‌ای ساخته شد. این رادیوایزوتوپ در تصویربرداری پزشکی

کاربرد ویژه‌ای دارد. همه  $^{99}\text{Tc}$  موجود در جهان، باید به‌طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته شود.

بنابراین دقت کنید که تکنسیم ( $^{99}\text{Tc}$ ) ساختگی و مصنوعی است و در طبیعت وجود ندارد!

گزینه «۲»: از تکنسیم ( $^{99}\text{Tc}$ ) برای تصویر برداری غده تیروئید استفاده می‌شود (نه درمان بیماری‌های این غده!); زیرا یون یدید با یونی که حاوی  $^{99}\text{Tc}$  است، اندازه مشابهی 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.

گزینه «۳»: دقت کنید که عدد جرمی ایزوتوپی از تکنسیم که برای نخستین بار در واکنش‌گاه (راکتور) هسته‌ای ساخته شد و در تصویربرداری پزشکی (از غده تیروئید) کاربرد دارد، برابر ۹۹ است؛ نه جرم اتمی میانگین آن! در جدول دوره‌ای معرفی شده در کتاب درسی، حتی برای عنصر تکنسیم ( $^{99}\text{Tc}$ )، جرم اتمی میانگین ذکر نشده است!

نکته

تعیین موقعیت عنصرها (شماره دوره و گروه) در جدول دوره‌ای با استفاده از آرایش الکترونی:  
برای تعیین شماره دوره و گروه یک عنصر در جدول تناوبی به کمک آرایش الکترونی آن به صورت زیر عمل می‌کنیم:

بزرگ‌ترین ضربدر آرایش الکترونی	شماره دوره هر عنصر (همه دسته‌ها)
تعداد الکترون‌های ظرفیت	شماره گروه عنصرهای دسته S (به جز هلیوم)
$12 + \text{توان } p = 10 + \text{تعداد الکترون‌های ظرفیتی}$	شماره گروه عنصرهای دسته p
تعداد الکترون‌های ظرفیت	شماره گروه عنصرهای دسته d

نکته

تعیین موقعیت عنصرها (شماره دوره و گروه) در جدول دوره‌ای بدون نوشتن آرایش الکترونی:

آ تعیین شماره دوره: گازهای نجیب با عددهای اتمی ۲، ۱۰، ۱۸، ۳۶، ۵۴، ۸۶ و ۱۱۸ به ترتیب در انتهای دوره‌های اول تا هفتم قرار دارند؛ بنابراین برای تعیین شماره دوره یک عنصر کافی است عدد اتمی عنصر موردنظر را بین عدد اتمی دو گاز نجیب قبلی و بعدی آن قرار دهیم. شماره دوره عنصر با شماره دوره گاز نجیب بعدی یکسان است.  
ب) تعیین شماره گروه: برای تعیین شماره گروه، سه حالت پیش می‌آید:  
۱- اگر عدد اتمی عنصر موردنظر یک یا دو واحد بیشتر از عدد اتمی یکی از گازهای نجیب باشد، در این حالت شماره گروه برابر با تفاوت عدد اتمی عنصر با گاز نجیب دوره قبل است (شماره گروه برابر ۱ یا ۲ می‌باشد).

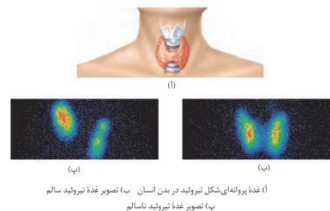
۲- عنصرهایی که در دو ردیف پایین جدول قرار دارند (عناصری با عدد اتمی ۵۷ تا ۷۰ و ۸۹ تا ۱۰۲)، همگی به گروه ۳ تعلق دارند.

۳- برای بقیه عنصرها که عدد اتمی آن‌ها بیش از دو واحد از عدد اتمی گاز نجیب قبل از خود بیشتر است، باید اختلاف عدد اتمی عنصر و گاز نجیب هم‌دوره‌اش را از عدد ۱۸ کم کنیم تا شماره گروه آن به دست آید. (عدد اتمی اتم موردنظر - عدد اتمی گاز نجیب بعد از اتم موردنظر) = شماره گروه

گزینه ۳۵ «۲»

عبارت‌های «ب» و «پ» نادرست هستند. بررسی عبارت‌ها:

عبارت «الف»: تکنسیم ( $^{99}\text{Tc}$ ) نخستین عنصری بود که در واکنش گاه (راکتور) هسته‌ای ساخته شد. این رادیوایزوتوپ در تصویربرداری پزشکی کاربرد ویژه‌ای دارد. از تکنسیم برای تصویربرداری غده تیروئید استفاده می‌شود که غده‌ای پروانه‌ای شکل در بدن انسان است:



عبارت «ب»: دقت کنید که یون یدید با یونی که حاوی  $^{99}\text{Tc}$  است، اندازه مشابهی دارد و غده تیروئید هنگام جذب یدید، این یون را نیز جذب می‌کند. یون یدید با یون حاوی  $^{99}\text{Tc}$  اندازه مشابهی دارد؛ نه خود عنصر تکنسیم! عبارت «پ»: عنصر تکنسیم ( $^{99}\text{Tc}$ ) در جدول دوره‌ای، هم‌دوره با گاز نجیب زنون ( $^{54}\text{Xe}$ ) (پنجمین گاز نجیب جدول دوره‌ای) است؛ در نتیجه در دوره پنجم جدول دوره‌ای قرار دارد.

عبارت «ت»: چون عنصر تکنسیم ( $^{99}\text{Tc}$ )، در تصویربرداری پزشکی کاربرد دارد، نیم‌عمر آن حدود چند ساعت است؛ اما نیم‌عمر ایزوتوپ‌های مصنوعی هیدروژن در حدود  $10^{-22}$  ثانیه است.

