

۱- جرم اتمی میانگین تیتانیم با سه ایزوتوپ ${}^{\text{V}}\text{Ti}$ ، ${}^{\text{Y}+2}\text{Ti}$ و ${}^{\text{Y}+3}\text{Ti}$ برابر با $49/8 \text{ amu}$ است. در صورتی که فراوانی ایزوتوپ با جرم متوسط، $1/5$ برابر فراوانی سنگین ترین ایزوتوپ آن باشد و همچنین مجموع فراوانی ایزوتوپ با جرم متوسط و سنگین ترین ایزوتوپ آن ۳ برابر فراوانی سبک ترین ایزوتوپ آن باشد، مقدار y کدام است؟ (عدد جرمی را معادل جرم اتمی در نظر بگیرید.) [قلمچی ۱۴۰۴/۱۸ مهر]

(۱) ۴۷ (۲) ۴۸ (۳) ۴۹ (۴) ۵۰

۲- تیتانیم دارای پنج ایزوتوپ است که در هسته آن‌ها به ترتیب ۲۴، ۲۵، ۲۶، ۲۷ و ۲۸ نوترون وجود دارد. مجموع درصد فراوانی دو ایزوتوپ سبک تر برابر ۱۵٪ بوده و درصد فراوانی دو ایزوتوپ سنگین تر، یکسان و $\frac{1}{3}$ برابر درصد فراوانی ${}^{\text{Ti}48}$ است. درصد فراوانی دو ایزوتوپ اول به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟ (جرم اتمی میانگین برای عنصر Ti برابر با $48/28 \text{ amu}$ است.)

(۱) ۵/۵، ۹/۵ (۲) ۷، ۸ (۳) ۶/۵، ۸/۵ (۴) ۶، ۹

۳- کدام موارد از عبارت‌های زیر در رابطه با عنصر کلر درست است؟ ($Cl = 35/5$ ، $Ar = 40 : g.mol^{-1}$)

- الف - این عنصر، با سایر عناصر هم گروه خود خواص فیزیکی یکسانی دارد.
 ب - جرم $0/2$ مول از اتم‌های این عنصر، کمتر از جرم $0/2$ مول اتم آرگون است.
 ج - هر اتم آن، در واکنش‌های شیمیایی یک الکترون از دست داده و یون Cl^{-} را ایجاد می‌کند.
 د - در همه ایزوتوپ‌های طبیعی این عنصر، شمار نوترون‌های موجود در هسته بیشتر از شمار پروتون‌ها است.
- (۱) «الف» و «ب» (۲) «ب» و «د» (۳) «الف» و «ج» (۴) «ج» و «د»

۴- جرم‌های برابر از ایزوتوپ‌های A و B در اختیار داریم. اگر در طول نیم ساعت، جرم واپاشیده شده از ایزوتوپ B ، $1/25$ برابر جرم واپاشیده شده از ایزوتوپ A باشد، نیم عمر ایزوتوپ پایدارتر برابر چند دقیقه است؟ (نیم عمر ایزوتوپ A ، دو برابر نیم عمر ایزوتوپ B باشد.)

(۱) ۷/۵ (۲) ۱۵ (۳) ۶ (۴) ۱۲

۵- چه تعداد از عبارت‌های زیر، درست هستند؟ [ماز آبان ۱۴۰۴]

- الف - تناوب هفتم جدول دوره‌ای، در ساختار خود ۳۲ عنصر جای داده و به عنصری با عدد اتمی ۱۱۸ ختم می‌شود.
 ب - هلیوم، دارای یک لایه پر از الکترون بوده و همانند گاز آرگون، تمایل به انجام واکنش‌های شیمیایی ندارد.
 ج - در ۹ مورد از عناصر موجود در تناوب چهارم، بیرونی‌ترین زیرلایه الکترونی کاملاً پر از الکترون است.
 د - از بین زیرلایه‌های الکترونی که $l = 6$ دارند، زیرلایه $5p$ دارای کمترین سطح انرژی است.
 هـ - بیرونی‌ترین زیرلایه الکترونی در برخی از یون‌ها، برخلاف اتم‌های خنثی، می‌تواند زیرلایه d باشد.
- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۶- اگر شمار الکترون‌های مبادله شده برای تشکیل ۶۴ گرم منیزیم اکسید از عناصر سازنده، دو برابر شمار الکترون‌های مبادله شده برای تشکیل $164/8$ گرم NaX از عناصر سازنده باشد، جرم مولی عنصر X برابر با چند گرم است؟ [ماز آبان ۱۴۰۴]

($Mg = 24$ ، $Na = 23$ ، $O = 16 : g.mol^{-1}$)

(۱) ۱۹ (۲) ۳۵ (۳) ۱۲۷ (۴) ۸۰

۷- کدام موارد از عبارت‌های زیر درست هستند؟ [مازآبان ۱۴۰۴]

- الف - حداکثر گنجایش الکترونی لایه $n = 4$ ، دو برابر حداکثر گنجایش الکترونی لایه $n = 2$ است.
 ب - شمار الکترون‌های ظرفیتی در هر اتم از فراوان‌ترین عنصر سازنده زمین، ۲ برابر هر اتم سیلیسیم است.
 ج - اگر تعداد الکترون ظرفیت اتمی کمتر یا برابر ۳ باشد، آن اتم در شرایط مناسب به یقین به کاتیون تبدیل می‌شود.
 د - در مدل لایه‌ای اتم‌ها، الکترون‌هایی با $n = 1$ ، در همه نقاط موجود در پیرامون هسته اتم می‌توانند حضور پیدا کنند.
- (۱) «ب» و «ج» (۲) «ب» و «د» (۳) «الف» و «ج» (۴) «الف» و «د»

۸- در یک نمونه از ترکیب SF_x به جرم ۵۴ گرم، تفاوت شمار اتم‌های گوگرد و فلوئور برابر با $10^{23} \times 9/03$ عدد است.

یک نمونه از ترکیب N_2O_x که حاوی $10^{23} \times 1/204$ مولکول می‌شود، چند گرم جرم دارد؟ [مازآبان ۱۴۰۴]

($S = 32, F = 19$ و $O = 16, N = 14 : g.mol^{-1}$)

- (۱) ۱۸/۴ (۲) ۳۶/۸ (۳) ۲۱/۶ (۴) ۴۳/۲

۹- با توجه به آرایش الکترونی فشرده عناصر زیر، کدام مطلب، نادرست است؟ [خیلی سبز ۲۵ فروردین ۱۴۰۴]

عنصر	X	D	A
آرایش الکترونی فشرده	$[Ar]3d^1 4s^2 4p^6$	$[He]2s^2$	$[Ne]3s^2 3p^3$

- (۱) اتم D فاقد زیرلایه‌هایی با $n + 1$ یکسان در آرایش الکترونی خود است.
 (۲) تعداد الکترون‌ها با $n + 1 \geq 4$ در اتم X برابر ۲۴ است.
 (۳) تعداد الکترون‌هایی با $l = 1$ و $n = 2$ در اتم A، کم‌تر از تعداد الکترون‌های ظرفیتی آن است.
 (۴) تفاوت عدد اتمی عنصرهای X و D، برابر با شمار ذرات زیراتمی باردار در اتم $^{32}_{16}M$ است.

۱۰- اگر شمار الکترون‌های موجود در آخرین زیرلایه اشغال شده در اتم دو عنصر دوره سوم جدول تناوبی برابر باشد،

کدام مورد درست است؟ [خیلی سبز ۲۵ فروردین ۱۴۰۴]

- (۱) شمار الکترون‌های جفت نشده در آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم این دو عنصر، می‌تواند برابر باشد.
 (۲) شمار الکترون‌های ظرفیتی یکی از این عناصر، با شمار الکترون‌های ظرفیتی $^{24}_{Cr}$ برابر است.
 (۳) عدد اتمی یکی از عنصرها، می‌تواند برابر با مجموع عدد اتمی چهار عنصر ابتدایی دوره دوم باشد.
 (۴) مجموع مقدار $n + 1$ برای الکترون‌های ظرفیتی اتم یکی از این عناصر، می‌تواند با عدد اتمی آن برابر باشد.

۱۱- چه تعداد از موارد زیر نادرست است؟ ($N = 14, Na = 23, Mg = 24, S = 32 : g.mol^{-1}$) [قلمچی آبان ۱۴۰۳]

الف) مجموع $(n + 1)$ الکترون‌های بیرونی‌ترین لایه اتم عنصری که آرایش الکترون - نقطه‌ای آن به صورت $\ddot{X}:$ و از دسته p و هم دوره با $^{31}_{Ga}$ است برابر با ۲۸ می‌باشد.

ب) شمار یون‌های موجود در ۸۴ گرم منیزیم سولفید، $\frac{1}{5}$ برابر شمار یون‌های مثبت موجود در ۱۶/۶ گرم سدیم نیتريد است.

پ) تعداد الکترون مبادله شده برای تشکیل هر واحد فرمولی کلسیم برمید نصف آلومینیم سولفید است.

ت) نسبت تعداد جفت الکترون‌های ناپیوندی به تعداد جفت الکترون‌های پیوندی در O_2 بیشتر از NH_3 است.

- (۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) ۱

۱۲- اگر شمار الکترون‌های مبادله شده بین عنصرهای پتاسیم و نیتروژن در طی تشکیل $۶/۵۵$ گرم پتاسیم نیتريد با شمار اتم‌ها در $۳/۲۴$ گرم از ترکیب XF_4 برابر باشد، با توجه به جرم‌های مولی داده شده، کدام ویژگی را می‌توان به عنصر X نسبت داد؟ [قلمچی ۴۰ آبان ۱۴۰۳]

$$(K = 39, Cl = 35.5, S = 32, F = 19, O = 16, N = 14, C = 12: g.mol^{-1})$$

- (۱) با عنصر Se هم‌گروه بوده و فراوان‌ترین نافلز زمین محسوب می‌شود.
- (۲) مجموع مقدار $n + l$ برای الکترون‌های آخرین زیرلایه آن، با تعداد پروتون‌هایش برابر است.
- (۳) شمار الکترون‌های ظرفیتی آن برابر با شمار این الکترون‌ها در پنجمین عنصر دسته d است.
- (۴) در دوره سوم جای داشته و می‌تواند ترکیباتی با فرمول شیمیایی CaX و H_3XO_4 تشکیل دهد.

^{37}Cl	^{35}Cl	^{26}Mg	^{25}Mg	^{24}Mg	اتم
F	$2F$	۱۵	F''	F'	فراوانی(درصد)

۱۳- جدول مقابل فراوانی ایزوتوپ‌های عناصر منیزیم و کلر را نشان می‌دهد. اگر

شمار یون‌ها در یک نمونه $۱/۵۹$ گرمی از منیزیم کلرید برابر با $۳/۰۱ \times 10^{22}$ باشد، تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در چند درصد از یون‌های موجود در این نمونه برابر با ۲ است؟ (جرم اتمی میانگین و جرم مولی را یکسان فرض کنید.) [قلمچی ۲۰ مهر ۱۴۰۳]

$$(1) 32/3$$

$$(2) 41/6$$

$$(3) 50/8$$

$$(4) 59/5$$

۱۴- مخلوطی به جرم ۸ گرم شامل CH_3OH و C_2H_4 شامل $۵/۷۶ \times 10^{23}$ اتم هیدروژن است به ترتیب نسبت شمار مول‌های CH_3OH به

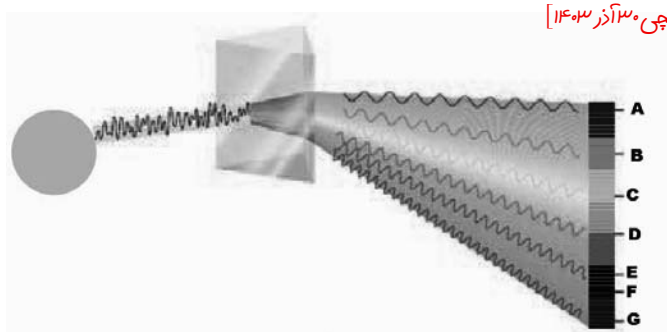
C_2H_4 و شمار اتم‌های کربن در C_2H_4 در این مخلوط کدام است؟ ($H = 1, C = 12, O = 16: g.mol^{-1}, N_A = 6 \times 10^{23}$) [قلمچی ۳۰ آذر ۱۴۰۳]

$$(1) 3/6 \times 10^{22} - 5$$

$$(2) 3/6 \times 10^{22} - 4$$

$$(3) 7/2 \times 10^{22} - 4$$

$$(4) 7/2 \times 10^{22} - 5$$



[قلمچی ۳۰ آذر ۱۴۰۳]

۱۵- با توجه به شکل زیر، کدام موارد از مطالب داده شده درست است؟

الف) با عبور نور نشر شده از لیتیم سولفات در شعله از یک منشور، الگوی شامل ۴ خط رنگی A, E, F و G ایجاد می‌شود.

ب) اگر دمای شعله مربوط به رنگ C برابر با $1750^\circ C$ باشد، دمای شعله مربوط به رنگ‌هایی A و E به ترتیب می‌تواند $800^\circ C$ و $2750^\circ C$ باشد.

ج) در تصویری از خورشید که با استفاده از دوربین‌هایی حساس به پرتوهای به طول موج کوتاه‌تری از رنگ G گرفته شده است،

خورشید به شکل مخلوطی از رنگ‌های C, F و G مشاهده می‌شود.

د) پرتو B نسبت به پرتو D توانایی حمل انرژی بیشتری دارد.

