

گزینه ۳

۱

با تعیین دقیق طول موج نوارهای موجود در طیف نشری خطی می توان به تصویر دقیقی از انرژی لایه های الکترونی و درواقع آرایش الکترونی اتم دست یافت.

بررسی سایر گزینه ها:

گزینه ۱: با دور شدن از هسته اتم، انرژی لایه ها افزایش و تفاوت میان انرژی لایه های الکترونی کاهش می یابد.

گزینه ۲: اتم های برانگیخته پرنرژی و ناپایدارند، از این رو تمایل دارند با از دست دادن انرژی به حالت پایدارتر و در نهایت به حالت پایه برگردند.

توجه داشته باشید که در یک اتم برانگیخته، الکترون همواره به طور مستقیم به حالت پایه بر نمی گردد. به عنوان مثال ایجاد خط طیفی بنفش در طیف نشری هیدروژن، ناشی از برگشت الکترون از سطح انرژی ششم ($n = 6$) به سطح انرژی دوم ($n = 2$) است (اگرچه در نهایت مجدداً الکترون با از دست دادن انرژی از سطح انرژی دوم به سطح انرژی اول یا حالت پایه ($n = 1$) بر می گردد).

گزینه ۴: می دانیم با دور شدن از هسته اتم، تفاوت میان انرژی لایه های الکترونی کاهش می یابد؛ بنابراین اختلاف سطح انرژی لایه سوم و چهارم کمتر از اختلاف سطح انرژی بین لایه دوم و سوم خواهد بود. در این شرایط انتظار داریم بازگشت الکترون از $n = 3$ به $n = 2$ نسبت به بازگشت الکترون از $n = 4$ به $n = 3$ ، پرتویی با انرژی بیشتر و طول موج کمتر ایجاد کند. (نه طول موج بیشتر!!)

گزینه ۲

۲

ابتدا انرژی لازم برای ذوب کردن ۹۰۰ تن آهن را بر حسب ژول حساب می کنیم:

$$J = 900 \text{ ton Fe} \times \frac{10^6 \text{ g Fe}}{1 \text{ ton Fe}} \times \frac{240 \text{ J}}{1 \text{ g Fe}} = 216 \times 10^9 \text{ J}$$

سپس با استفاده از رابطه اینشتین، حساب می کنیم برای تأمین این مقدار انرژی چند کیلوگرم اتم هیدروژن باید به انرژی تبدیل شود.

$$E = mc^2 \Rightarrow 216 \times 10^9 = m(\text{kg}) \times (3 \times 10^8)^2 \Rightarrow m = 24 \times 10^{-7} \text{ kg H}$$

در نهایت، مقدار هیدروژن را بر حسب میلی مول به دست می آوریم:

$$? \text{ mmol H} = 24 \times 10^{-7} \text{ kg H} \times \frac{10^3 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ mol H}}{1 \text{ g H}} \times \frac{10^3 \text{ mmol}}{1 \text{ mol H}} = 2/4 \text{ mmol H}$$

ابتدا جرم اتمی میانگین منیزیم را حساب می‌کنیم:

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

در این رابطه M_1 ، جرم اتمی ایزوتوپ سبک، M_2 ، جرم اتمی ایزوتوپ سنگین و M_3 جرم اتمی سنگین‌ترین ایزوتوپ منیزیم است. F_2 و F_3 نیز به ترتیب فراوانی ایزوتوپ سنگین و سنگین‌تر را نشان می‌دهد.

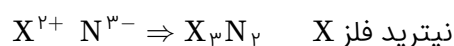
$$M = 23/99 + \frac{10}{100}(24/99 - 23/99) + \frac{11}{100}(25/99 - 23/99)$$

$$\Rightarrow M = 23/99 + 0/1 + 0/218 = 24/3 \text{ amu}$$

می‌دانیم جرم اتمی یک عنصر به لحاظ عددی با جرم مولی آن برابر است. اکنون با دراختیارداشتن جرم مولی منیزیم و فلئور می‌توانیم جرم مولی منیزیم فلئورید (MgF_2) را به دست آوریم:

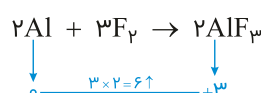
$$\text{MgF}_2 = 24/3 + 2(18/99) = 62/28$$

ترکیب $X_3(\text{PO}_4)_2$ از یون‌های PO_4^{3-} و X^{2+} تشکیل شده است.

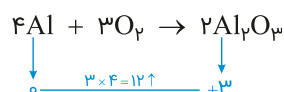


چون کاتیون این فلز به صورت X^{2+} است، می‌تواند در گروه دوم جدول قرار داشته باشد.

$$? \text{ mol } e^- = 3/01 \times 10^{24} e^- \times \frac{1 \text{ mol } e^-}{6/02 \times 10^{23} e^-} = 5 \text{ mol } e^-$$



$$? \text{ g AlF}_3 = 5 \text{ mol } e^- \times \frac{2 \text{ mol AlF}_3}{6 \text{ mol } e^-} \times \frac{84 \text{ g AlF}_3}{1 \text{ mol AlF}_3} = 140 \text{ g AlF}_3$$



$$? \text{ g Al}_2\text{O}_3 = 5 \text{ mol } e^- \times \frac{2 \text{ mol Al}_2\text{O}_3}{12 \text{ mol } e^-} \times \frac{102 \text{ g Al}_2\text{O}_3}{1 \text{ mol Al}_2\text{O}_3} = 85 \text{ g Al}_2\text{O}_3$$

$$\frac{\text{جرم } \text{AlF}_3}{\text{جرم } \text{Al}_2\text{O}_3} = \frac{140}{85} \simeq 1/65$$

عبارت اول: درست. جرم اتمی ^1H برابر با $1/1836 \text{ amu}$ است.