گزینه ۳۶ «۳»

طبق متن کتاب درسی، اورانیم شناخته‌شده‌ترین فلز و عنصر پرتوزایی است که یکی از ایزوتوپ‌های آن، اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه‌های «۱» و «۲»: تکنسیم ( $^{99}\text{Tc}$ ) نخستین عنصری بود که در واکنش گاه (راکتور) هسته‌ای ساخته شد. این رادیوایزوتوپ در تصویربرداری پزشکی کاربرد ویژه‌ای دارد.

همه  $^{99}\text{Tc}$  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.

گزینه «۴»: پسماند راکتورهای اتمی، هنوز خاصیت پرتوزایی دارد و خطرناک است؛ از این رو دفع آن‌ها از جمله چالش‌های صنایع هسته‌ای به شمار می‌آید.

گزینه ۳۷ «۱»

۷۰٪ دانش‌آموزان به این سؤال پاسخ صحیح داده‌اند، چرا که به این

جملات از کتاب درسی توجه کافی داشتند و مسلط شدند:

«در جدول دوره‌ای امروزی، عنصرها بر اساس افزایش عدد اتمی سازماندهی شده‌اند، به طوری که جدول دوره‌ای امروزی 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.»

«هر ستون جدول دوره‌ای، شامل عنصرها با خواص شیمیایی مشابه است و گروه نامیده می‌شود. بدیهی است خواص شیمیایی عنصرهایی که در یک دوره از جدول جای دارند، متفاوت است.»

گزینه ۳۸ «۴»

همانطور که اشاره شد، هر ستون جدول دوره‌ای، شامل عنصرها با خواص شیمیایی مشابه است و گروه نامیده می‌شود. بدیهی است خواص شیمیایی عنصرهایی که در یک دوره از جدول جای دارند، متفاوت است. در نتیجه باید به دنبال عنصرهایی بگردیم که در جدول دوره‌ای عنصرها، هم گروه با عنصر هلیوم ( $^2\text{He}$ ) در گروه ۱۸ جدول دوره‌ای هستند. از بین موارد گفته شده، گازهای نجیب نئون ( $^{10}\text{Ne}$ ) و آرگون ( $^{18}\text{Ar}$ ) در گروه ۱۸ جدول دوره‌ای هم گروه با عنصر هلیوم هستند.

نکته

لازم است که عناصر ابتدایی و انتهایی، در واقع عناصر گروه ۱ و گروه ۱۸ (گازهای نجیب) در هر دوره را بشناسید و البته باید اعداد اتمی آن‌ها را هم بلد باشید:

$n = 1$	$n = 2$	$n = 3$	$n = 4$	$n = 5$
$n = 6$	$n = 7$			
$1\text{H} \rightarrow 2\text{He}$	$3\text{Li} \rightarrow 10\text{Ne}$	$11\text{Na} \rightarrow 18\text{Ar}$	$19\text{K} \rightarrow 36\text{Kr}$	
۲	۸	۸	۱۸	
$37\text{Rb} \rightarrow 54\text{Xe}$	$55\text{Cs} \rightarrow 86\text{Rn}$	$87\text{Fr} \rightarrow 118\text{Og}$		
۱۸	۳۲	۳۲		

گزینه ۳۹ «۱»

تعیین موقعیت عنصرها در جدول دوره‌ای بدون نوشتن آرایش الکترونی: «الف»: تعیین شماره دوره: گازهای نجیب با عدددهای اتمی ۲، ۱۰، ۱۸، ۳۶، ۵۴، ۸۶ و ۱۱۸ به ترتیب در انتهای دوره‌های اول تا هفتم قرار دارند، بنابراین برای تعیین شماره دوره یک عنصر کافی است عدد اتمی عنصر موردنظر را بین عدد اتمی دو گاز نجیب قبلی و بعدی آن قرار دهیم. شماره دوره عنصر با شماره دوره گاز نجیب بعدی یکسان است.

«ب»: تعیین شماره گروه: برای تعیین شماره گروه، سه حالت پیش می‌آید: (۱) اگر عدد اتمی عنصر موردنظر یک یا دو واحد بیشتر از عدد اتمی یکی از گازهای نجیب باشد، در این حالت شماره گروه برابر با تفاوت عدد اتمی عنصر با گاز نجیب دوره قبل است (شماره گروه برابر ۱ یا ۲ می‌باشد).

(۲) عنصرهای که در دو ردیف در پایین جدول قرار دارند (عنصری با عدد اتمی ۵۷ تا ۷۰ و ۸۹ تا ۱۰۲) همگی به گروه ۳ تعلق دارند.

(۳) برای بقیه عنصرها که عدد اتمی آن‌ها بیش از دو واحد از عدد اتمی گاز نجیب قبل از خود بیشتر است. باید اختلاف عدد اتمی عنصر و گاز نجیب هم‌دوره‌اش را از عدد ۱۸ کم کنیم تا شماره گروه به دست آید.

(عدد اتمی اتم موردنظر - عدد اتمی گاز نجیب بعد از اتم موردنظر) - شماره گروه = حال موقعیت هر یک از عنصرهای داده‌شده را در جدول دوره‌ای تعیین می‌کنیم:

(۱) عنصر هلیوم ( $^2\text{He}$ ):

شماره دوره: این عنصر در جدول دوره‌ای، در دوره اول قرار دارد. شماره گروه: این عنصر در گروه ۱۸ جدول دوره‌ای قرار داشته و هم‌گروه با سایر گازهای نجیب جدول دوره‌ای است.

(۲) عنصر فسفر ( $^{15}\text{P}$ ):

شماره دوره: این عنصر در جدول دوره‌ای، هم دوره با گاز نجیب آرگون است؛ بنابراین در دوره سوم جدول دوره‌ای قرار دارد.