- (۱) الف - ب (۲) الف - د (۳) ب - ج (۴) ج - د

۱۶- کدام موارد از عبارت‌های زیر درست است؟ [ماز ۱۹ مهر ۱۴۰۳]

- الف: نخستین عناصری که پس از مهبانگ از ذرات زیراتمی به وجود آمدند، در سیاره مشتری فراوان‌تر از زمین هستند.
 ب: مجموع جرم نوترون‌ها و پروتون‌ها در هر اتم از فراوان‌ترین رادیوایزوتوپ عنصر هیدروژن، برابر با $4amu$ است.
 پ: در واکنش‌های شیمیایی که در اطراف ما رخ می‌دهند، انرژی مبادله شده بسیار بیشتر از واکنش‌های هسته‌ای است.
 ت: عدد اتمی نخستین عنصر ساخته شده در واکنشگاه هسته‌ای، کمتر از عدد اتمی شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزا است.
- (۱) «الف» و «پ» (۲) «الف» و «ت» (۳) «ب» و «پ» (۴) «ب» و «ت»

۱۷- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟ [ماز ۱۹ مهر ۱۴۰۳]

- الف: افزایش مقدار ایزوتوپ ^{235}U در مخلوط اورانیم، یکی از مراحل مهم چرخه تولید سوخت هسته‌ای است.
 ب: بیشتر از ۳۰ درصد از کل عناصری که تا به امروز شناخته شده‌اند، در طبیعت یافت نشده و ساختگی هستند.
 پ: به خاطر پرتوزایی پسماندهای تولید شده در رآکتورهای اتمی، دفع این مواد یکی از چالش‌ها در صنایع هسته‌ای است.
 ت: خواص شیمیایی هر یک از عناصر موجود در جدول دوره‌ای، به مؤلفه‌ای وابسته است که با نماد A نشان داده می‌شود.
- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۱۸- عنصری دارای سه نوع ایزوتوپ است. اگر فراوانی ایزوتوپ‌های ^{42}X و ^{44}X این عنصر به ترتیب برابر با ۷۰ و ۲۰ درصد بوده و جرم اتمی میانگین این عنصر برابر $49/1 amu$ باشد، تفاوت تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها در ایزوتوپ سوم این عنصر کدام است؟ [ماز ۱۹ مهر ۱۴۰۳]

- (۱) ۳ (۲) ۲ (۳) ۱ (۴) ۴

۱۹- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟ [ماز ۱۹ مهر ۱۴۰۳]

- الف: نور خورشید، سفید رنگ دیده شده و به جز پرتوهایی با طول موج ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر، شامل پرتوهای دیگری نیز می‌شود.
 ب: ریزموج‌ها انواعی از پرتوهای الکترومغناطیسی به شمار رفته و در مقایسه با امواج رادیویی طول موج بلندتری دارند.
 پ: انحراف رنگ نور گسیل شده از شعله $CuCl_2$ در منشور، بیشتر از رنگ نور گسیل شده از شعله $NaNO_3$ است.
 ت: عنصری که با ^{89}Pr در یک تناوب و با ^{146}S در یک گروه قرار می‌گیرد، ۸۴ پروتون در هسته هر اتم خود دارد.
- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۲۰- کدام مطلب درباره اتم چهارمین عنصر از دسته d در دوره چهارم جدول دوره‌ای امروزی، نادرست است؟ [ماز ۱۳ آبان ۱۴۰۳]

- (۱) شمار الکترون‌های ظرفیتی آن با شمار الکترون‌های ظرفیتی اتم اکسیژن برابر است.
 (۲) تعداد زیرلایه‌های نیمه پر در هر اتم آن، دو برابر تعداد زیرلایه‌های نیمه پر در اتم ^{33}As است.
 (۳) تفاوت عدد اتمی آن با عدد اتمی دومین عنصری که آرایش الکترونی آن از قاعده آفبا پیروی نمی‌کند، برابر با ۴ است.
 (۴) مجموع شمار الکترون‌هایی با $l = 0$ و $l = 2$ با شمار الکترون‌های دارای عدد کوانتومی $l = 1$ در آن برابر است.

۲۱- با توجه به جدول زیر، داده‌های کدام موارد از ردیف‌های داده شده کاملاً درست است؟ [ماز ۱۳ آبان ۱۴۰۳]

ردیف	ویژگی‌ها	$^{45}_{21}Z$	$^{65}_{29}X$	$^{52}_{24}D$	$^{40}_{20}A$
۱	مجموع $n - l$ الکترون‌های لایه ظرفیت	۹	۱۴	۹	۸
۲	تفاوت شمار الکترون‌های زیرلایه‌های s و نوترون‌ها	۱۶	۲۸	۲۱	۱۲
۳	نسبت شماره گروه به شماره دوره	۰/۷۵	۲/۷۵	۱/۵	۰/۵
۴	نسبت شمار آنیون به کاتیون در سولفیدی از فلز که کاتیون پایدار آن دارای بیشترین بار الکتریکی است.	۱/۵	۱	۲	۱

(۴) ۱ و ۳ و ۴

(۳) ۱ و ۲ و ۴

(۲) ۲ و ۳

(۱) ۳ و ۱

۲۲- اگر در یون A^{3+} ، شمار نوترون ها ۱/۲۵ برابر شمار الکترون ها باشد، تفاوت شمار الکترون ها و نوترون ها در یون حاصل از اتم A^9 که آرایش الکترونی آن به $3d^7$ ختم می شود، کدام است؟ [ماز سزآبان ۱۴۰۳]

- (۱) ۵ (۲) ۹ (۳) ۷ (۴) ۱۲

۲۳- اگر جرم $10^{21} \times 1/806$ مولکول از P_3S_4 برابر با ۵۶۷ گرم باشد، نسبت شمار اتم های موجود در آن به شمار یون های موجود در ۲۴۰ گرم منیزیم اکسید چقدر است؟ ($g.mol^{-1}$: $O = 16$ و $Mg = 24$ و $P = 31$ و $S = 32$) [ماز سزآبان ۱۴۰۳]

- (۱) 2×10^{-3} (۲) $2/5 \times 10^{-3}$ (۳) $1/5 \times 10^{-3}$ (۴) 10^{-3}

۲۴- کدام یک از مطالب زیر نادرست است؟ [ماز سزآبان ۱۴۰۳]

- (۱) مجموع تعداد عناصر موجود در دسته p جدول دوره ای امروزی، ۹/۰ برابر تعداد عناصر دسته d است.
- (۲) عنصری که آرایش الکترونی آن به $4p^3$ ختم می شود، در لایه سوم الکترونی خود هجده الکترون دارد.
- (۳) بیشترین مقدار عدد کوانتومی فرعی در یک اتم که دارای n لایه الکترونی کاملاً پر است، برابر $n - 1$ می شود.
- (۴) الکترون برانگیخته، سطح انرژی بالایی داشته و برای آن، نشر نور مرئی تنها شیوه برای از دست دادن انرژی است.

۲۵- چه تعداد از مطالب زیر درست هستند؟ [ماز سزآبان ۱۴۰۳]

- الف: در ساختار لایه های اتم، احتمال حضور الکترون پیرامون هسته، در یک فضای محدود بیشتر از سایر نقاط است.
 ب: با استفاده از رنگ شعله سدیم اکسید، می توان نوع آنیون و کاتیون موجود در ساختار آن را مشخص کرد.
 پ: در ۸ مورد از عناصر موجود در تناوب چهارم جدول دوره ای، لایه الکترونی $n = 3$ کاملاً پر از الکترون است.
 ت: تفاوت سطح انرژی لایه های الکترونی $n = 6$ و $n = 7$ در اتم هیدروژن، کمتر از لایه های $n = 3$ و $n = 4$ است.

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۲۶- یک نمونه از هیدروژن کلرید، با استفاده از ایزوتوپ های موجود در جدول زیر تولید شده است: [ماز سزآبان ۱۴۰۳]

ایزوتوپ	^{35}Cl	^{37}Cl	1H	2H
درصد فراوانی	۷۵	۲۵	۹۰	۱۰

مقداری از این ماده گازی که در آن مجموعاً $10^{23} \times 1/204$ الکترون بین اتم ها به اشتراک گذاشته شده است، چند گرم جرم دارد؟

- (۱) ۱/۸۳ (۲) ۵/۴۹ (۳) ۳/۶۶ (۴) ۷/۳۲

۲۷- چه تعداد از مطالب زیر درست هستند؟ [ماز سزآبان ۱۴۰۳]

- الف: تعداد الکترون جفت نشده در آرایش الکترون -نقطه ای هلیوم، برابر با تعداد این الکترون ها در S^{16-} است.
 ب: مدل بور، توانایی توجیه طیف نشری -خطی حاصل از عناصری که فقط یک لایه الکترونی دارند را داشت.
 پ: عنصری که عدد اتمی آن برابر با ۱۴ است، در ترکیب با اتم های H ، مولکولی با ظاهر مقابل را ایجاد می کند.
 ت: اگر آرایش الکترونی استرانسیم به صورت $[Kr]5s^2$ باشد، اتم Sr در شرایط مناسب یون Sr^{2+} را می سازد.

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۲۸- کدام گزینه نادرست است؟ [خیلی سبز ۲۷ مهر ۱۴۰۳]

- (۱) حداکثر گنجایش الکترونی پنجمین نوع زیرلایه یک اتم، با مجموع شمار عنصرهای دوره دوم و سوم جدول تناوبی برابر است.
- (۲) الکترونی با عدد کوانتومی فرعی برابر ۳ می تواند در لایه الکترونی پنجم قرار داشته باشد.
- (۳) نسبت حداکثر گنجایش الکترونی لایه ای با عدد کوانتومی اصلی n به شمار زیرلایه های موجود در آن لایه برابر $2n$ است.
- (۴) اگر در زیرلایه ای با عدد کوانتومی $l = 2$ و $n = 4$ ، ۵ الکترون قرار گیرد، این زیرلایه نیمه پر محسوب می شود.

۲۹- با توجه به آرایش الکترونی فشرده اتم‌های داده شده، کدام موارد از مطالب زیر درست است؟ [خیلی سبز ۲۷ مهر ۱۴۰۳]

اتم	M	X	Z
آرایش الکترونی فشرده	$[\text{Kr}] 5s^2$	$[\text{Ar}] 3d^1 4s^2 4p^4$	$[\text{Ar}] 3d^5 4s^1$

- الف) تفاوت شماره دوره و گروه عنصر M در جدول دوره‌ای برابر ۳ است.
 ب) عنصر X به دسته p و عنصرهای M و Z به دسته s جدول دوره‌ای تعلق دارند.
 پ) در آرایش الکترونی اتم Z مانند اتم A ۲۹، دو زیرلایه نیمه پر وجود دارد.
 ت) گاز نجیب به کاررفته در آرایش الکترونی فشرده اتم D ۱۵، همانند هیچ یک از گازهای نجیب استفاده شده در جدول نیست.

(۱) الف - پ (۲) الف - ت

(۳) ب - پ (۴) ب - ت

۳۰- با توجه به جدول زیر که مربوط به برخی از عناصر اصلی (دسته s یا p) چهار دوره اول جدول تناوبی است، کدام

گزینه نادرست است؟ [خیلی سبز ۲۷ مهر ۱۴۰۳]

آرایش الکترون - نقطه‌ای	E	D	X	B	A
شمار الکترون با $l=0$	۲	۸	۷	۶	۴

- (۱) نسبت شمار کاتیون به شمار آنیون در ترکیب یونی تشکیل شده از عناصر B و X برابر ۲ است.
 (۲) آخرین زیرلایه اشغال شده در آرایش الکترونی عنصر D دارای ۲ الکترون است.
 (۳) فرمول شیمیایی ترکیب دوتایی هیدروژن دار عنصرهای A و B به صورت AH_4 و H_2B است.
 (۴) تفاوت شماره گروه عناصر X و D در جدول دوره‌ای برابر ۱۲ است.

۱- گزینه «۲»

(مسعود یعقوبی)

فراوانی سنگین ترین ایزوتوپ آن را x در نظر می گیریم. پس با توجه به صورت سؤال فراوانی ایزوتوپ با جرم متوسط $1/5x$ است. مجموع فراوانی ایزوتوپ سنگین و متوسط ۳ برابر ایزوتوپ سبک است؛ پس فراوانی ایزوتوپ سبک برابر $\frac{2/5x}{3} = \frac{1/5x + x}{3}$ است. حال می دانیم مجموع فراوانی ایزوتوپها برابر ۱۰۰ است. پس داریم:

$$\frac{2/5x}{3} + x + 1/5x = 100 \Rightarrow 10x = 300 \Rightarrow x = 30\%$$

پس فراوانی ایزوتوپ سنگین ۳۰ درصد و مطابق توضیحات داده شده، فراوانی ایزوتوپ متوسط ۴۵ است، هم چنین فراوانی ایزوتوپ سبک ۲۵ درصد است. حال به سراغ محاسبه جرم اتمی میانگین می رویم:

$$\begin{aligned} \bar{M} &= M_1 + (M_2 - M_1)F_2 + (M_3 - M_1)F_3 \\ \Rightarrow 49/8 &= y + ((y+2) - y) \times \frac{45}{100} + ((y+3) - y) \times \frac{30}{100} \\ \Rightarrow 49/8 &= y + 0/9 + 0/9 \Rightarrow y = 48 \end{aligned}$$

(کیوان زارکله الفبای هستی) (شیعی ۱، صفحه ۱۵)

۲- پاسخ: گزینه ۲

(سخت - محاسباتی - زمانبر ۶ - صفحه ۱۵)

ایزوتوپهای یک عنصر دارای Z یکسان اما A متفاوت هستند. تیتانیم، عنصری با عدد اتمی ۲۲ است، پس عدد جرمی ایزوتوپهای آن به ترتیب برابر ۴۶، ۴۷، ۴۸، ۴۹ و ۵۰ است. مجموع درصد فراوانی دو ایزوتوپ اول (ایزوتوپهای ^{46}Ti و ^{47}Ti) این عنصر برابر با ۱۵٪ است و همانطور که می دانیم، مجموع فراوانی ایزوتوپهای یک عنصر برابر با ۱۰۰ خواهد بود، پس مجموع فراوانی سه ایزوتوپ سنگین تر عنصر مورد نظر برابر با ۸۵ درصد است. در این رابطه، داریم:

