

۱ کدام عبارت نادرست است؟

۱) جرم اتمها را با وزنه‌ای فرضی می‌سنجند که جرم آن  $\frac{1}{12}$  جرم ایزوتوپ کربن ۱۲ است.

۲) یکای جرم اتمی را با نماد  $u$  یا  $amu$  نشان می‌دهند که جرمی معادل  $\frac{1}{12 \times 1.66 \times 10^{-27}}$  گرم دارد.

۳) جرم نوترون از مجموع جرم پروتون و الکترون کمتر است.

۴) اگر جرم پروتون  $1amu$  در نظر گرفته شود، جرم الکترون در حدود  $\frac{1}{2000}amu$  است.

۲) در هر گزینه، شمار الکترون‌های با  $l = 1$  اتم عنصر  $X$  و یک فرمول از اکسید این عنصر نوشته شده است. کدام فرمول پیشنهادی نمی‌تواند درست باشد؟ (هر چهار فرمول پیشنهادی، گونه‌هایی بدون بار هستند.)

۱)  $X_2O_3$ ، ۳      ۲)  $XO_3$ ، ۱۰      ۳)  $XO$ ، ۲      ۴)  $XO_2$ ، ۱۱

۳) با توجه به جدول زیر که قسمتی از جدول دوره‌ای عناصر است، چه تعداد از موارد زیر درست است؟

گروه \ دوره	۱	۲	۱۳	۱۴	۱۶
۲	A		B		C
۳		D	E	F	
۴	G				

الف) فرمول شیمیایی ترکیب حاصل از دو عنصر  $E$  و  $C$  به صورت  $E_2C_3$  می‌باشد و یک ترکیب یونی است.  
ب) اتم  $F$  با به اشتراک گذاشتن الکترون و اتم  $G$  با مبادله الکترون می‌توانند به آرایش پایدار گاز نجیب برسند.

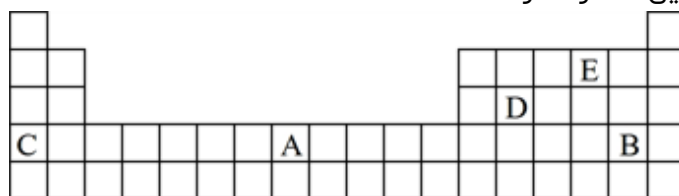
پ) اتم  $B$  با تشکیل کاتیون  $B^{3+}$  می‌تواند با اکسیژن یک ترکیب یونی دوتایی ایجاد کند.

ت) اتم‌های  $A$  و  $D$  با آرایش الکترون - نقطه‌ای  $A$  و  $D$ ، می‌توانند ترکیبی با فرمول  $A_2D$  تشکیل دهند.

۱) ۱      ۲) ۲      ۳) ۳      ۴) ۴

۴

در بخشی از جدول تناوبی عناصر، پنج عنصر با حروف A، B، C، D و E مشخص شده‌اند. فرمول‌های کدام گزینه مربوط به این عناصر درست است؟



$A_3E_4, DB_4, AB_4$  (۲)

$A_3E_4, BE, AB_3$  (۱)

$AB_2, DE_2, CE_2$  (۴)

$CE, AE, CB$  (۳)

۵

اتم کلر دو ایزوتوپ و اتم فسفر یک ایزوتوپ پایدار دارد. در یک نمونه‌ی طبیعی، چند نوع مولکول  $PCl_3$  می‌توان یافت؟

(۴) ۴

(۳) ۳

(۲) ۲

(۱) ۱

۶

کدام رابطه درست است؟

(۲) سطح انرژی:  $4s^1 < 4s^2 < 3d^1 < 3d^2$

(۱) سطح انرژی:  $3d^1 < 3d^2 < 4d^1 < 4s^2$

(۴) سطح انرژی:  $3d^1 < 4s^2 < 4s^1 < 3d^2$

(۳) سطح انرژی:  $4s^2 < 4s^1 < 3d^1 < 3d^2$

۷

شمار الکترون‌های دارای عدد کوانتومی  $l = 1$  در اتم  $X_{36}$ ، چند برابر شمار الکترون‌های دارای عدد کوانتومی  $l = 2$  در اتم  $Z_{29}$  است؟

(۴)  $1/6$

(۳)  $1/8$

(۲)  $2/0$

(۱)  $2/2$

۸

در جدول دوره‌ای چندین عنصر وجود دارد ( $Z \leq 40$ ) که در آرایش الکترونی اتم آن‌ها زیرلایه‌ای با  $n + l = 5$  نیم‌پر است. میانگین اعداد اتمی این عناصر کدام است؟

(۴)  $31/33$

(۳)  $29/75$

(۲)  $33/32$

(۱)  $28/25$

۹

در تناوب سوم چند عنصر وجود دارد که تنها یک زیرلایه از لایه‌ی ظرفیت آن پر است و در تناوب چهارم چند عنصر وجود دارد که فقط یک زیرلایه‌ی نیم‌پر دارد؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.)

