

منبع: کنکور سراسری

زمان ۳۰ دقیقه

پایه دهم تجربی

مدرسه گروه آموزشی بیوگراوند

شماره آزمون سری اول (سوالات کنکور)

مبحث فصل ۱ دهم (کیهان زادگاه الفبای هستی)

درس شیمی

گزینه ۲

۱

درصد جرمی ایزوتوپ‌های کلر نشان می‌دهد که فراوانی ^{35}Cl برابر ۲۰ درصد و فراوانی ^{37}Cl برابر ۸۰ درصد است؛ ابتدا جرم اتمی میانگین کلر را حساب می‌کنیم:

$$M = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2}{F_1 + F_2}$$

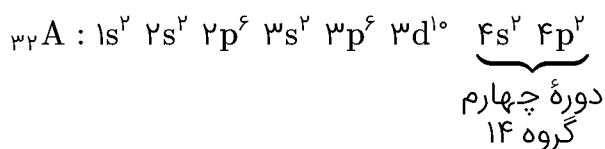
(M_1 و M_2 : جرم اتمی هر یک از ایزوتوپ‌ها، F_1 و F_2 : فراوانی هر ایزوتوپ)

$$M = \frac{(35 \times 20) + (37 \times 80)}{20 + 80} = \frac{3660}{100} = 36.6$$

عدد جرمی یک اتم به لحاظ عددی تقریباً با جرم مولی اتم (اتم گرم) برابر است (این مطلب، در صورت سؤال نیز تأکید شده است) بنابراین جرم اتمی میانگین به دست آمده برای کلر نیز به لحاظ عددی تقریباً با جرم مولی کلر برابر است. برای محاسبه چگالی گاز کلر، کافی است جرم مولی گاز کلر را بر حجم مولی آن تقسیم کنیم.

$$d = \frac{m}{V} = \frac{\text{جرم مولی گاز کلر}}{\text{حجم مولی گاز کلر}} = \frac{2(36.6) \text{ g.mol}^{-1}}{30 \text{ L.mol}^{-1}} = 2.44 \text{ g.L}^{-1}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۵



عنصر X با عنصر A هم‌دوره است (دوره چهارم) و در گروه ۱۵ قرار دارد، یعنی موقعیت آن در جدول تناوبی دقیقاً بعد از عنصر A (گروه ۱۴) قرار دارد؛ بنابراین عدد اتمی عنصر X یک واحد بیشتر از عدد اتمی عنصر A می‌باشد (عناصر هر دوره از جدول تناوبی بر اساس افزایش عدد اتمی مرتب شده‌اند)

$$Z_A = 32 + 1 = 33$$

روش دیگر (تشخیص دوره عناصر با استفاده از گاز نجیب):

عدد اتمی عنصر A، ۳۲ است این عنصر با گاز نجیب دوره چهارم (${}^{36}\text{Kr}$) هم‌دوره است و عدد اتمی آن ۴ واحد از عدد اتمی ${}^{36}\text{Kr}$ کوچک‌تر است؛ بنابراین شماره گروه عنصر A، ۴ واحد کمتر از شماره گروه گاز نجیب (گروه ۱۸) می‌باشد.

$$\text{شماره گروه عنصر A} = 18 - 4 = 14$$

از طرف دیگر عنصر X با عنصر A هم‌دوره است، یعنی در دوره چهارم قرار دارد. از آنجاکه این عنصر در گروه ۱۵ قرار گرفته و نسبت به گاز نجیب هم‌دوره خود (${}^{36}\text{Kr}$)، ۳ خانه عقب‌تر است، عدد اتمی عنصر X می‌بایست ۳ واحد از عدد اتمی ${}^{36}\text{Kr}$ کوچک‌تر باشد.

$$\text{عدد اتمی عنصر X} = 36 - 3 = 33$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۵

از آنجاکه درصد فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر (${}^{14}\text{A}$) برابر ۲۰٪ است، مجموع درصد فراوانی دو ایزوتوپ دیگر برابر ۸۰٪ خواهد بود. برای حل مسئله، درصد فراوانی ایزوتوپ ${}^{14}\text{A}$ را x و درصد فراوانی ایزوتوپ ${}^{18}\text{A}$ را $(80 - x)$ در نظر می‌گیریم:

M	جرم اتمی ایزوتوپ
a	درصد فراوانی ایزوتوپ

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{M_1 a_1 + M_2 a_2 + M_3 a_3}{100} \Rightarrow 16/4 = \frac{(14 \times 20) + (16 \times x) + 18(80 - x)}{100}$$

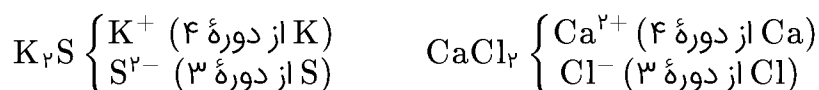
$$\Rightarrow x = 40 \text{ (درصد فراوانی ایزوتوپ } {}^{14}\text{A)}$$

$$\text{درصد فراوانی ایزوتوپ } {}^{18}\text{A} = 80 - 40 = 40$$

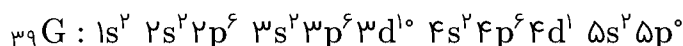
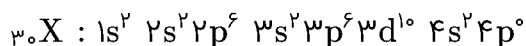
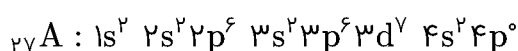
کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۵

فلزهای گروه ۱ و ۲ با از دست دادن الکترون به آرایش گاز نجیب دوره قبل از خود و نافلزها با دریافت الکترون به آرایش گاز نجیب بعد از خود (هم دوره خود) می‌رسند.

بنابراین در یک ترکیب یونی، زمانی آرایش الکترونی کاتیون و آنیون، مشابه آرایش الکترونی گاز نجیب دوره سوم خواهد بود که فلز موجود در ترکیب، مربوط به دوره چهارم و نافلز موجود در ترکیب، مربوط به دوره سوم باشد. این وضعیت فقط در ترکیب‌های یونی گزینه "۲" دیده می‌شود.



کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۵



در هر سه عنصر A، X و G هیچ الکترونی در تراز p در بالاترین لایه اشغال شده اتم وجود ندارد.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۷

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 بنفش رنگ مربوط به انتقال $n = 6$ به $n = 2$

نوار آبی پررنگ مربوط به انتقال $n = 5$ به $n = 2$

نوار آبی کم رنگ مربوط به انتقال $n = 4$ به $n = 2$

نوار سرخ رنگ 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.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۸

سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی هیدروژن ${}^3_1\text{H}$ است.

$$\text{ذره‌های زیراتمی} \begin{cases} p = 1 \\ e = 1 \\ n = 2 \end{cases} \Rightarrow \frac{\text{شمار نوترون}}{\text{شمار پروتون}} = \frac{2}{1} = 2$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۸

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)

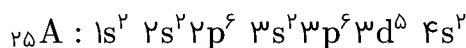


گزینه ۲: اکسید تیتانیم جزء مواد سازنده خاک رس نیست.

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

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۸

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.

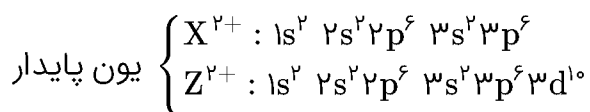
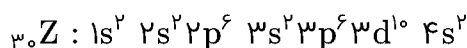
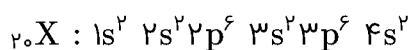
- عبارت سوم درست است. در عنصرهای واسطه از گروه سوم تا هفتم، بالاترین عدد اکسایش فلز در ترکیب‌ها برابر شماره گروه فلز است.

- عبارت چهارم درست است. زیرلایه‌های $3s$ ، $3p$ و $3d$ مربوط به لایه سوم از الکترون اشغال شده‌اند.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۸

تکنسیم (${}_{99}^{99}\text{Tc}$) 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 آنجاکه نیم‌عمر 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.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۸



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 ${}_{20}\text{Ca}$ و ${}_{30}\text{Zn}$ با عدد اکسایش +۲، در ترکیب‌ها شرکت دارند. (درست)

عبارت چهارم: ${}_{20}\text{X}$ عنصری از گروه دوم و دوره چهارم و ${}_{30}\text{Z}$ 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)

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۹

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 با 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.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۹

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

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

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

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

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 \times تفاوت جرم ایزوتوپ دوم با سبکتر)
 + (فراوانی ایزوتوپ سوم \times تفاوت جرم ایزوتوپ سوم با سبکتر)
 + (فراوانی ایزوتوپ چهارم \times تفاوت جرم ایزوتوپ چهارم با سبکتر)