شماره گروه:

$$18 - (18 - 15) = 15$$

۳) عنصر کربن (C):

شماره دوره: این عنصر در جدول دوره‌ای، هم‌دوره با گاز نجیب نئون است؛ بنابراین در دوره دوم جدول دوره‌ای قرار دارد.

شماره گروه:

$$18 - (10 - 6) = 14$$

۳) عنصر اکسیژن (O):

شماره دوره: این عنصر در جدول دوره‌ای، هم‌دوره با گاز نجیب نئون است؛ بنابراین در دوره دوم جدول دوره‌ای قرار دارد.

شماره گروه:

$$18 - (10 - 8) = 16$$

### ۴۰) گزینه «۳»

پاسخ درست هر سه پرسش را به ترتیب زیر در متن کتاب درسی بررسی می‌کنیم:

– هر خانه از جدول به یک عنصر معین تعلق دارد و حاوی برخی اطلاعات شیمیایی آن عنصر است. برای نمونه خانه شماره هفت به عنصر نیتروژن تعلق دارد که اطلاعات آن به صورت زیر است:

عدد اتمی	۷
نماد شیمیایی	N
نام	نیتروژن
جرم اتمی میانگین	۱۴/۰۱

– از ۱۱۸ عنصر ساخته شده، تنها ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می‌شود، این بدان معنا است که ۲۶ عنصر دیگر ساختگی است.

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

### ۴۱) گزینه «۲»

هر ستون جدول دوره‌ای، شامل عنصرها با خواص شیمیایی مشابه است و گروه نامیده می‌شود. بدیهی است خواص شیمیایی عنصرهایی که در یک دوره از جدول جای دارند، متفاوت است. با پیمایش هر دوره از چپ به راست، خواص عنصرها به طور مشابه تکرار می‌شود؛ از این رو چنین جدولی را جدول دوره‌ای (تناوبی) عنصرها نامیده‌اند.

حال باید شماره گروه عنصرهای داده شده را تعیین کنیم:

گزینه «۱»:

شماره گروه عنصر N: ۷

$$18 - (10 - 7) = 15$$

شماره گروه عنصر Si: ۱۴

$$18 - (18 - 14) = 14$$

گزینه «۲»:

شماره گروه عنصر Ga: ۳۱

$$18 - (36 - 31) = 13$$

شماره گروه عنصر Al: ۱۳

$$18 - (18 - 13) = 13$$

گزینه «۳»: شماره گروه عنصر As: ۳۳

$$18 - (36 - 33) = 15$$

شماره گروه عنصر S: ۱۶

$$18 - (18 - 16) = 16$$

گزینه «۴»: شماره گروه عنصر Se: ۳۴

$$18 - (36 - 34) = 16$$

شماره گروه عنصر P: ۱۵

$$18 - (18 - 15) = 15$$



لازم است مجدداً تأکید کنیم که باید عناصر ابتدایی و انتهایی، در واقع عناصر گروه ۱ و گروه ۱۸ (گازهای نجیب) در هر دوره را بشناسید و البته باید اعداد اتمی آن‌ها را هم بلد باشید:

$n = 1$	$n = 2$	$n = 3$	$n = 4$
$n = 5$	$n = 6$	$n = 7$	
$1\text{H} \rightarrow 2\text{He}$	$3\text{Li} \rightarrow 10\text{Ne}$	$11\text{Na} \rightarrow 18\text{Ar}$	$19\text{K} \rightarrow 36\text{Kr}$
۲	۸	۸	۱۸
$37\text{Rb} \rightarrow 54\text{Xe}$	$55\text{Cs} \rightarrow 86\text{Rn}$	$87\text{Fr} \rightarrow 118\text{Og}$	
۱۸	۳۲	۳۲	

### ۴۲) گزینه «۲»

روش اول: عنصر Y با عدد اتمی ۳۱، هم‌دوره با گاز نجیب کریپتون ( $36\text{Kr}$ ) در جدول دوره‌ای است؛ در نتیجه در دوره چهارم جدول جای دارد؛ بنابراین عنصر X در دوره چهارم و گروه ۱۵ جدول دوره‌ای دارد. عدد اتمی این عنصر برابر است با:

$$36 - Z_X = 15 \Rightarrow Z_X = 36 - 15 = 21$$

روش دوم: عنصر Y با عدد اتمی ۳۱، هم‌دوره با گاز نجیب کریپتون ( $36\text{Kr}$ ) در جدول دوره‌ای است؛ در نتیجه در دوره چهارم جدول جای دارد. شماره گروه این عنصر در جدول دوره‌ای برابر است با:

$$18 - (36 - 31) = 13$$

عنصر Y در گروه ۱۳ جدول دوره‌ای جای دارد؛ پس عنصر X که در گروه ۱۵ جدول و هم‌دوره با عنصر Y است، عدد اتمی‌اش باید ۲ تا بیش‌تر از عنصر Y برابر با ۳۳ باشد.

### ۴۳) گزینه «۲»

نخست باید عنصرهای A, B, C, D, E را به همراه شماره دوره و گروه آن‌ها در جدول دوره‌ای شناسایی کنیم:

عنصر A: عنصر آهن ( $26\text{Fe}$ ) در دوره ۴ و گروه ۸

عنصر B: عنصر کربن (C) در دوره ۲ و گروه ۱۴

عنصر C: عنصر فسفر ( $15\text{P}$ ) در دوره ۳ و گروه ۱۵

عنصر D: عنصر اکسیژن (O) در دوره ۲ و گروه ۱۶

عنصر E: عنصر هلیم ( $2\text{He}$ ) در دوره ۱ و گروه ۱۸

هر ستون جدول دوره‌ای (تناوبی)، شامل عنصرها با خواص شیمیایی مشابه است و گروه نامیده می‌شود. عناصر اکسیژن (عنصر D) و گوگرد ( $16\text{S}$ ) هر دو در گروه ۱۶ جدول دوره‌ای قرار دارند؛ در نتیجه دارای خواص شیمیایی مشابه هستند و می‌توانند یون‌هایی با بار الکتریکی مشابه ( $\text{O}^{2-}$  و  $\text{S}^{2-}$ ) ایجاد کنند.

سبررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه «۱»: خواص شیمیایی عنصرهایی که در یک دوره از جدول جای دارند، متفاوت است. عناصر B و D، هر دو در دوره دوم اما در گروه‌های متفاوتی از جدول جای دارند (به ترتیب در گروه‌های ۱۴ و ۱۶)؛ در نتیجه خواص شیمیایی این دو عنصر با یکدیگر متفاوت است.  
گزینه «۳»: از بین عنصرهای مشخص شده، نماد شیمیایی سه عنصر کربن (C)، اکسیژن (O) و فسفر (P) تک حرفی است.  
گزینه «۴»: عدد اتمی عنصر A (عنصر آهن -  ${}^{56}\text{Fe}$ ) برابر ۲۶ و شماره گروه عنصر D (عنصر اکسیژن - O) برابر ۱۶ است؛ در نتیجه نسبت خواسته شده برابر است با:  $\frac{13}{8}$

در نتیجه چون عنصر  ${}^{33}\text{As}$  در گروه متفاوتی از دو عنصر دیگر در جدول دوره‌ای قرار دارد، رفتار متفاوتی از نظر شیمیایی با این دو عنصر خواهد داشت.

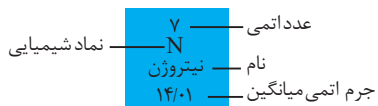
بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه «۲»: هر خانه از

جدول به یک عنصر معین

تعلق دارد و حاوی برخی

اطلاعات شیمیایی آن



عنصر است. برای نمونه خانه شماره هفت به عنصر نیتروژن تعلق دارد که اطلاعات آن در شکل نشان داده شده است:

بنابراین هر خانه از جدول، نشان‌دهنده عدد اتمی عنصر، نماد شیمیایی، نام آن و جرم اتمی میانگین عنصر می‌باشد.

گزینه «۳»: در جدول دوره‌ای عنصرها، هر عنصر با نماد یک یا دو حرفی نشان داده می‌شود. در هر نماد، حرف اول نام لاتین عنصر به صورت بزرگ نوشته می‌شود؛ برای نمونه نماد سه عنصر آلومینیم، آرگون و طلا به ترتیب Ar، Au و Ag است که همگی با حرف A آغاز می‌شود.

گزینه «۴»: 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.

۴۴٪ دانش آموزان به این سؤال پاسخ صحیح داده‌اند، چرا که به سؤالات خود را بیازمایید کتاب درسی با دقت پاسخ داده‌اند و به این شکل و جملات کتاب درسی توجه کافی داشتند و مسلط شدند.

نماد عنصر	نام عنصر	شماره گروه	شماره دوره	عدد اتمی
Fe	آهن	۸	۴	۲۶
C	کربن	۱۴	۲	۶
P	فسفر	۱۵	۳	۱۵
O	اکسیژن	۱۶	۲	۸
Ho	هلیوم	۱۸	۱	۲

«در جدول دوره‌ای امروزی، عنصرها بر اساس افزایش عدد اتمی سازماندهی شده‌اند، به طوری که جدول دوره‌ای امروزی 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.»  
«هر ستون جدول دوره‌ای، شامل عنصرها با خواص شیمیایی مشابه است و گروه نامیده می‌شود. بدیهی است خواص شیمیایی عنصرهایی که در یک دوره از جدول جای دارند، متفاوت است.»

۳۴٪ دانش آموزان به این سؤال پاسخ صحیح داده‌اند، چرا که به سؤالات خود را بیازمایید کتاب درسی با دقت پاسخ داده‌اند؛ همچنین به نکات مربوط به نحوه تعیین شماره گروه عنصرها را با توجه به عدد اتمی و یا آرایش الکترونی آن‌ها توجه کافی داشتند.

۴۶ گزینه «۱»

گزینه «۱»: در میان ۷ ایزوتوپ عنصر هیدروژن، ۴ ایزوتوپ ساختگی بوده که همگی ناپایدارند و از میان ۳ ایزوتوپ طبیعی آن، یک مورد آن‌ها ناپایدار است

$$\frac{4}{1} = 4 \Rightarrow \text{نسبت خواسته شده}$$

گزینه «۲»: یون حاوی تکنسیم (نه یون تکنسیم!) با یون یدید اندازه مشابهی دارد.

گزینه «۳»:  ${}^{235}\text{U}$  یکی از ایزوتوپ‌های اورانیم است که شناخته شده‌ترین فلز پرتوزاست و مقدار آن در مخلوط طبیعی، کمتر از ۰/۷ درصد است.

گزینه «۴»: عنصرهای موجود در یک گروه، خواص شیمیایی نسبتاً مشابهی (نه یکسان) دارند.

۴۷ گزینه «۲»

عبارت‌های «الف»، «ب» و «ت» درست هستند.

عبارت «الف»: در جدول تناوبی، گروه‌های ۴ تا ۱۲ همگی چهار عنصری هستند و مربوط به دسته d می‌باشند.

توجه کنید که گروه ۳ بیش از چهار عنصر در خود جای داده است.

عبارت «ب»: در دسته f جدول تناوبی دو ردیف ۱۴ تایی وجود دارد.