(۴)  $4 - 6$

(۳)  $4 - 8$

(۲)  $2 - 6$

(۱)  $3 - 8$

۱۰

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

(۴) ۳

(۳)  $1/2$

(۲)  $2/4$

(۱)  $3/6$

۱۱

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

(۴) ۸۸

(۳) ۸۴

(۲) ۶۶

(۱) ۶۲

۱۲

عنصر  $M$  دارای دو ایزوتوپ طبیعی است که فراوانی ایزوتوپ سبکتر به ایزوتوپ سنگینتر آن برابر  $2/33$  و تفاوت شمار نوترون‌های آن‌ها برابر ۲ است. اگر در ایزوتوپ پایدارتر، تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها برابر ۵ و جرم اتمی میانگین  $M$  برابر با  $63/6$  باشد، عنصر  $M$  در چندمین خانه‌ی جدول جای دارد؟

- ۱ سی‌ام  ۲ بیست و نهم  ۳ بیست و هشتم  ۴ بیست و هفتم

۱۳

عنصر  $X$  دارای چندین ایزوتوپ است که فقط یکی از ایزوتوپ‌های آن ( $X^*$ ) پرتوزا است. اگر درصد فراوانی ایزوتوپ  $X^*$  در مخلوطی از ایزوتوپ‌های این عنصر برابر ۲۴ باشد، پس از گذشت ۳ شبانه‌روز، درصد  $X^*$  در مخلوط باقی‌مانده کدام است؟ (نیم‌عمر  $X^*$  برابر ۱۸ ساعت است و بر اثر واپاشی  $X^*$ ، ایزوتوپی از عنصر  $X$  تولید نمی‌شود.)

- ۱  $3/52$   ۲  $2/37$   ۳  $1/93$   ۴  $1/14$

۱۴

عنصر  $X$  در یکی از چهار دوره‌ی نخست جدول تناوبی جای دارد و اتم آن دارای ۶ الکترون ظرفیتی است. اگر تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌های اتم آن به اندازه‌ی  $\frac{1}{6}$  شمار پروتون‌های آن باشد، عدد جرمی  $X$  کدام است؟

- ۱ ۳۸  ۲ ۴۴  ۳ ۵۲  ۴ ۵۶

۱۵

عنصر فرضی A دارای ۱۲ الکترون و دو ایزوتوپ است. اگر تعداد نوترون ایزوتوپ اول ۳ واحد بیش‌تر از ایزوتوپ دوم و فراوانی آن ۲ برابر ایزوتوپ دوم باشد و جرم اتمی متوسط عنصر برابر ۳۴ باشد، مجموع تعداد نوترون ایزوتوپ‌ها کدام است؟

- ۱ ۴۳  ۲ ۴۴  ۳ ۴۸  ۴ ۵۲

۱۶

عنصر A دارای دو ایزوتوپ است که فراوانی ایزوتوپ سبک، ۴ برابر ایزوتوپ سنگین است. اگر اختلاف جرم دو ایزوتوپ  $2 \text{ amu}$  باشد، اختلاف جرم اتمی میانگین با جرم ایزوتوپ سبک چه قدر است؟

- ۱  $0/1$   ۲  $0/2$   ۳  $0/3$   ۴  $0/4$

۱۷

در مجموع چهار دوره‌ی نخست جدول تناوبی، آرایش الکترونی اتم ..... عنصر به زیرلایه‌ی  $ns^1$  و آرایش الکترونی ..... عنصر به زیرلایه‌ی دو الکترونی ختم می‌شود. (گزینه‌ها را به ترتیب از راست به چپ بخوانید.)

- ۱ ۱۵، ۴  ۲ ۱۲، ۴  ۳ ۱۵، ۶  ۴ ۱۲، ۶

۱۸

شماره گروه و دوره کدام عدد اتمی ندریست است؟

- ۱ عدد اتمی ۲۷ در گروه ۹ و دوره ۴ قرار دارد.  ۲ عدد اتمی ۱۱۳ در گروه ۱۳ و دوره ۷ قرار دارد.
- ۳ عدد اتمی ۷۳ در گروه ۷ و دوره ۶ قرار دارد.  ۴ عدد اتمی ۴۸ در گروه ۱۲ و دوره ۵ قرار دارد.