فراوانی ایزوتوپ دوم (A^1) را برابر با x در نظر می‌گیریم.

$$50/95 = 49 + 2(x) + 4(0/15) + 5(0/2) \Rightarrow x = 0/175 = 17/5\%$$

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%

۶۵% = ۱۷/۵% + فراوانی ایزوتوپ اول \Rightarrow ۴۷/۵% = فراوانی ایزوتوپ اول

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۹

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.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۹

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.

$$M = 23/99 + \frac{10}{100}(24/99 - 23/99) + \frac{11}{100}(25/98 - 23/99) \\ \Rightarrow M = 23/99 + 0/1 + 0/218 = 24/3 \text{ amu}$$

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

$$MgF_2 = 24/3 + 2(18/99) = 62/28$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۹

ابتدا آرایش الکترونی اتم M_{24} و A_{28} را می‌نویسیم:

$$_{24}M : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1 \\ _{28}A : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$$

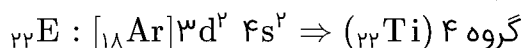
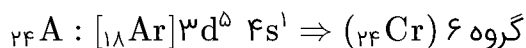
در اتم M_{24} ، ۱۲ الکترون در زیرلایه p ($l=1$)، ۷ الکترون در زیرلایه s ($l=0$) و ۵ الکترون در زیرلایه d ($l=2$) وجود دارد؛ بنابراین شمار الکترون‌های دارای عدد کوانتومی $l=1$ با مجموع شمار الکترون‌های دارای عددهای کوانتومی $l=0$ و $l=2$ برابر است.

در اتم A_{28} ، 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 X_{16} برابر است.

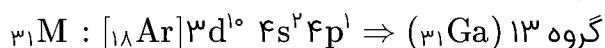
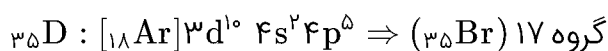
$$_{16}X : 1s^2 2s^2 2p^6 \underline{3s^2 3p^4} \Rightarrow \text{۶ الکترون ظرفیتی} \\ _{14}D : 1s^2 2s^2 2p^6 \underline{3s^2 3p^2} \Rightarrow \text{۴ الکترون ظرفیتی}$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۹

در همه عناصر موجود در دوره چهارم، لایه الکترونی اول دارای ۲ الکترون است؛ پس باتوجه به نسبت داده شده در سطر سوم جدول ارائه شده در متن سوال، عنصرهای A، D، E و M به ترتیب دارای ۶، ۷، ۴ و ۳ الکترون ظرفیتی هستند. در میان این عناصر، عنصر A و E از فلزات واسطه دوره چهارم هستند. در عنصرهای واسطه دوره چهارم، شمار الکترونهای ظرفیتی، با مجموع الکترونهای زیرلایه های ۴s و ۳d برابر است؛ بنابراین آرایش الکترونی این دو عنصر به صورت زیر خواهد بود:



عنصرهای D و M از عنصرهای اصلی دوره چهارم هستند که الکترونهای ظرفیتی آنها به ترتیب در زیرلایه ۴s و سپس ۴p قرار می گیرند؛ بنابراین آرایش الکترونی این دو عنصر به صورت زیر خواهد بود:



بررسی گزینه ها:

گزینه ۱: عدد اتمی عنصر A برابر ۲۴ و شمار نوترونهای آن ۲۸ است (مطابق جدول داده شده)؛ در نتیجه عدد جرمی عنصر A برابر ۵۲ خواهد بود. ($A = N + Z = 28 + 24 = 52$)

همچنین میان عنصر E از گروه ۴ و عنصر M از گروه ۱۳، ۸ عنصر از گروه ۵ تا ۱۲ قرار دارند که همگی فلز واسطه هستند. گزینه ۲: در یک دوره از چپ به راست، با افزایش عدد اتمی، شعاع اتمی کاهش می یابد؛ بنابراین انتظار داریم شعاع اتمی E از عنصر M بزرگتر باشد. ضمناً تفاوت شمار نوترون ها و پروتون ها در اتم عنصر D برابر ۱۰ است (نه ۱۲).

$$\text{در عنصر D} : N - Z = 45 - 35 = 10$$

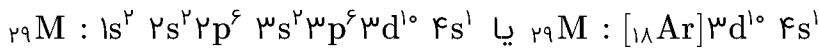
گزینه ۳: دو عنصر A و M در واقع همان ${}_{24}\text{Cr}$ و ${}_{31}\text{Ga}$ هستند. کروم در ترکیبهای خود به صورت Cr^{2+} و Cr^{3+} و گالیم به صورت Ga^{3+} وجود دارد. همچنین عنصر D، همان عنصر ${}_{35}\text{Br}$ است که در دمای اتاق به گاز هیدروژن واکنش نمی دهد.