عبارت دوم: درست.

دوره ۴ و گروه ۱۷: $^{35}\text{X} : [\text{Ar}]3\text{d}^{10}\text{f}^5\text{p}^5$

گروه ۱۷: $^{17}\text{Z} : [\text{Ne}]3\text{s}^23\text{p}^5$

دوره ۴: $^{21}\text{Y} : [\text{Ar}]3\text{d}^1\text{f}^5$

عبارت سوم: نادرست. در تناوب سوم شش عنصر نماد شیمیایی دو حرفی دارند. (^{11}Na , ^{12}Mg , ^{13}Al , ^{14}Si , ^{17}Cl و ^{18}Ar)

عبارت چهارم: نادرست. هر ستون جدول تناوبی، شامل عنصرهایی با خواص شیمیایی (نه فیزیکی) مشابه هستند.

A عنصری از گروه اول و کاتیون آن A^+ و D نیز منیزیم با کاتیون Mg^{2+} است.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: درست؛ چون بار D (منیزیم) در شبکه بلور D با X بیشتر از Li^+ در شبکه بلور LiF است، آنتالپی فروپاشی شبکه D با X بیشتر از LiF است.

عبارت دوم: درست. اگر A و X به ترتیب Li و F باشند، آنتالپی فروپاشی شبکه AX برابر با LiF می‌شود و درغیراین صورت آنتالپی فروپاشی شبکه AX کمتر است، زیرا شعاع یون‌های A^+ و X^- حتماً از Li^+ و F^- بزرگ‌تر خواهد بود.

عبارت سوم: نادرست. اگر X در لایه ظرفیت ۶ الکترون داشته باشد، آنیون آن X^{2-} است و با A جامد یونی با فرمول A_2X را تشکیل می‌دهد که آنتالپی فروپاشی شبکه و نقطه ذوب بالاتری از LiF دارد چون بار آنیون آن بیشتر است.

عبارت چهارم: درست. اگر به جای منیزیم در شبکه بلور Mg با X، یون کلسیم جایگزین شود، آنتالپی شبکه کمتری از شبکه بلور منیزیم با X دارد، زیرا شعاع Ca^{2+} از Mg^{2+} بزرگ‌تر است و چون آنتالپی فروپاشی شبکه منیزیم یا کلسیم با X هر دو از LiF بیشتر است، تفاوت آنتالپی فروپاشی شبکه کلسیم با X و LiF کمتر است.

$^{20}\text{X} : 1\text{s}^2 2\text{s}^2 2\text{p}^6 3\text{s}^2 3\text{p}^6 4\text{s}^2$

$^{30}\text{Z} : 1\text{s}^2 2\text{s}^2 2\text{p}^6 3\text{s}^2 3\text{p}^6 3\text{d}^{10} 4\text{s}^2$

یون پایدار $\begin{cases} \text{X}^{2+} : 1\text{s}^2 2\text{s}^2 2\text{p}^6 3\text{s}^2 3\text{p}^6 \\ \text{Z}^{2+} : 1\text{s}^2 2\text{s}^2 2\text{p}^6 3\text{s}^2 3\text{p}^6 3\text{d}^{10} \end{cases}$

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: لایه سوم در X دارای ۸ الکترون و در Z دارای ۱۸ الکترون است. (نادرست)

عبارت دوم: X^{2+} آرایش گاز نجیب دارد اما Z^{2+} دارای آرایش الکترونی گاز نجیب نیست. (نادرست)

عبارت سوم: هر دو عنصر ^{20}Ca و ^{30}Zn با عدد اکسایش +۲، در ترکیب‌ها شرکت دارند. (درست)

عبارت چهارم: ^{20}X عنصری از دوره دوم و ^{30}Z عنصر گروه ۱۲ (آخرین عنصر واسطه دوره چهارم) است. (درست)

عبارت پنجم: همه زیرلایه‌های اشغال‌شده در یون پایدار X^{2+} و Z^{2+} از الکترون پر شده است. (درست)

$${}_{31}^{70}\text{A} \begin{cases} 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^1 \\ \text{شماره گروه} = 13 \\ 39 - 31 = 8 \Rightarrow \text{تفاوت شمار } n = 8 \\ (d)l = 2 \text{ به } (s)l = 0 \text{ نسبت شمار الکترون با } = \frac{8}{10} = 0.8 \\ \text{اکسید با بالاترین عدد اکسایش} = \text{A}_2\text{O}_3 \end{cases}$$

$${}_{24}^{52}\text{D} \begin{cases} 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1 \\ \text{شماره گروه} = 6 \\ 28 - 24 = 4 \Rightarrow \text{تفاوت شمار } n = 4 \\ (d)l = 2 \text{ به } (s)l = 0 \text{ نسبت شمار الکترون های با } = \frac{5}{8} = 1/4 \\ \text{اکسید با بالاترین عدد اکسایش} = \text{DO}_3 \end{cases}$$

$${}_{22}^{48}\text{X} \begin{cases} 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2 \\ \text{شماره گروه} = 4 \\ 26 - 22 = 4 \Rightarrow \text{تفاوت شمار } n = 4 \\ (d)l = 2 \text{ به } (s)l = 0 \text{ نسبت شمار الکترون های با } = \frac{4}{6} = 2/3 \\ \text{اکسید با بالاترین درجه اکسایش} = \text{XO}_2 \end{cases}$$

$${}_{29}^{65}\text{Z} \begin{cases} 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1 \\ \text{شماره گروه} = 11 \\ 36 - 29 = 7 \Rightarrow \text{تفاوت شمار } n = 7 \\ (d)l = 2 \text{ به } (s)l = 0 \text{ نسبت شمار الکترون های با } = \frac{7}{10} = 0.7 \\ \text{اکسید با بالاترین درجه اکسایش} = \text{ZO} \end{cases}$$

در ردیف (۱): شماره گروه D درست نیست.