عبارت «پ»: در تناوب‌های ۲ و ۳ عنصرهای Li, Be, Ne, Na, Mg, Al, Si, Cl, Ar همگی دارای نماد شیمیایی دو حرفی‌اند.

عبارت «ت»: تکنسیم اولین عنصر ساخت بشر است که در دسته d جدول دوره‌ای جای دارد.

۴۸ گزینه «۴»

همه عبارت‌های داده شده درست هستند.

۴۹ گزینه «۲»

«دقت کنید که با توجه به جدول دوره‌ای و نماد شیمیایی عنصرها، Ra نماد شیمیایی عنصر رادیم و Rn نماد شیمیایی عنصر رادون است»

۵۴٪ دانش آموزان به این سؤال پاسخ صحیح داده‌اند، چرا که به نماد شیمیایی و نکات جدول دوره‌ای در کتاب درسی توجه کافی داشتند و به خصوص نماد شیمیایی عنصرهای گروه‌های ۱، ۲، ۱۷ و ۱۸ و چهار دوره اول جدول دوره‌ای را به خاطر سپرده‌اند.

۴۵ گزینه «۱»

هر ستون جدول دوره‌ای، شامل عنصرها با خواص شیمیایی مشابه است و گروه نامیده می‌شود. بدیهی است خواص شیمیایی عنصرهایی که در یک دوره از جدول جای دارند، متفاوت است.

شماره گروه عنصرهای  ${}^{33}\text{As}$  و  ${}^{52}\text{Te}$  برابر است با:

$${}^{16}\text{S}: 18 - (18 - 16) = 16$$

$${}^{33}\text{As}: 18 - (36 - 33) = 15$$

$${}^{52}\text{Te}: 18 - (54 - 52) = 16$$



۵۰ گزینه «۳»

عنصر مورد نظر، سه ایزوتوپ با اعداد جرمی ۲۴، ۲۵ و ۲۶ (انگاری طرح بدون بردن نام عنصر منیزیم، خواسته درباره این عنصر صحبت کن!) می‌باشد که درصد فراوانی ایزوتوپ با عدد جرمی ۲۵، برابر ۲۵ درصد است. چون درصد فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ عنصر مورد نظر، دو برابر درصد فراوانی سنگین‌ترین ایزوتوپ آن است. و اگر درصد فراوانی ایزوتوپ‌ها را به ترتیب از سبک‌ترین ایزوتوپ به سنگین‌ترین ایزوتوپ با نمادهای  $F_1$ ،  $F_2$  و  $F_3$  نشان دهیم؛ خواهیم داشت:

$$F_1 + F_2 + F_3 = 100\% \xrightarrow{F_2=25\%} F_1 + F_3 = 75\% \\ \Rightarrow Z_X = F_1 + 0.5F_2 = 75\% \Rightarrow 1/5 F_1 = 75\% \Rightarrow Z_X = \\ F_1 = 50\%, F_3 = 75\% - 50\% = 25\%$$

در نتیجه جرم اتمی میانگین عنصر مورد نظر برابر است با:

$$\Rightarrow \text{جرم اتمی میانگین} = \frac{(26 \times 25) + (25 \times 25) + (24 \times 50)}{100} = 24.75$$

۵۲٪ دانش‌آموزان به این سؤال پاسخ صحیح داده‌اند، چرا که به «سؤالات با هم بیندیشیم و نحوه محاسبه جرم اتمی میانگین عنصرهای مختلف توجه کافی داشتند و مسلط شدند».

نکته

برای ساده‌تر شدن محاسبات، می‌توان از فرمول زیر نیز برای محاسبه جرم اتمی میانگین استفاده کرد:

$$\bar{M} = M_1 + \frac{F_2}{100} + \frac{(M_3 - M_1) + \frac{F_3}{100}}{100} + \dots \\ \text{اختلاف جرم ایزوتوپ ۲ با ایزوتوپ سبک تر} \quad \text{اختلاف جرم ایزوتوپ ۳ با ایزوتوپ سبک تر} \\ \text{جرم ایزوتوپ سبک تر} \quad \text{جرم ایزوتوپ سبک تر} \\ \text{درصد فراوانی ایزوتوپ ۲} \quad \text{درصد فراوانی ایزوتوپ ۳} \\ \text{برای مثال در این سؤال، اگر بخواهیم جرم اتمی میانگین عنصر داده شده را با فرمول بالا محاسبه کنیم؛ خواهیم داشت:} \\ \bar{M} = 24 + \frac{25}{100} \times (25 - 24) + \frac{25}{100} \times (26 - 24) \\ = 24 + 0.25(1) + 0.25(2) = 24.75$$

۵۱ گزینه «۴»

شمار الکترون‌ها در یون  $^{80}\text{A}^{2-}$ ، برابر با شمار نوترون‌ها در آن است؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$Z + 2 = (Z) - (-2) = Z + 2 \\ Z + 2 = \text{شمار نوترون‌ها} \Rightarrow \text{شمار الکترون‌ها} = (N) = \text{شمار نوترون‌ها} \\ N + Z = \text{مجموع شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها} = (A) = \text{عدد جرمی} \\ (Z+2) + Z = 80 \\ \Rightarrow Z = 39, N = 41$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه «۱»: با تعریف amu، شیمی‌دان‌ها موفق شدند جرم اتمی دیگر عنصرها و همچنین جرم ذره‌های زیراتمی را اندازه‌گیری کنند. در این مقیاس جرم پروتون و نوترون در حدود ۱ amu بوده در حالی که جرم الکترون ناچیز و در حدود  $\frac{1}{1836}$  amu است. جرم دقیق این ذرات زیراتمی به همراه نماد آن‌ها در جدول زیر آمده است:

بررسی عبارت‌ها:

عبارت «الف»: 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. بنابراین جرم ایزوتوپ کربن - ۱۲ ( $^{12}\text{C}$ ) برابر ۱۲ amu خواهد بود.