تصویر زیر، قسمتی از جدول تناوبی عناصر را نشان می‌دهد. با توجه به داده‌های موجود در این جدول، بین عناصر B و G، ..... عنصر دیگر در جدول تناوبی قرار داشته و شمار پروتون‌های موجود در هسته‌ی اتم‌های عنصر .....، ۲ برابر شمار پروتون‌های موجود در هسته‌ی اتم‌های D است.

	گروه ۱	گروه ۲	گروه ۱۳	گروه ۱۴
تناوب ۲	A	B	C	D
تناوب ۳	E	F	G	H

H - ۸ (۴)

H - ۹ (۳)

F - ۸ (۲)

F - ۹ (۱)

شمار ..... در یک گرم گاز .....، ..... شمار اتم‌های در یک گرم گاز ..... است.

( $C = ۱۲, H = ۱, O = ۱۶, N = ۱۴, F = ۱۹ : g. mol^{-1}$ )

(۲) اتم‌ها - کربن مونوکسید - برابر با - نیتروژن

(۱) اتم‌ها - آرگون - بیشتر از - نئون

(۴) مولکول‌ها - اکسیژن - برابر با - فلور

(۳) مولکول‌ها - متان - کمتر از - آمونیاک

۱ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. مجموع جرم الکترون و پروتون از جرم نوترون کمتر است. (در هنگام تبدیل نوترون به الکترون و پروتون، بخشی از جرم نوترون به انرژی تبدیل می‌شود.)

۲ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. بررسی گزینه‌ها:

(۱) عنصر مورد نظر  $N_7$  است و فرمول اکسید آن می‌تواند به صورت  $N_2O_3$  باشد.

(۲) عنصر مورد نظر  $S_6$  است و فرمول اکسید آن می‌تواند به صورت  $SO_3$  باشد.

(۳) عنصر مورد نظر  $C_6$  است و فرمول اکسید آن می‌تواند به صورت  $CO$  باشد.

(۴) عنصر مورد نظر  $Cl_{17}$  است و فرمول اکسید آن می‌تواند به یکی از صورت‌های  $Cl_2O$ ،  $Cl_2O_3$ ،  $Cl_2O_5$  و  $Cl_2O_7$  باشد.

۳ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. موارد «الف» و «ب» درست هستند.

الف)  $E$  عنصر آلومینیم و  $C$  عنصر اکسیژن است که به ترتیب به کاتیون  $Al^{3+}$  و آنیون  $O^{2-}$  تبدیل شده و تشکیل ترکیب یونی  $Al_2O_3$  ( $E_2C_3$ ) را می‌دهند.

ب)  $F$  عنصر سیلیسیم است با آرایش الکترون - نقطه‌ای  $\cdot\overset{\cdot}{\underset{\cdot}{Si}}\cdot$  و  $G$  عنصر پتاسیم است که با تشکیل کاتیون  $K^+$  می‌تواند به آرایش پایدار گاز نجیب برسد.

پ)  $B$  عنصر بور است که یون پایدار ندارد و تنها با آرایش الکترون - نقطه‌ای  $\cdot\overset{\cdot}{B}\cdot$  می‌تواند الکترون به اشتراک بگذارد.

ت)  $A$  عنصر لیتیم و  $D$  عنصر منیزیم می‌باشد که هر دو با تشکیل کاتیون‌های  $Li^+$  و  $Mg^{2+}$  می‌توانند با آنیون‌ها تشکیل پیوند یونی بدهند.

۴ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. نمادهای ذکر شده معرف این عناصر هستند.

نماد : A B C D E

عنصر : Fe Br K Si O

حال فرمول نهایی ترکیب‌ها را می‌نویسیم، ترکیب‌هایی که زیر آن‌ها خط کشیده شده است وجود دارند و مابقی ترکیبات غیرواقعی می‌باشند.

(۲)  $Fe_2O_3$ ،  $SiF_4$ ،  $FeBr_2$

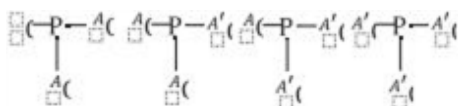
(۱)  $Fe_3O_4$ ،  $BrO$ ،  $FeBr_3$

(۴)  $FeBr_2$ ،  $SiO_2$ ،  $KO_2$

(۳)  $KO$ ،  $FeO$ ،  $KBr$

دقت شود  $Fe_2O_4$  حاصل یک ترکیب دوتایی است ( $Fe_2O_3$ ،  $FeO$ ).