در ردیف (۲): همه موارد درست است.

در ردیف (۳): نسبت شمار الکترون های s به d برای اتم A درست نیست.

در ردیف (۴): همه موارد درست هستند.

+ جرم ایزوتوپ سبکتر = جرم اتمی میانگین
 + (فراوانی ایزوتوپ دوم × تفاوت جرم ایزوتوپ دوم با سبکتر)
 + (فراوانی ایزوتوپ سوم × تفاوت جرم ایزوتوپ سوم با سبکتر)
 + (فراوانی ایزوتوپ چهارم × تفاوت جرم ایزوتوپ چهارم با سبکتر)

فراوانی ایزوتوپ دوم (${}^{51}\text{A}$) را برابر با x در نظر می گیریم.

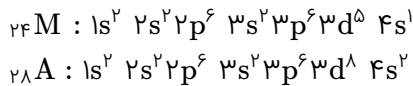
$$50.95 = 49 + 2(x) + 4(0.15) + 5(0.2) \Rightarrow x = 0.175 = 17.5\%$$

مجموع فراوانی ایزوتوپ اول و دوم برابر با ۶۵ درصد است و فراوانی ایزوتوپ دوم ۱۷/۵ درصد.

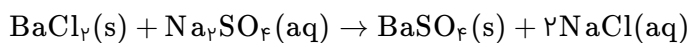
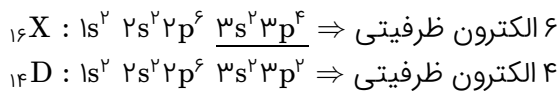
فراوانی ایزوتوپ دوم + فراوانی ایزوتوپ اول = ۶۵%

$$65\% = \text{فراوانی ایزوتوپ اول} + 17.5\% \Rightarrow \text{فراوانی ایزوتوپ اول} = 47.5\%$$

ابتدا آرایش الکترونی اتم ${}_{24}M$ و ${}_{28}A$ را می‌نویسیم:



در اتم ${}_{24}M$ ، ۱۲ الکترون در زیرلایه p ($l=1$)، ۷ الکترون در زیرلایه s ($l=0$) و ۵ الکترون در زیرلایه d ($l=2$) وجود دارد؛ بنابراین شمار الکترون‌های دارای عدد کوانتومی $l=1$ با مجموع شمار الکترون‌های دارای عددهای کوانتومی $l=0$ و $l=2$ برابر است.
در اتم ${}_{28}A$ ، ۱۲ الکترون در زیرلایه p ($l=1$)، ۸ الکترون در زیرلایه s ($l=0$) و ۸ الکترون در زیرلایه d ($l=2$) وجود دارد. بدیهی است شرط مطرح‌شده در صورت سؤال در مورد عنصر A برقرار نیست. (رد گزینه ۳ و ۴)
شمار الکترون‌های ظرفیتی عنصر M برابر با ۶ است، (مجموع الکترون‌های s لایه آخر و d ماقبل آخر) که با شمار الکترون‌های ظرفیتی اتم ${}_{16}X$ برابر است.



$$\text{جرم سدیم سولفات} = 200 \text{ g} \times \frac{10}{100} = 20 \text{ g}$$

$$? \text{ g BaSO}_4 = 20 \text{ g Na}_2\text{SO}_4 \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4}{142 \text{ g Na}_2\text{SO}_4} \times \frac{1 \text{ mol BaSO}_4}{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4} \times \frac{233 \text{ g BaSO}_4}{1 \text{ mol BaSO}_4} \simeq 32/8 \text{ g BaSO}_4$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۲: فرآورده محلول در آب NaCl است.

$$? \text{ mol NaCl} = 20 \text{ g Na}_2\text{SO}_4 \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4}{142 \text{ g Na}_2\text{SO}_4} \times \frac{2 \text{ mol NaCl}}{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4} \simeq 28 \text{ mol NaCl}$$

گزینه ۳:

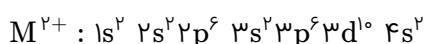
$$\begin{aligned} \text{شمار یون‌های کلرید مصرف‌شده} &= 20 \text{ g Na}_2\text{SO}_4 \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4}{142 \text{ g Na}_2\text{SO}_4} \times \frac{1 \text{ mol BaCl}_2}{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4} \\ &\times \frac{2 \text{ mol Cl}^-}{1 \text{ mol BaCl}_2} \times \frac{6/02 \times 10^{23} \text{ Cl}^-}{1 \text{ mol Cl}^-} \simeq 1/7 \times 10^{23} \text{ Cl}^- \end{aligned}$$

گزینه ۴: BaSO_4 در آب حل نمی‌شود و نامحلول است.

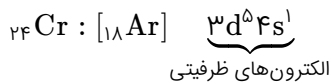
$$\begin{cases} N + Z = 72 \\ Z = 0/8N \end{cases} \Rightarrow N + 0/8N = 72 \Rightarrow N = \frac{72}{1/8} = 40$$

$$\Rightarrow Z = 0/8N \Rightarrow Z = 0/8(40) = 32$$

عنصر ${}_{32}M$ در دوره چهارم قرار دارد (دوره چهارم عنصرهای با عدد اتمی ۱۹ تا ۳۶ را شامل می‌شود) و با A هم‌دوره است.



در یون M^{2+} سه لایه از الکترون پر شده است. (لایه چهارم اشغال شده ولی پر نیست)



($4s^1$): یک الکترون با $n + l = 4$ دارد.