درصد ۸۵ = مجموع درصد فراوانی ^{48}Ti و ^{49}Ti و ^{50}Ti $\xrightarrow{\text{درصد فراوانی دو ایزوتوپ اول برابر با ۱۵ درصد است}}$ $100 =$ مجموع درصد فراوانی ایزوتوپها
درصد فراوانی ایزوتوپ ^{48}Ti را برابر با x درصد در نظر می گیریم و بنابراین درصد فراوانی هر یک از ایزوتوپهای ^{49}Ti و ^{50}Ti برابر $\frac{x}{3}$ می شود. با توجه به داده های صورت سؤال، مقدار مؤلفه x را به دست می آوریم.

$$\frac{x}{3} + \frac{x}{3} + x = 85 \rightarrow \frac{5x}{3} = 85 \rightarrow x = 51 \text{ درصد}$$

بنابراین درصد فراوانی ^{48}Ti ، ^{49}Ti و ^{50}Ti به ترتیب برابر ۵۱، ۱۷ و ۱۷ درصد است. مجموع درصد فراوانی دو ایزوتوپ اول این عنصر برابر با ۱۵٪ است. اکنون فراوانی ایزوتوپهای ^{46}Ti و ^{47}Ti را به ترتیب y و $15 - y$ درصد در نظر می گیریم و داده ها را در رابطه مربوط به جرم اتمی میانگین جایگذاری می کنیم. بر این اساس، داریم:

$$\dots + \text{درصد فراوانی هر ایزوتوپ} \times \text{جرم اتمی هر ایزوتوپ} = \text{جرم اتمی میانگین}$$

$$48/28 = \frac{(46 \times y) + ((15 - y) \times 47) + (51 \times 48) + (17 \times 49) + (17 \times 50)}{100}$$

$$4828 = 46y + 705 - 47y + 2448 + 833 + 850 \rightarrow y = 8$$

فراوانی ^{46}Ti طبق رابطه بالا برابر با ۸٪ به دست آمد، پس درصد فراوانی ^{47}Ti برابر ۷٪ خواهد بود.

خانه های جدول دوره ای

در هر خانه از جدول تناوبی نماد عنصر، عدد اتمی (تعداد پروتون ها) و جرم اتمی میانگین (نه عدد جرمی) مشخص شده است. چون عدد جرمی در این خانه ها مشخص نیست؛ لذا نمی توان شمار نوترون های اتم مربوط به آن ها را مشخص کرد. مجموع شمار ذره های داخل هسته برابر با عدد جرمی است. شمار پروتون ها و الکترون ها در اتم خنثی برابر است؛ در نتیجه می توان از روی هر خانه از جدول دوره ای به تعداد الکترون ها و آرایش الکترونی اتم پی برد.

عبارت‌های (ب) و (د) درست هستند.

بررسی موارد:

الف) کالر، با عنصر فلوئور، برم و ید در یک گروه مشابه قرار دارد. عناصر هم‌گروه، خواص شیمیایی مشابهی دارند اما خواص فیزیکی آن‌ها الزاماً یکسان نیست. برای مثال، حالت فیزیکی عناصر در دمای اتاق از جمله خواص فیزیکی آن‌ها است. کالر در دمای اتاق به حالت گاز است در حالی که برم و ید به ترتیب حالت فیزیکی مایع و جامد دارند.

نمودار زیر، انواع خواص فیزیکی و شیمیایی عناصر را نشان می‌دهد:



ب) چون جرم مولی کالر کمتر از جرم مولی آرگون است، جرم هر مقدار مول از اتم‌های کالر، قطعاً کمتر از جرم همان مقدار مول از اتم‌های آرگون خواهد بود.

ج) کالر، متعلق به گروه شماره ۱۷ جدول تناوبی است. عناصر موجود در این گروه، به‌طور کلی به هالوژن‌ها معروف هستند. این عناصر نافلزی واکنش‌پذیری بالایی داشته و در واکنش با عناصر فلزی، یک الکترون به دست آورده و یون‌هایی با نماد X^- تشکیل می‌دهند. توجه داریم که این عناصر، در واکنش‌های شیمیایی الکترون به دست آورده و الکترون از دست نمی‌دهند.

د) یک نمونه از گاز کالر، شامل دو ایزوتوپ طبیعی $^{35}_{17}Cl$ و $^{37}_{17}Cl$ می‌شود که هر کدام از آن‌ها دارای ۱۷ پروتون در هسته خود هستند. در هسته ایزوتوپ $^{35}_{17}Cl$ ، ۱۸ نوترون و در هسته ایزوتوپ $^{37}_{17}Cl$ نیز ۲۰ نوترون وجود دارد. بر این اساس، می‌توان گفت در همه ایزوتوپ‌های طبیعی عنصر کالر، شمار نوترون‌های موجود در هسته بیشتر از شمار پروتون‌ها است.

جرم اولیه هریک از ایزوتوپ‌های داده شده را برابر با m گرم در نظر می‌گیریم و بر این اساس، جرم واپاشیده شده از هر ایزوتوپ را محاسبه می‌کنیم. برای محاسبه جرم واپاشیده شده از هر ایزوتوپ، باید مقدار باقیمانده از آن را از مقدار اولیه کم کنیم. در این رابطه، داریم:

جرم باقیمانده - جرم اولیه = جرم واپاشیده شده



اغلب هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها (N) به پروتون‌های آن‌ها ($P = Z$) برابر یا بیش از $1/5$ باشد، ناپایدار هستند. بر این اساس، داریم:

$$\frac{N}{Z} \geq \frac{1}{5} \xrightarrow{\text{به دو طرف نامساوی ۱ اضافه می‌کنیم}} \frac{N}{Z} + 1 \geq \frac{2}{5} \rightarrow \frac{N+Z}{Z} \geq \frac{2}{5} \rightarrow \frac{A}{Z} \geq \frac{2}{5}$$

با توجه به محاسبات بالا، می‌توان گفت در اغلب ایزوتوپ‌های ناپایدار، نسبت عدد جرمی به عدد اتمی برابر یا بیشتر از $2/5$ است. البته، در برخی از ایزوتوپ‌های ناپایدار، نسبت عدد جرمی به عدد اتمی کوچک‌تر از $2/5$ است. به عنوان مثال، در ساختار اتم تکنسیم ($^{99}_{43}\text{Tc}$)، مقدار نسبت گفته شده به تقریب برابر با $2/3$ است، در حالی که تکنسیم از جمله عناصر رادیواکتیو بوده و نیم‌عمر بسیار کوتاهی دارد. جرم ماده باقیمانده از یک عنصر رادیواکتیو را به کمک رابطه زیر تعیین می‌کنند:

$$\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{\Delta t}{T}} \times \text{مقدار اولیه} = \text{مقدار باقی مانده}$$

در این رابطه، Δt برابر با زمان سپری شده و T برابر با نیم‌عمر عنصر مورد نظر است.

با توجه به رابطه گفته شده، جرم باقیمانده از هر ماده را پس از گذشتن ۳۰ دقیقه از ابتدای کار، محاسبه می‌کنیم. در این رابطه، داریم:

$$A \text{ ایزوتوپ} : \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{\Delta t}{T}} \times \text{مقدار اولیه} = \text{مقدار باقی مانده} \Rightarrow A = m \times \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{30}{T_A}}$$

$$m - m \times \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{30}{T_A}} = \text{جرم باقیمانده} - \text{جرم اولیه} = \text{جرم واپاشیده شده}$$

$$B \text{ ایزوتوپ} : \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{\Delta t}{T}} \times \text{مقدار اولیه} = \text{مقدار باقی مانده} \Rightarrow B = m \times \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{30}{T_B}}$$

$$m - m \times \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{30}{T_B}} = \text{جرم باقیمانده} - \text{جرم اولیه} = \text{جرم واپاشیده شده}$$

با توجه به داده‌های موجود در صورت سؤال، نیم‌عمر ایزوتوپ A ، دو برابر ایزوتوپ B است، پس داریم:

$$1/25 \times A = \text{مقدار واپاشیده شده} B \Rightarrow 1/25 \times \left(m - m \times \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{30}{T_A}}\right) = m - m \times \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{30}{T_B}}$$

$$\xrightarrow{T_A=2 \times T_B} 1/25 \times \left(m - m \times \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{30}{2 \times T_B}}\right) = m - m \times \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{30}{T_B}}$$

$$\xrightarrow{\text{ساده کردن } m} 1/25 \times \left(1 - \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{30}{2 \times T_B}}\right) = 1 - \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{30}{T_B}}$$

$$\Rightarrow 0.25 = \left(1/25 \times \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{30}{2 \times T_B}}\right) - \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{30}{T_B}} \Rightarrow \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{30}{T_B}} = \left(\frac{5}{25} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{30}{2 \times T_B}}\right) - \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{30}{T_B}} \Rightarrow T_B = 7/5 \text{ min}$$

با توجه به محاسبات فوق، نیم‌عمر ایزوتوپ B برابر با $7/5$ دقیقه است؛ پس نیم‌عمر ایزوتوپ A برابر با ۱۵ دقیقه می‌شود. چون نیم‌عمر ایزوتوپ A بیشتر است، پس می‌توان گفت این ایزوتوپ پایدارتر از ایزوتوپ دیگر است.

عبارت‌های (الف)، (ب) و (ه) درست هستند.

بررسی موارد:

الف) تناوب هفتم جدول دوره‌ای، در ساختار خود ۳۲ عنصر جای داده و به عنصری با عدد اتمی ۱۱۸ ختم می‌شود. این عنصر، معادل با یک گاز نجیب بوده و در گروه ۱۸ قرار می‌گیرد. در واقع عدد اتمی عناصر موجود در تناوب هفتم، در بازه بین ۸۷ تا ۱۱۸ قرار می‌گیرد. عدد اتمی گازهای نجیب موجود در انتهای تناوب‌های مختلف به شرح نمودار زیر است:

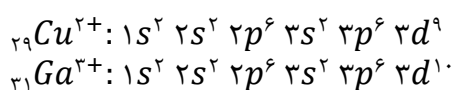
شماره تناوب	عدد اتمی	گاز نجیب
۱	۲	هلیوم
۲	۱۰	نئون
۳	۱۸	آرگون
۴	۳۶	کریپتون
۵	۵۴	زنون
۶	۸۶	رادون
۷	۱۱۸	اوگانسون

پ) هلیوم، دارای یک لایه پر از الکترون با $n = 1$ بوده و چون با گاز آرگون در یک گروه مشابه (گروه ۱۸ جدول دوره‌ای) قرار گرفته است، پس می‌توان گفت این عنصر نیز همانند گاز آرگون، تمایل به انجام واکنش شیمیایی ندارد. توجه داریم که تمایل کم عناصر گروه ۱۸ به انجام واکنش‌های شیمیایی، به‌خاطر پر بودن لایه ظرفیت اتم‌های سازنده این عناصر است.

ج) در ۱۰ مورد از عناصر موجود در تناوب چهارم جدول دوره‌ای، بیرونی‌ترین زیرلایه الکترونی کاملاً پر از الکترون است. این عناصر شامل کلسیم، اسکاندیم، تیتانیوم، وانادیم، منگنز، آهن، کبالت، نیکل، روی و کریپتون می‌شوند. بیرونی‌ترین زیرلایه الکترونی در همه این عناصر به‌جز کریپتون، زیرلایه $4s$ است و بیرونی‌ترین زیرلایه الکترونی در کریپتون نیز زیرلایه $4p$ است.

د) از بین زیرلایه‌هایی که $n + l = 6$ دارند (زیرلایه‌های $4d$ ، $5p$ و $6s$)، زیرلایه‌ای که دارای کوچک‌ترین عدد کوانتومی اصلی است (زیرلایه $4d$) دارای کمترین سطح انرژی خواهد بود.

ه) بیرونی‌ترین زیرلایه الکترونی در برخی از یون‌های حاصل از عناصر دسته p و d جدول تناوبی، می‌تواند زیرلایه d باشد؛ در حالی که بیرونی‌ترین زیرلایه الکترونی در اتم‌های خنثی تمام عناصر، یکی از زیرلایه‌های s یا p است. به‌عنوان مثال، آرایش الکترونی یون‌های ${}^{3+}_{31}Ga$ که از عناصر دسته p حاصل می‌شود و ${}^{2+}_{29}Cu$ که از عناصر دسته d حاصل می‌شود، به زیرلایه $3d$ ختم می‌شود. آرایش الکترونی یون مس و یون گالیم به‌صورت زیر است:



توجه داریم که آرایش الکترونی هیچ اتم خنثایی نمی‌تواند به زیرلایه d ختم شود.

برای حل این سؤال، باید مراحل زیر را طی کنیم:

گام اول

محاسبه مقدار الکترون مبادله شده در هر واکنش شیمیایی

گام دوم

بررسی تعداد الکترون مبادله شده در واکنش تولید منیزیم اکسید

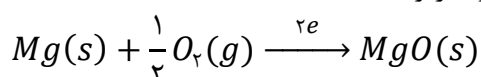
گام سوم

به دست آوردن جرم مولی عنصر مجهول

تولید یون‌ها

یکی از راه‌های رسیدن اتم‌ها به آرایش هشت‌تایی پایدار، مبادله الکترون با محیط اطراف است. اتم‌های نافلزی، از محیط اطراف خود الکترون گرفته و یون‌هایی با بار الکتریکی منفی تولید می‌کنند. به چنین یون‌هایی، به اصطلاح آنیون گفته می‌شود. برای نام‌گذاری هر آنیون، باید قبل از نام آن عنصر، کلمه (یون) قرار داده و به انتهای نام عنصر نیز پسوند (ید) اضافه کنیم. برای مثال، یون حاصل از عنصر فلئوئور، (یون فلئوئورید) نام دارد. اتم‌های فلزی نیز در واکنش‌ها الکترون از دست داده و یون‌هایی با بار الکتریکی مثبت تولید می‌کنند. به چنین یون‌هایی، به اصطلاح کاتیون گفته می‌شود. برای نام‌گذاری کاتیون‌ها، باید قبل از نام عنصر مورد نظر، کلمه (یون) قرار بدهیم. برای مثال، یون حاصل از فلز کلسیم، (یون کلسیم) نام دارد.