گزینه ۴: آرایش الکترونی اتم عنصر A (${}_{24}\text{Cr}$) از قاعده آفبا پیروی نمی کند. (${}_{24}\text{Cr} : [{}_{18}\text{Ar}]3d^5 4s^1$) همچنین شمار الکترون ها با $l = 2$ (الکترون های موجود در زیرلایه d) در اتم عناصر D و E نابرابر است. در اتم ${}_{35}\text{D}$ ، ۱۰ الکترون و در اتم ${}_{22}\text{E}$ ، ۲ الکترون با عدد کوانتومی $l = 2$ وجود دارد.

ابتدا باتوجه به اطلاعات مسئله، عدد اتمی M را محاسبه می‌کنیم:

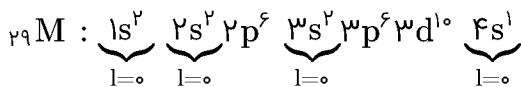
$$\begin{cases} N - Z = 7 \\ N + Z = 65 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -N + Z = -7 \\ N + Z = 65 \end{cases} \Rightarrow 2Z = 58 \Rightarrow Z = 29$$

آرایش الکترونی اتم M به صورت زیر است:

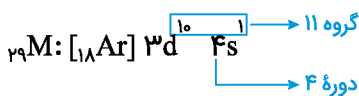


* توجه داشته باشید که طبق خواسته سوال، درستی یا نادرستی عبارت‌ها را باید بر اساس اتم M بررسی کنیم نه یون M^{2+} .
بررسی عبارت‌ها:

(الف) نادرست. در آرایش الکترونی اتم M ، ۷ الکترون در زیرلایه s (با عدد کوانتومی $l = 0$) وجود دارد.



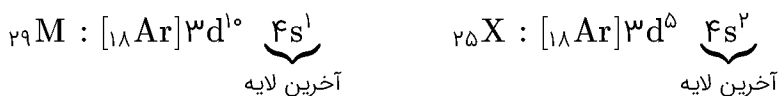
(ب) درست. در عناصر دسته d (فلزات واسطه) مجموع الکترون‌های $(n-1)d, ns$ ، شماره گروه عنصر را مشخص می‌کند. بزرگ‌ترین زیرلایه زیر نیز، تعیین‌کننده شماره دوره است.



(پ) درست. عدد کوانتومی $l = 1$ ، معرف زیرلایه p و عدد کوانتومی $l = 2$ معرف زیرلایه d است. در آرایش الکترونی اتم M ، ۱۲ الکترون با عدد کوانتومی $l = 1$ و ۱۰ الکترون با عدد کوانتومی $l = 2$ وجود دارد؛ بنابراین:

$$\begin{aligned} {}_{29}M : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^1 \\ \underbrace{\quad\quad\quad}_{l=1} \quad \underbrace{\quad\quad\quad}_{l=1} \quad \underbrace{\quad}_{l=2} \\ \Rightarrow \frac{\text{شمار الکترون‌های دارای } l=1}{\text{شمار الکترون‌های دارای } l=2} = \frac{12}{10} = 1/2 \end{aligned}$$

(ت) نادرست. در آخرین لایه اشغال‌شده اتم M ، یک الکترون و در آخرین لایه اشغال‌شده اتم X ، دو الکترون وجود دارد.