۵ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. دو ایزوتوپ اتم  $Cl$  را به شکل  $^{35}_{17}Cl$  و  $^{37}_{17}Cl$  نمایش دهیم.



۶ گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. (۱)  $3d^1$  سطح انرژی بالاتر از  $4s$  دارد اما پس از جذب حتی یک الکترون در سطح انرژی پایین‌تری نسبت به  $4s$  قرار می‌گیرد. (۲)  $4s^2$  سطح انرژی پایین‌تری نسبت به  $4s^1$  دارد (عناصر گروه ۲ شعاع کوچک‌تری نسبت به گروه ۱ دارند).

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ۷

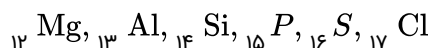
$$\left. \begin{aligned} {}_{26}X &= 1s^2 / 2s^2 2p^6 / 3s^2 3p^6 3d^1 / 4s^2 4p^6 \\ {}_{29}Z &= 1s^2 / 2s^2 2p^6 / 3s^2 3p^6 3d^1 / 4s^1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{18}{10} = 1/8$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.  $n + l = 5$  شامل سه زیرلایه  $s$ ،  $p$  و  $d$  است: ۸

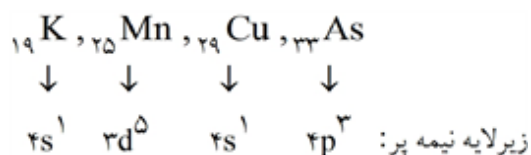


$$\text{میانگین اعداد اتمی} = \frac{37 + 33 + 25 + 24}{4} = 29.75$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ۹



در تناوب ۳، ۶ عنصر با یک زیرلایه پر در لایه ظرفیت وجود دارد. در این عناصر زیرلایه  $s$  پر است.  
در تناوب ۴، ۴ عنصر با یک زیرلایه نیمه پر وجود دارد.



گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ۱۰

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

$$\frac{\text{جرم الکترون ها}}{\text{جرم یون}} = \frac{(a - q) \frac{1}{1836} \text{ amu}}{b \times 1 \text{ amu}} \Rightarrow \frac{a - q}{1836b} = \frac{1}{4800} \Rightarrow \frac{a - q}{b} = \frac{1}{2/4} \Rightarrow \frac{b}{a - q} = 2/4$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. 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  $D$ ،  $17 + 6 = 13$  واحد بیشتر از عدد جرمی  $X$  است. ۱۱

$$\begin{aligned} X \text{ جرمی} &= 226 - 17 = 209 \\ A = 3Z - 43 &\Rightarrow 209 + 43 = 3Z \Rightarrow Z = 84 \end{aligned}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ۱۲

عدد  $2/33$  را می‌توان معادل  $\frac{7}{3}$  در نظر گرفت.

ایزوتوپ پایدارتر  $M$  همان ایزوتوپ سبک‌تر آن است که فراوانی آن نیز بیشتر می‌باشد.

ایزوتوپ پایدارتر:  $M_1$       ایزوتوپ ناپایدارتر:  $M_2$

$$\bar{M} = \frac{(M_1 \times 7) + [(M_1 + 2) \times 3]}{7 + 3} = 63/6 \Rightarrow M_1 = 63$$

خانه‌ی بیست و نهم جدول  $\Rightarrow p = 29 \Rightarrow p(p + 5) = 63 \Rightarrow p + n = \text{عدد جرمی}$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. فرض می‌کنیم مخلوط ایزوتوپ‌های عنصر  $X$  شامل ۱۰۰ اتم هستند که ۲۴ اتم آن  $X^*$  و ۷۶ اتم باقی‌مانده، پایدار هستند. پس از گذشت ۳ شبانه‌روز که معادل ۷۲ است یا ۴ نیم‌عمر ایزوتوپ  $X^*$  است، شمار اتم‌های باقی‌مانده  $X^*$  برابر خواهد بود با:

$$24 \xrightarrow{12} 6 \xrightarrow{3} 1.5$$

$$\text{درصد } X^* \text{ در مخلوط باقی‌مانده} = \frac{1.5}{(76 + 1.5)} \times 100 \approx 1.93\%$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