یکی از راه‌های رسیدن اتم‌ها به آرایش هشت‌تایی پایدار، مبادله الکترون با محیط اطراف است. در واکنش میان یک عنصر فلزی مثل منیزیم با یک عنصر نافلزی مثل اکسیژن، تعدادی الکترون بین این عناصر مبادله شده و یک ترکیب یونی تولید می‌شود. ابتدا می‌توان تعداد مول الکترون مبادله شده به ازای تشکیل ۶۴ گرم منیزیم اکسید با فرمول شیمیایی MgO را به دست آورد. برای تولید هر مول از این ماده از عناصر سازنده آن، ۲ مول الکترون بین گونه‌ها مبادله می‌شود. معادله واکنش انجام شده به صورت زیر است:



روند مبادله الکترون

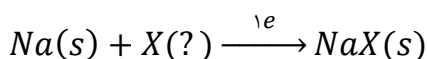
برای به دست آوردن شمار مول‌های الکترون مبادله شده به ازای تشکیل یک مول ترکیب یونی، می‌توان از قاعده زیر بهره برد:

(بار کاتیون × زیروند کاتیون) = (قدرمطلق بار آنیون × زیروند آنیون) = شمار مول‌های الکترون مبادله شده
برای مثال به ازای تشکیل یک مول آلومینیم اکسید با فرمول شیمیایی Al_2O_3 ، تعداد ۶ مول الکترون بین عناصر سازنده مبادله می‌شود، چون بار کاتیون (Al^{3+}) برابر ۳+ بوده و زیروند آن در فرمول شیمیایی برابر ۲ است. همچنین بار آنیون (O^{2-}) برابر ۲- بوده و زیروند آن در فرمول شیمیایی برابر ۳ است.

بر این اساس، می‌توان نوشت:

$$? \text{ mol } e = 64 \text{ g } MgO \times \frac{1 \text{ mol } MgO}{40 \text{ g } MgO} \times \frac{2 \text{ mol } e}{1 \text{ mol } MgO} = 3/2 \text{ mol}$$

طبق فرض سؤال، شمار الکترون‌های مبادله شده برای تشکیل نمونه منیزیم اکسید، دو برابر شمار الکترون‌های مبادله شده برای تشکیل نمونه NaX است؛ در نتیجه مقدار الکترون مبادله شده بین عناصر سازنده نمونه NaX برابر با $1/6$ مول است. معادله واکنش تولید این ماده از عناصر سازنده آن به صورت زیر است:



توجه داریم که در این واکنش، یک اتم سدیم به کاتیون سدیم تبدیل شده است، پس می‌توان گفت در این واکنش شیمیایی یک الکترون میان گونه‌ها مبادله شده است. اگر جرم مولی X را برابر با m گرم در نظر بگیریم، جرم مولی ترکیب NaX برابر با $23 + m$ گرم می‌شود. بر این اساس، می‌توان نوشت:

$$1/6 \text{ mol } e = 164/8 \text{ g } NaX \times \frac{1 \text{ mol } NaX}{(23 + m) \text{ g } NaX} \times \frac{1 \text{ mol } e}{1 \text{ mol } NaX} \Rightarrow m = 80 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

جرم مولی عنصر X برابر با ۸۰ گرم بر مول است.

عبارت‌های (ب) و (د) درست هستند.

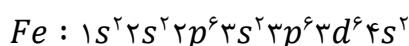
بررسی موارد:



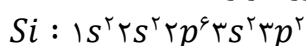
حداکثر گنجایش الکترونی انواع لایه‌های الکترونی، با استفاده از رابطه $2n^2$ به دست می‌آید. بر این اساس، لایه الکترونی $n = 4$ ، حداکثر گنجایش ۳۲ الکترون و لایه الکترونی $n = 2$ نیز حداکثر گنجایش ۸ الکترون را دارد.



فراوان‌ترین عنصر موجود در ساختار زمین، آهن بوده و هر اتم آهن، دارای ۸ الکترون ظرفیتی در ساختار خود است. آرایش الکترونی این عنصر فلزی به صورت زیر است:



سیلیسیم نیز عنصری از گروه ۱۴ بوده و دارای ۴ الکترون ظرفیتی است. آرایش الکترونی سیلیسیم به صورت زیر است:



طبق متن با هم بیندیشیم صفحه ۳۷ کتاب درسی شیمی دهم، اگر تعداد الکترون‌های ظرفیت اتمی کمتر یا برابر ۳ باشد، آن اتم تمایل دارد که الکترون‌های ظرفیتی خود را از دست داده و در شرایط مناسب، به کاتیون (یونی با بار مثبت) تبدیل شود. با توجه به برخی از عناصر مثل بریلیم و بور که دارای ۳ و یا کمتر الکترون ظرفیتی هستند اما کاتیون پایدار تشکیل نمی‌دهند، می‌توانیم ایراد علمی به این جمله وارد کنیم، پس این جمله به صورت کلی بیان شده و الزاماً در رابطه با همه عناصر درست نیست!



اگرچه مدل بور با موفقیت طیف نشری-خطی هیدروژن را توجیه می‌کند، اما توانایی توجیه طیف نشری-خطی دیگر عناصر را ندارد. دانشمندان به دنبال توجیه و علت ایجاد طیف نشری-خطی دیگر عناصر و چگونگی نشر نور از اتم‌ها، ساختاری لایه‌ای برای اتم ارائه کردند. تصویر مقابل، ساختار لایه‌ای اتم را نشان می‌دهد:

در این مدل، اتم را به صورت کره‌ای در نظر می‌گیرند که هسته در فضای بسیار کوچک و در مرکز آن، جای داشته و الکترون‌ها در فضایی بسیار بزرگ‌تر و در لایه‌هایی پیرامون هسته توزیع می‌شوند. مطابق تصویر نشان داده شده، در ساختار لایه‌ای اتم هر بخش پررنگ، مهم‌ترین بخش از یک لایه الکترونی را نشان می‌دهد. بخشی که الکترون‌های آن لایه، بیشتر وقت خود را در آن فاصله از هسته سپری می‌کنند؛ به این معنا که الکترون در هر لایه‌ای که باشد، در همه نقاط پیرامون هسته حضور می‌یابد؛ اما در محدوده یاد شده احتمال حضور بیشتری دارد.

با توجه به داده‌های ارائه شده در صورت سؤال، اگر در یک مولکول SF_x تعداد اتم‌های فلوئور برابر با x عدد و تعداد اتم‌های گوگرد برابر با یک عدد باشد، در یک مول از ترکیب SF_x تفاوت تعداد مول اتم‌های گوگرد و فلوئور برابر با $x - 1$ مول است. هر مول از یک گونه، معادل با تعداد 6.02×10^{23} ذره از آن گونه است. از این رو تفاوت تعداد اتم‌های گوگرد و فلوئور در یک مول SF_x برابر با $(x - 1) \times 6.02 \times 10^{23}$ خواهد بود و همچنین جرم مولی یک مول از این ماده نیز معادل با $19x + 32$ گرم بر مول می‌شود. در این رابطه، داریم:

$$SF_x \text{ جرم مولی} = (32 + 19x) = (\text{جرم مولی گوگرد}) + (x \times \text{جرم مولی فلوئور})$$

با توجه به توضیحات داده شده، به محاسبه تعداد اتم‌های فلوئور در یک واحد مولکولی SF_x می‌پردازیم:

$$54 \text{ g } SF_x = 9.03 \times 10^{23} \times \text{تفاوت شمار اتم‌ها} \times \frac{1 \text{ mol } SF_x}{(x - 1) \times 6.02 \times 10^{23} \times \text{تفاوت شمار اتم‌ها}} \times \frac{(32 + 19x) \text{ g } SF_x}{1 \text{ mol } SF_x} \Rightarrow$$

$$\frac{3}{2(x - 1)} \times (32 + 19x) = 54 \Rightarrow 10.8x - 10.8 = 96 + 57x \Rightarrow 51x = 204 \Rightarrow x = 4$$

بنابراین، فرمول شیمیایی ترکیب موردنظر به صورت SF_4 بوده است. با توجه به مقدار x فرمول شیمیایی اکسید نیتروژن مطرح شده در صورت سؤال به صورت N_2O_4 می‌شود. بر این اساس، داریم:

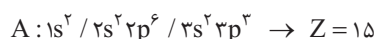
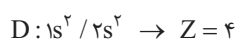
$$? g N_2O_4 = \frac{1}{20.4} \times 10^{23} \text{ ذره } N_2O_4 \times \frac{1 \text{ mol } N_2O_4}{6.02 \times 10^{23} \text{ ذره } N_2O_4} \times \frac{92 \text{ g } N_2O_4}{1 \text{ mol } N_2O_4} = 18/4 \text{ g}$$

مفهوم مول

در زندگی روزمره، برای شمارش از یکاهای گوناگونی استفاده می‌شود. برای نمونه، از یکای (شانه) برای شمارش راحت‌تر تعداد تخم مرغ و از یکای (دست) برای شمارش راحت‌تر تعداد قاشق و چنگال استفاده می‌شود. با توجه به اندازه بسیار کوچک اتم‌ها، یون‌ها و مولکول‌ها، شیمی‌دان‌ها مفهوم مول را معرفی کرده‌اند. هر مول از یک گونه (یک اتم، یک مولکول، یک یون و ...)، معادل با تعداد 6.02×10^{23} ذره از آن گونه است. برای مثال، یک مول اتم هیدروژن، شامل نمونه‌ای از این ماده می‌شود که در ساختار آن مجموعاً 6.02×10^{23} اتم وجود دارد. به جرم یک مول از هر ماده در مقیاس گرم، جرم مولی گفته می‌شود. برای مثال، جرم یک نمونه از فلز منیزیم که شامل یک مول از اتم‌های منیزیم (معادل با 6.02×10^{23} اتم منیزیم) می‌شود، برابر با ۲۴ گرم است؛ پس می‌توان گفت جرم مولی منیزیم برابر با ۲۴ گرم بر مول ($g \cdot mol^{-1}$) است.

پاسخ: گزینه ۲

۹- پاسخ خیلی تشریحی ✓ با در نظر گرفتن آرایش الکترونی گازهای نجیب، آرایش الکترونی گسترده این سه عنصر به صورت زیر است:



بررسی گزینه‌ها:

گزینه (۱): اتم D دارای ۲ زیرلایه ۱s و ۲s در آرایش الکترونی خود است که مقدار $n+1$ از آن‌ها به ترتیب برابر با ۱ و ۲ می‌باشد. این اتم فاقد زیرلایه‌هایی با $n+1$ یکسان است.

گزینه (۲): زیرلایه‌هایی با $n+1 \geq 4$ در آرایش الکترونی X عبارت‌اند از: ۴p، ۴s، ۳d، ۳p و ۴p. مجموع شمار الکترون‌های متعلق به این زیرلایه‌ها برابر است با:

$$6 + 10 + 2 + 6 = 24 \text{ الکترون}$$

گزینه (۳): زیرلایه با $l=1$ و $n=2$ همان ۲p است که دارای ۶ الکترون در اتم A است.

آخرین زیرلایه در حال پرشدن در اتم A، ۳p است، پس این عنصر متعلق به دسته p از جدول بوده و تعداد الکترون‌های ظرفیت آن برابر است با مجموع توان ۳s و ۳p: $2 + 3 = 5$

پس تعداد الکترون‌هایی با $l=1$ و $n=2$ در اتم A، بیشتر از تعداد الکترون‌های ظرفیتی آن است.

گزینه (۴): با در نظر گرفتن مجموع شمار الکترون‌ها در آرایش الکترونی عنصرهای X و D، عدد اتمی آن‌ها به ترتیب برابر با ۳۶ و ۴ است:

شمار ذرات زیراتمی باردار (مجموع شمار پروتون‌ها و الکترون‌ها) در اتم ${}^{32}_{16}M$ نیز دو برابر عدد اتمی (تعداد پروتون‌ها) در آن بوده و برابر ۳۲ است.

پاسخ: گزینه ۴

۱۰- پاسخ خیلی تشریحی ✓ جدول زیر عناصر دوره سوم جدول دوره‌ای را نشان می‌دهد:

عنصر	۱۱ Na	۱۲ Mg	۱۳ Al	۱۴ Si	۱۵ P	۱۶ S	۱۷ Cl	۱۸ Ar
شماره گروه	۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
آخرین زیرلایه در اتم	۳s ^۱	۳s ^۲	۳p ^۱	۳p ^۲	۳p ^۳	۳p ^۴	۳p ^۵	۳p ^۶
شمار الکترون‌های ظرفیتی اتم	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸

در دو جفت عنصر Na و Al یا Mg و Si، شمار الکترون‌ها در آخرین زیرلایه اتم آن‌ها برابر است.

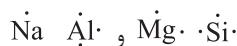
مجموع n+1 برای الکترون‌های ظرفیتی اتم عنصر ^{۱۴}Si، برابر عدد اتمی آن (Z=۱۴) است:

$${}_{14}\text{Si} : \text{1s}^2 \text{2s}^2 \text{2p}^6 \text{3s}^2 \text{3p}^2 \Rightarrow \begin{cases} \text{3s}^2 \Rightarrow n+1=3 \xrightarrow{\times 2} 6 \\ \text{3p}^2 \Rightarrow n+1=4 \xrightarrow{\times 2} 8 \end{cases} \xrightarrow{\text{مجموع}} 14$$

لایه ظرفیت

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم این عناصر به صورت زیر است:



شمار الکترون‌های جفت‌نشده در اتم هیچ کدام از این جفت عناصر برابر نیست.