عبارت «ب»: با تعریف amu، شیمی‌دان‌ها موفق شدند جرم اتمی دیگر عنصرها و همچنین جرم ذره‌های زیراتمی را اندازه‌گیری کنند. در این مقیاس جرم پروتون و نوترون در حدود ۱ amu بوده در حالی که جرم الکترون ناچیز و در حدود  $\frac{1}{1836}$  amu است.

عبارت «پ»: 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.

عبارت «ت»: یکای جرم اتم را با نماد u نیز نشان می‌دهند. برای نمونه جرم اتمی میانگین عنصر هیدروژن برابر با ۱/۰۰۸ amu یا ۱/۰۰۸ u است که به تقریب آن را برابر ۱ amu در نظر می‌گیرند.

نکته

- شیمی‌دان‌ها جرم یک اتم کربن - ۱۲ ( $^{12}\text{C}$ ) را به عنوان مقیاسی (سنجه‌ای) برای جرم دیگر اتم‌ها انتخاب کردند و جرم این اتم را برابر با عدد ۱۲ در نظر گرفتند. سپس آن را به ۱۲ بخش یکسان تقسیم کرده و هر بخش را ۱ amu نامیدند.
- یکای جرم اتمی را amu می‌نامند و آن را با نماد u نشان می‌دهند.
- یک amu برابر  $\frac{1}{12}$  جرم اتم کربن - ۱۲ است.
- هر یک از ذرات زیراتمی (الکترون، پروتون و نوترون) را با یک نماد نشان می‌دهند: n، نوترون؛  ${}^1_1\text{P}$ ، پروتون؛  ${}^{-1}_0\text{e}$ ، الکترون  $\Rightarrow$  نماد شیمیایی ذره زیراتمی  $\rightarrow X \leftarrow$  بار الکتریکی نسبی جرمی
- در مقیاس جرم اتمی، جرم پروتون و نوترون به تقریب با هم برابر و در حدود ۱ amu است. (جرم نوترون اندکی از جرم پروتون بیشتر است). در حالی که جرم الکترون ناچیز و در حدود  $\frac{1}{1836}$  amu است.

۴۹ گزینه «۳»

«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...»

نام ذره	نماد	نسبیت الکتریکی	جرم (amu)
الکترون	${}^{-1}_0\text{e}$	-۱	۰/۰۰۰۵
پروتون	${}^1_1\text{p}$	+۱	۱/۰۰۷۳
نوترون	${}^1_0\text{n}$	۰	۱/۰۰۸۷

۵۲ گزینه «۳»

«گرم، رایج ترین یکای اندازه گیری جرم در آزمایشگاه شناخته می شود؛ این در حالی است که یکای جرم اتمی، یکای بسیار کوچکی برای جرم به شمار می آید و کار با آن در آزمایشگاه و در عمل ناممکن است.»  
«بررسی ها نشان می دهد که اغلب در یک نمونه طبیعی از عنصری معین، اتم های سازنده، جرم یکسانی ندارند.»  
«همان طور که از جدول پایین مشخص است، مقایسه جرم ذره های پروتون و نوترون بر حسب amu به صورت زیر است:

$$1n > 1p > 1amu$$

نام ذره	نماد	بار الکتریکی	جرم (amu)
الکترون	${}_{-1}^0e$	-۱	۰/۰۰۰۵
پروتون	${}_{+1}^1p$	+۱	۱/۰۰۷۳
نوترون	${}_{0}^1n$	۰	۱/۰۰۸۷

«اتم ها بسیار ریزند به طوری که نمی توان آن ها را به طور مستقیم مشاهده و جرم آن ها را اندازه گیری کرد؛ به همین دلیل دانشمندان مقیاس جرم نسبی را برای تعیین جرم اتم ها به کار می برند. مطابق این مقیاس، جرم اتم ها را با وزنه ای می سنجند که جرم آن  $\frac{1}{12}$  جرم ایزوتوپ کربن - ۱۲ است. به این وزنه، یکای جرم اتمی (amu) می گویند.»

نکته

• از آنجا که جرم پروتون و نوترون به تقریب با هم برابر و حدوداً ۱amu است، عدد جرمی را می توان برابر با جرم اتمی در نظر گرفت. عدد جرمی یکا ندارد (مجموع تعداد پروتون ها و نوترون های هسته را نشان می دهد)، در حالی که یکای جرم اتمی amu است:

$${}^A_Z\text{Li} \Rightarrow \begin{cases} \text{عدد جرمی} = n + p = A \\ \text{جرم اتمی} \approx A \text{amu} \end{cases}$$

۵۳ گزینه «۳»

$$M = M_1 + (M_2 - M_1) \times \frac{F_2}{100} + (M_3 - M_1) \times \frac{F_3}{100}$$

$$F_1 + F_2 + F_3 = 100$$

$$\begin{cases} n + p = 44 \\ n - p = 4 \end{cases} \Rightarrow p = 20$$

$${}^{40}_{20}\text{A}_1, {}^{42}_{20}\text{A}_2, {}^{44}_{20}\text{A}_3$$

$$41 = 40 + \left(2 \times \frac{F_2}{100}\right) + \left(4 \times \frac{F_3}{100}\right) \Rightarrow \begin{cases} F_3 = 10\% \\ F_2 = 30\% \\ F_1 = 60\% \end{cases}$$

بنابراین به ازای هر ایزوتوپ متوسط، ۲ ایزوتوپ سبک وجود دارد.

۵۴ گزینه «۳»

عبارت های «الف»، «ب» و «ت» درست هستند.