($3d^5$): پنج الکترون با $n + l = 5$ دارد.

عبارت‌های اول، دوم و چهارم درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: درست. در عنصرهای اصلی (عنصرهای دسته s و p)، به لایه آخر هر اتم، لایه ظرفیت گفته می‌شود.

عبارت دوم: درست. اگر بین دو یا چند زیرلایه، مجموع عدد کوانتومی اصلی و فرعی ($n + l$) برابر باشد، زیرلایه‌ای سطح انرژی کمتری دارد که عدد کوانتومی اصلی (n) آن، کوچک‌تر باشد.

$$5d \begin{cases} n=5 \\ l=2 \end{cases} \Rightarrow n+l=7 \quad 6p \begin{cases} n=6 \\ l=1 \end{cases} \Rightarrow n+l=7 \quad 4f \begin{cases} n=4 \\ l=3 \end{cases} \Rightarrow n+l=7$$

$$\Rightarrow \text{سطح انرژی: } 4f < 5d < 6p$$

عبارت سوم: نادرست. به‌عنوان مثال در هر دوره از جدول تناوبی، واکنش‌پذیری فلز گروه دوم (قلیایی خاکی) از فلز گروه اول (فلز قلیایی) کمتر است، درحالی‌که شمار الکترون‌های ظرفیتی آن از فلز قلیایی بیشتر است.

عبارت چهارم: درست. دوره چهارم و پنجم جدول تناوبی، هرکدام شامل ۱۸ عنصر است. ضمناً گنجایش الکترونی یک زیرلایه از رابطه $(4l + 2)$ به دست می‌آید که در مورد زیرلایه‌ای با $l = 4$ برابر با ۱۸ خواهد بود. $(4l + 2 = 4(4) + 2 = 18)$

عبارت پنجم: نادرست. لزوماً عنصرهایی که شمار الکترون‌های ظرفیتی برابر دارند، در یک گروه قرار ندارند. به‌عنوان مثال شمار الکترون‌های ظرفیتی عنصرهای گروه ۳ و گروه ۱۳ جدول تناوبی باهم برابر است. به‌طور کلی شمار الکترون‌های ظرفیتی عنصرهای واسطه گروه ۳ تا ۸، به ترتیب با شمار الکترون‌های ظرفیتی عنصرهای گروه ۱۳ تا ۱۸ برابر است.

در یک مول از ترکیب منیزیم سولفید (MgS)، مجموعاً دو مول یون وجود دارد. (یک مول Mg^{2+} و یک مول S^{2-})

$$\text{یون } 3N_A = \frac{1 \text{ mol MgS}}{56 \text{ g MgS}} \times \frac{2 \text{ mol یون}}{1 \text{ mol MgS}} \times \frac{N_A \text{ یون}}{1 \text{ mol یون}} = 3N_A$$

در یک مول از ترکیب سدیم نیتريد (Na_3N)، مجموعاً ۴ مول یون وجود دارد. (۳ مول Na^+ و یک مول N^{3-})

$$\text{یون } 0.6N_A \text{ Na}^+ = \frac{1 \text{ mol Na}_3\text{N}}{83 \text{ g Na}_3\text{N}} \times \frac{3 \text{ mol Na}^+}{1 \text{ mol Na}_3\text{N}} \times \frac{N_A \text{ Na}^+}{1 \text{ mol Na}^+} = 0.6N_A$$

$$\frac{\text{شمار یون‌ها در MgS}}{\text{شمار یون Na}^+ \text{ در Na}_3\text{N}} = \frac{3N_A}{0.6N_A} = 5$$

بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: انرژی الکترون‌ها در اتم با افزایش فاصله از هسته، افزایش می‌یابد.

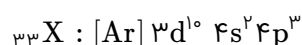
گزینه ۲: پایین‌ترین سطح انرژی ممکن برای یک الکترون را حالت پایه می‌نامند. مثلاً برای الکترون سوم یک اتم، حالت پایه لایه دوم است زیرا لایه اول با دو الکترون قبلی پر شده است.

گزینه ۳: در طیف نشری خطی هیدروژن در ناحیه مرئی، کمترین مقدار انرژی به نوار سرخ‌رنگ مربوط است.

گزینه ۴: الکترون در حالت برانگیخته، ناپایدار است و تمایل دارد دوباره با از دست دادن انرژی به حالت پایدارتر (سطح انرژی پایین‌تر) برگردد. این حالت پایدارتر ممکن است لایه‌های پایین‌تر و یا حالت پایه باشد.

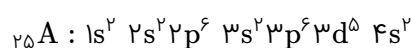
$$N - e = 10 \xrightarrow{e=Z+3} N - Z - 3 = 10 \Rightarrow N - Z = 13$$

$$\begin{cases} N - Z = 13 \\ N + Z = 79 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -N + Z = -13 \\ N + Z = 79 \end{cases} \Rightarrow 2Z = 66 \Rightarrow Z = 33$$



عنصر A ۳۸، دو الکترون از گاز نجیب دوره قبل خود یعنی $[36Kr]$ بیشتر دارد؛ پس متعلق به گروه ۲ اصلی (فلز قلیایی خاکی) است و با هر دو عنصر با $Z = 16$ و $Z = 35$ ترکیب یونی تولید می‌کند. ترکیب A با $Z = 16$ (عنصری از گروه ۱۶ با یون پایدار X^{2-}) به صورت AX است. (رد گزینه‌های ۳ و ۴)
ترکیب A با $Z = 35$ (عنصری از گروه ۱۷ با یون پایدار X^-) به صورت AX_2 است.