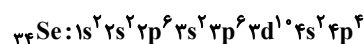
گزینه ۲: شمار الکترون‌های ظرفیتی Na و Al به ترتیب برابر ۱ و ۳ و شمار الکترون‌های ظرفیتی Mg و Si به ترتیب برابر ۲ و ۴ است.

گزینه ۳: مجموع عدد اتمی ۴ عنصر ابتدایی دوره دوم برابر ۱۸ (۳+۴+۵+۶=۱۸) می‌باشد، در حالی که عدد اتمی هیچ یک از عنصرهای مورد نظر، برابر ۱۸ نیست.

۱۱ - گزینه ۳

(سیر علی الشرفی دوست سلامتی)

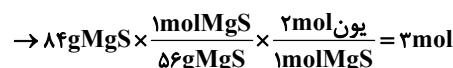
الف) درست است. عنصر مورد نظر دارای ۶ الکترون ظرفیتی و در دوره ۴ از دسته p قرار دارد:



بیرونی‌ترین لایه اتم این عنصر، لایه چهارم است. زیرلایه‌های اشغال شده در این لایه ۴s و ۴p هستند؛ بنابراین مجموع (n+1) الکترون‌های این دو زیرلایه برابر ۲۸ است.

$$2(4+0) + 4(4+1) = 28$$

ب) نادرست است.

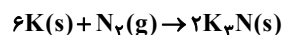


سدیم نیتريد

۱۲ - گزینه «۲»

(مسعود چغری)

معادله واکنش تشکیل پتاسیم نیتريد به صورت مقابل است:



مقدار الكترون های مبادله شده بين نيتروژن و پتاسيم را محاسبه می كنيم:

$$? \text{ mole}^- = 6 / 55gK_3N \times \frac{1 \text{ mol } K_3N}{131gK_3N} \times \frac{6 \text{ mole}^-}{2 \text{ mol } K_3N} = 0 / 15 \text{ mol}$$

بنابراین مقدار اتم های موجود در XF_4 نیز برابر $0 / 15$ مول است.از روی جرم ترکیب XF_4 و مقدار مول اتم های آن، جرم مولی X را به دست می آوریم:

$$? \text{ mol atom} = 3 / 24gXF_4 \times \frac{1 \text{ mol } XF_4}{(m_x + 76)gXF_4} \times \frac{4 \text{ mol atom}}{1 \text{ mol } XF_4}$$

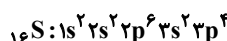
$$= 0 / 15 \text{ mol} \Rightarrow m_x = 32g, \text{mol}^{-1}$$

از این رو اتم X همان گوگرد ($16S$) است.

بررسی همه گزینه ها:

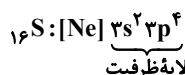
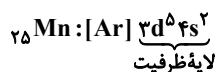
گزینه «۱»: $34Se$ و $16S$ در گروه ۱۶ جای دارند، اما فراوان ترین نافلز زمین، اکسیژن است.

گزینه «۲»: آرایش الكترونی اتم عنصر گوگرد به صورت مقابل است:

مجموع مقدار $n+l$ را برای زیرلایه $3p$ محاسبه می كنيم:

$$4 \times (3+1) = 16$$

گزینه «۳»: آرایش الكترونی فشرده اتم عنصر گوگرد به صورت مقابل است:

پنجمین عنصر دسته d، منگنز ($25Mn$) بوده و آرایش الكترونی فشرده آن به صورت مقابل است:شمار الكترون های لایه ظرفیت دو عنصر $16S$ و $25Mn$ برابر نیست.گزینه «۴»: عنصر گوگرد در دوره سوم قرار داشته و می تواند یون پایدار S^{2-} ایجاد کند،بنابراین در واکنش با Ca که توانایی تشکیل یون Ca^{2+} دارد، ترکیب یونی کلسیم سولفید (CaS) را ایجاد می کند و همچنین توانایی تشکیل ترکیب H_2SO_4 را دارد و نه H_3SO_4 . (کیهان زارگانه الفبای هستی) (شیمی ۱، صفحه های ۳۱ تا ۳۳، ۳۸ و ۳۹)

۱۳ - گزینه «۲»

(مسعود چغری)

ابتدا جرم مولی (جرم اتمی میانگین) منیزیم کلرید را محاسبه می كنيم:

$$1 / 59gMgCl_2 \times \frac{1 \text{ mol } MgCl_2}{(m)MgCl_2} \times \frac{2 \text{ mol ion}}{1 \text{ mol } MgCl_2}$$

$$\times \frac{6 / 02 \times 10^{23} \text{ ion}}{1 \text{ mol ion}} = 3 / 01 \times 10^{22} \text{ ion} \rightarrow m = 95 / 4$$

جرم اتمی میانگین Cl را حساب می كنيم:به این منظور ابتدا فراوانی هریک از ایزوتوپ های Cl را به دست می آوریم:

$$3F + F = 100 \rightarrow F \times 25\% \left\{ \begin{array}{l} 35Cl \text{ فراوانی} = 75\% \\ 37Cl \text{ فراوانی} = 25\% \end{array} \right.$$

$$Cl \text{ جرم اتمی میانگین} = \frac{(35 \times 75) + (37 \times 25)}{100} = 35 / 5 \text{ amu}$$

حال از روی جرم میانگین $MgCl_2$ و Cl ، جرم اتمی میانگین Mg را محاسبه می كنيم:

$$Mg \text{ جرم اتمی میانگین} = MgCl_2 - 2 \times Cl \text{ جرم اتمی میانگین}$$

$$\Rightarrow M_{Mg} = 95 / 4 - (2 \times 35 / 5) = 24 / 4 \text{ amu}$$

فراوانی هریک از ایزوتوپ های Mg را حساب می كنيم:

$$\bar{M} = 24 / 4 = \frac{24F' + 25F'' + (26 \times 15)}{100} \Rightarrow 24F' + 25F'' = 2050$$

از طرفی دیگر داریم که $F' + F'' = 100\%$ ، بنابراین:

$$\begin{cases} 24F' + 25F'' = 2050 \\ F' + F'' = 100 \end{cases} \Rightarrow F' = 75\%, F'' = 25\%$$

تفاوت شمار الكترون ها و نوترون ها در یون های $37Cl^-$ و $24Mg^{2+}$ برابر ۲ است، مقدار هریک از آنها را در ترکیب محاسبه می كنيم:

$$\frac{1}{60} \text{ نمونه } 1 / 59 \text{ گرمی از } MgCl_2 \text{ معادل با } \frac{1}{60} = \frac{1 / 59}{95 / 4} \text{ مول است که در آن } \frac{1}{60}$$

مول یون Mg^{2+} و $\frac{1}{30}$ مول یون Cl^- وجود دارد. از روی فراوانی ایزوتوپ ها مقدارهریک از یون های Mg^{2+} و $37Cl^-$ را به دست می آوریم:

$$24Mg^{2+} : \frac{1}{60} \times \frac{75}{100} = \frac{1}{80} \text{ mol}$$

$$37Cl^- = \frac{1}{30} \times \frac{25}{100} = \frac{1}{120} \text{ mol}$$

در نهایت محاسبه می كنيم که این یون ها چند درصد از کل یون ها را تشکیل می دهند:

$$\frac{\frac{1}{80} + \frac{1}{120}}{\frac{1}{80} + \frac{1}{120} + \frac{3 / 01 \times 10^{22}}{6 / 02 \times 10^{23}}} \times 100 = 41 / 6\%$$

(کیهان زارگانه الفبای هستی) (شیمی ۱، صفحه های ۶ تا ۱۷)

۱۴- گزینه «۴»

(امیر غامیان)

مول CH_3OH را x و مول C_3H_4 را y در نظر می‌گیریم:

$$\begin{cases} \text{جرم مولی} = 32 \text{ g.mol}^{-1} \\ \text{CH}_3\text{OH} \\ \text{جرم مولی} = 40 \text{ g.mol}^{-1} \\ \text{C}_3\text{H}_4 \end{cases}$$

پس جرم کل مخلوط به صورت مقابل خواهد بود: $32x + 40y = 8$
 کل مول هیدروژن را به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} 1\text{CH}_3\text{OH} \sim 4\text{H} \\ 1\text{C}_3\text{H}_4 \sim 4\text{H} \end{cases} \Rightarrow 4x + 4y = \frac{5/76 \times 10^{23}}{6 \times 10^{23}} = 0/96$$

$$\begin{cases} 32x + 40y = 8 \\ 4x + 4y = 0/96 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 4x + 5y = 1 \\ x + y = 0/24 \end{cases} \xrightarrow{\times(-4)} \begin{cases} 4x + 5y = 1 \\ -4x - 4y = -0/96 \end{cases}$$

$$y = 0/04, x = 0/2$$

$$y = 0/04, x = 0/2$$

$$\Rightarrow \frac{x}{y} = \frac{0/2}{0/04} = 5$$

$$\begin{aligned} \text{C}_3\text{H}_4 \text{ در } 1 \text{ mol C} &= 0/04 \text{ mol C}_3\text{H}_4 \times \frac{3 \text{ mol C}}{1 \text{ mol C}_3\text{H}_4} \times \frac{6 \times 10^{23} \text{ اتم C}}{1 \text{ mol C}} \\ &= 7/2 \times 10^{22} \text{ اتم C}_3\text{H}_4 \text{ در } 1 \text{ mol C} \end{aligned}$$

(کیهان زارگله الفبای هستی) (شیمی، ۱، صفحه‌های ۱۶، ۱۷، ۱۸ و ۱۹)

۱۵- گزینه «۳»

(امیر عسین نوروزی)

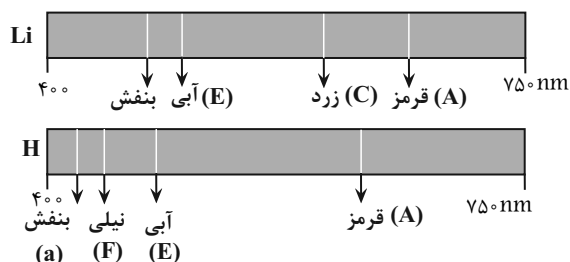
شکل داده شده تجزیه نور خورشید هنگام عبور از منشور را نشان می‌دهد. هر چه انرژی یک پرتو الکترومغناطیس بیشتر باشد، زاویه انحراف پرتوی خروجی از منشور نسبت به پرتوی ورودی به منشور بیشتر خواهد بود (زاویه انحراف پرتو خروجی نسبت به پرتوی ورودی با انرژی پرتو رابطه مستقیم دارد و با طول موج رابطه عکس!).

بنابراین: $A \Leftarrow B \Leftarrow C \Leftarrow D \Leftarrow E$ سبز $\Leftarrow$ زرد $\Leftarrow$ آبی
 $F \Leftarrow G$ بنفش

بررسی همه موارد:

(الف) نادرست: با عبور نور نشر شده از لیتیم یا یک ترکیب لیتیم‌دار (مانند لیتیم سولفات) در شعله از یک منشور، به طیف نشری خطی لیتیم خواهیم رسید. در طیف نشری خطی لیتیم ۴ خط رنگی با رنگ‌های قرمز، زرد، آبی و نیلی مشاهده می‌شود. رنگ‌های ذکر شده در این عبارت، اشاره به طیف نشری خطی اتم هیدروژن دارند، نه لیتیم!

(ب) درست. طول موج با انرژی رابطه عکس دارد و طبیعتاً هرچه دمای شعله‌ای بالاتر باشد، انرژی بیشتری هم دارد:



انرژی: $A < C < E \Rightarrow A < C < E$ طول موج: $A > C > E$

(ج) درست - همان‌طور که در شکل حاشیه صفحه ۲۱ کتاب درسی مشاهده

می‌شود، اگر با دوربین حساس به پرتوهای فرابنفش (طول موج کوتاه‌تری از رنگ بنفش (A)) از خورشید تصویربرداری شود، خورشید به شکل مخلوطی از

رنگ‌های زرد (C)، نیلی (F) و بنفش (G) دیده می‌شود.

(د) نادرست: طول موج رنگ نارنجی (B) از رنگ سبز (D) بیشتر است و طبیعتاً انرژی کمتر و توانایی حمل انرژی کمتری را دارد.

(کیهان زارگله الفبای هستی) (شیمی، ۱، صفحه‌های ۲۰ تا ۲۳)

پاسخ: گزینه ۲

۱۶-

عبارت‌های «الف» و «ت» درست هستند.

بررسی موارد:

الف: فراوان‌ترین عناصر موجود در سیاره مشتری، هیدروژن و هلیوم هستند که در روند تشکیل عناصر، از ذرات زیراتمی به وجود آمدند. برخی 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 پا 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 شدند.

