



گزینه ۳

۱

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

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: با دور شدن از هسته اتم، انرژی لایه‌ها افزایش و تفاوت میان انرژی لایه‌های الکترونی کاهش می‌یابد.

گزینه ۲: اتم‌های برانگیخته پرنرژی و ناپایدارند، از این رو تمایل دارند با از دست دادن انرژی به حالت پایدارتر و درنهایت به حالت پایه برگردند.

توجه داشته باشید که در یک اتم برانگیخته، الکترون همواره به‌طور مستقیم به حالت پایه برنمی‌گردد. به‌عنوان 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 درنهایت مجدداً الکترون با از دست دادن انرژی از سطح انرژی دوم به سطح انرژی اول یا حالت پایه ($n = 1$) برمی‌گردد).

گزینه ۴: می‌دانیم با دور شدن از هسته اتم، تفاوت میان انرژی لایه‌های الکترونی کاهش می‌یابد؛ 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 ۴

۲

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

$$\text{یون } 3N_A = 84 \text{ g MgS} \times \frac{1 \text{ mol MgS}}{56 \text{ g MgS}} \times \frac{2 \text{ mol یون}}{1 \text{ mol MgS}} \times \frac{N_A \text{ یون}}{1 \text{ mol یون}} = 3N_A \text{ یون}$$

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

$$\text{یون } 0.6N_A Na^+ = 16/6 \text{ g Na}_3\text{N} \times \frac{1 \text{ mol Na}_3\text{N}}{83 \text{ g Na}_3\text{N}} \times \frac{3 \text{ mol Na}^+}{1 \text{ mol Na}_3\text{N}} \times \frac{N_A Na^+}{1 \text{ mol Na}^+} = 0.6N_A Na^+$$

$$\frac{\text{شمار یون ها در MgS}}{\text{شمار یون } Na^+ \text{ در } Na_3N} = \frac{3N_A}{0.6N_A} = 5$$

گزینه ۳

۳

رنگ شعله روشی آزمایشگاهی برای تشخیص نوع فلز سازنده یک ترکیب است. همچنین توجه داشته باشید که تنها برخی فلزها سبب تغییر رنگ شعله می‌شوند؛ پس به کمک رنگ شعله نمی‌توان تمام عنصرهای سازنده یک ترکیب را تشخیص داد.

مقایسه انرژی زیرلایه‌های مطرح شده در چهار گزینه با زیرلایه $4f$ به صورت زیر است:

$$4d < 5p < 4f < 5d < 6p$$

زیرلایه‌های $4d$ و $5d$ به ترتیب در دوره‌های پنجم و ششم و زیرلایه‌های $5p$ و $6p$ به ترتیب در دوره‌های پنجم و ششم با الکترون پر می‌شوند.

+ 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 (5_1A) را برابر با x در نظر می‌گیریم.

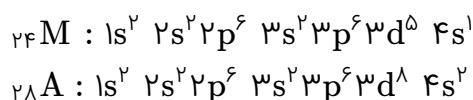
$$50/95 = 49 + 2(x) + 4(0/15) + 5(0/2) \Rightarrow x = 0/175 = 0/175 = 17/5\%$$

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

$$65\% = \text{فراوانی ایزوتوپ اول} + \text{فراوانی ایزوتوپ دوم} \\ 65\% = \text{فراوانی ایزوتوپ اول} + 17/5\% \Rightarrow \text{فراوانی ایزوتوپ اول} = 47/5\%$$

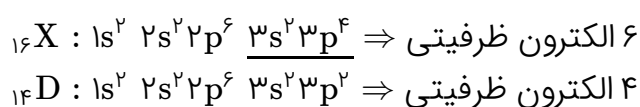
اگر n برابر با ۶ یا ۷ باشد، حتماً می‌بایست پس از گاز نجیب زیرلایه f نیز دارای الکترون می‌بود. هنگام تشکیل یون M^{2+} الکترون از دورترین زیرلایه جدا می‌شود؛ پس به $d^5(n-1)$ ختم خواهد شد. یون‌های فلزهای واسطه ترکیب‌های رنگی را می‌سازند.

ابتدا آرایش الکترونی اتم ${}^{24}\text{M}$ و ${}^{28}\text{A}$ را می‌نویسیم:



در اتم ${}^{24}\text{M}$ ، 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 ${}^{28}\text{A}$ ، 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 X برابر است.