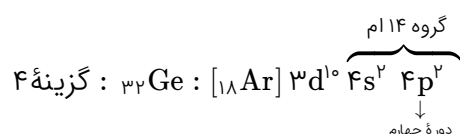
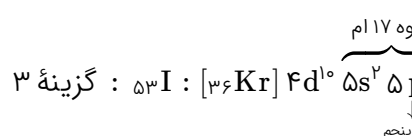
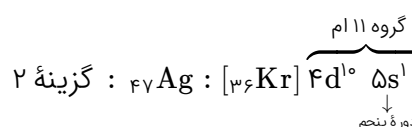
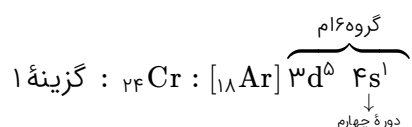
این عنصر دارای چهار لایه و لایه سوم آن دارای ۱۳ الکترون است؛ بنابراین آرایش الکترونی زیر را می‌توان به آن نسبت داد.



بررسی عبارت‌ها:

- عبارت اول نادرست است. این عنصر واسطه و در گروه هفتم جدول دوره‌ای قرار دارد.
- عبارت دوم درست است. برخی از ترکیب‌های عنصرهای واسطه رنگی هستند.
- عبارت سوم درست است. در عنصرهای واسطه از گروه سوم تا هفتم، بالاترین عدد اکسایش فلز در ترکیب‌ها برابر شماره گروه فلز است.
- عبارت چهارم درست است. زیرلایه‌های $3s$ ، $3p$ و $3d$ مربوط به لایه سوم از الکترون اشغال شده‌اند.

آرایش الکترونی، شماره دوره و گروه اتم‌های هر چهار گزینه را بررسی می‌کنیم تا گزینه‌ای که دارای آرایش الکترونی نادرست و شماره دوره و گروه درست می‌باشد را بیابیم.



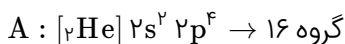
مطابق معادله هسته‌ای داده شده، به ازای تولید یک مول اکسیژن اتمی، $1/4 \times 10^{-4}$ گرم افت جرم داریم. ابتدا افت جرم را به ازای تولید ۳۲ گرم گاز اکسیژن به دست می‌آوریم:

$$32 \text{ g O}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{32 \text{ g O}_2} \times \frac{2 \text{ mol O}}{1 \text{ mol O}_2} \times \frac{(1/4 \times 10^{-4} \text{ g (افت جرم)})}{1 \text{ mol O}} \times \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ g}} = 2/8 \times 10^{-7} \text{ kg}$$

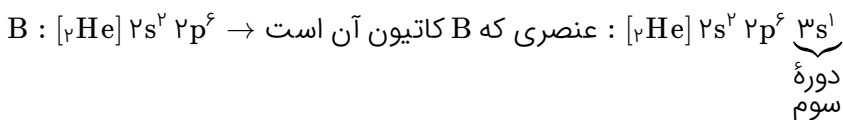
$$E = mc^2 = 2/8 \times 10^{-7} \times (3 \times 10^8)^2 = 2/52 \times 10^1 \text{ J} = 2/52 \times 10^7 \text{ kJ}$$

بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: A دارای ۸ پروتون و ۸ الکترون می‌باشد و ذره‌ای خنثی است.



گزینه ۲: B دارای ۱۱ پروتون و ۱۰ الکترون می‌باشد و کاتیون محسوب می‌شود.

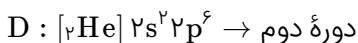


گزینه ۳: C دارای ۹ پروتون و ۱۰ الکترون است و آنیون محسوب می‌شود.



آرایش الکترون C در حالت خنثی، مربوط به عنصر فلوئور از گروه ۱۷ است. می‌دانیم واکنش‌پذیری عنصر فلوئور از سایر نافلزهای جدول دوره‌ای بیشتر است، به نحوی که حتی در دمای -200°C به سرعت با گاز هیدروژن واکنش می‌دهد.

گزینه ۴: D دارای ۱۰ پروتون و ۱۰ الکترون می‌باشد و ذره‌ای خنثی است.



سبک‌ترین مولکول کربن تتراکلرید شامل ایزوتوپ‌های سبک‌تر کربن و کلر می‌باشد. بنابراین فرمول مولکولی سبک‌ترین کربن تتراکلرید به صورت $^{12}\text{C}^{35}\text{Cl}_4$ است.

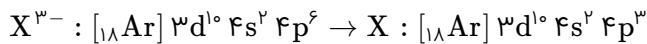
سنگین‌ترین مولکول کربن تتراکلرید شامل ایزوتوپ‌های سنگین‌تر کربن و کلر است. بنابراین فرمول مولکولی سنگین‌ترین کربن تتراکلرید به صورت $^{13}\text{C}^{37}\text{Cl}_4$ است.

$$^{12}\text{C}^{35}\text{Cl}_4 \text{ مولکولی} = 12 + (4 \times 35) = 152 \text{ amu}$$

$$^{13}\text{C}^{37}\text{Cl}_4 \text{ مولکولی} = 13 + (4 \times 37) = 161 \text{ amu}$$

$$\text{تفاوت جرم مولکولی سبک‌ترین و سنگین‌ترین کربن تتراکلرید} = 161 - 152 = 9 \text{ amu}$$

ابتدا باتوجه به آرایش الکترونی X^{3-} ، آرایش الکترونی X را رسم می‌کنیم.



بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: عدد اتمی عنصر X ، ۳۳ است.

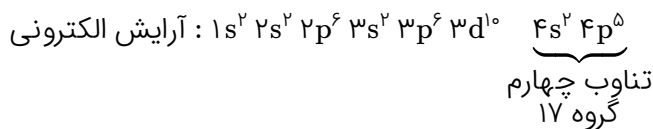
$$X \text{ عدد اتمی} = 18 + 10 + 2 + 3 = 33$$

گزینه ۲: چون لایه ظرفیت آن $4s^2 4p^3$ است، پس در گروه ۱۵ قرار دارد.