تولید عناصر هیدروژن و هلیوم → ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، نوترون و پروتون تولید شدند → در سرآغاز کیهان، طی انفجاری بزرگ (مهبانگ)، انرژی عظیمی آزاد شد

ب: هیدروژن دارای ۵ رادیوایزوتوپ است که از میان آن‌ها، یک مورد طبیعی و بقیه ساختگی هستند. فراوان‌ترین رادیوایزوتوپ هیدروژن، رادیوایزوتوپ طبیعی آن یعنی ${}^1_1\text{H}$ است. این رادیوایزوتوپ در ساختار هسته هر اتم خود دارای یک پروتون و دو نوترون است. با توجه به این‌که جرم نوترون‌ها و پروتون‌ها به تقریب برابر با 1amu در نظر گرفته می‌شود؛ در نتیجه جرم رادیوایزوتوپ ${}^1_1\text{H}$ تقریباً برابر با 2amu است. جدول زیر، اطلاعات مربوط به ایزوتوپ‌های مختلف هیدروژن را نشان می‌دهد:

نماد ایزوتوپ ویژگی ایزوتوپ	${}^1_1\text{H}$	${}^2_1\text{H}$	${}^3_1\text{H}$	${}^4_1\text{H}$	${}^5_1\text{H}$	${}^6_1\text{H}$	${}^7_1\text{H}$
نیم عمر	پایدار	پایدار	سال ۱۲/۳۲	$1/4 \times 10^{-22}$ ثانیه	$9/1 \times 10^{-22}$ ثانیه	$2/9 \times 10^{-22}$ ثانیه	$2/3 \times 10^{-23}$ ثانیه
درصد فراوانی در طبیعت	۹۹/۹۸۸۵	۰/۰۱۱۴	ناچیز	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)

مقایسه طول نیم‌عمر و در نتیجه پایداری ایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن به صورت ${}^7_1\text{H} > {}^6_1\text{H} > {}^5_1\text{H} > {}^4_1\text{H} > {}^3_1\text{H} > {}^2_1\text{H} > {}^1_1\text{H}$ است.

پ: خورشید، نزدیک‌ترین ستاره به زمین است که دمای بسیار بالایی دارد. انرژی گرمایی و نور خیره‌کننده خورشید، به دلیل تبدیل عنصر هیدروژن به هلیوم در واکنش‌های هسته‌ای است. در واکنش‌های هسته‌ای، انرژی هنگفتی طی تبدیل عناصر به یکدیگر آزاد می‌شود. انرژی آزاد شده در واکنش هسته‌ای آن قدر زیاد است که می‌تواند صدها میلیون تن فولاد را ذوب کند. توجه داریم که در واکنش‌های شیمیایی که در پدیده‌های طبیعی پیرامون ما و در زندگی روزانه رخ می‌دهند، مقدار انرژی مبادله شده بسیار کمتر است.

ت: تکنسیم، نخستین عنصری است که در واکنشگاه هسته‌ای به وجود آمده و اورانیم نیز معادل با شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزا است. عدد اتمی این عنصر برابر با ۴۳ بوده و همان‌طور که می‌دانیم، این مقدار کمتر از عدد اتمی اورانیم (۹۲) است.

(متوسط - مفهومی - ۱۰۰۱)

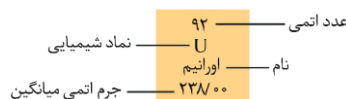
پاسخ: گزینه ۲

۱۷-

عبارت‌های «الف» و «پ» درست هستند.

بررسی موارد:

الف: اورانیم، عنصر شماره ۹۲ جدول تناوبی بوده و به‌صورت زیر، مشخص می‌شود:



این عنصر شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزا بوده و یکی از ایزوتوپ‌های آن که با نماد ${}^{235}_{92}\text{U}$ نشان داده می‌شود، اغلب به‌عنوان سوخت در رآکتورهای اتمی به کار می‌رود. فراوانی این ایزوتوپ در مخلوط طبیعی اورانیم کمتر از ۰/۷ درصد (کمتر از ۷ اتم در هر ۱۰۰۰ اتم اورانیم) است. دانشمندان هسته‌ای ایران با تلاش بسیار موفق شدند مقدار این ایزوتوپ را در مخلوط ایزوتوپ‌های این عنصر افزایش دهند. به این فرایند، غنی‌سازی ایزوتوپی گفته می‌شود. این فرایند، یکی از مراحل مهم چرخه تولید سوخت هسته‌ای است.

ب: از ۱۱۸ عنصر شناخته شده که در جدول دوره‌ای امروزی در کنار هم قرار گرفته‌اند، تنها ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می‌شود. به عبارت دیگر، ۲۶ عنصر موجود در جدول دوره‌ای ساختگی هستند. این ۱۱۸ عنصر، در قالب ۱۸ گروه و ۷ تناوب در کنار هم در ساختار جدول دوره‌ای قرار گرفته‌اند. در این رابطه، داریم:

$$\text{درصد عناصر ساختگی} = \frac{\text{شمار عناصر ساختگی}}{\text{شمار کل عناصر}} \times 100 = \frac{26}{118} \times 100 \approx 22\%$$

بر این اساس، می‌توان گفت ۷۸ درصد از عناصر به‌صورت طبیعی وجود داشته و ۲۲ درصد از آن‌ها به‌صورت مصنوعی تولید شده‌اند. شیمی‌دان‌ها همواره با یافتن کاربردهای منحصر به فرد هر عنصر، انگیزه کافی برای ساختن عنصرهای جدید را داشته‌اند.

پ: مواد پرتوزا، مواد ناپایداری هستند که به مرور زمان دچار واپاشی می‌شوند. پسماند رآکتورهای اتمی، همانند مواد مصرف شده در آن‌ها، خاصیت پرتوایی داشته و خطرناک هستند. به همین خاطر، دفع این مواد از جمله چالش‌های صنایع هسته‌ای به شمار می‌آید.

ت: خواص شیمیایی هر عنصر از جدول دوره‌ای، به عدد اتمی آن عنصر وابسته است. عدد اتمی مؤلفه‌ای است که شمار پروتون‌های موجود در هسته‌ی هر اتم را نشان داده و با نماد Z مشخص می‌شود. توجه داریم که عدد اتمی، بنیادی‌ترین ویژگی هر اتم است.

-۱۸



پاسخ: گزینه ۳

(سخت - مسئله - ۱۰۰۱)

بررسی‌ها نشان می‌دهد که اغلب در یک نمونه طبیعی از عنصری معین، اتم‌های سازنده جرم یکسانی ندارند، زیرا یک نمونه از عناصر مختلف، اغلب مخلوطی از چند ایزوتوپ هستند. ایزوتوپ‌های یک عنصر دارای عدد اتمی یکسان اما عدد جرمی متفاوت هستند. از آنجا که خواص شیمیایی اتم‌های هر عنصر به عدد اتمی آن وابسته است، همه ایزوتوپ‌های یک عنصر خواص شیمیایی یکسانی دارند و در جدول دوره‌ای تنها یک مکان را اشغال می‌کنند. این درحالی است که همین ایزوتوپ‌ها، در خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند چگالی با یکدیگر تفاوت دارند. جمع فراوانی ایزوتوپ‌های سازنده یک عنصر برابر ۱۰۰٪ است، پس فراوانی ایزوتوپ آخر برابر با $(100 - (70 + 20) = 10)$ درصد است. برای به دست آوردن جرم اتمی میانگین هر عنصر از فرمول زیر استفاده می‌کنیم:

$$\text{جرم اتمی ایزوتوپ اول} \times \text{فراوانی ایزوتوپ اول} + \text{جرم اتمی ایزوتوپ دوم} \times \text{فراوانی ایزوتوپ دوم} + \dots = \text{جرم اتمی میانگین}$$

حال اطلاعات داده شده در صورت سؤال را جایگذاری می‌کنیم:

$$49/1 = \frac{70 \times 50 + 20 \times 48 + 10 \times X}{100} \Rightarrow X = 45 \text{ amu}$$

با توجه به محاسبات انجام شده، عدد جرمی ایزوتوپ سوم عنصر مورد نظر برابر با ۴۵ است. بر این اساس، داریم:

$${}_{22}^{45}\text{X} : p = 22, \quad n + p = 45 \Rightarrow n = 23, \quad n - p = 1$$

-۱۹



پاسخ: گزینه ۳

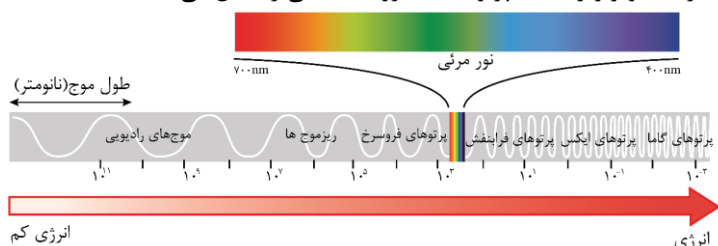
(متوسط - مفهومی - ۱۰۰۱)

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

بررسی موارد:

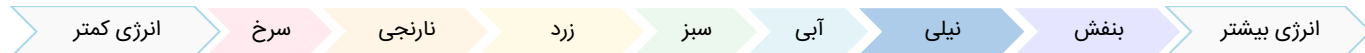
الف: نور خورشید، اگرچه سفید به نظر می‌رسد اما با عبور از یک منشور و یا قطره‌های آب موجود در هوا، تجزیه شده و گستره‌ای پیوسته از رنگ‌ها را ایجاد می‌کند. این گستره رنگی، شامل بی‌نهایت طول موج از رنگ‌های گوناگون می‌شود. بررسی‌ها نشان می‌دهد که نور خورشید، شامل گستره بسیار بزرگ‌تری از این پرتوها است. پرتوهایی که از نوع پرتوهای الکترومغناطیسی بوده و با خود انرژی حمل می‌کنند؛ به‌طوری که هر چه طول موج این پرتوها کوتاه‌تر باشد، انرژی بیشتری با خود حمل می‌کنند.

ب: نور، تابشی از پرتوهای الکترومغناطیسی به شمار می‌رود. نور، همانند کلیدی است که با استفاده از آن می‌توان رازهای آفرینش را رمزگشایی کرد. بر این اساس، می‌توان گفت که نور، کلید قفل صندوقچه رازهای جهان است. برای مثال، با استفاده از نور می‌توان به اجزای سازنده خورشید و سایر ستاره‌ها پی برد و یا می‌توان دمای خورشید را اندازه‌گیری کرد. تصویر زیر، طیف پرتوهای الکترومغناطیسی را نشان می‌دهد:



با توجه به طیف نشان داده شده، ریزموج‌ها در مقایسه با امواج رادیویی طول موج کوتاه‌تر و انرژی بیشتری دارند.

پ: از روی تغییر رنگ شعله می‌توان به وجود عناصر فلزی در یک ماده پی برد. رنگ شعله فلز مس و محلول‌های حاوی یون Cu^{2+} سبز بوده و رنگ شعله سدیم و محلول‌های حاصل از آن زرد است. شکل زیر ترتیب پرتوهای رنگی را در ناحیه مرئی امواج الکترومغناطیس بر حسب انرژی نمایش می‌دهد:



همان‌طور که مشخص است، انرژی پرتو سبز از زرد بیشتر است. هرچه انرژی یک پرتو بیشتر باشد، میزان انحراف آن از مسیر اولیه در منشور بیشتر بوده و طول موج آن کمتر است.

نور، کلید شناخت جهان

به دلیل اینکه خورشید و دیگر اجرام آسمانی از ما بسیار دور هستند، ویژگی‌های آنها را نمی‌توان به‌طور مستقیم اندازه‌گیری کرد. همچنین دمای اجسام بسیار داغ را نمی‌توان با ابزاری مانند دماسنج تعیین کرد؛ زیرا دماسنج در این دماها ذوب می‌شود. در چنین شرایطی، با استفاده از نور می‌توان دمای خورشید، اجزای سازنده آن و دمای شعله‌های بسیار داغ را تعیین کرد و اطلاعات ارزشمندی از آنها به‌دست آورد. در واقع، نوری که از ستاره یا سیاره‌ای به ما می‌رسد، نشان می‌دهد که آن ستاره یا سیاره از چه ساخته شده و دمای آن چقدر است. دانشمندان با دستگاهی به نام طیف‌سنج، می‌توانند از پرتوهای گسیل شده از مواد گوناگون، اطلاعات ارزشمندی درباره آنها به‌دست آورند.

ت: چون عدد اتمی عنصر Pr ۵۹ بین عدد اتمی گازهای نجیب زنون (گاز نجیب موجود در انتهای تناوب پنجم) و رادون (گاز نجیب موجود در انتهای تناوب ششم) قرار می‌گیرد، می‌توان گفت این عنصر متعلق به تناوب ششم است. گوگرد نیز در گروه ۱۶ جدول تناوبی قرار دارد. پولونیم با نماد Po ۸۴، عنصری است که در تناوب ششم و گروه ۱۶ قرار دارد. این عنصر در هسته‌ی هر اتم خود، دارای ۸۴ پروتون است.

(متوسط - مفهومی - ۱۰۰۱)

پاسخ: گزینه ۳

۲۰-

چهارمین عنصر دسته d در دوره چهارم، معادل با فلز کروم (Cr) ۲۴ است. کروم اولین عنصری در جدول تناوبی است که از قاعده آفبا پیروی نمی‌کند. دومین عنصر با این ویژگی، مس (Cu) ۲۹ است که تفاوت عدد اتمی آن با کروم برابر با $29 - 24 = 5$ است. آرایش الکترونی عناصر موجود در دسته d تناوب چهارم جدول دوره‌ای به‌صورت زیر است:

$[18Ar]3d^14s^2$	$[18Ar]3d^24s^2$	$[18Ar]3d^34s^2$	$[18Ar]3d^44s^2$	$[18Ar]3d^54s^2$	$[18Ar]3d^64s^2$	$[18Ar]3d^74s^2$	$[18Ar]3d^84s^2$	$[18Ar]3d^94s^1$	$[18Ar]3d^{10}4s^1$
۲۱ Sc اسکاندیم	۲۲ Ti تیتانیوم	۲۳ V وانادیم	۲۴ Cr کروم	۲۵ Mn منگنز	۲۶ Fe آهن	۲۷ Co کبالت	۲۸ Ni نیکل	۲۹ Cu مس	۳۰ Zn روی
$[18Ar]3d^14s^2$	$[18Ar]3d^24s^2$	$[18Ar]3d^34s^2$	$[18Ar]3d^54s^1$	$[18Ar]3d^54s^2$	$[18Ar]3d^64s^2$	$[18Ar]3d^74s^2$	$[18Ar]3d^84s^2$	$[18Ar]3d^94s^1$	$[18Ar]3d^{10}4s^1$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در رابطه با عناصر داده شده، داریم:

$$[24Cr] = [18Ar]3d^54s^1 \rightarrow \text{شمار الکترون‌های ظرفیتی} = 5 + 1 = 6$$

$$[18O] = [2He]2s^22p^4 \rightarrow \text{شمار الکترون‌های ظرفیتی} = 2 + 4 = 6$$

البته شمار الکترون‌های ظرفیتی را با توجه به شماره گروه عناصرها هم می‌توان تعیین کرد. بر این اساس، داریم:

$$\{Cr : 6 \text{ شماره گروه} = \text{شمار الکترون‌های ظرفیتی} \rightarrow \text{گروه } 6$$

$$\{O : 10 = \text{شماره گروه} - \text{شمار الکترون‌های ظرفیتی} \rightarrow \text{گروه } 16$$

۲ زیرلایه‌های نیمه‌پر در آرایش الکترونی اتم‌های Cr ۲۴ و As ۳۳ به‌صورت زیر هستند:

$$[24Cr] = [18Ar]3d^54s^1 \rightarrow \text{شمار زیرلایه‌های نیمه‌پر} = 2$$

$$[33As] = [18Ar]3d^{10}4s^24p^3 \rightarrow \text{شمار زیرلایه‌های نیمه‌پر} = 1$$

بنابراین شمار زیرلایه‌های نیمه‌پر در Cr ۲۴، دو برابر این مقدار در As ۳۳ است.