بخش اول مسئله:

در یک مول از ترکیب X_2O_3 به اندازه ۳ مول اکسیژن (معادل ۴۸ گرم اکسیژن) وجود دارد. مطابق فرض سوال، $\frac{2}{V}$ جرم اکسید X_2O_3 را اکسیژن تشکیل می‌دهد؛ بنابراین خواهیم داشت: (جرم مولی X_2O_3 را برابر m گرم بر مول در نظر می‌گیریم)

$$\frac{2}{V}(m) = 48 \Rightarrow m = 168 \text{ g.mol}^{-1}$$

اکنون به راحتی جرم مولی عنصر X را با توجه به جرم مولی X_2O_3 به دست می‌آوریم:

$$X_2O_3 = 168 \text{ g.mol}^{-1} \Rightarrow 2X + 3(16) = 168 \Rightarrow X = 60 \text{ g.mol}^{-1} \Rightarrow X \simeq 60 \text{ amu}$$

می‌دانیم به لحاظ عددی جرم مولی عنصر با جرم اتمی آن به تقریب برابر است.

بخش دوم مسئله:

جرم اتمی عنصر X به لحاظ عددی با عدد جرمی به تقریب برابر است:

$$A = 60 \Rightarrow Z + N = 60$$

از طرفی طبق فرض سوال، اختلاف شمار پروتون‌ها و نوترون‌های اتم X برابر ۶ است ($N - Z = 6$)؛ بنابراین:

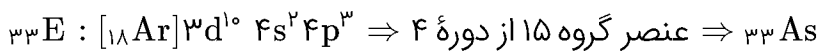
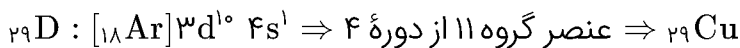
$$\begin{cases} Z + N = 60 \\ N - Z = 6 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -Z - N = -60 \\ N - Z = 6 \end{cases} \Rightarrow 2Z = 54 \Rightarrow Z = 27$$

$${}_{27}X : [{}_{18}\text{Ar}]3d^5 4s^2 \Rightarrow \text{دوره ۴ و گروه ۹}$$

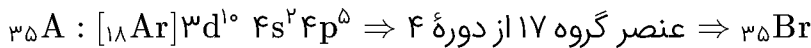
کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۰

عبارت‌های اول، دوم و سوم درست هستند.

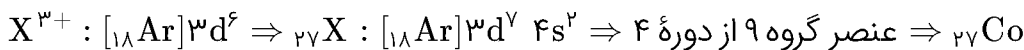
آرایش اتم خنثی D و E را به راحتی از روی عدد اتمی آن می‌توانیم بنویسیم:



شمار الکترون‌های لایه آخر در یون A^- نشان می‌دهد این عنصر در حالت خنثی، در لایه ظرفیت خود ۷ الکترون داشته است (عنصر گروه ۱۷ از دوره ۴) و در نهایت با گرفتن یک الکترون به آرایش هشت‌تایی پایدار رسیده است؛ بنابراین آرایش الکترونی اتم A به صورت زیر خواهد بود:

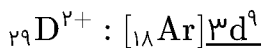
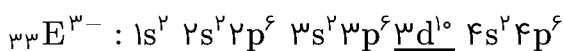


کاتیون‌های فلزهای واسطه (به جز یون اسکاندیم) دوره ۴، همگی به زیرلایه 3d ختم می‌شوند و زیرلایه 4s در آن‌ها، از الکترون خالی شده است. از آنجاکه مطابق جدول داده‌شده، یون X^{3+} ، ۶ الکترون در زیرلایه 3d دارد؛ بنابراین آرایش الکترونی اتم X به صورت زیر خواهد بود:



بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: درست. $l = 2$ ، عدد کوانتومی فرعی مربوط به زیرلایه d است. در یون ${}_{33}\text{E}^{3-}$ و ${}_{29}\text{D}^{2+}$ به ترتیب ۱۰ و ۹ الکترون در زیرلایه 3d وجود دارد؛ بنابراین a و b در سطر دوم جدول داده‌شده، به ترتیب برابر ۱۰ و ۹ خواهد بود.



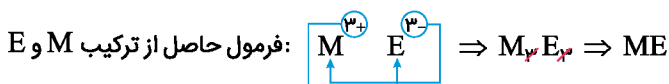
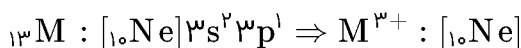
$$35 = 10 + 9 + 10 + 6 = \text{مجموع عددهای ردیف دوم جدول ارائه‌شده در سوال}$$

بنابراین مجموع عددهای ردیف دوم جدول با عدد اتمی عنصر A ($Z = 35$) برابر است.

عبارت دوم: درست. عدد اتمی عنصر X از دوره ۴ برابر ۲۷ و عدد اتمی فلز قلیایی همین دوره، برابر ۱۹ است (${}_{19}\text{K}$).