نام ذره	نماد	بار الکتریکی نسبی	جرم (amu)
الکترون	${}_{-1}^0e$	-۱	۰/۰۰۰۵
پروتون	${}_{+1}^1p$	+۱	۱/۰۰۷۳
نوترون	${}_{0}^1n$	۰	۱/۰۰۸۷

گزینه «۲»: در میان ۷ ایزوتوپ اول عنصر هیدروژن، ۳ ایزوتوپ  ${}^1_1\text{H}$ ،  ${}^2_1\text{H}$  و  ${}^3_1\text{H}$  طبیعی و ۴ ایزوتوپ بعدی ساختگی هستند؛ به طوری که همه ایزوتوپ های ساختگی و ایزوتوپ  ${}^2_1\text{H}$  از میان ایزوتوپ های طبیعی، ناپایدار و پرتوزا (رادایوایزوتوپ) هستند و فقط دو ایزوتوپ اول هیدروژن پایدار هستند.  
گزینه «۳»: دقت کنید که عنصر لیتیم ( ${}^7_3\text{Li}$ )، با از دست دادن یک الکترون، به آرایش دو تایی گاز نجیب قبل از خود (گاز نجیب هلیم) می رسد.

نکته

نکات مهم:

- کربن - ۱۲ ( ${}^{12}_6\text{C}$ )، تنها اتمی است که مقدار جرم اتمی اش دقیقاً برابر با عدد جرمی اش است.
- نماد شیمیایی الکترون، پروتون و نوترون به ترتیب  ${}_{-1}^0e$ ،  ${}_{+1}^1p$  و  ${}_{0}^1n$  است. که عدد های بالا و پایین به ترتیب نشان دهنده جرم نسبی و بار نسبی هستند.
- جرم پروتون، نوترون و amu تقریباً یکسان است؛ ولی جرم دقیق نوترون اندکی از جرم پروتون و جرم پروتون اندکی از amu بیشتر است:  
 $n > p > \text{amu}$ : مقایسه دقیق جرم  
 $n = p = \text{amu}$ : مقایسه تقریبی جرم

نکته

- در مبحث عدد جرمی، مسائلی داریم که در آن عدد جرمی (مجموع شمار پروتون ها و نوترون ها) و تفاوت شمار نوترون ها و پروتون ها داده می شود. برای پاسخ دادن به این سؤال ها می توان از فرمول زیر استفاده کرد:  
$$\text{تفاوت شمار نوترون ها و پروتون ها} - \text{عدد جرمی (A)} = \text{عدد اتمی (Z)}$$
- در مبحث عدد جرمی، مسائلی داریم که در آن عدد جرمی (مجموع شمار پروتون ها و نوترون ها) و تفاوت شمار نوترون ها و الکترون ها داده می شود. برای پاسخ به این سؤال ها:

نکته

- اگر گونه مورد نظر در سؤال اتم خنثی یا کاتیون باشد، می توان از فرمول زیر استفاده کرد:  
$$\text{بار یون با علامت} - (\text{تفاوت شمار نوترون ها و الکترون ها}) - \text{عدد جرمی (A)} = \text{عدد اتمی (Z)}$$
- اگر گونه مورد نظر در سؤال یون منفی (آنیون) باشد و اختلاف شمار نوترون ها و الکترون ها در آن بیشتر از قدر مطلق بار یون باشد، از فرمول بالا استفاده می شود، ولی اگر اختلاف شمار نوترون ها و الکترون ها در یون منفی داده شده کم تر از قدر مطلق بار یون باشد، باید هر دو حالت  $e - N$  و  $N - e$  را در حل سؤال در نظر بگیریم تا ببینیم کدام درست است!

پاسخ تشریحی

در نتیجه شمار اتم‌های موجود در یک مول از این دو ماده، در گاز اکسیژن، دو برابر کربن است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه «۱»: شیمی‌دان‌ها به  $10^{23} \times 6/02$  از هر ذره، یک مول از آن ذره می‌گویند؛ به طوری که جرم یک مول ذره بر حسب گرم، جرم مولی آن نامیده می‌شود.

گزینه «۲»: به عدد  $10^{23} \times 6/02$ ، عدد آووگادرو می‌گویند و آن را با نماد  $N_A$  نشان می‌دهند.

گزینه «۳»: میانگین جرم هر اتم هیدروژن  $1/66 \times 10^{-24}$  g است؛ بنابراین شمار اتم‌های موجود در یک گرم عنصر هیدروژن برابر است با:

$$? \text{atomH} = 1 \text{g} \times \frac{1 \text{atomH}}{1/66 \times 10^{-24} \text{g}} = 6/02 \times 10^{23} \text{atomH}$$

۷۳٪ دانش‌آموزان به این سؤال پاسخ صحیح داده‌اند، چرا که به سؤالات پیوند با ریاضی کتاب درسی با دقت پاسخ داده‌اند و همچنین به نحوه استفاده از عامل (کسر)های تبدیل و به شناخت مولکول‌های دواتمی موجود در طبیعت توجه کافی داشتند و مسلط شدند.

نکته

• برای اینکه بتوان جرم اتم‌ها را بر حسب گرم بیان کرد، دانشمندان «مول» را معرفی کردند. شیمی‌دان‌ها به تعداد  $6/02 \times 10^{23}$  از هر ذره (اتم، مولکول یا یون) یک مول از آن ذره می‌گویند و آن را با  $\text{mol}$  نشان می‌دهند.