گزینه ۳: بالاترین ظرفیت عناصر گروه ۱۵، ۵+ است.

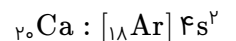
گزینه ۴: عنصر X در دوره ۴ و گروه ۱۵ جدول تناوبی قرار دارد.

اتم عنصری که دارای ۱۷ الکترون با عدد کوانتومی $l = 1$ باشد یعنی دارای زیرلایه‌های $2p^6$ و $3p^6$ و $4p^5$ است؛ باتوجه به این مطلب آرایش الکترونی آن به شکل زیر است:



آرایش الکترونی گازهای نجیب را می‌توان هم به یک اتم خنثی، هم به یک کاتیون و هم به یک آنیون پایدار نسبت داد. در گزینه ۱ آرایش الکترونی Ne آمده است که مربوط به یک گاز نجیب است.

ابتدا آرایش الکترونی کلسیم را رسم می‌کنیم.



همان‌طور که می‌دانیم در ترتیب پرشدن زیرلایه‌ها، پس از زیرلایه $4s$ ، $3d$ قرار دارد و همچنین عنصری که زیرلایه $3d$ را به‌عنوان آخرین زیرلایه پر می‌کند، عناصر واسطه تناوب چهارم می‌باشند، بنابراین اولین عنصر اصلی بعد $_{20}Ca$ باید زیرلایه $3d$ کاملاً پر داشته باشد و زیرلایه $4p$ را به‌عنوان آخرین زیرلایه پر کند و آرایش الکترونی آن به شکل $X : [_{18}Ar] 3d^{10} 4s^2 4p^1$ درمی‌آید که عدد اتمی ۳۱ را دارا می‌باشد.

$$\begin{cases} \text{جرم اتمی ایزوتوپ‌ها} \\ \begin{cases} 1: 18 + 20 = 38 \text{ amu} \\ 2: 18 + 18 = 36 \\ 3: 18 + x \end{cases} \end{cases} \quad \begin{cases} \text{درصد فراوانی ایزوتوپ‌ها} \\ \begin{cases} 1: 20\% \\ 2: 70\% \\ 3: 10\% \end{cases} \end{cases}$$

$$\dots + (\text{درصد فراوانی ایزوتوپ ۲} \times \text{جرم اتمی ایزوتوپ ۲}) + (\text{درصد فراوانی ایزوتوپ ۱} \times \text{جرم اتمی ایزوتوپ ۱}) = \text{جرم اتمی میانگین}$$

$$36/8 = (38 \times 20\%) + (36 \times 70\%) + [(18 + x) \times 10\%]$$

$$\Rightarrow 36/8 = 7/6 + 25/2 + 1/8 + \frac{x}{10} \Rightarrow 2/2 = \frac{x}{10} \Rightarrow x = 22$$

آرایش الکترونی عنصر M به صورت زیر است:



بررسی گزینه‌ها:

گزینه‌های ۱ و ۲: آرایش الکترونی لایه ظرفیت M برابر $4s^24p^2$ است؛ بنابراین M عنصری اصلی (از دسته p) است که در گروه شانزدهم جدول تناوبی جای دارد.

گزینه ۳: عدد اتمی دو عنصر M و X بین عددهای اتمی دو گاز نجیب Ar و Kr قرار دارد؛ بنابراین M و X هم‌تناوب هستند.
گزینه ۴: عدد کوانتومی $l = 2$ نشان‌دهنده زیرلایه d است. باتوجه به وجود زیرلایه $3d^{10}$ در آرایش الکترونی M ، ۱۰ الکترون در این اتم دارای عدد کوانتومی $l = 2$ هستند.

بررسی گزینه‌ها:

$$\text{گزینه ۱: } \text{mol Na} = \frac{1}{38} \text{ g Na} \times \frac{1 \text{ mol Na}}{23 \text{ g Na}} = 0.06 \text{ mol Na}$$

$$\text{گزینه ۲: } \text{mol NaCl} = \frac{2}{34} \text{ g NaCl} \times \frac{1 \text{ mol NaCl}}{58.5 \text{ g NaCl}} = 0.04 \text{ mol NaCl}$$

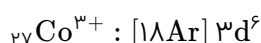
$$\text{گزینه ۳: } \text{mol Cl}_2 = \frac{2}{84} \text{ g Cl}_2 \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{71 \text{ g Cl}_2} = 0.08 \text{ mol Cl}_2$$

$$\text{گزینه ۴: } \text{mol H}_2 = \frac{0.56}{22.4} \text{ L H}_2 \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{22.4 \text{ L H}_2} = 0.025 \text{ mol H}_2$$

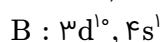
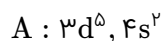
باتوجه به مقادیر به دست آمده، واضح است که مقدار مول در گزینه ۳ بیشتر است.

در ترکیب CoCl_3 ، کبالت به صورت کاتیون Co^{3+} است.

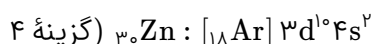
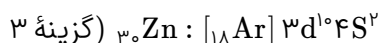
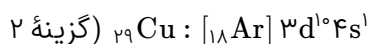
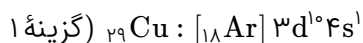
کبالت در دوره چهارم و گروه ۹ جدول تناوبی قرار دارد بنابراین: ${}_{27}\text{Co} : [{}_{18}\text{Ar}] 3d^74s^2$
(توجه: گروه ۳ تا ۱۲ جزء عناصر واسطه هستند. و در این عناصر جمع الکترون‌های s لایه آخر و d ماقبل آخر با شماره گروه برابر است)



با توجه به داده‌های صورت سوال آرایش الکترونی لایه ظرفیت A و B به صورت زیر است:



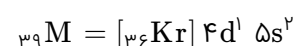
بررسی گزینه ها:



بنابراین $A = {}_{25}\text{Mn}$ و $B = {}_{29}\text{Cu}$ پس گزینه ۲ صحیح است.