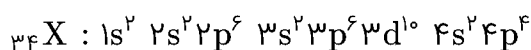
$$27 - 19 = 8 : \text{تفاوت عدد اتمی}$$

عبارت سوم: درست. عنصر ${}_{13}\text{M}$ همان عنصر Al است که با از دست دادن ۳ الکترون و تشکیل یون Al^{3+} به آرایش پایدار گاز نجیب می‌رسد.



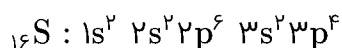
عبارت چهارم: نادرست. عنصر ${}_{29}\text{D}$ همان فلز مس است. این عنصر در ترکیب‌ها به صورت کاتیون Cu^+ و Cu^{2+} وجود دارد. عنصری با عدد اتمی ۳۱، همان فلز آلومینیم است که در گروه ۱۳ قرار داشته و مانند آلومینیم فقط می‌تواند یون سه بار مثبت تشکیل دهد. ملاحظه می‌کنید که هیچ‌کدام از این فلزها، یونی با بار یکسان ایجاد نمی‌کنند.

همه عبارت‌ها درست هستند.
ابتدا آرایش الکترونی عنصر X_{34} را مشخص می‌کنیم:

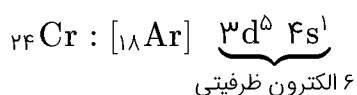
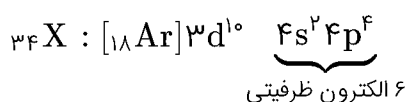


عنصر X ، در دوره ۴ و گروه ۱۶ جدول تناوبی قرار دارد.
بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: درست. شانزدهمین عنصر جدول تناوبی عنصر S_{16} است که در گروه ۱۶ قرار دارد؛ بنابراین با عنصر X_{34} هم‌گروه بوده و خواص شیمیایی مشابه یکدیگر دارند.



عبارت دوم: درست. $l = 1$ ، عدد کوانتومی فرعی مربوط به زیرلایه p و $l = 0$ عدد کوانتومی فرعی مربوط به زیرلایه s است. در آرایش الکترونی عنصر X_{34} ، مجموعاً ۸ الکترون در زیرلایه s و ۱۶ الکترون در زیرلایه p قرار دارد.
عبارت سوم: درست.

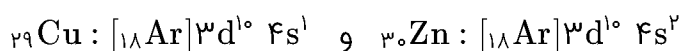


عبارت چهارم: درست. عنصر X_{34} با عنصر گازی اکسیژن، هم‌گروه و با عنصر برم از گروه ۱۷ (که حالت فیزیکی مایع دارد)، هم‌دوره است.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۰

بررسی عبارت‌ها:

الف) درست. $n = 3$ و $l = 2$ ، مشخصات کوانتومی زیرلایه $3d$ است. در عنصرهای واسطه دوره چهارم دو عنصر وجود دارد که در زیرلایه $3d$ آن‌ها، ۱۰ الکترون وجود دارد.



ب) نادرست. $n = 3$ و $l = 0$ ، مشخصات کوانتومی زیرلایه $3s$ است. و تمام عنصرهای واسطه دوره چهارم (و به‌طور کلی در همه عنصرهای دوره چهارم)، زیرلایه $3s$ به‌طور کامل از الکترون اشغال شده است.
پ) درست. در آخرین لایه الکترونی دو عنصر واسطه از دوره چهارم، تنها یک الکترون وجود دارد.



ت) نادرست. $n = 3$ و $l = 1$ ، مشخصات کوانتومی زیرلایه $3p$ است. در همه عنصرهای واسطه دوره چهارم، زیرلایه $3p$ به‌طور کامل با ۶ الکترون اشغال شده است.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۰

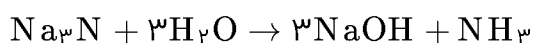
با مشخص شدن جایگاه و موقعیت یک عنصر در جدول تناوبی، موارد زیر برای آن عنصر مشخص می‌شود:

۱- شماره گروه ۲- شماره دوره ۳- عدد اتمی ۴- شمار پروتون‌ها و الکترون‌های اتم ۵- زیرلایه در حال پر شدن اتم