• به افتخار شیمی‌دان ایتالیایی، آمدئو آووگادرو، به  $6/02 \times 10^{23}$  عدد آووگادرو گفته می‌شود و آن را با  $N_A$  نشان می‌دهند.

$$N_A (\text{عدد آووگادرو}) = 6/02 \times 10^{23}$$

• بین گرم و  $\text{amu}$  رابطه‌های روبه‌رو برقرار است:

$$1 \text{amu} = 1/66 \times 10^{-24} \text{g} \quad \text{یا} \quad 1 \text{g} = 6/02 \times 10^{23} \text{amu}$$

• جرم یک اتم هیدروژن تقریباً برابر  $1 \text{amu}$  می‌باشد:

$$1 \text{atomH} = 1 \text{amu} = \frac{1}{12} (\text{جرم یک اتم کربن}) = 1/66 \times 10^{-24} \text{g}$$

نکته

• برای حل مسئله‌هایی که در آن تبدیل جرم، مول و تعداد ذره‌های سازنده ماده به یکدیگر مطرح است، می‌توان از دو روش کسر تبدیل و کسر تناسب به صورت زیر استفاده کرد:

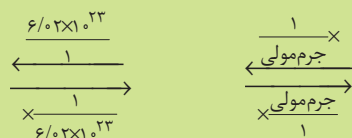
روش اول: استفاده از کسر تبدیل:



• روش دوم: استفاده از کسر تناسب‌ها:

$$\text{مول} = \frac{\text{تعداد ذرات}}{\text{جرم مولی (g.mol}^{-1}\text{)}} = \frac{\text{جرم (g)}}{N_A}$$

↓  
( $6/02 \times 10^{23}$ )



بررسی عبارت‌ها:

عبارت «الف» مقیاس نشان داده شده، یکای جرم اتمی ( $\text{amu}$ ) است. یک

$\text{amu}$  برابر  $\frac{1}{12}$  جرم ایزوتوپ  $^{12}_6\text{C}$  است. این اتم دارای شش پروتون،

شش الکترون و شش نوترون می‌باشد. بنابراین تعداد این سه ذره بنیادی در  $^{12}_6\text{C}$  با یکدیگر برابر است.

عبارت «ب»: جرم هر الکترون به تقریب  $\frac{1}{2000} \text{amu}$  است. ترازوی (۲) عدد

$0/5 \text{amu}$  را نشان می‌دهد:

$$\frac{1}{2000} \text{amu} \times x e^- = 0/5 \text{amu} \Rightarrow x = 1000 e^-$$

عبارت «پ»: ایزوتوپ طبیعی و پرتوزای هیدروژن، همان  $^1_1\text{H}$  است که دارای ۲ نوترون می‌باشد. از آن‌جا که جرم هر نوترون به تقریب  $1 \text{amu}$  است، عقربه ترازو روی عدد ۲ می‌ایستد.

عبارت «ت»: در نمایش نماد ذره‌های زیراتمی نوترون و الکترون، عدد صفر به ترتیب در قسمت پایین سمت چپ و در قسمت بالا سمت چپ قرار می‌گیرد.

۵۵ گزینه «۱»

ابتدا درصد  $^{65}\text{X}$  را به دست آورده، سپس محاسبات را ادامه می‌دهیم:

$^{65}\text{X}$	$^{63}\text{X}$
۱۰۰ - a	a

درصد فراوانی:  $a$       ایزوتوپ:  $^{63}\text{X}$

$$63/54 = \frac{63a + 65(100 - a)}{100} \Rightarrow a = 73\% \quad \text{پس} \quad \frac{65}{27\%} \times \frac{63}{73\%} \times X$$

$$\Rightarrow 2 \times 10^{-3} \text{gX} \times \frac{1 \text{molX}}{63/54 \text{gX}} \times \frac{6/02 \times 10^{23}}{1 \text{molX}} \times \frac{27}{100} \simeq 5 \times 10^{18}$$

۵۶ گزینه «۳»

ابتدا جرم مولی (جرم یک مول) ترکیب  $\text{A}_2\text{O}$  را به دست می‌آوریم:

$$1 \text{molA}_2\text{O} \times \frac{6/02 \times 10^{23} \text{ ذره A}_2\text{O}}{1 \text{molA}_2\text{O}} \times \frac{3/23 \text{gA}_2\text{O}}{3/01 \times 10^{22} \text{ ذره A}_2\text{O}} = 64/6 \text{gA}_2\text{O}$$

اکنون جرم مولی عنصر A را به دست می‌آوریم:

$$2M_A + 16 = 64/6 \Rightarrow M_A = 24/3 \text{g.mol}^{-1}$$

مقدار عددی جرم مولی (بر حسب گرم بر مول) یک عنصر را می‌توان برابر مقدار عددی جرم اتمی میانگین (بر حسب  $\text{amu}$ ) آن در نظر گرفت:

$$\bar{M} = \frac{M_1F_1 + M_2F_2}{F_1 + F_2} \Rightarrow 24/3 = \frac{22F_1 + 25F_2}{F_1 + F_2}, F_1 + F_2 = 100$$

$$F_1 = 35, F_2 = 65$$

درصد فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر برابر ۳۵ و درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر برابر ۶۵ است. نسبت فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر به سنگین‌تر برابر است با:

$$\frac{35}{65} \simeq 0/54$$

۵۷ گزینه «۴»

گاز اکسیژن، گازی با مولکول‌های دواتمی ( $\text{O}_2$ ) است؛ در نتیجه شمار اتم‌های موجود در یک مول از این گاز برابر است با:

$$1 \text{molO}_2 \times \frac{N_A \text{مولکولO}_2}{1 \text{molO}_2} \times \frac{2 \text{اتمO}}{1 \text{مولکولO}} = 2N_A \text{اتمO}$$

اما شمار اتم‌های موجود در یک مول کربن (C) برابر است با:

$$1 \text{molC} \times \frac{N_A \text{اتمC}}{1 \text{مولC}} = N_A \text{اتمC}$$