خط طیفی حاصل از بازگشت الکترون از لایه‌های ۶، ۵، ۴ و ۳ به $n=2$ در اتم هیدروژن در ناحیه مرئی قرار می‌گیرد.
مقایسه انرژی چهار انتقال داده‌شده برحسب شماره گزینه به صورت زیر است:

$$2 > 1 > 4 > 3$$

ابتدا انرژی لازم برای ذوب کردن ۹۰۰ تن آهن را برحسب ژول حساب می‌کنیم:

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

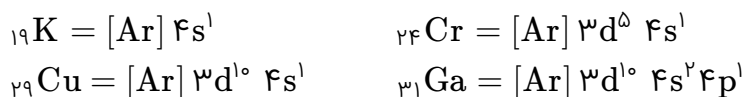
سپس با استفاده از رابطه اینشتین، حساب می‌کنیم برای تأمین این مقدار انرژی چند کیلوگرم اتم هیدروژن باید به انرژی تبدیل شود.

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

درنهایت، مقدار هیدروژن را برحسب میلی‌مول به دست می‌آوریم:

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

در لایه ظرفیت ۴ عنصر ^{19}K ، ^{24}Cr ، ^{29}Cu و ^{31}Ga بیرونی‌ترین زیرلایه تنها دارای یک الکترون است.

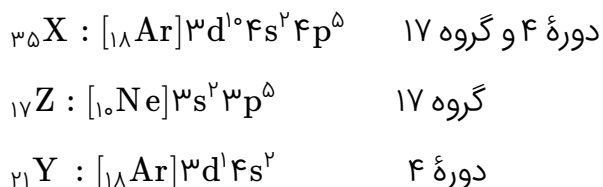


الف) نادرست. طول موج نور قرمز حدود ۶۰۰ نانومتر است. برای محاسبه طول موج پرتوی نشان داده شده برحسب نانومتر باید توجه داشته باشیم که طول موج برابر با فاصله دو قله متوالی است؛ پس شکل نشان داده شده مربوط به دو برابر طول موج است. طول موج این پرتو برحسب نانومتر برابر است با:

$$\frac{1/2 \times 10^{-5} \text{ cm}}{2} \times \frac{10^{-2} \text{ m}}{1 \text{ cm}} \times \frac{10^9 \text{ nm}}{1 \text{ m}} = 60 \text{ nm}$$

ب) نادرست. دستگاه کنترل تلویزیون بر اساس امواجی با طول موج بزرگ‌تر از ۶۰۰ نانومتر و یا محدوده فرسرخ کار می‌کند.
پ) نادرست. باتوجه به محاسبات بخش "الف" طول موج این پرتو برابر با ۶۰ nm است.
ت) درست. طول موج نور بنفش حدود ۴۰۰ nm است، درحالی‌که طول موج پرتو برابر با ۶۰ nm است که با کاهش طول موج، انرژی آن افزایش می‌یابد.

عبارت اول: درست. جرم اتمی ^1H برابر با ۱/۰۰۸ amu است.
عبارت دوم: درست.



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.

جدول تناوبی امروزی توسط هنری موزلی (دانشمند انگلیسی) و بر اساس افزایش عدد اتمی (تعداد پروتون‌ها) سازماندهی شده است.

$$\text{جرم پروتون} = 1 \text{ amu} = \frac{1}{1836} \text{ جرم } {}^{12}_6\text{C} = 2000 \text{ برابر جرم الکترون} = \text{جرم نوترون}$$

نماد الکترون ${}_{-1}^0\text{e}$ ، نماد پروتون ${}_{+1}^1\text{p}$ و نماد نوترون ${}_0^1\text{n}$ است که عدد بالایی جرم نسبی و عدد پایینی بار نسبی ذره‌ها را نمایش می‌دهد، مشخصاً اتم ${}^7_3\text{Li}$ دارای ۳ پروتون، ۴ نوترون و ۳ الکترون است.

نور مرئی گستره‌ای مابین ۴۰۰ الی ۷۰۰ نانومتر دارد و ترتیب انرژی موج‌های الکترومغناطیسی که با طول‌موج آن‌ها رابطه عکس دارد به صورت زیر است:

امواج رادیویی > ریزموج‌ها > پرتوهای فروسرخ > پرتوهای فرابنفش > پرتوهای X > پرتوهای گاما

$${}_{24}\text{Cr} : [\text{Ar}] 3d^5 4s^1 \Rightarrow \underbrace{5(3+2)}_{3d^5} + \underbrace{1(4+0)}_{4s^1} = 29$$

$${}_9\text{F} : 1s^2 2s^2 2p^5 \Rightarrow \underbrace{2(2+0)}_{2s^2} + \underbrace{5(2+1)}_{2p^5} = 19$$

$${}_{22}\text{Ti} : [\text{Ar}] 3d^2 4s^2 \Rightarrow \underbrace{2(3+2)}_{3d^2} + \underbrace{2(4+0)}_{4s^2} = 18$$

$${}_{15}\text{P} : [\text{Ne}] 3s^2 3p^3 \Rightarrow 2(3+0) + 3(3+1) = 18$$

$${}_{34}\text{Se} : [\text{Ar}] 3d^{10} 4s^2 4p^4 \Rightarrow 2(4+0) + 4(4+1) = 28$$

مجموعه $n + l$ برای الکترون‌های ظرفیت در اتم دو عنصر Ti و P برابر است.

پ) اگرچه طیف نشری خطی برای هر عنصر منحصر به فرد است، اما لزوماً با افزایش عدد اتمی تعداد خطوط رنگی موجود در طیف افزایش نمی‌یابد. مثلاً عنصر لیتیم ($Z = 3$) در گستره مرئی دارای چهار خط طیفی و عنصر هلیم ($Z = 2$) دارای ۹ خط طیفی می‌باشد.

ت) دقت کنید! عنصر لیتیم و هیدروژن در گستره پرتوهای مرئی، تعداد خطوط نشری برابری دارند (هرکدام دارای ۴ خط طیفی هستند) نه در گستره پرتوهای الکترومغناطیسی!!

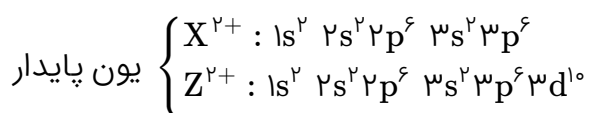
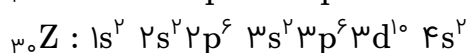
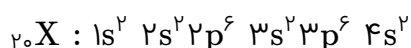
$$\overline{M} = M_1 + (M_2 - M_1)F_2 + (M_3 - M_1)F_3$$

$$36/8 = 36 + (2)0/2 + (M_3 - \cancel{M_1}^{36})0/1$$

$$M_3 = 40 \Rightarrow 40 - 18 = 22 \text{ تعداد نوترون‌های ایزوتوپ سوم}$$

بررسی عبارت‌ها:

- نادرست. قسمت اول جمله صحیح است. در دوره شباهت فیزیکی بین عناصر وجود ندارد.
- نادرست. در هر خانه از جدول نماد شیمیایی عنصر، عدد اتمی و جرم اتمی میانگین درج شده است.
- درست.
- نادرست. زیرلایه $3f$ نمی‌تواند وجود داشته باشد. اولین زیرلایه f با عدد کوانتومی اصلی ۴ ($4f$) از دوره ششم شروع به پر شدن می‌کند.
- درست. K^+ , Ca^{2+} , Sc^{3+} , Zn^{2+} و Ga^{3+} .
- نادرست. کروم در لایه $4s$ خود یک الکترون داشته ولی ظرفیت $1+$ ندارد.



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 Ca و Zn با عدد اکسایش $+2$ ، 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)

عبارت اول کاملاً صحیح و باتوجه به متن کتاب درست است.

در عبارات دوم همان‌طور که در کتاب عنوان شده، ایزوتوپ مورد استفاده برای تصویربرداری غده تیروئید ${}_{99}^{43}Tc$ است که دارای ۴۳ پروتون و ۵۶ نوترون است.

ایزوتوپ مورد استفاده در تصویربرداری گردش خون ${}_{26}^{59}Fe$ است که ۲۶ پروتون و ۳۳ نوترون دارد. اختلاف پروتون و نوترون در این ایزوتوپ ۷ واحد است.

تزریق گلوکز نشان‌دار مانع جذب گلوکز معمولی نمی‌شود، اما از آنجایی که مصرف گلوکز در توده‌های سرطانی به مراتب بیشتر است، گلوکز نشان‌دار به همراه گلوکز معمولی در محل این توده‌ها جمع می‌شوند.

باتوجه به اینکه دو ایزوتوپ 3H و ${}^{14}C$ دارای نیم‌عمر و پرتوزا هستند، پس در محاسبات نباید استفاده شوند.

جرم سبک‌ترین مولکول گلوکز پایدار که از ایزوتوپ‌های 1H ، ${}^{12}C$ و ${}^{16}O$ تشکیل شده است برابر با ۱۸۰ است.