عنصر E در گروه ۱۵ جدول تناوبی قرار دارد \Leftarrow آرایش الکترونی لایه آخر آن $ns^2 np^3$.
عنصر E هم دوره ۳۴ است \Leftarrow ${}_{34}\text{G} : [18\text{Ar}] 3d^{10} 4s^2 4p^2$ در دوره چهارم است.
پس E هم در دوره چهارم قرار گرفته $\Leftarrow n = 4 \Leftarrow 4s^2 4p^3$
آرایش الکترونی E $\Leftarrow [18\text{Ar}] 3d^{10} 4s^2 4p^3$
عدد اتمی E $\Leftarrow 18 + 10 + 2 + 3 = 33$
بیرونی‌ترین زیرلایه E، 4p است که دارای ۳ الکترون می‌باشد.

ابتدا آرایش الکترونی هر یک از عناصر را رسم می‌کنیم:

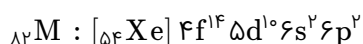


نکته: در عناصر اصلی زیرلایه‌های s و p و در عناصر واسطه زیرلایه‌های f و d در حال پر شدن هستند. بنابراین فقط ${}_{31}\text{D}$ عنصر اصلی و بقیه واسطه‌اند.

نکته: تمام عناصری که آرایش الکترونی آن‌ها به زیرلایه‌های ns و $(n-1)d$ ختم می‌شود عنصر واسطه هستند.

$${}_{Z}^{207}\text{M}^{2+} \begin{cases} N - e^- = 45 \\ e^- = Z - 2 \\ Z + N = 207 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} N - (Z - 2) = 45 \\ Z + N = 207 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} N - Z = 43 \\ N + Z = 207 \end{cases} \Rightarrow N = 125, Z = 82$$

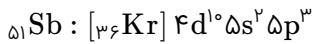
با مشخص شدن مقدار Z (عدد اتمی) می‌توانیم آرایش الکترونی عنصر M را بنویسیم:



$n = 6$ دوره ششم

$14 = 4 + 10 = 14$ شماره گروه M $\Rightarrow 10 +$ شماره الکترون‌های لایه آخر (لایه ظرفیتی) = شماره گروه در عناصر دسته p

آرایش الکترونی $_{51}\text{Sb}$ را رسم می‌کنیم:



$15 = 5 + 10 \Rightarrow \text{Sb}$ = شماره گروه Sb + شماره الکترون‌های لایه آخر (لایه ظرفیتی) = شماره گروه در عناصر دسته p

عنصر هم‌گروه با $_{51}\text{Sb}$ در گروه ۱۵ قرار گرفته و چون بیان شده که در دوره چهارم است (یعنی $n = 4$) بنابراین آرایش لایه آخر (ظرفیت) عنصر مورد نظر، عبارت است از $4s^2 4p^3$.

عنصر موردنظر تیتانیم ($_{22}\text{Ti}$) است. نیتینول آلیاژی از تیتانیم و نیکل بوده که به آلیاژ هوشمند معروف است. این آلیاژ در ساخت استنت برای رگ‌ها، سازه فلزی در ارتودنسی و قاب عینک کاربرد دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: تیتانیم دارای چهار الکترون ظرفیتی است. (مجموع الکترون‌های $4s$ و $3d$ الکترون‌های ظرفیتی هستند)



گزینه ۲: اکسید تیتانیم جزء مواد سازنده خاک رس نیست.

گزینه ۳: تیتانیم عنصری با چگالی کم است و چگالی کمتری نسبت به برخی عنصرهای هم‌دوره مانند آهن دارد.

سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی هیدروژن ^3_1H است.

$$\left\{ \begin{array}{l} p = 1 \\ e = 1 \\ n = 2 \end{array} \right. \Rightarrow \frac{\text{شمار نوترون}}{\text{شمار پروتون}} = \frac{2}{1} = 2$$

ذره‌های زیر اتمی

بررسی عبارت‌ها:

الف) درست. انرژی نور بنفش بیشتر و طول موج آن کمتر از نور سبز است.

ب) نادرست. انرژی نور با طول موج آن رابطه عکس دارد.

پ) درست.

نوار بنفش‌رنگ مربوط به انتقال $n = 6$ به $n = 2$

نوار آبی‌رنگ مربوط به انتقال $n = 5$ به $n = 2$

نوار سبزرنگ مربوط به انتقال $n = 4$ به $n = 2$

نوار سرخ‌رنگ مربوط به انتقال $n = 3$ به $n = 2$

ت) نادرست. هرچه فاصله میان لایه‌های انتقال الکترون در اتم برانگیخته هیدروژن بیشتر باشد، نوری که آزاد می‌کند دارای انرژی بیشتر و طول موج کوتاه‌تر است.

از ^{30}X اتم نشان داده شده، اگر ^{30}X اتم از ایزوتوپ سنگین تر باشد، فراوانی ایزوتوپ سنگین تر برابر $\frac{X}{30}$ خواهد بود.

(فراوانی ایزوتوپ سنگین تر \times تفاوت جرم دو ایزوتوپ) + جرم ایزوتوپ سبک تر = جرم اتمی میانگین

$$\Rightarrow 26/7 = 24 + (3 \times \frac{X}{30}) \Rightarrow 2/7 = 0/1X \Rightarrow X = 27$$

این شکل شامل ۲۷ دایره سیاه رنگ و سه دایره سفید رنگ باید باشد.