۴ آرایش الکترونی کامل اتم Cr را رسم می‌کنیم. عددهای کوانتومی $l = 0$ ، $l = 1$ و $l = 2$ به ترتیب به زیرلایه‌های الکترونی s ، p و d برمی‌گردند. بر این اساس، داریم:

$$[24Cr] = 1s^22s^22p^63s^23p^63d^54s^1 \rightarrow \begin{cases} l = 0 \rightarrow 2 + 2 + 2 + 1 = 7 \\ l = 1 \rightarrow 6 + 6 = 12 \\ l = 2 \rightarrow 5 \end{cases}$$

بنابراین مجموع شمار الکترون‌های دارای عددهای کوانتومی $l = 0$ و $l = 2$ ، با شمار الکترون‌های دارای عدد کوانتومی $l = 1$ برابر است.

پاسخ: گزینه ۱ -۲۱

(سخت - مفهومی - ۱۰۰۱)

عنصر A ، D ، X و Z به ترتیب معادل با عناصر Ca ، Cr ، Cu و Sc هستند. با توجه به موقعیت این عناصر، اطلاعات داده شده در ردیف‌های اول و سوم جدول مورد نظر درست هستند. مقدار مؤلفه‌های موجود در جدول مورد نظر، به شرح زیر است:

ویژگی‌ها	${}^{45}_{21}Sc$	${}^{65}_{29}Cu$	${}^{52}_{24}Cr$	${}^{40}_{20}Ca$
آرایش الکترونی	$[Ar] 3d^1 4s^2$	$[Ar] 3d^{10} 4s^1$	$[Ar] 3d^5 4s^1$	$[Ar] 4s^2$
مجموع $n-l$ الکترون‌های لایه ظرفیت عنصر	$1 \times (3-2) + 2 \times (4-0) = 9$	$10 \times (3-2) + 1 \times (4-0) = 14$	$5 \times (3-2) + 1 \times (4-0) = 9$	$2 \times (4-0) = 8$
شمار نوترون‌ها	$n = 45 - 21 = 24$	$n = 65 - 29 = 36$	$n = 52 - 24 = 28$	$n = 40 - 20 = 20$
تفاوت شمار الکترون‌های زیرلایه‌های s و نوترون‌ها	$24 - 8 = 16$	$36 - 7 = 29$	$28 - 7 = 21$	$20 - 8 = 12$
شماره گروه عنصر	۳	۱۱	۶	۲
نسبت شماره گروه به شماره دوره	$\frac{3}{4} = 0.75$	$\frac{11}{4} = 2.75$	$\frac{6}{4} = 1.5$	$\frac{2}{4} = 0.5$
نسبت آنیون به کاتیون در سولفیدی با بالاترین بار برای کاتیون	Sc_2S_3 ۱/۵	CuS ۱	Cr_2S_3 ۱/۵	CaS ۱

بررسی موارد نادرست:

ردیف دوم: مس از جمله عناصر فلزی واسطه موجود در جدول دوره‌ای است که رسم آرایش الکترونی آن از قاعده آفبا پیروی نمی‌کند. آرایش الکترونی این عنصر به صورت $[Ar] 3d^1 4s^2$ بوده و در زیرلایه‌های s آن مجموعاً ۷ الکترون وجود دارد. تعداد نوترون‌های موجود در هر اتم مس نیز برابر با ۳۶ است، پس اختلاف تعداد نوترون و الکترون‌های زیر لایه‌های s آن ۲۹ است.

ردیف چهارم: یون سولفید، از اتم گوگرد ایجاد شده و دارای بار الکتریکی ۲- است. بالاترین بار الکتریکی برای کروم برابر با ۳+ است، پس سولفیدی با بالاترین بار الکتریکی برای این عنصر معادل با Cr_2S_3 است که نسبت شمار آنیون به کاتیون در آن برابر با ۱/۵ می‌شود.

پاسخ: گزینه ۳ -۲۲

(سخت - مفهومی - ۱۰۰۱)

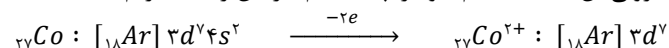
از آنجا که در نماد هر دو یون داده شده از حرف A استفاده شده است، پس این دو یون مربوط به ایزوتوپ‌های مختلف عنصر A هستند. اگر شمار الکترون‌ها، پروتون‌ها و نوترون‌های موجود در ایزوتوپ ${}^{57}_{25}A$ را به ترتیب برابر e ، p و n در نظر بگیریم:

$${}^{57}_{25}A^{3+}: p - 3 = e \quad \text{و} \quad \frac{1}{25} \times e = n \rightarrow \frac{1}{25}(p - 3) = n$$

از طرفی مجموع شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در این یون، برابر با عدد جرمی آن است. معادله دوم را بر اساس عدد جرمی این یون می‌نویسیم و سپس دو معادله حاصل را در یک دستگاه دو معادله و دو مجهول قرار می‌دهیم.

$$\begin{cases} n + p = 57 \\ \frac{1}{25}(p - 3) = n \end{cases} \rightarrow n = 30 \quad \text{و} \quad p = 27$$

عنصر A معادل با ${}^{57}_{27}Co$ در جدول تناوبی است. باید یونی از این عنصر که آرایش الکترونی آن به $3d^7$ ختم شود را پیدا کنیم. در این رابطه، داریم:



با توجه به توضیحات داده شده، یون مورد نظر معادل با یون ${}^{59}_{27}Co^{2+}$ است. آرایش الکترونی این یون به $3d^7$ ختم می‌شود. در مرحله بعد، تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها را در ${}^{59}_{27}Co^{2+}$ به دست می‌آوریم:

$$\left. \begin{aligned} n &= A - Z = 59 - 27 = 32 \\ e &= Z - \text{بار یون} = 27 - 2 = 25 \end{aligned} \right\} \rightarrow n - e = 32 - 25 = 7$$

با توجه به محاسبات انجام شده، تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون ${}^{59}_{27}A^{2+}$ برابر با ۷ است.

پاسخ: گزینه ۳

-۲۳

(متوسط - مسئله - ۱۰۰)

ابتدا باید مقدار x را در فرمول شیمیایی P_3S_x به دست آورد. برای به دست آوردن آن به صورت زیر عمل می کنیم:

$$\cdot / ۵۶۷ \text{ g } P_3S_x = ۱ / ۸۰۶ \times ۱۰^{-۲۱} \text{ مولکول } P_3S_x \times \frac{۱ \text{ mol } P_3S_x}{۶ / ۰۲ \times ۱۰^{-۲۳} \text{ مولکول } P_3S_x} \times \frac{(۹۳ + ۳۲x) \text{ g } P_3S_x}{۱ \text{ mol } P_3S_x} \Rightarrow x = ۳$$

پس فرمول شیمیایی مولکول مورد نظر به صورت $P_3S_۳$ بوده است. اکنون می توان تعداد مول اتم های موجود در $۱ / ۸۰۶ \times ۱۰^{-۲۱}$ مولکول از آن را به دست آورد. در این رابطه، داریم:

$$? \text{ mol atom} = ۱ / ۸۰۶ \times ۱۰^{-۲۱} \text{ مولکول } P_3S_۳ \times \frac{۱ \text{ mol } P_3S_۳}{۶ / ۰۲ \times ۱۰^{-۲۳} \text{ مولکول } P_3S_۳} \times \frac{۶ \text{ mol atom}}{۱ \text{ mol } P_3S_۳} = ۰ / ۰۱۸ \text{ mol}$$

تعداد مول یون های موجود در ۲۴۰ گرم منیزیم اکسید (MgO) نیز به صورت زیر به دست می آید:

$$? \text{ mol ion} = ۲۴۰ \text{ g } MgO \times \frac{۱ \text{ mol } MgO}{۴۰ \text{ g } MgO} \times \frac{۲ \text{ mol ion}}{۱ \text{ mol } MgO} = ۱۲ \text{ mol}$$

اکنون می توان نسبت خواسته شده در سؤال را محاسبه کرد:

$$\frac{P_3S_۳ \text{ های اتم های}}{MgO \text{ های یون های}} = \frac{P_3S_۳ \text{ های اتم های}}{\text{شمار مول یون های } MgO} = \frac{۰ / ۰۱۸}{۱۲} = ۱ / ۵ \times ۱۰^{-۳}$$

تعداد اتم های موجود در $۰ / ۵۶۷$ گرم $P_3S_۳$ معادل با $۱ / ۵ \times ۱۰^{-۳}$ برابر تعداد یون های موجود در ۲۴۰ گرم MgO است. همان طور که مشاهده کردید، محاسبه دقیق تعداد اتم ها لازم نیست. برای روشن تر شدن قضیه به محاسبات زیر دقت کنید:

$$\frac{P_3S_۳ \text{ های اتم های}}{MgO \text{ های یون های}} = \frac{۰ / ۰۱۸ \text{ mol atom} \times \frac{۶ / ۰۲ \times ۱۰^{-۲۳} \text{ atom}}{۱ \text{ mol atom}}}{۱۲ \text{ mol ion} \times \frac{۶ / ۰۲ \times ۱۰^{-۲۳} \text{ ion}}{۱ \text{ mol ion}}} = ۱ / ۵ \times ۱۰^{-۳}$$

پاسخ: گزینه ۴

-۲۴

(متوسط - مفهومی - ۱۰۰)

الکترون برانگیخته، نسبت به الکترون هایی که در حالت پایه قرار گرفته اند، سطح انرژی بالاتری داشته و با از دست دادن انرژی اضافی خود، می تواند به لایه های الکترونی پایین تر منتقل شود. توجه داریم که برای الکترون، نشر نور (پرتوهای مرئی مثل نور سبز، آبی و ... و یا پرتوهای نامرئی مثل فرابنفش و فروسرخ) مناسب ترین شیوه برای از دست دادن انرژی است، اما این روش، تنها شیوه برای از دست دادن انرژی نیست!

بررسی سایر گزینه ها:

- ۱) دسته p جدول دوره ای، در تناوب های دوم تا هفتم قرار داشته و گروه های ۱۳ تا ۱۸ از این تناوب ها را اشغال می کند، پس می توان گفت این عناصر در ۶ گروه آخر از ۶ تناوب جدول دوره ای قرار داشته و تعداد آن ها برابر با ۳۶ عدد است. دسته d جدول دوره ای نیز در تناوب های چهارم تا هفتم قرار داشته و گروه های ۳ تا ۱۲ از این تناوب ها را اشغال می کند، پس می توان گفت این عناصر در ۱۰ گروه از ۴ تناوب جدول دوره ای قرار داشته و تعداد آن ها برابر با ۴۰ عدد است. با توجه به توضیحات داده شده، مجموع تعداد عناصر موجود در دسته p جدول دوره ای امروزی، $۰ / ۹$ برابر تعداد عناصر دسته d است.
- ۲) در تمام عناصر دسته p در دوره چهارم (عناصری با عدد اتمی ۳۱ تا ۳۶ که از گالیم شروع شده و به کریپتون ختم می شوند)، زیرلایه $۳d$ کاملاً پر شده است؛ بنابراین این عناصر در لایه سوم خود ۱۸ الکترون دارند. آرایش الکترونی لایه سوم در این اتم ها به صورت زیر است:

$$3s^2 3p^6 3d^{10}$$

- ۳) عدد کوانتومی اصلی را با n و عدد کوانتومی فرعی را با l نمایش می دهند. عدد کوانتومی فرعی می تواند شمار الکترون های هر زیرلایه را تعیین کند. محدوده مجاز عدد کوانتومی فرعی به صورت زیر است:

$$l = ۰ \text{ و } ۱ \text{ و } \dots \text{ و } (n - ۱)$$

با توجه به توضیحات بالا، بیشترین مقدار عدد کوانتومی فرعی در هر لایه الکترونی برابر با $n - ۱$ است.

۲۵- پاسخ: گزینه ۳

(متوسط - مفهومی - ۱۰۰)

عبارت‌های (الف)، (پ) و (ت) درست هستند.

بررسی موارد:

الف: لایه‌های الکترونی، فضاهای کروی شکل موجود در اطراف هسته اتم هستند. الکترون در هر لایه‌ای که باشد، در همه نقاط پیرامون هسته حضور می‌یابد، اما احتمال حضور آن در یک فضای محدود (که در ساختار لایه‌ای اتم آن را پررنگ‌تر نشان می‌دهند) بیشتر از سایر نقاط است. به عنوان مثال، تصویر زیر نمایی از مدل لایه‌ای را برای یک اتم نشان می‌دهد:

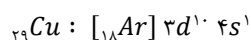


همان‌طور که مشخص است، اتم مورد نظر دارای ۲ لایه الکترونی در اطراف هسته خود است.