شمار الکترون‌های ظرفیتی اتم  $X$  نشان می‌دهد که شماره‌ی گروه عنصر موردنظر برابر با ۶ یا ۱۶ است. با توجه به این‌که عنصر  $X$  در یکی از چهار دوره‌ی نخست جدول تناوبی جای دارد، عدد اتمی آن می‌تواند ۲۴ (گروه ۶) و یا ۸، ۱۶ و ۳۴ (گروه ۱۶) باشد. در بین اعداد فوق، فقط عدد ۲۴ بر ۶ بخش‌پذیر است. بنابراین خواهیم داشت:

$$Z = 24$$

$$N - Z = \frac{1}{6} Z \Rightarrow N = \frac{1}{6} Z = \frac{1}{6} \times 24 = 4$$

$$A = Z + N = 24 + 4 = 28$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. هر یک از ایزوتوپ‌ها دارای ۱۲ پروتون (الکترون) هستند:

$$1 \text{ ایزوتوپ } 1: A_1 = n_1 + 12 \xrightarrow{n_1 = n_2 + 3} A_1 = n_2 + 15$$

$$2 \text{ ایزوتوپ } 2: A_2 = n_2 + 12$$

$$F_1: \Rightarrow F_1 = 2F_2$$

$$F_2:$$

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{(A_1 \times F_1) + (A_2 \times F_2)}{F_1 + F_2}$$

$$\Rightarrow 34 = \frac{[(n_2 + 15)(2F_2)] + [(n_2 + 12)(F_2)]}{2F_2 + F_2} = n_2 = 20, n_1 = 23 \Rightarrow n_1 + n_2 = 43$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$F_1 + F_2 = 100 \begin{cases} F_1 = 20 \Rightarrow \text{سنگین} \\ F_2 = 80 \Rightarrow \text{سبک} \end{cases}, M_1 - M_2 = 2$$

$$\bar{M} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2}{F_1 + F_2} \Rightarrow 2M_1 + 8M_2 = 10\bar{M}$$

$$\begin{cases} M_1 + 4M_2 = 5\bar{M} \\ M_1 - M_2 = 2 \end{cases}$$

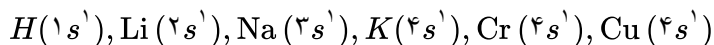
$$\bar{M} - M_2 = ? \text{ صورت سوال}$$

$$\begin{cases} M_1 + 4M_2 = 5\bar{M} \\ -M_1 + M_2 = -2 \end{cases} \Rightarrow 5\bar{M}_2 = 5\bar{M} - 2 \Rightarrow 5M_2 - 5\bar{M} = -2 \Rightarrow \underline{M_2 - \bar{M}} = -\frac{2}{5} = -0.4$$

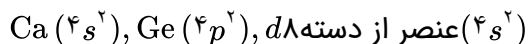
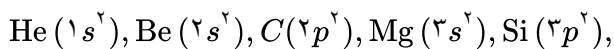
چون یک از بزرگ تر کم شده منفی شده است

$$\bar{M} - M_2 = +0.4$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در مجموع چهار دوره نخست جدول تناوبی:



\* آرایش الکترونی اتم ۱۵ عنصر به زیرلایه دوالکترونی ختم می‌شود که عبارتند از:



گزینه ۳ پاسخ صحیح است. عدد اتمی ۷۳ در گروه ۵ قرار دارد.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. عدد اتمی B: ۴ و عدد اتمی G: ۱۳ است. عنصر بین B و G  $13 - 4 = 9 - 1 = 8$  قرار دارد.

عدد اتمی D، ۶ است و ۲ برابر آن می‌شود ۱۲ که می‌شود عنصر F.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. از آن‌جا که جرم مولی گازهای کربن مونوکسید (CO) و نیتروژن ( $N_2$ ) یکسان و برابر با

$28 \text{ g. mol}^{-1}$  و هر مولکول از آن‌ها نیز شامل دو اتم است، در جرم‌های یکسان از این دو گاز، تعداد اتم‌ها با هم برابر

است. بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) گاز آرگون ( $Ar$ ) در دوره سوم و گاز نئون ( $Ne$ ) در دوره دوم جدول جای دارند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت

که عدد جرمی و نیز جرم مولی Ar بیشتر از Ne است، یعنی تعداد مول و شمار اتم‌های یک گرم Ar در مقایسه با یک گرم Ne کمتر است.

۳) از آن‌جا که جرم مولی متان ( $CH_4$ ) و آمونیاک ( $NH_3$ ) به ترتیب برابر با ۱۶ و ۱۷ گرم بر مول است، تعداد مول و

شمار مولکول‌های یک گرم متان در مقایسه با یک گرم آمونیاک بیشتر است.

۴) گازهای اکسیژن ( $O_2$ ) و فلوئور ( $F_2$ ) جرم‌های مولی متفاوتی دارند. در نتیجه در جرم‌های یکسان از این دو گاز، شمار

مولکول‌ها نمی‌توانند با هم برابر باشد.