مواردی مانند شمار ایزوتوپ‌ها، عدد جرمی و شمار نوترون‌های اتم (که با در اختیار داشتن عدد جرمی محاسبه می‌شود)، ارتباطی با جایگاه عنصر در جدول تناوبی ندارد.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۱

معادله واکنش به صورت زیر است:



بخش اول مسئله:

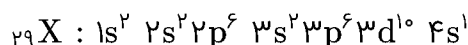
$$\begin{aligned} ? \text{ L NH}_3 &= 3/612 \times 10^{24} \text{ یون} \times \frac{1 \text{ mol یون}}{6/02 \times 10^{23} \text{ یون}} \times \frac{1 \text{ mol Na}_3\text{N}}{4 \text{ mol یون}} \times \frac{1 \text{ mol NH}_3}{1 \text{ mol Na}_3\text{N}} \\ &\times \frac{22/4 \text{ L NH}_3}{1 \text{ mol NH}_3} = 33/6 \text{ L NH}_3 \end{aligned}$$

بخش دوم مسئله:

$$? \text{ g NaOH} = 33/6 \text{ L NH}_3 \times \frac{1 \text{ mol NH}_3}{22/4 \text{ L NH}_3} \times \frac{3 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol NH}_3} \times \frac{40 \text{ g NaOH}}{1 \text{ mol NaOH}} = 180 \text{ g NaOH}$$

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۱

$n = 3$ و $l = 2$ ، مشخصات کوانتومی زیرلایه $3d$ است. طبق فرض سوال ۱۰ الکترون در زیرلایه $3d$ قرار دارد. همچنین این عنصر دارای ۷ الکترون با عدد کوانتومی $l = 0$ (زیرلایه s) است؛ به عبارت دیگر در آرایش الکترونی این عنصر مجموعاً ۷ الکترون، زیرلایه‌های s موجود در لایه‌های مختلف را اشغال کرده‌اند. باتوجه به این اطلاعات آرایش الکترونی عنصر موردنظر به صورت زیر خواهد بود: (نماد عنصر را X در نظر می‌گیریم)

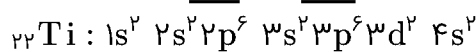
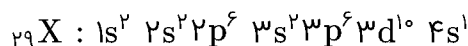


در واقع، این آرایش الکترونی مربوط به عنصر Cu از دوره ۴ و گروه ۱۱ جدول تناوبی است. بررسی عبارت‌ها:

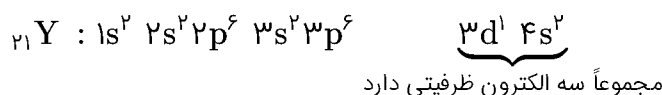
عبارت اول: نادرست. در عنصرهای واسطه مجموع الکترون‌های زیرلایه s لایه آخر و زیرلایه d ماقبل آخر، شماره گروه را مشخص می‌کند؛ بنابراین این عنصر در گروه ۱۱ جدول تناوبی قرار دارد.

عبارت دوم: درست. بزرگ‌ترین ضریب زیرلایه، شماره دوره را مشخص می‌کند. همچنین در این عنصر، آخرین الکترون‌ها وارد زیرلایه $3d$ می‌شوند؛ به همین دلیل این عنصر از فلزهای واسطه دسته d محسوب می‌شود.

عبارت سوم: درست. $l = 1$ ، عدد کوانتومی فرعی مربوط به زیرلایه p است. باتوجه به آرایش الکترونی اتم موردنظر (اتم X) و اتم ${}_{22}Ti$ ، در هر دو الکترون با $l = 1$ وجود دارد.



عبارت چهارم: درست. در آخرین زیرلایه اشغال شده اتم X ، یک الکترون وجود دارد ($4s^1$) همچنین شمار الکترون‌های ظرفیتی عنصر ۲۱ جدول تناوبی برابر ۳ است.



کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۱

مجموعاً ۹ عنصر در آخرین زیرلایه اشغال شده اتم خود، تنها یک الکترون دارند.

۱- عنصر هیدروژن از دوره اول جدول تناوبی ($1H : 1s^1$)

۲- عنصرهای Li ، Na و K از گروه اول جدول تناوبی، که آرایش الکترونی آن‌ها به ترتیب به $2s^1$ ، $3s^1$ و $4s^1$ ختم می‌شود.

۳- عنصر Cu و Cr از دوره چهارم که آرایش الکترونی آن‌ها به زیرلایه $4s^1$ ختم می‌شود.