جرم سنگین‌ترین مولکول گلوکز پایدار که از ایزوتوپ‌های 2H ، ${}^{13}C$ و ${}^{18}O$ تشکیل شده است برابر با ۲۱۰ است.

بنابراین تفاوت جرم سنگین‌ترین و سبک‌ترین گلوکز پایدار برابر با ۳۰ است.

مجموع شمار اتم‌ها در ۷۲۴ میلی‌گرم گلوکز نشان‌دار برابر است با:

$$724 \times 10^{-3} \text{ g گلوکز} \times \frac{1 \text{ mol گلوکز}}{181 \text{ g گلوکز}} \times \frac{23 \text{ mol اتم}}{1 \text{ mol گلوکز}} \times \frac{N_A \text{ اتم}}{1 \text{ mol اتم}} = 9/2 \times 10^{-2} N_A$$

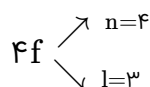
مجموع ذره‌های زیراتمی باردار (الکترون‌ها و پروتون‌ها) در ۰/۰۲۵ مول ^{36}Kr برابر است با:

$$0.025 \text{ mol Kr} \times \frac{72 \text{ ذره باردار}}{1 \text{ mol Kr}} \times \frac{N_A}{1 \text{ mol ذره}} = 1/8 N_A$$

اکنون نسبت این دو مجموع را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{9/2 \times 10^{-2} N_A}{1/8 N_A} = 5/1 \times 10^{-2}$$

عدد کوانتومی دوم (l) برای زیرلایه پنجم ۴ است، بنابراین این زیرلایه ۱۸ الکترون می‌گیرد. $(4l + 2 = 4 \times 4 + 2 = 18)$
 دلیل رد گزینه ۱: در لایه چهارم، چهار زیرلایه با شماره‌های ۰ و ۱ و ۲ و ۳ وجود دارد.
 دلیل رد گزینه ۲: گنجایش الکترونی زیرلایه‌های f و d، ۱۴ و ۱۰ الکترون است.
 دلیل رد گزینه ۴:



(فراوانی دومی $\times$ تفاوت جرم ایزوتوپ دوم با سبک‌تر) + جرم اتمی ایزوتوپ سبک‌تر = جرم اتمی میانگین
 + (فراوانی سومی $\times$ تفاوت جرم ایزوتوپ سوم با سبک‌تر)

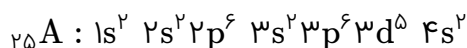
$$\Rightarrow 24/3 = 23/98 + (1 \times 0/1) + (2 \times x) \Rightarrow 0/22 = 2x \Rightarrow x = 0/11 \text{ یا } 11\%$$

$$\text{فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر} = 100\% - (10\% + 11\%) = 79\%$$

جمله‌های "الف"، "ب" و "پ" درست هستند.

(ت) نادرست؛ زیرا الکترون‌ها با جذب انرژی معین از لایه پایین‌تر به لایه‌های بالاتر انتقال می‌یابند.

عدد اتمی تکنسیم برابر با ۴۳ (${}^{99}_{43}\text{Tc}$) است؛ پس عنصر هم‌گروه با آن دارای یکی از اعداد اتمی ۲۵ و یا ۷۵ است که باتوجه‌به اینکه در اتم این عنصر ۸ الکترون از لایه‌های s با $l = 0$ قرار دارند، پس این عنصر به دوره چهارم تعلق داشته و عدد اتمی ۲۵ برای آن قابل قبول و آرایش الکترونی این عنصر به صورت زیر است:



الف) نادرست. گاز نجیب هم‌دوره با ${}_{43}\text{Tc}$ دارای عدد اتمی ۵۴ است که اختلاف دو عدد ۵۴ و ۲۵ برابر با ۲۹ است. عدد اتمی آخرین عنصر واسطه دوره چهارم برابر با ۳۰ است.

ب) نادرست. این عنصر در لایه ظرفیت خود دارای ۷ الکترون است. ($3d^5 4s^2$)

پ) نادرست. مجموع l برای چهار زیرلایه s برابر با صفر است. مجموع l برای دو زیرلایه p که به طور کامل پر شده‌اند برابر با $2 = 1 + 1$ است. زیرلایه $3d$ هم که هنوز نیمه‌پر است و نباید آن را در محاسبات لحاظ کنیم.

ت) درست. بیرونی‌ترین زیرلایه در اتم این عنصر $4s$ است که دو عبارت $n - l$ و $n + l$ برای آن یکسان است؛ زیرا l برای زیرلایه s برابر با صفر است.