ب: با گرفتن ترکیبات سدیم دار از جمله سدیم اکسید بر روی شعله آتش، رنگ شعله زرد می‌شود که به کمک آن، می‌توان نوع کاتیون به کار رفته در این ترکیب را تشخیص داد؛ چرا که آزمون شعله فقط برای تشخیص انواع **عناصر فلزی** کاربرد دارد و از آن نمی‌توان برای تشخیص عناصر نافلزی موجود در یک ماده استفاده کرد. در واقع رنگ شعله تمام ترکیبات سدیم دار مثل سدیم اکسید، سدیم سولفید، سدیم نیترات و ... مشابه به هم و زرد رنگ است. جدول زیر، رنگ شعله فلزهای منیزیم، آهن، لیتیم و مس را نشان می‌دهد:

فلز	لیتیم	آهن	منیزیم	مس
رنگ شعله	سرخ	نارنجی	سفید	سبز

پ: لایه الکترونی $n = 3$ ، شامل زیرلایه‌های $3s$ ، $3p$ و $3d$ می‌شود. از میان عناصر موجود در تناوب چهارم، از عنصری با عدد اتمی ۲۹ به بعد، زیرلایه‌های $3s$ ، $3p$ و $3d$ همگی پر از الکترون هستند. این عناصر شامل مس، روی، گالیم، ژرمانیم، آرسنیک، سلنیم، برم و کریپتون می‌شوند. آرایش الکترونی عنصر مس، به عنوان اولین عنصری که در آن زیرلایه‌های $3s$ ، $3p$ و $3d$ پر از الکترون هستند، به صورت زیر است:



ت: با افزایش عدد کوانتومی اصلی لایه‌های الکترونی، تفاوت سطح انرژی این لایه‌ها به تدریج کاهش پیدا می‌کند. به عنوان مثال، تفاوت سطح انرژی لایه‌های الکترونی $n = 3$ و $n = 2$ در اتم هیدروژن، کمتر از لایه‌های $n = 2$ و $n = 1$ است.

۲۶- پاسخ: گزینه ۳

(متوسط - مسئله - ۱۰۰)

برای محاسبه جرم اتمی میانگین یک عنصر از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

$$\dots + \left(\text{جرم اتمی ایزوتوپ دوم} \times \text{درصد فراوانی ایزوتوپ دوم} \right) + \left(\text{جرم اتمی ایزوتوپ اول} \times \text{درصد فراوانی ایزوتوپ اول} \right) = \text{جرم اتمی میانگین} \times 100$$

با توجه به رابطه بالا، جرم اتمی میانگین عناصر کلر و هیدروژن را محاسبه می‌کنیم:

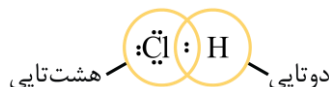
$$\text{جرم مولی هیدروژن برابر با } 1/1 \text{ گرم است} \rightarrow \frac{(90 \times 1) + (10 \times 2)}{100} = 1/1 \text{ amu} \quad \text{جرم اتمی میانگین: هیدروژن}$$

$$\text{جرم مولی کلر برابر با } 35/5 \text{ گرم است} \rightarrow \frac{(75 \times 35) + (25 \times 37)}{100} = 35/5 \text{ amu} \quad \text{جرم اتمی میانگین: کلر}$$

ساختار مولکول هیدروژن کلرید به صورت زیر است:



آرایش الکترون-نقطه‌ای اتم‌ها در ساختار این مولکول به صورت زیر است:



همان‌طور که مشخص است، میان دو اتم سازنده این ماده، یک جفت الکترون (معادل با ۲ عدد الکترون) به اشتراک گذاشته شده است. جرم مولی این گاز نیز برابر با مجموع جرم مولی اتم‌های سازنده آن و معادل با $36/6$ گرم بر مول است. بر این اساس، داریم:

$$? g \text{ HCl} = \frac{1}{204} \times 10^{23} e \text{ پیوندی} \times \frac{1 \text{ mol } e \text{ پیوندی}}{6/02 \times 10^{23} e \text{ پیوندی}} \times \frac{1 \text{ mol HCl}}{2 \text{ mol } e \text{ پیوندی}} \times \frac{36/6 g \text{ HCl}}{1 \text{ mol HCl}} = 3/66 g$$

فقط عبارت (ت) درست است.

بررسی موارد:

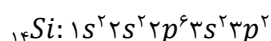
الف: تصویر زیر، آرایش الکترون-نقطه‌ای اتم‌های مختلف از تناوب‌های اول تا سوم را نشان می‌دهد: دارای بیشترین تعداد الکترون جفت شده در هر تناوب

H·	دارای بیشترین تعداد الکترون جفت نشده در هر تناوب						He:
Li·	Be·	·B·	·C·	·N·	·O·	·F·	·Ne:
Na·	Mg·	·Al·	·Si·	·P·	·S·	·Cl·	·Ar:

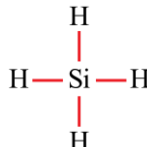
همان‌طور که مشخص است، در آرایش الکترون-نقطه‌ای هلیوم هیچ الکترون جفت نشده‌ای وجود ندارد. این در حالی است که در ساختار گوگرد، ۲ الکترون جفت‌نشده وجود دارد.

ب: هیدروژن و هلیوم، تنها عناصری هستند که در آرایش الکترونی خود فقط یک لایه دارند. این در حالی است که مدل بور، فقط توانایی توجیه طیف نشری-خطی حاصل از هیدروژن را داشت و طیف حاصل از بقیه عناصر را توجیه نمی‌کرد.

پ: آرایش الکترونی اتمی که $Z = 14$ دارد، به $3p^2$ ختم می‌شود. این عنصر، جزء عناصر دسته p بوده و در دوره سوم و گروه ۱۴ قرار دارد. این عنصر معادل با سیلیسیم بوده و آرایش الکترونی اتم آن به‌صورت زیر است:



سیلیسیم، دارای ۴ الکترون جفت نشده (تک) در لایه ظرفیت خود است و می‌تواند با ۴ اتم هیدروژن، ۴ پیوند اشتراکی یگانه تشکیل دهد. آرایش الکترون-نقطه‌ای ترکیب حاصل از واکنش هیدروژن و سیلیسیم (SiH_4) به‌صورت زیر است:



مدل فضا پرکن این مولکول شبیه مدل فضا پرکن مولکول متان است. این ساختار، به‌صورت زیر خواهد بود:



این ماده، سیلیسیم تتراهیدرید نام دارد. توجه داریم که برای نمایش دادن ساختار مولکول‌ها در سه بعد، می‌توان از مدل گلوله و میله و مدل فضا پرکن استفاده کرد. در مدل گلوله و میله، اتم‌ها را با گلوله و پیوندها را با میله نمایش می‌دهند؛ در نتیجه پیوندهای اشتراکی بین اتم‌ها مشخص است. در نقطه مقابل، در مدل فضا پرکن این پیوندها مشخص نیستند.

ت: اگر آرایش الکترونی Sr به‌صورت $[\text{Kr}] 5s^2$ باشد، این عنصر در گروه ۲ جدول تناوبی جای گرفته و هر اتم آن در شرایط مناسب با از دست دادن ۲ الکترون به یون Sr^{2+} تبدیل می‌شود.

رابطه‌های مهم لایه‌ها و زیرلایه‌ها:



- $2n^2$ = حداکثر گنجایش الکترونی یک لایه
- n = شمار زیرلایه در هر لایه الکترونی
- $0, 1, \dots, n-1$ = مقادیر مجاز l در هر لایه
- $2(2l+1) = 4l+2$ = حداکثر گنجایش الکترونی یک زیرلایه

۲۸- پاسخ خیلی تشریحی ✓ در هر یک از دوره‌های دوم و سوم جدول تناوبی ۸ عنصر وجود دارد، یعنی مجموع شمار عنصرها در این دوره‌ها برابر ۱۶ است. بررسی گزینه‌ها:

گزینه (۱): عدد کوانتومی فرعی (l) از صفر شروع می‌شود؛ بنابراین پنجمین نوع زیرلایه یک اتم، دارای $l = 4$ است.

گزینه (۲): الکترونی با عدد کوانتومی فرعی برابر ۳ ($l = 3$) از لایه چهارم به بعد وجود دارد ($4f, 5f, \dots$).

گزینه (۳):

$$\frac{\text{گنجایش الکترونی هر لایه}}{\text{شمار زیرلایه در هر لایه}} = \frac{2n^2}{n} = 2n$$

گزینه (۴): زیرلایه‌ای با عددهای کوانتومی $l = 2$ و $n = 4$ ، همان $4d$ است که حداکثر گنجایش 10 الکترون دارد و با 10 الکترون کاملاً پر می‌شود؛ بنابراین و اگر 5 الکترون در آن قرار داشته باشد، نیمه‌پر به حساب می‌آید.

جدول زیر را برای تعیین شمار الکترون‌های ظرفیت و شماره گروه عنصرهای مختلف به خاطر بسپارید:



نوع دسته	لایه ظرفیت	شمار الکترون‌های ظرفیت	رابطه شماره گروه و شمار الکترون‌های ظرفیت
s (گروه‌های ۱ و ۲ و هلیوم)	ns	توان ns (شمار الکترون‌های بیرونی‌ترین لایه الکترونی)	شمار الکترون‌های ظرفیت (به جز هلیوم) = شماره گروه
d (گروه‌های ۳ تا ۱۰)	(n-1)d ns	مجموع توان ns و (n-1)d (شمار الکترون‌های دو زیرلایه آخر)	شمار الکترون‌های ظرفیت = شماره گروه
p (گروه‌های ۱۳ تا ۱۸)	ns np	مجموع توان ns و np (شمار الکترون‌های بیرونی‌ترین لایه الکترونی)	$10 +$ شمار الکترون‌های ظرفیت = شماره گروه

• برای همه عنصرها، شماره دوره در جدول تناوبی برابر با بزرگ‌ترین n (عدد کوانتومی اصلی) در آرایش الکترونی آن‌ها است.

۲۹- پاسخ خیلی تشریحی ✓ عبارتهای «الف» و «ت» درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

(الف)

$$M: [36\text{Kr}] 4s^2 \Rightarrow \begin{cases} \text{شماره دوره} = 5 \\ 5 - 2 = 3 \\ \text{شماره گروه} = 2 \end{cases}$$

(ب) آخرین الکترون عنصرهای M ، X و Z به ترتیب به زیرلایه‌های s ، p و d وارد می‌شود؛ بنابراین این عنصرها به ترتیب متعلق به دسته s ، p و d هستند.

(پ) در اتم Z ، دو زیرلایه $4s$ و $3d$ نیمه‌پر هستند، اما در اتم A $([18\text{Ar}] 3d^1 4s^1)$ ، فقط یک زیرلایه نیمه‌پر ($4s$) وجود دارد.

(ت) برای نوشتن آرایش الکترونی فشرده اتم ^{15}D از گاز نجیب نئون (^{10}Ne) استفاده می‌شود:





(۱) شمار نقطه‌ها در آرایش الکترون - نقطه‌ای یک اتم برابر با شمار الکترون‌های ظرفیتی آن است.

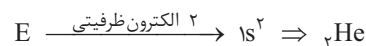
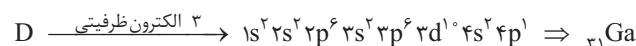
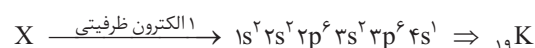
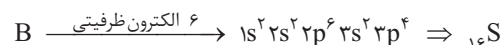
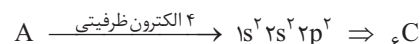
(۲) برای عنصرهای گروه‌های ۱ تا ۱۲ شمار الکترون‌های ظرفیتی برابر شماره گروه و برای عنصرهای گروه‌های ۱۳ تا ۱۸ (به‌جز هلیوم)، شمار الکترون‌های ظرفیتی برابر با عدد یکان شماره گروه است.

(۳) هلیوم (He) با این که در گروه ۱۸ قرار دارد، دارای ۲ الکترون ظرفیتی است و در آرایش الکترون - نقطه‌ای آن ۲ الکترون به صورت جفت نقطه وجود دارند:

He:

۳۰- پاسخ خیلی تشریحی ✓ ابتدا به کمک آرایش الکترون - نقطه‌ای و شمار الکترون‌های ظرفیتی اتم‌ها و شمار الکترون‌ها با $l = 0$ (زیرلایه‌های s) در آن‌ها،

آرایش الکترونی و خود عنصرها را تعیین می‌کنیم:



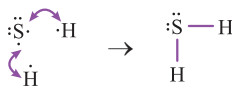
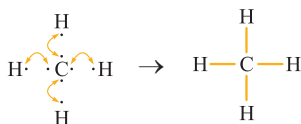
بررسی گزینه‌ها:

گزینه (۱): عنصرهای B و X با هم ترکیب یونی K_2S را تشکیل می‌دهند که نسبت شمار کاتیون به شمار آنیون در آن برابر ۲ است.

گزینه (۲): عنصر D همان ${}_{31}^{\text{Ga}}$ است که آخرین زیرلایه اشغال‌شده آن دارای ۱ الکترون ($4p^1$) است.

گزینه (۳): عنصر B در گروه ۱۶ و عنصر A در گروه ۱۴ قرار دارند و می‌توانند با هیدروژن ترکیب‌هایی به فرمول CH_4 و H_2S

تشکیل دهند:



گزینه (۴): عنصرهای $X({}_{19}^{\text{K}})$ و $D({}_{31}^{\text{Ga}})$ به ترتیب در گروه‌های ۱ و ۱۳ جدول دوره‌ای قرار دارند:

$$13 - 1 = 12$$