۴- عنصرهای B ، Al و Ga از گروه ۱۳ جدول تناوبی، که آرایش الکترونی آن‌ها به ترتیب به $2p^1$ ، $3p^1$ و $4p^1$ ختم می‌شود.

نکته: عنصرهایی در آخرین زیرلایه اشغال شده اتم خود، تنها یک الکترون دارند که آرایش الکترونی اتم آن‌ها به زیرلایه ns^1 یا np^1 ختم شود.

کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۱

عبارت‌های اول، سوم و پنجم درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: درست.

$$\left. \begin{array}{l} \text{۴d} : n = ۴, l = ۲ \Rightarrow n + l = ۶ \\ \text{۳s} : n = ۳, l = ۰ \Rightarrow n + l = ۳ \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{(n+l)\text{۴d}}{(n+l)\text{۳s}} = \frac{۶}{۳} = ۲$$

عبارت دوم: نادرست.

$${}_{58}^{140}\text{Zr}^{3+} : p = 58, n = 140 - 58 = 82, e = 58 - 3 = 55$$

$$\text{تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها} = 82 - 55 = 27$$

عبارت سوم: درست. سه زیرلایه $2p$ ، $3p$ و $3d$ با ۶ الکترون اشغال شده‌اند.

$${}_{26}\text{D} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$$

عبارت چهارم: نادرست.

$${}_{33}\text{A} : [18\text{Ar}] 3d^1 4s^2 \rightarrow \text{شمار الکترون‌های ظرفیت} = 2 + 3 = 5$$

$${}_{23}\text{X} : [18\text{Ar}] 3d^1 4s^2 \rightarrow \text{شمار الکترون‌های ظرفیت} = 5 + 1 = 6$$

عبارت پنجم: درست. هرچه $n + l$ یک زیرلایه کمتر باشد، آن زیرلایه زودتر از الکترون اشغال می‌شود. $n + l$ برای زیرلایه $4s$ برابر $4 + 0 = 4$ و برای زیرلایه $3d$ برابر $3 + 2 = 5$ است. پس زیرلایه $4s$ زودتر از الکترون اشغال می‌شود.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۱

عبارت‌های "الف" و "ت" درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

الف) درست. باتوجه به شکل آرایش الکترونی اتم A به صورت زیر خواهد بود:

$$A : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2 \Rightarrow \text{مجموع الکترون‌ها (عدد اتمی) برابر ۲۸ است}$$

ب) نادرست. زیرلایه با $l = 2$ همان زیرلایه d است که در آن ۸ الکترون قرار دارد.

پ) نادرست. زیرلایه $3d$ به طور کامل از الکترون پر نشده است.

ت) درست. دوره = بزرگ‌ترین ضریب در آرایش الکترونی = 4 / گروه = جمع توان s و d = $2 + 8 = 10$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۱

عبارت‌های اول، دوم و چهارم درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: درست.

$$1/92 \text{ mg} = \frac{10^3 \text{ mg}}{1 \text{ g}} \times \frac{64 \text{ g}}{1 \text{ mol}} \times \frac{1 \text{ mol}}{6/02 \times 10^{23} \text{ atm}} \times \frac{1}{1/806 \times 10^{19} \text{ atm}}$$

عبارت دوم: درست.

$$8 \text{ g Cu} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{64 \text{ g Cu}} = \frac{1}{8} \text{ mol Cu}$$

$$7 \text{ g Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} = \frac{1}{8} \text{ mol Fe}$$

عبارت سوم: نادرست. جرم مشخص شده هر عنصر در جدول دوره‌ای، در واقع جرم اتمی میانگین آن عنصر است نه عدد جرمی!

عبارت چهارم: درست.

$$2 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} \times \frac{3 \text{ mol atm}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \times \frac{6/02 \times 10^{23} \text{ atm}}{1 \text{ mol atm}} = 2 \times 10^{23} \text{ atm}$$

$$1 \text{ g CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ g CO}_2} \times \frac{3 \text{ mol atm}}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{6/02 \times 10^{23} \text{ atm}}{1 \text{ mol atm}} = 0/41 \times 10^{23} \text{ atm}$$

عبارت پنجم: نادرست. باتوجه به آرایش الکترونی Ga^{3+} ، این یون به آرایش هشت‌تایی نمی‌رسد.