تکنسیم (^{99}Tc) نخستین عنصری بود که در واکنشگاه (راکتور) هسته‌ای ساخته شد. از تکنسیم برای تصویربرداری از غده تیروئید استفاده می‌شود زیرا یون یدید با یونی که حاوی تکنسیم است اندازه مشابهی دارد. از آنجا که نیم عمر آن کم است، نمی‌توان مقدار زیادی از این عنصر را تهیه و برای مدت طولانی نگهداری کرد.

باتوجه به توضیح داده شده عبارت سوم نادرست است.

جرم اتمی میانگین (M) از رابطه زیر به دست می‌آید:

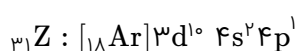
$$M = \frac{M_1F_1 + M_2F_2 + \dots}{F_1 + F_2 + \dots}$$

در این رابطه M_1 ، M_2 و... جرم اتمی هریک از ایزوتوپ‌ها و F_1 ، F_2 و... فراوانی هریک از آن‌ها است که می‌تواند برحسب درصد نیز گزارش شود. در مسئله داده شده اگر درصد فراوانی یکی از ایزوتوپ‌ها را F_1 در نظر بگیریم، درصد فراوانی ایزوتوپ دیگر برابر $100 - F_1$ خواهد بود بنابراین:

$$14/2 = \frac{14F_1 + 16(100 - F_1)}{100} \Rightarrow 1420 = 14F_1 + 1600 - 16F_1$$

$$F_1 = 90 \Rightarrow F_2 = 10 \Rightarrow \frac{\text{شمار اتم‌های ایزوتوپ سنگین}}{\text{شمار اتم‌های ایزوتوپ سبک}} = \frac{F_2}{F_1} = \frac{10}{90} = \frac{1}{9}$$

باتوجه به آرایش الکترونی عنصرهای داده شده، ملاحظه می‌کنید که آرایش الکترونی لایه آخر اتم ^{29}A مشابه با آرایش الکترونی لایه ظرفیت اتم ^{19}K است.



$$\text{ساکارز g} = ۵۱۲/۵ \times \frac{۲۰۵ \text{ g ساکارز}}{۱۰۰ \text{ g آب}} = ۲۰۵ \text{ g آب} \times \frac{۲۰۵ \text{ g ساکارز}}{۱۰۰ \text{ g آب}} = ۵۱۲/۵ \text{ g}$$

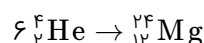
$$\text{جرم کل محلول} = \text{جرم آب} + \text{جرم ساکارز} = ۲۰۵ + ۵۱۲/۵ = ۷۶۲/۵ \text{ g}$$

باتوجه به اینکه جرم مولی ساکارز ($\text{C}_{۱۲}\text{H}_{۲۲}\text{O}_{۱۱}$) برابر $۳۴۲ \text{ g} \cdot \text{mol}^{-۱}$ است، شمار مول‌های ساکارز را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{ساکارز mol} = ۵۱۲/۵ \text{ g} \times \frac{۱ \text{ mol}}{۳۴۲ \text{ g}} = ۱/۵ \text{ mol}$$

وجود برخی ترکیب‌های فلزهای واسطه در سنگ‌ها یا شیشه می‌تواند سبب ایجاد رنگ شود. $M_{۱۱}$ ، $A_{۱۳}$ و $Z_{۲۰}$ جزء فلزهای اصلی (به ترتیب سدیم، آلومینیوم و کلسیم) و $X_{۲۶}$ یک فلز واسطه (آهن) است.

باتوجه به اینکه جرم اتمی هلیوم (${}^4\text{He}$) برابر ۴ amu و منیزیم (${}^{۲۴}\text{Mg}$) برابر ۲۴ amu است، از به هم پیوستن ۶ اتم هلیوم (${}^4\text{He}$)، یک اتم منیزیم (${}^{۲۴}\text{Mg}$) می‌تواند به وجود آید.



بررسی عبارت‌ها:

الف) لایهٔ اول دارای یک زیرلایه به نام $1s$ ، لایهٔ دوم دارای دو زیرلایه به نام‌های $2s$ و $2p$ ، لایهٔ سوم دارای سه زیرلایه به نام‌های $3s$ ، $3p$ و $3d$ ، لایهٔ چهارم دارای ۴ زیرلایه به نام‌های $4s$ ، $4p$ ، $4d$ و $4f$ است. (درست)

ب) ترتیب پرشدن زیرلایه‌ها به n و $n+1$ وابسته است. زیرلایه‌ای که $n+1$ کوچک‌تر دارد زودتر پر می‌شود، و اگر برای دو زیرلایه $n+1$ برابر باشد آن که n کوچک‌تر دارد زودتر پر خواهد شد. (نادرست)

پ) در سومین دورهٔ جدول، ۸ عنصر وجود دارد. (نادرست)

ت) (درست)

شمارهٔ دوره	زیرلایه‌هایی که از الکترون پر می‌شوند.
۱	$1s$
۲	$2s, 2p$
۳	$3s, 3p$
۴	$4s, 3d, 4p$
۵	$5s, 4d, 5p$
۶	$6s, 4f, 5d, 6p$
۷	$7s, 5f, 6d, 7p$

- گزینه ۱: طیف نشری خطی هلیوم دارای ۹ خط در ناحیه مرئی
- گزینه ۲: طیف نشری خطی لیتیم دارای ۴ خط در ناحیه مرئی
- گزینه ۳: طیف نشری خطی نئون دارای ۲۲ خط در ناحیه مرئی
- گزینه ۴: طیف نشری خطی هیدروژن دارای ۴ خط در ناحیه مرئی